



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
VERITATE SOLA NOVIS IMPONETUR VIRILISTOGA. 1948

TRABAJO DE DIPLOMA

*Estudio Comparado de la Cogeneración y
Propuesta de Fundamentos Jurídicos para su
Regulación en Cuba.*

*Autora: Niubis Domínguez Santiago
Tutor: Dr. Pascual Felipe Correa Álvarez*

Facultad de Derecho

2010

AGRADECIMIENTOS

*A mi esposo Lans por estar siempre a mi lado,
A mi familia por apoyarme aún estando lejos,
A mis queridos amigos de la Fiscalía por llenarme de
valor,
A mi suegra Anayda por hacer lo posible y lo imposible,
A mis amigos Yuniel, Fernando, Jorge, Alejandro,
Yanetsy y Aysel por prestarme su tiempo y espacio,
A mi tutor por compartir conmigo todos sus
conocimientos,
En fin, a todos los que han colaborado para que esta
investigación llegue a feliz término.*

ABSTRACT.

Thought to investigate on a theme, favored to us the environment studying , carried to various ways to produce energy on the based on not polluting and pure sources which are not regulated by the Cuban present system of law, also as well as importance which has this way of producing energy in these moments, where there is very frequent its use in the world, tries to find sustentables ways for our country in that, as to energy producing , taking as the basis for this purpose the experience all over the world and the necessity of our country in it.

This research is based on the study of Juridical regulations of the energy an environment as a member of the Scientific Line of Central University "Marta Abreu" of Las Villas, named "Scientific University Line of Commands and Technologies for Power Supported Development; which researches results are directed to the Permanent Group of renewable energies, cogeneration and Power Efficiency, created by Executive committee of Ministerial council, heads by the president - Minister of the Based industry.

As a general I aim of the research we have: to prove existing necessity for our country to possess the legal bases necessary for promulgation of the legal regulating specification law.

We divided our research in Introduction, Development, Conclusions, Recommendations and the Bibliography.

RESUMEN.

La idea de investigar sobre el tema nos la propició el estudio del medio ambiente en lo referido a las diferentes formas de producir energía basados en fuentes no contaminadoras y limpias que no son reguladas por el Derecho cubano actual, así como la importancia que tiene la misma en estos momentos donde se está haciendo muy frecuente el uso de ella en el mundo, tratando de encontrar vías sustentables para nuestro país en lo que se refiere a la producción de energía, tomando como base para ello la experiencia a nivel internacional y la necesidad de nuestro país en ello.

Este estudio forma parte de las investigaciones a realizar por la temática Marco Regulatorio Energético y Ambiental, integrante de la Línea Científica de la Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas, nombrada Línea Científica Universitaria de Equipos y Tecnologías para el Desarrollo Energético Sostenible; cuyos resultados investigativos tributan directamente al Grupo Permanente de Atención a la Energía Renovable, la Cogeneración, el Ahorro y la Eficiencia Energética creado por el Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, cuya Presidencia ejecutiva es responsabilidad de la Ministra de la Industria Básica.

Cuando nos propusimos investigar sobre el tema nos trazamos como problema a resolver: si existían en Cuba los fundamentos jurídicos necesarios en materia de energía que conlleven a la promulgación de un marco regulador sobre la cogeneración.

Como objetivo general del mismo: Fundamentar la necesidad existente en nuestro país de poseer los fundamentos jurídicos necesarios para la promulgación de una normativa jurídica reguladora de la cogeneración.

El trabajo lo estructuramos en Introducción, Resumen, Desarrollo, Conclusiones, Recomendaciones y Bibliografía.

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN. _____ | 1 |
| CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL SOBRE LA COGENERACIÓN. _____ | 5 |
| 1.1 Definición de Cogeneración._____ | 5 |
| 1.2 Ventajas de la Cogeneración._____ | 7 |
| 1.3 Dificultades y Desventajas de la aplicación de la Cogeneración__ | 9 |
| 1.4 Clasificación de los Sistemas de Cogeneración._____ | 10 |
| 1.5 Evolución histórica de la cogeneración._____ | 14 |
| 1.6 La Cogeneración en Cuba._____ | 16 |
| CAPITULO II: ESTUDIO DE COMPARADO DE LA LEGISLACION DE COGENERACIÓN Y PROPUESTA. _____ | 19 |
| 2.1 Estudio comparado de algunos países latinoamericanos y España._____ | 20 |
| 2.1.1 Perú._____ | 20 |
| 2.1.2 Ecuador_____ | 25 |
| 2.1.3 Colombia._____ | 29 |
| 2.1.4 España._____ | 34 |
| 2.2 Elementos semejantes y diferentes._____ | 38 |
| 2.3 Aspectos a tener en cuenta para una propuesta normativa._____ | 41 |
| Conclusiones. _____ | 48 |
| Recomendaciones. _____ | 50 |
| Bibliografía. _____ | 51 |

INTRODUCCIÓN.

La energía es un concepto complejo, pues cada actividad que realizamos diariamente está relacionada con ella, desde aquellas más simples como la ingestión de alimentos que se convierte en el combustible necesario para realizar cualquier tarea física o intelectual; hasta la utilización de la electricidad para hacer trabajar una planta o para iluminar nuestros hogares, entre otras utilidades.

La energía es única, por lo tanto no hay diferentes formas de energía, lo que existe son diferentes formas de movimiento de la materia (mecánico, físico, biológico u otros), y continuamente se producen cambios entre estos. Aún con todas estas transformaciones de la materia, la energía permanece constante. De lo anterior se deduce que aunque erróneamente se habla de diferentes formas de energía, lo que existe son diferentes formas de manifestarse la misma, porque provienen de diferentes formas de movimiento.

