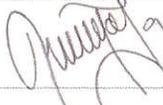
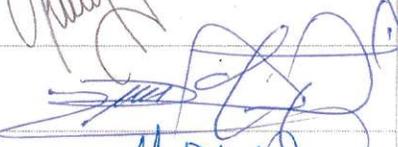
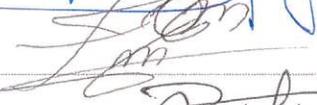
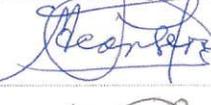
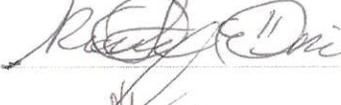


COMISIÓN REGIONAL DE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA

INFORME DE DIAGNÓSTICO DEL MERCADO ELÉCTRICO REGIONAL

PROPUESTA DE MODIFICACIÓN NORMATIVA CON CARÁCTER DE URGENCIA, REFERENTE AL ANEXO M DE LIBRO III DEL RMER DENOMINADO: "METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR"

INFORME AT-10-2023/ GJ-43-2023 /GM-27-06-2023/ GT-29-2023

Responsables	Firma
Giovanni Hernández	Edgard Giovanni Hernandez Echeverria / 3209452-3 Firmado digitalmente por Edgard Giovanni Hernandez Echeverria / 3209452-3 Fecha: 2023.06.16 16:06:34 -06'00'
Carina Armengol	
Dennis Posadas	
Fernando Álvarez	
Franchesca Castañeda	
José Linares	
Mauricio Contreras	
Roberto Ortiz	
Vivian Chaves	

16 de junio de 2023

Contenido

I. RESUMEN EJECUTIVO	3
II. ANTECEDENTES	4
III. NORMATIVA APLICABLE	4
IV. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN CON CARÁCTER DE URGENCIA	8
V. ANÁLISIS	8
VI. PROPUESTA DE MODIFICACIONES	12
VII. CONCLUSIONES	30
VIII.RECOMENDACIONES.....	30
ANEXO	32

I. RESUMEN EJECUTIVO

El EOR mediante el oficio con referencia EOR-PJD-04-05-2023-015 del 05 de mayo de 2023, indicó que con el fin de evitar distorsiones en la modelación de la demanda y la estimación del beneficio social (suma del excedente del consumidor más del excedente del productor), debido a limitaciones identificadas en la aplicación de la metodología contenida en el Anexo M del Libro III del RMER, requiere a la CRIE que conforme a lo establecido en el literal f) del numeral 1.8.4.4 del Libro I del RMER, apruebe transitoriamente las modificaciones al RMER detalladas en el IRMER-E-02-2023.

Habiéndose realizado el análisis correspondiente a la propuesta presentada por el EOR, se determinó necesario realizar modificaciones al Anexo M del Libro III del RMER, con el fin de mejorar la estimación del excedente del consumidor y en consecuencia el cálculo del beneficio social. Dichas modificaciones tienen carácter de urgencia toda vez que estas son de vital importancia para una adecuada clasificación de las ampliaciones de transmisión regional, lo anterior, en el marco de la formulación del plan de expansión indicativo de la generación y la transmisión regional que actualmente está llevando a cabo el Operador Regional.

Los ajustes que se proponen realizar a la metodología de cálculo del excedente del consumidor para mejorar la precisión y flexibilidad del modelo econométrico, persiguen los siguientes beneficios: a) dotar de flexibilidad al modelo econométrico; b) aumentar la precisión del modelo econométrico al establecer una especificación mensual de información de entrada en lugar de una periodicidad anual; c) control de estacionalidad, a partir de la inclusión de variables explicativas dicotómicas (dummies) en la regresión para once de los doce meses del año; d) mejorar el cálculo de la componente inelástica de la demanda definida en el numeral M.2 del Anexo M; e) eliminar la dependencia del número de clientes al reemplazar la demanda unitaria por la demanda total; y f) control de Outliers o valores atípicos, que permitirá aislar los efectos de dichos valores a la hora de estimar el modelo econométrico y además testear su significatividad estadística.

Al respecto, se recomienda a la Junta de Comisionados de la CRIE lo siguiente:

1. Aprobar transitoriamente las modificaciones contenidas en la *“PROPUESTA DE MODIFICACIÓN NORMATIVA CON CARÁCTER DE URGENCIA, REFERENTE AL ANEXO M DE LIBRO III DEL RMER DENOMINADO: ‘METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR’*”, conforme al detalle anexo al presente informe, lo anterior en los términos establecidos en el literal f) del numeral 1.8.4.4 del Libro I del RMER.
2. Publicar en el sitio web de la CRIE, el presente *“INFORME DE DIAGNÓSTICO DEL MERCADO ELÉCTRICO REGIONAL PROPUESTA DE MODIFICACIÓN NORMATIVA CON CARÁCTER DE URGENCIA, REFERENTE AL ANEXO M DE LIBRO III DEL RMER DENOMINADO: ‘METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR’*”, de conformidad con lo establecido en el numeral 2.3.2.4 del Libro I del RMER.
3. Ordenar el inicio del proceso de Consulta Pública de la *“PROPUESTA DE MODIFICACIÓN NORMATIVA CON CARÁCTER DE URGENCIA, REFERENTE AL ANEXO M DE LIBRO III DEL RMER DENOMINADO: ‘METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR’*”.

II. ANTECEDENTES

1. El 28 de febrero de 2018, la Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE) emitió la Resolución CRIE-32-2018, mediante la cual se adicionó al Libro III del RMER, el Anexo M denominado: *“Metodología para el Cálculo del Excedente del Consumidor”*.
2. El 15 de diciembre de 2022 y el 27 de marzo de 2023, la CRIE emitió las resoluciones CRIE-30-2022 y CRIE-08-2023 respectivamente, mediante las cuales se aprobaron modificaciones al RMER relacionadas con el Sistema de Planificación de la Generación y la Transmisión Regional, ajustándose entre otros aspectos, los numerales M.1 y M.5 del Anexo M del Libro III del RMER.
3. El 05 de mayo de 2023, mediante el oficio EOR-PJD-04-05-2023-015 presentado vía correo electrónico ante la CRIE, el Ente Operador Regional (EOR) remitió el Informe de Regulación del Mercado Eléctrico Regional Extraordinario (IRMER-E-02-2023) que contiene la *“Propuesta de modificación regulatoria: ‘Actualización de las curvas de demanda inelástica y elástica de electricidad para determinar el excedente del consumidor’ del Anexo M del Libro III del RMER”*, así como el anexo denominado: *“Actualización de las curvas de demanda inelástica y elástica de electricidad, para el cálculo del excedente de los consumidores”* elaborado por la entidad Grupo Mercados Energéticos (GME) como parte de una consultoría contratada por el EOR.
4. El 11 de mayo de 2023, los equipos técnicos de la CRIE y del EOR sostuvieron una reunión para discutir distintos aspectos relacionados con la propuesta presentada por el Operador Regional mediante el informe IRMER-E-02-2023. Como resultado de dicha reunión, se acordó que la entidad GME presentará a detalle los resultados del informe de revisión de la metodología del Anexo M del Libro III del RMER en el marco de la consultoría llevada a cabo por este último.
5. Los días 17 y 30 de mayo de 2023, se realizaron dos reuniones de trabajo entre el equipo técnico de la CRIE con la entidad GME y el equipo técnico del EOR a efecto de analizar el informe denominado *“Actualización de las curvas de demanda inelástica y elástica de electricidad, para el cálculo del excedente de los consumidores”*, acordándose la necesidad de que el consultor efectuara ajustes al referido informe. En ese sentido, el 7 de junio de 2023 el EOR remitió el informe ajustado.

III. NORMATIVA APLICABLE

Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central (Tratado Marco)

- *“Artículo 2. Los fines del Tratado son: (...) f. Establecer reglas objetivas, transparentes y no discriminatorias para regular el funcionamiento del mercado eléctrico regional y las relaciones entre los agentes participantes (...) // g. Propiciar que los beneficios derivados del mercado eléctrico regional lleguen a todos los habitantes de los países de la región”*
- *“Artículo 19. La CRIE es el ente regulador y normativo del Mercado Eléctrico Regional, con personalidad jurídica propia, capacidad de derecho público internacional,*

independencia económica, independencia funcional y especialidad técnica, que realizará sus funciones con imparcialidad y transparencia (...)”

- *“Artículo 22. Los objetivos generales de la CRIE son: // a. Hacer cumplir el presente Tratado y sus protocolos, reglamentos y demás instrumentos complementarios. // b. Procurar el desarrollo y consolidación del Mercado, así como velar por su transparencia y buen funcionamiento (...)*”
- *“Artículo 23. Las facultades de la CRIE son, entre otras: // a. Regular el funcionamiento del Mercado, emitiendo los reglamentos necesarios. (...) // c. Adoptar las decisiones para propiciar el desarrollo del Mercado, asegurando su funcionamiento inicial y su evolución gradual hacia estados más competitivos. (...) // e. Regular los aspectos concernientes a la transmisión y generación regionales.”*

Reglamento del Mercado Eléctrico Regional (RMER)

Libro I

- **“1.8.4.1 Aplicación**

- a) Este numeral 1.8.4 establece los procedimientos para realizar modificaciones al RMER. Las disposiciones del RMER sólo podrán ser modificadas cuando se han seguido los procedimientos aplicables establecidos en este numeral;*
- b) Una modificación al RMER se hará efectiva a partir del momento en que sea aprobada y publicada por la CRIE, de acuerdo con los procedimientos establecidos en este numeral;*
- c) Las modificaciones al RMER podrán ser propuestas por cualquier agente del mercado, OS/OM, el EOR o por la misma CRIE, de acuerdo con los procedimientos establecidos en este numeral;*
- d) En la formulación y aprobación de modificaciones al RMER, la CRIE tomará en consideración los fines y objetivos del MER establecidos en el Tratado Marco y sus Protocolos.”*

- **“1.8.4.3 Modificaciones propuestas por la CRIE**

La CRIE analizará continuamente el desempeño y evolución del MER y hará recomendaciones de ajustes y mejoras a su funcionamiento, incluyendo propuestas de modificaciones al RMER. La CRIE incluirá los ajustes y las mejoras propuestas en el Informe de Diagnóstico del MER descrito en el numeral 2.3.2. Con base en los Informes de Regulación o de Diagnóstico del MER, la CRIE dará inicio al proceso de revisión y aprobación de las modificaciones propuestas al RMER establecido en el numeral 1.8.4.4.”

- **“1.8.4.4 Revisión y aprobación de modificaciones**

- a) La CRIE revisará las modificaciones al RMER propuestas en los Informes de Regulación y/o de Diagnóstico del MER, determinará el procedimiento y cronograma*

para la revisión y aprobación de las mismas y los hará públicos en un plazo máximo de treinta (30) días conforme a lo dispuesto en el numeral 1.8.1. La CRIE considerará la importancia y urgencia de las modificaciones propuestas al determinar el procedimiento y cronograma de revisión. La ejecución del cronograma tendrá un plazo máximo de ciento ochenta (180) días;

- b) La CRIE publicará las modificaciones propuestas al RMER y notificará al EOR y éste a los OS/OMS, invitando a la presentación de comentarios por escrito con respecto a las modificaciones en cuestión dentro de un plazo determinado de acuerdo con el cronograma establecido;*
- c) La CRIE documentará los comentarios recibidos relacionados con las modificaciones propuestas al RMER junto con los argumentos en que basa su decisión, adoptará la resolución respectiva y la publicará conforme al numeral 1.8.1 y notificará al EOR y este a los OS/OM. El EOR implementará las modificaciones al RMER que hayan sido aprobadas por la CRIE;*
- d) Cuando la CRIE lo considere conveniente, el procedimiento para la revisión y aprobación de las modificaciones incluirá el mecanismo de audiencias públicas establecido en el reglamento interno de la CRIE;*
- e) Después de realizada la audiencia pública, la CRIE publicará las modificaciones propuestas, el proceso de revisión seguido, los argumentos presentados durante el proceso de revisión pública, la decisión tomada y las razones de la misma. Dicha decisión deberá ser publicada en un plazo no mayor de un (1) mes después de realizada la audiencia. El EOR implementará las modificaciones al RMER que hayan sido aprobadas por la CRIE*
- f) Cuando la CRIE considere que la urgencia de una modificación al RMER impide esperar la realización del procedimiento de revisión definido en este numeral 1.8.4.4, adoptará mediante resolución una modificación transitoria al RMER que estará vigente hasta el momento en que el procedimiento de modificación descrito en este numeral, pueda llevarse a cabo, el cual deberá completarse como máximo en un plazo de seis (6) meses a partir de la entrada en vigencia de la norma transitoria. Transcurrido el plazo anterior, la norma transitoria perderá su vigencia.”*
- **“2.3.2.1** *La CRIE analizará continuamente la evolución y resultados del MER y elaborará anualmente, o con más frecuencia si es necesario, un Informe de Diagnóstico donde evalúe el funcionamiento del MER con respecto al cumplimiento de los objetivos del mismo. El Informe de Diagnóstico del MER recogerá los análisis de la CRIE y las observaciones y propuestas presentadas por el EOR, los OS/OMS y los agentes del mercado en los Informes de Regulación del MER, incluyendo las solicitudes de modificaciones al RMER.”*
- **“2.3.2.2** *En los Informes de Diagnóstico, la CRIE evaluará la necesidad y conveniencia de realizar ajustes a la Regulación Regional, con el objeto de corregir distorsiones, subsanar vacíos, eliminar normas obsoletas y en general promover la consolidación y desarrollo eficiente del Mercado. A partir de las conclusiones y recomendaciones*

contenidas en los Informes de Diagnóstico, la CRIE podrá iniciar un proceso de revisión y aprobación de modificaciones al RMER.”

