Acuerdo 1359 Por el cual se establecen los requerimientos para la obtención y validación de los parámetros de las unidades y plantas de generación y los modelos del sistema de control asociados a las unidades y plantas de generación eólicas y solares fotovoltaicas conectadas al STN y STR y se definen las pautas para las pruebas y reajustes de los controles asociados

Acuerdo Número:	**Fecha de expedición:**	**Fecha de entrada en vigencia:**
1359	1 Octubre, 2020	1 Octubre, 2020

Sustituye Acuerdo:

13/11/2019 Acuerdo 1246 Por el cual se establecen los requerimientos para la obtención y validación de los parámetros de las plantas de generación y los modelos del sistema de control asociados a las plantas de generación eólicas y solares fotovoltaicas conectadas al STN y STR y se definen las pautas para las pruebas y reajustes de los controles asociados

El Consejo Nacional de Operación en uso de sus facultades legales, en especial las conferidas en el Artículo 36 de la Ley 143 de 1994, el Anexo General de la Resolución CREG 025 de 1995, su Reglamento Interno, y según lo acordado en la reunión no presencial No. 615 del 1 de octubre de 2020 y,

CONSIDERANDO

1	Que el artículo 5 de la Resolución CREG 060 de 2019 adicionó el numeral 8.2.4 (“Modelos de control de plantas eólicas y solares fotovoltaicas”) al Código de Conexión contenido en el anexo general de la Resolución CREG 025 de 1995. El numeral 8.2.4 del Código de Conexión quedará así: "*8.2.4. Modelos de control de plantas eólicas y solares fotovoltaicas conectadas al STN y STR* *Para el caso de plantas solares fotovoltaicas y eólicas que se conecten al STN y STR será responsabilidad de los agentes representantes entregar al CND, 6 meses antes de su entrada en operación, los modelos preliminares de la planta de generación y sus controles asociados para los estudios de simulación RMS en la herramienta utilizada por el CND. Estos modelos deben incluir los requisitos técnicos definidos en la presente resolución, para el control de frecuencia y potencia activa, el control de tensión y potencia reactiva, así como permitir el ajuste de los parámetros que definen estas funcionalidades.* *Parágrafo. Dentro de los treinta (30) días hábiles siguientes a la entrada en vigencia de la presente resolución, el CND deberá publicar en su página web los requisitos que debe cumplir el modelo de planta.*"
2	Que el Artículo 10 de la Resolución CREG 060 de 2019 adicionó el numeral 2.2.1.1 (“Información para plantas solares fotovoltaicas y eólicas”) al Código de Operación contenido en el anexo general de la Resolución CREG 025 de 1995. El numeral 2.2.1.1 quedará así en el Código de Operación: "*2.2.1.1 Información para plantas solares fotovoltaicos y eólicas conectadas al STN y STR* *En los treinta (30) días hábiles siguientes a la entrada en operación comercial del proyecto, los agentes que representan las plantas de generación que se conecten al STN y STR deben entregar los modelos de simulación RMS detallados en la herramienta de simulación que utiliza el CND, los cuales deben ser validados y parametrizables de acuerdo con los requerimientos técnicos definidos en el numeral 8.2.4 del Código de Conexión y conforme a la metodología de validación definida mediante Acuerdo por el C.N.O.* *Los modelos se deben actualizar en los casos en que, en el análisis posoperativo realizado por el CND, se detecte que el modelo no esté de acuerdo a los criterios de calidad definidos por el C.N.O. Para dicha actualización se tendrá un plazo de 6 meses.* *Parágrafo. Una vez definidos los requisitos de los modelos de planta de qué trata el Artículo 5 de la presente resolución, dentro de los sesenta (60) días hábiles siguientes, el C.N.O deberá definir, mediante Acuerdo, la metodología para la validación de los modelos de que trata este artículo.*" (Subryado fuera de texto)
3	Que el CND publicó en su página web el documento Requisitos de Modelos de control de plantas eólicas y solares fotovoltaicas conectadas al STN y STR – Resolución CREG 060/2019.
4	Que el Subcomité de Controles en las reuniones 206 y 209 del 28 de julio y 15 de septiembre de 2020

respectivamente, dio concepto técnico a la actualización de la definición de unidad equivalente y a la inclusión de los requerimientos a tener en cuenta en el modelamiento, cuando se conecte un SAEB a una planta de generación eólica y solar fotovoltaica. Y el Subcomité de Plantas en la reunión 317 del 19 de agosto dio concepto técnico favorable a la actualización de la definición de unidad equivalente.

