

Consejo Nacional de Operación CNO

COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS (CREG)
No. RADICACION: E-2016-002470 09/Mar/2016-15:22:57
MEDIO: CORREOS No. FOLIOS: 1 ANEXOS: ANEXO
CREG
ORIGEN CONSEJO NACIONAL DE OPERACION -CNO-
DESTINO Jorge Pinto

Bogotá, D.C. 9 de marzo de 2016

Doctor
JORGE PINTO NOLLA
Director Ejecutivo
COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS – CREG
Av. Calle 116 No. 7-15 Edificio Cusezar Int. 2 Oficina 901
Ciudad

Asunto: Solicitud de modificación del estatuto de racionamiento
(Resolución CREG 119 de 1998)

El Consejo Nacional de Operación en ejercicio de las funciones que la Ley 143 de 1994 le ha asignado, es el responsable de acordar los aspectos técnicos para garantizar que la operación integrada del sistema interconectado nacional sea segura, confiable y económica, y ser el ejecutor del Reglamento de Operación, presenta a continuación las conclusiones del análisis realizado por el Comité de Distribución del Consejo sobre la aplicación del Estatuto de Racionamiento vigente (Resolución CREG 119 de 1998), a nivel teórico y con pruebas piloto en terreno, encontrando que existen aspectos que vale la pena revisar con el fin de facilitar su aplicación y efectividad.

Como producto de los análisis y simulaciones efectuadas, se identificaron las siguientes dos necesidades de modificación que respetuosamente proponemos sean revisadas al interior de la Comisión:

1. Debido al carácter técnico y operativo en la programación y ejecución de un racionamiento programado y para garantizar la oportunidad y las cantidades a racionar de acuerdo con las instrucciones del CND, la

1

Consejo Nacional de Operación CNO

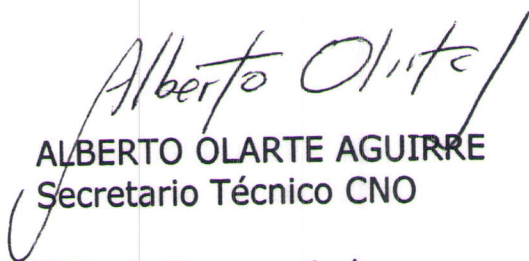
responsabilidad debe ser del operador de red y no de los comercializadores, como está previsto actualmente en la Resolución CREG 119 de 1998. De otro lado, el rol del comercializador, también fundamental en este tipo de programas, debe estar orientado a los clientes y a retroalimentar al operador de red sobre la eficacia de las acciones adelantadas.

2. El racionamiento por tensión que se propuso para magnitudes a racionar inferiores al 1.5% de la demanda es una medida que no es práctica ni expedita a corto plazo, porque su implementación requiere de maniobras en terreno y/o adecuaciones a niveles de sistemas de monitoreo. Adicionalmente se requiere de análisis específicos debido a que ciertas cargas presentan alta sensibilidad a las variaciones de tensión (ej. antenas de comunicación) o circuitos para no violar las desviaciones máximas de tensión exigidas por el Código de Redes.

Con el fin de soportar esta solicitud, presentamos los análisis teóricos y prácticos, que soportan la segunda solicitud.

Quedamos a la espera de sus comentarios o solicitudes de aclaración.

Atentamente,



ALBERTO OLARTE AGUIRRE
Secretario Técnico CNO

Adjunto lo anunciado

Análisis aplicabilidad racionamiento por disminución de tensión

El presente documento tiene por objeto presentar los análisis efectuados al Esquema de Racionamiento por disminución de tensión, desde las perspectivas teórica y práctica, la primera corroborada a través de simulaciones y la segunda a través de una prueba técnica efectuada en terreno.

1 Revisión teórica.

1.1 Modelo Consumo dependiente de la tensión:

El modelo clásico que relaciona la potencia dependiente de la tensión se describe mediante la siguiente ecuación:

$$P = YV^k$$

Donde:

P : Potencia consumida por la carga eléctrica o demanda.