- *“2.3.2.3 Para la elaboración de los Informes de Diagnóstico y en el proceso de revisión de solicitudes de modificaciones al RMER, la CRIE podrá solicitar la asistencia del EOR, de grupos asesores y en general de expertos externos cuando lo considere conveniente. El reglamento interno de la CRIE deberá contener las guías y procedimientos para la elaboración y presentación del Informe de Diagnóstico.”*
- *“2.3.2.4 El Informe de Diagnóstico del MER deberá ser publicado de acuerdo con lo previsto en el numeral 1.8.1. El proceso de revisión y aprobación de las propuestas de modificaciones al RMER deberá ajustarse a lo dispuesto en el numeral 1.8.4.4.”*

Reglamento Interno CRIE

- *“Artículo 17. Los Comisionados conforman la Junta de Comisionados, la cual es el órgano superior de la CRIE. La Junta de Comisionados constituye el Directorio de la CRIE.”*
- *“Artículo 20. La Junta de Comisionados tiene como principales funciones, las siguientes: a) Cumplir y hacer cumplir el Tratado Marco, sus Protocolos y la regulación regional; b) Deliberar en forma colegiada sobre los asuntos que le sean sometidos a su consideración previamente a ser resueltos. c) Dictar los lineamientos para cumplir de los objetivos de la CRIE; d) Aprobar, derogar y reformar reglamentos, manuales, procedimientos y cargos, de acuerdo con lo establecido en el Tratado, Protocolos, Reglamentos del Mercado Eléctrico Regional y resoluciones de la CRIE; // e) Velar por el cumplimiento de las resoluciones que emita (...)”*

Procedimiento de Consulta Pública de la CRIE

- *“Artículo 1. El presente procedimiento tiene por objeto establecer un mecanismo estructurado que permita una planificación oportuna de consulta pública para la elaboración participativa de las normas regionales y las modificaciones de la Regulación Regional, cumpliendo con los principios del debido proceso así como los de transparencia, imparcialidad, previsibilidad, participación, impulso de oficio, economía procedimental y publicidad que garanticen una participación efectiva y eficaz para todo el Mercado Eléctrico Regional (MER).”*
- *“Artículo 2. Para los asuntos indicados en este Procedimiento, la CRIE convocará e iniciará la consulta pública, cuando se trate de la emisión de normas regionales, modificación a la regulación regional o cuando la CRIE considere que el asunto es de tal importancia para el MER, que amerita ser sometida a consulta.”*
- *“Artículo 4. El proceso de consulta pública para las propuestas de normas regionales, modificaciones a la regulación regional o los asuntos de importancia regional iniciará su trámite una vez que la CRIE lo ordene, mediante resolución motivada, con base en un informe técnico previo, elaborado por las Unidades Técnicas correspondientes.”*

IV. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN CON CARÁCTER DE URGENCIA

Mediante el oficio con referencia EOR-PJD-04-05-2023-015, el EOR indicó que con el fin de evitar distorsiones en la modelación de la demanda y la estimación del beneficio social (suma del excedente del consumidor más el excedente del productor), debido a limitaciones identificadas en la aplicación de la metodología contenida en el Anexo M del Libro III del RMER, requiere que conforme a lo establecido en el literal f) del numeral 1.8.4.4 del Libro I del RMER, esta Comisión apruebe transitoriamente las modificaciones al RMER detalladas en el informe de regulación IRMER-E-02-2023, tomando en consideración que dichas modificaciones se necesitan aplicar durante el proceso de elaboración de los estudios de planificación de la generación y la transmisión regional que el EOR está realizando en el presente año.

En el análisis realizado al informe de regulación presentado por el EOR, se identificó que los ajustes a la metodología del Anexo M, de forma general, consisten en los siguientes aspectos:

- a) Modificar la especificación del modelo econométrico considerado para el cálculo de elasticidades-precio, proponiendo la utilización de información mensual, demanda total como variable explicada y permitiendo mayor flexibilidad al modelo.
- b) Ajustar la metodología de cálculo del componente de demanda inelástica, redefiniendo la misma, como la demanda evaluada al cuarto bloque del costo de energía no suministrada.
- c) Incorporar consideraciones adicionales sobre la información de entrada (precisiones de las fuentes de datos, periodicidad de las series, incorporación a la ecuación de demanda variable para el control de Outliers o valores atípicos, etc.).

En ese sentido, considerando lo antes expuesto y posterior al análisis efectuado por esta Comisión a la propuesta presentada por el EOR, se determinó necesario realizar modificaciones al Anexo M del Libro III del RMER, con el fin de mejorar la estimación del excedente del consumidor lo que implica mayor certeza en el cálculo del beneficio social al permitir, entre otras cosas, una mayor flexibilidad en la formulación del modelo econométrico. Dichas modificaciones tienen carácter de urgencia toda vez que son de vital importancia para una adecuada clasificación de las ampliaciones de transmisión regional, lo anterior, en el marco de la formulación del plan de expansión indicativo de la generación y la transmisión regional que actualmente está realizando el Operador Regional.

V. ANÁLISIS

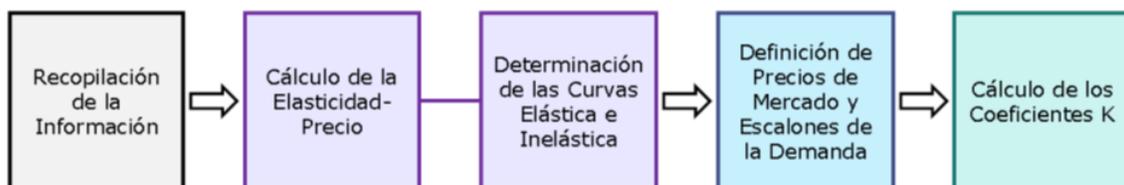
De conformidad con el numeral M.6 del Anexo M del Libro III del RMER, el cálculo de las curvas de demanda establecidas en dicho numeral deben ser actualizados por el EOR como máximo cada cinco años, por lo que el Operador Regional contrató los servicios de la entidad Grupo Mercados Energéticos (GME) para el desarrollo de un estudio para la actualización de las curvas de demanda inelástica y elástica de electricidad, para el cálculo del excedente del consumidor, el cual tenía los siguientes alcances:

1. Actualizar el modelo de demanda de los seis países miembros del MER en la relación con la demanda inelástica y elástica, determinando los coeficientes K que definen las relaciones de las distintas demandas inelástica y elásticas; y los pares demanda-precio que define los niveles de

demanda elástica, respecto al año 2021 (año base del estudio), conforme a la metodología y procedimientos del Anexo M del Libro III del RMER;

2. Revisar si los precios de mercado y el número de niveles de demanda elástica establecidos actualmente en el Anexo M del Libro III del RMER, son adecuados o recomendar su modificación; y
3. Revisar la metodología y procedimientos actualmente establecidos en el Anexo M del Libro III del RMER, para determinar los coeficientes K .

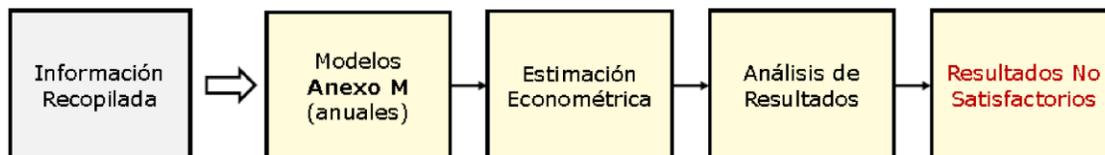
En tal sentido, la metodología descrita en el referido Anexo M, contempla las siguientes etapas:



Fuente: Elaboración EOR

Para la etapa de recopilación de la información, ésta fue solicitada a todos los reguladores nacionales de la región a través de la CRIE. Al respecto, es importante indicar que en la información brindada por algunos reguladores nacionales, no se incluyeron datos necesarios para la adecuada aplicación de la metodología para el cálculo del excedente del consumidor establecida en el RMER, por lo que fue menester del consultor, completar la misma con datos provenientes de fuentes oficiales alternas. No obstante, aún y cuando se logró recopilar mayor información respecto al tema objeto de la consultoría, se encontraron las siguientes limitantes:

1. para ninguna de las áreas de control del SER fue posible obtener series de tiempo completas y con longitudes mayores a 10 años;
2. en algunos casos no se suministró información relativa a facturación en USD y cantidad de usuarios; y
3. algunos países no cuentan con información de precios de sus respectivos mercados mayoristas.



Fuente: Elaboración EOR

Una vez completada la información requerida, se procedió con el cálculo de la elasticidad-precio de la demanda de electricidad, a través de un modelo econométrico de regresión exponencial, mediante el método Seemingly Unrelated Regressions (SUR), el cual establece una relación entre variables explicativas (tarifa media anual y el PIB per cápita de un país) y la variable explicada que corresponde a las ventas de energía unitarias (anuales) por sector (residencial, comercial, industrial, otros, no regulados).

Siguiendo lo establecido en el Anexo M del Libro III del RMER, la elasticidad precio de la demanda de energía eléctrica (α) se define como la proporción del aumento en el consumo de energía eléctrica (Δd) ante un cambio proporcional en el precio (Δp); asimismo, la elasticidad ingreso de la demanda de energía

eléctrica (β) se define como la proporción del aumento en el consumo de energía eléctrica (Δd) ante un cambio proporcional en el ingreso ($\Delta \gamma$), por lo que la ecuación a especificar resulta la siguiente:

$$d_{i,u} = A_{i,u} * P_{i,u}^{\alpha} * \gamma_{i,u}^{\beta}$$

A los resultados obtenidos de la aplicación del modelo econométrico de regresión exponencial detallado en el numeral M.1.1 denominado: “*Procedimiento de Cálculo de la elasticidad demanda-precio*”, se les deben realizar las siguientes verificaciones:

- *verificación de signos*: para el caso de los valores obtenidos de Elasticidad Precio de la demanda (α), se espera que éstos sean negativos ($\alpha < 0$). Para el caso del valor obtenido de elasticidad ingreso de la demanda (β) se espera que los mismos sean positivos ($\beta > 0$);
- *existencia de correlación contemporánea*: a través de la aplicación de una prueba de hipótesis (multiplicador de LaGrange) que corrobore que las covarianzas de las perturbaciones sean distintas de cero;
- *bondad de ajuste del modelo*: se analiza a través del coeficiente de regresión R^2 , el cual es una medida de ajuste entre la línea de la regresión muestral y los datos observados.

En tal sentido, al aplicar el método SUR y las verificaciones indicadas, se advirtió lo siguiente:

- Exponente α con signo contrario al esperado (es decir $\alpha > 0$) para 11 de 18 sectores analizados;
- Falta de significatividad en 2 sectores adicionales;
- Exponente β con signo contrario al esperado (es decir $\beta < 0$) en 1 sector adicional;
- Exponente β no significativo en un sector adicional; y
- Baja bondad de ajuste y valores no significativos para 3 sectores adicionales.

En razón de lo anterior y en aplicación de la metodología detallada en el Anexo M del Libro III del RMER, los 18 sectores analizados deberían de ser considerados totalmente inelásticos, dados los resultados y verificaciones practicados a los mismos.

Como parte del análisis realizado en la consultoría llevada a cabo por el EOR, se identificó que los resultados obtenidos surgen de problemas relacionados a la falta de información, así como de aspectos relativos con la especificación propuesta en la metodología, mencionándose tres posibles causas:

- *Ventas unitarias como variable dependiente*: al considerarse las ventas unitarias se podría estar omitiendo variables relevantes (ej. El incremento de la cantidad de clientes por crecimiento poblacional o desarrollo de campañas de mejora de acceso). Es importante mencionar que en la práctica, suele ser habitual que los modelos econométricos de proyección de demanda o estimación de elasticidades-precio o ingreso tomen como variable dependiente a las ventas totales.
- *Falta de información y periodicidad anual*: la metodología requiere, de estar disponible, series de tiempo de 15 años de información (que no se pudieron obtener). Además, los precios pueden tener alta variabilidad durante un mismo año (un precio promedio anual no refleja dichos movimientos, por lo que la variable pierde poder explicativo).

- Falta de tratamiento de Outliers: el Anexo M no considera la corrección del modelo por tratamiento de Outlier o valores atípicos. Este efecto puede ser relevante al trabajar con años afectados por eventualidades, como por ejemplo la pandemia del COVID-19.

En conclusión, durante el proceso de actualización de las curvas de demanda inelástica y elásticas de electricidad de los seis países miembros del MER conforme lo establecido en el Anexo M del Libro III del RMER, se presentaron diversos problemas relacionados con la falta de información y con aspectos relativos a la especificación de datos de entrada para la aplicación del modelo econométrico, lo que repercutió en resultados con valores no significativos, con baja bondad de ajuste, con signos contrarios a los esperados según la teoría econométrica, entre otros. Por lo tanto, debido a estas circunstancias y en aplicación de la regulación regional, los 18 sectores analizados deberían ser considerados como totalmente inelásticos.

