

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39

ANEXO 1

DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO

CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 04 DE 2023

(UPME 04 – 2023)

SELECCIÓN DE UN INVERSIONISTA Y UN INTERVENTOR PARA EL DISEÑO, ADQUISICIÓN DE LOS SUMINISTROS, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SEGUNDO CIRCUITO EN LA SUBESTACIÓN SAHAGÚN 500kV

Bogotá D. C., enero de 2024

ÍNDICE

1		
2		
3	1. CONSIDERACIONES GENERALES	4
4	1.1 Requisitos Técnicos Esenciales	4
5	1.2 Definiciones	5
6	2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
7	2.1 Descripción de Obras en la Subestación.....	8
8	2.1.1 Subestación Sahagún 500 kV.....	8
9	2.2 Puntos de Conexión del Proyecto	9
10	2.2.1 En la Subestación Sahagún 500 kV.....	9
11	2.2.2 En la línea Cerromatoso – Chinú II 500 kV	10
12	3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES	10
13	3.1 Parámetros del Sistema	11
14	3.2 Nivel de Corto Circuito	11
15	3.3 Materiales	12
16	3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible.....	12
17	3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión	12
18	3.6 Pruebas en Fábrica.....	13
19	4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 500 kV	13
20	4.1 General	13
21	4.2 Ruta de las Líneas de Transmisión	16
22	4.3 Longitud Aproximada de las Líneas	17
23	4.4 Especificaciones de diseño y construcción líneas	17
24	4.4.1 Aislamiento.....	18
25	4.4.2 Conductores de Fase	18
26	4.4.3 Cable(s) de Guarda	19
27	4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas	19
28	4.4.5 Transposiciones de Línea.....	20
29	4.4.6 Estructuras	21
30	4.4.7 Localización de Estructuras.....	22
31	4.4.8 Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores - Amortiguadores. 22	
32	4.4.9 Cimentaciones.....	22
33	4.4.10 Canalizaciones, cajas e instalación de cables para tramos de líneas	
34	subterráneas o subfluviales	23
35	4.4.11 Señalización Aérea.....	24
36	4.4.12 Desviadores de vuelo para aves.....	24
37	4.4.13 Obras Complementarias.....	24
38	4.5 Informe Técnico	24
39	5. ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN	25
40	5.1 General.....	25
41	5.1.1 Predio de las Subestación	26
42	5.1.2 Espacios de Reserva.....	26

1	5.1.3	Conexiones con Equipos Existentes.....	27
2	5.1.4	Servicios Auxiliares.....	27
3	5.1.5	Infraestructura y Módulo Común.....	27
4	5.2	Normas para Fabricación de los Equipos.....	28
5	5.3	Condiciones Sísmicas de los equipos.....	29
6	5.4	Procedimiento General del Diseño.....	29
7	5.4.1	Los documentos de Ingeniería Básica.....	30
8	5.4.2	Los documentos de la Ingeniería de Detalle.....	33
9	5.4.3	Estudios del Sistema.....	37
10	5.4.4	Distancias de Seguridad.....	39
11	5.5	Equipos de Potencia.....	39
12	5.5.1	Interruptores.....	39
13	5.5.2	Descargadores de Sobretensiones.....	40
14	5.5.3	Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra.....	40
15	5.5.4	Transformadores de Tensión.....	41
16	5.5.5	Transformadores de Corriente.....	42
17	5.5.6	Equipo GIS o Híbrido.....	43
18	5.5.7	Sistema de Puesta A Tierra.....	44
19	5.5.8	Apantallamiento de la Subestación.....	44
20	5.6	Equipos de Control y Protección.....	45
21	5.6.1	Sistemas de Protección.....	45
22	5.6.2	Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones.....	47
23	5.6.2.1	Características Generales.....	49
24	5.6.3	Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales.....	50
25	5.6.4	Controladores de Bahía.....	52
26	5.6.5	Controlador de los Servicios Auxiliares.....	52
27	5.6.6	Switches.....	53
28	5.6.7	Interfaz Nivel 2 - Nivel 1.....	53
29	5.6.8	Equipos y Sistemas de Nivel 2.....	54
30	5.6.8.1	Controlador de la Subestación.....	54
31	5.6.8.2	Registradores de Fallas.....	54
32	5.6.8.3	Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación.....	55
33	5.6.9	Requisitos de Telecomunicaciones.....	55
34	5.7	Obras Civiles.....	56
35	5.8	Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento.....	56
36	6.	ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO.....	57
37	6.1	Pruebas y Puesta en Servicio.....	57
38	6.2	Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio.....	58
39	7.	ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN.....	58
40	8.	INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO.....	58
41	9.	INFORMACIÓN ESPECÍFICA.....	58
42	10.	FIGURAS.....	59

ANEXO 1

1. CONSIDERACIONES GENERALES

Las expresiones que figuren en mayúsculas, que no se encuentren expresamente definidas en el presente documento, tendrán el significado que se les atribuye en los Documentos de Selección del Inversionista de la Convocatoria Pública UPME 04 – 2023.

Toda mención efectuada en este documento a "Anexo", "Apéndice", "Capítulo", "Formulario", "Formato", "Literal", "Numeral", "Subnumeral" y "Punto" se deberá entender efectuada a anexos, apéndices, capítulos, formularios, literales, numerales, subnumerales y puntos del presente documento, salvo indicación expresa en sentido contrario.

Las expresiones que figuren en mayúsculas y que no se encuentren expresamente definidas en el presente documento o en los Documentos de Selección del Inversionista, corresponden a normas legales u otras disposiciones jurídicas colombianas.

Las especificaciones de diseño, construcción, montaje y las características técnicas de los equipos e instalaciones deben cumplir con los requisitos técnicos establecidos en el presente Anexo No. 1 de los Documentos de Selección del Inversionista, en el Código de Redes de la CREG (Resolución CREG 025 de 1995 y sus actualizaciones, en especial CREG 098 de 2000) y en el RETIE y todas sus modificaciones vigentes en la fecha de ejecución de los diseños. Las citas, numerales o tablas del RETIE que se hacen en este Anexo corresponden a la revisión de agosto de 2013 de este Reglamento, incluidas las modificaciones de octubre 2013 y julio 2014. En los aspectos a los que no hacen referencia los documentos citados, el Transmisor deberá ceñirse a lo indicado en criterios de ingeniería y normas internacionales de reconocido prestigio, copia de los cuales deberán ser relacionados, informados y documentados al Interventor. Los criterios de ingeniería y normas específicas adoptados para el Proyecto deberán cumplir, en todo caso, con lo establecido en los Documentos de Selección del Inversionista, en el Código de Redes y en los reglamentos técnicos que expida el Ministerio de Minas y Energía, MME. Adicionalmente, se deberá considerar las condiciones técnicas existentes en los puntos de conexión de tal forma que los diferentes sistemas sean compatibles y permitan la operación según los estándares de seguridad, calidad y confiabilidad establecidos en la regulación.

1.1 Requisitos Técnicos Esenciales

De acuerdo con la legislación colombiana y en particular, con lo establecido en la última versión del RETIE, vigente en la fecha de apertura de esta Convocatoria, Resolución MME 90708 de agosto de 2013, Capítulo II, Requisitos Técnicos Esenciales, para el Proyecto será obligatorio que los trabajos deban contar con un diseño, efectuado por el profesional

F-DO-03 – V2

2022/08/12

Recuerde: Si este documento se encuentra impreso no se garantiza su vigencia, por lo tanto, se considera "Copia No Controlada". La versión vigente se encuentra publicada en el Sistema de Gestión Único Estratégico de Mejoramiento - SIGUEME.

1 o profesionales legalmente competentes para desarrollar esta actividad como se establece
2 en el Artículo 10 del RETIE de la fecha anotada, en general y el numeral 10.2 en particular.
3

4 Como requisito general, de mandatorio cumplimiento, aplicable a todos los aspectos
5 técnicos y/o regulatorios que tengan que ver con el RETIE , con el Código de Redes, con
6 normas técnicas nacionales o internacionales y con resoluciones de la CREG y del
7 Ministerio de Minas y Energía, se establece que, de producirse una revisión o una
8 actualización de cualquiera de los documentos mencionados, antes del inicio de los diseños
9 según cronograma presentado por el Transmisor y aprobado por la UPME, la última de
10 estas revisiones o actualizaciones, en cada uno de los aspectos requeridos, primará sobre
11 cualquier versión anterior de los citados documentos.
12

13 **1.2 Definiciones**

14
15 Las expresiones que figuren con letra mayúscula inicial tendrán el significado establecido
16 en el Numeral 1.1 de los Documentos de Selección del Inversionista - DSI.
17

18 **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

19
20 Consiste en el diseño, adquisición de los suministros, construcción, pruebas, puesta en
21 servicio, operación y mantenimiento de las obras asociadas al Proyecto de la ampliación
22 subestación Sahagún 500 kV y la reconfiguración de la línea existente Cerromatoso - Chinú
23 II 500 kV en las líneas Cerromatoso - Sahagún 500 kV y Sahagún - Chinú 500 kV, definido
24 en el “Plan de Expansión de Referencia Generación – Transmisión 2017-2031”, adoptado
25 mediante Resolución del Ministerio de Minas y Energía 40799 de julio 31 de 2018, el cual
26 comprende:
27

- 28 i. Dos (2) nuevas bahías de línea 500 kV, en configuración interruptor y medio, en la
29 subestación Sahagún 500 kV a ubicarse en jurisdicción del municipio de Sahagún
30 en el departamento de Córdoba. Las dos (2) nuevas bahías de línea 500 kV,
31 deberán quedar en diámetros diferentes, por lo que se deberán construir 2/3 de cada
32 uno de los dos diámetros con sus respectivos cortes centrales.
33
- 34 ii. Una (1) línea doble circuito con una longitud aproximada de 3.0 km o dos (2) líneas
35 circuito sencillo a 500 kV con una longitud aproximada de 3.0 km cada una, desde
36 la subestación existente Sahagún 500 kV hasta interceptar la línea existente
37 Cerromatoso – Chinú II 500 kV, para reconfigurarla en la Línea Cerromatoso –
38 Sahagún y Sahagún – Chinú 500 kV. Hacen parte de este alcance las conexiones,
39 desconexiones y adecuaciones requeridas para la reconfiguración mencionada. Ver
40 nota 6.
41

1 iii. Extensión de los barrajes a 500 kV y/o conexiones a los mismos, que se requieran
2 para la instalación de las mencionadas bahías, junto con todos los elementos,
3 equipos, obras y adecuaciones mecánicas, civiles, eléctricas, corte y/o protección,
4 control, medición, y demás necesarios, para su correcto funcionamiento y el
5 cumplimiento de las normas aplicables.

6
7 iv. Se deben incluir todos los elementos y adecuaciones tanto eléctricas como físicas
8 necesarias para cumplir con el objeto de la presente Convocatoria durante la
9 construcción, operación y mantenimiento de las obras, garantizando siempre su
10 compatibilidad con la infraestructura existente. Estas acciones incluyen sistemas de
11 control, protecciones, medida, comunicaciones e infraestructura asociada, etc., sin
12 limitarse a estos.

13
14 **NOTAS:** Las siguientes notas tienen carácter vinculante frente al alcance de la presente
15 Convocatoria:

16
17 1. El Diagrama Unifilar, objeto de la presente Convocatoria Pública, hace parte del
18 Anexo 1. El Inversionista seleccionado, buscando una disposición con alto nivel de
19 confiabilidad, podrá modificar la disposición de las bahías en los diagramas
20 unifilares, previa revisión y concepto del Interventor, y aprobación por parte de la
21 UPME. Si la propuesta de modificación presentada involucra o afecta a terceros
22 como otros usuarios o propietarios de activos en la Subestación (existente o
23 ampliación), deberán establecerse acuerdos previos a la solicitud.

24
25 2. En configuración interruptor y medio, puesto que las bahías, objeto de la presente
26 Convocatoria Pública, quedan en diámetros incompletos, los cuales deben permitir
27 su ampliación futura para completar los diámetros, el Transmisor deberá hacerse
28 cargo del enlace entre el corte central y el otro barraje, de tal manera que dicho
29 enlace pueda ser removido fácilmente en caso de instalación de nuevos equipos.

30
31 3. Corresponde al Inversionista seleccionado llegar a acuerdos con el Transportador
32 seleccionado en la Convocatoria UPME 09 – 2019 para la ubicación y/o disposición
33 física de equipos en la subestación Sahagún 500 kV. En cualquier caso, se debe
34 garantizar una disposición de alto nivel de confiabilidad. Sin embargo, los acuerdos
35 a que lleguen no podrán limitar el acceso y uso de los espacios previstos para
36 futuras expansiones.

37
38 4. El Inversionista seleccionado deberá identificar y especificar todos los elementos
39 necesarios para garantizar el correcto funcionamiento y operación de los equipos a
40 instalar, ya sean de potencia, control, medición, protecciones, etc., tanto en
41 condiciones normales, como en contingencias o fallas.

42

- 1 5. Todos los equipos o elementos a instalar, por motivo de la presente Convocatoria
2 Pública UPME, deberán ser completamente nuevos y de última tecnología.
3
- 4 6. Están a cargo del Inversionista seleccionado, todos los elementos necesarios para
5 la construcción, operación y mantenimiento de las obras, como por ejemplo
6 sistemas de control, protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada, sin
7 limitarse a estos, y debe garantizar su compatibilidad con la infraestructura
8 existente. En general, el Adjudicatario se debe hacer cargo de las adecuaciones
9 necesarias para cumplir con el alcance del presente proyecto.
10
- 11 7. La ubicación de la ampliación de la subestación Sahagún 500 kV deberá cumplir
12 con lo señalado en el numeral 5.1.1 del presente Anexo.
13
- 14 8. El Inversionista seleccionado deberá garantizar que los espacios de reserva (no
15 utilizados por el presente Proyecto) en la subestación intervenida, no se verán
16 afectados o limitados para su utilización, por infraestructura (equipos, línea,
17 edificaciones, etc.) desarrollada en el marco de la presente Convocatoria Pública.
18 El Interventor deberá certificar el cumplimiento de la exigencia antes indicada. Lo
19 anterior no implica que los espacios ocupados por las bahías construidas en la
20 presente convocatoria se deban reponer en otro lugar, con excepción de aquellos
21 casos en que el propietario de la subestación lo hubiese declarado antes del inicio
22 de la convocatoria.
23
- 24 9. El Inversionista seleccionado para la presente Convocatoria, deberá analizar y
25 tomar las precauciones, realizar todos los estudios que apliquen y tomar cualquier
26 medida preventiva o correctiva en todas las etapas del proyecto, incluida la
27 operación y mantenimiento, con el fin que se minimice el riesgo o no existan
28 afectaciones en el Sistema Interconectado Nacional – SIN por cualquier
29 circunstancia que involucre o se derive de sus activos.
30
- 31 10. En la página WEB de la presente Convocatoria Pública, se encuentra disponible la
32 información técnica y costos de conexión remitidos por el agente que corresponda.
33 La información específica relacionada con este comunicado (anexos) pueden ser
34 solicitadas en oficinas de la UPME en los términos señalados en el numeral 9 del
35 presente Anexo 1, sin detrimento a lo anterior, el Inversionista podrá consultar a los
36 propietarios de la infraestructura de manera directa. La información suministrada por
37 la UPME no representa ninguna limitante y deberá ser evaluada por el Inversionista
38 para lo de su interés, en concordancia con los numerales 5.5 Estudios Propios del
39 Proponente y 5.6 Responsabilidad de los DSI de la presente Convocatoria Pública.
40

1 **2.1 Descripción de Obras en la Subestación**

2
3 **2.1.1 Subestación Sahagún 500 kV**

4
5 El predio para esta ampliación de la Subestación son los espacios de reserva dejados por
6 la convocatoria UPME-09-2019. El Inversionista seleccionado deberá realizar las gestiones
7 necesarias con el propietario de la subestación para hacer uso de los espacios de reserva,
8 según lo indicado en la convocatoria UPME-09-2019 y del diseño, la construcción, la
9 operación y el mantenimiento de las obras descritas en el numeral 2.

