

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

De conformidad con lo expuesto en el artículo 33 de la Resolución MME 40791 de 2018, modificada por la Resolución MME 41307 de 2018, los proyectos de aquellos GENERADORES que hayan superado la etapa de precalificación de la subasta, serán calificados de conformidad con su aporte al cumplimiento de los objetivos de política establecidos en el artículo 2.2.3.8.7.3 del Decreto 1073 de 2015.

Para lo anterior se aplicarán los 4 criterios descritos en los artículos 34 a 37 de la Resolución MME 40791, modificada por la Resolución MME 41307 de 2018, (Resiliencia, Complementariedad de los recursos, Seguridad energética regional y Reducción de emisiones), con lo cual se calculará para cada proyecto lo siguiente:

- El resultado de la evaluación en cada criterio.
- Un puntaje normalizado, que representa la puntuación de cada proyecto con respecto al cumplimiento de cada objetivo de política establecido en el artículo 2.2.3.8.7.3 del Decreto 1073 de 2015.
- Una calificación total, que refleja el cumplimiento global de los objetivos establecidos en el artículo 2.2.3.8.7.3 del Decreto 1073 de 2015.

A continuación, se presenta la información y metodología de cálculo que se aplicará para cada criterio de calificación.

1. Criterio de Resiliencia

Información a utilizar en la calificación:

- Los siguientes datos de generación real promedio anual, en el periodo 2013-2017, para cada una de las fuentes energéticas del artículo 34 de la Resolución MME 40791 de 2018, modificada por la Resolución MME 41307 de 2018.

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

Tabla 1 Generación real promedio anual por fuente energética¹

Fuente Energética Res. MME 40791/2018		Promedio Generación 2013-2017 (GWh)
Recurso hídrico en la macrocuenca Cauca-Magdalena	1	34,522.82
Recurso hídrico en la macrocuenca Caribe	2	1,467.37
Recurso hídrico en la macrocuenca Pacifico	3	1,855.44
Recurso hídrico en la macrocuenca Orinoquia	4	9,703.85
Recurso hídrico en la macrocuenca Amazonia	5	22.41
Gas natural de producción doméstica	6	11,040.71
Gas natural importado	7	12.26
Gas licuado de petróleo de producción doméstica	8	0.00
Gas licuado de petróleo importado	9	0.00
Carbón	10	5,049.93
Combustibles líquidos (jet fuel, fuel oil)	11	890.76
Biocombustibles (biodiesel, biomasa, biogás)	12	506.96
Residuos sólidos urbanos	13	0.00
Recurso eólico	14	50.04
Recurso solar	15	1.08
Energía nuclear	16	0.00
Energía de los mares	17	0.00
Recurso geotérmico	18	0.00
Otros	19	0.00

Fuente: XM - Información de generación real por planta de generación.

Notas: En el Anexo H se presenta el listado de las plantas de generación del SIN utilizado en el cálculo, indicando para cada una de ellas la categoría a la que pertenecen de conformidad con las fuentes energéticas del artículo 34 de la Resolución MME 40791 de 2018, modificada por la Resolución MME 41307 de 2018. También se presentan los datos soporte de cálculo del índice de Shannon –

¹ En este documento para separar cifras decimales se usará el punto (.) y para miles la coma (,).

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

Wiener. No se consideró la generación de las plantas San Antonio y Zaragoza.

- Un índice de Shannon Wiener de **1.412655** para el año 2017 (Año base) y correspondiente a la generación 2013-2017.
- El valor del índice de Shannon Wiener, declarado por cada vendedor, para cada uno de sus proyectos de generación que ha superado la etapa de precalificación de la subasta.

Para efectos de lo anterior, cada vendedor participante en la subasta deberá suministrar los siguientes datos:

Tabla 2 Declaración de índice Shannon Wiener para proyectos de generación:

a.	Proyecto de generación:	<i>(Nombre del proyecto que participa en la subasta)</i>
b.	Energía media anual, asociada a la generación ideal del proyecto de generación, que oferta el vendedor	<i>(MWh año)</i>
c.	Fuente energética principal que utiliza el proyecto de generación.	<i>(Número entero entre 1 y 19 según clasificación de Tabla 1.)</i>
d.	Índice de Shannon Wiener considerando el proyecto de generación (1)	<i>(Valor del índice calculado utilizando la fórmula del Anexo A)</i>

(1) El índice a reportar deberá ser el número resultante del cálculo truncado al 6 decimal.