No hay que perder de vista que, considerar la demanda como totalmente inelástica (cuando en realidad no lo es), conduciría a una sobrevaloración del excedente del consumidor, asumiendo que la disposición máxima a pagar por la energía eléctrica sería el Costo de la Energía No Suministrada, que es un valor muy superior a los precios de las tarifas establecidas a los consumidores; asimismo, asumir modelos de demanda perfectamente inelásticas implicaría una sobrevaloración del beneficio social.

En el mismo orden de ideas, es importante tener presente que la demanda agregada de electricidad de los países tiene un rango que es sensible a la variación de precios (componente elástica), siendo esta modelación importante para determinar la demanda a ser servida cuando se realizan estudios de expansión de la generación y la transmisión.

Ahora bien, en el marco del ejercicio de la expansión de la generación y la transmisión regional, el asumir que las demandas de electricidad de los países miembros del MER poseen un comportamiento perfectamente inelástico, implicaría que la demanda a servir sin expansión y con expansión sería siempre la misma, por lo que, al aplicar lo establecido en el numeral 10.3.5.6 del Libro III del RMER, el Valor Presente Neto de las Ampliaciones de Transmisión Regional, quedaría básicamente determinado por la diferencia de costos marginales sin expansión y con expansión, multiplicado por la demanda total, más el cambio en el excedente de los productores (generadores).

En razón de lo anterior, con el objetivo de superar las dificultades mencionadas anteriormente y con el propósito de evitar:

- sobrestimar o subestimar el beneficio social en el MER; y
- afectar de forma directa la clasificación de las ampliaciones de transmisión que sean identificadas en el plan de expansión indicativo de la generación y la transmisión regional (Ampliaciones Planificadas o Ampliaciones Regionales con Beneficio Regional parcial).

Se propone un conjunto de ajustes a la metodología de cálculo del excedente del consumidor detallada en el Anexo M del Libro III del RMER, con las que se obtendrán los siguientes beneficios:

- a) Dotar de flexibilidad al modelo econométrico en cuanto a: 1) permitir la corrección por estacionalidad; 2) adición de rezagos de la variable explicada; 3) tratamiento de valores atípicos (distorsiones o “Outliers”); lo que aumenta la capacidad para aislar el efecto de elasticidad de la demanda respecto de otros factores que afectan la demanda;

- b) Aumento en la precisión del modelo econométrico al establecer una especificación mensual de información de entrada en lugar de una periodicidad anual; lo anterior, con el objetivo de evitar que el efecto de los cambios de precios de la demanda sea “*disuelto*” al considerar valores promedios de etapas anuales;
- c) Control de estacionalidad, a partir de la inclusión de variables explicativas dicotómicas (dummies) en la regresión para once de los doce meses del año, que toman el valor de uno en su respectivo mes y cero en los meses restantes. Excluyendo un mes para evitar problemas de multicolinealidad perfecta, y dicho mes se considera como el “*mes base*”: cada coeficiente indicará la diferencia esperada en el comportamiento de la variable dependiente durante el mes respectivo frente al mes base;
- d) Mejora en el cálculo de la componente inelástica de la demanda definida en el numeral M.2 del Anexo M (evaluar $\alpha = 0$), de manera que resulte válido únicamente para aquellos casos en los que la variable tarifa media resulte estadísticamente no significativa. Redefiniendo la componente inelástica de la demanda como la demanda de energía del sector que necesariamente debe ser atendida, evaluando la misma al costo de energía no suministrada (CENS) correspondiente al cuarto bloque de racionamiento;
- e) Al reemplazar la demanda unitaria por la demanda total (como variable explicada), se elimina la dependencia del número de clientes; y
- f) Control de Outliers o valores atípicos, a través de la incorporación de variables dicotómicas de control (dummies) que toman el valor de uno, en aquellos meses afectados por la eventualidad, y cero durante el resto. Este método permitirá aislar los efectos de dichos valores a la hora de estimar el modelo econométrico y además testear su significatividad estadística.

En general, la detección de Outliers puede realizarse a partir del análisis gráfico y descriptivo de las series históricas de tiempo o mediante la aplicación de algún método estadístico (ej. método de Tukey). En el caso que se opte por el análisis gráfico resulta importante que exista una explicación por parte del modelador sobre la potencial causa de la eventualidad (tal como es el caso de la pandemia del COVID-19).



VI. PROPUESTA DE MODIFICACIONES

Derivado de los análisis efectuados, los ajustes a realizar en el Anexo M del Libro III del RMER, son los siguientes:

1. “GLOSARIO DE TÉRMINOS UTILIZADOS”

Se identificó necesario adicionar el acrónimo del Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE), toda vez que la información de entrada relacionada a las series históricas de tiempo pasa de una periodicidad anual a una mensual.

NORMA VIGENTE	PROPUESTA DE NORMA
N.A.	IMAE: Índice Mensual de Actividad Económica

2. “M.1 METODOLOGÍA DE CÁLCULO DEL EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR”

Con el fin de dar mayor claridad y comprensión a la norma, se ajustan las denominaciones de las etapas del procedimiento que seguirá el EOR para el cálculo del Excedente del Consumidor.

NORMA VIGENTE	PROPUESTA DE NORMA
En el presente apartado, se desarrolla la metodología para el cálculo del excedente del consumidor (EC) sobre la base que la demanda se compone de una característica inelástica y una característica de elasticidad precio por categoría tarifaria para cada país.	En el presente Anexo apartado, se desarrolla la metodología para el cálculo del excedente del consumidor (EC) sobre la base que la demanda se compone de una característica inelástica y una característica de elasticidad precio por categoría tarifaria para cada país.
(...)	(...)
<u>Excedente del consumidor para la característica elástica</u>	<u>Excedente del consumidor para la característica elástica</u>
El EC es la diferencia económica existente entre el precio máximo que un consumidor está dispuesto a pagar por una determinada cantidad de energía y lo que en realidad paga, determinado por el punto de equilibrio entre la oferta y la demanda.	El EC es la diferencia económica existente entre el precio máximo que un consumidor está dispuesto a pagar por una determinada cantidad de energía y lo que en realidad paga, determinado por el punto de equilibrio entre la oferta y la demanda.
(...)	(...)
<u>Excedente del consumidor para la característica inelástica</u>	<u>Excedente del consumidor para la característica inelástica</u>
El EC es la diferencia económica entre el Costo de la Energía No Suministrada y lo que en realidad paga la demanda, determinado por el punto de equilibrio entre la oferta y la demanda. Se debe de calcular como la suma de los escalones de Energía No Suministrada por las	El EC es la diferencia económica entre el Costo de la Energía No Suministrada y lo que en realidad paga la demanda, determinado por el punto de equilibrio entre la oferta y la demanda.

<p>respectivas cantidades de energía asociada a cada escalón, menos el costo de compra, calculado como el precio vigente multiplicado por las cantidades demandadas en la característica inelástica de la demanda.</p> <p>El procedimiento que seguirá el EOR para el cálculo del EC, constará de las siguientes etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Procedimiento de Cálculo de la elasticidad demanda-precio. 2) Determinación de las curvas de demandas por país. 3) Equivalencia entre la curva de demanda individual y la demanda total del mercado en función del precio de mercado. 4) Modelación del escalonamiento de la demanda elástica. 5) Cálculo del excedente del consumidor. 6) Aplicación de la metodología. <p>(...)</p>	<p>Se debe de calcular como la sumatoria del producto de las cantidades demandadas en la característica inelástica de la demanda multiplicado por la diferencia del Costo de la los escalones de Energía No Suministrada por las respectivas cantidades de energía asociada a cada escalón, menos el costo de compra, calculado como y el precio marginal vigente multiplicado por las cantidades demandadas en la característica inelástica de la demanda.</p> <p>El procedimiento que seguirá el EOR para el cálculo del EC, constará de las siguientes etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Procedimiento de Cálculo de la elasticidad demanda-precio (α) y de la elasticidad ingreso de la demanda (β). 2) Determinación de las curvas de demandas por país. 3) Equivalencia entre la curva de demanda individual y la demanda total del mercado en función del precio de mercado. 4) Modelación del escalonamiento de la demanda elástica. 5) Cálculo del excedente del consumidor. 6) Aplicación Actualización del excedente del consumidor la metodología. <p>(...)</p>
--	---

3. “M.1.1 Procedimiento de Cálculo de la elasticidad demanda-precio”

Se incluyen 3 nuevos parámetros al modelo econométrico, siendo estos relacionados a la estacionalidad ($S_j^{\theta_j}$), rezagos ($d_{i,u,t-k}^{\phi_k}$) y para aislar el efecto de valores atípicos ($C_{i,u,t}^{\delta}$) con el objetivo de dotar de mayor flexibilidad al método SUR. Asimismo, se ajusta la serie histórica de tiempo de manera que pase de anual a mensual a fin de poder observar la variabilidad interanual de las variables explicativas.

NORMA VIGENTE	PROPUESTA DE NORMA
<p>M.1.1 Procedimiento de Cálculo de la elasticidad demanda-precio</p> <p>La metodología requiere información sobre el consumo de electricidad y la tarifa media anual de cada sector o tipo de usuario (residencial,</p>	<p>M.1.1 Procedimiento de Cálculo de la elasticidad demanda-precio (α) y de la elasticidad ingreso de la demanda (β)</p>

NORMA VIGENTE	PROPUESTA DE NORMA
<p>comercial, industrial, otros, no regulados), el PIB per cápita y las elasticidades precio e ingreso de la demanda de energía.</p> <p>La elasticidad precio de la demanda de energía eléctrica (α) se define como la proporción del aumento en el consumo de energía eléctrica (Δd) ante un cambio proporcional en el precio (Δp).</p> <p>La elasticidad ingreso de la demanda de energía eléctrica (β) se define como la proporción del aumento en el consumo de energía eléctrica (Δd) ante un cambio proporcional en el ingreso ($\Delta \gamma$).</p> <p>Para determinar ambas elasticidades, se utilizará un modelo econométrico de regresión exponencial, estimando los parámetros mediante el método Seemingly Unrelated Regressions (SUR). La ecuación a especificar resulta la siguiente:</p> $d_{i,u} = A_{i,u} * p_{i,u}^{\alpha} * \gamma_i^{\beta}$ <p>Dónde:</p> <p>$d_{i,u}$: demanda anual de energía por usuario, medida en kWh por usuario por año.</p> <p>$p_{i,u}$: tarifa media anual final, medida en USD/kWh en USD constantes. En caso de no conocerse las tarifas de los usuarios no regulados se estimarán las mismas a partir de los precios de mercado y una hipótesis de margen del 5% sobre el precio promedio del mercado.</p> <p>γ_i: PIB per cápita anual, medido en USD por habitante por año, en USD constantes.</p> <p>i: representa a cada país.</p> <p>u: representa a cada tipo de usuario. Las categorías a considerar son “residencial”, “comercial”, “industrial”, “otros”. Debe considerarse los usuarios regulados y no regulados. De no contar con datos abiertos por tipo de usuario, se realizará una estimación de la demanda global.</p>	<p>La metodología requiere información sobre el consumo de electricidad y la tarifa media mensual en términos reales anual de cada sector por categoría tipo de usuario (residencial, comercial, industrial, otros, no regulados), el IMAE por país y el PIB per cápita y las elasticidades precio e ingreso de la demanda de energía.</p> <p>La elasticidad precio de la demanda de energía eléctrica (α) se define como la proporción del aumento en el consumo de energía eléctrica (Δd) ante un cambio proporcional en el precio (Δp).</p> <p>La elasticidad ingreso de la demanda de energía eléctrica (β) se define como la proporción del aumento en el consumo de energía eléctrica (Δd) ante un cambio proporcional en el ingreso ($\Delta \gamma$).</p> <p>Para determinar ambas elasticidades, se utilizará un modelo econométrico de regresión exponencial, estimando los parámetros mediante el método Seemingly Unrelated Regressions (SUR). La ecuación a especificar resulta la siguiente:</p> $d_{i,u,t} = A_{i,u} * p_{i,u,t}^{\alpha} * \gamma_{i,t}^{\beta} * C_{i,u,t}^{\delta} * \prod_{j=2}^{12} S_j^{\theta_j} * \prod_{k=1}^3 d_{i,u,t-k}^{\phi_k}$ <p>Doénde:</p> <p>$d_{i,u,t}$: demanda anual-mensual de energía por usuario, medida en kMWh por usuario por año para el país i, sector u y periodo t.</p> <p>$A_{i,u}$: constante del modelo para el país i, sector u.</p> <p>$p_{i,u,t}^{\alpha}$: tarifa media anual-finalmensual en términos reales, medida en USD/kMWh en USD constantes para el país i, sector u, periodo t y exponente asociado α. En caso de no conocerse las tarifas de los usuarios no regulados se estimarán las mismas a partir de los precios del mercado mayorista nacional</p>