10
11 Las dos (2) Bahías de Línea a 500 kV a construir en la Subestación Sahagún 500 kV,
12 deberán ser construidas en configuración interruptor y medio. Los equipos a instalar
13 deberán ser GIS (tomado de la primera letra del nombre en inglés “Gas Insulated
14 Substations” Subestaciones aisladas en gas SF6) de tipo exterior, tal como los existentes
15 en la actual subestación Sahagún 500 kV, cumpliendo con la normatividad técnica aplicable
16 y todos los demás requisitos establecidos en los DSI.

17
18 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad de las nuevas bahías de líneas, en
19 funcionalidad y en aspectos de potencia, comunicaciones, control y protecciones con la
20 infraestructura existente, y no se podrá limitar la conversión futura a interruptor y medio por
21 ningún aspecto.

22
23 Los equipos o elementos a instalar deberán ser completamente nuevos y de última
24 tecnología.

25
26 El Inversionista deberá implementar redundancia en los canales de comunicación utilizando
27 diferentes medios o tecnologías para el envío y la recepción de señales entre los extremos
28 de las líneas de transmisión. El Inversionista seleccionado deberá verificar que, con los
29 equipos a instalar en la subestación, se eviten puntos comunes de fallas. Lo anterior con el
30 fin de incrementar la fiabilidad de los esquemas de teleprotección de las líneas de
31 transmisión, ante mantenimientos o contingencias sobre uno de los sistemas de
32 comunicación.

33
34 El diagrama esquemático del proyecto que hacer parte de esta convocatoria se muestra en
35 la Figura 1.

36
37 El diagrama unifilar de la Subestación Sahagún 500 kV se muestra en la Figura 2.

2.2 Puntos de Conexión del Proyecto

El Inversionista seleccionado, deberá realizar todas las gestiones necesarias con el propietario de la subestación Sahagún para utilizar los espacios de reserva definidos en la convocatoria UPME-09-2019, para la construcción de las obras objeto de la presente Convocatoria. Deberá tener en cuenta lo definido en el Código de Conexión (Resolución CREG 025 de 1995 y sus modificaciones) y las siguientes consideraciones en cada uno de los puntos de conexión, para los cuales se debe establecer un contrato de conexión con el responsable y/o propietario de los activos relacionados.

Cuando el Transmisor considere la necesidad de hacer modificaciones a la infraestructura existente (independientemente del nivel tensión), deberá informar al Interventor y acordar estas modificaciones en el contrato de conexión con el responsable y/o propietario de los activos relacionados. Estas modificaciones estarán a cargo del Transmisor.

2.2.1 En la Subestación Sahagún 500 kV.

El propietario de la Subestación Sahagún 500 kV, es CELSIA COLOMBIA S.A. E.S.P.

El punto de conexión del proyecto de la presente convocatoria pública en la subestación Sahagún, es el barraje a 500 kV.

El diagrama unifilar de la ampliación en la subestación Sahagún 500 kV se muestra en la Figura 2.

El contrato de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria Pública y el propietario de la subestación Sahagún 500 kV deberá incluir, entre otros aspectos y según corresponda, lo relacionado con las condiciones para acceder al uso del terreno para la ubicación de la infraestructura a instalar, el espacio para la ubicación de los tableros de control y protecciones de los módulos, el enlace al sistema de control del CND, suministro de servicios auxiliares de AC y DC; y demás acuerdos necesarios. Este contrato de conexión deberá estar firmado por las partes, dentro de los cuatro (4) meses siguientes a la expedición de la Resolución CREG que oficialice los Ingresos Anuales Esperados del Transmisor adjudicatario de la Convocatoria Pública, al menos en sus condiciones básicas (objeto del contrato, terreno en el cual se realizarán las obras, espacios, ubicación y condiciones para acceder, entrega de datos sobre equipos y demás información requerida para diseños, obligaciones de las partes para la construcción, punto de conexión, duración del contrato, etc.), lo cual deberá ser puesto en conocimiento del Interventor. No obstante, las partes en caso de requerirse podrán solicitar a la UPME, con la debida justificación, la modificación de la fecha de firma del contrato de conexión. Esta solicitud deberá estar firmada por los representantes legales de los agentes involucrados.

1 **2.2.2 En la línea Cerromatoso – Chinú II 500 kV**

2
3 El responsable de la línea de transmisión Cerromatoso – Chinú II 500 kV es
4 INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P.

5
6 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública UPME es el punto
7 o puntos, de seccionamiento de la línea Cerromatoso – Chinú II 500 kV.

8
9 Los costos asociados a la conexión fueron suministrados por INTERCOLOMBIA mediante
10 comunicación con radicado UPME 20221110017512, la cual es puesta a disposición de los
11 Interesados en la sección de documentos relacionados en la página WEB de la presente
12 convocatoria.

13
14 El contrato de conexión entre el Transmisor y el responsable de la línea Cerromatoso –
15 Chinú II 500 kV, deberá incluir, entre otros aspectos y según corresponda, todo lo
16 relacionado con cambios o ajustes de cualquier índole, generados por el presente Proyecto,
17 que deban hacerse en las Subestaciones existentes en los extremos de la línea,
18 garantizando entre otros, la compatibilidad con los sistemas de comunicaciones, control y
19 protecciones de las bahías de línea. Este contrato de conexión deberá estar firmado por las
20 partes, antes del inicio de la construcción de las obras, al menos en sus condiciones básicas
21 (objeto del contrato, lugar donde se realizarán las obras y condiciones para su realización,
22 obligaciones de las partes para la construcción, punto de conexión, duración del contrato,
23 etc.), lo cual deberá ser puesto en conocimiento del Interventor. No obstante, las partes en
24 caso de requerirse podrán solicitar a la UPME, con la debida justificación, la modificación
25 de la fecha de firma del contrato de conexión. Esta solicitud deberá estar firmada por los
26 representantes legales de los agentes involucrados.

27
28 **3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES**

29
30 El Interventor informará de manera independiente a la UPME, el cumplimiento de las
31 especificaciones técnicas consignadas en el presente Anexo 1. El uso de normas y
32 procedimientos aquí descritos podrá ser modificado en cualquier momento, hasta la fecha
33 de realización de los diseños o de realización de la obra según el caso, sin detrimento del
34 cumplimiento de la regulación y las normas técnicas de obligatorio cumplimiento,
35 asegurando en cualquier caso que los requisitos y calidades técnicas se mantengan, para
36 lo cual deberá previamente comunicarlo y soportarlo al Interventor.

37
38 Las Especificaciones contenidas en este Anexo 1, se complementan con la información de
39 la subestación existente que se incluyen en los documentos de esta Convocatoria Pública.

40

3.1 Parámetros del Sistema

Todos los equipos e instalaciones a ser suministrados por el Transmisor deberán ser nuevos y de última tecnología, cumplir con las siguientes características técnicas del STN, las cuales serán verificadas por la Interventoría para la UPME.

Generales:

Tensión nominal	500 kV
Frecuencia asignada	60 Hz
Puesta a tierra	Sólida
Número de fases	3

Subestaciones 500 kV:

Servicios auxiliares AC	120/208V, tres fases, cuatro hilos.
Servicios Auxiliares DC	125V
Tipo de la Subestación	GIS, tipo exterior.
Configuración de la subestación	Interruptor y medio

Línea de transmisión 500 kV:

Tipo de línea y estructuras:	Aérea con torres auto soportadas y/o con tramo subterráneo
Estructuras de soporte:	Para doble circuito o dos de circuito sencillo.
Circuitos por torre o canalización:	Según diseño.
Conductores de fase:	Ver numeral 4.4.2 del presente Anexo 1.
Cables de guarda:	Ver numeral 4.4.3 del presente Anexo 1.

Las líneas de transmisión serán totalmente aéreas con la posibilidad de tener un tramo subterráneo. Las longitudes reales de las líneas de transmisión de 500 kV serán en función del diseño y estudios pertinentes que realice el Inversionista.

3.2 Nivel de Corto Circuito

El Transmisor deberá realizar los estudios pertinentes, de tal manera que se garantice que el nivel de corto circuito utilizado en los diseños y selección de los equipos y demás elementos de líneas y subestaciones será el adecuado durante la vida útil de estos, no obstante, la capacidad de corto circuito asignada a los equipos y elementos asociados que se instalarán objeto de la presente Convocatoria no deberá ser inferior a 40 kA para 500 kV. La duración asignada al corto circuito no podrá ser inferior a los tiempos máximos provistos para interrupción de las fallas y los indicados en las normas aplicables. Copia del estudio deberá ser entregada al Interventor para su conocimiento y análisis.

3.3 Materiales

Todos los equipos y materiales incorporados al Proyecto deben ser nuevos y de la mejor calidad, de última tecnología y fabricados bajo normas internacionales y sello de fabricación, libres de defectos e imperfecciones. La fabricación de equipos y estructuras deberán ser tales que se eviten la acumulación de agua. Todos los materiales usados para el Proyecto, listados en la tabla 2.1 del RETIE deberán contar con certificado de producto según el numeral 2.3 del Artículo 2 del RETIE. El Transmisor deberá presentar para fines pertinentes al Interventor los documentos que le permitan verificar las anteriores consideraciones. En el caso de producirse una nueva actualización del RETIE antes del inicio de los diseños y de la construcción de la obra, dicha actualización primará sobre el Reglamento actualmente vigente.

3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible

Todos los equipos y los conectores deberán ser de diseño y construcción tales que, en lo relacionado con el efecto corona y radio interferencia, deben cumplir con lo establecido en el RETIE, Código de Redes y Normatividad vigente. El Transmisor deberá presentar al Interventor para los fines pertinentes a la Interventoría las Memorias de Cálculo y/o reportes de pruebas en donde se avalen las anteriores consideraciones.

Para niveles máximos de radio-interferencia, se acepta una relación señal-ruido mínima de:
a) Zona Rurales: 22 dB a 80m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen tiempo
y b) Zonas Urbanas: 22 dB a 40m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen tiempo.

En cuanto a ruido audible generado por la línea y/o la subestación, deberá limitarse a los estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido establecidos en Resolución 0627 de 2006 (abril 7) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o aquella que la modifique o sustituya.

3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión

La consecución de todas las licencias y permisos son responsabilidad del Inversionista. Se debe considerar lo establecido en el capítulo X de la Ley 143 de 1994, en especial los artículos 52 y 53.

La celebración de los Contratos de Conexión deberá dar prioridad a todos los acuerdos técnicos, administrativos, comerciales y operativos de tal forma que no existan imprecisiones en este aspecto antes de la fabricación de los equipos y materiales del Proyecto. La fecha para haber llegado a estos acuerdos técnicos se deberá reflejar como

1 Hito en el cronograma de la Convocatoria, lo cual será objeto de verificación por parte del
2 Interventor.

3
4 Los acuerdos administrativos y comerciales de los Contratos de Conexión se podrán
5 manejar independientemente de los acuerdos técnicos. El conjunto de los acuerdos
6 técnicos y administrativos constituye el Contrato de Conexión cuyo cumplimiento de la
7 regulación vigente deberá ser certificado por el Inversionista seleccionado. Copia de estos
8 acuerdos deberán entregarse al Interventor.

9
10 **3.6 Pruebas en Fábrica**

11
12 Una vez el Inversionista haya seleccionado los equipos a utilizar deberá entregar al
13 Interventor, copia de los reportes de las pruebas que satisfagan las normas aceptadas en
14 el Código de Conexión, para interruptores, seccionadores, transformadores de corriente y
15 potencial, entre otros. En caso de que los reportes de las pruebas no satisfagan las normas
16 aceptadas, el Interventor podrá solicitar la repetición de las pruebas a costo del
17 Inversionista.

18
19 Durante la etapa de fabricación de todos los equipos y materiales de líneas y subestación,
20 estos deberán ser sometidos a todas las pruebas de rutina y aceptación que satisfagan lo
21 estipulado en la norma para cada equipo en particular. Los reportes de prueba de
22 aceptación deberán ser avalados por personal idóneo en el laboratorio de la fábrica.

23
24 El Inversionista deberá dar cumplimiento a lo estipulado en la Resolución CREG 098-2000,
25 numeral 3.3 “MATERIALES”, según el cual “el Transportador presentará a la Entidad
26 designada, todos los Formularios de Características Técnicas garantizadas de los
27 materiales utilizados y los correspondientes reportes de pruebas de materiales y equipos,
28 según las exigencias de las normas técnicas correspondientes”.

29
30 **4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 500 kV**

31
32 **4.1 General**

33
34 En la siguiente tabla se presentan las especificaciones técnicas mínimas para las nuevas
35 líneas de transmisión que el Inversionista construya, lo cual deberá revisar y ajustar una
36 vez haya hecho el análisis comparativo de las normas:
37

Línea de 500 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
1	Tensión nominal trifásica	Numeral 3.1	kV	500

Línea de 500 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
2	Frecuencia nominal	Numeral 3.1	Hz	60
3	Tipo de línea	Numeral 3.1	-	Aérea/subterránea
4	Longitud aproximada	Numeral 4.3	km	3 km en un doble circuito o 6 km en dos circuitos sencillos
5	Altura (estimada) sobre el nivel del mar	Numeral 4.3	msnm	110 - 144
6	Número de circuitos por torre	Numeral 3.1	-	1 o 2 circuitos (una línea en doble circuito o dos circuitos sencillos aéreos,
7	Conductores de fase	Numeral 4.4.2	-	-
8	Subconductores por fase	Numeral 4.4.2	-	-
9	Cables de guarda	Numeral 4.4.3	-	-
10	Cantidad de cables de guarda	Numeral 4.4.3	-	-
11	Distancias de seguridad	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
12	Ancho de servidumbre	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
13	Máximo campo eléctrico e interferencia	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
14	Contaminación	Debe verificar la presencia en el aire de partículas que puedan tener importancia en el diseño del aislamiento.	g/cm ²	-

Línea de 500 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
		Investigar presencia de contaminación salina, industrial o de otro tipo.		
15	Condiciones de tendido de los cables	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
16	Estructuras	Numeral 4.4.6	-	-
17	Árboles de carga y curvas de utilización	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
18	Herrajes	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
19	Cadena de aisladores	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
20	Diseño de aislamiento	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
21	Valor resistencia de puesta a tierra	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
22	Sistema de puesta a tierra	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
23	Salidas por descargas atmosféricas	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
24	Cimentaciones	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17

En cualquier caso, se deberá dar cumplimiento al Código de Redes (Resolución CREG 025 de 1995 con sus anexos, incluyendo todas sus modificaciones) y al RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas en su versión vigente).

Se debe propender por la minimización u optimización de cruces entre líneas de transmisión objeto de la presente Convocatoria con otras líneas en ejecución o existentes y evitar las afectaciones o riesgos al Sistema Interconectado Nacional, por lo cual el Transmisor deberá implementar las medidas técnicas necesarias. Para ello, el Transmisor se obliga a realizar el estudio correspondiente **antes del inicio de construcción de las obras** y, a más tardar en ese momento, ponerlo a consideración de la Interventoría, la UPME, terceros involucrados, el CND y si es del caso al CNO. Este documento hará parte de las memorias del proyecto.

Las líneas de transmisión serán totalmente aéreas. La longitud de las líneas de transmisión, serán en función del diseño y estudios pertinentes que realice el Inversionista.

F-DO-03 – V2

2022/08/12

Recuerde: Si este documento se encuentra impreso no se garantiza su vigencia, por lo tanto, se considera "Copia No Controlada". La versión vigente se encuentra publicada en el Sistema de Gestión Único Estratégico de Mejoramiento - SIGUEME.

4.2 Ruta de las Líneas de Transmisión

La selección de la ruta de las líneas de transmisión objeto de la presente Convocatoria Pública UPME, será responsabilidad total del Inversionista seleccionado. Por lo tanto, a efectos de definir dicha ruta, será el Inversionista el responsable de realizar investigaciones detalladas y consultas a las autoridades ambientales, a las autoridades nacionales, regionales y locales los diferentes Planes de Ordenamiento Territorial, a las autoridades que determinan las restricciones para la aeronavegación en el área de influencia del Proyecto y, en general, con todo tipo de consideraciones, restricciones y reglamentaciones existentes. En consecuencia, deberá tramitar los permisos y licencias a que hubiere lugar. Se deberá tener en cuenta que pueden existir exigencias y/o restricciones de orden nacional, regional o local.

