

**Estudio Integral de Tarifas Eléctricas
para México**

Tarea 1.1.2 – Informe N° 7

**Propuesta de pérdidas técnicas y no
técnicas a considerar en el cálculo de
costos marginales**

Preparado para:



INFORME N°7: PROPUESTA DE PÉRDIDAS TÉCNICAS Y NO TÉCNICAS A CONSIDERAR EN EL CÁLCULO DE COSTOS MARGINALES

CONTENIDO

RESÚMEN EJECUTIVO	4
INFORME	9
1. INTRODUCCIÓN	9
2. CRITERIOS GENERALES PARA EL TRATAMIENTO DE LAS PÉRDIDAS EN FIJACIONES TARIFARIAS	9
2.1. <i>El modelo conceptual del sistema para el cálculo de tarifas a costo marginal</i>	10
2.2. <i>Tratamiento de las pérdidas técnicas</i>	11
2.3. <i>Tratamiento de las pérdidas no técnicas</i>	11
2.4. <i>El Balance de E&P – Pérdidas de energía y potencia</i>	12
3. VALORES DE REFERENCIA DE PÉRDIDAS TÉCNICAS	13
3.1. <i>Pérdidas técnicas resultantes del balance de energía de CFE</i>	13
3.2. <i>Pérdidas técnicas de la red adaptada (MT y BT)</i>	15
3.3. <i>Pérdidas reconocidas en el modelo de ingresos de CFE</i>	16
4. VALORES DE REFERENCIA DE PÉRDIDAS NO TÉCNICAS	17
4.1. <i>Pérdidas no técnicas por división y nacional de CFE</i>	18
4.2. <i>Pérdidas no técnicas definidas en el modelo de ingresos de CFE</i>	20
4.3. <i>Nivel de pérdidas no técnicas reconocido en otras regulaciones</i>	21
5. PROPUESTA DE PÉRDIDAS PARA EL CÁLCULO DE LOS COSTOS MARGINALES	23

INDICE DE FIGURAS, GRÁFICAS Y TABLAS

Figura 1 Análisis de pérdidas y variables exógenas.....	7
Figura 2 Esquema del sistema de CFE para el cálculo de la tarifa teórica	10
Gráfica 3 Pérdidas no técnicas referidas al ingreso de BT por división	19
Figura 4 Análisis de pérdidas y variables exógenas.....	27
Tabla 1 Propuesta de pérdidas técnicas en transmisión	4
Tabla 2 Propuesta de pérdidas técnicas en Subtransmisión	4
Tabla 3 Propuesta de pérdidas técnicas en distribución	5
Tabla 4 Pérdidas no técnicas objetivo para CFE.....	7
Tabla 5 Balance de energía CFE - 2007.....	14
Tabla 6 Pérdidas técnicas del balance de CFE.....	14
Tabla 7 Pérdidas técnicas de la red adaptada de CFE	15
Tabla 8 Pérdidas técnicas de la red adaptada por División/Región tarifaria de CFE	15
Tabla 9 Pérdidas técnicas reconocidas de CFE.....	16
Tabla 10 Pérdidas técnicas del modelo de ingresos, por región y por nivel de tensión	17
Tabla 11 Balance de Energía total por División de CFE.....	18
Tabla 12 Balance de Energía en BT por División de CFE	18
Tabla 13 Pérdidas no técnicas reales por División/Región tarifaria de CFE	18
Tabla 14 Pérdidas no técnicas medias del balance de energía de CFE	19
Tabla 15 Pérdidas no técnicas Q1 de 13 divisiones de CFE	20
Tabla 16 Pérdidas no técnicas medias del modelo de ingresos para CFE	20
Tabla 17 Pérdidas no técnicas del modelo de ingresos por región.....	20
Tabla 18 Tratamiento de las pérdidas no técnicas en otras regulaciones de Latinoamérica	21
Tabla 19 Propuesta de pérdidas técnicas de energía en Transmisión	23
Tabla 20 Propuesta de pérdidas técnicas de energía en Subtransmisión	23
Tabla 21 Propuesta de pérdidas técnicas en distribución	24
Tabla 22 Pérdidas no técnicas eficientes para CFE	25

GLOSARIO

CFE: Comisión Federal de Electricidad

CRE: Comisión Reguladora de Energía

SENER: Secretaria de Energía

TdR: Términos de Referencia

CMLP: Costo Marginal de Largo Plazo

VRN: Valor de Reposición a Nuevo

AT: Alta Tensión

MT: Media Tensión

BT: Baja Tensión

AP: Alumbrado Público

Transformador AT/MT: Transformador reductor de Alta Tensión a Media Tensión

Transformador MT/BT: Transformador reductor de Media Tensión a Baja Tensión

EETT AT/MT: Estaciones Transformadoras de Alta a Media Tensión

TFO: Transformador

SSEE: Subestaciones Transformadoras

PT: Pérdidas Técnicas

PNT: Pérdidas No Técnicas

E&P: Energía y Potencia

INFORME N°7: PROPUESTA DE PÉRDIDAS TÉCNICAS Y NO TÉCNICAS A CONSIDERAR EN EL CÁLCULO DE COSTOS MARGINALES

RESÚMEN EJECUTIVO

El presente informe corresponde a la Tarea 1.1.2 “Determinación de las pérdidas técnicas y no técnicas por etapa de suministro” dentro de la cual, y como objeto del este documento, realizar una propuesta del nivel de pérdidas técnicas y no técnicas a reconocer en el cálculo de los costos marginales de largo plazo, y su aplicación en el diseño de las tarifas teóricas objetivo y en la definición del sendero de eficiencia.

Para ello se han analizado en primer lugar los criterios generales aplicados en el tratamiento de las pérdidas en fijaciones tarifarias, posteriormente se ha realizado una comparación de niveles de pérdidas técnicas y no técnicas de distintas fuentes de información, y finalmente se realiza una propuesta de pérdidas técnicas y no técnicas a ser reconocidas en el estudio de fijación tarifaria.

Para el caso de las pérdidas técnicas, el nivel propuesto a reconocer en las tarifas se determinó en función de la metodología utilizada para la determinación de los costos marginales de largo plazo para cada etapa de la red. Es decir, que para los niveles de Transmisión y Subtransmisión, la propuesta es reconocer el nivel de pérdidas técnicas correspondiente al año base 2007, que surge del balance de energía de CFE, mientras que para los niveles de MT y BT las pérdidas están asociadas a las instalaciones adaptadas a la demanda calculadas conforme a la metodología detallada en el Informe N°6 “Determinación de las pérdidas técnicas para redes adaptadas por etapa de suministro para los diferentes SER”, que forma parte del presente estudio tarifario.

Las pérdidas técnicas de Transmisión consideradas son las del POISE para el año 2007, y se consideraron únicas para todo CFE, mientras que las de Subtransmisión, y Distribución se determinan por división de acuerdo a la información disponible. Para el caso de Subtransmisión, las pérdidas son las del balance de CFE para el año 2007, mientras que para distribución son las que surgen del modelo de cálculo de la red adaptada a la demanda.

La propuesta de pérdidas técnicas se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1 Propuesta de pérdidas técnicas en transmisión

División	Transmisión
Todas	1.59%

Fuente: Pérdidas técnicas 2007 del POISE

Tabla 2 Propuesta de pérdidas técnicas en Subtransmisión¹

Región tarifaria modelo CFE	Pérdidas técnicas en ST
-----------------------------	-------------------------

¹ Para los fines tarifarios, sólo se consideran las pérdidas correspondientes a las líneas de AT en la etapa de Subtransmisión. Las pérdidas de las subestaciones AT/MT se imputan a al nivel de MT.

Baja California	0.41%
Bajío	0.55%
Centro Occidente	0.46%
Centro Oriente	0.36%
Centro Sur	1.59%
Golfo Centro	0.45%
Golfo Norte	0.24%
Jalisco	0.44%
Noroeste	0.54%
Norte	1.44%
Oriente	1.06%
Peninsular	0.97%
Sureste	1.74%

Fuente: Pérdidas técnicas del balance de energía de CFE

Tabla 3 Propuesta de pérdidas técnicas en distribución

División	Pérdidas en MT	Pérdidas en BT
Baja California	1.61%	3.36%
Noroeste	2.35%	4.24%
Norte	2.99%	5.32%
Golfo Norte	2.02%	4.04%
Centro Occidente	1.60%	5.00%
Centro Sur	2.01%	4.90%
Oriente	1.60%	4.94%
Sureste	2.11%	4.85%
Bajío	2.01%	4.36%
Golfo Centro	2.27%	5.09%
Centro Oriente	2.81%	5.45%
Peninsular	2.02%	5.01%
Jalisco	1.40%	4.68%

Nota: Los porcentajes presentados representan pérdidas de energía respecto a la entrada de cada nivel.