V : Tensión aplicada a la carga eléctrica o demanda.

k = 2, ..., 0 Constante que caracteriza el tipo de carga eléctrica o demanda.

Y: admitancia equivalente de la demanda.

Las demandas de tipo impedancia constante tienen una constante $k = 2$ y son comúnmente relacionadas con zonas residenciales. Las demandas tipo potencia constante tienen una constante $k=0$ y son relacionadas con industrias por equipos como motores.

Sin embargo, este relacionamiento es cuestionable ante avances tecnológicos en equipos de consumo eléctrico. Por ejemplo, el reemplazo de bombillos incandescentes por bombillas de mercurio de bajo consumo o bombillas tipo LED. Por tanto sería necesario tener caracterizada la carga por zonas geográficas o conectividad eléctrica como el circuito alimentador o transformador de distribución para conocer y entender la relación Consumo Eléctrico versus Tensión.

1.2 Cambios en los consumos de demanda por cambios en la tensión:

Un cambio en la tensión afecta de forma diferente el consumo de una determinada carga de acuerdo a su tipo, como se muestra en la siguiente figura.

Tipo de carga	Cambio de Tensión	Cambio de Energía	Ejemplo	
			Tensión	Energía
K=0 (potencia constante)	Dx	0	+/- 5%	0%
K=1 (corriente constante)	Dx	dx	+/- 5%	+/-5%
K=2 (impedancia constante)	Dx	dx^2	+/- 5%	+/-10.25%

1.3 Análisis de resultados teóricos

Las herramientas de simulación de redes de distribución eléctrica utilizan este concepto para los análisis de flujo de carga. A continuación se presenta una tabla comparativa con resultados obtenidos para cargas de tipo impedancia constante y cargas de tipo potencia constante.

Tensión de operación	Zcte			Pcte		
	Voltaje (kV)	Corriente (A)	Potencia (MVA)	Voltaje (kV)	Corriente (A)	Potencia (MVA)
Tensión nominal (13.2kV)	13.313	7.21	16.64	13.317	710	16.38
Reducción tensión 5% (12.54kV)	12.568	6.81	14.83	12.545	754	16.38
Porcentaje de reducción por variable	5.596%	5.548%	10.877%	5.797%	-6.197%	0.000%

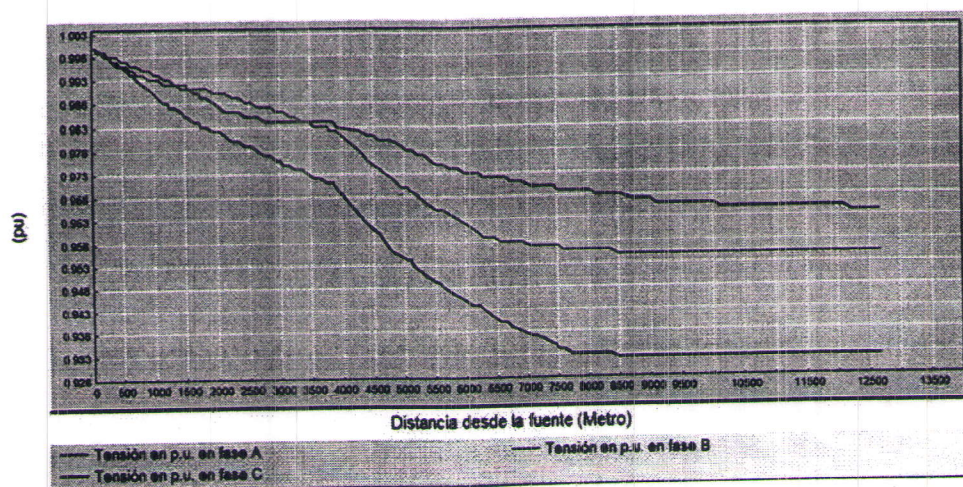
En ambos casos (Zcte y Pcte) se realizó una reducción en la tensión de 5%; sin embargo los datos de potencia y corriente obtenidos son diferentes:

Para el caso de Zcte se observa una disminución en la corriente del 5.5% y de 10.8% en la potencia; mientras que para el caso de Pcte, al mantener la potencia constante y al haber reducido la tensión se presenta un incremento en la corriente de 6.1%.