Específicamente para los tramos subterráneos, si se requirieran, durante la selección de la ruta, deberán identificarse todas las instalaciones subterráneas existentes, así como raíces de árboles, discontinuidades estratigráficas etc., que puedan incidir en ubicación de los cables o ductos requeridos. Para la determinación de los elementos enterrados se podrá ejecutar, sin limitarse a ello, un rastreo electromagnético del subsuelo mediante equipo especial para este propósito tal como el Radar de Penetración Terrestre (Ground Penetration Radar – GPR). En estos tramos deberá tenerse en cuenta la posibilidad de ubicación de las cajas para empalme o cambio de dirección. También será responsabilidad del Inversionista consultar a las autoridades y/o entidades correspondientes, encargadas de otra infraestructura que pueda estar relacionada.

El Inversionista deberá considerar todas las restricciones, precauciones y demás aspectos relevantes que se identifiquen en los análisis tendientes a identificar alertas tempranas en la zona del proyecto.

A modo informativo, el Inversionista podrá consultar los Documentos del **“ANÁLISIS ÁREA DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO NUEVA SUBESTACIÓN SAHAGÚN 500 kV Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS, OBJETO DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 09-2019 DEL PLAN DE EXPANSIÓN DE REFERENCIA GENERACIÓN - TRANSMISIÓN 2019-2033”**, los cuales suministran información de referencia. El objeto de estos documentos es identificar de manera preliminar las posibilidades y condicionantes físicos, ambientales y sociales, constituyéndose en documentos ilustrativos para los diferentes Interesados, sin pretender determinar o definir rutas, por lo tanto es exclusivamente de carácter ilustrativo y no puede o no debe considerarse como una asesoría en materia de inversiones, legal, fiscal o de cualquier otra naturaleza por parte de la UPME o sus funcionarios, empleados, asesores, agentes y/o representantes. Es responsabilidad del Inversionista el asumir en su integridad

1 los riesgos inherentes a la ejecución del Proyecto, para ello deberá validar la información,
2 realizar sus propios estudios y consultas ante las Autoridades competentes, entre otras.

3
4 En general, los Proponentes basarán sus Propuestas en sus propios estudios,
5 investigaciones, exámenes, inspecciones, visitas, entrevistas y otros.

6 7 **4.3 Longitud Aproximada de las Líneas**

8
9 La longitud y la altura sobre el nivel del mar, anunciadas en este documento es de referencia
10 y está basada en estimativos preliminares. Por tanto, los cálculos y valoraciones que realice
11 el inversionista para efectos de su propuesta económica deberán estar fundamentados en
12 sus propias evaluaciones, análisis y consideraciones.

13
14 Tanto la longitud real como la altura sobre el nivel del mar real serán función del diseño y
15 estudios pertinentes que realiza el Inversionista seleccionado.

Circuito	Tensión	Longitud Aproximada
Sahagún – Conexión a la línea Cerromatoso – Chinú II	500 kV	3 km en doble circuito o 6 km en dos circuitos sencillos

16
17
18 A manera de información, la altura sobre el nivel del mar (asociada a estimativos
19 preliminares) está comprendida entre los 110 y 144 m para la línea comprendida entre el
20 punto de interceptación con la línea Cerromatoso – Chinú II 500 kV y la subestación
21 Sahagún 500 kV. Sin embargo, tanto la longitud real como la altura sobre el nivel del mar
22 real serán en función del trazado, diseño y estudios pertinentes que debe realizar el
23 Inversionista seleccionado.

24 25 **4.4 Especificaciones de diseño y construcción líneas**

26
27 Las especificaciones de diseño y construcción que se deben cumplir para la ejecución del
28 Proyecto son las establecidas en el presente Anexo No. 1, los Documentos de Selección
29 del Inversionista – DSI, en el Reglamento de Operación del Sistema Interconectado
30 Nacional, en el Código de Redes (Resolución CREG 025 de 1995 y actualizaciones) y en
31 el RETIE, y actualizaciones posteriores previas al diseño y construcción de la línea.

32
33 El Interventor verificará para la UPME, que los diseños realizados por el Transmisor
34 cumplan con las normas técnicas aplicables y con las siguientes especificaciones.

4.4.1 Aislamiento

El Inversionista deberá verificar, en primer lugar, las condiciones meteorológicas y de contaminación de la zona en la que se construirán las líneas y la subestación Sahagún. Con base en ello, y dado que estas cortas líneas están en la misma zona de la línea Cerromatoso – Chinú 500 kV segundo circuito, el Inversionista debe considerar que el aislamiento de las nuevas líneas sea el mismo aislamiento que tiene la línea Cerromatoso – Chinú II 500 kV a la altura de la subestación Sahagún 500 kV e implementar esta solución. En el caso de encontrar algún impedimento para que esta solución no sea posible debe, informar al Interventor y procederá a hacer el diseño del aislamiento de las líneas, teniendo en cuenta las máximas sobretensiones eléctricas que puedan presentarse en las líneas por las descargas atmosféricas, por maniobras propias de la operación, en particular el cierre y apertura de las líneas en vacío, despeje de fallas con extremos desconectados del sistema, considerando que en estado estacionario las tensiones en las barras no deben ser inferiores al 90% ni superiores al 105% del valor nominal y que los elementos del sistema deben soportar las tensiones de recuperación y sus tasas de crecimiento.

De acuerdo con la Resolución CREG 098 de 2000 se considera como parámetro de diseño un límite máximo de tres (3) salidas por cada 100 km de línea / año ante descargas eléctricas atmosféricas, una (1) falla por cada 100 operaciones de maniobra de la línea y servicio continuo permanente ante sobre-tensiones a frecuencia industrial.

Para el caso de tramos de líneas aéreas-subterráneas en todos los sitios de transición deberán preverse los descargadores de sobretensión que protejan el cable ante la ocurrencia de sobretensiones por descargas atmosféricas, fallas, desconexiones o maniobras. El aislamiento de los cables deberá garantizar la operación de continua de la línea ante sobretensiones de frecuencia de 60 Hz.

4.4.2 Conductores de Fase

El conductor de fase y el número de conductores por fase será el mismo que tiene la línea Cerromatoso – Chinú 500 kV segundo circuito en tipo, aleación y norma ASTM 6201-T81 con alambres de aleación ASTM 6201-T81, el cual corresponde a AAAC FLINT 740.8 MCM (37 HILOS), información reportada por INTERCOLOMBIA SA ESP. Esto garantiza que todas las condiciones de capacidad de operación en amperios y de máxima resistencia DC en ohmios/km sean los mismos de la línea madre de la cual se derivan.

En cualquier condición, la tensión longitudinal máxima en el conductor no deberá exceder el 50% de su correspondiente tensión de rotura.

1 El conductor de fase deberá cumplir con las exigencias de radio interferencia establecidas
2 en la normatividad aplicable. El Inversionista deberá verificar el cumplimiento de estas
3 exigencias.

4
5 Los valores máximos permitidos para Intensidad de Campo Eléctrico y Densidad de Flujo
6 Magnético son los indicados en el RETIE, donde el público o una persona en particular
7 pueden estar expuestos durante varias horas.

8
9 El conductor aéreo deberá ser del mismo y cumplir con los valores de capacidad de
10 transporte mínima, resistencia óhmica máxima y ruido audible especificados o establecidas
11 en la normatividad aplicable.

12
13 • El conductor de fases deberá cumplir con regulaciones internacionalmente aceptadas,
14 tales como normas ASTM, IEC o entidades de similar categoría.

15
16 • Los accesorios para conductor de fases (grapas de suspensión y retención, empalmes,
17 camisas de reparación y varillas de blindaje) deberán ser técnicamente apropiados para
18 este tipo de conductores.

19 20 **4.4.3 Cable(s) de Guarda**

21
22 El cumplimiento de las siguientes condiciones será responsabilidad del Inversionista.

23
24 Como en el caso de los conductores de fase, los dos cables de guarda de estas nuevas
25 líneas deberán tener las mismas características que tiene la línea Cerromatoso - Chinú II
26 500 kV sean OPGW o de otro tipo convencional.

27 28 **4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas**

29
30 El sistema de puesta a tierra se diseñará de acuerdo con las condiciones específicas del
31 sitio de cada una de las estructuras, buscando ante todo preservar la seguridad de las
32 personas, considerando además el comportamiento del aislamiento ante descargas
33 atmosféricas. La selección del tipo de cimentación (zapata de concreto o parrilla metálica)
34 corresponde al Inversionista. Para ello deberá determinar los parámetros de ph y contenido
35 de sulfatos en cada sitio de torre y, con base en estos resultados, definir el tipo de
36 cimentación, sin detrimento de aplicar nuevas alternativas tecnológicas que en cualquier
37 caso deberán permitir la operación de las líneas reconfiguradas acorde a la normatividad
38 aplicable.

39
40 Con base en la resistividad del terreno y la componente de la corriente de corto circuito que
41 fluye a tierra a través de las estructuras, se deben calcular los valores de puesta a tierra tal

1 que se garanticen las tensiones de paso de acuerdo con la recomendación IEEE 80 y con
2 lo establecido en el RETIE en su última revisión. La medición de las tensiones de paso y
3 contacto para efectos de la comprobación antes de la puesta en servicio de la línea, deberán
4 hacerse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 15 del RETIE y específicamente con lo
5 establecido en el numeral 15.5.3., o el numeral aplicable si la norma ha sido objeto de
6 actualización.

7
8 El Transmisor debe determinar en su diseño, los materiales que utilizará en la ejecución de
9 las puestas a tierra de las estructuras de la línea teniendo en cuenta la vida útil, la frecuencia
10 de las inspecciones y mantenimientos, la posibilidad del robo de los elementos de cobre,
11 así como la corrosividad de los suelos del sitio de cada torre. No obstante, en cualquier
12 caso, deberá cumplirse con lo estipulado en el RETIE, en particular con el numeral 15.3
13 “MATERIALES DE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA” o el numeral aplicable si la
14 norma ha sido objeto de actualización.

15
16 Los conectores a utilizar deberán contar con certificado de producto donde debe ser claro
17 si son adecuados para enterramiento directo.

18
19 Para los cables asilados subterráneos se deberá instalar un sistema de puesta a tierra de
20 las pantallas metálicas que garanticen el adecuado funcionamiento de los cables y los
21 voltajes de paso en la superficie de los terrenos aledaños y verificarse que no se tendrán
22 problemas de resonancia.

23 24 **4.4.5 Transposiciones de Línea**

25
26 Dado el cambio de longitud que las dos líneas reconfiguradas tendrán en relación con la
27 longitud de la línea Cerromatoso - Chinú II 500 kV, el Inversionista deberá analizar la
28 necesidad de tener que implementar cambios en los sitios de transposición que tiene la
29 línea original para mantener los niveles de desbalance exigidos por la normatividad
30 aplicable. Para ello, el Inversionista debe analizar todos los ajustes o modificaciones sobre
31 la infraestructura futura de las líneas, e informar al Interventor sobre esta situación.

32
33 El Transmisor deberá calcular los desbalances en las fases y asegurar que cumplen con la
34 norma técnica aplicable para ello, *IEC 1000-3-6 o equivalente*, lo cual deberá soportar y
35 poner en consideración del Interventor. Así mismo, el Transmisor deberá hacerse cargo de
36 todos los costos asociados. En general, la implementación física de la solución hace parte
37 del presente Proyecto.

38
39 Las transposiciones se podrán localizar a un sexto (1/6), a tres sextos (3/6) y a cinco sextos
40 (5/6) de la longitud total de la línea correspondiente.

41

1 El Transmisor se obliga a realizar el estudio correspondiente antes del inicio de
2 construcción de las obras y, a más tardar en ese momento, ponerlo a consideración de
3 la Interventoría, terceros involucrados, el CND y si es del caso al CNO. Este documento
4 hará parte de las memorias del proyecto.

6 4.4.6 Estructuras

8 Sería deseable, pero no mandatorio, que los tipos de estructuras de estas líneas que se
9 seleccionen para el soporte de éstas tengan el mismo diseño de las estructuras de soporte
10 que tienen las correspondientes de la línea Cerromatoso - Chinú II 500 kV. La definición de
11 una sola línea en doble circuito debe tener en cuenta los aspectos de confiabilidad del
12 sistema y de utilizar repuestos de estructuras diferentes a los que se tienen para la línea
13 Cerromatoso – Chinú II 500 kV.

15 El dimensionamiento eléctrico de las estructuras se debe realizar considerando la
16 combinación de las distancias mínimas que arrojen los estudios de sobretensiones debidas
17 a descargas atmosféricas, a las sobretensiones de maniobra y a las sobretensiones de
18 frecuencia industrial.

20 Las estructuras de apoyo para las líneas deberán ser auto-soportadas. En cualquier caso,
21 las estructuras no deberán requerir para su montaje el uso de grúas autopropulsadas ni de
22 helicópteros. El Inversionista podrá hacer uso de estos recursos para su montaje, pero, se
23 requiere que estas estructuras puedan ser montadas sin el concurso de este tipo de
24 recursos.

26 El cálculo de las curvas de utilización de cada tipo de estructura, la definición de las
27 hipótesis de carga a considerar y la evaluación de los árboles de cargas definitivos, para
28 cada una de las hipótesis de carga definidas, deberá hacerse considerando la metodología
29 establecida por el ASCE en la última revisión del documento "*Guidelines for Electrical*
30 *Transmission Line Structural Loading - Practice 74*". La definición del vano peso máximo y
31 del vano peso mínimo de cada tipo de estructura será establecida a partir de los resultados
32 del plantillado de la línea. El diseño estructural deberá adelantarse atendiendo lo
33 establecido por el ASCE en la última revisión de la norma ASCE STANDARD 10 "*Design of*
34 *Latticed Steel Transmission Structures*". En cualquier evento, ningún resultado de valor de
35 cargas evaluadas con esta metodología de diseño podrá dar resultados por debajo que los
36 que se obtienen según la metodología que establece la última revisión del RETIE. Si ello
37 resultara así, primarán estas últimas.

39 El grado de galvanización del acero de las estructuras deberá ser concordante con el nivel
40 de contaminación salina que se presente en la zona y con el efecto de la abrasión resultante
41 de bancos de arena con el viento presente en las zonas o áreas donde este efecto se
42 presenta.

F-DO-03 – V2

2022/08/12

Recuerde: Si este documento se encuentra impreso no se garantiza su vigencia, por lo tanto, se considera "**Copia No Controlada**". La versión vigente se encuentra publicada en el Sistema de Gestión Único Estratégico de Mejoramiento - SIGUEME.

4.4.7 Localización de Estructuras

Para la localización de estructuras, deberán respetarse las distancias mínimas de seguridad entre el conductor inferior de la línea y el terreno en zonas accesibles a peatones y las distancias de seguridad mínimas a obstáculos tales como vías, oleoductos, líneas de transmisión o de comunicaciones, ríos navegables, bosques, etc., medidas en metros. La temperatura del conductor a considerar para estos efectos será la correspondiente a las condiciones de máxima temperatura del conductor durante toda la vida útil del Proyecto, estas condiciones deben ser definidas por el Inversionista.

4.4.8 Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores - Amortiguadores

El Interventor informará a la UPME los resultados del estudio del sistema de protección antivibratoria del conductor de fase y del cable de guarda. Los amortiguadores y espaciadores - amortiguadores (según el número de conductores por fase) deben ser adecuados para amortiguar efectivamente la vibración eólica en un rango de frecuencias de 10 Hz a 100 Hz, tal como lo establece el Código de Redes (Resolución CREG 025 de 1995 y sus modificaciones). El Inversionista determinará los sitios de colocación, a lo largo de cada vano, de los espaciadores - amortiguadores de tal manera que la amortiguación de las fases sea efectiva. Copia del estudio de amortiguamiento será entregada al Interventor para su conocimiento y análisis.

En los cables de guarda los amortiguadores serán del tipo "stockbridge" y su posicionamiento medido desde la boca de la grapa y entre amortiguadores o espaciadores - amortiguadores será el que determine el estudio de amortiguamiento que realice el Inversionista, copia del cual deberá ser entregada al Interventor.

4.4.9 Cimentaciones

La selección del tipo de cimentación corresponde al Inversionista. Para ello deberá determinar los parámetros de PH y contenido de sulfatos en cada sitio de torre y, con base en estos resultados, definir el tipo de cimentación e informar por escrito a la Interventoría su decisión.