5

Que el Comité de Operación en la reunión 354 del 24 de septiembre de 2020 recomendó la expedición del presente Acuerdo.

ACUERDA:

1

DEFINICIONES. Para el correcto entendimiento de este Acuerdo, se define:

Parámetros validados de las plantas de generación: son los parámetros de la planta de generación que permiten representar su respuesta real a eventos en el sistema y pruebas de campo.

Modelo validado: es el modelo matemático en el que se ha comprobado la capacidad de reproducir dentro de los márgenes definidos en este Acuerdo, el comportamiento del control de potencia activa / frecuencia y control de tensión/potencia reactiva de la planta de generación y sus unidades equivalentes, mediante la contrastación entre los ensayos de campo definidos en este Acuerdo y eventos reales, y la simulación de condiciones equivalentes.

Control de generación: puede hacer referencia al control de frecuencia / potencia activa, al control de tensión/ potencia reactiva y los limitadores asociados a estos controles. En el documento se referencia también como los controles asociados a la planta de generación.

Unidad generadora: Mínima unidad constitutiva de una planta de generación basada en fuentes de generación no convencional.

Estabilidad: es la característica de respuesta del sistema en la que se verifica que las señales de salida de los modelos validados son amortiguadas en el tiempo ante señales de entrada estables, para los modos y condiciones operativas analizadas.

Modelo Estable: es el modelo en el que se verifica que las señales de salida son amortiguadas en el tiempo ante señales de entrada amortiguadas en el tiempo, para todos los modos y condiciones operativas analizadas.

Registro de Evento de frecuencia para validación de modelo del control Potencia/Frecuencia: Registro asociado a la excursión de la frecuencia del sistema superior a 0.2 Hz.

Modelo de unidad equivalente: Modelo que representa la dinámica de un conjunto de unidades generadoras de una planta de generación no convencional de acuerdo con los criterios establecidos en el Anexo 1.

Punto de agregación: Corresponde al punto en el que se realiza la medición de las variables de potencia reactiva y potencia activa para la validación de cada una de las unidades equivalentes que conforman la planta de generación. Este punto depende de la metodología de agrupación utilizada.

Potencia nominal de la planta de generación: Es la capacidad efectiva neta de la planta de generación.

2

MODELO VALIDADO DE PLANTAS DE GENERACIÓN NUEVAS Y SUS CONTROLES. Los agentes generadores representantes de las plantas de generación eólicas y solares fotovoltaicas conectadas al STN o STR que entren en operación comercial en fecha posterior a la vigencia de este Acuerdo, deberán suministrar en los plazos establecidos en la Resolución CREG 060 de 2019 o aquella que la modifique o sustituya, (30 días hábiles siguientes a la entrada en operación comercial), el modelo y los parámetros validados de la planta de generación, y controles de generación asociados, los cuales deben entregarse desencriptados en la herramienta de simulación usada en el CND. Los modelos de control deben ser suministrados en forma de diagramas de bloques en el dominio de Laplace considerando las funciones matemáticas y lógicas que identifican los elementos modelados cumpliendo con los criterios establecidos en el Anexo 2 del presente Acuerdo. Asimismo, los modelos correspondientes a la planta de generación deben seguir los lineamientos de agrupación establecidos en el Anexo 1 del presente Acuerdo.