NORMA VIGENTE	PROPUESTA DE NORMA
<p>α: elasticidad precio de la demanda. β: elasticidad ingreso de la demanda. A: constante.</p> <p>Se utilizará un software estadístico¹ para la determinación de las curvas de demandas, y de estar disponible, una serie de tiempo de 15 años.</p> <p>Se espera una elasticidad-precio negativa, acorde a la teoría económica: $\alpha < 0$. Si el resultado es contrario, se utilizarán las elasticidades precio de la demanda encontradas en otros estudios elaborados y/o aprobados por el Regulador Nacional o el Ministerio de Energía. En caso de no existir, se considerará una demanda totalmente inelástica para el caso que corresponda.</p> <p>Para determinar la existencia de correlación contemporánea, se deberá llevar a cabo una prueba de hipótesis que corrobore si las covarianzas de las perturbaciones son distintas a cero. La hipótesis es:</p> <p>$H_0: \sigma_{mj} = 0$ H_1: al menos una de las covarianzas es diferente de cero</p> <p>La prueba estadística apropiada es el multiplicador de Lagrange, el cual se calcula como:</p> $\lambda = N \sum_{m=2}^M \sum_{j=1}^{m-1} r_{mj}^2 \xrightarrow{d.a.} \chi^2$ <p>Donde r_{mj}^2 es el coeficiente de correlación cuadrado calculado como²:</p>	<p>correspondiente y una hipótesis de margen del 5% sobre el precio promedio mensual del mercado.</p> <p>$\gamma_{i,t}^\beta$: PIB per cápita anual; Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE) medido en USD para el país i, periodo t y exponente asociado β. por habitante por año, en USD constantes.</p> <p>$C_{i,u,t}^\delta$: variable de control por eventos atípicos para el país i, sector u y periodo t y exponente asociado δ.</p> <p>$S_j^{\theta_j}$: variable de control por efecto de la estacionalidad y exponente asociado θ_j. Donde j son los meses del año que van de febrero (mes N°2) a diciembre (mes N°12).</p> <p>$d_{i,u,t-k}^{\phi k}$: variable de control por efecto del rezago en k períodos de la variable dependiente, para el país i, sector u, periodo t y exponente asociado ϕk.</p> <p>i: representa a cada país. u: representa a cada tipo de usuario. Las categorías de sectores por tipo de usuario: a considerar son “residencial”, “comercial”, “industrial”, “otros”. Debe considerarse los usuarios regulados y no regulados. De no contar con datos abiertos por tipo categoría de usuario, se realizará una estimación de la demanda global.</p> <p>α: elasticidad precio de la demanda. β: elasticidad ingreso de la demanda. A: constante.</p> <p>Se utilizará un software estadístico³ para la determinación de las curvas de demandas, y de</p>

¹ Se recomienda el uso de software como el Eviews o similares.

² d.a. indica distribución asintótica

³ Se recomienda el uso de software como el Eviews o similares.

NORMA VIGENTE	PROPUESTA DE NORMA
$r_{mj}^2 = \frac{\sigma_{mj}^2}{\sigma_{mm}\sigma_{jj}}$ <p>Siendo σ_{mj} covarianzas de los errores.</p> <p>El estadístico de prueba es una chi cuadrado (χ^2) con tantos grados de libertad como ecuaciones.</p> <p>El método de estimación de SUR es de mínimos cuadrados generalizados factibles, con lo cual los estimadores resultantes son consistentes y eficientes de corroborarse la correlación contemporánea.</p> <p>Si no existe correlación contemporánea, podrá usarse el método de mínimos cuadrados ordinarios para ecuaciones individuales.</p>	<p>estar disponibles, series históricas de 10 o más años con periodicidad mensual. Una serie de tiempo de 15 años.</p> <p>Se espera una elasticidad-precio negativa, acorde a la teoría económica: $\alpha < 0$. Si el resultado es contrario, se utilizarán las elasticidades precio de la demanda definidas encontradas en otros estudios elaborados y/o aprobados por el Regulador Nacional o el Ministerio de Energía, en el caso de que no se disponga de dichos estudios, se podrán emplear las elasticidades precio de la demanda determinadas en el último estudio regional utilizado por el EOR. No existir, se considerará una demanda totalmente inelástica para el caso que corresponda.</p> <p>Para determinar la existencia de correlación contemporánea, se deberá llevar a cabo una prueba de hipótesis que corrobore si las covarianzas de las perturbaciones son distintas a cero. La hipótesis es:</p> $H_0: \sigma_{mj} = 0$ <p>H_1: al menos una de las covarianzas es diferente de cero.</p> <p>La prueba estadística apropiada es el multiplicador de Lagrange, el cual se calcula como:</p> $\lambda = N \sum_{m=2}^M \sum_{j=1}^{m-1} r_{mj}^2 \xrightarrow{d.a.} \chi^2$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> N: tamaño de la muestra M: indica dimensiones a analizar m: es un índice de iteración j: segundo índice para iterar dentro de cada combinación de variables d.a. indica distribución asintótica.

NORMA VIGENTE	PROPUESTA DE NORMA
	<p>r_{mj}^2 es el coeficiente de correlación cuadrado calculado como:</p> $r_{mj}^2 = \frac{\sigma_{mj}^2}{\sigma_{mm}\sigma_{jj}}$ <p>(...)</p>

4. “M.2 Determinación de las curvas de demandas por país”

Se ajusta con el fin de hacer consistente la norma, derivado de las modificaciones antes indicadas. Especificando en el cálculo de la demanda inelástica evaluando la variable de tarifa media mensual en términos reales de la ecuación de demanda mensual $d(i,u,t)$ al valor establecido en el cuarto bloque del Costo de Energía No Suministrada, lo anterior considerando, que la componente inelástica de la demanda corresponde a la que debe ser necesariamente atendida y su interrupción está solamente asociada a la incapacidad física del sistema en atenderla.

NORMA VIGENTE	PROPUESTA DE NORMA
<p>M.2 Determinación de las curvas de demandas por país</p> <p>Para los nodos de carga en el módulo correspondiente del SPGTR, la demanda se especifica como una curva que indica cuál es su disposición a adquirir energía para diferentes niveles de precio del sistema.</p> <p>Para cada curva de demanda se define la utilización de demandas mixtas, las cuales constan de un primer nivel totalmente inelástico de la demanda, y niveles posteriores de demanda elástica, definidas en orden decreciente de precio.</p> <p>El componente de la demanda totalmente inelástica, corresponde a la demanda que debe ser necesariamente atendida. Su interrupción está solamente asociada a la incapacidad física del sistema en atenderla. Para su determinación, se debe evaluar la ecuación de demanda ($d_{i,u}$) considerando una elasticidad (α) igual a cero:</p>	<p>M.2 Determinación de las curvas de demandas por país</p> <p>Para los nodos de carga en el módulo correspondiente del SPGTR, la demanda se especifica como una curva que indica cuál es su disposición a adquirir energía para diferentes niveles de precio del sistema.</p> <p>Para cada curva de demanda se define la utilización de demandas mixtas, las cuales constan de un primer nivel totalmente inelástico de la demanda, y niveles posteriores de demanda elástica, definidos en orden decreciente de precio.</p> <p>El componente inelástico de la demanda totalmente inelástica, corresponde a la demanda que debe ser necesariamente atendida. Su interrupción está solamente asociada a la incapacidad física del sistema en atenderla- y se determinará evaluando la variable de tarifa media mensual en términos reales de la ecuación de</p>

NORMA VIGENTE	PROPUESTA DE NORMA
<p>$d_{inel\ i,u,n} = B_{i,u,n} * p_{i,u}^0$</p> <p>Es decir: $d_{inel\ i,u,n} = B_{i,u,n}$</p> <p>Donde:</p> <p>$B_{i,u,n} = A_{i,u} * \gamma_{i,n}^\beta$</p> <p>$d_{inel\ i,u,n}$: demanda inelástica para cada país “i”, de cada categoría tarifaria “u”, para cada año “n”.</p> <p>n: cada año de proyección</p> <p>$A_{i,u}$: constante para cada país, para cada categoría tarifaria</p> <p>En cuanto a la determinación de la parte elástica de la curva de demanda, el EOR deberá determinar la curva de demanda por país según la consideración del PIB variable; se deberá calcular una ecuación de demanda en función del precio, con un coeficiente $B_{i,u,n}$ distinto para cada año, según la proyección de PIB:</p> <p>$d_{i,u,n} = B_{i,u,n} * p_{i,u}^\alpha$</p> <p>Donde:</p> <p>$B_{i,u,n} = A_{i,u} * \gamma_{i,n}^\beta$</p> <p>$\gamma_{i,n}$: PIB per cápita proyectado para cada año, en USD</p> <p>n: cada año de proyección</p> <p>$A_{i,u}$: constante para cada país, para cada categoría tarifaria</p> <p>Tal como se encuentra establecido en el Libro III 10.7.1 del RMER, para la programación el EOR deberá utilizar las proyecciones de demanda que le informen los OS/OM de cada país.</p> <p>De no disponer de proyecciones de PIB oficiales de cada OS/OM para todos los países, se considerará al PIB constante:</p> <p>I. Reemplazar el valor del PIB per cápita del año base del estudio en la ecuación de la</p>	<p>demanda mensual $d_{i,u,t}$ al valor establecido en el cuarto bloque del Costo de Energía No Suministrada (CENS) regional. Para su determinación, se debe evaluar la ecuación de demanda ($d_{i,u}$) considerando una elasticidad (α) igual a cero:</p> <p>$\frac{d_{inel\ i,u,n}}{d_{i,u,n}} = \frac{B_{i,u,n}}{B_{i,u,n}} * p_{i,u}^0$</p> <p>Es decir: $d_{inel\ i,u,n} = B_{i,u,n}$</p> <p>Donde: $B_{i,u,n} = A_{i,u} * \gamma_{i,n}^\beta$</p> <p>$d_{inel\ i,u,n}$: demanda inelástica para cada país “i”, de cada categoría tarifaria “u”, para cada año “n”.</p> <p>n: cada año de proyección</p> <p>$A_{i,u}$: constante para cada país, para cada categoría tarifaria</p> <p>En cuanto a la determinación de la parte elástica de la curva de demanda, el EOR deberá determinar la curva de demanda por país según la consideración del PIB variable; se deberá calcular una ecuación de demanda en función del precio, con un coeficiente $B_{i,u,\pi t}$ distinto para cada mes año, estimando la proyección del IMAE tomando como referencia según la proyección del PIB en los años del horizonte de análisis:</p> <p>$d_{i,u,\pi t} = B_{i,u,\pi t} * p_{i,u}^\alpha$</p> <p>Donde:</p> <p>$B_{i,u,\pi t} = A_{i,u} * \gamma_{i,n,t}^\beta$</p> <p>$\gamma_{i,\pi t}$: PIB per cápita IMAE proyectado para cada mes-año, en USD</p> <p>πt: período mensual cada año de proyección</p> <p>β: elasticidad ingreso de la demanda</p> <p>$A_{i,u}$: constante para cada país i, sector u para cada categoría tarifaria</p>

NORMA VIGENTE	PROPUESTA DE NORMA
<p>demanda. El año base es el año inmediato anterior al año de realización del estudio.</p> <p>II. La ecuación de demanda por usuario queda determinada por el precio y la elasticidad demanda-precio calculada:</p> $d_{i,u} = B_{i,u} * p_{i,u}^{\alpha}$ <p>Donde: $B_{i,u} = A_{i,u} * \gamma_i^{\beta}$</p> <p>$\gamma_i$: PIB per cápita para el año base del estudio, en USD</p> <p>$A_{i,u}$: constante para cada país, para cada categoría tarifaria</p>	<p>Tal como se encuentra establecido en el Libro III 10.7.1 del RMER, para la programación el EOR deberá utilizar las proyecciones de demanda que le informen los OS/OM de cada país.</p> <p>De no disponer de proyecciones de PIB oficiales de cada OS/OM para todos los países, se considerará al PIB constante:</p> <p>I. Reemplazar el valor del PIB per cápita del año base del estudio en la ecuación de la demanda. El año base es el año inmediato anterior al año de realización del estudio.</p> <p>H. La ecuación de demanda por usuario queda determinada por el precio y la elasticidad demanda-precio calculada:</p> $d_{i,u} = B_{i,u} * p_{i,u}^{\alpha}$ <p>Donde: $B_{i,u} = A_{i,u} * \gamma_i^{\beta}$</p> <p>$\gamma_i$: PIB per cápita para el año base del estudio, en USD</p> <p>$A_{i,u}$: constante para cada país, para cada categoría tarifaria</p>

5. “M.3 Equivalencia entre la curva de demanda individual y la demanda total del mercado en función del precio de mercado”

Se ajusta con el fin de hacer consistente la norma, derivado de las modificaciones antes indicadas.

