

Estudio de consultoría para construir propuestas de metodologías basadas en líneas base de consumo o mecanismos alternos para utilizar la flexibilidad de consumo de los usuarios de energía en programas de Respuesta de la Demanda:

Revisión de líneas de base de consumo establecidas en programas de respuesta de la demanda en Colombia

---

*Preparado para:*

*Comisión de Regulación de Energía y Gas  
CREG*

*27-12-2020*

Contenido

- ..... 1
- 3. Revisión de líneas de base de consumo establecidas en programas de respuesta de la demanda en Colombia ..... 3
  - 3.1. Descripción de las líneas base de consumo de los programas ..... 3
    - 3.1.1. Programa Demanda Desconectable Voluntaria – DDV ..... 3
    - 3.1.2. Programa de Respuesta de la Demanda-RD ..... 5
    - 3.1.3. Programa Apagar Paga ..... 5
  - 3.2. Resultados de aplicación de los programas ..... 6
  - 3.3. Paralelo a referencias internacionales ..... 14
  - 3.4. Comparación de líneas base de consumo en programas de respuesta de la demanda para diferentes tipos de usuarios ..... 21
- 4. Conclusiones y recomendaciones ..... 22
- Referencias ..... 26

### 3. Revisión de líneas de base de consumo establecidas en programas de respuesta de la demanda en Colombia

En el desarrollo del mercado eléctrico colombiano se han diseñado mecanismos que permiten al consumidor ser participe activo del mismo proporcionando servicios a la red cuando se requieren. En Colombia se han aplicado los programas de Respuesta de la Demanda-RD, el Programa de Demanda Desconectable Voluntaria-DDV y el programa Apagar Paga. En estos programas se han definido líneas base de consumo para medir y verificar la reducción de demanda que se ha obtenido en estos programas. Con el fin de perfeccionar estos programas, se realiza una evaluación de las líneas base de consumo utilizadas y se realizan recomendaciones.

El documento se expone como se muestra a continuación. En la Sección 3.1. se realiza un resumen del diseño de las líneas base de consumo de los programas de respuesta de la demanda DDV, RD y Apagar Paga aplicados en Colombia. En la sección 3.2. se evalúan los resultados de aplicación de estos programas a la luz de su utilidad y efectividad mediante información suministrada por XM sobre informes de precios y cantidades de recursos de la demanda durante el año 2016. Dentro de esta sección también se exponen algunos comentarios sobre los factores de éxito y los aspectos a mejorar de este tipo de programas realizados por agentes y se realiza una evaluación de la precisión de las líneas base de consumo de los programas. Posteriormente, en la sección 3.3. del documento se comparan las líneas base establecidas en programas de respuesta de la demanda en Colombia frente a las experiencias internacionales consultadas, a las cuales se puede referir el lector a través del documento Revisión Internacional.

Se realizó una comparación para el caso de las líneas base de los programas DDV y RD y una comparación adicional para el programa Apagar Paga debido a las grandes diferencias en los objetivos de los programas y las líneas base diseñadas conforme los mismos. En la sección 3.4. se realiza el análisis de la comparación realizada en la sección anterior a la luz de la participación de diferentes tipos de usuarios en los programas de respuesta de la demanda y, finalmente, en la Sección 4. se presentan las propuestas formales presentadas por los agentes, las conclusiones y las recomendaciones del estudio, entre las cuales se retoman los comentarios finales de la Sección 2.10. del documento Revisión Internacional.

#### 3.1. Descripción de las líneas base de consumo de los programas

##### 3.1.1. Programa Demanda Desconectable Voluntaria – DDV

Según las resoluciones CREG No. 071 del 2006 y No. 063 del 2010, el Programa de Demanda Desconectable Voluntaria es un Programa de Respuesta de la Demanda en donde un generador que anticipe que su energía no es suficiente para cumplir con sus Obligaciones de Energía Firme, puede negociar con los usuarios la reducción voluntaria de la demanda de energía, siendo este un esquema de respuesta de la demanda para condiciones de emergencia energética con el fin de respaldar la Obligación de Energía en Firme. Un consumidor de energía eléctrica puede declarar una capacidad de reducción de su consumo o generación de energía propia para ponerla a disposición del sistema

cuando se requiera. En este programa, los generadores con obligaciones de energía en firme participan como compradores y los comercializadores como vendedores.

El producto transado en este programa se refiere a la cantidad de demanda de energía reducida en un día (kWh-día) por parte de un comercializador, la cual es pactada en un contrato entre un generador y un comercializador. La DDV se activa en el momento en que un generador ordena su despacho como respaldo de su generación, cuando la condición del precio de bolsa supera el 1.08% del precio de escasez y él debe entregar la energía firme que tiene asignada.

Pueden participar aquellos usuarios cuyas fronteras presentan consumos que cumplen con las condiciones de exactitud y precisión. Además, deben ser grandes consumidores de energía eléctrica y deben contar con medición teledada del consumo en periodicidad horaria.

Existen dos mecanismos disponibles para participar del programa; i) las fronteras con línea base de consumo y ii) las fronteras con medición directa de DDV<sup>1</sup>. Se considera que hay reducción de la demanda cuando la medida sea menor que el valor de la línea base de consumo menos el error. Pasados 115 días después del registro de la frontera, se debe actualizar el cálculo de la LBC con los datos más recientes.

El modelo utilizado para el desarrollo de la LBC del programa es una adaptación de un modelo multiplicativo de descomposición de series de tiempo:

$$C_t = T_t \times E_t \times U_t$$

Donde,

$C_t$  corresponde al consumo diario de la frontera

$T_t$  es la tendencia, la cual se estima mediante una regresión lineal y describe el comportamiento de la serie a largo plazo. Está determinada por un índice para cada día de la semana, que representa el valor de la fluctuación estacional en cada día de la semana e indica qué tanto por encima o por debajo de la tendencia se encuentran en promedio las observaciones del día.

$E_t$  es el componente estacional, determinado por un índice para cada uno de los días de la semana e indica qué tanto por encima o por debajo de la tendencia se encuentran en promedio las observaciones del día.

$U_t$  corresponde al término de error.

Se puede observar que la captura de los datos se realiza con frecuencia diaria y el tamaño de la muestra de datos seleccionada corresponde al periodo de los últimos 105 días o 15 semanas, contando el modelo con un horizonte de predicción semanal.

Para calcular los índices estacionales se realiza el cálculo de los promedios móviles centrados de longitud 7:

---

<sup>1</sup> Demanda desconectable Voluntaria-DDV. Documento CREG 087 del 2008.

$$PM_t = \frac{C_{t-3} + C_{t-2} + C_{t-1} + C_t + C_{t+1} + C_{t+2} + C_{t+3}}{7}$$

Luego se calcula el cociente  $C_t/PM_t$  que es aproximadamente igual a  $E_t \times u_t$ .

Posteriormente se promedian los valores resultantes correspondientes al mismo día para obtener índices preliminares ( $\widetilde{E}_1 \dots \widetilde{E}_7$ ) que luego son ajustados de manera que  $E_i = \widetilde{E}_i \times 7 / \sum_{i=1}^7 \widetilde{E}_i$

Finalmente, se realiza la estimación de la tendencia, desestacionalizando los datos dividiendo el consumo  $C_t$  en su respectivo  $E_t$ . Con los datos resultantes se estima una tendencia lineal mediante una regresión lineal  $T_t = a + bt$ .

### 1.1.2. Programa de Respuesta de la Demanda-RD

Con la Resolución CREG 011 del 2015, se adoptaron las normas para regular el programa de respuesta de la demanda, RD, para el mercado diario en condición crítica con el fin de promover el ahorro voluntario. El programa guarda gran similitud al DDV, ya que i) el producto transado también corresponde a la cantidad de demanda de energía reducida en MWh, con respecto a los consumos de energía del usuario o grupo de usuarios que son representados por parte de un comercializador, ii) el equipo de medida del usuario que participa en el programa debe permitir la lectura o interrogación remota de la información y de los parámetros del medidor de manera horaria, iii) solo pueden participar fronteras cuyo consumo cumple con las condiciones de exactitud y precisión y iv) es un programa para condiciones de emergencia energética. En este programa el comercializador, en representación del usuario, hace la oferta de precio y cantidad al mercado.

