

SECRETARIA DE ENERGIA

Resolución por la que la Comisión Reguladora de Energía expide la metodología para el cálculo de la eficiencia de los sistemas de cogeneración de energía eléctrica y los criterios para determinar la Cogeneración Eficiente.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Comisión Reguladora de Energía.

RESOLUCION Núm. RES/003/2011

RESOLUCION POR LA QUE LA COMISION REGULADORA DE ENERGIA EXPIDE LA METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE LA EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS DE COGENERACION DE ENERGIA ELECTRICA Y LOS CRITERIOS PARA DETERMINAR LA "COGENERACION EFICIENTE".

RESULTANDO

PRIMERO. Que el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 determina como parte de sus estrategias, en materia de energía, promover el uso eficiente y la adopción de tecnologías limpias para la generación de energía eléctrica; fomentar el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y biocombustibles, e intensificar los programas de ahorro de energía incluyendo el aprovechamiento de las capacidades de cogeneración, a través de un marco jurídico que promueva las inversiones que impulsen el potencial que tiene el país en la materia.

SEGUNDO. Que el Programa Sectorial de Energía 2007-2012 establece, dentro de sus estrategias, fomentar la generación de energía eléctrica eficiente a través de las figuras de autoabastecimiento y cogeneración; integrar propuestas de política pública que impulsen el aprovechamiento del potencial de cogeneración eficiente, y promover un conjunto de disposiciones que permitan a esta Comisión Reguladora de Energía (esta Comisión) ampliar y reforzar sus atribuciones en materia de regulación y fomento de la cogeneración eficiente.

TERCERO. Que el Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012 establece como meta que el Sistema Eléctrico Nacional deberá contar con una capacidad adicional instalada de 2876 MW en proyectos de autoabastecimiento y cogeneración, lo que implica que el impulso a las inversiones respectivas deberá seguir reforzando su papel complementario para contribuir a la satisfacción de la creciente demanda eléctrica de México.

CUARTO. Que el Programa Especial de Cambio Climático 2008-2012 plantea entre sus objetivos el fomento a la participación del sector privado en la generación de energía eléctrica con fuentes renovables de energía y con la cogeneración eficiente, como herramientas para la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero, para lo cual es necesario avanzar en la consolidación de marcos regulatorios adecuados.

QUINTO. Que la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía tiene como objetivo primordial promover la utilización, el desarrollo y la inversión en las energías renovables y la eficiencia energética a través de, entre otras acciones, la diversificación de fuentes primarias de energía incrementando la oferta de las fuentes de energía renovable, así como la difusión de medidas para la eficiencia energética.

SEXTO. Que el Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables señala como línea de acción, en materia de infraestructura, estudiar la posible aplicación de instrumentos regulatorios para el impulso de la cogeneración eficiente, tomando en cuenta las características propias de este tipo de proyectos.

CONSIDERANDO

PRIMERO. Que, en términos de lo establecido en los artículos 36, fracción II, de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE) y 103 de su Reglamento, se establece como cogeneración:

- I. La generación de energía eléctrica producida conjuntamente con vapor u otro tipo de energía térmica secundaria, o ambas;
- II. La producción directa o indirecta de energía eléctrica a partir de energía térmica no aprovechada en los procesos de que se trate, o

- III. La generación directa o indirecta de energía eléctrica utilizando combustibles producidos en los procesos de que se trate.

Lo anterior, siempre que en cualesquiera de los casos apuntados se incrementen las eficiencias energética y económica de todo el proceso.

SEGUNDO. Que la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE) otorga diversas atribuciones a la Secretaría de Energía (Sener) y a esta Comisión con el objeto de regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica.

TERCERO. Que el artículo 7, fracción I, de la LAERFTE establece que la Comisión tiene la atribución de expedir, entre otras disposiciones administrativas, las metodologías que regulen la generación de electricidad a partir de energías renovables.

CUARTO. Que el artículo 20 de la LAERFTE señala que las atribuciones de esta Comisión, establecidas en el artículo 7 del mismo ordenamiento, se aplicarán a los sistemas de cogeneración aunque no utilicen energías renovables, siempre y cuando dichos sistemas cumplan con el criterio de eficiencia que establezca esta Comisión.

