



---

**Comisión de Regulación  
de Energía y Gas**

# **EXCEPCIÓN A LOS LÍMITES DE LA TENSIÓN NOMINAL EN LA OPERACIÓN DE LOS STR**

**DOCUMENTO CREG 096**  
**17-OCT-2019**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN DE  
REGULACIÓN DE ENERGÍA Y  
GAS**

## CONTENIDO

1. ANTECEDENTES .....	6
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	7
2.1 Información recibida.....	8
3. OBJETIVOS.....	9
4. ALTERNATIVAS .....	10
5. ANÁLISIS DE IMPACTOS .....	10
5.1 Alternativa de no hacer nada .....	10
5.2 Alternativa para permitir operar por debajo del límite del 90% de la tensión nominal .....	10
6. ALTERNATIVA RECOMENDADA .....	11
6.1 Condiciones para poder aplicar la excepción temporal.....	11
6.2 Procedimiento para aplicar la excepción temporal .....	11
6.3 Referencia a resoluciones de la CREG .....	12
6.3.1 Resolución CREG 025 de 1995.....	12
6.3.2 Resolución CREG 080 de 1999.....	13
6.4 Referencia a normas internacionales.....	14
7. CONSULTA PÚBLICA .....	14
8. CONCLUSIONES .....	14

CAMBIO EN LOS LÍMITES DE LA TENSIÓN NOMINAL EN LA OPERACIÓN DE LOS STR

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 1
Documento	DOCUMENTO CREG 096-19	Fecha última revisión: 14/11/2017	Página: 5

## EXCEPCIÓN A LOS LÍMITES DE LA TENSIÓN NOMINAL EN LA OPERACIÓN DE LOS STR

### 1. ANTECEDENTES

De conformidad con lo previsto en el artículo 11 y en el literal i) del artículo 23 de la Ley 143 de 1994, corresponde a la Comisión de Regulación de Energía y Gas, CREG, establecer el Reglamento de Operación para realizar el planeamiento, la coordinación y la ejecución de la operación del Sistema Interconectado Nacional.

En virtud de lo dispuesto en el literal n) del artículo 23 de la Ley 143 de 1994, la CREG tiene la facultad de "definir y hacer operativos los criterios técnicos de calidad, confiabilidad y seguridad del servicio de energía".

El artículo 33 de la Ley 143 de 1994 dispuso que "la operación del sistema interconectado se hará procurando atender la demanda en forma confiable, segura y con calidad del servicio mediante la utilización de los recursos disponibles en forma económica y conveniente para el país".

Mediante el Código de Operación, que hace parte del Código de Redes adoptado con la Resolución CREG 025 de 1995 se establecieron los criterios, procedimientos y requisitos de información necesarios para realizar el planeamiento, el despacho económico, la coordinación, la supervisión y el control de la operación integrada del Sistema Interconectado Nacional, SIN.

La Comisión, mediante la Resolución CREG 070 de 1998 adoptó el Reglamento de Distribución de energía eléctrica, el cual contiene las normas sobre la calidad en la prestación del servicio de distribución de electricidad. En particular, el numeral 6.2.1 de este reglamento, relacionado con la calidad de la potencia, fue modificado con la Resolución CREG 024 de 2005.

En comunicaciones del Consejo Nacional de Operación, CNO, y del Centro Nacional de Despacho, CND, se solicitó a la CREG revisar las exigencias regulatorias relacionadas con las variaciones permitidas en los niveles de tensión, en la operación del STR.