Fuente: Cálculo de pérdidas asociadas a la red adaptada

El tratamiento aplicado para la definición de la propuesta de pérdidas no técnicas, dada la diferente naturaleza y complejidad respecto de la definición del nivel de pérdidas técnicas, se analizó desde varios puntos de vista.

El primero está asociado con la definición del tratamiento que se le dará a las pérdidas no técnicas desde el punto de vista tarifario o de la definición de la tarifa teórica, en el sentido de definir si las mismas serán parte de las pérdidas reconocidas o se computará como un ingreso no percibido, cuyo tratamiento deberá ser similar al de un costo de estructura general o administrativo.

La propuesta de MEC es que las mismas sean tratadas de acuerdo a la segunda opción, como un costo de estructura adicional al de la estructura general, ya que resulta difícil definir a un responsable o categoría responsable de dichas pérdidas en forma total o parcial, ya que en general, se debe a un problema ajeno a los usuarios, asociado a la gestión de la prestadora del servicio o a variables exógenas como por ejemplo la situación socio-económica de la región y las leyes y reglamentaciones acerca del hurto de energía principalmente.

En segundo lugar, se realizó una comparación de los niveles actuales de pérdidas no técnicas y se los comparó con los reconocidos en la tarifa vigente y con otras referencias utilizadas en fijaciones tarifarias en la Latinoamérica.

Respecto del tratamiento de las pérdidas no técnicas en las distintas etapas del proceso tarifario, cabe mencionar que para el caso del cálculo de la tarifa teórica, al tratarse a las pérdidas no técnicas como un consumo no facturado o no registrado asociado al nivel de BT, dicho volumen de energía no generará ingresos a costos marginales, con lo cual la estructura tarifaria no se verá afectada por el nivel definido. Por lo tanto, en esta etapa, en el balance se considerará el volumen de energía total asociado a las pérdidas no técnicas para el año base que representa en promedio para CFE el 14.82% de la energía ingresada a BT.

En la etapa siguiente de definición de la tarifa objetivo, los TdR expresan que dichas tarifas "...conservarán la estructura de los cargos de las tarifas teóricas diseñadas en la tarea 2 de este estudio, y se adaptarán a los niveles necesarios para cubrir los costos actuales...", los cuales incluyen los conceptos asociados al abastecimiento de energía total para ser inyectada en el sistema. De esta manera, dichos costos de abastecimiento tienen incluido los consumos asociados a las pérdidas no técnicas, por lo tanto no se requiere una definición de nivel, sino que simplemente será el real para el año base del estudio.

La última etapa del proceso, requiere la fijación de un escenario de eficiencia para identificar los desajustes entre las pérdidas actuales y las eficientes, y definir un sendero de eficiencia a partir del análisis de dichos desajustes.

Como se mencionó anteriormente, y se detalla más adelante en el informe, el problema de la fijación de las pérdidas no técnicas es complejo por su naturaleza y su definición requiere considerar aspectos socio-económicos y de gestión que varía entre las regulaciones de distintos países, lo cual se evidencia en la heterogeneidad de criterios aplicados por cada regulador, entre los cuales se pueden encontrar valores fijos de aproximadamente 2% de la energía operada en BT para empresas de países con procesos tarifarios maduros como es el caso de Chile o Perú, hasta casos como en Brasil donde se reconocen las pérdidas no técnicas existentes resultantes del balance de energía, y se define un sendero hacia valores de eficiencia por benchmarking de empresas comparables.

Para el caso de CFE, la propuesta es determinar un valor de pérdidas no técnicas objetivo de referencia de 5.2% respecto de la energía operada en BT, determinado en función al promedio de los valores reconocidos que resultan del análisis del modelo de ingresos a costos marginal de CFE.

Tabla 4 Pérdidas no técnicas objetivo para CFE

División	Pérdidas no técnicas en BT
Todas	5.2%%

Nota: El porcentaje presentado representa pérdidas de energía respecto a la entrada de la etapa de BT.

Fuente: Propuesta de MEC con base en información de CFE

Cabe aclarar que el desajuste entre las pérdidas objetivo y las actuales vigentes será diferente para cada división o región de CFE, por lo tanto cuando se determine el sendero de eficiencia para los próximos periodos tarifarios se deben considerar las particularidades de cada una de ellas, para asegurar la consistencia entre la eficiencia propuesta y los recursos y restricciones de cada división para alcanzar dicho valor de referencia.

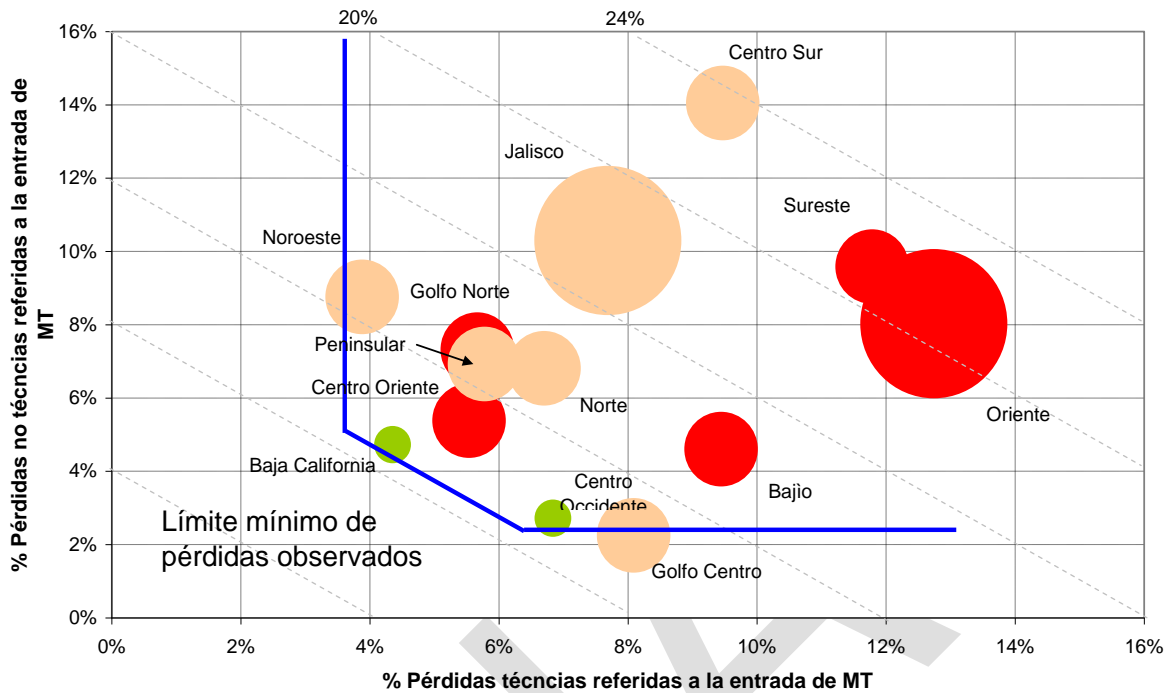
Finalmente, dado que el valor de las pérdidas no técnicas representa el saldo de los ingresos de energía versus los egresos registrados y las pérdidas técnicas calculadas², resultan conveniente analizar el nivel de eficiencia en conjunto, es decir, pérdidas técnicas y no técnicas, con el objeto evitar posibles transferencias entre ambas.

Para ello se elaboró un primer análisis comparativo de las pérdidas a nivel de División de CFE considerando las pérdidas técnicas y no técnicas en BT, y adicionalmente se puso en evidencia la influencia de variables exógenas en general y en particular la influencia de factores sociales y asentamientos irregulares informado por CFE. En la siguiente figura se muestran los resultados obtenidos.

Figura 1 Análisis de pérdidas y variables exógenas

² PNT = Energía ingresada – Energía ventas registrada – PT calculadas

Análisis de las Divisiones de CFE Influencia de Pérdidas + Variables exógenas



Fuente: Preparado por MEC con base en información de CFE

Las referencias de la Figura 1 son:

- El tamaño de la burbuja representa la influencia de las variables exógenas de cada zona, ponderada por la energía (Tormentas, Vegetación, Topografía accidentada, Factores sociales, Contaminación)
- Los colores representan el nivel de influencia o presencia de factores sociales y/o asentamientos en las zonas, ponderado por la energía afectada respecto del total de la División. (VERDE = BAJO; NARANJA = MEDIO; ROJO = ALTO)
- Las diagonales representan las pérdidas totales referidas a la entrada de MT

Del análisis se puede concluir que es posible definir un límite mínimo de pérdidas observados para las 13 Divisiones de CFE, considerando las variables exógenas definidas para cada una de ellas informadas por CFE, donde se evidencia que ninguna División “declara” menos de 2% pérdidas no técnicas, ni menos de 3,8% de pérdidas técnicas, ni menos de 9% pérdidas totales.