3

MODELO VALIDADO DE PLANTAS DE GENERACIÓN EXISTENTES Y SUS CONTROLES. Los agentes generadores representantes de las plantas de generacion eólicas y solares fotovoltaicas conectadas al STN o STR que se encuentren en operación comercial a la fecha de inicio de vigencia de este Acuerdo, deberán suministrar en los plazos establecidos en la Resolución CREG 060 de 2019 o aquella que la modifique o sustituya (6 meses tras la fecha de entrada en vigencia de la resolución) el modelo y los parámetros validados de la planta de generación y controles asociados, los cuales deben entregarse desencriptados en la herramienta de simulación usada en el CND. Los modelos de control

	deben ser suministrados en forma de diagramas de bloques en el dominio de Laplace considerando las funciones matemáticas y lógicas que identifican los elementos modelados cumpliendo con los criterios establecidos en el Anexo 2 del presente Acuerdo. Asimismo, los modelos correspondientes a la planta de generación deben seguir los lineamientos de agrupación establecidos en el Anexo 1 del presente Acuerdo.
4	**ACTUALIZACIÓN DE MODELOS DE PLANTAS DE GENERACIÓN EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS CONECTADAS AL STN Y AL STR.** Los agentes generadores representantes de las plantas de generación eólicas y solares fotovoltaicas conectadas al STN y STR deberán actualizar los modelos de los controles de generación y enviar al CND la información de los modelos validados en los siguientes plazos y casos: • Modernizaciones: ante modernizaciones de un elemento que afecte la respuesta de la planta de generación o de sus controles, el agente representante deberá enviar el modelo actualizado del elemento o elementos modernizados, dentro de los 45 días calendario posteriores a la modernización incluyendo las pruebas realizadas que demuestran que los modelos representan el desempeño requerido del sistema. No se especifican los elementos que pueden generar afectaciones en la respuesta de la planta de generación dada la diversidad de los mismos, para que sean los agentes los que determinen si el cambio realizado afecta la respuesta del sistema. • Cambio de parámetros: en un plazo no mayor a 30 días calendario después de que una planta de generación tenga una modificación en el valor numérico de ajuste en alguno de los parámetros de los controles de generación, sin afectar la estructura de estos. En este caso se acordará entre los Agentes y el CND, las pruebas de validación necesarias dependiendo de los parámetros modificados. Nota: Por condiciones de seguridad de la operación del sistema, se debe notificar al CND el valor númerico nuevo del parámetro con una anticipación mínima de 15 días calendario siempre y cuando este cambio no corresponda a una situación de emergencia del equipo en cuyo caso el cambio se debe informar en el momento en el que se realice. • Desempeño inadecuado de modelos: si durante el seguimiento a la operación del SIN o en los análisis realizados por el CND se identifican diferencias en la respuesta de las plantas de generación y los modelos declarados, el CND enviará un reporte al Agente en el que se detallen las condiciones operativas en las que evidenció el desempeño inadecuado, los registros utilizados para esta verificación y el cálculo de los índices de coherencia correspondientes. El procedimiento detallado para este seguimiento se especifica en el numeral Decimocuarto del presente Acuerdo. Una vez recibida esta comunicación, el agente representante tendrá el plazo establecido en la resolución CREG 060 de 2019 (6 meses) o aquella que la modifique o sustituya, para actualizar los modelos en la base de datos utilizada por el CND. • Actualización periódica: Cuando la comparación del comportamiento real de la planta de generación y el modelo no cumpla con los índices de coherencia descritos en el Anexo 3 del presente Acuerdo, el agente deberá realizar la actualización del modelo correspondiente y enviarla al CND, en un plazo de seis (6) meses, contado a partir de la fecha de la notificación del desempeño inadecuado. En los casos en que el CND no haya podido validar el modelo de alguno de los controles, en al menos 7 oportunidades, en un periodo de 7 años contados a partir de la fecha de recepción a satisfacción del CND de la información de los modelos, a través del seguimiento de que trata el artículo decimo cuarto del presente Acuerdo; el agente deberá actualizar los modelos de controles en un plazo de 6 meses contados a partir de la fecha de la notificación del CND de la imposibilidad de validar el modelo.
5	**ACTUALIZACIONES DE LOS PARÁMETROS DE LAS PLANTAS DE GENERACIÓN EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS CONECTADAS AL STN Y AL STR.** Los agentes generadores representantes de las plantas de generación eólicas y solares fotovoltaicas conectadas al STN y al STR deberán enviar al CND un informe con los parámetros validados de la planta de generación, en un tiempo no mayor a 30 días calendario después de que un elemento de la planta de generación tenga una intervención, como líneas de transmisión, compensadores, transformadores, inversores, generadores o cualquier otro que cambie algún parámetro físico o eléctrico que afecte el comportamiento estático o dinámico de la planta de generación.
6	**AMPLIACIÓN DE PLAZOS.** En el evento que un agente generador de una planta de generación eólica o solar fotovoltaica conectadas al STN y al STR no pueda cumplir con los plazos de entrega de la información establecidos en el presente Acuerdo, deberá solicitar ampliación del plazo a través de correo electrónico al Secretario Técnico del CNO con una antelación mínima de 15 días calendario a la fecha de vencimiento del mismo y presentar la justificación correspondiente de tal situación en el Subcomité de Controles, el cual dará el concepto correspondiente. En todo caso la solicitud de aplazamiento para la actualización de los modelos no puede superar los 6 meses de actualización definidos en la regulación vigente.
7	**ESTABILIDAD DE LOS CONTROLES DE GENERACIÓN Y LOS MODELOS VALIDADOS CORRESPONDIENTES.** Los agentes generadores representantes de las plantas de generación eólicas y