Para los fines pertinentes, el Interventor revisará los resultados de las memorias de cálculo de las cimentaciones propuestas de acuerdo con lo establecido en la Resolución CREG 098 de 2000, numeral 2.7, o en sus actualizaciones posteriores previas al inicio de las obras. Los diseños de cimentaciones para las torres de una línea de transmisión deben hacerse considerando los resultados de los estudios de suelos que mandatoriamente debe adelantar el Inversionista en todos los sitios de torre, y las cargas a nivel de cimentación más críticas que se calculen a partir de las cargas mostradas en los árboles de cargas de diseño de cada tipo de estructura.

F-DO-03 – V2

2022/08/12

Recuerde: Si este documento se encuentra impreso no se garantiza su vigencia, por lo tanto, se considera "Copia No Controlada". La versión vigente se encuentra publicada en el Sistema de Gestión Único Estratégico de Mejoramiento - SIGUEME.

4.4.10 Canalizaciones, cajas e instalación de cables para tramos de líneas subterráneas o subfluviales

De requerirse un tramo de línea subterránea a 500 kV, y de acuerdo con el numeral 22.12 del RETIE las canalizaciones para los tramos subterráneos podrán realizarse mediante ductos, o enterramiento directo; sin embargo, dadas las dificultades para realizar las excavaciones sin obstaculizar el uso normal de tales vías, el Inversionista podrá considerar la posibilidad de utilizar el sistema de perforación dirigida. En la escogencia e instalación del tipo de canalización, se deben evaluar las condiciones particulares de la instalación, su ambiente y aplicar los elementos más apropiados teniendo en cuenta los usos permitidos y las prohibiciones, así como contar con los permisos de los propietarios o de las autoridades competentes según corresponda.

Los ductos se colocarán, con pendiente mínima del 0,1% hacia las cámaras de inspección, y con una profundidad de enterramiento que cumpla con normas técnicas internacionales o de reconocimiento internacional para este tipo de líneas.

Para cables de enterramiento directo, el fondo de la zanja será una superficie firme, lisa, libre de discontinuidades y sin obstáculos. El cable se dispondrá con una barrera de protección contra el deterioro mecánico. A una distancia entre 20 y 30 cm por encima del cable deben instalarse cintas de identificación o señalización no degradables en un tiempo menor a la vida útil del cable enterrado.

Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones en los extremos o las derivaciones deben realizarse en cámaras o cajas de inspección cuya construcción y sus sistemas de drenaje garanticen que ellas pueden mantenerse sin presencia de agua en su interior. Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras de paso, derivación, conexión o salida deben ser adecuadas para la ejecución de empalmes, realizar las curvas de los cables cumpliendo con el radio de curvatura mínimo recomendado por el fabricante del cable y permitir el tendido en función de la sección de los conductores. Los cables deben quedar debidamente identificados dentro de las cámaras de inspección.

Las tapas de las cajas podrán ser prefabricadas, siempre que sean de materiales resistentes a la corrosión, que resistan impacto y aplastamiento, dependiendo del ambiente y el uso del suelo donde se instalen, lo cual debe demostrarse mediante el cumplimiento de una norma técnica para ese tipo de producto, tal como la ANSI/STCE 77.

El inversionista deberá proveer todo lo necesario para la conexión subterránea a aérea, incluyendo todos los dispositivos de protección y de puesta a tierra.

1 **4.4.11 Señalización Aérea**

2
3 El Inversionista deberá investigar con la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil
4 (Aerocivil), la Fuerza Aérea de Colombia, FAC, la Armada Nacional, u otros posibles
5 actores, la existencia de aeródromos o zonas de tránsito de aeronaves de cualquier índole
6 (particulares, militares, de fumigación aérea, etc.) que hagan imperioso que la línea lleve
7 algún tipo de señales que impidan eventuales accidentes originados por la carencia de
8 ellos.

9
10 Se mencionan en su orden: la pintura de las estructuras según norma de Aerocivil; balizas
11 de señalización aérea ubicadas en el cable de guarda en vanos específicos y/o faros
12 centelleantes en torres en casos más severos.

13
14 **4.4.12 Desviadores de vuelo para aves**

15
16 Es responsabilidad del Inversionista identificar la necesidad de instalar desviadores de
17 vuelo para aves. La determinación de esta necesidad será responsabilidad del Inversionista
18 por intermedio de los funcionarios a cuyo cargo están los estudios ambientales. Serán de
19 su responsabilidad la determinación de la existencia de aves (migratorias o no) que puedan
20 resultar afectadas por la existencia de las líneas y, recomendar el uso de desviadores de
21 vuelo de aves, determinando los tramos de colocación de estos dispositivos y las distancias
22 a los que estos deben colocarse.

23
24 **4.4.13 Obras Complementarias**

25
26 El Interventor informará a la UPME acerca del cumplimiento de requisitos técnicos del
27 diseño y construcción de todas las obras civiles que garanticen la estabilidad de los sitios
28 de torre, protegiendo taludes, encauzando aguas, etc., tales como muros de contención,
29 tablestacados o trinchos, cunetas, filtros, obras de mitigación, control de efectos
30 ambientales y demás obras que se requieran.

31
32 **4.5 Informe Técnico**

33
34 De acuerdo con lo establecido en el numeral 3 de la Resolución CREG 098 de 2000 o como
35 se establezca en resoluciones posteriores a esta, el Interventor verificará que el Transmisor
36 suministre los siguientes documentos técnicos durante las respectivas etapas
37 de construcción de las líneas de transmisión del Proyecto:

- 38
39 - Informes de diseño de acuerdo con el numeral 3.1 de la Resolución CREG 098 de
40 2000.

- 1 - Planos definitivos de acuerdo con el numeral 3.2 de la Resolución CREG 098 de
- 2 2000.
- 3
- 4 - Materiales utilizados para la construcción de las líneas del Proyecto de acuerdo
- 5 con el numeral 3.3 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- 6
- 7 - Servidumbres de acuerdo con el numeral 3.4 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- 8
- 9 - Informe mensual de avance de obras de acuerdo con el numeral 3.5.1 de la
- 10 Resolución CREG 098 de 2000.
- 11
- 12 - Informe final de obra de acuerdo con el numeral 3.5.2 de la Resolución CREG 098
- 13 de 2000.
- 14

15 5. ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN

17 Las siguientes son las especificaciones técnicas para la subestación a construir o intervenir
18 en el objeto de la presente Convocatoria Pública.

19 5.1 General

21 La información específica, remitida por los propietarios de la infraestructura existente, como
22 costos de conexión, datos técnicos, planos, etc., serán suministrados por la UPME
23 conforme el Numeral 9 del presente Anexo 1.

24 La siguiente tabla presenta las características de la subestación que hace parte del proyecto
25 objeto de la presente Convocatoria Pública:

26 ítem	27 Descripción	28 Sahagún 500 kV	Cerromatoso 500 kV	Chinú 500 kV
1	Subestación nueva	No	No	No
2	Configuración	Interruptor y medio	Interruptor y medio	Interruptor y medio
3	Tipo de subestación existente	Equipos GIS, tipo exterior	Convencional	Convencional
4	Agente Responsable de la Subestación	CELSIA COLOMBIA S.A. E.S.P.	INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P. – ISA-ITCO,	INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P. – ISA-ITCO,

29

5.1.1 Predio de las Subestación

Subestación Sahagún 500 kV-Existente

La existente subestación Sahagún 500 kV, de propiedad de CELSIA COLOMBIA S.A. E.S.P., se encuentra localizada en inmediaciones del municipio Sahagún, departamento de Córdoba, en las siguientes coordenadas aproximadas

Latitud: 8°38'41.15"N.
Longitud: 75°27'47.33"O.

Las obras objeto de la presente Convocatoria Pública se ubicarán en predios de la actual subestación Sahagún 500 kV propiedad de CELSIA COLOMBIA S.A. E.S.P., en los espacios de reserva definidos en la convocatoria UPME_09-2019.

Para tal fin el Inversionista que resulte adjudicatario de la presente convocatoria podrá construir los diámetros D4 y D5 de la subestación Sahagún 500 kV, existente, en configuración barraje Interruptor y Medio. (ver Figura 24).

El Inversionista es el responsable de realizar investigaciones detalladas y consultas a las Autoridades relacionadas con los asuntos ambientales, con los diferentes Planes de Ordenamiento Territorial que se puedan ver afectados, con las restricciones para la aeronavegación en el área de influencia del Proyecto y, en general, con todo tipo de restricciones y reglamentaciones existentes. Se deberá tener en cuenta que pueden existir exigencias y/o restricciones de orden nacional, regional o local. En este sentido, deberán tramitar los permisos y licencias a que hubiere lugar.

En el predio usado para el desarrollo de las obras, el inversionista deberá analizar todos los posibles riesgos físicos y tenerlos en cuenta y en cualquier caso, deberán considerar los posibles riesgos de inundación, condición que deberá ser investigada en detalle por el inversionista.

5.1.2 Espacios de Reserva

La presente convocatoria no tiene previsto dejar espacios de reserva adicionales a los ya existentes en la subestación para futuras ampliaciones, los cuales fueron establecidos a través de la Convocatoria Pública 009 de 2019. No obstante, se debe garantizar que los espacios de reserva en la subestación no se verán afectados o limitados para su utilización, por infraestructura (equipos, edificaciones, etc.) desarrollada en el marco de la presente Convocatoria Pública.

5.1.3 Conexiones con Equipos Existentes

El Inversionista seleccionado deberá proveer los equipos necesarios para hacer completamente compatibles los equipos en funcionalidad y en aspectos de comunicaciones, medida, control y protección, con la infraestructura existente que pueda verse afectada por el desarrollo del Proyecto.

Si para garantizar la funcionalidad del proyecto objeto de la presente convocatoria, el Inversionista identifica la necesidad de hacer modificaciones a la infraestructura existente, deberá acordar estas modificaciones en el contrato de conexión con el responsable y propietario de los activos relacionados y si es del caso, ponerlo en consideración del Interventor. Estas obras estarán a cargo del Transmisor.

5.1.4 Servicios Auxiliares

El Inversionista deberá proveer los servicios auxiliares en AC y DC suficientes para el Proyecto objeto de la presente Convocatoria. Se deberá dar cumplimiento con lo señalado en el numeral 3.1 del presente Anexo 1.

5.1.5 Infraestructura y Módulo Común

El Inversionista seleccionado deberá realizar la implementación y mantenimiento de todas las obras y equipos constitutivos del módulo común como se describe a continuación:

El Inversionista debe prever el espacio necesario para el desarrollo de las conexiones a 500 kV objeto de la presente convocatoria pública, junto con los espacios de acceso, vías internas, edificios, cerramientos, iluminación interior y exterior, etc, según se requiera, considerando la disponibilidad de espacio en los predios actuales y las eventuales restricciones o condicionantes que establezca el ordenamiento territorial en el área, igualmente estarán a cargo del Inversionista, las vías de acceso a predios de las Subestaciones y/o adecuaciones que sean necesarias en la subestación existente para el desarrollo de las obras objeto de la presente Convocatoria Pública.

El Inversionista deberá suministrar todos los elementos necesarios para la infraestructura y módulo común que requiera el Proyecto objeto de la presente Convocatoria, es decir las obras civiles y los equipos que sirven a las obras descritas en el Numeral 2 del Anexo 1. La infraestructura y módulo común estarán conformados como mínimo por los siguientes componentes:

- **Infraestructura civil:** En el caso de las obras a cargo del Inversionista descritas en el Numeral 2 del presente Anexo 1, están compuesta por: vías internas de acceso a los patios de conexiones y/o adecuación de las existentes; adecuación del terreno,

F-DO-03 – V2

2022/08/12

Recuerde: Si este documento se encuentra impreso no se garantiza su vigencia, por lo tanto, se considera "Copia No Controlada". La versión vigente se encuentra publicada en el Sistema de Gestión Único Estratégico de Mejoramiento - SIGUEME.

1 filtros y drenajes, pozos sépticos y de agua y/o conexión al acueducto/alcantarillado
2 vecinos, si existen, alumbrado interior y exterior y cárcamos comunes, y en general,
3 todas aquellas obras civiles utilizadas de manera común en la subestación. En el
4 caso particular de las obras a cargo del Inversionista descritas en el Numeral 2 del
5 presente Anexo 1, es su responsabilidad el proveer todo lo necesario para su
6 construcción, protección física, malla de puesta a tierra, y se deberán proveer los
7 puntos de conexión para la ampliación de la malla de puesta a tierra para las futuras
8 instalaciones.

- 9
- 10 • **Equipos:** Todos los equipos necesarios para las obras descritas en el Numeral 2
11 del presente Anexo 1. Se incluyen, entre otros, los sistemas de automatización, de
12 gestión de medición, de protecciones, control y el sistema de comunicaciones propio
13 de cada subestación, los materiales de la malla de puesta a tierra y el
14 apantallamiento, los equipos para los servicios auxiliares AC y DC, los equipos de
15 conexión, todo el cableado necesario y las obras civiles asociadas. Se incluyen
16 todos los equipos necesarios para integrar las nuevas bahías con la subestación
17 existente, en conexiones de potencia, control, medida, protecciones y servicios
18 auxiliares. Se aclara que particularmente la protección diferencial de barras si
19 deberá tener espacio suficiente para la conexión de todas las bahías actuales y
20 futuras, señaladas en el presente Anexo 1.

21

22 La Interventoría analizará todas las previsiones que faciliten la evolución de las obras
23 descritas en el Numeral 2 del presente Anexo 1, e informará a la UPME el resultado de su
24 análisis.

25

26 La medición para efectos comerciales se sujetará a lo establecido en la regulación
27 pertinente, en particular el Código de Medida (Resolución CREG 038 de 2014 o aquella que
28 la modifique o sustituya).

29 **5.2 Normas para Fabricación de los Equipos**

30

31

32 El Inversionista deberá suministrar equipos en conformidad con la última edición de las
33 Normas *International Electrotechnical Commission – IEC, International Organization for*
34 *Standardization – ISO, ANSI – American National Standards Institute, International*
35 *Telecomunicaciones Union - ITU-T, Comité Internacional Spécial des Perturbations*
36 *Radioélectriques – CISPR*. El uso de normas diferentes deberá ser sometido a
37 consideración del Interventor quien conceptuará sobre su validez en aspectos
38 eminentemente técnicos y de calidad.

5.3 Condiciones Sísmicas de los equipos

Los suministros deberán tener un nivel de desempeño sísmico clase III de acuerdo con la publicación IEC 60068-3-3 “*Guidance Seismic Test Methods for Equipments*” o de acuerdo con la publicación IEEE-693 Recommended Practice for Seismic Design of Substations, en su última versión y la de mayores exigencias. El Transmisor deberá entregar copias al Interventor de las memorias de cálculo en donde se demuestre que los suministros son aptos para soportar las condiciones sísmicas del sitio de instalación.

5.4 Procedimiento General del Diseño

Este procedimiento seguirá la siguiente secuencia:

- a) Inicialmente, el Transmisor preparará las Especificaciones Técnicas del Proyecto, que gobernarán el desarrollo total del Proyecto.

En dicho documento se consignará toda la normatividad técnica, y las especificaciones para llevar a cabo la programación y control del desarrollo de los trabajos; especificaciones y procedimientos para adelantar el Control de Calidad en todas las fases del Proyecto; las definiciones a nivel de Ingeniería Básica tales como: resultados de estudios del sistema eléctrico asociado con el Proyecto; parámetros básicos de diseño (corrientes nominales, niveles de aislamiento, capacidades de cortocircuito, tiempos de despeje de falla, entre otros); hojas de datos de los equipos; diagramas unifilares generales; especificaciones técnicas detalladas de los equipos y materiales; filosofía de control, medida y protección; previsiones para facilitar la evolución de la Subestación; especificaciones de Ingeniería de Detalle; procedimientos y especificaciones de pruebas en fábrica; procedimientos de transporte, almacenamiento y manejo de equipos y materiales; los procedimientos de construcción y montaje; los procedimientos y programaciones horarias durante los cortes de servicio de las instalaciones existentes que guardan relación con los trabajos del Proyecto; los procedimientos de intervención sobre equipos existentes; los procedimientos y especificación de pruebas en campo, los procedimientos para efectuar las pruebas funcionales de conjunto; los procedimientos para desarrollar las pruebas de puesta en servicio, los procedimientos de puesta en servicio del Proyecto y los procedimientos de operación y mantenimiento.