Resultado de la evaluación

Cada proyecto de generación recibirá como resultado de la evaluación en este criterio la siguiente calificación:

- La diferencia entre el valor del Índice de Shannon Wiener considerando el proyecto de generación y el valor del índice Shannon Wiener de la matriz para el año base, cuando el resultado de esta operación sea mayor o igual a cero (≥ 0). La evaluación de proyectos de generación que realicen ampliaciones a través de unidades nuevas será igual a la diferencia entre el Índice de Shannon

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

Wiener considerando la energía media anual asociada al proyecto de ampliación y el valor del índice Shannon – Wiener de la matriz para el año base.

- Cero (0), cuando la diferencia de la viñeta anterior sea menor que cero (< 0).
- Cero (0), cuando se trate de proyectos de generación existentes (aquellos que entraron en operación comercial con anterioridad al 31 de diciembre del año 2017) que realicen cambio tecnológico y no amplíen su capacidad instalada.

La UPME calculará, a partir de la información suministrada por el vendedor, el resultado del coeficiente para este criterio de calificación. En caso de que el valor del coeficiente reportado para el proyecto sea diferente al calculado por la Unidad, se solicitará la respectiva aclaración al vendedor. El vendedor deberá dar respuesta, de conformidad con los plazos establecidos en los PLIEGOS, informando el valor del coeficiente corregido o explicando las razones por las cuales su resultado difiere del de la UPME.

Puntaje normalizado para el cumplimiento del objetivo de política

La puntuación normalizada del proyecto de generación respecto del cumplimiento del objetivo de Resiliencia será el resultado de aplicar la fórmula del Anexo B.

2. Criterio de Complementariedad de los Recursos

Información a utilizar en la calificación:

- Serie mensual del caudal promedio de la macrocuenca con la mayor concentración de generación según lo dispuesto en el artículo 35 de la Resolución MME 40791 de 2018, modificada por la Resolución MME 41307 de 2018. La cuenca que se toma es la de Cauca-Magdalena, cuya serie de caudal promedio y plantas de generación que la conforman se presentan en el Anexo C.
- Serie del recurso renovable del proyecto que ha superado la etapa de precalificación de la subasta.

Las series serán declaradas por el participante en la subasta, considerando lo siguiente:

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

Tabla 3 Serie del recurso renovable.

Tipo de proyecto renovable	Serie histórica mensual a declarar para el periodo enero de 2000 – diciembre de 2017
Proyectos Hidroeléctricos	<p>Caudal histórico mensual (serie entre enero de 2000 y diciembre de 2017) en m³/s, correspondiente al caudal agregado total aportante al proyecto, según metodología de estimación de caudales definida por el propietario del proyecto de generación.</p> <p>Adjuntar la memoria de cálculo de la serie, los datos de entrada utilizados y declaración del representante legal del participante en el que se indique que los datos fueron medidos, obtenidos y/o calculados de acuerdo con metodologías aceptadas en la industria.</p>
Proyectos Eólicos	<p>Velocidad de viento histórica promedio mensual (serie entre enero de 2000 y diciembre de 2017) en m/s, medida en el sitio del proyecto u obtenidas de fuentes secundarias de información, teniendo en cuenta lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Para mediciones en sitio:</u> Presentar certificado de calibración del(los) anemómetro(s) utilizado(s). Si las mediciones en sitio no incluyen los meses solicitados, estos meses deben ser reconstruidos, indicando la metodología utilizada. Se debe adjuntar memoria de cálculo de la serie. - <u>Para mediciones obtenidas de fuentes secundarias:</u> Indicar la fuente o proveedor de los datos. <p>Adjuntar declaración del representante legal del participante en el que se certifique la veracidad de la información reportada.</p>
Proyectos Solares	<p>Irradiación histórica acumulada mensual (serie entre enero de 2000 y diciembre de 2017, con las horas donde se cuenta con el recurso) de Irradiación Global Horizontal (GHI) en Wh/m², medida en el sitio del</p>

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

	<p>proyecto u obtenidas de fuentes secundarias de información, teniendo en cuenta lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Para mediciones en sitio</u>: Presentar certificado de calibración del(los) radiómetro(s) utilizado(s). Si las mediciones en sitio no incluyen los meses solicitados, estos meses deben ser reconstruidos, indicando la metodología utilizada. Se debe adjuntar memoria de cálculo de la serie. - <u>Para mediciones obtenidas de fuentes secundarias</u>: Indicar la fuente o proveedor de los datos. <p>Adjuntar declaración del representante legal del participante en el que se certifique la veracidad de la información reportada.</p>
<p>Proyectos usando Biocombustibles</p>	<p>Para los proyectos de generación que utilicen como única fuente energética biocombustibles, se asumirá una serie plana.</p> <p>Considerando lo anterior, los vendedores deberán presentar la memoria de cálculo de la serie, los datos de entrada utilizados y una comunicación escrita en la cual su representante legal:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Certifica que el proyecto tendrá la oferta de fuente energética y/o capacidad de almacenamiento suficiente para producir la cantidad de energía mensual que ha reportado. - Anexa los estudios técnicos que soportan su certificación.
<p>Proyectos usando Residuos sólidos urbanos</p>	<p>Para los proyectos de generación que utilicen como única fuente energética residuos sólidos urbanos, se asumirá una serie plana.</p> <p>Considerando lo anterior, los vendedores deberán presentar la memoria de cálculo de la serie, los datos</p>