El hombre va descubriendo nuevos métodos de aplicar la energía de manera más eficiente, aprovechando al máximo la capacidad energética de la materia.

Desde los inicios de la civilización el hombre utilizó la energía para realizar sus labores. Utilizó el calor que le proporcionó el fuego para trabajar los metales, la fuerza del viento y del agua para procesar sus alimentos. Pero el comienzo de la era moderna con la revolución industrial tuvo un impacto negativo en el medio ambiente con el envío a la atmósfera de grandes cantidades de gases contaminantes, principalmente con la introducción de los motores de combustión interna que utilizan los combustibles fósiles para realizar su trabajo.

No obstante, a la par del consumo indiscriminado de energía se ha formado a lo largo de estos últimos dos siglos una conciencia energética en muchas personas y países que abogan por la utilización racional de la energía y la utilización de fuentes limpias y seguras que garanticen un desarrollo sostenible.

La Cogeneración de energía ha sido una opción tecnológica de pequeña y mediana escala, atractiva por su mayor eficiencia energética que le ha permitido situarse a la par de las grandes centrales hidroeléctricas o termoeléctricas. La

misma es utilizada lo mismo en países subdesarrollados que en desarrollados y en grandes y pequeñas empresas que de una forma u otra desprenden calor en los procesos industriales. La mayor eficiencia energética está dada por el ahorro de combustible primario que supone la producción conjunta de dos formas de energía (electricidad y calor), que de no existir la cogeneración deben ser obtenidas por otros medios.

En Cuba es utilizada esta técnica desde hace más de un siglo en la industria azucarera, para aportar energía al mismo proceso y proveer de electricidad a los bateyes cercanos. Aunque en la actualidad hay gran potencial en otros rubros, las carencias económicas que afronta el país, los altos precios de las tecnologías necesarias para estos proyectos y el hecho de que no exista una reglamentación especial de cogeneración, constituyen dificultades para la aplicación de los sistemas de cogeneración.

Esto constituye el interés general que ha despertado la razón de nuestra investigación, teniendo en cuenta además que con el mismo damos continuidad a una línea investigativa de nuestra Facultad de Derecho y de la Universidad Central de Las Villas en la cual hemos realizado nuestros estudios de Derecho.

Para el desarrollo de la presente investigación nos hemos planteado el siguiente **problema científico**:

¿Existen en Cuba los fundamentos jurídicos necesarios en materia de energía que conlleven a la necesidad de promulgar un marco regulador sobre la cogeneración?

Para dar respuesta al problema nos hemos planteado la siguiente **hipótesis**:

Nuestro país no cuenta en estos momentos con los fundamentos jurídicos necesarios para establecer un marco jurídico regulador de la cogeneración.

Como **objetivo general** nos proponemos:

Fundamentar la necesidad existente en nuestro país de poseer los fundamentos jurídicos necesarios para la promulgación de una normativa jurídica reguladora de la cogeneración.

Constituyen nuestros **objetivos específicos**:

- Definir el concepto técnico de la cogeneración como una forma sustentable de producir energía y exponer las ventajas y desventajas que posee el mismo para el mundo y para nuestro país.
- Realizar un estudio de derecho comparado con otros países para determinar los elementos que pueden ser incluidos a la hora de crear un marco regulador de cogeneración en Cuba.
- Proponer los aspectos fundamentales que deben ser incluidos en la mencionada norma específica.

Esperamos obtener como resultado de esta investigación una mayor profundización de los elementos que deben integrar una futura norma jurídica sobre cogeneración, y que esta propuesta sea valorada objetivamente y puesta en práctica.

La novedad en esta investigación resulta precisamente en ser uno de los primeros estudios desde una perspectiva legal en materia de cogeneración en Cuba, con vistas a su regulación.

Antes que todo se partió de la observación científica la cual permitió apreciar que no existe una norma legal que regule esta forma de producción de energía.

Para el desarrollo del trabajo se emplearon diferentes métodos. Del nivel teórico se utilizaron: el analítico-sintético con el objetivo de analizar ideas del estudio realizado y sintetizar los elementos que resultaron útiles para la elaboración de las bases teóricas que sustentan la investigación; el método histórico- lógico para referir la evolución del problema en su decursar histórico hasta la determinación de los resultados, el método inductivo-deductivo para establecer generalizaciones en relación con los resultados científicos de la investigación; el método sistémico que se aplica en el proceso de propuesta de los elementos que deben contener la norma reguladora de la cogeneración, de forma tal que cada uno de los elementos que se definen para la elaboración de la misma no se analicen por separado sino holísticamente. Se aplica además el estudio del derecho

comparado, lo que permite comparar lo planteado en diferentes legislaciones acerca de la regulación jurídica de este tipo de energía.

Entre los métodos del nivel empírico se utilizó la entrevista y el análisis de documentos, que permitió determinar la existencia de causales que hacen necesario la regulación de la cogeneración.

A su vez el aporte práctico comprende una propuesta de elementos fundamentales que deben estar presente a la hora de elaborar un marco regulatorio sobre esta forma de producción de energía.

La tesis se ha estructurado en introducción, desarrollo, conclusiones, recomendaciones y bibliografía.

El desarrollo consta de dos capítulos. El primero está dirigido al marco teórico referencial de la cogeneración donde se analizó la importancia de la misma, su surgimiento, las dificultades y desventajas en la aplicación de la cogeneración de energía, la clasificación de los sistemas de cogeneración y los antecedentes y situación actual de la cogeneración en nuestro país.