El modelo utilizado para el desarrollo de la LBC de este programa es el valor promedio, y toma como muestra los mismos 105 días o 15 semanas anteriores al evento. Así mismo, el error absoluto porcentual permisible para usuarios a los cuales es determinada una LBC corresponde al 5%.

Sin embargo, a diferencia del programa DDV, la RD se encuentra sujeta a una oferta de precio (\$/kWh); en este se oferta el precio y la disponibilidad según el programa dado por el comercializador que la representa.

### 1.1.3. Programa Apagar Paga

En la Resolución CREG 029 del 2016, se establecieron los puntos centrales de un esquema de tarifas diferenciales para aplicar a comercializadores minoristas para promover el ahorro voluntario de energía del programa Apagar Paga. Este se basa en la comparación entre una meta de ahorro y la demanda efectiva de energía. Esta metodología se estableció en un momento crítico para el mercado de energía por el fenómeno del Niño 2015-2016, con el fin de garantizar el abastecimiento energético y la LBC se definió al nivel del usuario (meta individual), como el consumo de energía de dicho usuario en el mes de febrero de 2016.

Alternativamente, el usuario pudo solicitar que su LBC fuese el promedio de consumo de los últimos 6 meses, terminando en febrero de 2016, de los meses que le hubieran facturado hasta febrero de 2016, o de los meses que le hayan facturado hasta febrero de 2016, en caso de que no hubiera

cumplido 6 meses de consumo en esa fecha. Así mismo, la LBC de los comercializadores fue igual al consumo del mes de febrero.

En este programa, el tamaño de la muestra para la elaboración de la LBC fue del consumo de los 29 días del mes de febrero del año 2016 y el horizonte de predicción fue del mes siguiente, es decir, del consumo de los siguientes 30 días, por lo que la variable independiente contemplada en este estudio correspondió a kWh-mes, por intervalos de tiempo diarios. El programa se segmentó para que participaran usuarios regulados en el SIN y tuvo un incentivo económico de bonificación o sanción según se sobrepasara el consumo realizado en su línea base de consumo, con una tarifa de 450\$/kWh adicional al costo unitario que le correspondió al comercializador por la cantidad consumida.

El requerimiento de medición para los comercializadores fue de medición horaria y en el caso de los usuarios, la medición mensual a través de medidores de lectura manual.

### 3.2. Resultados de aplicación de los programas

Entendiendo el término utilidad como la capacidad de un programa para ser aprovechado con un fin específico, y la efectividad como el equilibrio entre eficacia<sup>2</sup> y eficiencia<sup>3</sup> del mismo, se procede a evaluar el ahorro inducido dentro del programa Apagar Paga, el cual fue implementado del 7 de marzo al 22 de abril del 2016<sup>4</sup>, definiéndose el mes de febrero como estimación del consumo. Se pueden destacar los siguientes resultados desde el punto de vista de LBC:

Según el informe de Operación de 2016, la demanda referida a las fronteras del sistema interconectado nacional (SIN) en los primeros 4 meses del 2016 fue la siguiente:

---

<sup>2</sup> Alcance de objetivos

<sup>3</sup> Alcance de objetivos mediante el mínimo costo de recursos

<sup>4</sup> Resoluciones CREG 029, 039, 049 y 051 de 2016

**Tabla 3.1.**  
**Demanda de energía eléctrica en fronteras del SIN**  
**(enero 2016-abril 2016)**

Mes	GWh
Enero	5584
Febrero	5465
Marzo	5367
Abril	5397

Fuente: XM y realización propia

Es necesario reconocer que estas cantidades incluyen los efectos de la reducción por los programas de “Apagar Paga”, RD y DDV. La reducción de demanda para los meses de marzo y abril fue respectivamente de un 1.8% y 1.2% comparando con el consumo registrado en el mes de febrero. Separando la demanda de usuarios regulados y no regulados, según información obtenida de XM, se obtiene el consumo en GWh para cada tipo de usuario. Estos datos se presentan a continuación<sup>5</sup>.

**Tabla 3.2.**  
**Demanda de regulados y no regulados en fronteras del SIN**  
**(febrero 2016-abril 2016)**

Mes	Demanda mensual: regulados GWh	Demanda mensual: No regulados GWh
Febrero	3712,9	1752,1
Marzo	3619,5	1747,5
Abril	3711,1	1685,9

Fuente: XM y realización propia

### APAGAR PAGA

Las cantidades de la tabla anterior representan una reducción en la demanda del 2.5 % y 0.05% en los meses de marzo y abril respectivamente comparado con el consumo realizado en el mes de febrero dentro del sector regulado, las cuales son reducciones resultado del programa Apagar Paga. Teniendo en cuenta 29 días de febrero, el valor promedio de la demanda GWh/día en estos meses fue de:

**Tabla 3.3.**  
**Demanda promedio diaria de regulados y no regulados en fronteras del SIN**

<sup>5</sup> Fuente: No regulados obtenida de XM Portal BI.

(febrero 2016-abril 2016)

Mes	Demanda promedio diaria: regulados GWh/día	Demanda promedio diaria: No regulados GWh/día
Febrero	128,0	60,4
Marzo	116,8	56,4
Abril	123,7	56,2

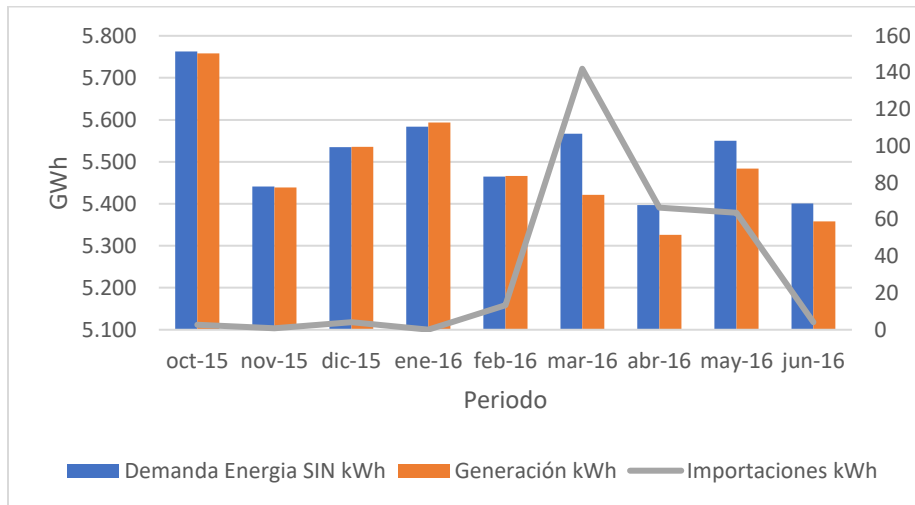
Realización propia

Eliminando el efecto de la diferencia de número de días de los meses analizados se obtiene una reducción del consumo de 8.8% y 3.4% para los meses de marzo y abril respectivamente, por lo que se identifica una tendencia a la baja de la efectividad de la medida con el tiempo de permanencia de la misma.

En la siguiente gráfica se observan los efectos del programa Apagar Paga. Durante el mes de marzo hubo una notable diferencia entre el total de demanda de energía en el SIN y la generación, por lo que las importaciones aumentaron considerablemente con el fin de hacer frente a esta situación. En abril, la demanda de energía disminuyó en cerca de 170 GWh, por lo que se presentó así mismo una reducción de las importaciones.