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

	<p>de entrada utilizados y una comunicación escrita en la cual su representante legal:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Certifica que el proyecto tendrá la oferta de fuente energética y/o capacidad de almacenamiento suficiente para producir la cantidad de energía mensual que ha reportado. - Anexa los estudios técnicos que soportan su certificación.
Proyectos usando recurso Geotérmico	<p>Para los proyectos de generación que utilicen como única fuente energética recursos geotérmicos, se asumirá una serie plana.</p> <p>Considerando lo anterior, los vendedores deberán presentar la memoria de cálculo de la serie, los datos de entrada utilizados y una comunicación escrita en la cual su representante legal:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Certifica que el proyecto cuenta con el recurso suficiente, para producir la cantidad de energía mensual que ha reportado. - Anexa los estudios técnicos que soportan su certificación.
Proyectos usando otros recursos	<p>Para aquellos recursos que cuenten con tecnologías renovables diferentes a las antes mencionadas, el vendedor deberá presentar la serie histórica respectiva del recurso.</p> <p>En este caso se deberá presentar un documento técnico en el que se precise la metodología, datos de entrada y fuentes de información utilizadas.</p>

Como información complementaria de soporte, para cada proyecto se deberá reportar:

- a. Ubicación donde se debe incluir el departamento, municipio y las coordenadas del polígono donde se desarrollará el proyecto de generación.

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

- b. Coordinadas de ubicación del sistema de medición utilizado, en el caso de proyectos eólicos y solares que reporten series de medición en sitio.
- c. Altura de medición del recurso eólico, en el caso de proyectos de esta tecnología.

Para la información de los literales a y b se debe utilizar el sistema de coordenadas geográficas WGS84. Los datos reportados deberán ser en grados decimales con un mínimo de 8 decimales.

- El valor del coeficiente de Pearson, declarado por cada vendedor, para cada uno de sus proyectos de generación que han superado la etapa de precalificación de la subasta.

Para efectos de lo anterior, cada vendedor participante en la subasta deberá suministrar los siguientes datos:

Tabla 4 Indicador del índice de Complementariedad.

a.	Proyecto de generación (1):	<i>(Nombre del proyecto que participa en la subasta)</i>
b.	Coeficiente de Pearson (2)	<i>(Resultado de aplicar la fórmula del Anexo D)</i>

(1) Se debe reportar el coeficiente únicamente para proyectos de generación a partir de fuentes renovables de energía.

(2) El indicador a reportar deberá ser el número resultante del cálculo truncado al 2 decimal.

Resultado de la evaluación

Cada proyecto de generación recibirá como resultado de la evaluación en este criterio la siguiente calificación:

- El valor resultante de su coeficiente de Pearson multiplicado por menos uno (- 1), si dicho coeficiente es menor a cero (< 0).

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

- Cero (0), si el valor resultante de su coeficiente de Pearson es mayor o igual a cero (≥ 0).
- Cero (0), si el proyecto de generación usa una fuente energética diferente a renovable.
- Uno (1), si la fuente energética del proyecto es biocombustible, residuos sólidos urbanos o recurso geotérmico.

La UPME calculará, a partir de la información suministrada por el vendedor, el resultado del coeficiente para este criterio de calificación. En caso de que el valor del coeficiente reportado para el proyecto sea diferente al calculado por la Unidad, se solicitará la respectiva aclaración al vendedor. El vendedor deberá dar respuesta, de conformidad con los plazos establecidos en los PLIEGOS, informando el valor del coeficiente corregido o explicando las razones por las cuales su resultado difiere del de la UPME.

Puntaje normalizado para el cumplimiento del objetivo de política

La puntuación normalizada del proyecto de generación respecto del cumplimiento del objetivo de Complementariedad será el resultado de aplicar la fórmula del Anexo B.

