



EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA S. A.

**METODOLOGÍA DE CÁLCULO
DE LOS FACTORES DE PÉRDIDA**

**REGIMEN TARIFARIO
2025-2029**

Mayo 2025

CONTENIDO

I.	Introducción	3
II.	Metodología	3
III.	Procedimiento de asignación de Las Pérdidas de Transmisión.....	3
IV.	Instructivo del procedimiento del cálculo de los factores de pérdidas (fp)	5

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este documento es dar a conocer la metodología que se utiliza para el cálculo de los factores de pérdida (FP) por cada una de las diez (10) zonas en las que un agente consumidor retira energía de la red del Sistema Principal de Transmisión (SPT). También se establece un procedimiento que detalle los pasos a seguir para el Cálculo de los Factores de Pérdidas (FP) de energía para cada zona en la que retira energía de la red SPT un Agente Consumidor.

La Tarifa de Transmisión entra a regir a partir del 1 de julio de 2025, a continuación, del Pliego 2021-2025 y tendrá una duración de 4 años; del 1 de julio de 2025 al 30 de junio de 2029. La misma está basada en el marco normativo de las reglas comerciales para el mercado mayorista de electricidad (capítulo 11) y dentro de lo establecido en el Reglamento de Transmisión (Capítulo VIII.2 del Título VIII: Régimen Tarifario de Transmisión).

II. METODOLOGÍA

A partir del Periodo Tarifario 2021-2025 ETESA debe calcular los Factores de Pérdidas Anuales para las 10 Zonas tarifarias como la relación de las pérdidas anuales totales de cada zona respecto de las pérdidas total anual del SPT (la suma de las pérdidas de energía anuales de todas las zonas). Las pérdidas de energía anuales de cada zona se calculan en función de las pérdidas de potencia asociadas a cada escenario de cada mes del año tarifario correspondiente considerando la duración de los escalones de cada día típico o representativo y las correspondientes cantidades, de los días típicos mensuales. Las pérdidas de potencia se calculan mediante el método del seguimiento eléctrico en base a las pérdidas de cada línea del SPT calculadas preliminarmente con flujos de potencia AC para cada uno de los escenarios citados.

III. PROCEDIMIENTO DE ASIGNACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE TRANSMISIÓN

La metodología para asignar las pérdidas de transmisión a los Agentes Consumidores se basa en el método de seguimiento eléctrico.

El método de seguimiento eléctrico se enfoca en la responsabilidad real que tiene cada uno de los actores del sistema que hacen un uso compartido y simultáneo de las redes. Se basa en la determinación de la trazabilidad de los flujos de potencia-energía individuales de cada actor generador o demanda correspondiente a un escenario de funcionamiento del sistema.

A continuación, se presenta la formulación matemática del método con relación a la asignación de las pérdidas de la red. De acuerdo con el procedimiento, el seguimiento eléctrico permite determinar la distribución de las corrientes inyectadas por los generadores por cada una de las líneas de la red hasta cada una de las cargas o demandas del sistema. Este mismo procedimiento visto desde el punto vista de las demandas, permite determinar

qué porcentajes de las corrientes que alimenta cada demanda, circula por cada una de las líneas de la red de transmisión, es decir, se puede calcular la fracción de corriente asociada a cada participante consumidor que circula por cada una de las líneas. A partir de estos resultados es posible calcular el porcentaje de pérdidas de una línea asociado a cada participante consumidor del sistema, de acuerdo con el procedimiento que se describe a continuación.

Para calcular las pérdidas que se asignan a cada demanda, es necesario calcular primero las pérdidas L_l resultantes de n corrientes I_i que circulan simultáneamente en la misma dirección por una línea l cuya resistencia es R , es decir:

$$L_l = 3 * \left(\sum_{i=1}^n I_i \right)^2 * R \quad (1)$$

Desarrollando el cuadrado del polinomio correspondiente a la sumatoria de las corrientes resulta:

$$L_l = 3R \sum_{i=1}^n I_i^2 + 3R \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n I_i * I_j \quad (2)$$