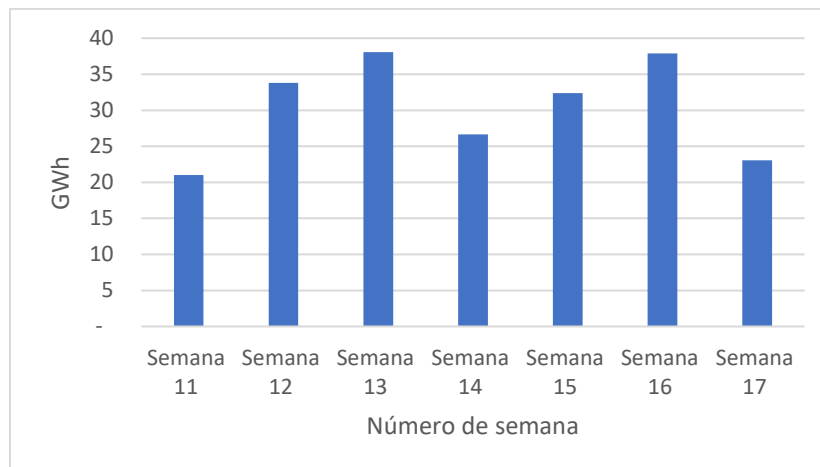
**Figura 3.1.**  
**Demanda y Oferta de energía eléctrica en Colombia**  
**(octubre 2015- junio 2016)**



Datos: Portal BI XM  
 Realización propia

Se evidencia, además, que las mayores cantidades de ahorro se produjeron en la tercera y sexta semana del programa, y hubo una tendencia al crecimiento del esfuerzo por parte de los usuarios, tal y como se observa a través de la siguiente figura. Sin embargo, y como se expuso anteriormente, la efectividad del programa disminuyó considerablemente en la semana 17 del año 2016, la cual correspondió a la última en la que se aplicó el programa Apagar Paga.

**Figura 3.2.**  
**Cantidad de energía ahorrada (GWh) en el programa Apagar Paga**



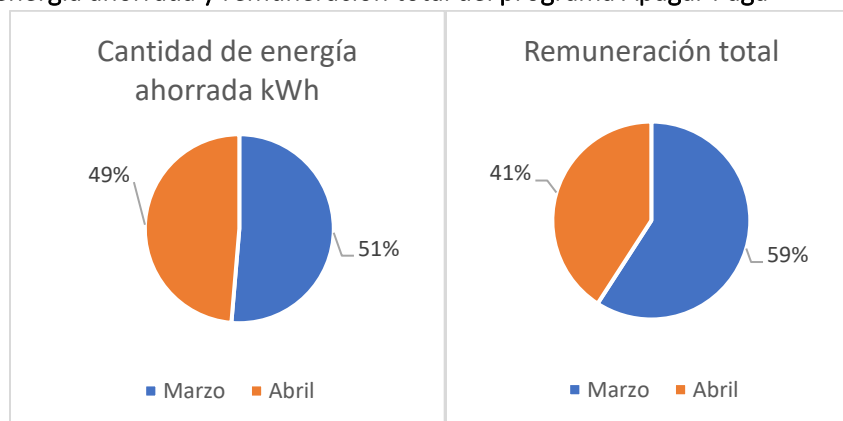
Datos: XM Realización propia

En el informe de operación 2016, se reporta un valor que rondó los 79.704 millones de pesos como transacciones del mercado por el concepto del balance final de programa de ahorro pagado a comercializadores. Como se evidencia en las siguientes figuras, el esfuerzo de ahorro se distribuyó

de manera similar en los dos meses, aunque la remuneración fue ligeramente mayor en el mes de marzo.

**Figura 3.3.**

**Cantidad de energía ahorrada y remuneración total del programa Apagar Paga**



Realización propia

Por todo lo anterior, se evidencia que el programa Apagar Paga permitió disminuir el consumo de los usuarios durante los meses de emergencia por condiciones climáticas. Algunos agentes atribuyen el éxito del programa a los siguientes factores de aplicación del mismo:

1. Elementos de análisis como la caracterización del déficit de energía en el mercado para poder estimar el potencial de cada uno de los comercializadores para contribuir con el ahorro a través de sus usuarios.
2. Elementos de implementación, emprendiendo campañas para identificar con los usuarios dónde estaba el potencial de ahorro. Se realizó una caracterización con los potenciales en industria y comercio y se cuestionó su apreciación sobre la atractividad del programa.
3. La existencia del incentivo económico motivó la participación de numerosos usuarios en el programa. Se evidencia que los usuarios prestaron más atención al incentivo negativo del programa para participar del mismo.

Los obstáculos más observados en este programa corresponden a las diferencias entre los ciclos de facturación y medición, que hizo compleja la explicación a usuarios sobre cuál fue la línea meta de consumo del mes de febrero que se tomó como referencia para estimar el ahorro en los meses marzo y abril. Esto dificulta el proceso de paso de señales del mercado al usuario por la no sincronización entre este mismo y el usuario. Así mismo, se percibe una falta de modelo de digitalización para hacer viables los programas de respuesta de la demanda de manera permanente, de manera que se habiliten plataformas para la exposición de señales económicas y que, a través de un agregador o comercializador, el usuario pueda optar por tener la información para acogerse a los programas.

Con el fin de disminuir algunos costos entre las entidades que proveen los servicios y de incentivar la participación de los usuarios, mejorando considerablemente la eficiencia de estos programas, se realizan las siguientes observaciones.

## Observaciones del programa Apagar Paga

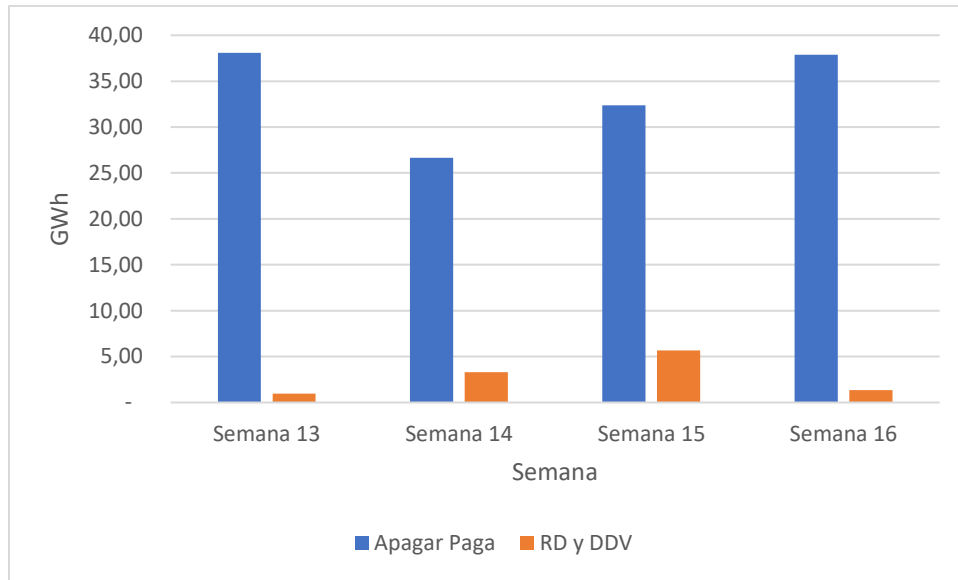
- Necesidad de sistemas de telemedición, que resolverían los problemas de los ciclos de medición y facturación: Sincronización de lecturas con intervalos del despacho en el mercado.
- Necesidad de plataformas mediante las cuales los usuarios puedan acceder en tiempo real a las señales tarifarias del mercado.
- Observando la posterior comparación con la experiencia internacional se evidencia que la política de pasar el sistema de medición a AMI resolverá los obstáculos de este tipo de programas. Así mismo, se observa que, en otros países, producto de las estaciones, la línea base de consumo no es el mes anterior a la implementación del programa, sino el mismo periodo del año anterior. Por último, se observa que en algunos países la reducción de la demanda es considerada como un recurso y tiene un trato similar a los generadores dentro del mercado.