3. Criterio de Seguridad Energética Regional

Información a utilizar en la calificación:

- Área eléctrica donde se ubicará el proyecto de generación, según listado presentado en el Anexo E.
- Indicador de contribución al balance de oferta y demanda de potencia de cada una de las áreas eléctricas del SIN. El indicador por área eléctrica se presenta en el Anexo E.
- Indicador de contribución a la reducción del costo de restricciones operativas en cada una de las áreas eléctricas del SIN. La fórmula de cálculo del indicador por área eléctrica y fuente energética del proyecto se presenta en el Anexo F.

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

- El valor del indicador de fortalecimiento de la seguridad energética regional, declarado por cada vendedor, para cada uno de sus proyectos de generación que han superado la etapa de precalificación de la subasta.

Para efectos de lo anterior, cada vendedor participante en la subasta deberá suministrar los siguientes datos (1):

Tabla 5 Indicador del Índice de Seguridad Energética Regional (SE).

a.	Proyecto de generación:	<i>(Nombre del proyecto que participa en la subasta)</i>
b.	Indicador de fortalecimiento de la seguridad energética regional (SE)	<i>(Resultado de aplicar la fórmula del Anexo G)</i>

- (1) Las plantas de generación en operación comercial al 31 de diciembre de 2017 y que no realizan proyectos de ampliación de su capacidad, no deben reportar este indicador.

Resultado de la evaluación

Cada proyecto de generación recibirá como resultado de la evaluación en este criterio la siguiente calificación:

- El valor resultante de su indicador de fortalecimiento de la seguridad energética regional (SE). Esto incluye los proyectos de generación existentes que realicen ampliaciones de capacidad instalada que entren en operación comercial con posterioridad al 31 de diciembre del año 2017.
- Cero (0), cuando se trate de proyectos de generación existentes (aquellos que entraron en operación comercial con anterioridad al 31 de diciembre del año 2017) que realicen cambio tecnológico y no amplíen su capacidad instalada.

La UPME calculará, a partir de la información suministrada por el vendedor, el resultado del coeficiente para este criterio de calificación. En caso de que el valor del coeficiente reportado para el proyecto sea diferente al calculado por la Unidad, se solicitará la respectiva aclaración al vendedor. El vendedor deberá dar respuesta, de conformidad con los plazos establecidos en los PLIEGOS, informando el valor del coeficiente corregido o explicando las razones por las cuales su resultado difiere del de la UPME.

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

Puntaje normalizado para el cumplimiento del objetivo de política

La puntuación normalizada del proyecto de generación respecto del cumplimiento del objetivo de Seguridad Energética Regional será el resultado de aplicar la fórmula del Anexo B.

4. Criterio de Reducción de Emisiones

Información a utilizar en la calificación:

- Factor de emisiones (kg CO₂eq/kWh) del proyecto de generación nuevo que participa en la subasta, calculado según la metodología que se presenta en el Anexo I.
- En el caso de proyectos de generación que realizan un cambio tecnológico que lleva a una reducción de sus emisiones, el factor de emisiones (kg CO₂eq/kWh) antes del cambio tecnológico y la magnitud de la reducción que se logra con el mismo, calculado según la metodología que se presenta en el Anexo I y considerando el cambio de *Heat Rate* de la planta.

Para efectos de lo anterior, cada vendedor participante en la subasta deberá declarar los siguientes datos (1):

Tabla 6 Indicador de Reducción de Emisiones

a.	Proyecto de generación:	<i>(Nombre del proyecto que participa en la subasta)</i>
b.	Factor de emisiones del proyecto de generación:	<i>(kg CO₂eq / kWh)</i>
c.	Magnitud de la reducción del factor de emisiones debido al cambio tecnológico (2):	<i>(kg CO₂eq / kWh)</i>
d.	Factor de emisiones antes del cambio tecnológico:	<i>(kg CO₂eq / kWh)</i>

(1) Para los proyectos de generación con fuente energética eólica o solar se asume un factor de emisiones igual a cero (0) kg CO₂eq / kWh y por lo tanto no deben reportar esta información.

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

- (2) Los literales c. y d. deben reportarse únicamente en el caso de proyectos de generación existentes que realizan un cambio tecnológico (el cual entra en operación con posterioridad al 31 de diciembre del año 2017).

Metodología de evaluación:

Cada proyecto de generación recibirá como resultado de la evaluación en este criterio el siguiente número:

- Los proyectos de generación cuyo factor de emisiones sea igual a cero (0), recibirán como resultado de la evaluación uno (1).
- Los proyectos de generación que utilicen como única fuente energética primaria biocombustibles o residuos sólidos urbanos, recibirán como resultado de la evaluación uno (1).
- Los proyectos de generación cuyo factor de emisiones es superior a cero (0), recibirán como resultado de la evaluación cero (0).
- Los proyectos de generación existentes que realizan un cambio tecnológico, recibirán como resultado de la evaluación el resultado de dividir la magnitud de la reducción del factor de emisiones debido al cambio tecnológico entre el factor de emisiones antes del cambio tecnológico.
- Los proyectos de generación existentes, que no realizan un cambio tecnológico, recibirán como resultado de la evaluación cero (0).