El segundo capítulo está dedicado al estudio de derecho comparado de la legislación sobre la cogeneración en varios países de América Latina y España y la exposición de aspectos para tener en cuenta en una propuesta normativa sobre la cogeneración de energía en Cuba.

CAPITULO I: MARCO TEORICO REFERENCIAL SOBRE LA COGENERACIÓN.

1.1- Definición de Cogeneración. Generalidades.

La Cogeneración es un concepto de producción eficiente de energía. La definición más simple que puede darse de ella es la de “producción combinada de electricidad y calor”.¹

Conceptualizaciones más acabadas entienden a la cogeneración como el procedimiento mediante el cual se obtiene simultáneamente energía eléctrica y energía térmica útil², el proceso en el que se produce simultáneamente energía eléctrica (o mecánica) y energía calorífica útil a partir de un solo combustible³, o la producción conjunta en una misma planta de energía eléctrica y térmica aprovechable.⁴ También se ha definido como la producción directa o indirecta de energía eléctrica a partir de energía térmica no aprovechada⁵, dándole mayor importancia a la producción de energía eléctrica. Otros se refieren a ella como los equipos o sistemas utilizados en el proceso.⁶

Aunando todos los criterios expuestos entenderemos a la Cogeneración como un procedimiento en el que se obtiene de manera simultánea, energía eléctrica o mecánica y energía térmica útil, que pueden ser aprovechadas en el mismo proceso industrial o en aplicaciones comerciales, y que podrían obtenerse por otros medios si este no existiese.

La energía térmica útil mencionada es la obtenida para satisfacer una demanda de calor y/o refrigeración que podría satisfacerse en el mercado mediante otros procesos energéticos, de no recurrirse a la cogeneración.⁷

¹ *Cogeneración*. Glosario de Términos. Disponible en World Wide Web: <http://www.algelpgc.es>, p.1.

² *Cogeneración*. Wikipedia. Disponible en World Wide Web: <http://www.wikipedia.org>, p.1.

³ *Generación de energía eléctrica. ¿Qué es la cogeneración?* Disponible en World Wide Web: <http://www.riie.com.ar>, p.1.

⁴ *Glosario*. Disponible en Word Wide Web: <http://www.jmarcano.com>, p.1.

⁵ *¿Por qué es importante la cogeneración privada?* Consejo para la promoción de la cogeneración y el autoabastecimiento. 2003. Disponible en Word Wide Web: <http://www.funtener.org>, p.1.

⁶ *Metodología para el análisis de previabilidad en los Sistemas de Cogeneración*. Manual de Eficiencia Energética en Sistemas Industriales. Disponible en Word Wide Web: <http://www.jmarcano.com>, p.9.

⁷ *Biomasa: Producción eléctrica y cogeneración*. Instituto para la diversificación y ahorro de la energía. 2007. Madrid. Disponible en World Wide Web: <http://www.idae.es>, p.11.

El cogenerador es la persona natural o jurídica que produce energía mediante la cogeneración, y que puede ser el propietario.⁸

El concepto de cogeneración ha sufrido ampliaciones. En la actualidad se habla además de trigeneración y de tetrageneración.

En la trigeneración además de obtenerse energía calorífica y energía eléctrica, se obtiene frío a partir del calor residual, mediante sistemas de absorción.

El concepto de tetrageneración se basa en el aprovechamiento de la energía mecánica que se genera conjuntamente con las demás energías mencionadas, para generar aire comprimido.

La cogeneración no debe ser confundida con las energías renovables. Estas últimas son fuentes de energía perdurables, y que producen grandes beneficios ambientales por la reducción de la contaminación con respecto a las energías convencionales. Aunque la cogeneración comparte esta ventaja con las energías renovables es una manera eficiente de utilizar la energía y no una de ellas; incluso, este proceso puede llevarse a cabo utilizando como combustibles tanto las fuentes de energía renovable como las no renovables. La energía primaria más utilizada en nuestros días para hacer funcionar las centrales de cogeneración es el gas natural.

La producción simultánea de varios tipos de energía, puede aplicarse a cualquier tipo de instalación que mantenga necesidades de calor medias o altas en un período de tiempo prolongado.

El ámbito sectorial de aplicación de la cogeneración es amplio pero en la práctica es el sector industrial el que tiene mayores oportunidades. Sin embargo los hospitales, complejos hoteleros y turísticos, así como los centros comerciales también poseen gran capacidad cogeneradora que es escasamente explotada. En estos grandes edificios el calor puede emplearse para calefacción, refrigeración y preparación de agua caliente. Es difícil acoplar estos sistemas a viviendas

⁸ *Biomasa: Producción eléctrica y cogeneración.* op., cit., p.11.

particulares, pero puede ser posible cuando son grandes, como los sistemas de calefacción de distrito.

La cogeneración es generalmente una opción a pequeña y mediana escala, es decir, la utilización de la energía cogenerada se efectúa en el lugar donde se produzca, o en zonas cercanas a ellas. Esta opción es la que se ha venido utilizando en Cuba con la energía eléctrica producida mediante cogeneración en los centrales azucareros, donde parte de ella suple en gran medida las necesidades energéticas de los bateyes cercanos al central. Por las potencialidades del sector azucarero y la experiencia que se tiene de esta opción en nuestro país, es la más factible, pero debe ampliarse la utilización de sistemas de cogeneración a otros sectores en que puedan ser de aplicación, también a pequeña escala.

El proceso de cogeneración tiene un reparto más o menos fijo de energía eléctrica y térmica, pero los requerimientos de las mismas pueden variar de ahí que en muchas ocasiones se obtenga un excedente de alguna de ellas. El mayor aprovechamiento de este excedente se realiza mediante su comercialización.