QUINTO. Que el artículo 2, fracción II, del Reglamento de la LAERFTE establece que la cogeneración eficiente es la generación de energía eléctrica, conforme a lo establecido en el artículo 36, fracción II, de la LSPEE, siempre que el proceso tenga una eficiencia superior a la mínima que establezca para tal efecto esta Comisión.

SEXTO. Que la regulación para el aprovechamiento de la cogeneración eficiente a través de proyectos que pueden realizar los particulares de manera complementaria a la inversión gubernamental, debe crear condiciones que reconozcan las características específicas de cada tecnología, con el propósito de que los costos en que se incurra con dichos proyectos resulten competitivos en función de los recursos energéticos con los que cuenta el país.

SEPTIMO. Que este tipo de proyectos producen beneficios tales como el aprovechamiento eficiente de los recursos energéticos; el cuidado del medio ambiente y la salud; el desarrollo de la capacidad industrial; la creación de empleos; el cumplimiento de los compromisos internacionales en materia ambiental y de cambio climático; la diversificación del parque de generación eléctrica con el consecuente aumento en la confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional; la disminución de la variabilidad de los costos de generación de electricidad; la participación social y privada en la inversión requerida por el sector eléctrico para satisfacer la demanda nacional, y la disminución de la dependencia nacional de los hidrocarburos.

OCTAVO. Que esta Comisión analizó los esquemas regulatorios que para este propósito han adoptado los Estados Unidos de América, la Unión Europea, Gran Bretaña, España y Brasil, y determinó que, para el caso de México, resulta conveniente adoptar una variante simplificada de la metodología adoptada por la Unión Europea.

NOVENO. Que esta Comisión consideró necesario establecer una metodología que incluya los aspectos generales de los sistemas de cogeneración de energía eléctrica con la finalidad de verificar que éstos cumplan con el criterio de eficiencia establecido en porcentajes mínimos, el cual permitirá calificar a los sistemas como cogeneración eficiente.

DECIMO. Que esta Comisión, una vez que se elaboró la metodología que se aprueba en esta Resolución, realizó una comparación con el esquema adoptado por otros países o regiones del mundo (Anexo 2).

UNDECIMO. Que en cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 69-H de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, con fecha 21 de diciembre de 2010 esta Comisión, por conducto de la Oficialía Mayor de la Sener, remitió a la Comisión Federal de Mejora Regulatoria (Cofemer) la Manifestación de Impacto Regulatorio (MIR) correspondiente al anteproyecto de la presente Resolución.

DUODECIMO. Que, con fecha 23 de diciembre de 2010, esta Comisión recibió el oficio COFEME/10/3873 emitido por la Cofemer, en el que se comunicó el dictamen final sobre la MIR.

DECIMOTERCERO. Que los actos administrativos de carácter general que expidan las dependencias y organismos descentralizados de la Administración Pública Federal deberán publicarse en el Diario Oficial de la Federación para que produzcan efectos jurídicos, de conformidad con el artículo 4 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

Por lo anterior, y con fundamento en los artículos 2, fracción II, y último párrafo, 3, fracciones XIV y XXII, 4 y 11 de la Ley de la Comisión Reguladora de Energía; 7, fracción I, y 20 de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética; 3, fracción I, y 36, fracción II, de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica; 2, fracción II, del Reglamento de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética; 103 del Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, y 1, 2, 3, fracción VI, inciso a), 33, 34, fracción XXXI, 35 y 36, fracción III, del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía, esta Comisión Reguladora de Energía:

RESUELVE

PRIMERO. Se expide la Metodología para el cálculo de la eficiencia de los sistemas de cogeneración de energía eléctrica y los criterios para determinar la cogeneración eficiente, mismos que forman parte de la presente Resolución como Anexo 1.

SEGUNDO. Publíquense la presente Resolución y sus Anexos 1 y 2, en el Diario Oficial de la Federación.

TERCERO. Notifíquese la presente Resolución a la Comisión Federal de Electricidad, y hágase de su conocimiento que contra el presente acto administrativo podrá interponerse el recurso de reconsideración que prevé el artículo 11 de la Ley de la Comisión Reguladora de Energía, y que el expediente respectivo se encuentra y puede ser consultado en las oficinas de esta Comisión Reguladora de Energía, ubicadas en Horacio 1750, Col. Los Morales Polanco, Deleg. Miguel Hidalgo, 11510, México, D.F.