INFORME N°7: PROPUESTA DE PÉRDIDAS TÉCNICAS Y NO TÉCNICAS A CONSIDERAR EN EL CÁLCULO DE COSTOS MARGINALES

INFORME

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a la Tarea 1.1.2 “Determinación de las pérdidas técnicas y no técnicas por etapa de suministro”, cuyo objetivo es realizar una propuesta de los niveles de pérdidas técnicas y no técnicas a reconocer en el cálculo de los costos marginales de largo plazo, su aplicación en el diseño de las tarifas teóricas y la definición del sendero de eficiencia.

Las actividades e información considerada para el análisis y desarrollo del informe comprenden:

- Definir los criterios tarifarios asociados a las pérdidas técnicas y no técnicas
- Analizar el balance de energía y potencia real por División de CFE (Año 2007)
- Analizar el modelo de ingresos a costo marginal de CFE (CMs Feb 2005)
- Calcular las pérdidas técnicas adaptadas a la demanda de distribución por División
- Identificar el tratamiento de las pérdidas no técnicas en otras regulaciones
- Proponer un nivel de pérdidas técnicas y no técnicas para las distintas etapas de las tarifas.

En este documento se presenta el tratamiento de los siguientes puntos:

- Criterios generales para el tratamiento de las pérdidas en fijaciones tarifarias
- Valores de referencia para las pérdidas técnicas
- Valores de referencia para las pérdidas no técnicas
- Propuesta de pérdidas para el cálculo tarifario presente

A continuación se detallan los puntos mencionados anteriormente.

2. CRITERIOS GENERALES PARA EL TRATAMIENTO DE LAS PÉRDIDAS EN FIJACIONES TARIFARIAS

Las pérdidas, tanto técnicas como no técnicas (estas últimas también llamadas ‘pérdidas comerciales’), representan un consumo no facturado o en algunos casos no registrado, si bien el nivel total de pérdidas puede ser medido. Las pérdidas técnicas corresponden a las que se generan por fenómenos físicos en las instalaciones de la red de transmisión y distribución, y dependen principalmente del efecto joule por la corriente transmitida (y también de las pérdidas de magnetización en el caso de los transformadores), mientras que las no técnicas o comerciales corresponden a consumos no registrados, en las que sus causas tienen asociados aspectos de distinta naturaleza como pueden ser aspectos legales, de gestión, socio-económicos, culturales, entre otros.

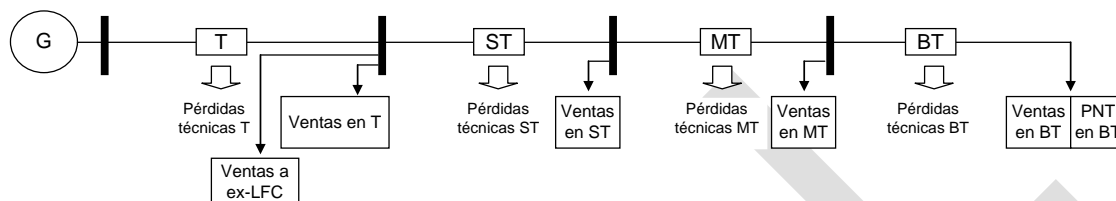
En los siguientes puntos se presentan algunos criterios generales que se considerarán en la definición del nivel de pérdidas técnicas y no técnicas a ser reconocido en las tarifas del servicio de energía eléctrica.

2.1. El modelo conceptual del sistema para el cálculo de tarifas a costo marginal

El modelo conceptual para la definición de las tarifas a costo marginal de CFE, considera un sistema equivalente como el que se muestra en la siguiente figura:

Figura 2 Esquema del sistema de CFE para el cálculo de la tarifa teórica

Modelo para CFE



Fuente: Modelo adoptado por MEC para el cálculo tarifario

Dado que los costos marginales de largo plazo, están asociados al desarrollo de las redes en cada una de las etapas que se consideran del sistema, las demandas consideradas en dichos análisis están mejor representadas por los valores al ingreso de cada una de ellas. Por tal motivo, y considerando lo expuesto anteriormente, los costos marginales se deben expandir por los factores de pérdidas aguas abajo, incluyendo el nivel que se esté analizando.

En función del modelo adoptado, las pérdidas no técnicas no afectan los costos de ninguno de los usuarios de los niveles de tensión, ya que se considera como un consumo independiente que no es facturado por la prestadora del servicio.

Si se plantea una fórmula general para la definición del costo marginal de energía en un determinado nivel de tensión resulta:

$$CME_i^H = CME_{i-1}^H * feeE_i$$

Donde

- CME_i^H es el Costo Marginal de Energía en el bloque horario H al nivel de tensión i (T, ST, MT, BT), en \$Mx/kW;
- $feeE_i$ es el factor de elevación de energía para el nivel de tensión i (T, ST, MT, BT)
- H : indica el bloque horario (punta, base o intermedio)

El tratamiento del costo marginal por capacidad es algo distinto, ya que cada nivel de tensión tiene su propio costo de desarrollo, con lo cual para determinar el costo marginal de un determinado nivel es necesario agregar todos los costos marginales aguas arriba incluyendo las pérdidas.

$$CMC_i = (CMD_i + CMC_{i-1}) * feeC_i$$

Donde:

- CMC_i es el Costo Marginal de Capacidad acumulado al nivel de tensión i (T, ST, MT, BT), en \$Mx/kW;

- CMD_i es el Costo Marginal de Desarrollo de la Red del nivel de tensión i , referido a la energía operada (o ingresada) en dicha red, en \$Mx/kW.
- CMC_{i-1} es el Costo Marginal de Capacidad acumulado correspondiente al nivel de tensión inmediatamente aguas arriba al que se está calculando, en \$Mx/kW.
- $feeC_i$ es el factor de elevación de potencia por pérdidas para el nivel de tensión i (T, ST, MT, BT), adimensional.

Los factores de elevación de pérdidas fee tanto para la capacidad como para la energía representan las pérdidas en cada nivel. De acuerdo al modelo propuesto, para la definición de la tarifa teórica, los factores fee están asociados a las pérdidas técnicas, mientras que las pérdidas no técnicas se consideran como un consumo no registrado cuya energía es entregada en el nivel de tensión considerado.

Esto quiere decir, que para el cálculo del costo de desarrollo de la red, se incluye la demanda asociada a las pérdidas no técnicas, y por lo tanto no será considerado en los factores de expansión de pérdidas.-

2.2. Tratamiento de las pérdidas técnicas

Las pérdidas técnicas que serán consideradas en el cálculo de las tarifas teóricas son las que corresponden a las instalaciones adaptadas a la demanda, con las cuales se determina el VRN de cada etapa de la red.

Si bien en la metodología de cálculo de tarifas teóricas se deben considerar las pérdidas optimizadas para la expansión de los costos marginales de largo plazo, es necesario comparar dicho valor con alguna referencia que puede ser interna de la empresa o externa de otras empresas de similares características.

En el caso de las pérdidas técnicas, y dado que las mismas pueden ser calculadas mediante flujos de carga, la principal comparación se debe hacer con los estudios de pérdidas anteriores que se hayan desarrollado, o las que se consideren en los balances de energía y potencia anuales, elaborados por la entidad prestadora del servicio de electricidad.

Asimismo, en el caso de CFE, en el modelo de cálculo de ingresos a costo marginal utilizado para el estudio tarifario de 2005, se considera un nivel de pérdidas que también será comparado con el nivel de pérdidas técnicas óptimo obtenido del modelado.

2.3. Tratamiento de las pérdidas no técnicas

El tratamiento de las pérdidas no técnicas en la distribución de energía eléctrica resulta de gran complejidad, dado que las causas origen de las mismas son múltiples y de diferente naturaleza (económica, cultural, social) y además que las acciones orientadas a combatir ciertas causas tienen a veces efectos impensados en otros aspectos del problema.

En general, en el marco de las revisiones tarifarias, la fijación de un nivel reconocido de pérdidas no técnicas representa una decisión del organismo regulador en el sentido de dar una señal de eficiencia, pero dicho valor no se puede considerar en forma aislada sino que se deben considerar todos los aspectos de contexto antes mencionados.