Con respecto a lo anterior, XM S.A. E.S.P. en comunicación dirigida a la Comisión, con radicado CREG E-2019-009676, manifiesta lo siguiente:

- Debido al crecimiento sostenido de la demanda y la no entrada oportuna de los proyectos de expansión, se ha venido programando Demanda No Atendida -DNA- en el despacho económico en las cargas de El Banco 110 kV (GCM) y Gambote y Zambrano 66 kV (Bolívar), por agotamiento de la red que conlleva a sobrecargas y tensiones por debajo de los niveles permitidos en la regulación vigente en estado estacionario.
- En el caso de la subestación El Banco 110 kV, subestación conectada de forma radial a la subestación Copey 110 kV por medio del circuito Copey - El Paso - El Banco 110 kV, se han agotado las acciones operativas identificadas en coordinación entre el CND y el Operador de Red y se ha venido materializando la DNA en la operación en tiempo

#### CAMBIO EN LOS LÍMITES DE LA TENSIÓN NOMINAL EN LA OPERACIÓN DE LOS STR

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 1
Documento	DOCUMENTO CREG 096-19	Fecha última revisión: 14/11/2017	Página: 6

*real, si bien no es de forma continua, ya que depende del comportamiento que presente en la operación cada día la demanda, si se ha venido incrementado el número de días en que se ha materializado dicha situación, en especial en los últimos dos meses. Esta DNA se presenta por restricción eléctrica de la red que impide mantener las tensiones en los niveles establecidos en la regulación o para evitar sobrecargas en estado estacionario de los activos que la conectan a la subestación Copey.*

- *Para el caso de las subestaciones Gambote y Zambrano 66 kV (Bolívar) si bien hasta el momento se han logrado tomar acciones operativas en coordinación entre el CND y el Operador de Red para evitar la materialización de la DNA en la operación real, con el crecimiento de la demanda que se viene presentando y la no entrada de nuevos proyectos en el corto plazo es posible que se empiece a materializar DNA en el corto o mediano plazo.*

*(...)*

*... como posible acción regulatoria que puede mitigar la afectación de la demanda en el corto plazo, se propone se analice por parte de la Comisión la posibilidad de modificar los criterios de calidad establecidos en la Resolución CREG 025 de 1995, de forma tal que se permita que en subestaciones del STR radiales, donde los recursos de transporte o generación disponibles en el sistema no son suficientes para mantener los niveles de tensión mínimos del 90%, el Operador de Red, de acuerdo a las necesidades de la demanda que atiende, pueda operar en valores inferiores al 90%, de forma que se materialice una menor DNA.*

Además, en comunicación dirigida al Ministerio de Minas y Energía (radicado CREG E-2019-009541), relacionada con temas de redespachos eléctricos en el SIN, XM afirma lo siguiente para el STR Norte:

*Se debe tener presente que estas dos subáreas en particular [se refiere a Guajira y Córdoba - Sucre], presentan una característica de radialidad en sus redes del STR, que lleva a que en GCM cerca del 55% de la demanda y en Córdoba Sucre cerca del 40% de sus demandas se atiende en forma radial, lo que implica que ante contingencias sencillas o mantenimientos de emergencia se presente DNA, al no contar con recursos de generación que permitan atender la demanda.*

*Adicionalmente, se ha venido presentando en algunos períodos y en algunos días, en las subestaciones El Banco y El Paso que la demanda real supera la máxima atendible, siendo necesario programa racionamiento en estado estacionario para evitar sobrecargas o bajas tensiones, racionamientos que, en varios de los casos, no se materializan en la operación en tiempo real.*

En este documento se presenta un análisis sobre esta situación y las posibles alternativas de solución.

## 2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En algunas partes del país, donde hay subestaciones del STR conectadas a líneas radiales se presentan situaciones en las que estas líneas han alcanzado su capacidad de transferencia dado que, si se intentara transportar más energía, en esas subestaciones se presentarían niveles de tensión en estado estacionario por debajo de los límites permitidos en la regulación.