Puntaje normalizado para el cumplimiento del objetivo de política

La puntuación normalizada del proyecto de generación respecto del cumplimiento del objetivo de Reducción de Emisiones será el resultado de aplicar la fórmula del Anexo B.

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

5. Calificación total

De conformidad con lo establecido en la Resolución MME 40791 de 2018, modificada mediante Resolución MME 41307 de 2018 y la Resolución MME 41314 de 2018 o aquellas que las modifiquen o sustituyan, cada proyecto de generación que haya superado la etapa de precalificación de la subasta, recibirá una calificación total por cumplimiento de los objetivos del artículo 2.2.3.8.7.3 del Decreto 1073 de 2015, igual al promedio ponderado de sus cuatro puntajes normalizados de cumplimiento de cada objetivo.

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

Anexo A
Fórmula para determinar el índice de Shannon - Wiener

A continuación se presenta la fórmula para determinar el índice de Shannon – Wiener (H), de conformidad con lo establecido en el Artículo 34 de la Resolución MME 40791 de 2018, modificada mediante Resolución MME 41307 de 2018.

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Donde:

P_i : Participación de la fuente energética i en la matriz de generación de energía eléctrica.

S: Número de fuentes energéticas

Para evaluar el indicador se deberá tener en cuenta la energía media anual del proyecto que se evalúa, la fuente energética a la que pertenece (según clasificación del Artículo 34 de la Resolución MME 40791 de 2018, modificada mediante Resolución MME 41307 de 2018) y la generación real promedio anual por fuente energética en el SIN para el periodo 2013-2017.

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

Anexo B
Fórmula para determinar el puntaje normalizado según el aporte de cada proyecto al cumplimiento del objetivo de política

El puntaje normalizado tendrá valores entre CERO (0) y CIEN (100), y será el resultado de aplicar la siguiente fórmula:

$$c_j(k) = \frac{Z_{jk}}{\text{Max}(Z_j)} * 100$$

Donde:

$c_j(k)$: Puntuación del proyecto de generación k con respecto al cumplimiento del objetivo j .

Z_{jk} : Resultado de la evaluación del proyecto de generación k para el objetivo j .

$\text{Max}(Z_j)$: Máximo resultado de evaluación obtenido entre los proyectos para el objetivo j .

j : Cada uno de los objetivos de política que se consideran en la calificación, a saber: Resiliencia, Complementariedad de los recursos, Seguridad energética regional y Reducción de emisiones.

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

Anexo C

Serie de caudal promedio de la macrocuenca Cauca-Magdalena y plantas de generación que la conforman

Serie de la macrocuenca a utilizar para calcular coeficiente de Pearson. Esta es la variable x_i de la fórmula del Anexo 4.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000	0.9038	0.9563	1.1360	1.0141	1.4721	1.3718	1.2698	1.2679	1.2032	1.1522	1.1060	0.9755
2001	0.8388	0.6675	0.8985	0.8190	1.0357	1.0578	0.9604	0.7930	0.9006	0.9740	1.1060	1.1084
2002	0.7788	0.6681	0.7768	1.0827	1.0961	1.2747	0.9588	0.8524	0.7885	0.9160	0.9245	0.8774
2003	0.6751	0.6749	0.8502	1.0495	1.1502	1.1463	0.9840	0.9199	0.9098	1.1363	1.1186	1.0151
2004	0.9397	0.7164	0.8308	0.9771	1.1240	1.0748	1.0020	0.9317	0.9847	1.0801	1.2697	0.9930
2005	0.9138	0.8732	0.9134	0.9973	1.1221	1.0318	0.9144	0.9154	0.8901	1.1092	1.2258	1.0310
2006	0.9528	0.8214	1.0110	1.1832	1.2975	1.2040	0.9777	0.8878	0.9056	1.0430	1.2947	1.1431
2007	0.9156	0.7365	0.8912	1.1384	1.2865	1.2920	0.9705	1.0726	1.0445	1.3353	1.2720	1.1831
2008	0.9800	0.9653	1.0607	1.0389	1.2798	1.3094	1.3876	1.2745	1.1661	1.2228	1.5088	1.1302
2009	1.0244	0.9315	1.1156	1.1084	1.0575	1.0162	1.0088	0.9443	0.8105	0.8752	0.9448	0.8198
2010	0.6508	0.5715	0.6184	0.9489	1.1364	1.1168	1.2894	1.0616	1.2364	1.2381	1.4469	1.2809
2011	0.9506	0.9085	1.2107	1.6238	1.3864	1.1986	1.1613	0.9601	0.9129	1.1951	1.3965	1.4594
2012	1.0581	0.9051	0.9705	1.2764	1.3351	0.9307	0.9236	0.9230	0.7592	0.9689	0.8749	0.8500
2013	0.6557	0.7431	0.8089	0.8161	1.1397	0.9467	0.8361	0.9306	0.8862	0.9122	1.0903	1.0670
2014	0.8541	0.7797	0.9657	0.8596	1.0876	1.0045	0.8630	0.7992	0.8374	1.0544	1.0887	0.9414
2015	0.7463	0.7289	0.7172	0.9192	0.9087	0.9682	0.9087	0.8525	0.6119	0.6681	0.8579	0.6316
2016	0.4806	0.4597	0.5383	0.7107	0.8688	0.7907	0.8736	0.7534	0.8789	0.9630	1.1228	1.0450
2017	0.9883	0.6839	1.0993	1.1017	1.3200	1.2122	1.0442	0.9199	0.9160	1.0071	1.1495	1.0513