NORMA VIGENTE	PROPUESTA DE NORMA
<p>M.3 Equivalencia entre la curva de demanda individual y la demanda total del mercado en función del precio de mercado</p> <p>La inclusión de las demandas en el módulo correspondiente del SPGTR, requiere de su incorporación en términos de demanda total por tipo de usuario en función de los precios de mercado para cada país. La demanda total del</p>	<p>M.3 Equivalencia entre la curva de demanda individual y la demanda total del mercado en función del precio de mercado</p> <p>La inclusión de las demandas en el módulo correspondiente del SPGTR, requiere de su incorporación en términos de demanda total por tipo categoría de usuario en función de los precios de mercado para cada país. La demanda total del</p>

NORMA VIGENTE	PROPUESTA DE NORMA
<p>sistema corresponderá a la suma total de las demandas individuales.</p> <p>El nivel inelástico de la demanda total por tipo de usuario, se calcula considerando el valor de $B_{i,u}$ por el número de usuarios de cada tipo de usuario para cada país “i”.</p> <p>La demanda elástica total por tipo de usuario se deben determinar mediante el procedimiento detallado a continuación:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Se determina la demanda total anual por tipo de usuario de cada país, calculada como la demanda individual de cada categoría por el número de usuarios correspondientes, expresando la demanda total en MWh. II. El VAD+T de cada tipo de usuario, se calcula como la tarifa final de venta de energía de cada tipo de usuario en el último año con información disponible, menos el precio de mercado del último año con información disponible, expresado en dólares por MWh. Estos VAD+T se consideran fijos para todos los niveles de tarifas y precios de mercado que conforman las curvas demanda-precio. III. Se calculan los valores del precio de mercado para cada tipo de usuario como la diferencia entre la tarifa final de venta de energía de cada tipo de usuario menos el VAD+T correspondiente a ese tipo de usuario. <p>De esta manera se obtienen las curvas de demanda-precio para todos los tipos de usuarios.</p> <p>En el caso de no disponerse la información para hacer el cálculo por tipo de usuario se aplicará el mismo procedimiento pero considerando las</p>	<p>sistema corresponderá a la suma total de las demandas por categoría de usuarioindividuales.</p> <p>El nivel inelástico de la demanda total por tipo de usuario, se calcula considerando el valor de $B_{i,u}$ por el número de usuarios de cada tipo de usuario para cada país “i”.</p> <p>La demanda elástica total por tipo categoría de usuario se deben determinar mediante el procedimiento detallado a continuación:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Se utilizará determina la demanda total anual por tipo categoría de usuario de cada país, calculada como la demanda individual de cada categoría por el número de usuarios correspondientes, expresando la demanda total en MWh. II. El VAD+T de cada tipo categoría de usuario, se calcula como la tarifa final de venta de energía de cada tipo categoría de usuario en el último año con información disponible, menos el precio de mercado del último año con información disponible, expresado en dólares por MWh. Estos VAD+T se consideran fijos para todos los niveles de tarifas y precios de mercado que conforman las curvas demanda-precio. III. Se calculan los valores del precio de mercado para cada tipo categoría de usuario como la diferencia entre la tarifa final de venta de energía de cada tipo de usuario menos el VAD+T correspondiente a esa tipo categoría de usuario. <p>De esta manera, se obtienen las curvas de demanda-precio para toda es la es tipos categorías de usuarios.</p> <p>En el caso de no disponerse contar con la información necesaria para hacer el cálculo por tipo categoría de usuario, se aplicará el mismo</p>

NORMA VIGENTE	PROPUESTA DE NORMA
demandas, tarifas medias y VAD+T totales para cada país.	procedimiento, pero considerando las demandas, tarifas medias mensuales y VAD+T totales para cada país.

6. “M.4 Modelación del escalonamiento de la demanda elástica”

Se ajusta con el fin de hacer consistente la norma, toda vez que el presente numeral tiene como alcance definir el procedimiento para la modelación del escalonamiento de la demanda total, la cual está compuesta por una componente elástica y una inelástica. Por otro lado, se ajusta la formulación matemática que contempla las modificaciones mencionadas en los puntos anteriores (ej. la periodicidad de la serie histórica de tiempo que pasa de anual a mensual).

NORMA VIGENTE	PROPUESTA DE NORMA
<p>M.4 Modelación del escalonamiento de la demanda elástica</p> <p>La demanda elástica total por tipo de usuario, debe ingresarse al módulo del SPGTR mediante un rango discreto de pares de demanda-precio. Se define incorporar un nivel inelástico y 3 niveles elásticos de la demanda.</p> <p>El componente de la demanda totalmente inelástica, corresponde a la demanda que debe ser necesariamente atendida. Su interrupción está solamente asociada a la incapacidad física del sistema en atenderla.</p> <p>La definición de los 3 niveles elásticos de precio-demanda, efectuada en un entorno de los precios de mercado vigentes en el MER, se calculará inicialmente para los siguientes precios de mercado (p_m):</p> <p style="padding-left: 40px;">Nivel 2: $p_2 = 160$ USD/MWh Nivel 3: $p_3 = 100$ USD/MWh Nivel 4: $p_4 = 40$ USD/MWh</p> <p>Estos precios y el número de niveles podrán revisarse como consecuencia de la actualización de las curvas de demanda del punto 6) de esta metodología.</p>	<p>M.4 Modelación del escalonamiento de la demanda elástica</p> <p>La demanda elástica total por tipo categoría de usuario, debe ingresarse al módulo del SPGTR mediante un rango discreto de pares de demanda-precio. Se define deberá incorporar un nivel inelástico y como mínimo 3 niveles elásticos de la demanda, según se determine en la actualización de las curvas de demanda.</p> <p>El componente de la demanda totalmente inelástica, corresponde a la demanda que debe ser necesariamente atendida. Su interrupción está solamente asociada a la incapacidad física del sistema en atenderla.</p> <p>La definición de los 3 niveles elásticos de demanda-precio-demanda, efectuado en un entorno se determinarán con base a valores representativos de los precios de mercado vigentes en los países del MER en valores reales, de la siguiente manera: se calculará inicialmente para los siguientes precios de mercado (p_m):</p> <p>Nivel 1: Componente inelástico de la demanda (conforme lo establecido en el numeral M.2) Nivel 2: $p_2 = 160$ USD/MWh Nivel 3: $p_3 = 100$ USD/MWh</p>

NORMA VIGENTE	PROPUESTA DE NORMA
<p>Para el primer nivel de precio definido por el usuario, se debe especificar cuál es la cantidad total de energía que esta demanda está dispuesta a comprar hasta este precio del sistema, o sea, cuánto de energía comprará si el precio del sistema (costo marginal de la demanda) es menor o igual al primer nivel de precio de la demanda elástica.</p> <p>Para el segundo nivel de precio, se debe especificar cuál es la cantidad total de energía que esta demanda está dispuesta a comprar hasta este precio del sistema, o sea, cuánto de energía comprará si el precio del sistema (costo marginal de la demanda) es menor o igual al segundo nivel de precio de la demanda elástica.</p> <p>De forma análoga se define el tercer nivel de la demanda elástica, respetando las siguientes condiciones: (i) el precio de un dado nivel debe ser obligatoriamente menor que el precio del nivel anterior y (ii) la cantidad de energía de un dado nivel debe ser obligatoriamente mayor que la cantidad de energía del nivel anterior.</p> <p>El procedimiento, por lo tanto, consiste en:</p> <p>I. Determinar las relaciones de las distintas demandas inelástica y elásticas, respecto de la demanda del año base del estudio. El año base es el año inmediato anterior al año de realización del estudio. Para cada país “i” se determinan para cada p_m los coeficientes de elasticidad de demanda “K_{imu}” según:</p> $K_{imu} = d_{imu}/d_{ibu}$ <p>Donde:</p> <p>p_m: corresponde al precio de mercado de cada uno de los niveles definidos.</p>	<p>Nivel 4: $p_4 = 40 \text{ USD/MWh}$ Nivel n: p_n</p> <p>Donde:</p> <p>n: es el nivel de precio de la demanda elástica, iniciando en el nivel 2 p_n: precio de mercado del nivel n (p_2, p_3, \dots, p_n)</p> <p>Estos precios y el número de niveles podrán revisarse como consecuencia de la actualización de las curvas de demanda del punto 6) de esta metodología.</p> <p>Para cada el primer nivel de precio definido por el usuario, se debe calcular especificar cuál es la cantidad total de energía que esta demanda está dispuesta a comprar hasta este precio del sistema, o sea, cuánto de energía comprará si el precio del sistema (costo marginal de la demanda) es menor o igual al primer nivel de precio de la demanda elástica.</p> <p>Para el segundo nivel de precio, se debe especificar cuál es la cantidad total de energía que esta demanda está dispuesta a comprar hasta este precio del sistema, o sea, cuánto de energía comprará si el precio del sistema (costo marginal de la demanda) es menor o igual al segundo nivel de precio de la demanda elástica.</p> <p>En la definición de los precios para cada nivel de demanda se observarán De forma análoga se define el tercer nivel de la demanda elástica, respetando las siguientes condiciones: (i) el precio de un nivel dado, debe ser obligatoriamente menor que el precio del nivel anterior; y (ii) la cantidad de energía de un nivel dado, debe ser obligatoriamente mayor que la cantidad de energía del nivel anterior.</p> <p>El procedimiento, por lo tanto, consiste enPara modelar el escalonamiento de la demanda, se seguirá el siguiente procedimiento:</p>

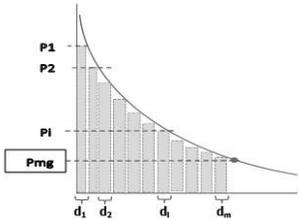
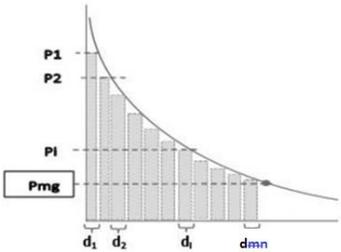
NORMA VIGENTE	PROPUESTA DE NORMA
<p>d_{imu}: nivel de demanda correspondiente al nivel de precios m para el país i y para el tipo de usuario u.</p> <p>d_{ibu}: nivel de demanda correspondiente al año base para el país i y para el tipo de usuario u.</p> <p>II. Aplicar los coeficientes a la demanda total proyectada para cada período “t” por cada bloque horario “h” (inelástica) por cada tipo de usuario “u” de cada país “i”, “d_{ithu}” para obtener las demandas inelástica y elásticas correspondientes a cada nivel “m”, o sea “d_{ithum}”: $d_{ithum} = d_{ithu} * K_{imu}$, correspondiente al precio de mercado p_m</p> <p>III. Ingresar al módulo del SPGTR el rango discreto de pares de demanda-precio (d_{ithum} ; p_m) y la demanda inelástica ($d_{ithu-inel}$).</p> <p>En el caso de no disponerse la información para hacer el cálculo por tipo de usuario se aplicará el mismo procedimiento pero considerando las demandas totales por país, período y bloque horario.</p>	<p>I. Determinar las relaciones de las distintas demandas inelástica y elásticas, respecto de la demanda del año base del estudio. El año base es corresponde al año inmediato anterior al año de la realización del dicho estudio. Para cada país “i” se determinan para y precio de mercado correspondiente a cada uno de los niveles definidos, se calcularán cada pm los coeficientes de elasticidad de demanda “K_{imtu}” según:</p> $K_{i,mntu} = d_{i,mntu} / d_{i,btu}$ <p>Donde:</p> <p>$p_m K_{i,n}$: coeficiente de elasticidad de demanda correspondiente al país i y nivel de precios n corresponde al precio de mercado de cada uno de los niveles definidos.</p> <p>$d_{i,nmtu}$: nivel de demanda total del sistema correspondiente al país i y nivel de precios nm para el país i y para el tipo de usuario u.</p> <p>$d_{i,btu}$: nivel de demanda total del sistema correspondiente al país i del año base b para el país i y para el tipo de usuario u.</p> <p>II. Aplicar los coeficientes a la demanda total proyectada para cada período “t” por cada bloque horario “h” (inelástica) por cada tipo de usuario “u” de cada país “i”, “d_{ithu}” para O obtener las demandas inelástica y elásticas correspondientes a cada nivel “m” n incluyendo el nivel de demanda inelástica, o sea “d_{ithum}”: $d_{ithum} = d_{ithu} * K_{imu}$, correspondiente al precio de mercado p_m aplicando la siguiente formula:</p> $d_{i,t,h,n} = d_{i,t,h} * K_{i,n}$

NORMA VIGENTE	PROPUESTA DE NORMA
	<p>Donde:</p> <p>$d_{i,t,h}$ es la demanda total proyectada para cada país i, período t y bloque horario h</p> <p>III. Ingresar al módulo del SPGTR el rango discreto de pares de demanda-precio ($(d_{i,t,h}^{um}; p_m)$) y la demanda inelástica ($(d_{i,t,h}^{inel})$).</p> <p>En el caso de no disponerse contar con la información para hacer el cálculo por tipo categoría de usuario se aplicará el mismo procedimiento, pero considerando las demandas totales por país, período y bloque horario.</p>

7. “M.5 Cálculo del excedente del consumidor”

Se ajusta con el fin de hacer consistente la norma, derivado de las modificaciones antes indicadas.