CAMBIO EN LOS LÍMITES DE LA TENSIÓN NOMINAL EN LA OPERACIÓN DE LOS STR

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 1
Documento	DOCUMENTO CREG 096-19	Fecha última revisión: 14/11/2017	Página: 7

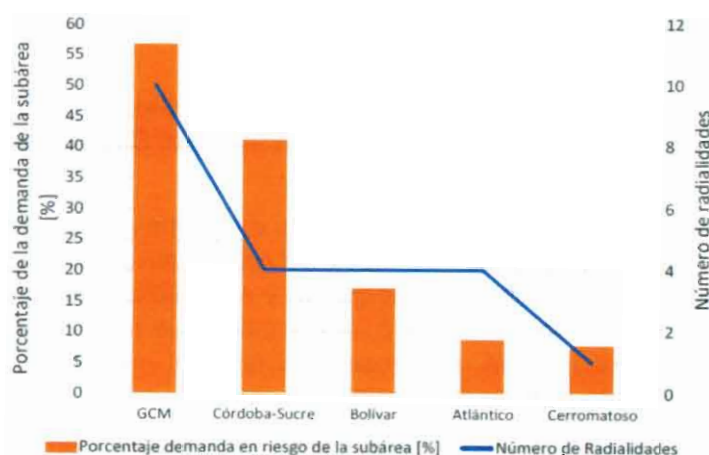
Esto hace que el CND tenga que programar desconexiones de carga con el propósito de evitar que los niveles de tensión estén por debajo de dichos límites.

## 2.1 Información recibida

En el informe realizado por la empresa XM el mes de septiembre de este año, relacionado con la situación del sistema eléctrico de la Costa Caribe, se hace alusión a las características de radialidad en el STR de esta área, mostrando como en este tipo de sistemas se puede presentar mayor riesgo de demanda no atendida, DNA, en ciertas zonas, ya sea por bajas tensiones en estado estacionario, o sobrecarga de activos en estado estacionario en caso de contingencias sencillas.

La siguiente gráfica muestra, para varias subáreas de la Costa Caribe, el número de zonas atendidas mediante líneas radiales y el porcentaje de demanda de cada zona que tiene riesgo de atención.

Gráfica 1. Características del STR en el área Caribe



Fuente: XM

En particular para la subárea Guajira - Cesar - Magdalena, GCM, a continuación se presenta una gráfica de la demanda no atendida durante el año 2019, para la zona atendida por la línea radial de 110 kV, Copey - El Paso - El Banco.

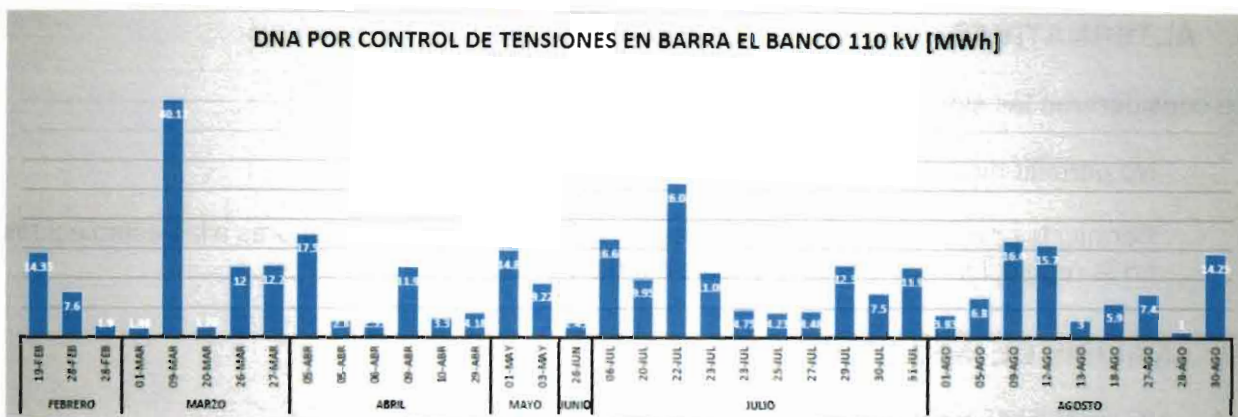
### CAMBIO EN LOS LÍMITES DE LA TENSIÓN NOMINAL EN LA OPERACIÓN DE LOS STR

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 1
Documento	DOCUMENTO CREG 096-19	Fecha última revisión: 14/11/2017	Página: 8