Las Especificaciones Técnicas podrán desarrollarse, en forma parcial y continuada, de tal forma que se vayan definiendo paso a paso todos los aspectos del Proyecto, para lograr en forma acumulativa el Código Final que vaya rigiendo el Proyecto.

1 Todas las actividades de diseño, suministro, construcción, montaje y pruebas deben
2 estar incluidas en las especificaciones técnicas del Proyecto. El Interventor presentará
3 un informe a la UPME en el que se detalle y se confirma la inclusión de todas y cada
4 una de las actividades mencionadas. No podrá adelantarse ninguna actividad sin que
5 antes haya sido incluida la correspondiente característica o Especificación en las
6 Especificaciones Técnicas del Proyecto.

7
8 **b)** Las Especificaciones Técnicas del Proyecto serán revisadas por el Interventor, quien
9 hará los comentarios necesarios, recomendando a la UPME solicitar todas las
10 aclaraciones y justificaciones por parte del Transmisor. Para lo anterior se efectuarán
11 reuniones conjuntas entre el Transmisor y el Interventor con el fin de lograr los acuerdos
12 modificatorios que deberán plasmarse en comunicaciones escritas.

13
14 **c)** Con base en los comentarios hechos por el Interventor y acordados con el Transmisor,
15 este último emitirá la nueva versión de las Especificaciones Técnicas del Proyecto.

16
17 **d)** Se efectuarán las revisiones necesarias hasta llegar al compendio final, que será el
18 documento de cumplimiento obligatorio.

19
20 En esta especificación, se consignará la lista de documentos previstos para el Proyecto
21 representados en especificaciones, catálogos, planos, memorias de cálculos y reportes de
22 pruebas.

23
24 Los documentos serán clasificados como: documentos de Ingeniería Básica; documentos
25 de Ingeniería de Detalle; memorias de cálculos a nivel de Ingeniería Básica y de Detalle;
26 documentos de seguimiento de los suministros; y documentos que especifiquen la pruebas
27 en fábrica y en campo; los procedimientos de montaje y puesta en servicio y la operación y
28 mantenimiento.

29
30 La lista y clasificación de la documentación debe ser preparada por el Transmisor y
31 entregada a la Interventoría para revisión.

32 **5.4.1 Los documentos de Ingeniería Básica**

33
34 Son aquellos que definen los parámetros básicos del Proyecto; dan a conocer el
35 dimensionamiento del mismo; definen los criterios básicos de diseño; determinan las
36 características para la adquisición de equipos; especifican la filosofía de comunicaciones,
37 control, medición y protección; establecen la implantación física de las obras; especifican
38 las previsiones para el desarrollo futuro del Proyecto; establecen las reglas para efectuar la
39 Ingeniería de Detalle e incluye las memorias de cálculos que soportan las decisiones de
40 Ingeniería Básica.

41
42 **F-DO-03 – V2**

2022/08/12

Recuerde: Si este documento se encuentra impreso no se garantiza su vigencia, por lo tanto, se considera "Copia No Controlada". La versión vigente se encuentra publicada en el Sistema de Gestión Único Estratégico de Mejoramiento - SIGUEME.

1 Todos los documentos de Ingeniería Básica (y toda la información necesaria, aunque ella
2 no esté explícitamente citada en estas especificaciones, acorde con lo establecido en las
3 Normas Nacionales e Internacionales, aplicables al diseño y montaje de este tipo de
4 instalaciones) serán entregados por el Transmisor al Interventor para su revisión,
5 verificación del cumplimiento de condiciones y para conocimiento de la UPME. Sobre cada
6 uno de estos documentos, la Interventoría podrá solicitar aclaraciones o justificaciones que
7 estime conveniente, haciendo los comentarios respectivos al Transmisor y a la UPME la
8 respectiva recomendación si es del caso.

9
10 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la ingeniería básica:

11 12 **5.4.1.1 Memorias de cálculo electromecánicas**

- 13
- 14 • Criterios básicos de diseño electromecánico
- 15 • Memoria de medida de resistividad del terreno
- 16 • Memoria de dimensionamiento de cárcamos, ductos y bandejas porta-cables
- 17 • Memoria de dimensionamiento de los servicios auxiliares AC.
- 18 • Memoria de dimensionamiento de los servicios auxiliares DC.
- 19 • Memoria de cálculo de distancias mínimas y de seguridad.
- 20 • Memoria de dimensionamiento de transformadores de tensión y corriente
- 21 • Coordinación de aislamiento y estudio de sobretensiones
- 22 • Memoria de cálculo del sistema de puesta a tierra
- 23 • Memoria de cálculo sistema de apantallamiento
- 24 • Memoria de cálculo de aisladores de alta tensión
- 25 • Memoria de cálculo selección de conductores aéreos y barrajes.
- 26 • Memoria de cálculo selección de cables aislados de media tensión (si aplica).
- 27 • Memoria de cálculo del sistema de iluminación exterior e interior.
- 28 • Análisis de identificación de riesgos.

29 30 **5.4.1.2 Especificaciones equipos**

- 31
- 32 • Especificación técnica equipos de patio.
- 33 • Especificación técnica sistema de puesta a tierra.
- 34 • Especificación técnica sistema de apantallamiento.
- 35 • Especificación técnica dispositivos de protección contra sobretensiones.
- 36 • Especificación técnica gabinetes de control y protección.
- 37 • Especificación técnica equipos de medida, control, protección y comunicaciones
- 38 (bahías de línea).
- 39 • Especificación técnica de cables desnudos, para barrajes e interconexión de
- 40 equipos.

- 1 • Especificación funcional del sistema de control.
- 2 • Lista de señales para sistema de control, de los equipos de la subestación.
- 3 • Especificación técnica de los servicios auxiliares ac / dc.
- 4 • Especificación técnica del sistema de alumbrado interior y exterior.
- 5 • Especificaciones técnicas para montaje electromecánico, pruebas individuales de
- 6 equipos, pruebas funcionales y de puesta en servicio.

8 **5.4.1.3 Características técnicas de los equipos**

- 9
- 10 • Características técnicas, equipos.
- 11 - Interruptores
- 12 - Seccionadores.
- 13 - Transformadores de corriente.
- 14 - Transformadores de tensión.
- 15 - Descargadores de sobretensión.
- 16 - Aisladores y cadenas de aisladores.
- 17 - Trampas de onda (si aplica)
- 18 • Dimensiones de equipos.
- 19 • Características técnicas, cables de fuerza y control.
- 20 • Características técnicas, dispositivo de protección contra sobretensiones
- 21 • Características técnicas, sistema de automatización y control.
- 22 • Características técnicas, sistema de comunicaciones.
- 23 • Características de equipos y materiales del sistema de servicios auxiliares AC/DC.
- 24 • Características técnicas, cables desnudos para interconexión de equipos y
- 25 barrajes.

26 **5.4.1.4 Planos electromecánicos**

- 27
- 28
- 29 • Diagrama unifilar de la subestación
- 30 • Diagrama unifilar con características de equipos
- 31 • Diagrama unifilar de control y protecciones.
- 32 • Diagrama unifilar de medidas.
- 33 • Diagrama unifilar servicios auxiliares AC/DC.
- 34 • Arquitectura sistema de control de la subestación.
- 35 • Planimetría del sistema de apantallamiento
- 36 • Planimetría del sistema de puesta a tierra.
- 37 • Planos de disposición física de equipos (planta y secciones).
- 38 • Planos de disposición de gabinetes y equipos en sala de control.
- 39 • Planos ubicación de equipos en sala de control.
- 40 • Elevación general de edificaciones y equipos.

- 1 • Planimetría del sistema de iluminación interior y exterior.
- 2 • Planos de detalles de montaje y de ruta de bandejas porta-cables, cárcamos y
- 3 tuberías.
- 4 • Planimetría de aisladores y cadenas de aisladores.
- 5 • Plano de disposición física de conectores
- 6 • Planimetría general de nomenclatura operativa.

8 **5.4.1.5 Planos de obras civiles**

- 9
- 10 • Plano localización de la subestación.
- 11 • Plano disposición de cimentaciones de equipos.
- 12 • Plano cimentación de equipos y pórticos.
- 13 • Plano de drenajes de la subestación.
- 14 • Plano de cárcamos y ductos para cables en patio.
- 15 • Plano de cárcamos y ductos para cables en sala de control.
- 16 • Planos casa de control.
- 17 • Plano disposición de bases para equipos en sala de control.
- 18 • Plano cerramiento de la subestación.
- 19 • Plano obras de adecuación.

20 **5.4.1.6 Estudios y trabajos de campo**

- 21
- 22
- 23 • Levantamiento topográfico del lote seleccionado.
- 24 • Estudio de suelos mediante apique o sondeos en el área del lote seleccionado.
- 25 • Identificación de los accesos y presentación de recomendaciones para el
- 26 transporte de equipos y materiales.
- 27 • Presentar informes de progreso y programas de trabajos mensuales.
- 28 • Análisis diseños típicos y definición parámetros.
- 29 • Análisis de resultados de suelos y diseños obras civiles.
- 30 • Elaboración informe de diseños y memorias de cálculo.

31 **5.4.2 Los documentos de la Ingeniería de Detalle**

32 Son los necesarios para efectuar la construcción y el montaje del Proyecto; permiten definir

33 y especificar cantidades y características de material a granel o accesorio e incluye todas

34 las memorias de cálculos que soporten las decisiones en esta fase de ingeniería. Se

35 fundamentará en las especificaciones de Ingeniería de Detalle que se emitan en la fase de

36 Ingeniería Básica.

1 Todos los documentos de Ingeniería de Detalle serán entregados por el Inversionista
2 seleccionado al Interventor para su revisión, verificación del cumplimiento de condiciones y
3 para conocimiento de la UPME. Sobre cada uno de estos documentos, la Interventoría
4 podrá solicitar aclaraciones o justificaciones que estime conveniente, haciendo los
5 comentarios respectivos al Inversionista seleccionado y a la UPME si es del caso.

6
7 Los documentos que sirven para hacer el seguimiento a los suministros serán aquellos que
8 preparen y entreguen los proveedores y fabricantes de los equipos y materiales. Estos
9 documentos serán objeto de revisión por parte de la Interventoría quien formulará los
10 comentarios y pedirá aclaraciones necesarias al Inversionista seleccionado.

11
12 Los documentos que especifiquen y muestren los resultados de las pruebas en fábrica y en
13 campo, la puesta en servicio, la operación del Proyecto y el mantenimiento, serán objeto de
14 revisión por parte de la Interventoría, quien hará los comentarios al Inversionista
15 seleccionado y a la UPME si es del caso.

16
17 Con base en los comentarios, observaciones o conceptos realizados por la Interventoría, la
18 UPME podrá trasladar consultas al Inversionista seleccionado.

19
20 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la Ingeniería de Detalle:

21 22 **5.4.2.1 Cálculos detallados de obras civiles**

- 23
- 24 • Criterios básicos de diseño de obras civiles.
- 25 • Dimensiones y pesos de equipos.
- 26 • Memorias de cálculo estructural para las cimentaciones de equipos de patio.
- 27 • Memorias de cálculo estructural para cimentación del edificio de control y de la
- 28 caseta de relés.
- 29 • Memoria de cálculo muro de cerramiento
- 30 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras soporte de equipos.
- 31 • Memorias de cálculo estructural para canaletas de cables eléctricos exteriores y
- 32 cárcamos interiores en edificio de control y casetas de relés.
- 33 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras de pórticos de líneas y
- 34 barrajes.
- 35 • Memorias de cálculo para vías, parqueos y zonas de maniobra en pavimento
- 36 rígido.
- 37 • Memoria de cálculo estructural para canaletas de cables exteriores e interiores en
- 38 casa de control.
- 39 • Memoria de cálculo para el sistema de drenaje de aguas lluvias.
- 40 • Memoria de cálculo sistema de acueducto.
- 41

5.4.2.2 Planos de obras civiles

- Planos para construcción de bases para equipos
- Planos estructurales con árboles de carga para construcción de estructuras soporte para equipos y pórticos.
- Planos para construcción de cimentaciones para equipos.
- Planos para construcción de cárcamos de cables, ductos y cajas de tiro.
- Planos para construcción de acabados exteriores
- Planos para construcción del sistema de drenajes y aguas residuales
- Planos estructurales para construcción de caseta de control, ubicación bases de tableros, equipos y canales interiores.
- Planos arquitectónicos y de acabados para la caseta de control.
- Planos para construcción de vías

5.4.2.3 Diseño detallado electromecánico

El Inversionista será responsable de la ejecución y elaboración del diseño eléctrico y mecánico detallado necesario y por tanto deberá presentar para la revisión y verificación de la Interventoría: memorias de cálculo, planos electromecánicos finales para construcción, diagramas de cableado, diagramas esquemáticos de control, protecciones y medidas, lista detalladas de materiales y toda la información necesaria aunque ella no esté explícitamente citada en estas especificaciones y en un todo de acuerdo con lo establecido en las Normas Nacionales e Internacionales, aplicables al diseño y montaje de éste tipo de instalaciones.

El Inversionista deberá entregar a la Interventoría para su revisión y verificación la información y planos según el Programa de Entrega de Documentación Técnica aprobado, el cual deberá contener como mínimo la siguiente documentación:

a. Sistema de puesta a tierra:

- Planos de malla de puesta a tierra planta y detalles de conexiones a equipos y estructuras.
- Lista de materiales referenciados sobre planos.
- Plano de detalles de conexión de equipos y tableros a la malla de tierra.
- Memorias de cálculo de diseño de la malla de puesta a tierra.
- Procedimiento para la medida de la resistencia de puesta a tierra, según el RETIE.
- Procedimiento para la medida de las tensiones de paso y contacto, según el RETIE.

- 1 **b. Equipos principales:**
- 2 • Equipos de Patio: Disposición general de la planta y cortes del patio de
- 3 conexiones, incluyendo las distancias entre los centros (ejes) de los equipos.
- 4 • Peso de cada uno de los equipos y localización del centro de masa con relación al
- 5 nivel rasante del patio.
- 6 • Características geométricas de equipos y peso de los soportes de equipos,
- 7 sistemas de anclaje.
- 8 • Diseño de las cimentaciones de los equipos de patio.
- 9 • Dimensiones requeridas para canales de cables de potencia y cables de control.
- 10 Diseño civil de los canales de cables.
- 11 • Diseño geométrico y sistemas de fijación de las bandejas portacables y de ductos
- 12 para cables entre los equipos y las bandejas.
- 13 • Localización, geometría y sistemas de anclaje de los gabinetes de conexión.
- 14
- 15 **c. Equipos de patio:**
- 16 • Para equipos de corte y derivación de línea, transformadores de medida,
- 17 descargadores de sobretensiones.
- 18 - Diagramas eléctricos completos para control, señalización, etc., hasta borneras
- 19 de interconexión.
- 20 - Características técnicas definitivas, dimensiones y pesos.
- 21 - Placas de características técnicas.
- 22 - Información técnica complementaria y catálogos.
- 23 - Manuales detallados para montaje de los equipos.
- 24 - Manuales detallados para operación y mantenimiento.
- 25 - Protocolo de pruebas en fábrica.
- 26 - Procedimiento para pruebas en sitio.
- 27
- 28 **d. Para tableros:**
- 29 • Diagramas esquemáticos que incluyan todos los circuitos de A.C. y D.C.
- 30 • Diagramas eléctricos completos hasta borneras de interconexión para circuitos de
- 31 control, señalización y protección.
- 32 • Lista de instrumentos de control medida, señalización, protecciones, fusibles, etc.,
- 33 que serán instalados en los tableros, suministrando información técnica y
- 34 catálogos respectivos con indicación clara del equipo suministrado.
- 35 • Planos de disposición física de elementos y equipos dentro de los tableros.
- 36 • Instrucciones detalladas de pruebas y puesta en servicio.
- 37 • Elaboración de planos desarrollados, esquemáticos de control, protección, medida,
- 38 telecontrol y teleprotección, incluyendo:
- 39 - Diagramas de principio y unifilares
- 40 - Diagramas de circuito
- 41 - Diagramas de localización exterior e interior.