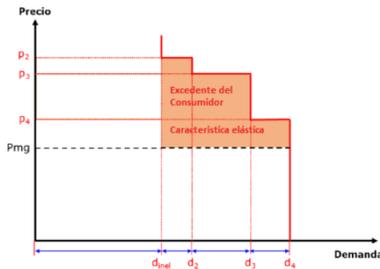
NORMA VIGENTE	PROPUESTA DE NORMA
<p>(...)</p> <p><u>Excedente del consumidor para la característica elástica</u></p> <p>Un consumidor, estaría dispuesto a pagar un precio máximo para poder consumir cierta cantidad de energía. Visto de otro modo y en este caso, se puede decir que un consumidor estaría dispuesto a pagar un monto mayor al precio que paga por la energía que consume, antes de no disponer de la misma.</p> <p>(...)</p> <p>Matemáticamente, es la integral de la función de demanda $P = f(Q)$ entre 0 y la cantidad de equilibrio (Q_e), menos el precio por la cantidad de equilibrio ($P_e * Q_e$):</p> $EC = \int_0^{Q_e} f(Q)dQ - Q_e P_e$	<p>(...)</p> <p><u>Excedente del consumidor para la característica elástica</u></p> <p>Un consumidor, estaría dispuesto a pagar un precio máximo para poder consumir cierta cantidad de energía. Visto de otro modo y en este caso, se puede decir que un consumidor estaría dispuesto a pagar un monto mayor al precio que paga por la energía que consume, antes de no disponer de la misma.</p> <p>(...)</p> <p>Matemáticamente, es la integral de la función de demanda $P = f(Q)$ entre 0 y la cantidad de equilibrio (Q_e), menos el precio por la cantidad de equilibrio ($P_e Q_e * -Q_e P_e$):</p> $EC = \int_0^{Q_e} f(Q)dQ - Q_e P_e$

NORMA VIGENTE	PROPUESTA DE NORMA
<p>La demanda en el módulo del SPGTR se modela en forma escalonada, y la función objetivo del módulo de optimización de este programa es la maximización del BS, es decir, la maximización de la suma del Excedente del Consumidor para la característica elástica y del excedente del productor:</p>	<p>La demanda en el módulo del SPGTR se modela en forma escalonada, y la función objetivo del módulo de optimización de este programa es la maximización del BS, es decir, la maximización de la suma del Excedente del Consumidor para la característica elástica y del Excedente del Productor:</p>
$Max: \left\{ \sum_1^k (p_{mg} - C_{vk}) * g_k + \sum_1^m (p_m - p_{mg}) * B * p_m^\alpha + \sum_1^o (Pdef_o - p_{mg}) * Qine_o \right\}$ <p style="text-align: center;"> Característica elástica Característica inelástica </p>	$Max: \left\{ \underbrace{\sum_1^k (p_{mg} - C_{vk}) * g_k}_{\text{Excedente del Productor}} + \underbrace{\sum_1^m (p_{nm} - p_{mg}) * B * p_{nm}^\alpha}_{\text{Característica elástica}} + \underbrace{\sum_1^o (Pdef_{oZ} - p_{mg}) * Qine_{oZ}}_{\text{Característica inelástica}} \right\}$
<p>Donde:</p> <p>p_{mg}: es el precio marginal del sistema C_{vk}: costo variable de los generadores de cada uno de los generadores ($v_1, v_2, (\dots), v_k$) g_k: despacho del generador "k" p_m: corresponde al precio de mercado de cada uno de los niveles definidos ($p_1, p_2, (\dots), p_m$) B: es una constante α: elasticidad precio de la demanda $Pdef_o$: Es el Costo de la Energía no Suministrada del escalón "o" $Qine_o$: Es la demanda inelástica correspondiente al escalón "o"</p>	<p>Donde:</p> <p>p_{mg}: es el precio marginal del sistema C_{vk}: costo variable de los generadores (V_1, V_2, \dots, V_k) de cada uno de los generadores (k_1, k_2, \dots, k_k) ($V_1, V_2, (\dots), V_k$) g_k: despacho del generador "k" p_{nm}: corresponde al precio de mercado de cada uno de los niveles definidos ($p_1, p_2, (\dots), p_{nm}$) B: es una constante α: elasticidad precio de la demanda $Pdef_{oZ}$: es el Costo de la Energía no Suministrada del escalón "Θ_Z" $Qine_{oZ}$: es la demanda inelástica correspondiente al escalón "Θ_Z"</p>
<p>Específicamente, el excedente del consumidor de la característica elástica resulta ser:</p>	<p>Específicamente, el excedente del consumidor de la característica elástica resulta ser:</p>
$\sum_1^m (p_m - P_{mg}) * B * p_m^\alpha$ 	$\sum_1^{nm} (p_{nm} - P_{mg}) * B * p_{nm}^\alpha$ 
<p>Como la expresión $B * p_m^\alpha$ es la demanda de cada escalón (dm), la expresión de cálculo del EC para la característica elástica que se utiliza es:</p>	

NORMA VIGENTE

$$EC = \sum_{d1}^{dm} (p_m - P_{mg}) \times d_m$$

En el gráfico se representa en el área sombreada el cálculo del EC para la característica elástica según la expresión anterior, para el caso de una demanda modelada con 3 niveles elásticos.



Por tanto, para realizar el cálculo del excedente del consumidor para la característica elástica, se debe estimar la función de demanda definida por $d_i = B_i * p_i^\alpha$

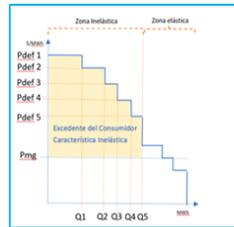
Excedente del consumidor para la característica inelástica

De la función objetivo del módulo de optimización de la maximización del BS, el Excedente del consumidor para la característica inelástica resulta ser:

$$\sum_1^0 (P_{def0} - p_{mg}) * Q_{ine0}$$

En el gráfico se representa en el área sombreada el cálculo del EC para la característica inelástica según la expresión anterior, para el caso de una modelación del costo de la Energía No Suministrada de 5 escalones.

Para el caso de ocurrir ENS el precio marginal del sistema será igual al costo de la Energía no Suministrada del escalón que se halla activado por lo que para ese escalón el excedente del consumidor es igual a cero. Lo mismo ocurrirá para los escalones que tengan un costo inferior al precio del sistema. En los gráficos a continuación se ilustra lo anterior.



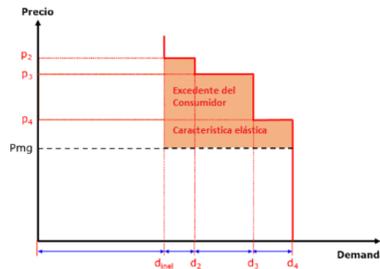
(...)

PROPUESTA DE NORMA

Como la expresión $B * p_n^\alpha$ es la demanda de cada escalón (d_{mn}), la expresión de cálculo del EC para la característica elástica que se utiliza es:

$$EC = \sum_{d1}^{ndm} (p_{mn} - P_{mg}) * d_{mn}$$

En el gráfico se representa en el área sombreada el cálculo del EC para la característica elástica según la expresión anterior, para el caso de una demanda modelada con 3 niveles elásticos.



Por tanto, para realizar el cálculo del excedente del consumidor para la característica elástica, se debe estimar la función de demanda definida por $d_i = B_i * p_i^\alpha$

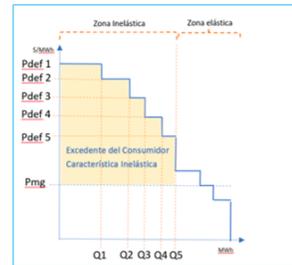
Excedente del consumidor para la característica inelástica

De la función objetivo del módulo de optimización de la maximización del BS, el Excedente del consumidor para la característica inelástica resulta ser:

$$\sum_1^{Qz} (P_{defQz} - p_{mg}) * Q_{ineQz}$$

En el gráfico se representa en el área sombreada el cálculo del EC para la característica inelástica según la expresión anterior, para el caso de una modelación del costo de la Energía No Suministrada de 5 escalones.

Para-el En caso de ocurrir ENS, el precio marginal del sistema será igual al costo de la Energía no Suministrada del escalón que se halla activado por lo que para ese escalón, el excedente del consumidor es será igual a cero. Lo mismo ocurrirá para los escalones que tengan un costo inferior al precio del sistema. En los gráficos a continuación se ilustra lo anterior.



(...)

8. “Aplicación de la metodología”

Se ajusta con el fin de hacer consistente la norma, derivado de las modificaciones antes indicadas. Por otra parte, se adiciona las fuentes de información para la recopilación y actualización de la base de datos necesaria para el cálculo del Excedente del Consumidor, entre otros.

NORMA VIGENTE	PROPUESTA DE NORMA
<p>M.6 Aplicación de la metodología</p> <p>El cálculo de las curvas de demanda establecido en la presente metodología deberá ser actualizado como máximo cada cinco (5) años por parte del EOR.</p> <p>Mediante un mecanismo de recopilación de información histórica definido por la CRIE, se debe mantener una base de datos sobre las variables que se utilizan en los análisis econométricos, y el modelado de la demanda por país como son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Energías consumidas (kWh/año), facturaciones totales (USD/año) y cantidad de usuarios para las distintos tipos de usuarios: residenciales, comerciales, industriales, otros. Deben considerarse los usuarios libres y regulados. En caso de no conocerse las tarifas de los usuarios no regulados se estimarán las mismas a partir de los precios de mercado y una hipótesis de margen del 5% sobre el precio promedio del mercado. Esta información será obtenida en conjunto con la entidad reguladora de cada país por medio de un mecanismo elaborado para tal efecto por CRIE. 2. Demandas totales en el mercado (MWh/año) y precios medios del mercado mayorista (USD/MWh). Las demandas deben incluir la de los usuarios regulados y la de los libres. Esta información será obtenida en conjunto con la entidad reguladora de cada país por medio de un mecanismo elaborado para tal efecto por CRIE. 3. PIB nacional en moneda constante y tipo de cambio anual promedio, obtenido del Banco 	<p>M.6 Aplicación de la metodología Actualización del Excedente del Consumidor</p> <p>El cálculo de las curvas de demanda establecido en la presente metodología, deberá ser actualizado por parte del EOR como máximo cada cinco (5) años por parte del EOR. Para tal efecto, dicho Operador Mediante un mecanismo de recopilación de información histórica definido por la CRIE, se deberá mantener una base de datos con registros recopilados anualmente, sobre las variables que se utilizan en los análisis econométricos; y el modelado de la demanda por país, como son: siendo éstos como mínimo, los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Demanda de energía (MWh/mes), Energías consumidas (kWh/año), facturaciones totales (USD/mes año) y cantidad de usuarios para las distintas tipos categorías de usuarios: residenciales, comerciales, industriales, otros. Deben considerarse los usuarios regulados libres y no regulados. En caso de no conocerse las tarifas de los usuarios no regulados, las mismas se estimarán las mismas a partir de los precios del mercado mayorista nacional correspondiente y una hipótesis de margen del 5% sobre el precio promedio mensual del mercado. Esta información será obtenida en conjunto con la entidad reguladora de cada país por medio de un mecanismo elaborado para tal efecto por CRIE. 2. Demandas totales en el mercado (MWh/año) y Precios medios del mercado mayorista nacional correspondiente (USD/MWh). Las

NORMA VIGENTE	PROPUESTA DE NORMA
<p>Central, Ministerio de Economía u organismos similares de cada país.</p> <p>4. El VAD+T: Valor agregado por distribución y transmisión del último año</p> <p>5. con información disponible en US\$/kWh por tipo de usuario.</p> <p>Esta información se actualizará anualmente para su utilización en el momento de aplicación de la metodología.</p>	<p>demandas deben incluir la de los usuarios regulados y la de los libres. Esta información será obtenida en conjunto con la entidad reguladora de cada país por medio de un mecanismo elaborado para tal efecto por CRIE.</p> <p>3. 4. El VAD+T: Valor agregado por distribución y transmisión del último año con información disponible en USD\$/MkWh por tipo categoría de usuario.</p> <p>4. 3. IMAE por país PIB nacional en moneda constante y tipo de cambio anual promedio; obtenido del Banco Central, Ministerio de Economía u organismos similares de cada país.</p> <p>5. Toda información estadística macroeconómica, debe obtenerse a través del Bancos Centrales, Ministerios de Economía o Ministerios de Hacienda de cada país, o bien de entidades como la Secretaría Ejecutiva del Consejo Monetario Centroamericano (SECMA) u organismos similares. También, se podrá utilizar información disponible de carácter público de organismos multilaterales.</p> <p>6. El modelo econométrico será estimado a partir de series históricas de 10 o más años con periodicidad mensual. En caso de no estar disponible la información con periodicidad mensual, se considerará la utilización de datos anuales, los cuales deberán ser desagregados mensualmente.</p> <p>7. En caso de que para alguno de los países no se disponga de la información requerida para la actualización del Excedente del Consumidor, se utilizarán las elasticidades precio de la demanda definidas en estudios aprobados por el Regulador Nacional o el Ministerio de Energía, de no contar con dichos estudios, se podrán emplear las elasticidades precio de la</p>

NORMA VIGENTE	PROPUESTA DE NORMA
	<p>demanda determinadas en el último estudio regional utilizado por el EOR.</p> <p>El EOR deberá remitir a la CRIE la base de datos con registros recopilados anualmente una vez ésta haya sido actualizada.</p> <p>Esta información se actualizará anualmente para su utilización en el momento de aplicación de la metodología.</p>

VII. CONCLUSIONES

1. Habiéndose realizado el análisis correspondiente a la propuesta presentada por el EOR a través del IRMER-E-02-2023, se determinó necesario realizar modificaciones al Anexo M del Libro III del RMER, con el fin de mejorar la estimación del excedente del consumidor. Dichas modificaciones tienen carácter de urgencia toda vez que son de vital importancia para una adecuada clasificación de las ampliaciones de transmisión regional, lo anterior, en el marco de la formulación del plan de expansión indicativo de la generación y la transmisión regional que actualmente está llevando a cabo el Operador Regional.
2. Se considera adecuado proceder de conformidad con lo establecido en el literal f) del numeral 1.8.4.4 del Libro I del RMER, aprobando de manera transitoria las modificaciones urgentes al RMER propuestas en el anexo del presente informe.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Aprobar transitoriamente las modificaciones contenidas en la “*PROPUESTA DE MODIFICACIÓN NORMATIVA CON CARÁCTER DE URGENCIA, REFERENTE AL ANEXO M DE LIBRO III DEL RMER DENOMINADO: ‘METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR’*”, conforme al detalle anexo al presente informe, lo anterior en los términos establecidos en el literal f) del numeral 1.8.4.4 del Libro I del RMER.
2. Publicar en el sitio web de la CRIE, el presente “*INFORME DE DIAGNÓSTICO DEL MERCADO ELÉCTRICO REGIONAL PROPUESTA DE MODIFICACIÓN NORMATIVA CON CARÁCTER DE URGENCIA, REFERENTE AL ANEXO M DE LIBRO III DEL RMER DENOMINADO: ‘METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR’*”, de conformidad con lo establecido en el numeral 2.3.2.4 del Libro I del RMER.