*[Firma manuscrita]*



Gráfica 2. Agotamiento de la línea Copey



Fuente: XM

De las gráficas anteriores se puede observar que hay varias zonas en riesgo de atención de la demanda máxima y en algunas de ellas, como es el caso de la subestación El Banco, 110 kV, dado que ya se alcanzó la capacidad de transferencia de la línea que la alimenta, se presenta la necesidad de programar DNA.

Como se mencionó en los antecedentes, XM solicita a la CREG revisar la regulación vigente para que se permita que "en subestaciones del STR radiales, donde los recursos de transporte o generación disponibles en el sistema no son suficientes para mantener los niveles de tensión mínimos del 90%, el Operador de Red, de acuerdo a las necesidades de la demanda que atiende, pueda operar en valores inferiores al 90%, de forma que se materialice una menor DNA."

Por otro lado, en presentación de la Empresa Electricaribe relacionada con el estudio de estabilidad del nivel de tensión de la subestación El Banco, 110 kV, concluye que aún con niveles de tensión inferiores al 90% en las barras de 110 kV es posible mantener niveles de tensión superiores al 90% en los barrajes de 34,5 kV y 13,8 kV operando los cambiadores de taps del transformador de esta subestación.

### 3. OBJETIVOS

El objetivo de esta propuesta es definir una excepción de carácter temporal para que, cuando se cumplan unas condiciones específicas, sea posible operar algunas partes del STR con tensiones nominales inferiores a las establecidas en la regulación vigente.

Con este propósito se plantean los siguientes objetivos particulares:

- Definir una excepción de carácter temporal para permitir operar algunas subestaciones del STR con valores de tensión inferiores al 90% de la nominal.
- Establecer las condiciones a cumplir para que se pueda aplicar la excepción.

CAMBIO EN LOS LÍMITES DE LA TENSIÓN NOMINAL EN LA OPERACIÓN DE LOS STR

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 1
Documento	DOCUMENTO CREG 096-19	Fecha última revisión: 14/11/2017	Página: 9

- Diseñar un procedimiento para que se dé aprobación a la utilización de la excepción temporal.

#### 4. ALTERNATIVAS

Se consideraron las siguientes alternativas:

- No permitir ninguna excepción
- Permitir la operación de subestaciones del STR con tensiones inferiores a las establecidas en la regulación vigente, bajo ciertas condiciones.

#### 5. ANÁLISIS DE IMPACTOS

##### 5.1 Alternativa de no permitir excepciones

Con base en la regulación vigente, las barras de las subestaciones del STR deben operar con tensiones que oscilen entre el 90% y el 110% del valor nominal.

Pueden darse casos en los que, en algunas zonas del país, atendidas por subestaciones del STR conectadas a líneas radiales, se tengan que programar la desconexión de cargas dado que en las barras de la subestación se alcanza el límite inferior de tensión permitido del 90% de su valor nominal, con lo cual se presentaría demanda no atendida, DNA, en esas zonas. Esto aun cuando se pueden tomar acciones operativas para mantener los límites de tensión a los usuarios del servicio conectados aguas abajo.

Si no se flexibiliza la regulación vigente la situación anteriormente descrita se estaría aumentando con el crecimiento natural y estacional de la demanda, con la consiguiente afectación a un número mayor de usuarios, por lo que se recomienda descartar esta alternativa por su impacto negativo sobre estos últimos.

##### 5.2 Alternativa para permitir operar por debajo del límite del 90% de la tensión nominal

Es posible que en las zonas descritas en el anterior numeral también existan equipos de transformación o equipos de compensación que permitan mantener las tensiones de operación del Sistema de Distribución Local, SDL, dentro de los límites establecidos en la regulación, aún si en las barras de las subestaciones del STR se presente un nivel de tensión por debajo del 90% del valor nominal.