Para las centrales mayores corresponde al promedio simple de los caudales normalizados de todas las plantas de generación de la cuenca. Se normaliza dividiendo el caudal mensual entre el promedio de los caudales para los 216 meses del periodo analizado. Para las centrales menores se aplica la misma metodología pero usando generación normalizada.

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

Centrales Hidroeléctricas Incluidas en la macrocuenca Cauca - Magdalena:

Centrales Mayores	Centrales Menores	
<ul style="list-style-type: none"> - AMOYA LA - ESPERANZA - BETANIA - CARLOS LLERAS - CUCUANA - DARIO VALENCIA - SAMPER - EL QUIMBO - ESMERALDA - GUATAPE - GUADALUPE 3 - GUADALUPE 4 - TRONERAS - JAGUAS - LA TASAJERA - MIEL I - PARAISO - LA GUACA - PLAYAS - PORCE II - PORCE III - PRADO - SALTO II - SALVAJINA - SAN CARLOS - SAN FRANCISCO - SAN MIGUEL - SOGAMOSO 	<ul style="list-style-type: none"> - PATICO - LA CABRERA - HIDROMONTAÑITAS - RIO PIEDRAS - SUEVA 2 - CURRUCUCUES - MAGALLO - EL EDÉN - RIO FRIO II - RIO FRIO I - RUMOR - LA PITA - IQUIRA I - IQUIRA II - SUBA - USAQUEN - RIONEGRO - EL LIMONAR - LAGUNETA - TEQUENDAMA 1 - TEQUENDAMA 2 - TEQUENDAMA 3 - TEQUENDAMA 4 - CHARQUITO - BELMONTE - NUEVO LIBARE - PRADO IV - NIMA - RIO CALI - AMAIME - ALTO TULUA - BAJO TULUA - EL COCUYO - BAYONA - CAMPESTRE (CALARCA) - UNION - COCONUCO - AMERICA - CAMPESTRE (EPM) - PIEDRAS BLANCAS - NUTIBARA - PORCE III MENOR - BELLO - MANANTIALES - NIQUIA - CARACOLI - RIOGRANDE I - RIO GRANDE - AYURA - CEMENTOS DEL NARE - SAN JOSE DE LA MONTAÑA - RIO ABAJO - SONSON 	<ul style="list-style-type: none"> - RIOFRIO (TAMESIS) - PAJARITO - INTERMEDIA - SAN CANCIO - MUNICIPAL - INSULA - GUACAICA - CASCADA - PALMAS SAN GIL - LA CASCADA (ABEJORRAL) - SANTA RITA - PUENTE GUILLERMO - COELLO - AGUA FRESCA - EL BOSQUE - ALEJANDRÍA - CANTAYUS - SAN JOSE - LUZMA I - LUZMA II - URRAO - LA FRISOLERA - SAN FRANCISCO (PUTUMAYO) - AMALFI - PROVIDENCIA - REMEDIOS - LA REBUSCA - LA NAVETA - CALDERAS - EL POPAL - EL MOLINO - SAN MATIAS - BARROSO - LA CASCADA (ANTIOQUIA) - CARUQUIA - GUANAQUITAS - MORRO AZUL - LAS PALMAS - SANTIAGO - FLORIDA - OVEJAS - RIO PALO - INZA - MONDOMO - SILVIA - ASNAZU - MIROLINDO - VENTANA A - VENTANA B - RIO RECIO - PASTALES