### *DDV y RD*

Los dos programas se confunden en una situación de emergencia. El primero, DDV, obedece al cubrimiento al generador que haya hecho la contratación y se activa cuando se presenta la condición prevista para ello. Por otro lado, el programa de Respuesta de Demanda permite la participación de usuarios no regulados que voluntariamente hagan reducción de la demanda para ser remunerados como lo establece la regulación, aprovechando condiciones que son atractivas económicamente y que no han comprometido un generador en el programa de DDV. En los dos casos el resultado es una reducción de demanda que se refleja en la cuenta de los usuarios.

De las tablas antes presentadas se puede establecer que, siendo el consumo de febrero la LBC para meses de marzo y abril, se presentó una reducción de consumo de energía eléctrica de un 0.3% y 3.8% respectivamente. Al realizar un ajuste por el número de días del mes, estas reducciones representan el 6.7% y 7% para los mismos meses. Se destaca el comportamiento estable de esa reducción, la cual tuvo un remanente a lo largo del resto del año para terminar con una reducción del 1.7% en el año con relación al año 2015, por lo que se puede establecer que estos programas han sido considerablemente útiles. En la siguiente figura se observan las diferencias entre las cantidades de energía eléctrica ahorradas dentro de cuatro semanas del programa. Se puede evidenciar que el programa Apagar Paga fue especialmente significativo, pero la terminación pronta del programa fue posible en parte al ahorro que se produjo por parte de los otros programas. Con el fin de mantener la utilidad de los programas y de mejorar el alcance de objetivos de reducción de consumo deben tenerse en cuenta los factores que inciden en el mismo y que se exponen a continuación.

**Figura 3.4.**  
**Energía total ahorrada (GWh) por semana dentro de cada programa**



Realización propia

#### Observaciones de los programas DDV y RD

- La efectividad de un esquema de reducción de demanda se reduce hacia el final de períodos largos de tiempo de aplicación.
- La LBC debe tener estabilidad por un tiempo de uno o dos meses cuando se requiere para medir la reducción de demanda, atendiendo la necesidad de energía.
- Debe considerarse que la efectividad de un esquema se reduce conforme aumenta la duración de aplicación de un esquema de reducción de demanda.

#### *Evaluación de la precisión de las líneas base de consumo de los programas*

Para realizar la evaluación de la precisión de las líneas base de consumo establecidas en los programas de respuesta de la demanda en Colombia, se calculan los diferentes índices de exactitud y precisión MPE, MAPE y RRMSE, los cuales fueron detallados en la sección 2.7. del documento Revisión Internacional.

Para el caso del programa Apagar Paga, la línea base de consumo se establece con el consumo del mes anterior. En este caso se utiliza el consumo del mes anterior multiplicado por la relación del número de días del mes actual con respecto al mes anterior, lo que es equivalente a tomar el mismo valor promedio diario para el mes.

Para el cálculo de los índices se realizó una simulación y se tomaron los valores de los consumos de las fronteras reguladas para los meses de la muestra del estudio. Se calcularon los valores de la LBC según se definió anteriormente y se compararon con el valor real para determinar los errores MPE, MAPE y RRMSE de las series así obtenidas. En las siguientes figuras se presentan los resultados obtenidos.

Figura 3.5. MPE - LBC Apagar Paga

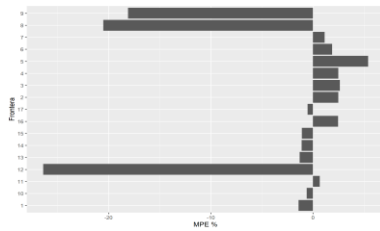


Figura 3.6. MAPE - LBC Apagar Paga

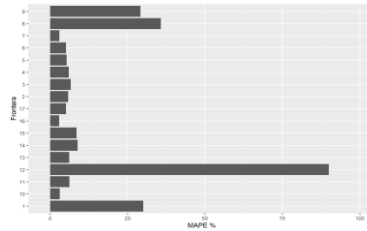
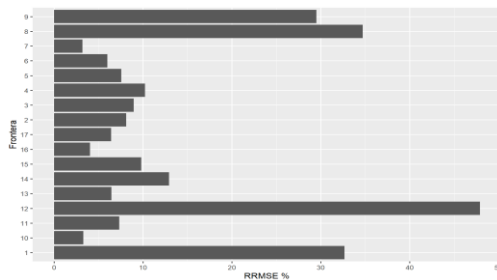


Figura 3.7. RRMSE - LBC Apagar Paga



Como se puede observar en los valores MPE, esta línea base expone una tendencia a subestimar los valores de las fronteras con mayor desviación, alcanzando valores de -20%. La mediana de este error es negativa con un valor de 0.52% y se demuestra que se presentan las situaciones de sobre estimación para fronteras con poca desviación. Con relación al MAPE, la mediana se encuentra en el valor del 6.17%. Con excepción de 3 casos, la muestra restante se encuentra con un error inferior al 10%. Por último, el índice RRMSE presenta una mediana de 8.12%. Ninguno de los anteriores valores son altos, por lo que se puede afirmar, que esta línea base de consumo tenía un nivel de precisión aceptable.

Por su parte, para calcular la precisión de la línea base del programa DDV se tomó la información histórica de las demandas diarias del mismo período octubre 2019 febrero 2020 registradas por XM para las fronteras con programas de DDV. Los valores de LBC fueron los reportados por los comercializadores a XM por tipo de día para el mismo período. El valor real de la demanda se comparó con el valor de la LBC para obtener el error y calcular los índices MPE, MAPE y RRMSE.

Es importante tener en cuenta que se eliminó la información de fronteras con datos faltantes en el período. Así mismo, se eliminaron los días en los cuales XM registró pruebas.

En las Figuras 1.1 a 1.3 siguientes se presentan los resultados obtenidos para cada uno de estos índices.

Figura 3.8. MPE – LBC DDV

Figura 3.9. MAPE - LBC DDV

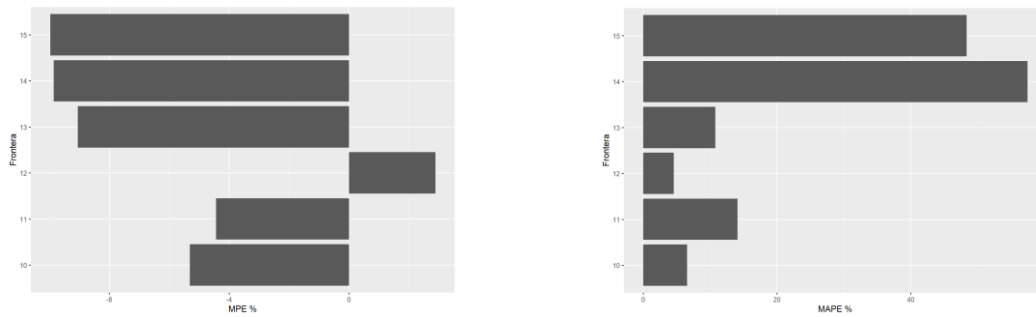
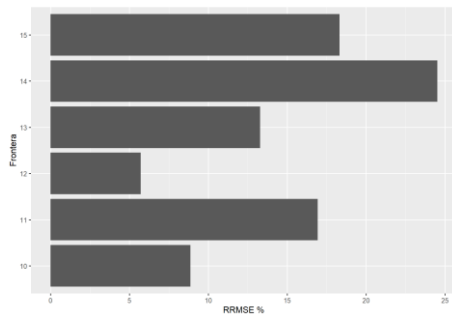


Figura 3.10. RRMSE - LBC DDV



La Figura 3.8. presenta el resultado del índice MPE. En esta se presentan valores principalmente negativos como lo demuestra una mediana negativa de -7.18%, lo que indica una tendencia a subestimar el valor del consumo de los agentes. Sin embargo, en ningún caso fue inferior al -10% y en el sentido positivo no supera el 5%. La Figura 3.9. presenta el resultado para el índice MAPE, en la cual se presentan dos casos con valores superiores al 20% y el mínimo con 4.58%. La mediana supera el 10% con un valor del 12.46%. La figura 3.10. presenta los resultados para el índice RRMSE. De acuerdo con este índice la mediana es de 15.1% y los valores se encuentran entre el 5% y el 20% con excepción de un caso que supera este valor.