En resumen, los objetivos principales que persigue la cogeneración son:

- Lograr un mayor aprovechamiento de los combustibles primarios.
- Reducir los costos de producción, a partir de la utilización de sistemas eficientes que garanticen la calidad y seguridad en los servicios eléctrico y térmico.

1.2- Ventajas de la Cogeneración.

En la industria, en la mayoría de los casos, los circuitos de calor y energía eléctrica están separados. En un sistema convencional, el combustible y la electricidad son usados por el proceso principal para generar trabajo útil, produciéndose calor que es utilizado en el proceso y perdiéndose una gran parte en forma de calor residual que generalmente es eliminado a la atmósfera. El combustible se compra para generar calor en las calderas y se contrata la energía eléctrica.

La producción combinada de electricidad y calor permite aprovechar la energía que en los procesos convencionales se desecharía. Además satisface necesidades energéticas que de otra forma tendrían que ser compradas, y demanda normalmente la misma cantidad de energía que los sistemas tradicionales lo que permite que se reduzcan los costos de producción con el aprovechamiento de los combustibles, y un ahorro sustancial de energía primaria.

Frente a una instalación termoeléctrica convencional, que como media solo es capaz de convertir en energía eléctrica el 33% de la energía contenida en un combustible, las instalaciones de cogeneración aprovechan el 84% (del 25% al 30% para el eléctrico y entre el 54% y el 59% para el térmico), parámetros que son variables en dependencia del tipo de combustible con el que se cogenera.⁹

El ahorro sustancial entre 30% y 50% de energía primaria representa una reducción similar en la emisión de componentes contaminantes a la atmósfera (particularmente CO₂), lo que se logra con la utilización de una tecnología avanzada.

La utilización de sistemas con diseños modernos, económicos y eficientes, conjuntamente con la producción combinada de energías, reduce los costos de operación a través de una mejor transformación y uso de la energía primaria, lo cual garantiza una mayor calidad y continuidad en los servicios térmicos y eléctricos, a la vez que mejoran la competitividad.

El crecimiento de los sistemas de cogeneración aporta mayor estabilidad a la red y mayor seguridad en el suministro de la energía eléctrica. También reduce las pérdidas por transmisión y distribución de la misma, pues generalmente se produce cerca de los centros de consumo.

La cogeneración posibilita una mayor diversificación energética tanto dentro como fuera de los centros de producción, lo que se traduce en otra fuente alternativa de reserva energética que beneficia a los mismos cuando existe deficiencia en el suministro de energía, para que no paren su labor.

⁹ Ver: GONZÁLEZ GONZÁLEZ, D. (2009). *Propuesta para la regulación jurídica de la cogeneración en Cuba*. Tesis en opción al grado de Especialista en asesoría jurídica, p. 12.

El avance tecnológico de los sistemas de cogeneración ha permitido la utilización en ellos de fuentes renovables de energía, restándole campo de acción a los combustibles fósiles. La amplia utilización del gas natural ha supuesto una ampliación de los sistemas de cogeneración, incluyendo además de los convencionales que son las turbinas de vapor y los motores diesel, las turbinas y motores de gas.

El desarrollo tecnológico garantiza que no se necesite de un amplio personal para la atención de las centrales de cogeneración sino un técnico que esté correctamente capacitado que se encargue de su supervisión.

La alta inversión que se necesita para la implementación de la cogeneración se compensa con la rentabilidad del sistema que se logra en un corto período de tiempo.

Por último, y no menos importante, la cogeneración apoya los esfuerzos relativos al desarrollo sostenible al utilizar sistemas tecnológicos que producen menos impactos ambientales negativos a nivel global, pues la contaminación disminuye hasta un 50 % como hemos mencionado, respecto a los sistemas convencionales de producción de energía.

1.3- Dificultades y Desventajas en la aplicación de la Cogeneración.

En la aplicación de la cogeneración se generan una serie de dificultades que comienzan con la ausencia en la mayoría de los casos de un marco regulatorio adecuado para la aplicación de los sistemas de cogeneración. Estos sistemas requieren de una gran inversión, incluso para equipos de generación a pequeña escala. Si no cuenta con respaldo legal, la venta de excedentes de energía, depende en gran medida de las fluctuaciones de los precios de la energía eléctrica y los combustibles, por lo que estos necesitan que se les fijen precios de compra mínimos que hagan rentable el proceso, y contar con un suministro de respaldo. Por la complejidad que pueden presentar en su diseño e implementación requieren de un personal altamente capacitado para el mantenimiento de las turbinas de gas, turbinas de vapor y motores alternativos en dependencia del

sistema, mantenimiento que debe ser contratado generalmente al mismo fabricante del equipo, por lo que en este sentido tiene un costo muy elevado.

1.4- Clasificación de los Sistemas de Cogeneración.

Entenderemos como sistema de cogeneración al conjunto de instalaciones que permiten generar de manera simultánea, energía eléctrica y energía térmica útil en los procesos industriales, a partir de la misma fuente de energía primaria.¹⁰

Los sistemas de cogeneración pueden clasificarse de acuerdo al orden de producción de la energía eléctrica y térmica, y en dependencia de la máquina motriz empleada para la generación de la energía eléctrica.