- 1 - Tablas de cableado interno y externo.
- 2 - Disposición de aparatos y elementos en tableros de control.
- 3 - El Inversionista debe entregar al Interventor como mínimo, los siguientes
- 4 diagramas de principio:
 - 5 ▪ Diagramas de protección y del sistema de gestión de los relés.
 - 6 ▪ Diagramas del sistema de control de la subestación.
 - 7 ▪ Diagramas de medición de energía.
 - 8 ▪ Diagramas lógicos de enclavamientos.
 - 9 ▪ Diagramas de comunicaciones.
- 10 - Diagramas de bloque para enclavamientos eléctricos de toda la Subestación.
- 11 - Listado de cables y borneras.
- 12 - Planos de Interfase con equipos existentes.
- 13 - Filosofía de operación de los sistemas de protección, control, sincronización,
- 14 señalización y alarmas.
- 15
- 16 **e. Reportes de Pruebas:**
 - 17 - Treinta (30) días calendario posterior a la fecha en la cual se efectuó la última
 - 18 prueba, el Inversionista deberá suministrar a la Interventoría dos (2) copias que
 - 19 contengan cada uno un juego completo de todos los reportes de pruebas de
 - 20 fábrica por cada uno de los equipos de potencia, control, protección, medida,
 - 21 comunicaciones, etc., que hayan sido suministrados.
 - 22 Las instrucciones deberán estar en idioma español.

23

24 **5.4.3 Estudios del Sistema**

25

26 Bajo esta actividad, el Inversionista seleccionado deberá presentar al Interventor para los
27 fines pertinentes a la Interventoría los estudios eléctricos que permitan definir los
28 parámetros útiles para el diseño básico y detallado de la Subestación y de las Líneas; entre
29 todos los posibles, se destacan como mínimo la elaboración de los siguientes documentos
30 técnicos y/o memorias de cálculo:

- 31
- 32 - Condiciones atmosféricas del sitio de instalación, parámetros ambientales y
- 33 meteorológicos, contaminación ambiental, estudios topográficos, geotécnicos, sísmicos
- 34 y de resistividad del terreno.
- 35
- 36 - Cálculo de flechas y tensiones.
- 37
- 38 - Flujos de carga; estudios de corto circuito; estudio de estabilidad para determinar
- 39 tiempos máximos de despeje de fallas; y cálculos de sobretensiones.
- 40
- 41 - Estudios de ajuste y coordinación de protecciones.
- 42

F-DO-03 – V2

2022/08/12

Recuerde: Si este documento se encuentra impreso no se garantiza su vigencia, por lo tanto, se considera "Copia No Controlada". La versión vigente se encuentra publicada en el Sistema de Gestión Único Estratégico de Mejoramiento - SIGUEME.

- 1 - Selección de aislamiento, incluye selección de descargadores de sobretensiones y
2 distancias eléctricas.
3
- 4 - Estudio de cargas ejercidas sobre las estructuras metálicas de soporte debida a sismo
5 y a corto circuito.
6
- 7 - Selección de equipos, conductores para barrajes, cables de guarda y conductores
8 aislados.
9
- 10 - Estudio de revisión de las condiciones del barraje y en caso de ser necesario
11 repotenciación del barraje existente, debido a los efectos producidos por los equipos y
12 conexiones que originan la implementación de la presente convocatoria.
13
- 14 - Memoria de revisión de los enlaces de comunicaciones existentes.
15
- 16 - Estudio de apantallamiento contra descargas atmosféricas
17
- 18 - Dimensionamiento de los servicios auxiliares AC y DC.
19
- 20 - Informe de interfaces con equipos existentes.
21
- 22 - Ajuste de protecciones en las subestaciones Cerromatoso y Chinú 500 kV.
23
- 24 - Estudios ambientales, programas del Plan de Manejo Ambiental, (PMA) de acuerdo con
25 el Estudio de Impacto Ambiental (EIA).
26
- 27 - Ajustes y coordinación de relés de protecciones, dispositivos de mando sincronizado y
28 registradores de fallas.
29
- 30 Cada uno de los documentos o memorias de cálculo, antes referidos, deberán destacar
31 como mínimo los siguientes aspectos:
32
- 33 - Objeto del documento técnico o de la memoria de cálculo.
34
- 35 - Origen de los datos de entrada.
36
- 37 - Metodología para el desarrollo soportada en normas o estándares de amplio
38 reconocimiento, por ejemplo, en Publicaciones IEC, ANSI o IEEE.
39
- 40 - Resultados.
41
- 42 - Bibliografía.

5.4.4 Distancias de Seguridad

Las distancias de seguridad aplicables en la Subestación Sahagún 500 kV deben cumplir los lineamientos establecidos en el RETIE, en su última revisión y/o actualización.

5.5 Equipos de Potencia

5.5.1 Interruptores

Los interruptores de potencia deben cumplir las prescripciones de la última edición de las siguientes normas, o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a suministrar:

- IEC 62271-100: "High-voltage alternating current circuit-breakers"
- IEC 60694: "Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards".
- IEC 60265-2: " High-voltage switches- Part 2: High-voltage switches for rated voltages of 52 kV and above"
- IEC 60376: "Specification of technical grade sulfur hexafluoride (SF6) for use in electrical equipment".
- IEC 62155: "Hollow pressurized and unpressurized ceramic and glass insulators for use in electrical equipment with rated voltages greater than 1000 V".
- IEEE Std. 693-2005: "Recommended practice for seismic design of substations".

Todos los interruptores, deberán contar con transformadores de corriente en ambos extremos del interruptor, de acuerdo con la recomendación IEEE Std C37.234-2009 "IEEE Guide for Protective Relay Applications to Power System Buses".

Mecanismos de operación: Los armarios y gabinetes deberán tener como mínimo el grado de protección IP54 de acuerdo con IEC 60947-1 o su equivalente en ANSI, el mecanismo de operación será tipo resorte. No se permitirán fuentes centralizadas de aire comprimido o aceite para ninguno de los interruptores. Los circuitos de fuerza y control deben ser totalmente independientes.

Pruebas de rutina: Los interruptores deben ser sometidos a las pruebas de rutina establecidas en la publicación IEC 62271-100 o su equivalente en ANSI. Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para fines pertinentes de la Interventoría.

Pruebas tipo: En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre interruptores iguales o similares a los

1 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-100 o su equivalente en
2 ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas
3 pruebas a su coste.

4
5 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las
6 condiciones de estado y funcionamiento de los interruptores de Potencia.

7 8 **5.5.2 Descargadores de Sobretensiones**

9
10 Los descargadores de sobretensiones deben cumplir las prescripciones de la última edición
11 de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a
12 suministrar:

- 13
- 14 • IEC 60099-4: "Surge Arrester. Part 4: Metal oxide surge arresters without gaps for
15 a.c. systems"
- 16 • IEC 61264: "Ceramic pressurized hollow insulators for high-voltage switchgear and
17 controlgear".
- 18

19 **Pruebas de rutina:** Los descargadores deben ser sometidos a las pruebas de rutina
20 establecidas en la publicación IEC 60099-4 o su equivalente en ANSI. Copia de los
21 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para los fines que requiera la
22 Interventoría.

23
24 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una
25 copia de los reportes de pruebas tipo, hechas sobre descargadores iguales o similares a
26 los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60099-4 o su equivalente
27 en ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas
28 pruebas a su coste.

29
30 **Pruebas en Sitio:** Se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las
31 condiciones de estado y funcionamiento de los descargadores.

32 33 **5.5.3 Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra**

34
35 Los Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra, deben cumplir las prescripciones
36 de la última edición de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según se aplique al
37 tipo de equipo a suministrar:

- 38
- 39 • IEC 62271-102: "Alternating current disconnectors and earthing switches", o su
40 equivalente en ANSI.

- 1 • IEC 60273: "Characteristics of indoor and outdoor post insulators for systems with
- 2 nominal voltages greater than 1000 V".
- 3 • IEC 60694 "Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear
- 4 standards".
- 5

6 Los seccionadores podrán ser de accionamiento tripolar y deberán poseer mecanismos de
7 operación manual y motorizado, dispuestos en gabinetes de acero galvanizado o aluminio,
8 con grado de protección IP54. El mecanismo de operación deberá ser suministrado con
9 contactos auxiliares, eléctricamente independientes y deberá contar con un sistema de
10 condena que evite la operación eléctrica y mecánica.

11 El control del mecanismo de operación podrá ser operado local o remotamente y el modo
12 de operación se podrá realizar mediante un selector de tres posiciones: LOCAL-
13 DESCONECTADO-REMOTO. La operación local se realizará mediante dos pulsadores:
14 CIERRE y APERTURA. El mecanismo de operación debe tener claramente identificadas
15 las posiciones de cerrado (I) y abierto (O).

16 Para los seccionadores con cuchilla de puesta a tierra, se deberá suministrar un
17 enclavamiento eléctrico y mecánico que no permita cerrar el seccionador mientras la
18 cuchilla de puesta a tierra esté cerrada.

19 **Pruebas de rutina:** Los seccionadores deben ser sometidos a las pruebas de rutina
20 establecidas en la publicación IEC 62271-102 o su equivalente en ANSI. Copia de los
21 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para los fines que requiera la
22 Interventoría.

23 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una
24 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre seccionadores iguales o similares a los
25 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-102 o su equivalente en
26 ANSI, si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas
27 pruebas a su costa.

28 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las
29 condiciones de estado y funcionamiento de los seccionadores.

30 **5.5.4 Transformadores de Tensión**

31 Los Transformadores de Tensión deben cumplir las prescripciones de la última edición de
32 las siguientes normas o su equivalente ANSI, según se aplique al tipo de equipo a
33 suministrar:

- 1 • IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su
- 2 equivalente en ANSI.
- 3 • IEC 60044-2: "Inductive Voltage Transformers"
- 4 • Publicación IEC 60186, "Voltaje Transformers", IEC 60358, "Coupling capacitor and
- 5 capacitor dividers".
- 6 • Publicación IEC-61869-1/3/5: "Inductive/capative Voltage Transformers".
- 7 • IEC 60296: "Specification for unused mineral insulating oils for transformers and
- 8 switchgear"
- 9

10 Los transformadores de tensión deben ser del tipo divisor capacitivo, para conexión entre
11 fase y tierra. La precisión de cada devanado debe cumplirse sin la necesidad de utilizar
12 cargas externas adicionales. La precisión, deberá ser según normas IEC o su equivalente
13 en ANSI, y específicamente, cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución
14 CREG 025 de 1995, en su última revisión.

15
16 **Pruebas de rutina:** Los transformadores de tensión deben ser sometidos a las pruebas de
17 rutina establecidos en la publicación IEC 60186, sección 5 y 25, IEC 60358 cláusula 7.1. o
18 su equivalente en ANSI. Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser
19 presentados para fines pertinentes de la Interventoría.

20
21 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una
22 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre transformadores de tensión iguales o
23 similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60186, sección
24 4 y 24 e IEC 60358, cláusula 6.2, o su equivalente en ANSI. Si el Transmisor no dispone de
25 estos documentos deberá hacer las respectivas pruebas a su coste.

26
27 **Pruebas en Sitio:** Se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las
28 condiciones de estado y funcionamiento de los Transformadores de Tensión.

30 5.5.5 Transformadores de Corriente

31
32 Los Transformadores de Corriente deben cumplir las prescripciones de la última edición de
33 las siguientes normas, o su equivalente en ANSI, según se aplique al tipo de equipo a
34 suministrar:

- 35
- 36 • IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su
- 37 equivalente en ANSI.
- 38 • IEC 60044-1: "Current Transformers".
- 39 • IEC-61869-1/2: "Current Transformers: General requirements".
- 40

1 Los transformadores de corriente deben ser de relación múltiple con cambio de relación en
2 el secundario. Deben tener precisión 0.2s, según IEC o su equivalente en ANSI, y
3 específicamente, cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG
4 025 de 1995, en su última revisión.

5
6 **Pruebas de rutina:** Los transformadores de corriente deben ser sometidos a las pruebas
7 de rutina establecidos en la publicación IEC 60044-1 e IEC 60044-6 o su equivalente en
8 ANSI, Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para fines
9 pertinentes de la Interventoría.

10
11 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una
12 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre transformadores de corriente iguales o
13 similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60044-1 e IEC
14 60044-6, o su equivalente en ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos
15 deberá hacer las respectivas pruebas a su coste.

16
17 **Pruebas en Sitio:** Se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las
18 condiciones de estado y funcionamiento de los transformadores de corriente.

20 5.5.6 Equipo GIS o Híbrido

21
22 En caso de que el equipo propuesto por el Inversionista sea GIS (Gas Insulated
23 Substations) o Híbrido, además de cumplir con las normas antes mencionadas, debe
24 cumplirse la siguiente normatividad:

25
26 Los equipos componentes de la celda compacta, híbrida o GIS, deberán cumplir con las
27 características técnicas garantizadas que les aplique de los equipos individuales tal como
28 lo indicado en estas especificaciones.

- 29
- 30 • Instrument transformer – IEC6189
- 31 • Insulation Coordination – IEC60071
- 32 • High voltage switchgear and controlgear - IEC62271
- 33 • Insulated bushings above 1000V – IEC60137
- 34 • Partial discharge measurement – IEC60270
- 35 • Specification and acceptance of new SF6 - IEC60376
- 36 • Guide for checking SF6 - IEC 60480
- 37 • Common clauses or HV switchgear and controlgears standards - IEC62271-1
- 38 • Guide for selection of insulators in respect of pulled conditions - IEC60815-1/2
- 39 • Cable connections of gas insulated metal-enclosed switchgears – IEC 62271-209
- 40 • Use and handling SF6 in HV switchgears and controlgears – IEC62271-303
- 41 • Direct connection between GIS and power transformer - IEC61639

1
2 El equipo GIS será sometido a pruebas de rutina que consisten en pruebas de alta tensión,
3 pruebas mecánicas y pruebas de gas.

4
5 Se deben suministrar certificados de pruebas tipo de pruebas de alta tensión, prueba de
6 temperatura, prueba de gas y prueba sísmica.

7 8 **5.5.7 Sistema de Puesta A Tierra**

9
10 Deberá diseñarse para que, en condiciones normales y anormales, no se presente ningún
11 peligro para el personal situado en cualquier lugar de la subestación, al que tenga acceso.

12
13 Todos los requerimientos para la ampliación de la malla de tierra de la Subestación
14 existente (si aplica), estarán de acuerdo con la última revisión de la publicación IEEE No.80-
15 2013 "Guide for Safety and Alternating Current Substation Grounding" e IEEE Std. 81-2012
16 "Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of
17 a Grounding System". El diseño, materiales y validación del sistema de puesta a tierra
18 deberán cumplir con los requerimientos que le apliquen del artículo 15° del RETIE en su
19 última versión.

20
21 Todos los elementos sin tensión como equipos, estructuras metálicas expuestas y no
22 expuestas, accesorios metálicos, aisladores de soporte y otros, se conectarán directamente
23 a la malla de tierra en el punto más cercano y conveniente, utilizando empalmes de
24 soldadura exotérmica.

25
26 La malla de tierra se diseñará para cubrir efectivamente la ampliación de la subestación y
27 garantizar el control de las tensiones de toque y de paso hasta 1,0 m por fuera de la cerca
28 o malla de cerramiento de la subestación, según requerimiento del RETIE.

29
30 Para propósitos del diseño final del sistema de tierra el Transmisor realizará los ensayos de
31 resistividad en el sitio, con el objeto de comprobar la resistividad del terreno, y realizará las
32 mediciones de resistencia de puesta a tierra y de las tensiones de paso y contacto, según
33 los requerimientos del RETIE en su última versión, de tal manera que se garantice la
34 seguridad de las personas en torno a la subestación.

35 36 **5.5.8 Apantallamiento de la Subestación**

37
38 El diseño del sistema de apantallamiento de la ampliación de la subestación Sahagún 500
39 kV, deberá realizar una evaluación del nivel de riesgo de las instalaciones ante descargas
40 atmosféricas directas de acuerdo con los procedimientos de la norma IEC 62305-2
41 "Protection against lightning – Part 2: Risk management".