	solares fotovoltaicas conectadas al STN y al STR deberán verificar y garantizar las condiciones de estabilidad de los controles de las plantas de generación y los modelos validados correspondientes, en modo normal de operación con la planta de generación sincronizada a la red, evaluando la estabilidad de los controles y los modelos correspondientes en condiciones de mínimo técnico, un valor intermedio y al menos al 80% de la potencia nominal de la planta de generación.
8	**PARÁMETROS REQUERIDOS DE LA PLANTA DE GENERACIÓN.** Los agentes generadores representantes de las plantas de generacion eólicas y solares fotovoltaicas conectadas al STN y al STR deben determinar los parámetros del modelo de la planta de generación que mejor representen la dinámica del mismo, considerando elementos como líneas de transmisión, compensadores, transformadores, inversores, generadores o cualquier otro parámetro físico o eléctrico que afecte el comportamiento estático o dinámico de la planta de generación. Se debe proporcionar mínimo la siguiente información: • Tipo de conexión (3PH, 3PH-E, etc) • Fuente primaria de generación (eólica, fotovoltaica) • Tipo de generador (I, II, III, IV). Aplica solo a los generadores eólicos. • Número de unidades generadoras de la planta. • Número de paneles solares (plantas solares fotovoltaicas) o número de turbinas (plantas eólicas). • Corriente directa máxima que soporta cada inversor (si aplica). • Potencia nominal de la planta de generación. • Capacidad efectiva de cada uno de las unidades generadoras de la planta. • Características de los sistemas de compensación de reactivos (capacidad, tensión nominal, reactancia). • Características de los transformadores de conexión y el de cada unidad equivalente (tipo de conexión, capacidad, reactancia, número de posiciones de tap, delta de tensión asociado a cada tap, etc). • Parámetros de las líneas que conectan la planta al punto de conexión (reactancia, longitud, capacidad nominal, etc). Estas líneas incluyen las asociadas a cada unidad equivalente y a toda la planta de generación. • Sistemas auxiliares. • Impedancias equivalentes entre el lado de media tensión de los transformadores de generación y el lado de media tensión del transformador de conexión. • Transformador zigzag de conexión a tierra, según su ubicación. • Número de unidades equivalentes. Para definir la validez del modelo de la planta de generación y sus parámetros correspondientes, la reproducción de las diferentes pruebas realizadas por el Agente se hará en la herramienta de simulación dinámica utilizada por el CND y utilizando como base la plantilla definida en el Anexo 5 del presente Acuerdo. Los resultados de las simulaciones serán comparados con los resultados de las pruebas en campo y se aplicarán los índices de evaluación indicados en el Anexo 3 del presente Acuerdo con el fin de verificar la validez de los modelos.
9	**ENTREGA DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE VALIDACIÓN DE LOS MODELOS DE LOS CONTROLES DE GENERACIÓN Y PARÁMETROS DE LA PLANTA DE GENERACIÓN.** Los agentes generadores representantes de las plantas de generación eólicas y solares fotovoltaicas conectadas al STN y al STR deben enviar al CND, mediante comunicación oficial, por los medios que este defina, la siguiente información: • Informe de resultados al CND, donde se describan: la metodología utilizada, las pruebas realizadas y los resultados obtenidos en el proceso de validación de los modelos de control y los parámetros de la planta de generación. • Se deben de entregar los modelos de la planta de generación y sus controles asociados en la herramienta de simulación utilizada por el CND. • La plantilla definida en el Anexo 5 del presente Acuerdo debidamente diligenciada conforme a la pestaña de ayuda. Se deben conservar los nombres de las pruebas tal como aparecen en dicha plantilla. • Datos necesarios para reproducir los registros de pruebas y las simulaciones en formato de texto (.txt) teniendo en cuenta el formato establecido en el Anexo 5. Los registros de las pruebas deben tener el nombre de la prueba correspondiente tal como se indica en la plantilla.
10	**REVISIÓN DEL INFORME DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE VALIDACIÓN DE LOS MODELOS DE LOS CONTROLES DE GENERACIÓN Y PARÁMETROS DE LA PLANTA DE GENERACIÓN.** El informe entregado por el agente debe contener como mínimo la información solicitada en el Anexo 2 y el Anexo 5 del presente Acuerdo. En caso de que el agente no presente la información allí requerida, el CND le informará al agente en un plazo máximo de 15 días calendario dicha situación para que este, en un plazo de 15 días calendario contados a partir del envío de la comunicación del CND, envíe al CND el informe incluyendo los datos faltantes. A partir de la primera entrega, se seguirán aplicando plazos de 15 días calendario para revisión y reporte de información faltante tanto para el agente como para el CND y el incumplimiento de estos plazos será reportado al CNO. Cuando se superen 3 entregas del informe en donde se evidencie la falta de la misma información solicitada, la situación deberá ser justificada en el Subcomité de Controles a tráves de correo electrónico y socializada en la reunión posterior de este para definir el compromiso de entrega definitiva. En todo caso, los tiempos que se incluyen en esta revisión deberán ser tales que la actualización de los modelos no supere los 6 meses definidos en la regulación vigente. Para cumplir con los requerimientos de los modelos validados, el Agente generador debe realizar pruebas de validación en las que se pueda contrastar la respuesta del sistema real con la simulada con el modelo obtenido. En el Anexo 4 del presente Acuerdo, se presenta una guía de pruebas mínimas que deben ser realizadas para verificar la validez de los modelos de los controles de generación. Lo anterior sin perjuicio