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

Anexo D
Fórmula para calcular el coeficiente de Pearson

El coeficiente de Pearson se calculará usando la siguiente expresión:

$$r_{xy} = \frac{\sum x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{(n - 1) s_x s_y}$$

Donde:

- r_{xy} Coeficiente de correlación de Pearson que mide la correlación estacional entre las series del recurso hídrico x de la macrocuenca con mayor concentración de generación y la serie del recurso renovable y del proyecto participante.
- x_i Valores de la serie correspondiente al caudal promedio de la macrocuenca con mayor concentración de generación.
- y_i Valores de la serie correspondiente al recurso renovable del proyecto participante.
- n Número de datos de la serie.
- \bar{x} Media de la serie x .
- \bar{y} Media de la serie y .
- S_x Desviación estándar de la serie x .
- S_y Desviación estándar de la serie y .

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

Anexo E
Indicador de balance de potencia por área eléctrica

A continuación se presenta el indicador de balance de potencia por área eléctrica (BP_i), y las variables soporte de su cálculo, de conformidad con lo establecido en el Artículo 36 de la Resolución MME 40791 de 2018, modificada mediante Resolución MME 41307 de 2018.

Área Eléctrica (i)	C_i	DPM_{Max_i}	BP_i
	Capacidad Instalada Área Eléctrica (MW)	Demanda Max Potencia Área Eléctrica (MW)	Contribución al balance Oferta/ Demanda
Atlántico	2793	820	0
GCM	981	847	0
Bolívar	1141	540	0
Córdoba Sucre	338	488	1
Cerromatoso	470	256	0
Antioquia	6980	1594	0
Santander	2322	485	0
Norte de Santander	328	264	0
Arauca	0	101	1
Boyacá Casanare	528.9	373	0
Bogotá	2488	2777	1
Meta	0	249	1
CQR	778	505	0
Valle	1720	2118	1
Cauca Nariño	77	369	1
Putumayo	0.5	34	1
Huila Tolima	1157	420	0
Caquetá	0	121	1

La variable BP para cada proyecto corresponderá al valor de este indicador para el área operativa donde se ubica el proyecto de generación.

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

Anexo F
Metodología de cálculo del indicador de contribución a la reducción del costo de restricciones operativas por área eléctrica

A continuación se presenta la fórmula para determinar el indicador de contribución a la reducción del costo de restricciones operativas por área eléctrica (RCR), de conformidad con lo establecido en el Artículo 36 de la Resolución MME 40791 de 2018, modificada mediante Resolución MME 41307 de 2018.

Para cada proyecto se determina la variable RCR_i así:

$$RCR_i = \left[\left(\frac{1}{3} Rmax_i + \frac{1}{3} Rmed_i + \frac{1}{3} Rmin_i \right) Cope \right]$$

Donde:

$Rmax_i$ Aporte a la reducción del costo de restricciones para demanda máxima, de un proyecto ubicado en el área eléctrica i.

$Rmed_i$ Aporte a la reducción del costo de restricciones para demanda media, de un proyecto ubicado en el área eléctrica i.

$Rmin_i$ Aporte a la reducción del costo de restricciones para demanda mínima, de un proyecto ubicado en el área eléctrica i.

Cope Normalización de los costos operativos de cada fuente energética usada por el proyecto de generación.

Para la evaluación de la variable RCR de cada proyecto de generación se deberá tener en cuenta:

- Las variables $Rmax_i$, $Rmed_i$ y $Rmin_i$ por área eléctrica, donde se ubica el proyecto, de la siguiente tabla:

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

Área Eléctrica (i)	RMax _i	RMed _i	RMin _i
	Aporte en Demanda Máxima	Aporte en Demanda Media	Aporte en Demanda Alta
Atlántico	1	1	1
GCM	1	1	1
Bolívar	1	1	1
Córdoba Sucre	1	0	0
Cerromatoso	1	0	0
Antioquia	0	0	0
Santander	0	0	0
Norte de Santander	0	0	0
Arauca	0	0	0
Boyacá Casanare	0	0	0
Bogotá	1	1	0
Meta	1	1	0
CQR	0	0	0
Valle	1	1	0
Cauca Nariño	1	0	0
Putumayo	0	0	0
Huila Tolima	0	0	0
Caquetá	0	0	0

Notas:

- Los cálculos realizados consideran la situación eléctrica esperada para el SIN en el 2022.
- Las variables R_{max_i} y R_{min_i} será CERO (0) para los proyectos de generación solares, independientemente del área donde se ubique el proyecto (Ver Artículo 36 de la Resolución MME 40791 de 2018, modificada mediante Resolución MME 41307 de 2018).