CUARTO. Inscríbese la presente Resolución en el registro a que hace referencia la fracción XVI del artículo 3 de la Ley de la Comisión Reguladora de Energía bajo el número RES/003/2011.

México, Distrito Federal, a 13 de enero de 2011.- El Presidente, **Francisco Javier Salazar Diez de Sollano**.- Rúbrica.- Los Comisionados, **Francisco José Barnés de Castro**, **Israel Hurtado Acosta**, **Rubén F. Flores García**, **Noé Navarrete González**.- Rúbricas.

ANEXO 1

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE LA EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS DE COGENERACION DE ENERGIA ELECTRICA Y CRITERIOS PARA DETERMINAR LA COGENERACION EFICIENTE

1. Alcance y objetivos

1.1 La Comisión Reguladora de Energía (la Comisión) ha aprobado esta **Metodología** con los objetivos siguientes:

- I. Cumplir con la política energética del país;
- II. Promover el desarrollo de la generación de energía eléctrica a partir de proyectos de **Cogeneración Eficiente**;
- III. Promover la participación social y privada en el desarrollo eficiente de proyectos de generación de energía eléctrica, y
- IV. Diseñar un régimen predecible, estable y transparente que ofrezca flexibilidad y no imponga cargas innecesarias a las empresas.

Esta **Metodología** será aplicable a los **Sistemas** de cogeneración que pretendan ser considerados como **Cogeneración Eficiente**, salvo las siguientes excepciones, que recibirán los beneficios aplicables a la Cogeneración Eficiente sin tener que cumplir con lo previsto en esta **Metodología**:

- Los Sistemas con capacidad total instalada menor o igual a 30 kW.
- Los Sistemas que utilicen para la generación de electricidad la energía térmica no aprovechada en el proceso o los combustibles generados en el proceso y no requieran para ello del uso adicional de combustible fósil. Esta exención no aplica a los procesos de la industria petrolera.

2. Definiciones

- 2.1 **Cogeneración Eficiente:** Es la generación de energía eléctrica, conforme a lo establecido en la fracción II del artículo 36 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE), siempre que el proceso tenga una eficiencia superior a la mínima que establezca para tal efecto la Comisión.
- 2.2 **Sistema:** La central de generación de energía eléctrica con proceso de cogeneración, conforme a lo establecido en la fracción II del artículo 36 de la LSPEE.
- 2.3 **Metodología:** Metodología que permite calcular la eficiencia de un **Sistema** con el objeto de determinar si éste se considera como **Cogeneración Eficiente**.
- 2.4 **Permisionario:** El titular de un permiso de cogeneración de energía eléctrica.
- 2.5 **Suministrador:** La Comisión Federal de Electricidad.
- 2.6 **SEN:** El Sistema Eléctrico Nacional.

3. Metodología para determinar la eficiencia de procesos de cogeneración de energía eléctrica

- 3.1 Para el cálculo de la eficiencia de un **Sistema**, se consideran aspectos tales como:

E La energía eléctrica neta, medida en el punto de conexión de los generadores principales, generada en un **Sistema** durante un año.

F El combustible fósil empleado en un **Sistema** a lo largo de un año, medido sobre poder calorífico inferior.

H La energía térmica neta o el calor útil generado en un **Sistema** y empleado en un proceso productivo durante un año.

(Nota: deberá restarse la energía térmica del agua de alimentación a la energía térmica del vapor o agua caliente producidos en el proceso).

- 3.2 Considerando los aspectos del punto 3.1, el cálculo de la eficiencia de un **Sistema** será de la siguiente forma:

Re Rendimiento eléctrico medio de un **Sistema**, calculado como:

$$Re = \frac{E}{F}$$

Rh Rendimiento térmico medio de un **Sistema**, calculado como:

$$Rh = \frac{H}{F}$$

RefE Rendimiento de referencia para la generación eléctrica a partir de un combustible fósil en una central eficiente con tecnología actual, medido sobre la base del poder calorífico inferior del combustible. Se considera que la central de generación se interconecta con el **SEN** en alta tensión.