A su vez, las pérdidas no técnicas se pueden representar como un '*consumo no registrado*', generalmente asociado a la baja tensión, pero que no es medido o facturado por la entidad prestadora del servicio (se puede decir que es un consumo que no está registrado en ningún proceso de la entidad). Al tratarse de un problema de origen y causas múltiples, resulta compleja su determinación o cálculo en base a variables convencionales o parámetros predeterminados, con lo cual su valor surge de manera indirecta como la diferencia entre las pérdidas totales y las pérdidas técnicas.

Considerar a las pérdidas no técnicas como un consumo en BT implica dos efectos en el cálculo de la tarifa teórica: el primero es que su valor no incide en la asignación de los costos marginales a cada nivel de tensión, y el segundo es que a los usuarios de BT no se les asigna la responsabilidad por los consumos no registrados asociados a las pérdidas no técnicas, sino que éstas serán consideradas como parte de los gastos comunes asignables al conjunto de los clientes de la empresa, de naturaleza similar a la de los gastos de superestructura corporativa.

No obstante, se debe definir un nivel aceptable de pérdidas no técnicas para ser considerado en las etapas siguientes de definición de la tarifa objetivo y un sendero de eficiencia que marque la evolución futura de la pauta tarifaria. Este nivel de pérdidas no técnicas aceptable, se puede definir realizando análisis particulares de los procesos involucrados en el tratamiento de las pérdidas no técnicas, o bien mediante comparación con referencias internas y externas a la entidad prestadora del servicio de electricidad.

En este sentido, en el presente documento se muestran los valores de pérdidas no técnicas resultantes del balance de energía y potencia real, de la comparación interna entre las 13 divisiones de CFE y una comparación con límites aprobados en otras regulaciones de Latinoamérica en el marco de la fijación tarifaria.

2.4. El Balance de E&P – Pérdidas de energía y potencia

Una parte importante del estudio tarifario es la definición del balance de energía y potencia, ya que en el mismo se conjugan los consumos abastecidos por categoría tarifaria y nivel de tensión, las pérdidas técnicas y no técnicas, los factores de caracterización de la carga y los valores de entrada al sistema y de cada nivel de tensión en energía y potencia para el año base utilizado como referencia.

El balance de energía para el sistema eléctrico en conjunto es desagregado en balances parciales de la cascada de redes calificadas por su nivel de tensión. Con relación a la red que corresponde a cada nivel de tensión, en el balance parcial de energía se definen las siguientes relaciones:

Energía Operada en la Red de nivel de tensión N (o ingresada o recibida) = Energía Entregada en el nivel de tensión N + Pérdidas Técnicas en la Red de ese nivel.

Energía Entregada en el nivel de tensión N = Energía Vendida en el nivel N + Pérdidas No Técnicas en ese nivel.+ Energía ingresada a la Red del siguiente nivel de tensión ($N+1$)

El Nivel de Pérdidas Técnicas en la Red de nivel de tensión N es la expresión en % de la relación de las Pérdidas Técnicas entre la Energía Operada (o ingresada) en ese nivel. Por convención, es también usual expresar el Nivel de Pérdidas No Técnicas como % en relación a la Energía Operada; aunque por rigor conceptual es más correcto referirlas a la Energía Entregada. En cualquier caso, es muy importante dejar siempre aclarado explícitamente con relación a qué magnitud se refieren las expresiones en % de los niveles de pérdidas.

El primer paso en el análisis de las pérdidas es consolidar un balance de energía y potencia para el año base, donde se evidencian los siguientes conceptos:

- Energía ingresada al sistema (Transmisión) y Potencia máxima
- Ventas de energía por categoría y nivel de tensión
- Pérdidas técnicas de energía y potencia por nivel de tensión
- Factores de caracterización de la carga de las categorías (factor de carga y coincidencia)
- Consumo asociado a las pérdidas no técnicas (determinadas por diferencia entre entradas y salidas)

El balance de la empresa real para el año base es el punto de partida y de comparación de cualquier valor eficiente que se defina para la tarifa teórica y posterior definición del sendero de eficiencia.

Cabe aclarar que el consumo asociado a las pérdidas no técnicas, además de considerar la energía no registrada o no facturada, incluirá los errores en la determinación de las pérdidas técnicas de todos los niveles de tensión del sistema.

Para la elaboración del balance optimizado, se considerará que se mantienen constantes los consumos, incluyendo el asociado a las pérdidas no técnicas, pero se considerarán las pérdidas técnicas de las instalaciones resultantes del proceso de optimización.

3. VALORES DE REFERENCIA DE PÉRDIDAS TÉCNICAS

La definición del nivel de pérdidas técnicas, a los efectos de que sean consideradas en el cálculo de los costos marginales, es posible realizarla en base a: mediciones (registros simultáneos de entrada y salida de energía), modelos de flujo de carga de la red real (para un determinado estado de carga), mediante la utilización de modelos simplificados de redes adaptadas u otra indicación que se encuentre en el reglamento o ley que fije las pautas para la definición de las tarifas.

Con el objeto de proponer un nivel adecuado de pérdidas técnicas a ser reconocido en el cálculo de los costos marginales, y posterior definición de la tarifa teórica, se presentan a continuación los resultados de las siguientes opciones presentadas anteriormente:

- Pérdidas técnicas resultantes del balance de energía de CFE
- Pérdidas técnicas de la red adaptada
- Pérdidas reconocidas en el modelo de ingresos de CFE

3.1. Pérdidas técnicas resultantes del balance de energía de CFE

En el balance de energía informado por CFE para el año 2007 se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5 Balance de energía CFE - 2007

Etapa de la red	Energía	Potencia Coincidente
Energía ingresada a CFE	240,446,759 MWh	34,539 MW
Entrada a Transmisión	217,290,000 MWh	31,213 MW
Pérdidas Técnicas en Transmisión	1.59% %	1.86% %
Pérdidas Técnicas en Transmisión	3,454,911 MWh	580 MW
Tarifa HT	14,889,177 MWh	1,566 MW
LyFC	44,720,000 MWh	7,323 MW
Entrada a ST	154,225,912 MWh	21,745 MW
Pérdidas Técnicas en ST	0.67% %	0.77% %
Pérdidas Técnicas en ST	1,033,314 MWh	168 MW
Consumos en ST	20,675,209 MWh	2,210 MW
Tarifa HS	20,675,209 MWh	2,210 MW
Entrada MT	132,517,389 MWh	19,366 MW
Pérdidas Técnicas en MT %	2.45% %	2.89% %
Pérdidas Técnicas en MT	3,246,676 MWh	560 MW
Consumos en MT	61,224,710 MWh	7,055 MW
Tarifa HM	42,495,401 MWh	4,709 MW
Tarifa OM	10,841,886 MWh	1,200 MW
Tarifa 9M	1,258,932 MWh	165 MW
Tarifa 5 MT	879,556 MWh	201 MW
Tarifa 6 MT	280,029 MWh	64 MW
Tarifa 9 MT	5,468,905 MWh	716 MW
Entrada BT	68,046,004 MWh	11,751 MW
Pérdidas Técnicas en BT %	9.79% %	12.84% %
Pérdidas Técnicas en BT	6,661,704 MWh	1,508 MW
Consumos en BT	61,384,300 MWh	10,243 MW
Pérdidas no Técnicas en BT	7,716,755 MWh	1,264 MW
Tarifa 1	36,761,761 MWh	6,274 MW
Tarifa DAC	2,671,415 MWh	465 MW
Tarifa 2	9,126,674 MWh	1,212 MW
Tarifa 3	392,988 MWh	52 MW
Tarifa 5 BT	2,719,284 MWh	621 MW
Tarifa 6 BT	961,234 MWh	219 MW
Tarifa 7	14,392 MWh	2 MW
Tarifa 9 BT	1,019,797 MWh	134 MW

Fuente: Preparado por MEC con base en información de CFE

De la información anterior, se pueden definir los niveles de pérdidas técnicas de energía para cada etapa de la red de distribución, a partir de los cuales se puede determinar las pérdidas de potencia aplicando la fórmula de Buller-Woodrow:

Tabla 6 Pérdidas técnicas del balance de CFE

Etapa de la red	Pérdidas técnicas de energía	Pérdidas técnicas de potencia
Transmisión	1.59%	1.86%
Subtransmisión	0.67%	0.77%
Media tensión	2.45%	2.89%

Baja tensión	9.79%	12.84%
--------------	-------	--------

Fuente: Preparado por MEC con base en información de CFE

La fórmula de Buller-Woodrow es una fórmula empírica que relaciona el factor de carga de la etapa de la red con el factor de carga de las pérdidas de esa etapa, de la siguiente manera:

$$FCp = 0.3 * FC + 0.7 * FC^2$$

Donde:

FC: Factor de carga de la etapa de la red [adimensional]

FCp: Factor de carga de las pérdidas [adimensional]

Luego, la potencia de pérdidas será igual a:

$$Pp = Pe / 8760 / FCp$$

Donde:

Pp: Pérdidas de potencia [kW]

Pe: Pérdidas de energía [kWh]

FCp: Factor de carga de las pérdidas [adimensional]

La fórmula presentada se ha aplicado en revisiones tarifarias de diferentes empresas distribuidoras de electricidad de países de la región, particularmente en la elaboración desarrollo de los balances de energía y potencia y cálculo de pérdidas de potencia a partir de las pérdidas de energía.