Al comparar con los resultados de la muestra de fronteras ampliada se puede advertir que estas fronteras presentan alta variación, lo que produce valores más altos en los índices de error. Sin embargo, si se hace una comparación individual en el caso de menor valor se presenta error inferior con esta metodología y lo contrario en el caso extremo.

### 3.3. Paralelo a referencias internacionales

En la siguiente sección se realiza la comparación de metodologías establecidas internacionalmente y en Colombia. Estas comparaciones se realizan a través de tablas para facilitar al lector el paralelo de las experiencias. De primera mano, se observa la comparación del DDV y RD y las mejores prácticas internacionales realizadas.

Tabla 3.4.

**Comparación de experiencias  
(Colombia-internacional)**

ETAPA	DDV Y RD	Mejor práctica internacional
Cálculo	Las LBC utilizadas para DDV y RD se obtienen mediante métodos de regresión que incluyen el consumo de los últimos 105 días.	Las líneas base de consumo más usadas a nivel internacional se encuentran calculadas mediante los métodos de promedio de consumo histórico. Además, en los mercados referenciados se usa una historia de 45 días. Solo en PJM, el usuario debe utilizar una historia de 60 días en la entrada a participar en el programa.
	Como criterio para ingresar y permanecer en el programa, se debe cumplir que el error medio absoluto de la estimación del consumo del usuario se encuentre por debajo del 5%	La precisión debe ser del 10% con un intervalo del 80% y el error se mide con la raíz del error cuadrático medio, el cual debe ser menor al 20%.
Aplicación	Aplicable para respaldar Obligaciones de Energía en Firme de generadores. La DDV o RD se encuentra habilitada para condiciones de escasez, cuando el precio bolsa supera el 108% precio de escasez.	Aplicable para mercados de capacidad, de servicios complementarios, reserva, mercado del día siguiente y de tiempo real.  Para los casos en que se oferta para emergencia la oferta es mayor que 1000USD/MWh.
	Las LBC se basan en las mediciones históricas horarias y sus valores se suman para obtener valores diarios. Por su parte, la verificación es diaria y horaria, utilizando los equipos de medida de las fronteras comerciales que se usan para las mediciones del consumo con la precisión establecida por la regulación. Esta información es remitida al ASIC para realizar la liquidación del mercado por horas, con equipos de teled medida para ser interrogados por el CND mediante intervalos horarios.	Se realiza medición de la precisión del intervalo, el cual puede tener una frecuencia de medición de incluso 5 minutos, dependiendo de la referencia internacional observada, integrados en equipos de teled medida.

	Se toma una historia de 105 días para estimar las variables de tendencia y estacionalidad y hacer la predicción de la semana.	De una muestra de 45 días se utiliza el promedio de cada intervalo por un número de días. Entre 3 y 10 para días laborales y entre 2 a 3 para días festivos.
Proceso	Oferta como los generadores despachados centralmente, a un valor \$/kWh para el día y se hace una oferta de cantidad en MW por cada hora del día en el caso de RD.	Oferta por intervalo de precio y cantidad
	Se programa por hora Se mide por hora utilizando telemedición. La regulación exige equipos de precisión 0.2.	Se programa por hora y se convierte a intervalo de medida
	Se verifica cumplimiento con respecto a la LBC por día y por hora. Se considera que está en el extremo del error del 5% y se descuenta ese valor para hacer la comparación.	Se verifica por intervalo Solo se aplica factor de pérdidas para reflejar al nodo
	Se liquida por hora en la RD, y una verificación diaria en el caso de DDV	Se liquida por intervalo
Pruebas	Se realizan pruebas reduciendo por programa de despacho la cantidad comprometida por 4 horas.	Se realizan auditorías para verificar funcionamiento.
Cumplimiento	Si no se cumple con la cantidad pactada, se retira al usuario del programa, quedando este con la opción de repetir la prueba. El generador responsable ante el mercado debe sustituir el respaldo o cubrir las obligaciones respaldadas con esa demanda.  En el caso de la RD tiene el mismo tratamiento del generador por desviación de programa.	La falla en las auditorías o en incumplimiento de despacho puede resultar en el retiro de los usuarios del programa.



Actualización	Se actualiza inmediatamente se entra al programa.	Cualquier cambio debe ser reportado.
---------------	---	--------------------------------------

Como se puede apreciar en la comparación establecida, el diseño de los programas establecidos en Colombia se diferencia esencialmente en los siguientes factores con respecto a las tendencias internacionales:

- Escogencia de una muestra de días relativamente grande (más del doble) y de metodologías diferentes para la estimación del error porcentual de la estimación del consumo, que a su vez afectan el umbral permisible del mismo error.
- Escogencia de métodos diferentes para el establecimiento de las LBC de los usuarios. En Colombia, se calcula un modelo estadístico que contempla tendencia y estacionalidad del consumo de los usuarios, mientras la práctica internacional más utilizada realiza un promedio de consumo de energía eléctrica histórico para días más cercanos del evento y ajusta el cálculo incluyendo valores del consumo el mismo día del evento.
- Gran diferencia en los intervalos de telemedición de los usuarios, ya que internacionalmente, estos pueden tener una amplitud de 5 minutos, mientras en Colombia la amplitud de los mismos es de una hora, por lo que se observa que en Colombia existe un relativo retraso en la adquisición de medidores inteligentes que desagreguen el consumo de energía eléctrica en un número mayor de intervalos al día. Esto impacta en los procesos de oferta, programación y liquidación.

Los esquemas de verificación establecidos dentro de los programas no guardan fuertes diferencias con las prácticas utilizadas internacionalmente. La realización de auditorías aleatorias y periódicas es crucial para asegurar el cabal cumplimiento de la normativa que rige en los programas. Así mismo, las penalidades que contemplan la salida de los agentes de los programas son las más usadas a nivel internacional, por lo que en este aspecto no existen grandes diferencias entre las experiencias registradas en Colombia y a nivel internacional.

A continuación, se realiza la comparación entre el diseño del programa Apagar Paga y las mejores prácticas a nivel internacional.

**Tabla 3.5.**  
**Comparación de experiencias**  
**(Colombia-internacional)**

ETAPA	Apagar Paga	Mejor práctica internacional
-------	-------------	------------------------------