Luego, para una corriente genérica I_k el primer término de la ecuación (2) se asigna en forma proporcional al cuadrado de cada componente. Este término está relacionado con las pérdidas causadas por cada corriente cuando circula por la línea en forma no simultánea. Analizando el segundo término de la ecuación (2), ante un incremento de corriente ΔI_k , se produce un incremento lineal en los sumandos que contienen la corriente I_k , por lo que estos sumandos pueden asignarse en forma proporcional a las dos corrientes involucradas en cada uno de estos sumandos. Luego, agrupando los términos que contienen la corriente genérica I_k , pueden calcularse las pérdidas asociadas a esta corriente:

$$L_{I_k} = 3R \left\{ I_k^2 + \frac{2I_k^2 I_1}{I_k + I_1} + \frac{2I_k^2 I_2}{I_k + I_2} + \dots + \frac{2I_k^2 I_n}{I_k + I_n} \right\} \quad (3)$$

$$L_{I_k} = 3R I_k^2 \left\{ 1 + \frac{2I_1}{I_k + I_1} + \frac{2I_2}{I_k + I_2} + \dots + \frac{2I_n}{I_k + I_n} \right\} \quad (4)$$

Luego, a los efectos de calcular las pérdidas L_m asociadas a un participante consumidor m , se deben identificar todos los componentes de corriente asociados a esa demanda m , por medio de la metodología del seguimiento eléctrico.

Finalmente, las pérdidas L_m se calculan sumando las pérdidas asociadas a cada uno de estos componentes de corriente (computados según la ecuación 4).

$$L_m = \sum_{i=1}^{NL} L_{Ik,i} \quad (5)$$

Dónde:

I_{k_i} : Componente de corriente que circula por la línea i , asociado a la carga m

L_{Ik} : Pérdidas asociadas a la corriente I_k

NL : Número de líneas

En resumen, la asignación de pérdidas propuesta tiene un término cuadrático y términos lineales. El peso de cada uno de estos términos depende de la participación de cada uno de estos componentes de corriente en la corriente total de cada línea, el cual es determinado por el método de seguimiento eléctrico.

IV. INSTRUCTIVO DEL PROCEDIMIENTO DEL CÁLCULO DE LOS FACTORES DE PÉRDIDAS (FP)

En el presente instructivo se detallan los pasos a seguir para el Cálculo de los Factores de Pérdidas (FP) por cada zona en la que retira energía de la red del Sistema Principal de Transmisión un Agente Consumidor.

Los Factores de Pérdidas del SPT son calculados en base a las pérdidas asignadas a las demandas en cada una de las diez zonas tarifarias, siguiendo los pasos que se describen a continuación:

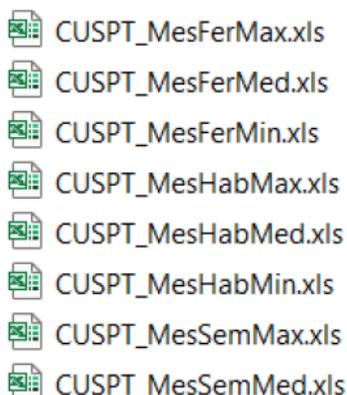
1. Paso 1: Cálculos de los Flujos de Potencia AC y DC

Se obtienen los resultados de flujos AC y DC, en correspondencia con la misma red del SPT utilizada para correr el modelo CUSPT (SEGELEC_SD.exe).

La red debe considerar en su modelación todos los componentes de líneas y transformadores necesarios para correr el flujo de potencia AC y DC y adicionalmente una identificación para conocer si cada uno de los mismos está afectado al cálculo de los CUSPT y Factores de Pérdidas.

2. Paso 2: Correr el modelo de Seguimiento Eléctrico

Se ejecuta el modelo SEGELEC_SD.exe para el cálculo de los CUSPT, cuyos datos y resultados son utilizados también posteriormente para la asignación de pérdidas. Este modelo emplea, para cada mes del año tarifario, nueve archivos Excel, los cuales tienen cargados los datos y resultados de dicho modelo (CUSPT), correspondientes a los nueve escenarios representativos de cada mes, los cuales son representativos día hábil (Hab), semi hábil (Sem) y feriado (Fer), considerando para cada día 3 bandas horarias correspondiente a las demandas máxima (Max), media (Med) y mínima (Min).



A los efectos de este documento estos 9 archivos se denominarán en forma genérica como CUSPT_MesXX.xls.