1.4 Efecto de la caída de tensión por regulación en las redes de distribución

La reducción de tensión se realiza a nivel de barraje, para el caso planteado sin embargo existen circuitos con topologías especiales sobre los cuales, una disminución de 5% puede llevar a infringir lo exigido por el código de redes, ocasionando que la tensión en cola sea inferior a 0.9 pu. En la siguiente gráfica se ilustra el comportamiento de la tensión con relación a la distancia (caída por regulación de tensión al final del circuito es de aproximadamente un 5% con respecto a la tensión en la fuente, por tanto al disminuir la tensión en la fuente se presenta el riesgo de tener en la cola de los circuitos tensiones que infrinjan la norma.

Perfil de tensión



Adicionalmente al ingresar una nueva carga a las redes de distribución los taps del transformador (propiedad cliente o propiedad OR) se ajustan según la condición de estado estable de la red, por lo que en el caso de mover tensión en barra sería necesario mover los taps de los transformadores de distribución.

Los taps de los transformadores de distribución están ajustados para mantener la condición estable de las barras de subestación de potencia, si se hace un cambio en el nivel de tensión de estas barras, implicaría la necesidad de ajustar los taps de los transformadores de distribución MT/BT especialmente en los tramos finales de los circuitos. De otro lado, para el caso de transformadores de propiedad del usuario o de acceso restringido se debe coordinar con los usuarios estas modificaciones. Para todos los casos conllevaría a suspensiones temporales del servicio para llevar a cabo estas maniobras.

En el caso de transformadores tridevanados de potencia donde se tenga carga conectada en el devanado de media tensión, generalmente cargas industriales, no sería posible afectar la tensión únicamente de las cargas primordialmente residenciales, puesto que la mayoría de transformadores tridevanados tienen el cambiador de taps en el devanado de alta tensión.

Calidad del servicio

- Otra restricción de la reducción de tensión es el impacto que puede sobre la calidad del servicio al usuario final, debido a la sensibilidad de las cargas a las variaciones de tensión, ya que algunos clientes no pueden operar sus equipos ante reducciones de tensión, por lo cual, para este tipo de usuarios es más contraproducente una reducción durante todo el tiempo que dure el programa de racionamiento por tensión ya que se vería afectado en forma permanente, mientras que la alternativa de desconexión total sólo lo afectaría en un lapso determinado.

Dentro del grupo mencionado como sensible a las variaciones de tensión pueden existir usuarios comerciales o industriales inmersos en circuitos de tipo residencial, o los mismos usuarios residenciales, como ejemplo presentamos la casuística identificada:

- En Colombia no tiene una delimitación geográfica para su uso residencial, comercial o industrial o porque aún teniendo un POT ciertos usuarios como antenas y equipos de comunicación operan en cualquier zona por necesidades de cobertura de servicio.
- En el caso de edificios residenciales, los cuales utilizan sistemas de bombeo de agua, se ha identificado que una reducción de tensión estas bombas puede presentar problemas de operación, sobrecalentarse y afectar su vida útil o en el peor de los casos sufrir daños irreversibles. Los conjuntos residenciales no cuentan con la capacidad técnica para determinar la causa de las fallas o las no operatividades, por lo que las afectaciones reales de un racionamiento de tensión pueden ser imperceptibles a los ORs pero generar sobrecostos a los usuarios.
- En el caso de tecnologías de generación renovable puede afectarse ante la reducción de tensión como las pequeñas centrales hidroeléctricas y los sistemas fotovoltaicos, los cuales que cada día se incorporan más en las redes eléctricas colombianas.