RefH Rendimiento de referencia para la generación térmica a partir de un combustible fósil en una central convencional eficiente de tecnología actual, medido sobre la base del poder calorífico inferior del combustible.

fp Factor de pérdidas de energía eléctrica debidas a la transmisión y distribución desde el nivel de alta tensión hasta el nivel de tensión al que se interconecta el **Sistema**, calculado como:

$$fp = 1 - \% \text{ pérdidas de energía eléctrica}$$

RefE' Rendimiento de referencia para la generación eléctrica a partir de un combustible fósil en una central eficiente de tecnología actual, sobre la base del poder calorífico inferior del combustible, medido a la tensión a la que se conecta el **Sistema**, calculado como:

$$Ref E' = Ref E * fp$$

Fh Combustible utilizado en el **Sistema** atribuible a la producción de calor útil, calculado como:

$$Fh = \frac{H}{RefH}$$

Fe Combustible utilizado en el **Sistema** atribuible a la generación de energía eléctrica, calculado como:

$$Fe = F - Fh$$

EE Eficiencia atribuible a la generación eléctrica, calculada como:

$$EE = \frac{E}{F_e}$$

Econv Energía eléctrica generada por una central convencional eficiente, interconectada con el **SEN** a alta tensión, utilizando la misma cantidad de combustible que es atribuible en el **Sistema** a la generación de energía eléctrica, calculado como:

$$E_{conv} = F_e * Ref E$$

EP Energía primaria, obtenida del análisis por separado del comportamiento del proceso de generación de energía eléctrica y del proceso térmico del **Sistema**, calculado como:

$$EP = \frac{E}{RefE'} + \frac{H}{RefH}$$

AEP Ahorro de energía primaria, obtenida del análisis por separado del comportamiento del proceso de generación de energía eléctrica y del proceso térmico del **Sistema**, calculado como:

$$AEP = EP - F$$

APEP Ahorro Porcentual de Energía Primaria, obtenida del análisis por separado del comportamiento del proceso de generación de energía eléctrica y del proceso térmico del **Sistema**, calculado como:

$$APEP = \frac{EP - F}{EP}$$

Elc Energía eléctrica libre de combustible, esto es, la energía eléctrica generada en el Sistema por encima de la que se generaría en una central térmica convencional utilizando la misma cantidad de combustible que en un **Sistema** es atribuible a la generación de energía eléctrica.

Equivale a una energía eléctrica de carácter renovable, calculada como:

$$E_{lc} = AEP * Ref E$$

3.3 De lo anterior la eficiencia de un **Sistema** se calcula en los términos siguientes:

$$\eta = \frac{E_{lc}}{E_{conv}} = \frac{AEP}{F_e}$$

4. Criterio de Eficiencia para determinar a la Cogeneración Eficiente.

4.1 Derivado de la aplicación de la **Metodología** la Comisión considerará que el **Sistema** corresponde a una central con un proceso **Cogeneración Eficiente** si la eficiencia resulta ser:

$$\eta \geq \eta_{min}$$

Donde el valor de η_{min} está determinado por la capacidad de generación del Sistema, de acuerdo con la siguiente tabla:

Capacidad del Sistema	η_{min} %
0.03 < Capacidad MW < 0.5	5
0.5 ≤ Capacidad MW < 30	10
30 ≤ Capacidad MW < 100	15
Capacidad MW ≥ 100	20

4.2 Para los Sistemas con capacidad igual o menor a 30 MW instalados a una altura superior a 1500 metros sobre el nivel del mar, generando con motores de combustión interna o con turbinas de gas, el requerimiento de eficiencia mínima será el siguiente:

Capacidad del Sistema	η_{min} %
0.03 < Capacidad MW < 0.5	2
0.5 ≤ Capacidad MW < 30	5

5. Valores de referencia

- 5.1 Para el cálculo de la eficiencia de un **Sistema** se deberán considerar los siguientes valores de referencia:

RefE	44%
RefH (con vapor o agua caliente como medio de calentamiento)	90%
RefH (con uso directo de los gases de combustión)	82%

- 5.2 El factor de pérdidas de energía eléctrica que deberá considerarse, de acuerdo al nivel de tensión al que se interconecta el Sistema, será el siguiente:

Nivel de tensión	< 1.0 kV	1.0-34.5 kV	69-85 kV	115-230 kV	≥ 400 kV
Factor de pérdidas	0.910	0.940	0.960	0.980	1.000

En el caso de sociedades de autoabastecimiento en las que se requiera portear energía eléctrica utilizando una red diferente a la del punto de inyección, el factor de pérdidas a ser utilizado será igual a uno.