3.2. Pérdidas técnicas de la red adaptada (MT y BT)

Como resultado de la aplicación de la metodología y criterios adoptados descritos en el capítulo anterior, se obtiene como uno de los resultados las pérdidas técnicas asociadas a las instalaciones de cada SER las cuales dependen de la demanda y la composición por clase de equipamiento que componen las distintas etapas de la red.

Estas pérdidas técnicas se calculan mediante la aplicación de modelos idealizados que suponen, por ejemplo, redes equilibradas con fases balanceadas y carga uniformemente distribuída, lo que hace que las pérdidas calculadas sean sistemáticamente menores que en condiciones reales. Por tal motivo, es necesario posteriormente ajustar las pérdidas mediante la aplicación de factores empíricos que consideran los efectos mencionados para cada componente del sistema de distribución.

Los valores totales ajustados resultantes para CFE, son los siguientes:

Tabla 7 Pérdidas técnicas de la red adaptada de CFE

Etapa de la red	Pérdidas técnicas de energía	Pérdidas técnicas de potencia
Media tensión	1.76%	2.08%
Baja tensión	3.50%	4.59%

Fuente: Resultado del modelo de MEC de red adaptada

Los valores resultantes por División se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8 Pérdidas técnicas de la red adaptada por División/Región tarifaria de CFE

División	Región tarifaria	Pérdidas técnicas de potencia en MT	Pérdidas técnicas de potencia en BT
Baja California	Baja California Norte / Baja California Sur	1.61%	3.36%
Noroeste	Noroeste	2.35%	4.24%
Norte	Norte	2.99%	5.32%
Golfo Norte	Noreste	2.02%	4.04%
Centro Occidente	Sur	1.60%	5.00%
Centro Sur	Sur	2.01%	4.90%
Oriente	Sur	1.60%	4.94%
Sureste	Sur	2.11%	4.85%
Bajío	Sur	2.01%	4.36%
Golfo Centro	Noreste / Sur	2.27%	5.09%
Centro Oriente	Sur	2.81%	5.45%
Peninsular	Peninsular	2.02%	5.01%
Jalisco	Sur	1.40%	4.68%

Fuente: Resultado del modelo de MEC de red adaptada

3.3. Pérdidas reconocidas en el modelo de ingresos de CFE

En el modelo de ingresos de CFE utilizado en el estudio de tarifas de 2005, se presentan las pérdidas de energía utilizadas para la expansión de los costos marginales de largo plazo de generación, que trasladan dicho costo a las distintas etapas de la red aguas abajo.

Los valores de pérdidas de potencia utilizados para la expansión de los costos marginales de capacidad a largo plazo no se presentan en dicho modelo, por lo cual se han estimado a partir de las pérdidas de energía.

Tabla 9 Pérdidas técnicas reconocidas de CFE

Etapas de la red	Pérdidas técnicas de energía	Pérdidas técnicas de potencia
Transmisión	1.77%	2.07%
Subtransmisión	1.90%	2.19%
Media tensión	4.02%	4.75%
Baja tensión	7.00% ³	9.19%

³ Referencia del consultor

El valor de 7% de pérdidas técnicas de energía en BT representa una referencia del consultor, y es un valor medio típico para redes de BT mixtas (aéreas y subterráneas). El valor de pérdidas de BT utilizado en el modelo es del 12.18%, interpretándose que el mismo incluye pérdidas técnicas y no técnicas.

Si desagregamos los valores por región tarifaria se obtienen los siguientes valores para los niveles de ST, MT y BT. Las pérdidas de energía de Transmisión son las mismas para todas las regiones tarifarias e igual a 1.8% de la energía operada en transmisión.

Tabla 10 Pérdidas técnicas del modelo de ingresos, por región y por nivel de tensión

Región tarifaria	Pérdidas técnicas de energía en ST	Pérdidas técnicas de energía en MT	Pérdidas técnicas de energía en BT
Baja California	0.99%	2.49%	5.78%
Noroeste	2.91%	5.37%	6.39%
Norte	2.53%	3.43%	7.00%
Noreste	0.91%	3.65%	7.00%
Occidental	1.41%	4.89%	7.00%
Oriental	2.24%	5.33%	7.00%
Peninsular	2.24%	2.92%	7.00%

Los porcentajes de pérdidas están referidos a la energía ingresada a cada nivel de tensión.

4. VALORES DE REFERENCIA DE PÉRDIDAS NO TÉCNICAS

Las pérdidas no técnicas representan un consumo de energía que no es facturado por la entidad prestadora del servicio de electricidad, ya sea porque corresponde a consumos de usuarios ilegales o por fallas en el proceso comercial de medición, lectura, facturación y cobranza.

La cantidad de energía asociada a pérdidas no técnicas, por otro lado, es una variable que no sólo depende de aspectos físicos de las redes, como el estado de medidores, acometidas, etc., sino también de temas asociados a la gestión y como componente muy importante, la situación socio-económica del área abastecida y la regulación aplicable.

Es por este motivo, que al momento de definir un nivel de pérdidas no técnicas para el cálculo tarifario, se debe recurrir a varias fuentes de información para fijar un valor a ser reconocido en la tarifa. Para el caso de CFE se analizaron los siguientes:

- Los valores de niveles de pérdidas correspondientes al promedio y primer cuartil del conjunto de las 13 Divisiones de CFE
- Las pérdidas no técnicas consideradas en el modelo de ingresos de CFE utilizado en el estudio tarifario de 2005
- Referencias internacionales del valor reconocido en revisiones tarifarias de empresas distribuidoras de la energía eléctrica

A partir del análisis de dicha información, se propone un valor de pérdidas no técnicas de energía que será considerado en el cálculo tarifario.

4.1. Pérdidas no técnicas por división y nacional de CFE

Una de las fuentes de información para determinar el nivel real de pérdidas no técnicas es el balance de energía. Si consideramos que la cantidad de energía ingresada al sistema y las ventas en cada etapa de la red son un dato, y adicionalmente se puede determinar por cálculo o mediciones un nivel de pérdidas técnicas para cada etapa, el saldo del balance de esas energías es asignado a las pérdidas no técnicas.

Por lo tanto las pérdidas no técnicas incluyen tanto energía no registrada por distintas causas, como diferencias entre sincronismo en las mediciones y errores en el cálculo de las pérdidas técnicas, las cuales en general son asignadas al nivel de BT en el marco de las revisiones tarifarias.

Como resultado del balance de energía de CFE para el año 2007, se obtienen los siguientes valores de pérdidas no técnicas por división, referidas a la energía total ingresada:

Tabla 11 Balance de Energía total por División de CFE

División		Energía recibida Distribución	Energía entregada Distribución	Pérdidas técnicas AT	Pérdidas técnicas MT	Pérdidas técnicas BT	Total Pérdidas Técnicas Distribución	Total Pérdidas No Técnicas Distribución
DIVISION CENTRO SUR	MWh	10,585,721	8,896,207	192,697	303,327	283,745	779,769	909,745
DIVISION JALISCO	MWh	27,679,609	24,193,561	174,044	477,385	904,548	1,556,977	1,930,071
DIVISION NORTE	MWh	19,780,787	17,499,944	358,692	594,529	318,413	1,271,634	1,009,210
DIVISION GOLFO NORTE	MWh	34,431,725	31,356,388	187,492	632,914	566,675	1,387,081	1,688,256
DIVISION SURESTE	MWh	10,512,359	8,557,768	222,946	511,570	424,126	1,158,642	795,949
DIVISION NOROESTE	MWh	16,744,735	15,009,974	147,362	273,174	174,633	595,168	1,139,593
DIVISION PENINSULAR	MWh	9,818,866	8,754,484	138,025	233,858	163,396	535,279	529,104
DIVISION ORIENTE	MWh	15,883,107	14,020,709	186,591	478,367	531,461	1,196,419	665,979
DIVISION CENTRO ORIENTE	MWh	11,333,032	10,519,220	73,908	226,481	131,532	431,921	381,891
DIVISION BAJIO	MWh	23,556,146	21,201,817	244,386	747,568	632,289	1,624,244	730,086
DIVISION BAJA CALIFORNIA	MWh	12,993,399	11,952,832	52,583	341,584	118,655	512,822	527,745
DIVISION CENTRO OCCIDENTE	MWh	11,614,111	11,069,285	75,922	214,274	114,631	404,827	139,999
DIVISION GOLFO CENTRO	MWh	10,859,312	10,174,386	47,802	332,718	165,493	546,013	138,913
		215,792,909	193,206,575	2,102,449	5,367,749	4,529,596	11,999,795 5.56%	10,586,540 5.48%

Fuente: información del balance de energía de CFE

El valor de las pérdidas totales del balance asociado a distribución es de 11.02% respecto de la energía ingresada a Distribución.