1 El diseño del sistema de apantallamiento deberá considerar elementos captadores de
2 descargas atmosféricas como cables de guarda y puntas captadoras de material apropiado
3 para las condiciones ambientales existentes en el sitio, particularmente del nivel cerámico,
4 y deberá ser verificado según el método electrogeométrico referido en las normas IEC
5 62305-2 o NTC 4552. Todos los cables de guarda serán aterrizados mediante conductores
6 bajantes de cobre que se conectarán con la malla de puesta a tierra mediante soldadura
7 exotérmica. Se deberá garantizar la continuidad de la conexión entre el sistema de
8 apantallamiento y el sistema de puesta a tierra de la subestación.

9
10 Las estructuras no conductoras y edificios requerirán un sistema completo de protección
11 contra descargas atmosféricas, incluyendo puntas captadoras, conductores bajantes y
12 varillas de puesta a tierra. En general los materiales e instalación del RETIE (artículo 16°),
13 la Norma IEEE Std. 998, la Norma NTC-4552-1-2-3 y la Norma IEC-62305-2, en su última
14 versión.

15 **5.6 Equipos de Control y Protección**

16
17
18 Las siguientes son las características principales que deberán cumplir los equipos de
19 control y protección:

20 **5.6.1 Sistemas de Protección**

21
22
23 Los equipos de protección deberán cumplir con las partes pertinentes establecidas en la
24 publicación IEC 60255 “*Electrical relays*”, en la IEC 60870 “*Telecontrol equipments and*
25 *systems*” y en el caso de los registradores de falla, los archivos de datos deberán utilizar el
26 formato COMTRADE (*Common Format for Transient Data Exchange*), recomendación IEEE
27 C37.111 o en su defecto, el Inversionista deberá proveer el software que realice la
28 transcripción del formato del registrador de fallas al formato COMTRADE, o cumplir con las
29 respectivas normas equivalentes ANSI.

30
31 El esquema de protección de líneas deberá ser implementado con dos protecciones
32 principales para líneas de transmisión con principio de operación (diferente algoritmo de
33 cálculo) o diferente fabricante y medición diferente. El esquema completo deberá consistir
34 de relés rápidos para emisión y recepción del disparo directo transferido; falla interruptor;
35 funciones de recierre y verificación de sincronismo, protección de sobretensión; supervisión
36 del circuito de disparo y registro de fallas. La protección de línea debe dar disparo
37 monopolar y tripolar e iniciar el ciclo de recierre. Para el caso de Fibra Óptica dedicada
38 como medio de comunicación para la PPL1 y Fibra Óptica dedicada como medio de
39 comunicación para la PPL2, se entiende como medio de comunicación para la PPL1, un
40 cable diferente al del medio de comunicación para la PPL2. Para el caso de Fibra Óptica
41 dedicada como medio de comunicación para el relé o función de protección distancia ANSI

1 21/21N, el esquema de comunicación se debe implementar con equipos digitales de
2 teleprotección conectados directamente a la fibra óptica. Para el caso de Fibra Óptica
3 multiplexada se entiende como medio de comunicación para la PPL2, un enlace
4 (trayectoria) independiente del medio de comunicación para la PPL1. Para el caso de Fibra
5 Óptica multiplexada, el canal de comunicación no deberá de exceder una asimetría de canal
6 de 5 ms y retardo máximo de 16 ms. Si el medio de comunicación para la protección
7 diferencial de línea ANSI 87L es multiplexado, éste deberá de ser único y dedicado.

8
9 En cualquier caso, el esquema de protección de las nuevas líneas debe ser redundante y
10 definirse considerando el SIR (Source Impedance Ratio), de acuerdo con la metodología
11 de la norma IEEE Std. C37.113 en su última versión. En caso de que se obtenga un SIR
12 mayor a 4, será necesario considerar un esquema de protección totalmente selectivo, según
13 la definición de dicha norma. También deberá garantizar la redundancia de los sistemas y
14 canales de comunicación asociados con las líneas de transmisión objeto de esta
15 Convocatoria, utilizando sistemas de comunicación que usen diferentes medios o
16 tecnologías de envío y recepción de señales de teleprotección en ambos extremos de las
17 líneas.

18
19 Para subestaciones que lo requieran, el Sistema de Protecciones -SP- para las barras
20 (diferencial de barras) deberá ser redundante con principio de operación diferente (diferente
21 algoritmo de cálculo) o diferente fabricante. Adicionalmente deberán seleccionarse de
22 acuerdo con la configuración de la subestación. La alimentación DC de cada sistema de
23 protección debe ser independiente; las señales de corriente deben ser tomadas, para cada
24 SP, desde núcleos diferentes de los CT's y cada SP de manera independiente, debe tener
25 la posibilidad de comandar disparo a ambas bobinas de los interruptores. Los SP
26 diferenciales de barra, deben ser seleccionados considerando las bahías a construirse
27 objeto de la presente Convocatoria y las ampliaciones futuras que se instalarán en los
28 espacios de reserva, y deberán permitir la conexión de CT's con diferentes relaciones de
29 transformación. El inversionista deberá implementar protección diferencial de barras
30 multizona y de fase segregada para la ampliación de la subestación, según se requiera.

31
32 Las bahías deberán estar acopladas al esquema de protección diferencial de barras de la
33 Subestación, que deberá ser un sistema de protección diferencial distribuido que permita el
34 mantenimiento de cada unidad individualmente con la protección en operación continua.

35
36 Cada una de las nuevas bahías de línea en la subestación Sahagún 500 kV deberá contar
37 con un módulo de bahía que se acople en operación y mantenimiento a la protección
38 diferencial de barras existente en la subestación.

39
40 Los relés de protección, y registradores de fallas deberán ser de estado sólido, de
41 tecnología numérica o digital. Los relés de protección, y los registradores de fallas deben
42 incorporar dispositivos de prueba que permitan aislar completamente los equipos de los

F-DO-03 – V2

2022/08/12

Recuerde: Si este documento se encuentra impreso no se garantiza su vigencia, por lo tanto, se considera "Copia No Controlada". La versión vigente se encuentra publicada en el Sistema de Gestión Único Estratégico de Mejoramiento - SIGUEME.

1 transformadores de medida de los circuitos de disparo, polaridades y del arranque de la
 2 protección por falla en interruptor, de tal manera que no se afecte ningún otro equipo de
 3 forma automática sin tener que hacer puentes externos. Los equipos deberán contar con
 4 todos los módulos, tarjetas y elementos que sean necesarios para las labores de búsqueda
 5 de fallas paramétricas de los relés de protección y registradores de fallas.

6
 7 El Interventor verificará e informará a la UPME el cumplimiento de requisitos de las
 8 protecciones según lo solicitado en este Anexo 1 y en la Resolución CREG 025 de 1995,
 9 anexo CC4 y sus modificaciones.

10 5.6.2 Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones

11 La arquitectura del sistema de automatización estará constituida por los subsistemas y
 12 equipos que conforman los niveles 0, 1, 2 y 3 según la siguiente arquitectura:
 13
 14
 15

Nivel	Descripción	Modos de Operación
3	Corresponde a los sistemas remotos de información.	Es la facilidad que debe tener el sistema para ser tele-comandado y supervisado desde el centro de control remoto de acuerdo con las normas del CND.
	Comunicaciones e interfaces entre niveles 2 y 3. Proporciona la comunicación entre el Sistema de Automatización y los sistemas remotos de información.	La captura de datos y la transmisión de información hacia y desde el sistema remoto deben ser independientes de la IHM de las Subestaciones. Debe ser independiente de cualquier falla en las interfaces de usuario IHM.
2	Corresponde al sistema de procesamiento del Sistema de Automatización, controladores de Subestación, almacenamiento de datos y el IHM, localizados en la sala de control de la Subestación. El sistema de procesamiento del nivel 2 procesa la información de la Subestación para que pueda ser utilizada por el IHM del nivel 2 y pueda ser almacenada para operación, análisis futuros, mantenimiento y generación de reportes.	Corresponde al mando desde las estaciones de operación localizadas en la Subestación. Este es el modo de operación normal para la Subestación atendida. En el IHM se deberán tener despliegues gráficos que muestren en forma dinámica las condiciones de los enclavamientos para cada tipo de maniobra.

Nivel	Descripción	Modos de Operación
	<p>Comunicaciones e Interfaces Nivel 2 y Nivel 1.</p> <p>Corresponde a la red de área local de la Subestación, la cual permite la comunicación entre los equipos de nivel 2, los controladores de Subestación, de bahía y otros IEDs de nivel 1.</p>	
1	<p>Controladores de bahía, que se encargan de la adquisición de datos, cálculos, acciones de control y procesamiento de la información relacionada con los dispositivos en cada campo y sistema de servicios auxiliares de la Subestación. A través del panel frontal de cada controlador de bahía, se debe proporcionar un nivel básico de acceso al personal de operación para la supervisión y control de los equipos de campo asociados al controlador respectivo.</p>	<p>Para el equipo de alta tensión y los servicios auxiliares, los modos corresponden al mando de los equipos de maniobra desde el controlador de bahía a través del panel frontal.</p> <p>Para subestaciones de tipo convencional, se deberá prever la utilización de casetas de patio.</p>
	<p>Comunicaciones e interfaces Nivel 1 y 0. Corresponde a la comunicación entre los controladores de bahía, los IEDs y al cableado convencional de las señales individuales de entrada y salida asociadas con los equipos de potencia en el patio de la Subestación. Deberá haber integración de las protecciones con el Sistema de Automatización.</p>	
0	<p>Conformado por los equipos de patio (interruptores, seccionadores, transformadores de potencia y de instrumentación, reactores, bancos de capacitores, etc.), por los servicios auxiliares de la Subestación (208/120 Vca, 125 Vcc, grupos electrógenos, inversores, cargadores, equipos, etc.), por los IEDs tales como relés de protección, medidores multifuncionales, registradores de fallas, equipos de</p>	<p>Corresponde al mando directamente desde las cajas de mando de los interruptores y seccionadores en el conjunto de equipos de potencia de las Subestaciones y para los servicios auxiliares desde sus propios gabinetes.</p> <p>Los medidores multifuncionales deben cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución</p>

Nivel	Descripción	Modos de Operación
	monitoreo, cajas de mando de equipos de maniobra y demás.	CREG 025 de 1995, en su última revisión, especialmente lo referente al Código de Medida y sus anexos.

1
2 **5.6.2.1 Características Generales**
3

4 Todos los equipos del sistema de automatización deberán cumplir con las normas IEC.
5

6 El Transmisor garantizará que la arquitectura del Sistema de Automatización permita la
7 ampliación a medida que se incremente el número de bahías en la Subestación y que sin
8 cambios fundamentales en su arquitectura, permita cambios en la funcionalidad, hardware
9 y software; también garantizará que el Sistema inter-opere (capacidad de intercambiar y
10 compartir recursos de información) con IEDs de diversos fabricantes, razón por la cual
11 deberán utilizarse protocolos abiertos. El Transmisor garantizará igualmente, que el
12 Sistema de Control ofrezca una respuesta abierta y modular a las necesidades de
13 protecciones, automatismos, control y monitoreo de la subestación. Copia de toda la
14 información relacionada con la arquitectura del Sistema de Automatización y con el Sistema
15 de Control, deberá ser entregada por el Transmisor al Interventor para la verificación de
16 cumplimiento.
17

18 Se entiende que todos los elementos auxiliares, equipos y servicios necesarios para la
19 correcta operación y mantenimiento del sistema de control serán suministrados, sin
20 limitarse al: hardware, software, GPS, programas para el IHM, trabajos de parametrización
21 del sistema, etc.
22

23 La arquitectura del sistema de control deberá estar basada en una red redundante a la cual
24 se conectan los equipos que soportan las funciones de automatismo, monitoreo, protección
25 y control. Se destacan las siguientes funciones:
26

- 27 • Las redes de comunicación entre los controladores de bahía deberán ser de
- 28 protocolo, que resulte compatible con las comunicaciones existentes.
- 29 • La arquitectura del sistema estará compuesta de equipos, que deben permitir:
 - 30 ○ Optimización de la integración funcional a través de intercambios rápidos
 - 31 entre equipos vía la red.
 - 32 ○ Integrar los equipos de otros fabricantes con el Sistema de control y
 - 33 Automatización de la Subestación.
- 34 • La herramienta de gestión del sistema debe permitir por lo menos las siguientes
- 35 funciones:
 - 36 ○ Gestión de las bases de datos del sistema.

- 1 ○ Permitir la integración de elementos futuros.
- 2 ○ Implementación de herramientas de seguridad y administración.
- 3 ○ Gestión del modo de funcionamiento de los equipos permitiendo la
- 4 explotación normal, el mantenimiento y/o paro de cada elemento del sistema
- 5 sin perturbar ni detener el sistema.
- 6 ○ Mantenimiento de cada equipo.
- 7 ○ Gestión de protecciones que permite verificar y dar parámetros a las
- 8 protecciones del sistema.
- 9

10 Los IED de protección, los controladores de bahía, los controladores de Subestación y/o
11 computadores del IHM deberán permitir la transmisión de información entre la Subestación
12 y el CND o el centro de control remoto del Inversionista (sean funciones de control,
13 visualización o de mantenimiento). El Inversionista es responsable por utilizar los protocolos
14 de comunicación que el CND le exija y en general, todos los costos de implementación y
15 coordinación de información a intercambiar con el CND son responsabilidad del
16 Inversionista.

17
18 Las funcionalidades siguientes deben ser garantizadas por los controladores de
19 Subestación:

- 20
- 21 ● Transmisión de comandos del centro de control remoto hacia los equipos de la
- 22 Subestación.
- 23 ● Sincronización satelital de todos los equipos de los sistemas de control,
- 24 protecciones y registro de fallas de la Subestación a través de una señal de
- 25 sincronización proveniente de un reloj GPS.
- 26 ● Recuperación de información proveniente de los equipos hacia el centro de control
- 27 remoto (mediciones, alarmas, cambios de estado, etc.).
- 28

29 Los equipos a instalar deben ser compatibles con los controladores de Subestación para el
30 correcto envío de información hacia centros de control externos, Centro Nacional de
31 Despacho CND y recibir los comandos aplicables enviados desde dichos centros. En este
32 aspecto, el Inversionista será el único responsable de suministrar y hacer operativos los
33 protocolos de comunicaciones necesarios para integrar la ampliación de la Subestación con
34 el CND.

35

36 **5.6.3 Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales**

37

38 En la ampliación de la subestación debe instalarse unidades de medición fasorial -PMU-
39 para cada bahía (línea, transformación o compensación, etc) objeto de la presente
40 Convocatoria, y en configuración interruptor y medio se deberá garantizar un PMU por corte,

1 incluyendo el corte central. Deberá tener entradas de corriente independiente por bahía o
2 corte instalado.

3
4 Estos equipos tomarán las señales de tensión y corriente de los núcleos de medida
5 (circuitos de instrumentación). La unidad de medición fasorial podrá ser implementada en
6 un equipo multifuncional, siempre y cuando este no comparta funciones de protección o
7 circuitos de protección. La implementación podrá realizarse con equipos que integren
8 sincronización, digitalización y procesamiento en un mismo dispositivo, o con unidades
9 procesadoras centralizadas y periféricos distribuidos. En el caso de que la subestación no
10 cuente con casetas en el patio, las PMUs deberán instalarse en los tableros de las
11 correspondientes bahías.

12
13 Deberá existir un tablero independiente para concentrar la información sincrofásorial, en
14 donde el CND instalará un concentrador de datos fasoriales -PDC- y otros dispositivos
15 asociados. El tablero suministrado por el inversionista deberá estar provisto de servicios de
16 energía con las mismas características de los tableros de control de la Subestación. El
17 inversionista deberá permitir al CND las labores de gestión y mantenimiento de los equipos
18 instalados en este tablero.

19
20 La comunicación entre las PMU y el PDC será provistas y mantenidas por el inversionista,
21 a través de una red de comunicación redundante local y deberá permitir el intercambio de
22 información con la red del sistema de control a través de los mecanismos de seguridad
23 apropiados. Esta red deberá ser independiente de la red de gestión de protecciones, pues
24 sobre la primera el CND deberá poder tener acceso remoto para gestionar las PMU. La
25 comunicación desde la Subestación (o desde el PDC) hacia el sistema que disponga el
26 CND, será responsabilidad de este último, según lo establecido en la resolución CREG 080
27 de 1999.