En el caso de llevarse a cabo esta medida de racionamiento no existe claridad en cuanto a la responsabilidad del OR al presentarse reclamaciones o quejas por parte de los usuarios ante

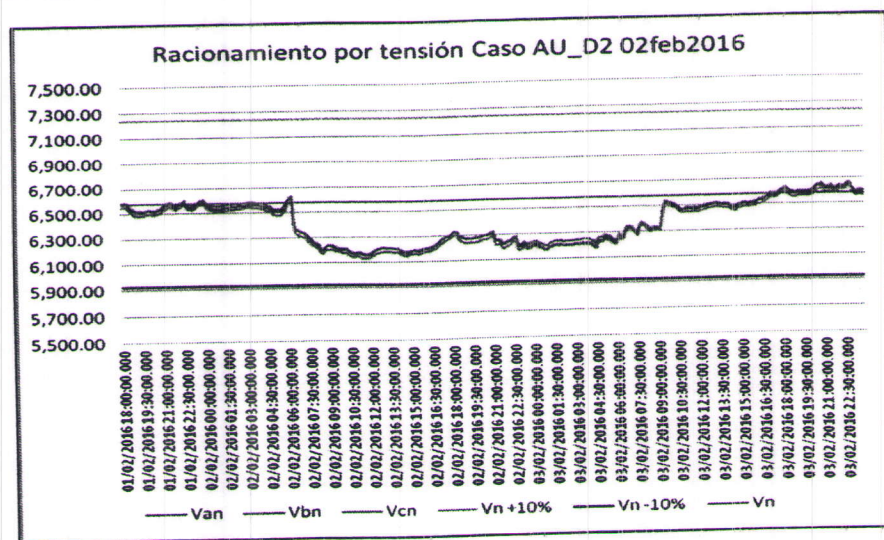
1.5 Otros aspectos a considerar

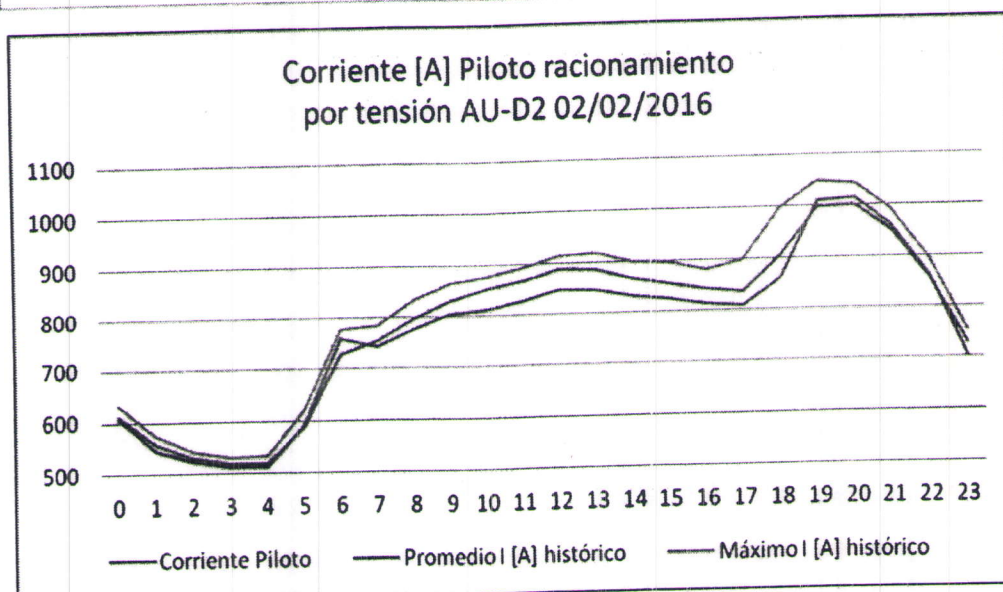
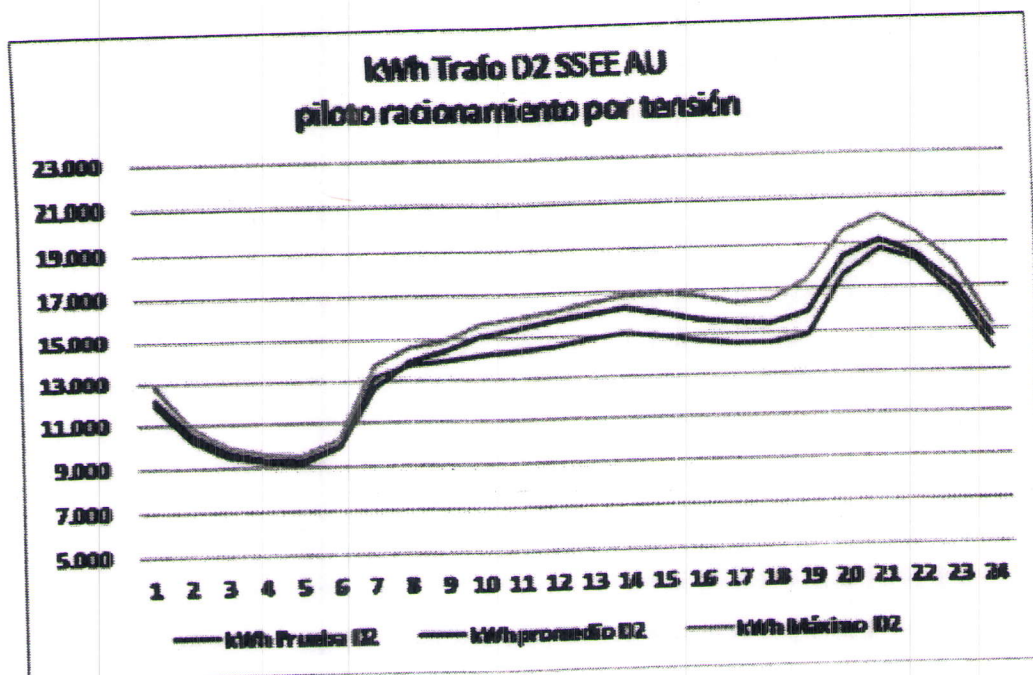
2 Pruebas piloto de racionamiento de tensión