de que puedan incluirse pruebas adicionales a las presentadas.
Independientemente de las pruebas que se realicen sobre la planta de generación, las mismas deben desarrollarse a potencias correspondientes al mínimo técnico, un valor intermedio y al menos en el 80 % de potencia nominal declarada, y deben considerarse perturbaciones en las que se exciten las dinámicas lineales y no lineales de los equipos modelados*. Adicionalmente, el Agente generador debe verificar que existe coherencia al comparar las curvas correspondientes del sistema real con las del sistema simulado, utilizando los modelos obtenidos. Una vez el CND reciba oficialmente el informe de resultados por parte del Agente, el CND debe verificar dicha coherencia con base en los índices de comparación de curvas establecidos en el Anexo 3 del presente Acuerdo. Esta verificación debe hacerse sobre al menos las siguientes variables:
• Control de Potencia Reactiva/Tensión: voltaje en el punto de conexión de la planta de generación, potencia reactiva de cada unidad equivalente, potencia reactiva en el punto de conexión de la planta de generación.
• Control de Potencia Activa y Frecuencia: Potencia activa de cada unidad equivalente de la planta de generación y potencia activa en el punto de conexión de la planta de generación.
Para las pruebas realizadas sobre los controladores se deben tomar mínimo 100 muestras por segundo hasta que se logre la estabilización de la señal, lo cual se logra cuando se alcance un punto de operación que ingrese y permanezca dentro de la banda de +/-3% del cambio esperado alrededor del valor final
PARÁGRAFO: Durante la prueba de modelización de cada unidad equivalente se debe garantizar que estarán disponibles y en servicio, al menos, el 10% de las unidades generadoras que conforman dicha unidad equivalente, aproximando este valor al entero mayor más próximo.
**Se deben considerar dinámicas no lineales tales como la limitación por curva de carga de entrega y absorción de reactivos, límites por temperatura, entre otros. Esto sin perjuicio de que se validen las otras funciones de limitación encontradas en la planta de generación.*