Cálculo	LBC del usuario final: Mes anterior o el promedio de los últimos seis meses anteriores LBC del comercializador: Compras totales del mes de febrero para el mercado regulado registradas en el ASIC.	Algunos países con estaciones utilizan el mismo mes del año anterior.
Aplicación	El objetivo del programa fue responder a una condición de emergencia por posible déficit de energía. Dirigido a los usuarios regulados que no disponen de medidores horarios con teledispositivo.	Se usa para responder ante condiciones de emergencia y para participar en los diferentes mercados.
Medición	La medición del consumo de un comercializador se teledispositiva en las fronteras con el SIN o se reflejan por el factor de pérdidas a este si la carga correspondiente no está conectada al SIN. Se registra horariamente y reporta diariamente al CND.	Los agregadores que representa estas demandas de menor consumo miden y reportan al ISO o al centro de información del mercado.
	Los equipos de medición deben cumplir con los estándares establecidos por regulación según el nivel de tensión en donde se mide el consumo.	Rigen estándares según normas internacionales para los equipos de medición, que incluyen los transformadores de corriente y voltaje.
	La medición del consumo del usuario se realiza por ciclos cuando la lectura es manual o por teledispositivo cuando el comercializador tiene la infraestructura de comunicaciones y medición.	Las lecturas son teledispositivas de acuerdo con los intervalos de definidos para el mercado.
	Considerando el caso de lectura por ciclos, la iniciación de los ciclos de lectura se distribuye a lo largo del mes. Aunque los ciclos de lectura deben ser mensuales, no coinciden con el mes calendario y el número de días del ciclo varía alrededor de los 30 días. Los ciclos Están desplazados con relación a la facturación mensual del comercializador. Se produce un descalce entre los consumos desplazados hacia adelante y aquellos desplazados hacia atrás del mes calendario. Estos valores no se compensan cuando hay heterogeneidad de los patrones de consumo.	Las lecturas a los usuarios son sincronizadas con las del mercado. Se puede establecer en forma transparente a qué precio se transa la energía que deja de consumir en el mercado.
	En el caso de lectura al usuario por teledispositivo las lecturas y facturación se hacen para el mes calendario, por lo cual se evita el descalce que se presenta en el método de lectura manual.	Hay una política de pasar el sistema de medición a esquema AMI.

	<p>La energía comprada por el comercializador en el mercado es superior a la entregada al usuario por las pérdidas en la red. La reducción de consumo del usuario se refleja en una mayor reducción por el factor de pérdidas.</p>	<p>Los esquemas AMI permiten conocer la reducción directa del usuario.</p>
	<p>Estos factores hacen que el esquema no permita trazabilidad de la energía comprada por el comercializador y facturada al usuario y, por lo tanto, pierde transparencia, lo que puede producir desbalances que, en caso de ser de superávit, pueden ser devueltos al mercado para ser distribuidos entre la demanda vía reducción de costos de restricciones. Si se presenta déficit, no habrá forma de ser corregidos. Esto se podría presentar cuando se finaliza el período de aplicación de la medida.</p>	<p>La telemedida permite la sincronización de las facturas de compra del agregador y de venta al usuario.</p>
Proceso	<p>El ASIC recibe los registros de consumo horarios en todas las fronteras del SIN reportadas por los comercializadores y generadores. Esta información hace parte del cálculo del despacho ideal y del precio horario del mercado o precio de bolsa. En este balance entra la demanda real medida incluyendo las pérdidas del sistema.</p>	<p>La liquidación la realiza el ISO con la información suministrada por los agentes del mercado.</p>
	<p>Diariamente se hace una liquidación de las compras y ventas horarias en las cuales se tiene en cuenta tanto la demanda real como la reducción de consumo de cada comercializador. Se le remunera por el valor de la diferencia entre el precio de bolsa y el precio de escasez. Al final del mes se hace la factura con las liquidaciones horaria de cada día.</p>	<p>Igual que a los generadores la liquidación se hace por intervalo del mercado.</p>
	<p>En la factura del consumo del mes al usuario final se hace una compensación por la reducción con respecto a la LBC o un cobro por exceso de consumo. La tarifa se fijó en un valor de \$450/kWh adicional al valor del costo unitario que le corresponde al comercializador.</p>	<p>Los usuarios o sus representantes pueden hacer ofertas en los mercados.</p>
	<p>El incremento de consumo se paga por el exceso al valor de la tarifa regulada antes mencionada. Lo que se esperaba recaudar del mercado por la diferencia entre el precio de bolsa y el precio de escasez debía ser igual a lo que se recaudaba por</p>	<p>La reducción de demanda es considerada como un recurso y, por lo tanto, tiene un tratamiento similar a los generadores en el mercado.</p>

	exceso menos lo que se pagaba por el margen del comercializador y menos lo que se pagaba por reducción de consumo. Adicionalmente, se reconoció un porcentaje por comercialización de esta energía.	
Cumplimiento	La participación en el programa era obligatoria, el usuario que reducía consumo era remunerado a la tarifa de \$450/kWh y aquel que excedía se le cobraba el exceso a la misma tarifa.	La participación en el programa es voluntaria
Pruebas	Se realizaron auditorías para verificar que el incentivo fuera aplicado según lo establecido. El resultado de estas pruebas mostró la dificultad de conciliar la información principalmente por la no coincidencia de los ciclos de medida en las empresas de comercialización con el periodo de liquidación y facturación del mercado mayorista que es el mes calendario.	Se realizan auditorías para verificar que la reducción sea factible.
Divulgación	Se utilizaron los medios de comunicación para dar a conocer el programa y para hacer seguimiento a su evolución. Se utilizó un indicador agregado para medir el ahorro diario y acumulado a la fecha en el programa.	Se utilizan canales de comunicación y redes sociales para dar a conocer los programas

Habiendo realizado la respectiva comparación entre la experiencia del programa Apagar Paga, y otras experiencias internacionales, se puede observar que, entre las experiencias, las siguientes son las diferencias más acentuadas:

- Existe un diferencial entre ciclos de facturación y medición de consumo de energía eléctrica en Colombia, por lo que no es posible trazar las compras de energía del comercializador al usuario. Este factor también afectó la actuación en general de todo el programa; desde la medición del ahorro efectuado por los consumidores hasta las evaluaciones que se realizaron con posterioridad de los incentivos pagados a los usuarios.

Como se mencionó anteriormente, los esquemas de verificación de la actuación de los agentes dentro del programa no difieren sustancialmente en Colombia y en las experiencias internacionales revisadas.

### 3.4. Comparación de líneas base de consumo en programas de respuesta de la demanda para diferentes tipos de usuarios

Según se observó en la sección 2.4. del presente documento, a nivel internacional existen programas en los que solo se emplea una metodología de LBC y otros en los que se aplican diferentes LBC para usuarios, siempre manteniendo una precisión y una exactitud mínimas para poder aplicar estas. En algunos casos, el usuario puede escoger el tipo de LBC que será aplicada y en otros, es el operador del programa quien ordena la LBC para cada tipo de usuario según aquella que más se ajuste a sus patrones de consumo. Por ejemplo, en mercados como ERCOT o PJM, se diseñan bases de consumo que contemplan los efectos de temperatura o clima para aquellos usuarios que pueden tener variaciones de consumo con el cambio de estas variables. Este tipo de programas amplían el rango de libertad para los usuarios al permitir que estos propongan sus metodologías de estimación del consumo, siempre bajo lineamientos técnicos que permitan a todo el sistema beneficiarse.

En el caso de Colombia, los programas de respuesta de la demanda solo han contemplado una única metodología para establecer las líneas base de consumo de todos los usuarios que participan en los programas. Este diseño de programa se ve reflejado en algunos comentarios de los agentes, que afirman que este tipo de programas excluyen de manera sistemática a usuarios que, por consumo estacional, mantenimientos, fallas en procesos productivos, administración de personal y hasta condiciones macroeconómicas pueden percibir variaciones de consumo momentáneas. Por tales razones, la inclusión de los programas evaluados se ve altamente afectada, lo que es un problema si es objetivo de los mismos convertir a los consumidores de energía eléctrica en agentes activos de los mercados.

## 4. Conclusiones y recomendaciones

En esta sección se presentan las conclusiones y las recomendaciones obtenidas a partir del desarrollo de las anteriores secciones y se retoman los comentarios realizados en la sección 2.10. del documento Revisión Internacional. También se analizan las propuestas realizadas por los agentes, enviadas por parte de la CREG para la evaluación de estas por parte del equipo consultor.

Como se observó en la Revisión Internacional, se encontraron tendencias en metodologías usadas para la estimación de la LBC y el error de estimación. De los cuatro métodos más usados, se encontró que el método de promedio con información histórica del consumo de los usuarios es el más usado, cubriendo el 62% del total de metodologías consultadas.