De acuerdo al orden de producción de las energías se clasifican en:

- ❖ Sistemas superiores (Topping Cycles).
- ❖ Sistemas inferiores (Bottoming Cycles).¹¹

Los *sistemas superiores (Topping Cycles)*, o *sistemas de cabecera* son aquellos en los que inicialmente se genera energía eléctrica, a partir de la fuente primaria de combustible, y posteriormente se genera la energía térmica o mecánica, a partir de la energía química del combustible. Se utilizan principalmente en los procesos industriales que requieren temperaturas moderadas o bajas (250 °C a 600 °C), como los procesos de la industria textil, petrolera, celulosa, del papel, cervecera, alimenticia y azucarera. Es el sistema más aplicado en la industria.

Los *sistemas inferiores o de ciclo de cola* producen en primera instancia energía térmica que es necesaria para satisfacer los requerimientos térmicos del proceso y la energía térmica residual se usará para la generación de energía eléctrica, por lo que se requiere que este posea temperatura y presión adecuadas. Los ciclos inferiores están asociados con procesos industriales en los que se presentan altas temperaturas del orden de 900 °C como en la industria del cemento, la siderúrgica, la vidriera y la química.

¹⁰ *Presentación del Resumen Ejecutivo: “Potencial Nacional de Cogeneración”*. En Sección: Documentos de cogeneración. 1995. Disponible en World Wide Web: <http://www.energia.inf> , p.2.

¹¹ *¿Qué es la Cogeneración?* Comisión para el ahorro de la Energía (CONAE). Disponible en World Wide Web: <http://energia.inf.cu> , p.3.

De acuerdo a la máquina motriz empleada para la generación de la energía eléctrica se clasifican en:

- ❖ Cogeneración con turbina de vapor.
- ❖ Cogeneración con turbina de gas.
- ❖ Cogeneración en ciclo combinado.
- ❖ Cogeneración con motor alternativo.¹²

En los *sistemas de cogeneración con turbinas de vapor* la energía mecánica se produce por la turbina mediante la expansión del vapor de alta presión, generado en una caldera convencional. Estos sistemas se aplican principalmente en aquellas instalaciones en las que la necesidad de energía térmica respecto a la eléctrica es de 4 a 1 o mayor.

Tiene entre sus principales ventajas:

- Capacidad de 500 KW hasta de 100 000 KW o más.
- Eficiencia total del sistema alta, 90 %.
- Alta seguridad de operación.
- Vida útil larga: 25 años.

Las desventajas son:

- Altos costos de inversión.
- Tiempo de arranque muy lento.
- Baja relación de energía eléctrica/térmica: 15%.

En los *sistemas de cogeneración con turbina de gas* el combustible es quemado en una cámara de combustión, de la cual los gases generados son introducidos a la turbina, para convertirse en energía mecánica, la que podrá ser transformada en energía eléctrica usando un alternador. Los gases de escape tienen una temperatura que va de 500 °C a 650 °C. Estos gases son relativamente limpios y

¹² *Cogeneración. Aspectos Generales*. Disponible en World Wide Web: <http://energia.inf.cu>, p 7-15.

por lo tanto se pueden aplicar directamente a los procesos de combustión posteriores, ya que tienen un contenido de oxígeno de alrededor del 15% al 16%, y debido a su alta temperatura suelen ser empleados a su vez, para producir otro fluido caliente como vapor, aire, o agua.

La cogeneración con turbina de gas resulta muy adecuada para los procesos en los que se requiere de una gran cantidad de energía térmica, presentando las ventajas y desventajas siguientes.

Ventajas:

- Amplia gama de capacidades: desde 500 KW hasta 265 MW.
- Alta eficiencia de conversión de energía térmica.
- Eficiencia de conversión a energía eléctrica del 27%.
- Alcanza eficiencias globales por arriba del 80%.
- Alta seguridad de operación.
- Bajo costo relativo de inversión.
- Tiempo corto de arranque.
- Requiere de poco espacio.

Desventajas:

- Baja eficiencia de carga parcial.
- Vida útil relativamente baja.
- Limitantes en cuanto al combustible usado.

A los *sistemas de ciclo combinado* se le caracteriza por que emplean una turbina de gas y una turbina de vapor. En estos sistemas los gases producidos en la combustión de la turbina de gas se emplean para producir vapor a alta presión a través de una caldera de recuperación, para posteriormente alimentar a la turbina de vapor, y producir por segunda vez energía eléctrica, utilizando el vapor a la

salida de la turbina o de las extracciones directamente en los procesos. El ciclo combinado se aplica en procesos donde la razón potencial/calor es alta.

Sus principales ventajas y desventajas son:

Ventajas.

- Alta producción de electricidad.
- Elevada eficiencia térmica.
- Operación flexible.

Desventajas

- Limitantes en cuanto al empleo de combustibles.
- Alto costo de inversión.

Los *sistemas con motores alternativos* arrojan la mayor generación eléctrica por unidad de combustible consumido, alrededor del 34% al 40%, aunque los gases residuales son a baja temperatura (200 °C a 250 °C). Sin embargo, en aquellos procesos en los que se pueden adaptar, la eficiencia de cogeneración alcanza valores similares a los de las turbinas de gas. Con los gases residuales, se puede producir vapor de baja presión (alrededor de 10 a 15 Kg/cm²) o agua caliente de 80 °C a 100 °C.

Entre sus principales ventajas y desventajas tenemos:

Ventajas:

- Alta eficiencia de producción de energía eléctrica (hasta 40%).
- Eficiencia global del sistema del orden del 90%.
- Bajo costo de inversión.
- Vida útil larga (25 años).
- Capacidades desde 15 KW hasta 20 000 KW.
- Alta eficiencia a baja carga.

- Consumo medio de agua de enfriamiento.
- Requiere de poco espacio para su instalación.