Considerando lo anterior, una alternativa factible es la de permitir operar algunas de las subestaciones del STR por debajo del nivel inferior del 90% de la tensión nominal, siempre que se cumplan algunas condiciones, entre ellas, las de tener los equipos requeridos para que las tensiones del SDL, que se conecta a estas subestaciones, se mantengan dentro de los límites establecidos en la regulación de calidad del servicio.

CAMBIO EN LOS LÍMITES DE LA TENSIÓN NOMINAL EN LA OPERACIÓN DE LOS STR

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 1
Documento	DOCUMENTO CREG 096-19	Fecha última revisión: 14/11/2017	Página: 10

Con el propósito de disminuir, y de ser posible eliminar, la necesidad de programar la desconexión de cargas del sistema, esta es la alternativa recomendada como resultado del análisis presentado en este documento.

## 6. ALTERNATIVA RECOMENDADA

Con base en lo mencionado en el numeral anterior, la alternativa recomendada en esta propuesta es la de permitir que en la operación del STR se puedan presentar, en algunas subestaciones, tensiones en barras inferiores al 90% de la tensión nominal.

La propuesta consiste entonces en modificar el numeral 6.2.1.1 del Reglamento de Distribución, adoptado con la Resolución CREG 070 de 1998, creando una excepción temporal para que se pueda hacer la operación del STR por debajo de los límites actuales de tensión.

### 6.1 Condiciones para poder aplicar la excepción temporal

Con el propósito de que la excepción se utilice solo en los casos que sea posible justificar, se exigirá que para poderla aplicar se tengan las siguientes condiciones:

- a) En el SDL se debe contar con los activos requeridos, ya sean transformadores con cambiadores de taps, equipos de compensación u otra tecnología, que permitan aumentar la tensión en el lado del SDL, de tal forma que las tensiones en este sistema se mantengan entre el 90% y el 100% de la tensión nominal. Este debe ser un requerimiento a verificar antes de iniciar el procedimiento para aplicar la excepción.
- b) Las subestaciones donde se puede aplicar la excepción deben estar conectadas a líneas radiales del STR en las que, para efectos de permitir transportar una mayor cantidad de energía, se requiere que el nivel de tensión en las barras de algunas subestaciones llegue a valores por debajo del 90%. Tampoco deben estar instaladas en el área otras fuentes de generación que permitan suplir la energía faltante.
- c) En las zonas donde se presenta la situación descrita deben estar en construcción los proyectos de expansión o de reposición de redes que permitan solucionar el problema de agotamiento de la capacidad de transporte del sistema.

### 6.2 Procedimiento para aplicar la excepción temporal

Antes de iniciar la aplicación de la excepción temporal se debe cumplir el siguiente procedimiento:

- a) El CND o cualquier agente puede identificar alguna zona del STR donde se cumplan las condiciones mencionadas en el numeral anterior. Con base en la información disponible y los datos de proyecciones de demanda de la zona el CND analiza la situación y elabora una recomendación para que se permita aplicar la excepción.

Como parte de la recomendación el CND debe incluir el plazo durante el cual se podrá aplicar la excepción, el cual debe estar directamente relacionado con el plazo previsto para la entrada en operación de los activos del STR que están en construcción y que van a permitir aliviar la restricción.

#### CAMBIO EN LOS LÍMITES DE LA TENSIÓN NOMINAL EN LA OPERACIÓN DE LOS STR

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 1
Documento	DOCUMENTO CREG 096-19	Fecha última revisión: 14/11/2017	Página: 11





Un parámetro importante que se debe incluir dentro de la recomendación del CND es el porcentaje mínimo de la tensión nominal a permitir durante la operación. Este valor debe acompañarse de una justificación y, para su determinación, debe tenerse en cuenta que el sistema debe operar en forma continua, segura y confiable, considerando entre otros la estabilidad del sistema y la operación de servicios auxiliares en las subestaciones.