A través de la comparación de metodologías realizadas de manera cualitativa, se observó que las metodologías de estimación de línea base de consumo a través de los métodos estructurados con el promedio de consumo de energía en días anteriores, regresiones, días semejantes y el mismo periodo del año anterior son relativamente similares. Por su parte, en la comparación cuantitativa, que se realizó a través de la evaluación de criterios de sesgo y precisión sugeridos por los índices MPE, MAPE y RRMSE, se demostró que los métodos de estimación más convenientes para una muestra de lecturas horarias de octubre 2019 a febrero 2020 de 20 fronteras de usuarios regulados y 50 fronteras de usuario no regulados del SIN suministradas por XM corresponden a los métodos 2 y 6 con periodicidad horaria evaluados en la Sección 2.7. del documento de Revisión Internacional, los cuales se describen a continuación:

Método 2: Se calcula la LBC para cada hora de cada día de la semana como el valor promedio de los consumos para cada hora del mismo día del número de semanas  $x$  anteriores. Este debería ser utilizado en los casos de programas de potencia ya que el consumo de un periodo puede ser realizado en otro.

Método 6: Se calcula la LBC para el día, como el promedio del consumo del mismo día del número  $x$  de semanas anteriores, el cual debería ser usado en programas de energía, puesto que se esperaría que el consumo total diario se reduzca.

La LBC debe guardar independencia de si se trata de DDV con planta de emergencia o DDV con medición independiente; los dos mecanismos deben cumplir las mismas condiciones de exactitud y precisión.

Los métodos recomendados cumplen satisfactoriamente el criterio de sencillez, debido a que su explicación es sencilla y permite que los usuarios dispongan de información y conocimiento para el cálculo de las estrategias que deben seguir para cumplir con la regulación exigida y beneficiarse del programa. Además, este tipo de metodologías son las más usadas a nivel internacional, debido a que el 62% de las metodologías evaluadas en seis mercados de referencia internacional usan este tipo de metodologías. Otro de los criterios que benefician dichas metodologías corresponden con los de inclusión, puesto que los grandes usuarios pueden participar directamente a través de esta y los pequeños consumidores también pueden verse beneficiados si participan a través de agregadores de demanda. Por estas razones, se recomienda hacer uso de los métodos enunciados para realizar la estimación del consumo de los agentes en los programas de potencia o energía. Así mismo, en el caso

de aquellos usuarios cuya localización geográfica incide en su consumo de energía eléctrica por la correlación de este con la temperatura, se recomienda incluir esta variable como predictor del consumo para estos.

Además de la tendencia del método de estimación de promedio de días anteriores al evento, se encontró que en la gran mayoría de mercados en donde funcionan este tipo de mecanismos para la medición del ahorro de los usuarios, se hace uso de la metodología RRMSE para la medición del error de estimación del método, cuya descripción se realizó en la Sección 2.7. del documento Revisión Internacional. El uso de este índice es recomendado con una implementación de un umbral del 20%<sup>6</sup>, que es mayor al actualmente permisible, ya que esta técnica pondera los errores grandes mucho más que los errores pequeños o medianos, lo que significa que el efecto de grandes errores en la carga predicha dará como resultado un RRMSE más alto en lugar de un error de porcentaje absoluto medio (MAPE). El RRMSE combina los errores sistemáticos medidos por métricas de sesgo y la variabilidad de los errores capturados por métricas de variabilidad. Por esta razón, se eligió el RRMSE como métrica de precisión<sup>7</sup>. El umbral de un error de estimación RRMSE del 20% recomendado debe ser establecido para las dos metodologías de LBC; ya sea en métodos que trabajan con el promedio de consumo horario o diario.

Es importante recordar que, con respecto a las estimaciones realizadas a través de los métodos estadísticos, se encontró que en el método 2, para estimaciones realizadas con información de 2 semanas, el 78% de la muestra de las fronteras obtiene un RRMSE inferior al 20%. En la estimación realizada con información de 8 semanas, el 54% de las fronteras obtiene un RRMSE inferior al mismo umbral. Para un RRMSE de 10%, se tendrían el 42% y 5% de las fronteras; es así como, por frontera de usuarios regulados y de usuarios no regulados de la muestra, en el primer caso, todas las fronteras se encuentran por debajo del 20% del valor del RRMSE y en el segundo caso el 70%. Por su parte, en el método 6, el RRMSE del 56% de la muestra con 8 días es inferior al 20%. En el caso de fronteras de usuarios regulados y no regulados considerando 2 días, se obtiene que, en los primeros, el 68.8% presenta un RRMSE inferior al 20% y que el 52% de los segundos presenta un RRMSE inferior al mismo umbral.

Se recomienda que el número de semanas con las cuales se realice la estimación de la línea base de consumo sea igual a 6. Esto se realizaría con el fin de lograr excluir los datos atípicos; es decir, el de menor y mayor consumo, permitiendo campo de acción en los otros 4 datos para determinar el consumo del usuario a partir del promedio de estos. Una cantidad importante y representativa de experiencias internacionales evaluadas adoptan dicha estrategia para excluir los datos atípicos que puedan perjudicar el desempeño de las LBC.

Es importante mencionar que la adición de un factor de ajuste aditivo o multiplicativo a las líneas base de consumo podrían ser de utilidad para mejorar la precisión de las líneas base de consumo, y que los eventos previsible que son avisados por lo menos un día antes del inicio no deben ser considerados en la historia.

---

<sup>6</sup> En algunos mercados; por ejemplo, Corea del Sur, admite usuarios con un umbral de error RRMSE hasta del 30%.

<sup>7</sup> PJM Empirical Analysis of Demand Response Baseline Methods (KEMA, 2011).

A través de la evaluación sobre las cifras de demanda de energía eléctrica realizada en el capítulo 3 del presente documento se observó que los programas de respuesta de la demanda en Colombia han sido útiles y efectivos para incentivar el ahorro de energía eléctrica por parte de los usuarios. Sin embargo, un fuerte impedimento que obstaculiza el crecimiento de este tipo de programas en Colombia tiene que ver con la implementación de dispositivos de telemedición del consumo de los usuarios. Si se implementasen políticas de implementación de AMI, los ciclos de medición y facturación se ajustarían, y varias de las metodologías propuestas a lo largo del documento podrían ser aplicables. La falta de estos dispositivos es una barrera a la entrada de usuarios a los programas de respuesta de la demanda, puesto que, entre otras razones, estos no pueden reconocer de manera sencilla y transparente qué esfuerzos llevaron a los incentivos económicos que fueron entregados.

De ser implementada la medición, sería posible establecer las metodologías de usuario seguidor de precio, usuario especulador y grupos de control, las cuales podrían acoger usuarios que por su impredecibilidad en el consumo no podrían acogerse a través del cálculo de LBC a los programas. Además, también serían implementables los esquemas que utilizan inteligencia artificial o métodos bayesianos, que en el futuro prometen ser aplicados con fuerza en los mercados desarrollados por sus grandes ventajas en términos de precisión en la estimación del consumo de los agentes.

Se demostró que la precisión de la línea base de consumo del programa Apagar Paga es relativamente precisa y tiene un sesgo bajo, mientras la precisión de la línea base utilizada en el programa DDV demostró resultados menos favorecedores. Con respecto a esta última línea evaluada, se observa que a pesar de ser más compleja que las utilizadas internacionalmente, este esfuerzo no está siendo reflejado en mayor precisión comparativa.

Con el fin de que los programas se planifiquen de una manera adecuada, debe considerarse que la participación de la demanda en los programas por emergencia se reduce conforme pasa el tiempo. Además, la LBC debe tener estabilidad por un tiempo de uno o dos meses cuando se requiere para medir la reducción de demanda. La probabilidad de agotar la historia sin eventos necesaria para generar la LBC es menor en condiciones con despachos de menor frecuencia, como pueden ser las emergencias para sostener nivel de reserva principalmente en las horas punta o para participar en servicios complementarios o en el mercado del día anterior o en tiempo real.