Desventajas:

- Altos costos de enfriamiento.
- Baja temperatura de energía térmica producida.
- Dispersidad de la energía térmica recuperable (agua, aceite, gases).

La selección adecuada de un sistema de cogeneración depende de las cargas eléctricas y térmicas que tiene que satisfacer, de las necesidades operacionales de los usuarios, de la disponibilidad de equipos y combustibles, así como, de los parámetros económicos que se utilizan en la empresa en donde se piensa que es conveniente contar con el sistema.

1.5- Evolución histórica de la Cogeneración de Energía.

En el Tíbet fue desarrollada la forma más antigua de combinación de producción de calor y potencia, para mover las ruedas de oraciones durante las ceremonias religiosas y a la que posteriormente se le denominó smokejack (también conocida como la chimenea de Jack o la chimenea voladora). Consistía básicamente en pequeños molinos de viento instalados dentro de una chimenea y movidos por la ascendencia de los gases calientes del fuego. El movimiento rotatorio de las aspas era usado para mover un asador o un torno y la cantidad de movimiento dependía de la velocidad y masa del flujo de aire caliente y el diseño de las aspas. El mismo se introdujo en Europa con la captura de esclavos tártaros a inicios del siglo XIV. Dispositivos similares podían ser vistos en los Estados Unidos, a finales de la primera mitad del siglo XX, en algunas granjas.

Hacia finales de siglo XIX, la smokejack se desarrolló en su forma moderna de turbinas de aire caliente, las turbinas de gases descendientes de las turbinas de aire caliente, así como el turbocompresor.

Otra de las primeras aplicaciones de la producción simultánea de energías fue la utilización del aire comprimido para distribuir potencia hacia las áreas urbanas. Al

final de la primera mitad del siglo XIX varias ciudades tenían sistemas de compañías suministradoras de aire comprimido que consistían en simples motores a base de aire que podían ser instalados para accionar una gran variedad de equipos. El caso más representativo en la utilización de los sistemas de aire comprimido fue el de París. Fue utilizado ampliamente en las fábricas textiles para ventilar los motores de las máquinas, ya que la expansión del aire que pasaba a través del motor suministraba algunos grados de frío.

Ya en este momento se hablaba de las ventajas de la generación combinada de potencia y calor, pues los empresarios se dieron cuenta que la potencia generada con vapor muchas veces resultaba más barata que la generada hidráulicamente, y aún más cuando la salida del motor de vapor era aprovechada en los procesos industriales o para mantener espacios calientes. El vapor también era más confiable y no presentaba variaciones debido al clima o a la excesiva demanda de potencia o fuentes de agua.

Charles E. Emery, entrenado como ingeniero naval durante la Guerra Civil, escribió un detallado análisis sobre las ventajas económicas de la generación combinada de potencia y calor, en 1870.¹³

La década de 1870 marca el arribo de las nuevas tecnologías al mercado de la energía en Europa y América. El nacimiento de la industria eléctrica propició la expansión del mercado de la generación combinada de potencia y calor a finales del siglo XIX e inicios del siglo XX. En aquellos momentos se potencia su utilización, no con el fin de ahorrar energía, sino con el de asegurar el abasto de la energía eléctrica, que era pobre y poco segura.

También por este tiempo se comienza a aprovechar el calor residual de la generación eléctrica para calentar el agua que se servía a las ciudades y suministrar calefacción. En el proceso de industrialización de la naciente Unión Soviética una de las medidas tomadas fue la de desarrollar la cogeneración en los lugares donde se generara vapor para calefacción o proceso.

¹³ Ver: GONZÁLEZ GONZÁLEZ, D. (2009). *Propuesta para la regulación jurídica de la cogeneración en Cuba*. Tesis en opción al grado de Especialista en asesoría jurídica, op., cit., p. 9 y 10.

Con el acceso al abasto de energía eléctrica a través del crecimiento de las redes eléctricas se abandonó en gran medida la cogeneración, unido al disparate desarrollo tecnológico con respecto a las plantas industriales que se hicieron más confiables a medidas que se extendieron y bajaron sus precios de venta. La cogeneración volvió a ser de gran interés en los años recientes, por el aumento del costo de la energía eléctrica y de los combustibles y la problemática ambiental, por lo que se volvió más rentable.

El término Cogeneración fue acuñado por el presidente Carter hacia 1977, y en 1980 fue definido por la “Federal Energy Regulatory Commission”, como la producción secuencial de energía eléctrica o mecánica, y de energía térmica útil, a partir de la misma fuente de energía primaria.¹⁴

Como se ve el mismo factor que hizo dejar a un lado estos sistemas son los que lo han favorecido en estos últimos años observándose un gran desarrollo tecnológico que les da seguridad y confiabilidad a estos sistemas para que las grandes compañías inviertan en ellos. Este desarrollo tecnológico recibe un gran impulso en los años 80 con la aplicación de turbinas aeroderivadas para la generación de energía eléctrica. Se hacen pequeñas modificaciones a las turbinas utilizadas en la aviación para adaptarlas a tierra, y se acoplan a generadores eléctricos.

Se ha ido incrementando el rendimiento energético con la utilización de materiales más resistentes desde el punto de vista térmico y mecánico para la construcción de cámaras de combustión y turbinas.

1.6- La Cogeneración en Cuba.

El comienzo de la producción combinada de energía eléctrica y térmica en Cuba se remonta a las últimas dos décadas del siglo XIX, con los centrales azucareros

¹⁴ RUBIO GONZÁLEZ, A. M Y OTROS. (2007). *Actualidad y perspectivas de la cogeneración en Cuba y el mundo*. Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Grupo De Trabajo De Cogeneración *Greco*. Santa Clara, p.9.

como los primeros suministradores de electricidad, para alumbrar el ingenio y el batey circundante.