3. Ordenar el inicio del proceso de Consulta Pública de la *“PROPUESTA DE MODIFICACIÓN NORMATIVA CON CARÁCTER DE URGENCIA, REFERENTE AL ANEXO M DE LIBRO III DEL RMER DENOMINADO: ‘METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR’”*.

ANEXO

PROPUESTA DE MODIFICACIÓN NORMATIVA CON CARÁCTER DE URGENCIA REFERENTE AL ANEXO M DE LIBRO III DEL RMER

Modificar el Anexo M del Libro III del RMER, para que se lea de la siguiente forma:

GLOSARIO DE TÉRMINOS UTILIZADOS

BS:	Beneficio Social (excedente del consumidor+excedente del productor)
EC:	Excedente del Consumidor
IMAE:	Índice Mensual de Actividad Económica
PIB:	Producto Interno Bruto
STR:	Sistema de Transmisión Regional
SUR:	Seemingly Unrelated Regressions
VAD+T:	Valor Agregado de Distribución más Transmisión

M.1 METODOLOGÍA DE CÁLCULO DEL EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR

En el presente Anexo, se desarrolla la metodología para el cálculo del excedente del consumidor (EC) sobre la base que la demanda se compone de una característica inelástica y una característica de elasticidad precio por categoría tarifaria para cada país.

Siendo la función objetivo en el SPGTR la maximización del Beneficio Social, es decir, la maximización del EC más el excedente del productor, la presente metodología desarrolla el cálculo de la función de demanda para el cálculo del EC y su inclusión en el módulo correspondiente del SPGTR.

Excedente del consumidor para la característica elástica

Es la diferencia económica existente entre el precio máximo que un consumidor está dispuesto a pagar por una determinada cantidad de energía y lo que en realidad paga, determinado por el punto de equilibrio entre la oferta y la demanda.

En forma teórica se calcula como la suma de las predisposiciones a pagar de los consumidores por las respectivas cantidades que se demandarían a los correspondientes precios, menos el costo de compra, calculado como el precio vigente multiplicado por las cantidades demandadas.

Debido a la dificultad de observar y medir las predisposiciones a pagar, se simplifica el cálculo mediante la estimación de una función de demanda en función del precio, a partir de las elasticidades precio-demanda por categoría de usuario.

Excedente del consumidor para la característica inelástica

Es la diferencia económica entre el Costo de la Energía No Suministrada y lo que en realidad paga la demanda, determinado por el punto de equilibrio entre la oferta y la demanda.

Se debe de calcular como la sumatoria del producto de las cantidades demandadas en la característica inelástica de la demanda multiplicado por la diferencia del Costo de la Energía No Suministrada y el precio marginal.

El procedimiento que seguirá el EOR para el cálculo del EC, constará de las siguientes etapas:

- 1) Cálculo de la elasticidad demanda-precio (α) y de la elasticidad ingreso de la demanda (β).
- 2) Determinación de las curvas de demandas por país.
- 3) Equivalencia entre la curva de demanda individual y la demanda total del mercado en función del precio de mercado.
- 4) Modelación del escalonamiento de la demanda.
- 5) Cálculo del Excedente del Consumidor.
- 6) Actualización del Excedente del Consumidor.

Excedente del Productor

Es la diferencia económica existente entre el precio de mercado (determinado por el punto de equilibrio entre la oferta y la demanda), al que un generador vende una determinada cantidad de energía y el precio mínimo al que está dispuesto a vender.

El Excedente del Productor se calculará como el producto de la cantidad de energía vendida por un generador (despacho del generador), multiplicado por la diferencia entre el precio de venta (precio marginal del sistema) y el precio mínimo al que está dispuesto a vender.

M.1.1 Cálculo de la elasticidad demanda-precio (α) y de la elasticidad ingreso de la demanda (β)

La metodología requiere información sobre el consumo de electricidad y la tarifa media mensual en términos reales de cada sector por categoría de usuario (residencial, comercial, industrial, otros, no regulados), el IMAE por país y el PIB per cápita.

La elasticidad precio de la demanda de energía eléctrica (α) se define como la proporción del aumento en el consumo de energía eléctrica (Δd) ante un cambio proporcional en el precio (Δp).

La elasticidad ingreso de la demanda de energía eléctrica (β) se define como la proporción del aumento en el consumo de energía eléctrica (Δd) ante un cambio proporcional en el ingreso ($\Delta \gamma$).

Para determinar ambas elasticidades, se utilizará un modelo econométrico de regresión exponencial, estimando los parámetros mediante el método Seemingly Unrelated Regressions (SUR). La ecuación a especificar resulta la siguiente:

$$d_{i,u,t} = A_{i,u} * p_{i,u,t}^{\alpha} * \gamma_{i,t}^{\beta} * C_{i,u,t}^{\delta} * \prod_{j=2}^{12} S_j^{\theta_j} * \prod_{k=1}^3 d_{i,u,t-k}^{\varphi_k}$$

Donde:

- $d_{i,u,t}$: demanda mensual de energía, medida en MWh para el país i , sector u y periodo t .
- $A_{i,u}$: constante del modelo para el país i , sector u .
- $p_{i,u,t}^\alpha$: tarifa media mensual en términos reales, medida en USD/MWh para el país i , sector u , periodo t y exponente asociado α . En caso de no conocerse las tarifas de los usuarios no regulados se estimarán las mismas a partir de los precios de mercado mayorista nacional correspondiente y una hipótesis de margen del 5% sobre el precio promedio mensual del mercado.
- $\gamma_{i,t}^\beta$: Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE) medido en USD para el país i , periodo t y exponente asociado β .
- $C_{i,u,t}^\delta$: variable de control por eventos atípicos para el país i , sector u y periodo t y exponente asociado δ .
- $S_j^{\theta_j}$: variable de control por efecto de la estacionalidad y exponente asociado θ_j . Donde j son los meses del año que van de febrero (mes N°2) a diciembre (mes N°12).
- $d_{i,u,t-k}^{\phi k}$: variable de control por efecto del rezago en k períodos de la variable dependiente, para el país i , sector u , periodo t y exponente asociado ϕk .
- i : representa a cada país.
- u : categoría de sectores por tipo de usuario: residencial, comercial, industrial, otros. Debe considerarse los usuarios regulados y no regulados. De no contar con datos por categoría de usuario, se realizará una estimación de la demanda global.
- α : elasticidad precio de la demanda.
- β : elasticidad ingreso de la demanda.

Se utilizará un software estadístico⁴ para la determinación de las curvas de demandas y de estar disponibles, series históricas de 10 o más años con periodicidad mensual.

Se espera una elasticidad-precio negativa, acorde a la teoría económica: $\alpha < 0$. Si el resultado es contrario, se utilizarán las elasticidades precio de la demanda definidas en estudios aprobados por el Regulador Nacional o el Ministerio de Energía, en el caso que no se disponga de dichos estudios, se podrán emplear las elasticidades precio de la demanda determinadas en el último estudio regional utilizado por el EOR.

Para determinar la existencia de correlación contemporánea, se deberá llevar a cabo una prueba de hipótesis que corrobore si las covarianzas de las perturbaciones son distintas a cero. La hipótesis es:

$$H_0: \sigma_{mj} = 0$$

H_1 : al menos una de las covarianzas es diferente de cero.

⁴ Se recomienda el uso de software como el Eviews o similares.

La prueba estadística apropiada es el multiplicador de Lagrange, el cual se calcula como:

$$\lambda = N \sum_{m=2}^M \sum_{j=1}^{m-1} r_{mj}^2 \xrightarrow{d.a.} \chi^2$$

Donde:

N : tamaño de la muestra

M : indica dimensiones a analizar

m : es un índice de iteración

j : segundo índice para iterar dentro de cada combinación de variables

d.a. indica distribución asintótica

r_{mj}^2 es el coeficiente de correlación cuadrado calculado como:

$$r_{mj}^2 = \frac{\sigma_{mj}^2}{\sigma_{mm}\sigma_{jj}}$$

Siendo σ_{mj} covarianzas de los errores.

El estadístico de prueba es una chi cuadrado (χ^2) con tantos grados de libertad como ecuaciones.

El método de estimación de SUR es de mínimos cuadrados generalizados factibles, con lo cual los estimadores resultantes son consistentes y eficientes de corroborarse la correlación contemporánea.

Si no existe correlación contemporánea, podrá usarse el método de mínimos cuadrados ordinarios para ecuaciones individuales.

M.2 Determinación de las curvas de demandas por país

Para los nodos de carga en el módulo correspondiente del SPGTR, la demanda se especifica como una curva que indica cuál es su disposición a adquirir energía para diferentes niveles de precio del sistema.

Para cada curva de demanda se define la utilización de demandas mixtas, las cuales constan de un primer nivel totalmente inelástico de la demanda y niveles posteriores de demanda elástica definidos en orden decreciente de precio.

El componente inelástico de la demanda, corresponde a la demanda que debe ser necesariamente atendida. Su interrupción está solamente asociada a la incapacidad física del sistema en atenderla y se determinará evaluando la variable de tarifa media mensual en términos reales de la ecuación de demanda mensual $d_{i,u,t}$ al valor establecido en el cuarto bloque del Costo de Energía No Suministrada (CENS) regional.

En cuanto a la determinación de la parte elástica de la curva de demanda, el EOR deberá determinar la curva de demanda por país considerando el IMAE; se deberá calcular una ecuación de demanda en función del precio, con un coeficiente $B_{i,u,t}$ distinto para cada mes, estimando la proyección del IMAE tomando como referencia la proyección del PIB en los años del horizonte de análisis:

$$d_{i,u,t} = B_{i,u,t} * p_{i,u}^{\alpha}$$

Donde:

$$B_{i,u,t} = A_{i,u} * \gamma_{i,t}^{\beta}$$

$\gamma_{i,t}$: IMAE proyectado para cada mes, en USD

t : período mensual

β : elasticidad ingreso de la demanda

$A_{i,u}$: constante para cada país i , sector u

M.3 Equivalencia entre la curva de demanda individual y la demanda total del mercado en función del precio de mercado

La inclusión de las demandas en el módulo correspondiente del SPGTR, requiere de su incorporación en términos de demanda total por categoría de usuario en función de los precios de mercado para cada país. La demanda total del sistema corresponderá a la suma total de las demandas por categoría de usuario.

La demanda elástica total por categoría de usuario, se debe determinar mediante el procedimiento detallado a continuación:

- I. Se utilizará la demanda total anual por categoría de usuario de cada país, expresando la demanda total en MWh.
- II. El VAD+T de cada categoría de usuario, se calcula como la tarifa final de venta de energía de cada categoría de usuario en el último año con información disponible, menos el precio de mercado del último año con información disponible, expresado en dólares por MWh. Estos VAD+T se consideran fijos para todos los niveles de tarifas y precios de mercado que conforman las curvas demanda-precio.
- III. Se calculan los valores del precio de mercado para cada categoría de usuario como la diferencia entre la tarifa final de venta de energía menos el VAD+T correspondiente a esa categoría de usuario.

De esta manera, se obtienen las curvas de demanda-precio para todas las categorías de usuarios.

En el caso de no contar con la información necesaria para hacer el cálculo por categoría de usuario, se aplicará el mismo procedimiento, pero considerando las demandas, tarifas medias mensuales y VAD+T totales para cada país.

M.4 Modelación del escalonamiento de la demanda

La demanda elástica total por categoría de usuario, debe ingresarse al módulo del SPGTR mediante un rango discreto de pares de demanda-precio. Se deberá incorporar un nivel inelástico y como mínimo 3 niveles elásticos de la demanda, según se determine en la actualización de las curvas de demanda.