Como se mencionó anteriormente, y a los efectos del estudio tarifario, las pérdidas no técnicas se asocian al nivel de BT, y se las considera como un consumo no registrado o no facturado. Bajo esta hipótesis, se muestra el balance de energía al nivel de BT.

Tabla 12 Balance de Energía en BT por División de CFE

División		Energía recibida en BT	Pérdidas técnicas en BT	% Pérdidas técnicas en BT	Pérdidas no técnicas en BT	% Pérdidas no técnicas en BT
DIVISION CENTRO SUR	MWh	4,110,071	407,087	9.90%	909,745	22.13%
DIVISION JALISCO	MWh	9,623,292	1,231,117	12.79%	1,930,071	20.06%
DIVISION NORTE	MWh	5,382,540	654,972	12.17%	1,009,210	18.75%
DIVISION GOLFO NORTE	MWh	9,475,330	850,402	8.97%	1,688,256	17.82%
DIVISION NOROESTE	MWh	7,383,342	278,641	3.77%	1,139,593	15.43%
DIVISION SURESTE	MWh	5,346,603	594,791	11.12%	795,949	14.89%
DIVISION PENINSULAR	MWh	3,654,610	242,007	6.62%	529,104	14.48%
DIVISION CENTRO ORIENTE	MWh	2,957,752	233,259	7.89%	381,891	12.91%
DIVISION ORIENTE	MWh	5,305,566	685,350	12.92%	665,979	12.55%
DIVISION BAJIO	MWh	6,317,647	971,811	15.38%	730,086	11.56%
DIVISION BAJA CALIFORNIA	MWh	5,836,856	216,113	3.70%	527,745	9.04%
DIVISION CENTRO OCCIDENTE	MWh	2,901,165	233,383	8.04%	139,999	4.83%
DIVISION GOLFO CENTRO	MWh	3,154,001	394,913	12.52%	138,913	4.40%
TOTAL CFE	MWh	71,448,776	6,993,847	9.79%	10,586,540	14.82%

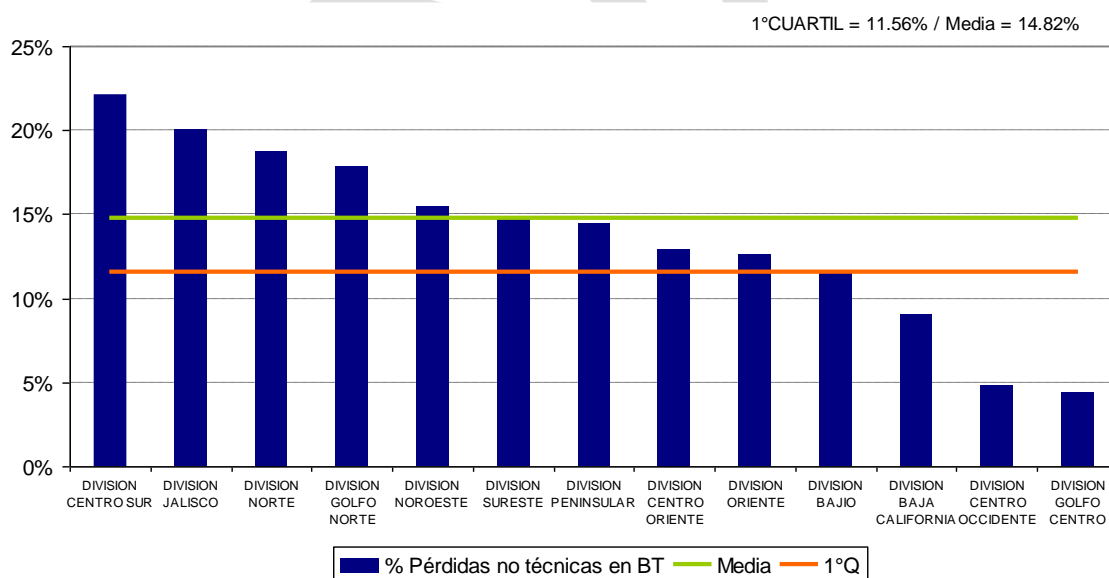
Fuente: información del balance de energía de CFE

Tabla 13 Pérdidas no técnicas reales por División/Región tarifaria de CFE

División	Región tarifaria	Pérdidas no técnicas de energía
Centro Sur	Sur	22.13%
Jalisco	Sur	20.06%

Norte	Norte	18.75%
Golfo Norte	Noreste	17.82%
Noroeste	Noroeste	15.43%
Sureste	Sur	14.89%
Peninsular	Peninsular	14.48%
Centro Oriente	Sur	12.91%
Oriente	Sur	12.55%
Bajío	Sur	11.56%
Baja California	Baja California Norte / Baja California Sur	9.04%
Centro Occidente	Sur	4.83%
Golfo Centro	Noreste / Sur	4.40%

Gráfica 3 Pérdidas no técnicas referidas al ingreso de BT por división



Fuente: información del balance de energía de CFE

En función de lo expuesto, en la siguiente tabla se muestra el valor medio resultante referido a la energía ingresada en BT:

Tabla 14 Pérdidas no técnicas medias del balance de energía de CFE

Etapa de la red	Pérdidas no técnicas de energía
-----------------	---------------------------------

Baja tensión	14.82%
--------------	--------

Fuente: información del balance de energía de CFE

Adicionalmente es posible definir un nivel de pérdidas que considere las eficiencias internas esperables por comparación de las 13 divisiones de CFE. Este valor es algo más exigente que el valor medio y está representado por el 1° cuartil⁴ o Q1.

Tabla 15 Pérdidas no técnicas Q1 de 13 divisiones de CFE

Etapas de la red	Pérdidas no técnicas de energía
Baja tensión	11.56%

Fuente: información del balance de energía de CFE

El porcentaje presentado está referido a la energía ingresada en BT.

4.2. Pérdidas no técnicas definidas en el modelo de ingresos de CFE

En el modelo de ingresos a costo marginal de CFE se define un nivel de pérdidas para las distintas etapas de la red correspondientes a Transmisión, Subtransmisión, MT y BT. El porcentaje de pérdidas de BT incorpora tanto las pérdidas técnicas como no técnicas. Si se calcula el valor total de pérdidas reconocido para el nivel de BT promedio para CFE el cual resulta de 12.18% respecto al ingreso de CFE, y se considera un referencia estándar de 7% para las pérdidas técnicas de BT, el porcentaje resultante representa las pérdidas no técnicas reconocido en el modelo de ingresos, cuyo valor es de 5.18%. Para hacer este ejercicio se consideró un valor de 7% como una referencia de pérdidas técnicas estándar en BT a pesar que este valor difiere del 9.79% calculado en el balance real.

Es posible concluir entonces que el modelo de ingresos a costo marginal de CFE incorpora el siguiente valor de pérdidas no técnicas referido al ingreso en BT:

Tabla 16 Pérdidas no técnicas medias del modelo de ingresos para CFE

Etapas de la red	Pérdidas no técnicas de energía
Baja tensión	5.18%

Fuente: modelo de ingresos a costo marginal de CFE

Si se realiza el mismo análisis por región tarifaria los valores obtenidos son los siguientes:

Tabla 17 Pérdidas no técnicas del modelo de ingresos por región

Región tarifaria	Pérdidas no técnicas de energía
------------------	---------------------------------

⁴ Los cuartiles dividen a la distribución en cuatro partes, de tal manera que cada una de ellas contiene el mismo número de frecuencias

Baja California	no aplica
Noroeste	no aplica
Norte	9.76%
Noreste	7.19%
Occidental	4.71%
Oriental	9.96%
Peninsular	5.11%

Fuente: cálculo de MEC con base en modelo de ingresos a costo marginal de CFE

La hipótesis considerada para este análisis por regiones es que las pérdidas técnicas son como máximo 7%, y la diferencia entre éstas y las totales, si es positiva, es entonces una estimación de las pérdidas no técnicas implícitamente reconocidas en el modelo de ingresos. Cabe aclarar que el porcentaje presentado está referido a la energía operada o inyectada en BT.