- 2.1. Debe asegurarse que las corridas del modelo de seguimiento eléctrico asociado al cálculo de CUSPT correspondan con los datos que se utilizarán para el posterior cálculo de los FP. Esta correspondencia de datos debe asegurarse como un paso obligatorio para garantizar la consistencia de los datos y la posterior normal corrida del modelo de cálculo de los FP, o sea ambos modelos CUSPT y cálculos de FP son vinculantes y deben correrse en ese orden.
- 2.2. En el mismo sentido debe haber correspondencia además con los cálculos de los flujos DC y AC, que siempre deben calcularse, preliminarmente, para el caso de la corrida del cálculo del modelo FP. Ambos tipos de resultados son necesarios dado que los resultados de flujo ac se utilizan para conocer las pérdidas de cada rama de la red y los flujos DC se utilizan para el seguimiento eléctrico, pero ambos son imprescindibles y debe asegurarse su consistencia.
- 2.3. Dado que las necesidades de cálculo de CUSPT y de Cálculo de los FP pueden darse en distintas circunstancias (tiempos) según las necesidades normativas, en el caso de este último, debe asegurarse haber corrido primero el cálculo del seguimiento eléctrico CUSPT (modelo SEGELEC_SD.exe).
- 2.4. Es importante tener presente que cualquier cambio de datos, principalmente los asociados con la red eléctrica y su topología deben ser consistentes tanto en el cálculo CUSPT como Cálculo de FP, de otro modo no se tendrá consistencia biunívoca y matemática para los cálculos.
- 2.5. Por ello se recomienda utilizar como paso necesario del procedimiento de referencia, correr el modelo CUSPT, verificar que corra normalmente, se verifiquen los resultados y a continuación el Cálculo de Factores de Pérdidas, previo disponer de los correspondientes resultados de flujo AC y DC.

Nota: En el caso que se haya corrido el modelo CUSPT previamente para el cálculo de asignación de peajes de transmisión y haya finalizado correctamente, la data y resultados preliminares ya encuentran en condiciones para determinar los Factores de Pérdidas de energía anuales por Zona.

3. Paso 3: Correr el modelo de Asignación de Pérdidas

Se supone cumplidos los dos pasos anteriores correctamente y en forma consistente. La asignación de las pérdidas de potencia de la red a las demandas se realiza ejecutando el modelo SEGELEC_LOSS_W64.exe, que emplea la metodología descrita en este documento.

Este modelo arroja como resultado los coeficientes de pérdidas WI, para cada uno de los nodos de la red donde se retira energía. A partir del coeficiente WI y el valor de demanda del nodo se calcula el valor de pérdidas de potencia asignado a la demanda.

A los efectos del cálculo de los Factores de Pérdidas de potencia del SPT se consideran dos meses característicos que son representativos del periodo lluvioso (septiembre) y del periodo seco (marzo). Para cada uno de estos dos meses, el modelo SEGELEC_LOSS se ejecuta para los nueve escenarios representativos (día hábil, semi hábil y feriado, considerando para cada día las 3 bandas horarias de demanda máxima, media y mínima).

El modelo SEGELEC_LOSS determina los coeficientes de pérdidas de potencia, los cuales se guardan en la hoja "seloss" de los archivos CUSPT_MesXX.xls y en esta misma hoja se calculan los valores de pérdidas de potencia asignados a cada nodo de demanda para cada escenario.

A continuación, el modelo agrupa y suma, para cada escenario, las pérdidas de potencia de aquellos nodos que pertenecen a una misma zona.

4. Paso 4: Cálculo de los Factores de Pérdidas por Zona

Finalmente, los Factores de Pérdidas de energía del SPT por zonas para cada Año Tarifario se calculan en los archivos AT1_LOSS-Total-link.xls, AT2_LOSS-Total-link.xls, AT3_LOSS-Total-link.xls y AT4_LOSS-Total-link.xls (las que se denominarán como ATaño_LOSS-Total-link.xls).

Los Factores de Pérdidas de energía se calculan a partir de los Factores de Pérdidas de potencia resultados del Paso 3 para las 10 Zonas y escenarios correspondientes, la duración en horas de cada escalón de tiempo de cada día típico (hábil, semihábil y feriado) y la cantidad anual de los mismos.

Los archivos ATaño_LOSS-Total-link.xls contienen una hoja Resumen y 18 hojas correspondientes a los 18 escenarios representativos E01 a E18, de las cuales las hojas E01 a E09 contienen datos de los nueve escenarios del mes 3 (septiembre) y las hojas E10 a E18 contienen datos de los nueve escenarios del mes 9 (marzo).

Para el cálculo de los Factores de Pérdidas (de energía), primero se suman las pérdidas de energía anuales asignadas a los nodos de demanda (calculadas en los archivos CUSPT_MesXX.xls) correspondiente a cada una de las zonas para cada escenario. A continuación, se calcula el porcentaje de pérdidas anual de cada zona con respecto al total anual de las pérdidas del SPT.

El archivo final que contiene los Factores de Pérdidas (de energía) por zona es denominado Total-link-LOSS (Año1-Año4).xlsx, el cual contiene los Resúmenes de los archivos ATaño_LOSS-Total-link.xls de los cuatro años tarifarios.