La recomendación del CND debe presentarse al CNO para su aprobación.

- b) El CNO estudia la recomendación presentada por el CND y procede a probarla mediante acuerdo.
- c) Si por alguna razón justificada, como por ejemplo que el MME prorrogó la fecha de entrada en operación de los proyectos en construcción que dan solución al agotamiento de la capacidad de transferencia, el plazo previsto para la aplicación de la excepción se puede ampliar siguiendo los pasos mencionados en los anteriores literales.

Es necesario tener en cuenta que si se llegase a instalar una solución transitoria, mientras entran en operación los proyectos de construcción de redes, finaliza la aplicación de la excepción temporal.

### 6.3 Referencia a resoluciones de la CREG

#### 6.3.1 Resolución CREG 025 de 1995

En el Código de Operación, que hace parte del Código de Redes adoptado por la Resolución CREG 025 de 1995, se encuentran los siguientes textos:

##### 2.2. PLANEAMIENTO OPERATIVO ELÉCTRICO

(...)

##### 2.2.2 Criterios Generales.

*Los criterios generales del planeamiento de la operación eléctrica son los siguientes:*

- *En estado estacionario las tensiones en las barras de 115 kV, 110 kV y 220 kV, 230 kV no deben ser inferiores al 90% ni superiores al 110% del valor nominal. Para la red de 500 kV el voltaje mínimo permitido es del 90% y el máximo es del 105% del valor nominal.*
- *La máxima transferencia por las líneas se considera como el mínimo valor entre el límite térmico de los conductores, máxima capacidad de los transformadores de corriente, el límite de transmisión por regulación de voltaje y el límite por estabilidad transitoria y dinámica.*

(...)

#### 5. COORDINACIÓN, SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LA OPERACIÓN DEL SIN

(...)

##### 5.1 CRITERIOS GENERALES.

(...)

CAMBIO EN LOS LÍMITES DE LA TENSIÓN NOMINAL EN LA OPERACIÓN DE LOS STR

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 1
Documento	DOCUMENTO CREG 096-19	Fecha última revisión: 14/11/2017	Página: 12

- *En condiciones de operación normal, las tensiones en las barras de 110 kV, 115 kV, 220 kV y 230 kV no deben ser inferiores al 90% ni superiores al 110% del valor nominal. Para la red de 500 kV el voltaje mínimo permitido es del 90% y el máximo es del 105% del valor nominal.*

Como se observa, en los textos citados se hace referencia a la operación de los barrajes de 110 kV y 115 kV, que hacen parte del STR. Por lo anterior, es necesario precisar que en los anteriores textos de la Resolución CREG 025 de 1995 cuando se hace referencia a estos niveles de tensión se debe tener en cuenta la propuesta de modificación del Reglamento de Distribución, descrito en los numerales anteriores, para que, cuando se apruebe la excepción temporal para algunos barrajes del STR, esa excepción también aplique a lo previsto en los apartes citados de la Resolución CREG 025 de 1995.

### 6.3.2 Resolución CREG 080 de 1999

En la Resolución CREG 080 de 1999 se definen, entre otras, las funciones a cargo del Centro Nacional de Despacho y se precisan las de los Operadores de Red en cuanto a la supervisión y operación de los activos del sistema.

*Artículo 3o. Funciones del Centro Nacional de Despacho (CND). Son funciones del CND las siguientes:*

(...)

#### 2. Supervisión Operativa.

(...)

- f) Supervisar directamente las variables de operación de los activos de los STR's y/o SDL's que a su criterio se requiera.*

(...)

#### 3. Coordinación Operativa.

(...)

- g) Coordinar la operación de los activos de los STR's y/o SDL's que a su criterio se requiera.*

(...)

- i) Coordinar a través de los Transportadores que a su criterio requiera, la regulación de voltaje de otros activos del SIN.*

(...)