La definición de los niveles elásticos de demanda-precio, se determinarán con base a valores representativos de los precios de mercado vigentes en los países del MER en valores reales, de la siguiente manera:

Nivel 1: Componente inelástico de la demanda (conforme lo establecido en el numeral M.2)

Nivel n : p_n

Donde:

n : es el nivel de precio de la demanda elástica, iniciando en el nivel 2

p_n : precio de mercado del nivel n (p_2, p_3, \dots, p_n)

Para cada nivel de precio definido, se debe calcular cuál es la cantidad total de energía que esta demanda está dispuesta a comprar hasta este precio del sistema, o sea, cuánto de energía comprará si el precio del sistema (costo marginal de la demanda) es menor o igual al primer nivel de precio de la demanda elástica.

En la definición de los precios para cada nivel de demanda se observarán las siguientes condiciones: (i) el precio de un nivel dado, debe ser obligatoriamente menor que el precio del nivel anterior; y (ii) la cantidad de energía de un nivel dado, debe ser obligatoriamente mayor que la cantidad de energía del nivel anterior.

Para modelar el escalonamiento de la demanda, se seguirá el siguiente procedimiento:

- I. Determinar las relaciones de las distintas demandas inelástica y elásticas, respecto de la demanda del año base del estudio. El año base corresponde al año inmediato anterior al de la realización de dicho estudio. Para cada país i y precio de mercado correspondiente a cada uno de los niveles definidos, se calcularán los coeficientes de elasticidad de demanda según:

$$K_{i,n} = d_{i,n}/d_{i,b}$$

Donde:

$K_{i,n}$: coeficiente de elasticidad de demanda correspondiente al país i y nivel de precios n .

$d_{i,n}$: demanda total del sistema correspondiente al país i y nivel de precios n .

$d_{i,b}$: demanda total del sistema correspondiente al país i del año base b .

- II. Obtener las demandas inelástica y elásticas correspondientes a cada nivel n incluyendo el nivel de demanda inelástica, aplicando la siguiente formula:

$$d_{i,t,h,n} = d_{i,t,h} * K_{i,n}$$

Donde:

$d_{i,t,h}$ es la demanda total proyectada para cada país i , período t y bloque horario h .

- III. Ingresar al módulo del SPGTR el rango discreto de pares de demanda-precio.

En el caso de no contar con la información para hacer el cálculo por categoría de usuario se aplicará el mismo procedimiento, pero considerando las demandas totales por país, período y bloque horario.

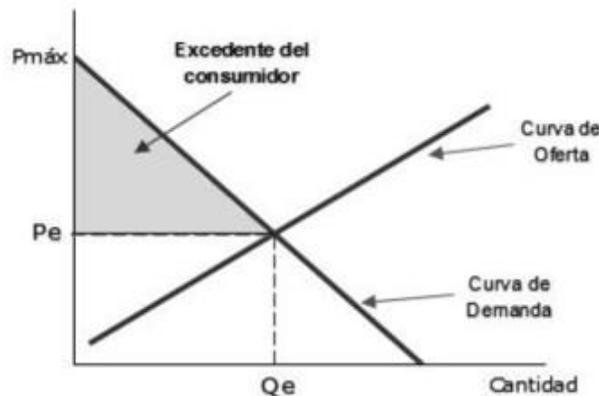
M.5 Cálculo del excedente del consumidor

Para determinar el excedente del consumidor se debe de sumar el excedente del consumidor resultante de la característica elástica de la demanda más el excedente del consumidor resultante de la característica inelástica.

Excedente del consumidor para la característica elástica

Un consumidor estaría dispuesto a pagar un precio máximo para poder consumir cierta cantidad de energía. Visto de otro modo, se puede decir que un consumidor estaría dispuesto a pagar un monto mayor al precio que paga por la energía que consume, antes de no disponer de la misma.

Esta diferencia entre la disposición a pagar y el precio pagado para todas las unidades consumidas de energía eléctrica, es el llamado excedente del consumidor para la característica elástica. Gráficamente es el área formada por el triángulo Pmáx, Pe, Qe que se puede observar en la siguiente figura.



Matemáticamente, es la integral de la función de demanda $P=f(Q)$ entre 0 y la cantidad de equilibrio (Q_e), menos el precio por la cantidad de equilibrio ($Q_e \cdot P_e$):

$$EC = \int_0^{Q_e} f(Q)dQ - Q_e P_e$$

La demanda en el módulo del SPGTR se modela en forma escalonada y la función objetivo del módulo de optimización de este programa es la maximización del BS, es decir, la maximización de la suma del Excedente del Consumidor y del Excedente del Productor:

$$Max: \left\{ \underbrace{\sum_1^k (p_{mg} - C_{vk}) * g_k}_{\text{Excedente del Productor}} + \underbrace{\sum_1^n (p_n - p_{mg}) * B * P_n^\alpha}_{\text{Característica elástica}} + \underbrace{\sum_1^z (P_{defz} - p_{mg}) * Q_{inez}}_{\text{Característica inelástica}} \right\}$$

Donde:

p_{mg} : es el precio marginal del sistema

C_{vk} : costo variable (V_1, V_2, \dots, V_k) de cada uno de los generadores (k_1, k_2, \dots, k_k)

g_k : despacho del generador k

p_n : corresponde al precio de mercado de cada uno de los niveles definidos (p_1, p_2, \dots, p_n)

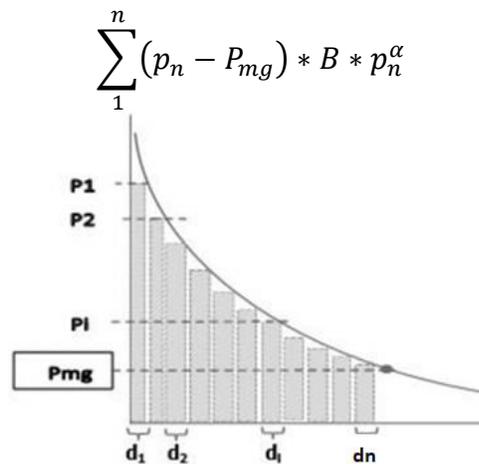
B : es una constante

α : elasticidad precio de la demanda

$Pdef_z$: es el Costo de la Energía no Suministrada del escalón z

$Qine_z$: es la demanda inelástica correspondiente al escalón z

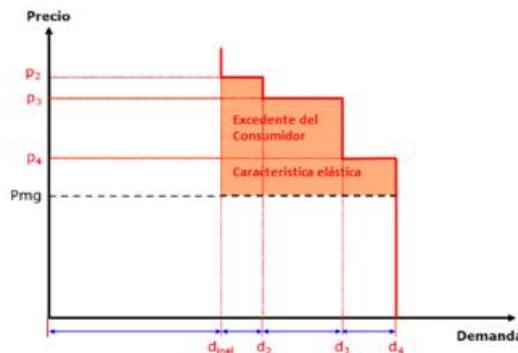
Específicamente, el excedente del consumidor de la característica elástica resulta ser:



Como la expresión $B * p_n^{\alpha}$ es la demanda de cada escalón (d_n), la expresión de cálculo del EC para la característica elástica que se utiliza es:

$$EC = \sum_{1}^n (p_n - P_{mg}) * d_n$$

En el gráfico se representa en el área sombreada el cálculo del EC para la característica elástica según la expresión anterior, para el caso de una demanda modelada con 3 niveles elásticos.



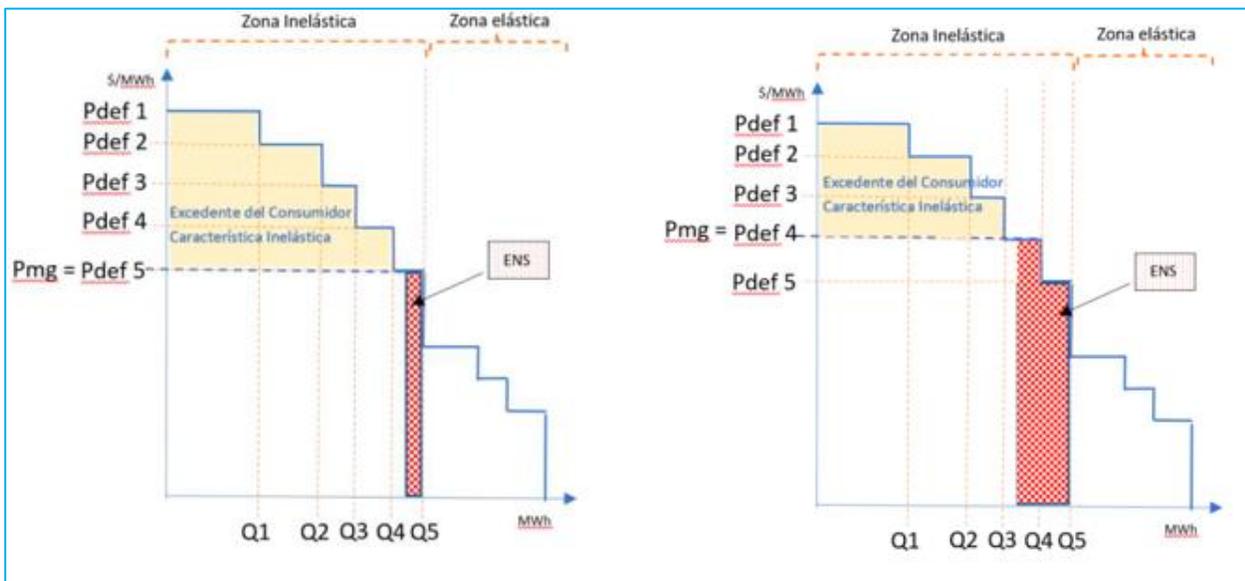
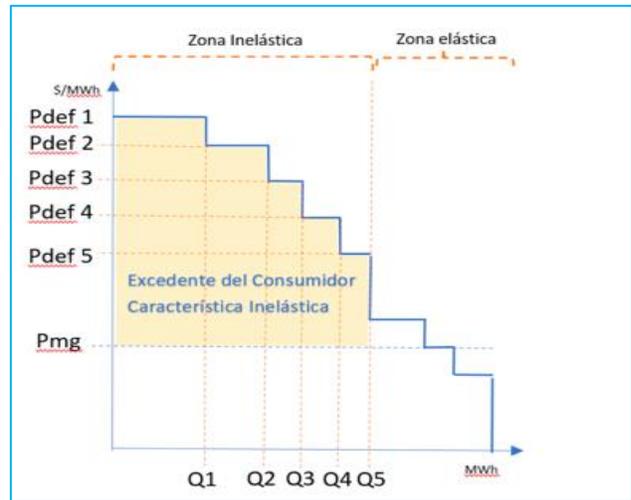
Excedente del consumidor para la característica inelástica

De la función objetivo del módulo de optimización de la maximización del BS, el Excedente del consumidor para la característica inelástica resulta ser:

$$\sum_1^z (P_{def_z} - p_{m,g}) * Q_{ine_z}$$

En el gráfico se representa en el área sombreada el cálculo del EC para la característica inelástica según la expresión anterior, para el caso de una modelación del costo de la Energía No Suministrada de 5 escalones.

En caso de ocurrir ENS, el precio marginal del sistema será igual al costo de la Energía no Suministrada del escalón que se halla activado por lo que para ese escalón, el excedente del consumidor será igual a cero. Lo mismo ocurrirá para los escalones que tengan un costo inferior al precio del sistema. En los gráficos a continuación se ilustra lo anterior.



M.6 Actualización del Excedente del Consumidor

El cálculo de las curvas de demanda establecido en la presente metodología, deberá ser actualizado por parte del EOR como máximo cada cinco (5) años. Para tal efecto, dicho Operador deberá mantener una base de datos con registros recopilados anualmente, sobre las variables que se utilizan en los análisis econométricos y el modelado de la demanda por país, siendo éstos como mínimo, los siguientes:

1. Demanda de energía (MWh/mes), facturaciones totales (USD/mes) para las distintas categorías de usuarios: residenciales, comerciales, industriales, otros. Deben considerarse los usuarios regulados y no regulados. En caso de no conocerse las tarifas de los usuarios no regulados, las mismas se estimarán a partir de los precios del mercado mayorista nacional correspondiente y una hipótesis de margen del 5% sobre el precio promedio mensual del mercado.
2. Precios medios del mercado mayorista nacional correspondiente (USD/MWh).
3. El VAD+T: Valor agregado por distribución y transmisión del último año con información disponible en USD/MWh por categoría de usuario.
4. IMAE por país en moneda constante y tipo de cambio anual promedio.
5. Toda información estadística macroeconómica, debe obtenerse a través del Bancos Centrales, Ministerios de Economía o Ministerios de Hacienda de cada país, o bien de entidades como la Secretaría Ejecutiva del Consejo Monetario Centroamericano (SECMCA) u organismos similares. También, se podrá utilizar información disponible de carácter público de organismos multilaterales.
6. El modelo econométrico será estimado a partir de series históricas de 10 o más años con periodicidad mensual. En caso de no estar disponible la información con periodicidad mensual, se considerará la utilización de datos anuales, los cuales deberán ser desagregados mensualmente.
7. En caso de que para alguno de los países no se disponga de la información requerida para la actualización del Excedente del Consumidor, se utilizarán las elasticidades precio de la demanda definidas en estudios aprobados por el Regulador Nacional o el Ministerio de Energía, de no contar con dichos estudios, se podrán emplear las elasticidades precio de la demanda determinadas en el último estudio regional utilizado por el EOR.

El EOR deberá remitir a la CRIE la base de datos con registros recopilados anualmente una vez ésta haya sido actualizada.