En la subestación Autopista se ajustó durante el 02 de febrero de 2016 la regulación de tensión de forma manual remota. El periodo de racionamiento por tensión fue de las 06:00 horas del 02feb a las 10:00 horas del 03 de febrero. Sin embargo, el análisis comparativo se realizó tomando sólo hasta las 24:00 del 02 feb.

Se toma este transformador para la prueba debido a que este es un transformador con alta representatividad de usuarios residenciales.

Se evidencia una reducción de tensión en la fuente de acuerdo a la figura 1. Para determinar la reducción de la energía activa se compara el período de prueba contra los valores máximo y promedio de los meses noviembre 2015 y enero de 2016, al que llamaremos período de referencia (se excluyó el mes de diciembre debido a que su demanda es atípica).





En la prueba realizada se estima que se obtuvo un ahorro entre el 4% y el 8% comparando la energía consumida por el transformador (332.3 MWh) vs el promedio para el periodo de referencia (346.5 MWh) y el máximo del mismo período (363.6 MWh).

Reportes adicionales:

Se presentan quejas de usuarios comerciales por baja tensión en su equipos que impiden el correcto funcionamiento de sus procesos rutinarios.

Proyección para aplicación masiva:

En un escenario de demanda diaria de 40 GWh, el valor máximo en racionamiento por tensión alcanzaría un valor de 600 MWh-día. Tomando como referencia transformadores de 30 MVA con cargabilidad del 50% y una reducción de 5% de la demanda (tomando valores estimados de la

prueba 4.8%), equivale a efectuar reducción de tensión en más de 30 transformadores de potencia, lo cual implica una gestión en terreno de 15 días hábiles aproximadamente.

3 Conclusión

El CNO considera que se debe eliminar la medida de racionamiento programados para magnitudes iguales o inferiores a 1,5% de la demanda a través de la afectación del voltaje de suministro del SIN, considerando por las razones técnicas expuestas en este documento que es una medida que operativamente requiere coordinación de maniobras en terreno para todo el sistema del OR y la realización de estudios de impacto dependiendo del tipo de carga y su sensibilidad ante las variaciones de tensión, de la longitud de los circuitos, de la dispersión, entre otros, motivo por el cual carece de efectividad como medida de corto plazo en caso de déficit por energía o en cualquier caso para déficit por potencia.