Una primera definición de la importancia de la producción conjunta de potencia y calor en un central azucarero, puede encontrarse en un folleto que sobre Cuba publicó la “Edison Spanish Colonial Light Company” en 1882 donde decía: *“La luz eléctrica de Edison además de las muchas ventajas que reúne, tiene la de ser sumamente barata para los ingenios y las fábricas, donde ya se tiene una fuerza motriz que se puede aprovechar sin que sea perceptible el aumento de combustible, en cuyo caso el costo anual del alumbrado es insignificante”*.¹⁵

Hacia los años sesenta el 30 % de la energía eléctrica que se producía en Cuba era a través de la cogeneración.

A lo largo del siglo XX la industria azucarera se mantuvo al frente en la utilización de la cogeneración. En la actualidad el panorama no ha cambiado mucho. La industria azucarera sigue siendo el sector que más cogenera en el país por contar con una fuente de energía primaria como la biomasa cañera, aunque existen otros sectores con potencialidad para ello y en los que comienza a utilizarse.

La industria azucarera y el níquel sumaban 654 MW de capacidad instalada en el 2004, mientras la capacidad instalada en termoeléctricas tradicionales del sistema de generación centralizado era de 3 168 MW en el mismo año¹⁶.

Es necesario potenciar en Cuba la utilización en varios sectores con suficiencia para ello, como en el sector no productivo, con lo que nos referimos a la industria hotelera y a los hospitales, así como en el sector productivo específicamente en la metalúrgica, la refinación de petróleo y petroquímica, la industria textil y la generación eléctrica.

En el sector hotelero cubano las soluciones tecnológicas para cubrir las necesidades de electricidad, calor y frío se garantizan de manera independiente,

¹⁵ RUBIO GONZÁLEZ, A. M Y OTROS. (2007). *Op., cit.*, p. 19.

¹⁶ VER: VAILLANT REBOLLAR, J. *Consideraciones preliminares acerca de los sistemas de cogeneración para instalaciones hoteleras en condiciones cubanas de operación*. Disponible en World Wide Web: <http://www.cubasolar.cu> , p.2.

sin embargo en el sector hospitalario ya se están dando pasos en este sentido y un ejemplo de ello lo vemos en los estudios realizados para la utilización del concepto de trigeneración en el hospital Arnaldo Milián de la provincia de Villa Clara con el fin de disminuir el gasto anual por ingreso de pacientes.¹⁷

En esencia el desarrollo de los sistemas de cogeneración en Cuba ha sido pobre en relación a décadas pasadas y al desarrollo de los mismos en otros países, principalmente por la dificultad para adquirir tecnología adecuada, y aunque la industria azucarera tiene un alto potencial para la misma por la utilización del bagazo, cuenta con un parque obsoleto y en mal estado técnico, por lo que urge encontrar vías para el desarrollo en el país de la misma, tanto por la búsqueda de tecnología eficiente, de otras fuentes limpias y del desarrollo de marcos legales que impulsen la inversión y el desarrollo de estos sistemas.

¹⁷ REY VEITÍA, L. (2010). *Cogeneración y Trigeneración en entidades cubanas*. En: Periódico Trabajadores. No 7. 15 de febrero de 2010, p. 6.

CAPÍTULO II: ESTUDIO COMPARADO DE LA LEGISLACIÓN SOBRE COGENERACIÓN Y PROPUESTA.

Como sistema alternativo de eficiencia energética la cogeneración se ha ido introduciendo en la vida económica de casi todos los países del orbe, sin embargo su desarrollo y los beneficios que aporta están en dependencia de las condiciones económicas, geográficas y las potencialidades con que se cuente que incluyen entre otros elementos la disponibilidad de recursos energéticos.

En concordancia con lo expuesto anteriormente, existe un auge en la concreción normativa de la cogeneración. La mayoría de los países la reconocen en sus legislaciones siendo tratada principalmente en las leyes del sector eléctrico o en las normas reguladoras de las energías renovables. En América Latina son escasos los países, que poseen leyes propias de cogeneración, como es el caso de Colombia, Ecuador y Perú. Para poner un ejemplo, la legislación chilena regula aspectos de la cogeneración en varias normas como el Decreto Supremo 244 sobre Medios de Generación no Convencionales y Pequeños Medios de Cogeneración y el Reglamento General de la Ley de Servicios Eléctricos.¹ Por lo que hemos podido apreciar aún son pobres los esfuerzos si pensamos en la necesidad que tenemos de contar con leyes que nos permitan una mayor eficiencia energética y ahorro de recursos.

La Unión Europea se encuentra a la vanguardia de la promoción de la cogeneración. Ya en 1998, la creación de electricidad a partir de la misma representó el 11 % de la producción total de la Unión Europea.² La aplicación de la Directiva 2004/8/CE del Consejo y el Parlamento Europeos del 11 de febrero del 2004 relativa al fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil en el mercado interior de la energía, le da fuerza legal a las pretensiones de aumentar estas cifras, y le brinda un incentivo a los países de la región para desarrollar su normativa sobre el tema.

España es uno de los países en este continente que ha desarrollado normas legales en materia de cogeneración, cumpliendo con lo dispuesto en la directiva, lo que hace que

¹ VARGAS D, L. *Cogeneración en Chile: potencialidad y desafíos*. Disponible en World Wide Web: <http://www.2.ing.puc.cl> , p.1.