*Artículo 8o. Funciones Operativas de los OR's. Son funciones de los OR's las siguientes:*

(...)

#### 2. Supervisión Operativa.

- a) Supervisar la operación de los activos de los STR's y/o SDL's que sean de su propiedad. Para efecto de la supervisión en el nivel de tensión IV, el OR deberá instalar los equipos requeridos si el CND estima que se requiere.*

#### CAMBIO EN LOS LÍMITES DE LA TENSIÓN NOMINAL EN LA OPERACIÓN DE LOS STR

Proceso	<b>REGULACIÓN</b>	Código: RG-FT-005	Versión: 1
Documento	<b>DOCUMENTO CREG 096-19</b>	Fecha última revisión: 14/11/2017	Página: 13

- b) *Supervisar la operación de los activos que le hayan sido encargados por otros Transportadores o por generadores no despachados centralmente.*

3. *Coordinación Operativa.*

- a) *Coordinar con el CND el Control Operativo de los activos que sean de su propiedad y sobre los cuales el CND estima que requiere dicha coordinación y de los activos que le hayan sido encargados por otros Transportadores y agentes generadores no despachados centralmente.*
- b) *Coordinar la regulación de voltaje de los activos que sean de su propiedad y de otros activos que le hayan sido encargados por otros Transportadores, que operen a tensiones inferiores a nivel IV.*

(...)

Con base en los textos citados, se entiende que el CND, adicional a la supervisión de los activos del STR, puede coordinar con los OR la supervisión de los activos del SDL que a su criterio requiera para verificar el cumplimiento de las condiciones propuestas para la aplicación de la excepción temporal.

#### 6.4 Referencia a la práctica internacional

Durante el análisis de la propuesta se revisaron varias normas y estándares internacionales relacionadas con las variaciones permitidas en los niveles de tensión, en estado estacionario.

Si bien en algunas de ellas se tienen variaciones similares a las establecidas en la regulación colombiana, siendo el rango de variación del 10% un estándar común en condiciones normales de operación, en otros sistemas se exigen que los rangos de variación permitidos sean aún inferiores al 10% señalado en la regulación local. En otros casos también se permite niveles de tensión inferiores en situaciones especiales, por ejemplo el de un límite inferior de -15% para usuarios con conexiones de red remotas en la norma EN 50160.

También se encuentra el caso de aplicación de excepciones a las normas de límites de variación de tensiones nominales en estado estacionario, de acuerdo con las condiciones de zonas específicas, como previsto en el Manual de Operaciones de Transmisión de PJM en EEUU (PJM Manual 03: Transmission Operations, Section 3: Voltage & Stability Operating Guidelines).

## 7. CONSULTA PÚBLICA

Se propone publicar para consulta un proyecto de resolución con el cual se permite la conexión compartida de activos de generación.

## 8. CONCLUSIONES

Se propone presentar para aprobación de la CREG un proyecto de resolución donde se ponga en consulta una propuesta regulatoria que contiene los siguientes aspectos:

#### CAMBIO EN LOS LÍMITES DE LA TENSIÓN NOMINAL EN LA OPERACIÓN DE LOS STR

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 1
Documento	DOCUMENTO CREG 096-19	Fecha última revisión: 14/11/2017	Página: 14

- Creación de una excepción temporal para operar por debajo de los límites permitidos de tensión nominal, cuando se cumplan las condiciones y el procedimiento presentados en la propuesta, dentro del "Reglamento de Distribución".
- Por consistencia hacer referencia al "Código de Redes" para que, cuando allí se haga referencia a los límites permitidos para las tensiones del STR, se tenga en cuenta la aplicación de la excepción temporal.

CAMBIO EN LOS LÍMITES DE LA TENSIÓN NOMINAL EN LA OPERACIÓN DE LOS STR

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 1
Documento	DOCUMENTO CREG 096-19	Fecha última revisión: 14/11/2017	Página: 15