6. Actualización de los valores de referencia

- 6.1 Los valores de referencia arriba mencionados serán revisados por la Comisión cada cinco años a partir de su publicación, considerando, entre otros, los avances tecnológicos de los equipos de generación de energía eléctrica.
- 6.2 Una vez acreditado el criterio de eficiencia por un **Permisionario**, se otorgará el reconocimiento de **Cogeneración Eficiente** por un plazo de cinco años, al término del cual el Permisionario deberá refrendar ante la Comisión Reguladora de Energía la acreditación correspondiente, para lo cual se utilizarán los valores de referencia vigentes en ese momento.

7. Acreditación de Sistemas de Permisionarios como Cogeneración Eficiente

- 7.1 En su oportunidad, la Comisión aprobará y publicará los procedimientos de medición de variables para evaluación de sistemas de cogeneración de acuerdo con las definiciones de la legislación vigente, y los que deban seguir los **Permisionarios** que deseen acreditar que cuentan con un **Sistema de Cogeneración Eficiente**.

ANEXO 2**COMPARACION DE LA METODOLOGIA APROBADA CON LAS METODOLOGIAS ADOPTADAS POR OTROS SISTEMAS REGULATORIOS**

A continuación se presenta una comparación con el esquema adoptado por la Comisión con el que ha sido adoptado en otros países o regiones del mundo.

Criterio de eficiencia

Los Estados Unidos, primeros en adoptar un criterio de eficiencia, utilizan una fórmula empírica de aplicación generalizada para todos los casos con la que se busca tener una aproximación simple a la eficiencia del Sistema. Gran Bretaña y Brasil introdujeron modificaciones a dicha fórmula para tomar en cuenta una mayor diversidad de casos.

España adoptó como criterio la definición de eficiencia atribuible a la generación de energía eléctrica, mientras que la Unión Europea adoptó el criterio de ahorro porcentual de energía primaria. En ambos casos se definen valores de rendimientos de energía eléctrica y de calor útil utilizados como referencia que dependen de la tecnología de generación del Sistema y del tipo de combustible empleado.

Para el caso de México se decidió adoptar la definición de eficiencia en la producción de energía eléctrica libre de combustible, diferenciado por capacidad de generación, que permite adoptar un

conjunto único de valores de rendimientos de referencia de energía eléctrica y de calor útil para todos los casos, y aún así tener resultados similares a los obtenidos por las metodologías adoptadas por los otros países, como se puede observar en las gráficas en las que se comparan las diferentes metodologías para cinco casos específicos.

País o región	Criterio de Eficiencia adoptado	η_{min} %
Estados Unidos	$\eta = Re + 0.5 * Rh$	$\eta > 0.425$ si $Rh/(Re+Rh) > 0.15$; $\eta > 0.450$ si $Rh/(Re+Rh) < 0.15$
Gran Bretaña	$\eta = X * Re + Y * Rh$	$\eta > 1.05$ y $Re > 0.2$
Brasil	$\eta = Re + Rh / X$	$\eta > 0.25-0.50$ según tecnología y $Rh > 0.15$
España	$\eta = EE$	$\eta > 0.495-0.590$ según tecnología
Unión Europea	$\eta = APEP$	$\eta > 0.1$
México	$\eta = AEP / Fe$	$\eta > 0.05-0.20$ según capacidad

Donde los valores de X para Gran Bretaña varían de acuerdo a la capacidad de generación eléctrica de la central, y son los que se muestran a continuación:

	<1MW	1-10 MW	10-25 MW	25-50 MW	50-100 MW	100-200 MW	200-500 MW	> 500 MW
X	207.0	198.0	185.5	171.0	166.5	162.0	153.0	144.0
Y	112.5	112.5	112.5	112.5	112.5	112.5	112.5	112.5

Los valores de X y de η_{min} para el caso de Brasil varían de acuerdo a la capacidad de generación eléctrica de la central y el tipo de combustible empleado, y son los que se muestran a continuación:

	X			η_{min}		
	< 5 MW	5-20 MW	> 20 MW	< 5 MW	5-20 MW	> 20 MW
Combustibles fósiles	2.14	2.13	2.00	0.41	0.44	0.50
Otros combustibles	2.50	2.14	1.88	0.32	0.37	0.42
Calor recuperado	2.60	2.17	1.86	0.25	0.30	0.35

Finalmente, los valores de η_{min} para España son los siguientes, para algunas tecnologías típicas.