28
29 Las unidades de medición fasorial sincronizada deben cumplir con el estándar más reciente
30 IEEE C37.118 o aquel que lo reemplace en el momento de su adquisición. Estos equipos
31 deberán contar con la capacidad de ser actualizados cuando la norma IEEE de medición
32 fasorial sea revisada.

33
34 Los medidores multifuncionales deben tomar sus señales de los transformadores de
35 medida, para determinación de parámetros eléctricos tales como: tensión, corriente,
36 potencia activa, potencia reactiva, energía activa, factor de potencia y frecuencia. Deben
37 contar con emisor de impulsos o un sistema de registro comunicado con niveles superiores.
38 Deben cumplir con todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG 025 de
39 1995, en su última revisión, especialmente lo referente al Código de Medida y sus anexos.

40

5.6.4 Controladores de Bahía

Los controladores de bahía son los encargados de recibir, procesar e intercambiar información con otros equipos de la red, deben ser multifuncionales y programables. Los controladores de bahía deben ser compatibles con los estándares EMC y aptos para aplicación en subestaciones eléctricas de alta y extra alta tensión; el Inversionista deberá presentar al Interventor los certificados de pruebas que lo avalen.

A partir de entradas/salidas, el equipo podrá manejar la lógica de enclavamientos y automatismos de la bahía, por lo que en caso necesario deben tener capacidad de ampliación de las cantidades de entradas y salidas instaladas en el equipo para cubrir los requerimientos de la bahía que controlan. Los controladores de bahía deben contar con un diagrama mímico amplio en LCD que permitirá las siguientes funcionalidades como mínimo:

- Despliegue del diagrama mímico de la bahía que muestre la información del proceso.
- Despliegue de alarmas.
- Despliegue de eventos.
- Despliegue de medidas de proceso de la bahía.
- Control local (Nivel 1) de los equipos que forman parte de la bahía.
- Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de función.
- Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.

Deben también tener LEDs de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos para la comunicación.

Estos equipos también deberán ser capaces de recibir una señal de sincronización horaria para hacer el estampado de tiempo al momento de recibir un evento.

5.6.5 Controlador de los Servicios Auxiliares

Debe ser diseñado, probado y ampliamente utilizado en subestaciones de alta tensión. Debe permitir la medida, supervisión y control de los servicios auxiliares del Proyecto y contar con los mismos protocolos del controlador de bahía.

Debe preparar y enviar la información asociada con los servicios auxiliares a la interfaz IHM y a los niveles superiores. Debe integrarse al sistema de control de la Subestación y estar sincronizados con todos los dispositivos de la Subestación. El controlador de servicios auxiliares debe contar con un mímico amplio en LCD que permitirá las siguientes funcionalidades como mínimo:

F-DO-03 – V2

2022/08/12

Recuerde: Si este documento se encuentra impreso no se garantiza su vigencia, por lo tanto, se considera "Copia No Controlada". La versión vigente se encuentra publicada en el Sistema de Gestión Único Estratégico de Mejoramiento - SIGUEME.

- 1
- 2 • Despliegue del diagrama mímico de la bahía.
- 3 • Despliegue de alarmas.
- 4 • Despliegue de eventos.
- 5 • Despliegue de medidas de tensión y de corriente.
- 6 • Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de
- 7 función.
- 8 • Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.
- 9

10 Deben también tener LEDs de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos
11 para la comunicación.

12 **5.6.6 Switches**

13 Los switches o concentradores de datos de la red de control deberán ser adecuados para
14 operar en ambientes industriales y cumplir sin limitarse a ello, con los siguientes requisitos:

- 15 • Deberán cumplir con IEEE 1613 standard - "error free" networking device.
- 16 • Deberán cumplir con IEC 61850-3 standard for networks in substations.
- 17 • Deberá incluir las siguientes características de red:
 - 18 ○ IEEE 802.1d, message prioritization y rapid spanning tree en MAC Bridges
 - 19 ○ IEEE 802.1q VLAN
- 20 • Deberán tener funciones de administración SNMP v2 y RMON.
- 21 • Deberán soportar las condiciones de estabilidad bajo las condiciones de prueba
- 22 descritas en las normas IEC 60068-2-6 e IEC 60068-2-27.
- 23 • En caso de alguna discrepancia en las normas antes mencionadas, prevalecerá la
- 24 más exigente.
- 25
- 26
- 27
- 28

29 Los switches suministrados deberán contar con el número de puertos suficientes para
30 conectar todos los equipos de las redes, tanto los equipos de control, como los de
31 protección y medida.

32 **5.6.7 Interfaz Nivel 2 - Nivel 1**

33 Para la interconexión de los equipos se requieren comunicaciones digitales, así:

34 La red local de comunicaciones para control y supervisión de la Subestación se debe
35 conformar para que sea inmune electromagnéticamente, que posea suficiente rigidez
36 mecánica para ser tendido en la Subestación, con protección no metálica contra roedores,
37 con chaqueta retardante a la llama, con conectores, marquillas, terminales, amarres y
38 demás accesorios de conexión, según diseño detallado a cargo del Inversionista.
39
40
41

1
2 La red debe incluir todos los transductores, convertidores, amplificadores y demás
3 accesorios requeridos para la adecuada conexión y comunicación de todos los equipos
4 distribuidos en la Subestación.
5

6 La comunicación de todos los equipos como controladores de bahía, IEDs, registradores
7 de eventos con el controlador de la Subestación debe ser redundante y con autodiagnóstico
8 en caso de interrupción de una cualquiera de las vías.
9

10 **5.6.8 Equipos y Sistemas de Nivel 2**

11 **5.6.8.1 Controlador de la Subestación**

12
13
14 Es un computador industrial, de última tecnología, robusto, apto para las condiciones del
15 sitio de instalación, programable, que adquiere toda la información para supervisión y
16 control de la Subestación proveniente de los dispositivos electrónicos inteligentes, la
17 procesa, la evalúa, la combina de manera lógica, le etiqueta tiempos, la almacena y la
18 entrega al Centro Nacional de Despacho, CND, de acuerdo con la programación realizada
19 en ella y al sistema de supervisión de la Subestación o a otros IED's que dependen de ella.
20 La información requerida para realizar la supervisión remota se enviará por enlaces de
21 comunicaciones.
22

23 Adicionalmente el controlador de la Subestación debe centralizar información de los relés
24 de protección, los registradores de fallas y los medidores multifuncionales, conformando la
25 red de ingeniería de la Subestación, la cual debe permitir acceso local y remoto para
26 interrogación, configuración y descarga de información de los relés, de los registradores de
27 fallas y los medidores multifuncionales. Deben suministrarse todos los equipos, accesorios,
28 programas y bases de datos requeridos para implementar un sistema de gestión de
29 protecciones y registradores de fallas para la Subestación.
30

31 **5.6.8.2 Registradores de Fallas**

32
33 Los registradores de falla deberán programarse de manera que al ocurrir una falla, la
34 descarga del archivo con los datos de la falla, se realice automáticamente a un equipo de
35 adquisición, procesamiento y análisis, en el cual se realizará la gestión de los registros de
36 falla provenientes de equipos instalados en las bahías del Proyecto, incluyendo
37 almacenamiento, despliegue, programación e interrogación remota, cumpliendo con lo
38 establecido en el Código de Redes CREG 025 de 1995, en su última revisión.
39

5.6.8.3 Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación

El sistema de supervisión local debe efectuar el monitoreo y control del proceso a través de una IHM conformada básicamente por computadores industriales y software tipo SCADA. Las pantallas o monitores de IHM deben ser suficientemente amplias para mostrar la información del proceso.

Toda la información, se debe desplegar, almacenar, filtrar, imprimir en los mismos dispositivos suministrados con el sistema de medida, control y supervisión de la Subestación, la cual debe tener como mínimo las siguientes funciones:

- Adquisición de datos y asignación de comandos.
- Auto-verificación y autodiagnóstico.
- Comunicación con el CND.
- Comunicación con la red de área local.
- Facilidades de mantenimiento.
- Facilidades para entrenamiento.
- Función de bloqueo.
- Función de supervisión.
- Funciones del Controlador de Subestación a través del IHM.
- Guía de operación.
- Manejo de alarmas.
- Manejo de curvas de tendencias.
- Manejo de mensajes y consignas de operación.
- Marcación de eventos y alarmas.
- Operación de los equipos.
- Programación, parametrización y actualización.
- Reportes de operación.
- Representación visual del proceso mediante despliegues de los equipos de la Subestación, incluidos los servicios auxiliares y las redes de comunicaciones.
- Secuencia de eventos.
- Secuencias automáticas.
- Selección de los modos de operación, local, remoto y enclavamientos de operación.
- Supervisión de la red de área local.

5.6.9 Requisitos de Telecomunicaciones

Son los indicados en el Anexo CC3 del Código de Conexión, resolución CREG 025 de 1995, en su última revisión.

5.7 Obras Civiles

Estará a cargo del Inversionista la construcción de las obras descritas en el numeral 2 del presente Anexo 1, con el siguiente alcance:

- Diseño y construcción de todas las obras civiles incluyendo, entre otras, la construcción o mejora de las vías de acceso y la construcción o ampliación del edificio de control.
- Todas las actividades relacionadas con la gestión ambiental deben cumplir con los requerimientos establecidos en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) del Proyecto, el cual también está a cargo del Transmisor.
- Todos los diseños de las obras civiles deben cumplir con los requisitos establecidos en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10.

El Interventor conceptuará para la UPME y hará seguimiento al cumplimiento de los aspectos regulatorios, el RETIE y las normas legales aplicables a los diseños para construcción de las obras civiles. Únicamente se podrá realizar obra civil con base en planos de construcción previamente aprobados. El Interventor informará a la UPME y hará el seguimiento correspondiente al cumplimiento de las normas técnicas. El Transmisor deberá presentarle al Interventor la siguiente información:

- Memorias de cálculo que soporten los diseños.
- Planos de construcción completamente claros, con secciones, detalles completos, listas y especificaciones de los materiales para la ejecución de las obras.
- Una vez finalizadas las obras debe actualizarse los planos de construcción y editarse la versión denominada “tal como construido” que incluye las modificaciones hechas en campo verificadas por el Interventor.

5.8 Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento

En los edificios a cargo del Inversionista o en las adecuaciones a lo existente, se deberá diseñar, suministrar e instalar todos los elementos necesarios para la instalación de puntas tipo Franklin, suministrar e instalar todos los elementos necesarios para la construcción de la red de puesta a tierra del apantallamiento electromagnético tales como bajantes, platinas de cobre, varillas de puesta a tierra y redes de tierra.

Los diseños y la instalación son responsabilidad del Inversionista. La malla de puesta a tierra del proyecto debe ser en cable de cobre suave, electrolítico, desnudo, recocido, sin estañar, trenzado en capas concéntricas. La malla de tierra deberá ser diseñada siguiendo los lineamientos de la norma ANSI/IEEE Std 80 y Std 81 tal que garanticen la seguridad del personal, limitando las tensiones de toque y paso a valores tolerables. Adicionalmente,

F-DO-03 – V2

2022/08/12

Recuerde: Si este documento se encuentra impreso no se garantiza su vigencia, por lo tanto, se considera “Copia No Controlada”. La versión vigente se encuentra publicada en el Sistema de Gestión Único Estratégico de Mejoramiento - SIGUEME.

1 tanto la malla de puesta a tierra como el sistema de apantallamiento deberán cumplir con
2 los requerimientos técnicos de diseño e implementación, que le apliquen, según los
3 artículos 15° y 16° del RETIE, respectivamente, en especial en cuanto a materiales e
4 interconexión.

6. ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO

6.1 Pruebas y Puesta en Servicio

10 Todos los equipos suministrados y montados deben ser sometidos a pruebas de campo
11 tanto de aceptación para recepción, como individuales, funcionales, de puesta en servicio
12 y de energización de acuerdo con lo especificado por los fabricantes, la normatividad CREG
13 vigente, los requisitos del Centro Nacional de Despacho CND y los acuerdos del Consejo
14 Nacional de Operación C.N.O, en particular el Acuerdo 1214 de 2019 o aquel que lo
15 sustituya o reemplace.

17 Los registros de todas las pruebas (aceptación para recepción, individuales, funcionales,
18 de puesta en servicio y de energización) se consignarán en “Protocolos de Pruebas”
19 diseñados por el Transmisor de tal forma que la Interventoría, pueda verificar el
20 cumplimiento de los requisitos de la Regulación vigente y de las normas técnicas; por
21 ejemplo: que se cumplen los enclavamientos y secuencias de operación tanto de alta
22 tensión como de servicios auxiliares, que los sistemas de protección y control cumplen con
23 la filosofía de operación en cuanto a polaridades, acciones de protecciones y demás.

25 **Pruebas de puesta en servicio:** El Transmisor debe efectuar las siguientes pruebas como
26 mínimo, pero sin limitarse a estas y cumpliendo con el código de redes y los requerimientos
27 del CND, vigentes:

- 29 • Direccionalidad de las protecciones de línea.
- 30 • Medición y obtención de los parámetros y las impedancias de secuencia de las líneas
31 asociadas.
- 32 • Fallas simuladas monofásicas, trifásicas, cierre en falla con el fin de verificar el correcto
33 funcionamiento de las protecciones, registro de fallas, telecomunicaciones, gestión de
34 protecciones.
- 35 • Pruebas de conexión punto a punto con el CND.

37 **Pruebas de energización:** El Transmisor será responsable por la ejecución de las pruebas
38 de energización. Los Protocolos de las pruebas de energización deben ser verificados para
39 los fines pertinentes por la Interventoría.

6.2 Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio

La información requerida por CND para la puesta en servicio del Proyecto es la siguiente:

- Presentación del Proyecto al Centro Nacional de Despacho CND.
- Formatos con información técnica preliminar para la realización de estudios.
- Diagrama Unifilar.
- Estudio de ajuste y coordinación de protecciones de los equipos y el área de influencia del Proyecto. El área de influencia definida para el estudio de ajuste y coordinación de protecciones, de este proyecto, deberá ser acordada con el CND.
- Lista disponible de señales de SCADA y requerimiento de comunicaciones.
- Cronograma de desconexiones y consignaciones.
- Cronograma de pruebas.
- Protocolo y formatos para la declaración de los parámetros del equipo y sus bahías con información definitiva.
- Protocolo de energización.
- Inscripción como agente y de la frontera comercial ante el ASIC.
- Certificación de cumplimiento de código de conexión otorgado por el propietario del punto de conexión.
- Carta de declaración en operación comercial.
- Formatos de Información técnica. Los formatos son corrientemente elaborados y actualizados por el CND.

7. ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN

Según el Código de Operación del Sistema Interconectado Nacional (Resolución CREG 025 de 1995 y sus actualizaciones) y otra regulación de la CREG que sea aplicable.

8. INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO

Antes de que termine el contrato de interventoría, el Transmisor debe entregar al Interventor un documento con la información detallada para el planeamiento, según lo requiere el Código de Planeamiento en sus apéndices, para que éste se la entregue a la UPME.

9. INFORMACIÓN ESPECÍFICA

Información específica referente a la Convocatoria Pública, recopilada por la UPME, como costos de conexión, datos técnicos y planos, etc., serán suministrados por la UPME en formato digital en lo posible a través de su página WEB junto con los presentes DSI o a solicitud de los Interesados, mediante carta firmada por el Representante Legal o el Representante Autorizado, indicando domicilio, teléfono, fax y correo electrónico. Dicha

F-DO-03 – V2

2022/08/12

Recuerde: Si este documento se encuentra impreso no se garantiza su vigencia, por lo tanto, se considera "Copia No Controlada". La versión vigente se encuentra publicada en el Sistema de Gestión Único Estratégico de Mejoramiento - SIGUEME.

1 información deberá ser tomada por los Inversionistas como de referencia; mayores detalles
2 requeridos será su responsabilidad consultarlos e investigarlos.

3

4 **10. FIGURAS**

5

6 La siguiente es la lista de figuras referenciadas en este documento:

7

8 Figura 1. Diagrama Esquemático del Proyecto

9

10 Figura 2. Diagrama Unifilar Subestación Sahagún 500 kV.