4.3. Nivel de pérdidas no técnicas reconocido en otras regulaciones

Una información que puede ser considerada en la definición del nivel de pérdidas no técnicas a reconocer en la tarifa objetivo o en el sendero de eficiencia, pueden ser valores o criterios aprobados en otras regulaciones de Latinoamérica.

Si bien como se mencionó anteriormente, las pérdidas no técnicas dependen de factores particulares de cada región y de variables asociadas a la gestión de cada prestadora del servicio de electricidad, es posible definir criterios generales y valores de referencia a considerar en el análisis.

A continuación se presenta un resumen de la información recopilada:

Tabla 18 Tratamiento de las pérdidas no técnicas en otras regulaciones de Latinoamérica

Empresa / País	Valor de referencia	Metodología
Brasil	El valor de pérdidas no técnicas inicial del periodo se define en función del valor histórico de la empresa, el cual varía desde 35% al 3% de la energía total operada	La ANEEL ⁵ define para cada empresa concesionaria un índice referencial de pérdidas no técnicas a partir del menor valor resultante entre los obtenidos de un modelo comparativo por benchmarking y del histórico de pérdidas de cada empresa. El benchmarking entre empresas se toma en consideración las características de cada área de concesión, mediante un análisis de regresión que permite evaluar la correlación entre distintas variables físicas y socio-económicas ⁶ de 64 empresas y el nivel de pérdidas no técnicas. La meta de eficiencia se fija de acuerdo a las pérdidas no técnicas de las empresas inmediatamente superiores

⁵ Agencia Nacional de Energía Eléctrica – Brasil.

⁶ Se consideran variables como muertes por agresión, domicilios con cobertura de abastecimiento de agua, domicilios en condiciones precarias, porcentaje de personas con bajos ingresos,

		en el ranking, tomando ciertas consideraciones acerca de su clasificación.
Chile	Se define un valor máximo de PNT de 2% de las ventas de BT, lo que equivale a 1.83% de la energía recibida en BT.	La regulación define que las pérdidas por hurto reconocidas, no serán mayor que el 2% de las ventas de energía en BT. Además se considera que en el diseño de la empresa modelo (para la definición de los OPEX) se destinen los recursos necesarios para prevenir el hurto hasta el punto que el beneficio marginal de reducir las pérdidas no técnicas equivalga a su respectivo costo marginal. El valor a reconocer en las tarifas puede ser inferior al valor límite, pero nunca superior.
Panamá	La fórmula de aplicación para determinar las pérdidas totales es: $E_p = 0.1860 * E^{0.9467}$. Los valores eficientes respecto de la energía ingresada a distribución van de 8.3% a 9.2% según la empresa considerada	En Panamá el regulador define un nivel de pérdidas totales, sin discriminar entre pérdidas técnicas y no técnicas, a reconocer en las tarifas. El nivel de pérdidas se determina mediante la aplicación de una fórmula de eficiencia determinada utilizando herramientas econométricas sobre una base de datos de empresas, llamadas comparadoras, de Estados Unidos, complementadas con información de Perú y México. Se define la empresa comparadora como aquella que tiene un nivel de eficiencia superior a 0.8.
Perú	El organismo regulador fijó un valor de referencia de 2.85% respecto de la energía ingresada a BT	Las pérdidas no técnicas reconocidas en las tarifas, son aprobadas por el organismo regulador OSINERG, en base a estudios que presenta la empresa y a los propios que desarrolla el organismo. Con esa información se define el valor reconocido el cual se aplica a todas las empresas del sector eléctrico de distribución.
El Salvador	No se reconocen pérdidas no técnicas en las tarifas. El valor máximo se define para las <i>pérdidas técnicas</i> en BT en el rango de 4.5% a 5.2% de la energía ingresada a BT	Art. 10 del ACUERDO No. 328-E-2006 Metodología para el Cálculo del Cargo de uso de Red de Distribución: Las pérdidas técnicas medias de distribución en energía correspondiente a redes eficientemente dimensionadas, operadas y mantenidas, serán consideradas en el cálculo del precio de la energía de la tarifa eléctrica al consumidor final. El valor de las pérdidas adicionales a las reconocidas en el presente artículo será por cuenta de la empresa. Las pérdidas no técnicas (errores de facturación, hurto, incobrabilidad, etc.) no serán incluidas en la tarifa al consumidor

⁷ Ep: es la energía total de pérdidas; E: Energía total ingresada; El porcentaje se calcula como

		final.
Guatemala	Valor máximo de pérdidas no técnicas de 2.2% referido a la entrada de MT	Art. 90 del Reglamento de la Ley de Electricidad: "En los factores de pérdidas en baja tensión se incluirán además de las pérdidas técnicas, un porcentaje de pérdidas no técnicas correspondiente a una empresa eficiente, en base a los criterios que establecerá la Comisión (CNEE)

Fuente: preparado por MEC con base en información de organismos reguladores de cada país

De la información presentada se evidencia una variedad de criterios en la definición de un porcentaje de pérdidas no técnicas a considerar en el cálculo tarifario, existiendo casos que van desde el no reconocimiento como el caso de El Salvador⁸ hasta valores que oscilan alrededor del 3% del la energía ingresada a MT.

5. PROPUESTA DE PÉRDIDAS PARA EL CÁLCULO DE LOS COSTOS MARGINALES

En función del análisis realizado para la determinación de los niveles de pérdidas a considerar en los costos marginales se evidencia, y sobre la base de la experiencia recogida en procesos de fijaciones tarifarias en otros países de la región, podemos concluir que existe una cierta homogeneidad de criterios en lo que respecta a las pérdidas técnicas, asociadas a las instalaciones, ya sean reales u optimizadas, pero en el caso de las pérdidas no técnicas, los criterios aplicados varían según la regulación de cada país.

Respecto de la fijación de un nivel de pérdidas técnicas, la propuesta se basa en los criterios generales definidos en la metodología de cálculo de los costos marginales de largo plazo, los cuales para el caso de distribución se calculan sobre la base del valor de reposición a nuevo de las instalaciones, adaptadas a la demanda operada, y para el resto de las instalaciones en base al planeamiento de largo plazo sobre las instalaciones reales del sistema de CFE.

Por este motivo, para el caso de Transmisión y Subtransmisión se propone utilizar las pérdidas técnicas consideradas en el modelo de ingresos a costo marginal de CFE, y para el caso de distribución, las pérdidas que resultan de las redes optimizadas adaptadas a la demanda.

En base a lo expuesto, se muestran en la siguiente tabla las pérdidas técnicas propuestas por nivel de tensión y división de CFE:

Tabla 19 Propuesta de pérdidas técnicas de energía en Transmisión

Región tarifaria	Pérdidas técnicas en T
Todas	1.59%

Fuente: referencia en el POISE para el año 2007

Tabla 20 Propuesta de pérdidas técnicas de energía en Subtransmisión

⁸ El caso de El Salvador es un caso particular, ya que las pérdidas no técnicas reales son muy bajas, cercanas a cero.

Región tarifaria modelo CFE	Pérdidas técnicas en ST
Baja California	0.41%
Bajío	0.55%
Centro Occidente	0.46%
Centro Oriente	0.36%
Centro Sur	1.59%
Golfo Centro	0.45%
Golfo Norte	0.24%
Jalisco	0.44%
Noroeste	0.54%
Norte	1.44%
Oriente	1.06%
Peninsular	0.97%
Sureste	1.74%

Fuente: Pérdidas técnicas del balance de energía de CFE

Tabla 21 Propuesta de pérdidas técnicas en distribución

División	Pérdidas en MT	Pérdidas en BT
Baja California	1.61%	3.36%
Noroeste	2.35%	4.24%
Norte	2.99%	5.32%
Golfo Norte	2.02%	4.04%
Centro Occidente	1.60%	5.00%
Centro Sur	2.01%	4.90%
Oriente	1.60%	4.94%
Sureste	2.11%	4.85%
Bajío	2.01%	4.36%
Golfo Centro	2.27%	5.09%
Centro Oriente	2.81%	5.45%
Peninsular	2.02%	5.01%
Jalisco	1.40%	4.68%

Nota: Los porcentajes presentados representan pérdidas de energía respecto a la entrada de cada nivel.