	η_{min}	
	P<1MW	P>1MW
Gas natural y gas LP en turbinas de gas	0.531	0.590
Gas natural y gas LP en motogeneradores	0.495	0.550
Hidrocarburos líquidos en motogeneradores	0.504	0.560
Calderas de vapor	0.441	0.490

Valores de referencia.

País o región	Valores de RefE y RefH (o de X, Y)	fp
Estados Unidos	No aplica	No aplica (fp=1)
Gran Bretaña	Según capacidad	No aplica (fp=1)
Brasil	Según tecnología y capacidad	No aplica (fp=1)
España	Según tecnología y tipo de combustible	No aplica (fp=1)
Unión Europea	Según tecnología y tipo de combustible	Según tensión de interconexión
México	Independientes de tecnología y combustible	Según tensión de interconexión

Algunos valores representativos para el caso de España y de la Unión Europea son los siguientes:

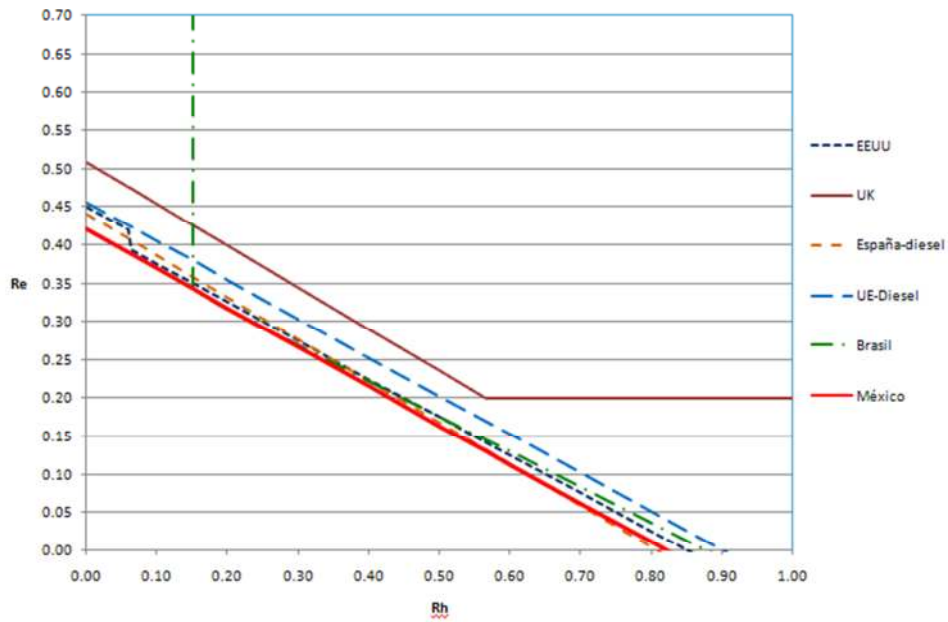
	Refh	
	Vapor Agua caliente	Uso directo de gases de escape
Gas Natural	0.90	0.82
Hidrocarburos líquidos	0.89	0.81

De igual manera, algunos valores típicos para el caso de la Unión Europea son los siguientes:

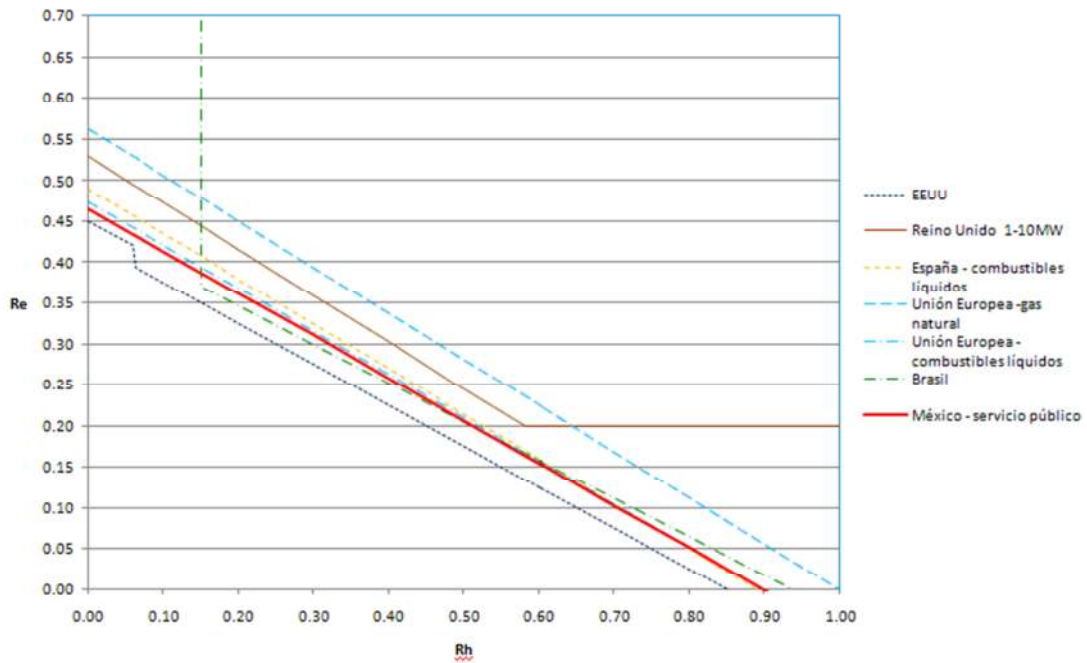
	Refh		RefE
	Vapor Agua caliente	Uso directo de gases de escape	
Gas natural	0.90	0.82	0.525
Hidrocarburos líquidos	0.89	0.81	0.442

Gráficas de valores límites de Re y Rh para algunos casos concretos.

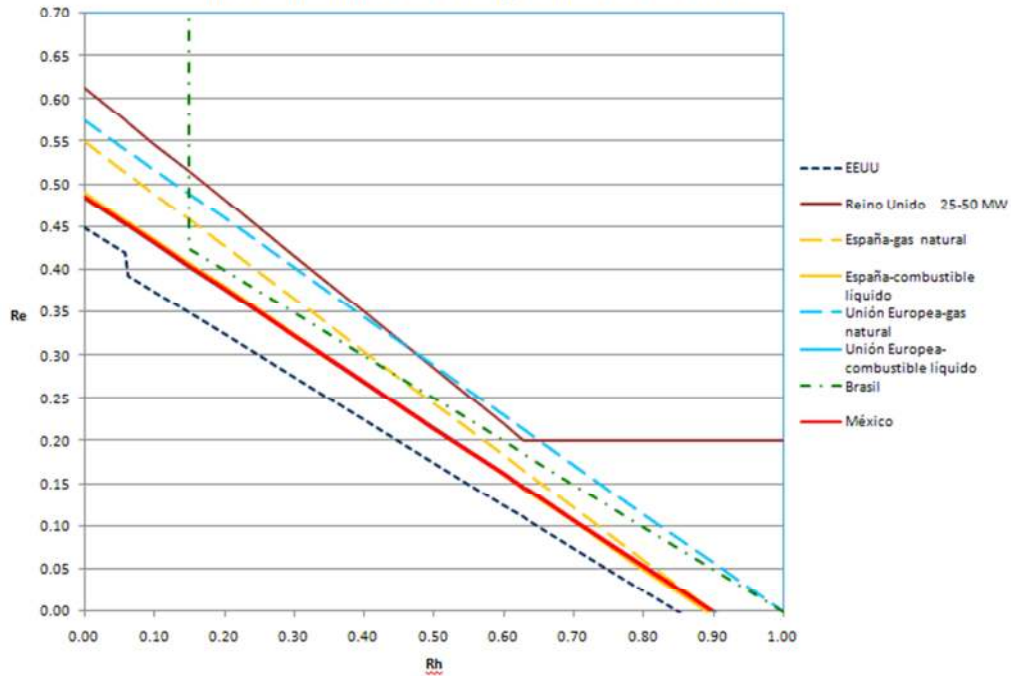
Cogeneración con motogenerador diesel, utilizando gases de escape, conectado a baja tensión; capacidad <0.5 MW



Cogeneración con caldera de vapor; interconexión a 69 kV; capacidad 0.5-20 MW



**Cogeneración con caldera de vapor;
interconexión a 69 kV; capacidad 20-100 MW**



**Cogeneración con turbina de gas;
interconexión a 230 kV; capacidad >100 MW**