11

EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LOS MODELOS VALIDADOS. Una vez el CND reciba el informe completo, revisará los modelos validados de los controles de generación a los que hace referencia el presente Acuerdo, en un plazo máximo de 15 días calendario contados a partir de la recepción del mismo. Esta revisión será realizada en la herramienta de simulación dinámica utilizada por el CND e incluirá la verificación de la estabilidad de los modelos. En caso de presentarse diferencias entre la respuesta del modelo suministrado y el comportamiento real, teniendo en cuenta los requerimientos considerados en el presente Acuerdo, el CND informará tal situación al agente, para que se dé inicio a la revisión del modelo y si es necesario, se hagan las respectivas correcciones.

En caso de que el agente deba realizar correcciones al modelo, tendrá un plazo de 30 días calendario contados a partir de la fecha de recepción de la comunicación del CND, para presentar nuevamente el modelo validado y estable. A partir de la primera entrega, se seguirán aplicando plazos de 15 días calendario para revisión y entrega del modelo validado tanto para el agente como para el CND y el incumplimiento de estos plazos será reportado al CNO. Cuando se superen 3 entregas del modelo validado, en las que se pueden coordinar reuniones entre el agente y el CND para aclarar las diferencias encontradas, la situación deberá ser justificada en el Subcomité de Controles. En todo caso, los tiempos que se incluyen en esta revisión deberán ser tales que la aprobación final del modelo por parte del CND se haga dentro de los 6 meses siguientes a la notificación inicial asociada al informe de validación enviada al agente.

Adicional a la información reportada por el agente, el CND podrá verificar la validez de los modelos de la planta de generación y sus controles utilizando registros diferentes a los utilizados en la etapa de levantamiento de modelos.

El CND podrá solicitar pruebas de reajuste a los controles y de requerirse la validación, cuando se presenten condiciones dinámicas del sistema que requieran reajuste de los parámetros de los controles de generación. Estos reajustes serán realizados en coordinación con el agente de conformidad con los Artículos Cuatro y Cinco del presente Acuerdo.

12

DECLARACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA PLANTA DE GENERACIÓN Y LOS MODELOS DE SUS CONTROLES ASOCIADOS. Una vez el CND de concepto favorable a la validez de los modelos, el agente tendrá máximo 15 días calendario para enviar al CND la actualización de los parámetros correspondientes para lo cual se seguirá el plazo establecido en el Acuerdo CNO 497 o aquel que lo modifique o sustituya.

13

RESUMEN DE PLAZOS PARA EL CND Y LOS AGENTES.
En la Tabla 1 que se presenta a continuación, se resumen los plazos establecidos para el cumplimiento del presente Acuerdo sobre la entrega de informes con los modelos validados para los Agentes generadores representantes de las plantas.

	Entrega de informes de resultados de las pruebas de validación de los	**Plazos para**	**Plazos para realizar correcciones de**	**Plazos para**

Numeral	modelos de los controles de generación y de los parámetros del generador para verificación del CND	realizar correcciones del informe	los modelos (tras la primera revisión)	realizar correcciones de los modelos (iteraciones)
CUARTO: Plantas existentes	6 meses posteriores a la entrada en vigencia de la resolución CREG 060 de 2019.	15 días calendario	30 días calendario después de la notificación del CND	15 dias
TERCERO: Unidades nuevas, modelo validado	30 días hábiles después de su fecha de entrada en operación comercial (CREG 060 de 2019)	15 días calendario	15 días calendario después de la notificación del CND	15 dias
QUINTO: Modernización y cambio de parámetros de los modelos de control	30 días calendario después de modificación del control	15 días calendario	15 días calendario después de la notificación del CND	15 dias
QUINTO: Desempeño inadecuado de modelos	Según reglamentación vigente.	15 días calendario	15 días calendario después de la notificación del CND	15 dias
QUINTO: Revisión periódica	7 años, a partir de la recepción a satisfacción por parte del CND de los modelos de controles validados. Nota: En este caso sólo se envía informe con resultados de pruebas de verificación.	15 días calendario	15 días calendario después de la notificación del CND	15 dias
SEXTO: Cambio de parámetros del parque de generación	30 días después de modificación del control	15 días calendario	15 días calendario después de la notificación del CND	15 dias