La existencia de un incentivo económico a los agentes es muy importante para incentivar su participación en los programas. Se propone, por lo tanto, que en la liquidación a usuarios por este tipo de servicios no se descuente el 5%, sino que se remunere el total de ahorro alcanzado por el usuario.

Se observa una carencia de herramientas digitales con las cuales se expongan las señales económicas al mercado, con el fin de que los usuarios puedan optar por evaluar sus decisiones como agentes racionales y se acojan a los programas conforme a un esfuerzo que retribuya una tarifa adecuada para los mismos.

Se observa una importante diferencia entre el tamaño de la muestra para la estimación de las LBC en Colombia y a nivel internacional para estimar la línea base de consumo. En la actualidad, el tamaño de la muestra en Colombia es de 105 días, mientras en otros mercados, este es de 60 días. Se recomienda seguir la sugerencia internacional y reducir el tamaño de la muestra tomada de 60 días.



A nivel internacional, se plantean diferentes tipos de metodologías para estimar la línea base de consumo según el tipo de agente que se acoge al programa. Esto es beneficioso para el sistema y se recomienda, puesto que se aprovechan al máximo los recursos de la demanda. Con respecto a este punto, se realizan tres recomendaciones:

La primera, no considera que deba eliminarse la metodología que existe actualmente, sino que estas nuevas metodologías presentadas sean otras posibles alternativas bajo las cuales usuarios participen. Si para un grupo de usuarios la línea base establecida actualmente funciona, no habría motivos para eliminarla.

La segunda es que según se comentó en las secciones 2.8. y 2.9 de la Revisión Internacional, los esquemas para usuarios sin cálculo de LBC que corresponden a seguidor de precio, usuario especulador, grupos de control y algoritmos de ingeniería y de desarrollos futuros entre los que se incluyen métodos de inteligencia artificial, métodos bayesianos y línea base de consumo energética podrían ser útiles para ampliar el criterio de inclusión de los programas y permitir que más usuarios participen de los estos a través de los esquemas mencionados. Por ejemplo, según se revisó en el análisis de los métodos bayesianos, se podría incluir usuarios a los programas determinando, con cierto umbral de probabilidad, qué tanta energía podría ahorrar el mismo. Esto permitiría que la LBC se encontrara en función del error con un buen nivel de confiabilidad y permitiría aprovechar todos los recursos de ahorro de un usuario. Esto responde a la propuesta de agentes de no limitar la participación de los usuarios que tienen un porcentaje de error superior al que defina la regulación, sino limitar su capacidad de respaldo a agentes generadores en proporción al error de los datos de la frontera. Lo anterior implica que una frontera con una alta variabilidad de consumo tendría una menor posibilidad de respaldo y no se desconocería el potencial de disminución de consumo.

Debería optarse por dividir la medición que se realiza sobre el ahorro en plantas de producción del sector industrial de la generación que se realiza en las plantas autogeneradores de energía de los mismos. Lo anterior es especialmente importante si los programas de respuesta de la demanda tienen objetivos de carácter ambiental e internacionalmente es la manera adecuada de extraer la información de los medidores para estimar la línea base de consumo de los agentes.

La tercera recomendación y de acuerdo con los análisis a lo largo del desarrollo de los documentos y en la sección 3.4., es conveniente que se le permita al usuario proponer la metodología de línea base de consumo que cumpla con las condiciones de exactitud y precisión establecidas para cualquier metodología. Esta libertad se ofrece en varios mercados a nivel internacional debido a que el usuario conoce su consumo y podría encontrar una manera adecuada de realizar su propia estimación. Esto subsana parcialmente la principal limitación de las LBC, que corresponde a que a través de una sola metodología no se pueda estimar el consumo de todos los agentes de la manera más adecuada.

Se considera que excluyendo el dato mínimo y máximo de los seis disponibles y reduciendo la ventana a seis semanas se controla la existencia de datos atípicos. La metodología actual, que solo sirve para casos extremos, también podría usarse como complemento. Además, con respecto al tratamiento de datos de días festivos, se recomienda un cálculo independiente. Por ejemplo, el consumo de los lunes festivos debe ser tratado como tal y no como como valores de domingos. El cálculo de este tipo de días debería efectuarse empleando los datos de consumo de los tres días festivos diferentes a domingo anteriores, en los cuales no hubiese evento.

Las propuestas presentadas por los agentes sobre nuevas metodologías para la estimación de líneas base de consumo fueron abordadas a través del análisis de las 7 metodologías en la Sección 2.7. de la Revisión Internacional. Sin embargo, se recalca que los resultados más favorables se dieron en los métodos 2 y 6 desarrollados en la sección. Así mismo, la respuesta a los comentarios realizados por los agentes se presentará en un documento adicional a esta entrega en formato Excel.

Con respecto a usuarios sin medición, se recomienda incentivar la implementación de comercializadores como agregadores mientras se tiene telemedición y lectura horaria si no diaria. Tener un esquema transparente de desagregación para pasar la información y los beneficios al usuario final. Adicionalmente, dado que el tratamiento de LBC es independiente de si se trata de DDV con planta de emergencia o medición independiente, se entienda que se deben cumplir las mismas condiciones de exactitud y precisión, y se recomienda que todos los generadores tengan medición independiente para darles tratamiento de generador que les de la regulación.

Por último, se considera que la actualización de la línea base de consumo de los agentes debería realizarse de manera permanente. En el caso de las metodologías semanales propuestas por el equipo consultor, se considera que esta actualización debería realizarse de manera semanal.

## Referencias

- CREG (2010). Resolución 063 de 2010. Por la cual se regula el anillo de seguridad del Cargo por Confiabilidad denominado Demanda Desconectable Voluntariamente. <http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/1b8ad1b4ea9d21660525785a007a72b3?OpenDocument&Highlight=0,NoResolucionCREG063-2010>
- CREG (2013). Resolución 203 de 2013. Por la cual se modifican las resoluciones CREG 063 de 2010 y 071 de 2006, en relación con la verificación y liquidación de la Demanda Desconectable Voluntaria y el cálculo de la disponibilidad comercial dentro de la Remuneración Real Individual Diaria del Cargo por Confiabilidad. <http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/b10d842b38ba8d4f05257c620073d7e1?OpenDocument&Highlight=0,NoResolucionCREG203-2013>
- CREG (2014). Circular 20 de 2014. publicación para comentarios del procedimiento para determinar los valores atípicos del modelo de estimación línea base de consumo de la resolución CREG 063 de 2010, modificada por la resolución creg 203 de 2013, elaborado por XM S.A E.S.P. <http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/Documentos-Circulares?OpenView&Start=6.82&Count=30&Expand=6#6>
- CREG (2015). Resolución 011 de 2015. Por la cual se regula el programa de respuesta de la demanda para el mercado diario en condición crítica. <http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/84e16439657b002b05257e52005011b5?OpenDocument&Highlight=0,NoResolucioncreg011-2015>
- CREG (2018). Resolución 098 de 2018. Por la cual se adoptan las normas para regular las pruebas de disponibilidad de la demanda desconectable voluntaria y se adoptan otras

disposiciones relativas a los anillos de seguridad del Cargo por Confiabilidad.  
<http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/e290022edb98a385052582f1005a620d?OpenDocument&Highlight=0,NoResolucioncreg098-2018>

- CREG (2016). Resolución 029 de 2016. Por la cual se define un esquema de tarifas diferenciales para establecer los costos de prestación del servicio de energía eléctrica a usuarios regulados en el SIN para promover el ahorro voluntario de energía.  
<http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d-18d2d5ffb5b05256eee00709c02/11d218ae3d892c1605257f70004ed535?OpenDocument>
- Kema (2011). PJM Empirical Analysis of Demand Response Baseline Methods: Prepared for the PJM Markets Implementation Committee. Clark Lake, Michigan, April 20, 2011.