Fuente: Cálculo de pérdidas asociadas a la red adaptada

Estos serán valores de pérdidas técnicas considerados en el cálculo de tarifas a costo marginal o tarifas teóricas. Dado que es en las tarifas objetivo que se reconocen todos los costos actuales⁹ de CFE, en ese caso el nivel de pérdidas intrínseco será el real de CFE.

Respecto de la fijación del nivel de pérdidas no técnicas, la propuesta debe ser considerada en el marco de las tres etapas del estudio: la definición de las tarifas teóricas, la definición de las tarifas objetivo y las pérdidas eficientes. En todos los casos, las pérdidas no técnicas representan el saldo de energía entre la total operada o ingresada al sistema, descontado los consumos registrados y las pérdidas técnicas. De esta manera, se puede deducir que las pérdidas no técnicas tienen su origen en dos conceptos principales: mediciones y cálculos, y consumos no facturados.

El primer término está asociado a errores o falta de sincronismo en mediciones del sistema (entradas y salidas de energía) o errores de cálculo en la determinación de las pérdidas técnicas. El segundo término representa energía que es consumida pero no es registrada por la prestadora del servicio y está estrechamente asociada con el hurto de energía y fallas de gestión en los procesos comercial y técnico.

Dicho esto, para la definición de la tarifa teórica, las pérdidas no técnicas serán consideradas como un consumo no facturado o registrado por la prestadora de servicio en BT, de manera que las estructuras por costos marginales de las categorías o los cargos tarifarios no resulten distorsionadas o afectadas por un incremento debido a este concepto. Es decir, que desde este enfoque, la tarifa teórica no quedará influenciada por el nivel de pérdidas no técnicas que se considere. Este volumen de energía asociado a las pérdidas no técnicas serán las que surjan del balance real de CFE por división para el año 2007.

Las tarifas objetivo, y tal como se menciona en los TdR, conservarán la estructura de los cargos de las tarifas teóricas, y se adaptarán a los niveles necesarios para cubrir los costos actuales, siendo uno de los conceptos de los costos actuales es el gasto de abastecimiento, asociado a toda la energía operada en el sistema. Así, salvo que se imponga alguna restricción, las tarifas objetivo incluirán las pérdidas totales de CFE.

Finalmente, para la última etapa del proceso, es necesario definir un escenario de eficiencia para identificar los desajustes entre las pérdidas actuales y los eficientes, y definir un sendero de eficiencia para orientar la evolución posible en la mitigación de las pérdidas no técnicas. Como se presentó en el punto donde se trataron los valores de referencia para las pérdidas no técnicas, no existe un criterio homogéneo para su definición, los cuales varían entre valores fijos de aproximadamente 2% de la energía operada en BT para empresas de países con procesos tarifarios maduros como es el caso de Chile o Perú, hasta los casos de reciente análisis desde el punto de vista regulatorio como en Brasil donde se reconocen las pérdidas no técnicas reales y se define un sendero de eficiencia por *benchmarking* de empresas comparables.

Para el caso de CFE, la propuesta es determinar un valor fijo de pérdidas no técnicas eficientes del 5.2% respecto de la energía operada en BT, determinado en función al promedio de los valores reconocidos que resultan del análisis del modelo de ingresos a costos marginal de CFE.

Tabla 22 Pérdidas no técnicas eficientes para CFE

División	Porcentaje respecto de la energía
----------	-----------------------------------

⁹ Se entiende por actuales los asociados al año base 2007 para el cual se está desarrollando el estudio

	operada en BT
Todas	5.2%

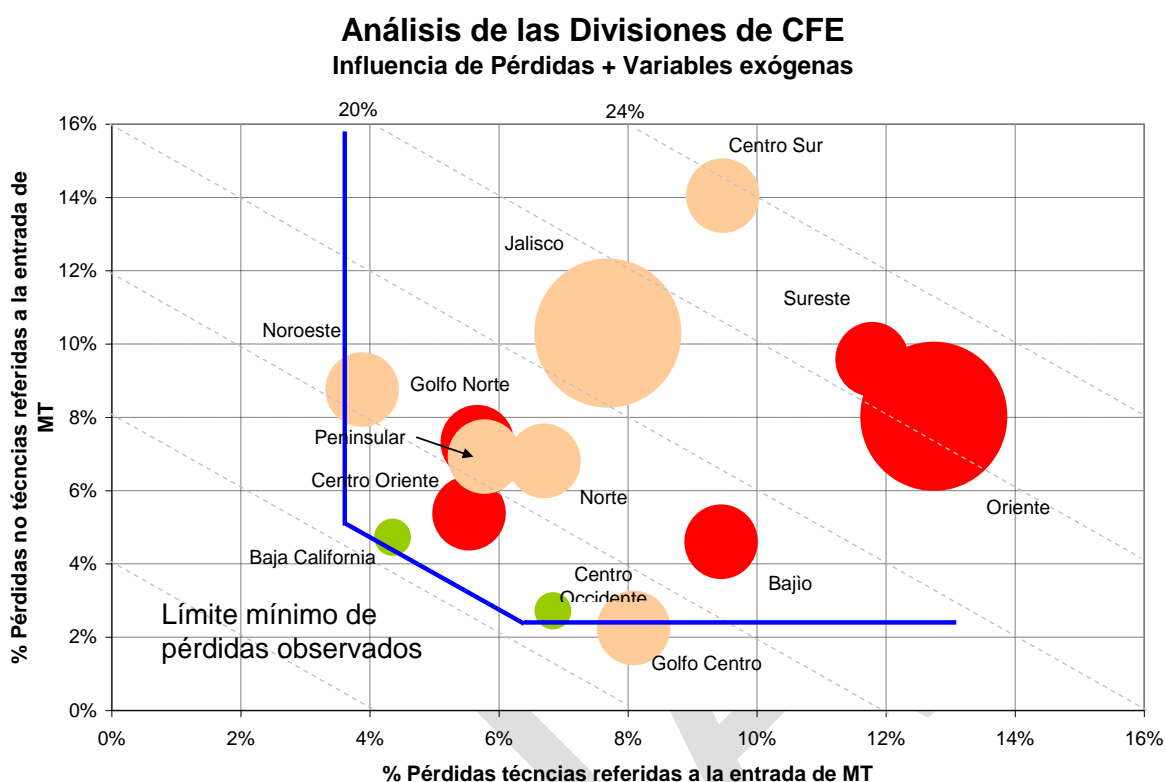
Cabe aclarar que el desajuste entre las pérdidas objetivo y las actuales vigentes será diferente para cada división o región de CFE, por lo tanto cuando se determine el sendero de eficiencia para los próximos periodos tarifarios se deben considerar las particularidades de cada una de ellas, para asegurar la consistencia entre la eficiencia propuesta y los recursos y restricciones de cada división para alcanzar dicho valor de referencia.

Finalmente, dado que el valor de las pérdidas no técnicas representa el saldo de los ingresos de energía versus los egresos registrados y las pérdidas técnicas calculadas¹⁰, resultan conveniente analizar el nivel de eficiencia en conjunto, es decir, pérdidas técnicas y no técnicas, con el objeto evitar posibles transferencias entre ambas.

Para ello se elaboró un primer análisis comparativo de las pérdidas a nivel de División de CFE considerando las pérdidas técnicas y no técnicas en BT, y adicionalmente se puso en evidencia la influencia de variables exógenas en general y en particular la influencia de factores sociales y asentamientos ilegales informado por CFE. En la siguiente figura se muestran los resultados obtenidos.

¹⁰ PNT = Energía ingresada – Energía ventas registrada – PT calculadas

Figura 4 Análisis de pérdidas y variables exógenas



Fuente: Preparado por MEC con base en información de CFE

Las referencias de la Figura 1 son:

- El tamaño de la burbuja representa la influencia de las variables exógenas de cada zona, ponderada por la energía (Tormentas, Vegetación, Topografía accidentada, Factores sociales, Contaminación)
- Los colores representan el nivel de influencia o presencia de factores sociales y/o asentamientos en las zonas, ponderado por la energía afectada respecto del total de la División. (VERDE = BAJO; NARANJA = MEDIO; ROJO = ALTO)
- Las diagonales representan las pérdidas totales referidas a la entrada de MT

Del análisis se puede concluir que es posible definir un límite mínimo de pérdidas observados para las 13 Divisiones de CFE, considerando las variables exógenas definidas para cada una de ellas informadas por CFE, donde se evidencia que ninguna División “declara” menos de 2% pérdidas no técnicas, ni menos de 3,8% de pérdidas técnicas, ni menos de 9% pérdidas totales.