Tabla 1. Resumen de plazos establecidos para los Agentes

Por su parte el CND tiene un plazo de 15 días para revisar los informes recibidos y contados a partir de la fecha de entrega del informe de las pruebas por parte de los agentes generadores y las correcciones definidas en el numeral Décimo del presente Acuerdo y tendrá un plazo de 15 días para realizar la validación de los modelos, cuando se cuente con el informe completo o cada vez que se reciban las correcciones indicadas en el numeral Decimoprimero.

En todo caso, los tiempos que se incluyen en esta revisión deberán ser tales que la actualización de los modelos no supere los 6 meses definidos en la regulación vigente.

14 **SEGUIMIENTO A MODELOS**. Se realizará el seguimiento a la calidad de los modelos para lo cual:

• Se evaluará la calidad de los modelos del control de potencia activa/frecuencia y del control de potencia reactiva/tensión en las siguientes variables:
o Control potencia activa/frecuencia: Potencia activa en el punto de conexión, potencia activa medida en las unidades equivalentes (siempre y cuando se cuente con la supervisión de estas en tiempo real).
o Control de potencia reactiva/tensión: Voltaje en punto de conexión, , potencia reactiva en punto de conexión y potencia reactiva de las unidades equivalentes (siempre y cuando se cuente con la supervisión de estas en tiempo real).
Se tomarán registros de perturbaciones de tensión y eventos de frecuencia, del semestre anterior con la mejor resolución disponible con un ancho de ventana tal que se tenga 1 segundo antes de iniciada la perturbación y 10 segundos después de que la frecuencia entre a la banda muerta (evento de frecuencia) o un minuto después de iniciado el evento (perturbación de tensión).
En caso de que la planta esté prestando el servicio de AGC o tenga un comando de cambio de periodo que modifique la potencia de referencia de la misma, se realizará la comparación hasta el momento en el que se aplica el cambio de consigna.
Para realizar la comparación de las curvas se verificará que la señal simulada inicie en un valor tal que su diferencia respecto a la señal medida no supere el 10 % del error de medida de la señal real. En caso de que la señal medida sea oscilatoria o presente ruido, esta desviación será calculada respecto al promedio de la señal real. Se deberá reportar el procedimiento del cálculo de los errores de medición y registro indicando claramente la fuente de estos errores asociada a los equipos de medición correspondientes.
En caso de que la planta bajo revisión presente una oscilación asociada al comportamiento normal de esta para ajustarse a las variaciones continuas de la fuente primaria de generación, cuya magnitud no supere el error de medición, se tomará como valor de la señal real el valor medio de la oscilación. En este caso se deberá reportar la señal de referencia de potencia asociada.
• Perturbación de tensión: variaciones superiores al 2% de la tensión en el punto de conexión.
• Evento de frecuencia: variaciones de la frecuencia por fuera del rango de 59.8 Hz a 60.2 Hz.
En caso de que el CND requiera registros que el agente representante tenga disponibles, el Agente deberá enviárselos, a más tardar 8 días calendario después de la solicitud del CND considerando la mejor resolución disponible a través de los medios que el CND disponga para este intercambio de información. El CND tendrá 2 días después de pasado el evento para hacer la solicitud correspondiente. Para todos los registros se calcularán los índices de coherencia EAMN, CCL y EC definidos en el Anexo 3 del presente Acuerdo. Se considerará que el seguimiento es exitoso si se cumple al menos con una de las siguientes condiciones:
- EC cumple con los umbrales definidos en la Tabla A3.3 del Anexo 3 del presente Acuerdo.
- Error absoluto máximo obtenido al comparar las señales simulada y real en toda la ventana de tiempo de análisis, es menor o igual al error de medición siempre y cuando el índice CCL definido en el Anexo 3 sea mayor a 0.45.
• En caso de que se tengan menos de 15 registros por control en el semestre de análisis, se acumularán los mismos con los periodos de análisis posteriores.
• En caso de que se superen los umbrales definidos en al menos uno de los índices en 5 casos o mas que tengan el mismo patrón (Ver Figura 1) , se enviará al agente un informe con el resultado del seguimiento para que este lo analice e informe al CND a más tardar 8 días calendario después si identifica alguna causa para esta condición. En caso de no encontrarse una justificación, el agente y el CND revisarán conjuntamente el tema en un plazo no superior a 5 días hábiles a partir de la respuesta del agente.
A continuación se presenta la definición de los patrones definidos para el proceso de seguimiento a la calidad de los modelos:

Figura 1. Patrones definidos para el seguimiento a modelos.

Los patrones indicados en la Figura 1 se detallan a continuación:
•Potencia máxima del modelo difiere de la potencia máxima real del generador: Situaciones donde el máximo aporte esperado del sistema real difiere del máximo aporte obtenido con el modelo.
•Desfase entre la señal medida y la simulada: Patrón asociado a diferencias en los tiempos de actuación de la señal real en comparación a los obtenidos con el modelo.
•Ruido en los registros: Casos en los cuales el ruido de la señal real afecta el cálculo de los índices de coherencia establecidos.
•Tiempo de muestreo de los registros: Está asociado a registros con baja frecuencia de muestreo que no capturan las dinámicas del generador y por lo tanto no pueden ser comparadas adecuadamente con la

	señal simulada. •Tiempo de respuesta/velocidad de respuesta: Patrón asociado a diferencias en los tiempos de respuesta de la señal real en comparación a los obtenidos con el modelo. •Aporte: Situaciones donde el aporte esperado de la señal real difiere del aporte obtenido con el modelo. •Banda muerta: Casos donde se evidencia que una de las señales (simulada o real) tiene zonas muertas que difieren a las definidas en la otra señal. •Respuesta oscilatoria/Inestabilidad: Casos donde se evidencia una respuesta oscilatoria y/o inestable en solo una de las dos respuestas. A partir de la reunión de revisión se definirá si la respuesta inadecuada del modelo puede ser resuelta a través de un reajuste de parámetros o si se requiere actualizar el modelo de control: - Para el primer caso, el CND con el agente realizarán un ajuste del modelo sin la obligatoriedad de realizar pruebas adicionales. - En el segundo caso, el agente deberá enviar al CND el modelo validado cumpliendo con las pruebas y requerimientos establecidos en el presente Acuerdo, en el plazo definido en la Resolución CREG 060 del 2019 o aquella que lo modifique o sustituya.
15	Cuando se disponga de un sistema de almacenamiento de energía eléctrica con baterías (SAEB) que opere conjuntamente con una unidad o planta de generación eólica y solar fotovoltaica, se deberá incluir el modelo correspondiente del SAEB considerando la característica de operación y realizar la validación de este modelo en las condiciones que el mismo opere (control de frecuencia o control de tensión, etc), validando que en los demás casos no opera y utilizando las pruebas e indicadores que correspondan según su función operativa. En todos los casos se debe incluir en el modelo del SAEB el lazo del estado de carga y el esquema de operación y control que este tenga en conjunto con la unidad o planta de generación eólica y solar fotovoltaica.
16	El presente Acuerdo rige a partir de la fecha de su expedición y sustituye el Acuerdo 1246 de 2019.

Presidente - Diego González

Secretario Técnico - Alberto Olarte Aguirre

ANEXO(S)

1

REFERENCIAS

[1] Wu, Q. Modeling and Modern Control of Wind Power. Wiley, 2018.
[2] Xiao, W. Photovoltaic Power System: Modeling, Design, and Control. Wiley, 2017.