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

- La variable Cope, por área operativa, de la siguiente tabla:

Fuente Energética	OM (USD/MWh)	Normalizado	Cope
HIDRÁULICA MACROCUENCA MAGDALENA CAUCA	0.0000	0.00000	1.0000
HIDRÁULICA MACROCUENCA CARIBE	0.0000	0.00000	1.0000
HIDRÁULICA MACROCUENCA PACÍFICA	0.0000	0.00000	1.0000
HIDRÁULICA MACROCUENCA ORINOQUIA	0.0000	0.00000	1.0000
HIDRÁULICA MACROCUENCA AMAZONIA	0.0000	0.00000	1.0000
GAS NATURAL DE PRODUCCIÓN DOMESTICA	3.5958	0.28766	0.7123
GAS NATURAL IMPORTADO	3.5958	0.28766	0.7123
GAS LICUADO DE PETROLEO (GLP) domestico	3.5958	0.28766	0.7123
GLP importado	3.5958	0.28766	0.7123
CARBÓN	7.3724	0.58979	0.4102
JET FUEL/ fuel oil	5.5054	0.44043	0.5595
BIOCOMBUSTIBLES (Biodiesel, biomasa, biogás)	0.5000	0.04000	0.9600
RESIDUOS SOLIDOS urbanos	0.0000	0.00000	1.0000
EOLICA	0.0000	0.00000	1.0000
SOLAR (FOTOVOLTAICA y térmica)	0.0000	0.00000	1.0000
NUCLEAR	12.5000	1.00000	0.0000
ENERGIA DE LOS MARES	0.0000	0.00000	1.0000
GEOTÉRMICA	3.5958	0.28766	0.7123
OTROS	Será evaluado por la UPME frente a cada proyecto		

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

Anexo G
Fórmula para el cálculo del indicador de fortalecimiento de la seguridad energética regional

A continuación se presenta la fórmula para determinar el indicador de fortalecimiento de la seguridad energética regional (SE_i) de conformidad con lo establecido en el Artículo 36 de la Resolución MME 40791 de 2018, modificada mediante Resolución MME 41307 de 2018.

$$SE = \frac{1}{2}BP + \frac{1}{2}RCR$$

Donde:

- BP Resultado del indicador de balance de potencia para el proyecto de generación.
- RCR Indicador de contribución a la reducción del costo de restricciones operativas por área eléctrica.

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

Anexo H

Listado de las plantas de generación del SIN utilizado en el cálculo del promedio de generación 2013-2017 y datos soporte de cálculo del índice de Shannon – Wiener

Archivo Excel

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

Anexo I
Metodología para el cálculo del Factor de Emisión

A continuación se presenta la metodología para calcular el Factor de Emisión del proyecto según las fuentes energéticas definidas en la Resolución MME 40791/2018.

$$FE_{planta} = FE_i * HR$$

Donde

FE_{planta} : Factor de Emisión de la planta. (kg CO2/kWh)
 FE_i : Factor de Emisión de referencia para la Fuente Energética i
 (kg CO2/MBTU)
 HR : Heat Rate de la planta. (MBTU/kWh)

El parámetro FE_i se presenta a continuación:

Fuente Energética Res. MME 40791/2018		FEi [kg CO2/MBTU]
Recurso hídrico en la macrocuenca Cauca-Magdalena	1	N.A
Recurso hídrico en la macrocuenca Caribe	2	N.A
Recurso hídrico en la macrocuenca Pacifico	3	N.A
Recurso hídrico en la macrocuenca Orinoquia	4	N.A
Recurso hídrico en la macrocuenca Amazonia	5	N.A
Gas natural de producción domestica	6	58.59683994
Gas natural importado	7	58.59683994
Gas licuado de petróleo de producción doméstica	8	70.88405031
Gas licuado de petróleo importado	9	70.88405031
Carbón	10	92.98847109
Combustibles líquidos - COMBUSTÓLEO	11	84.8900827
Combustibles líquidos - JET A1	11	93.33143599

Anexo No. 1 - SUBASTA CLPE No. 01 - 2019

Fuente Energética Res. MME 40791/2018		FEi [kg CO2/MBTU]
Combustibles líquidos - ACPM	11	78.27827014
Biocombustibles (biodiesel, biomasa, biogás)	12	N.A
Residuos sólidos urbanos	13	N.A
Recurso eólico	14	N.A
Recurso solar	15	N.A
Energía nuclear	16	N.A
Energía de los mares	17	N.A
Recurso geotérmico	18	N.A
Otros	19	Depende Recurso

* Factores calculados de con base a la Calculadora de Emisiones CO₂ – FECOC. Fuente UPME.