² *La Cogeneración*. Soliclima. Empresa dedicada a la eficiencia energética y las energías renovables. 2004. Disponible en World Wide Web: <http://www.soliclima.org> , p.1.

sea uno de los países de referencia a nivel mundial y por lo tanto de obligatorio estudio en el presente capítulo.

En el estudio comparado que realizaremos, se extraerán los elementos comunes a cuatro países que hemos escogido por tener una norma legal propia de la cogeneración. Estos países son: Perú, Ecuador, Colombia y España. De los elementos extraídos se determinarán sus semejanzas y diferencias para tomar en consideración que aspectos pueden constituir fundamentos jurídicos para la elaboración de una propuesta legal sobre cogeneración, lo cual se trata posteriormente en este mismo capítulo.

2.1- Estudio Comparado de algunos países latinoamericanos y España.

2.1.1- PERÚ.

Marco Legal de la Cogeneración.

El Decreto Supremo N° 037-2006-EM, publicado el 7 de julio de 2006 aprobó el Reglamento de Cogeneración que es la norma específica de la cogeneración en Perú. El Decreto Supremo N° 037-2006-EM sustituyó al Reglamento de Cogeneración aprobado mediante el Decreto Supremo N° 064-2005-EM publicado el 29 de diciembre de 2005. La sustitución de normas referentes a la cogeneración en un período tan corto de tiempo, se debe a la novedad en la regulación y aplicación de la misma. El Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas, y su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N° 009-93-EM, forma parte del marco legal de la cogeneración pues el reglamento de cogeneración hace constantes referencias a esta ley y su reglamento. Sin embargo ni la Ley de Concesiones Eléctricas ni su reglamento mencionan en ningún momento a la cogeneración.

Estructura y Jerarquía Normativa.

El Decreto Supremo N° 037-2006-EM contiene preceptos de carácter general que complementa con los preceptos de la Ley de Concesiones y su Reglamento en lo que le son aplicables. Es expedido por el ejecutivo de la nación, concretamente el presidente de la república en coordinación con el ministro de Energía y Minas. El Decreto Supremo

consta de 5 artículos, donde se aprueba el nuevo reglamento que consta de 15 artículos.

Objeto.

En el primer artículo del Reglamento se menciona el objeto de la norma lo cual constituye el fin de la misma, o sea, a lo que va dirigido a regular. En la norma en cuestión consiste en definir los criterios a considerar en la cogeneración, así como establecer los requisitos y condiciones para que las centrales de cogeneración participen en el mercado eléctrico.

Ámbito de Aplicación de la Norma.

El ámbito de aplicación se refiere a quien le sea aplicable la norma. En el presente reglamento consiste en aquellas centrales de cogeneración que estén calificadas y que operen conectadas a los sistemas eléctricos de distribución o transmisión regulados en las normas eléctricas. El propio artículo 2, establece que los aspectos no previstos por el reglamento de cogeneración se regularán por la Ley de Concesiones Eléctricas y su reglamento y las demás leyes eléctricas. Lo expuesto anteriormente permite demostrar la supeditación del proceso de cogeneración en Perú a la generación de energía eléctrica.

Definiciones y Términos.

En el artículo 3 se presentan varias definiciones y términos relativos a la cogeneración de los cuales a nuestra consideración los más importantes para la comprensión del texto del reglamento son:

- **Calificación.-** Es el procedimiento por el cual una central de cogeneración adquiere la calidad de Central de Cogeneración Calificada.
- **Central de Cogeneración Calificada.-** Es la calidad que obtiene una central de cogeneración cuando cumple los requisitos establecidos en los artículos 4º y 5º del Reglamento de Cogeneración.³

³ Se refiere a aquellas que cumplan con una serie de requisitos técnicos y legales que se exponen en el cuerpo del trabajo.

- Calor Útil.- Es la energía térmica proveniente de un proceso de cogeneración, destinada a la actividad productiva.
- Cogeneración.- Es el proceso de producción combinada de energía eléctrica y calor útil, que forma parte integrante de una actividad productiva, en el cual la energía eléctrica es destinada al consumo de dicha actividad productiva y cuyo excedente es comercializado en el mercado eléctrico.
- Cogenerador.- Es la persona natural o jurídica, nacional o extranjera, que es titular de una Central de Cogeneración Calificada. Las personas jurídicas deberán estar constituidas con arreglo a las leyes de este país.

Comercialización de la Energía.

El cogenerador tiene la posibilidad de vender su energía excedente al sistema. Se observan diferencias entre el cogenerador integrado al COES (Comité de Operación Económica del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional) y el que no lo está.

El cogenerador integrado al COES puede comercializar su potencia y energía con distribuidores, generadores y/o clientes libres, tomando en cuenta lo especificado en los artículos 101º y 102º ⁴ del reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas. El que no sea integrante del COES, debe tener contratada la venta de la totalidad de su potencia y energía con distribuidores, generadores y/o clientes libres.

Requisitos de la Cogeneración.

⁴ *Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas.* Artículo 101. Ningún integrante del COES podrá contratar con sus usuarios, más potencia y energía firme que las propias y, las que tenga contratada con terceros, pertenezcan o no al COES.

Artículo 102. Cada integrante del COES deberá estar en condiciones de satisfacer en cada año calendario la demanda de energía que tenga contratada con sus usuarios, con energía firme propia y, la que tuvieran contratada con terceros, pertenezcan o no al COES.

La demanda anual de cada integrante del COES esta determinada por la suma de la energía comprometida con sus propios usuarios y con otros integrantes del COES. Esta demanda considerará el porcentaje de pérdidas de transmisión que establezca el Estatuto.

En los consumos que fueran abastecidos simultáneamente por dos o más generadores, el COES deberá verificar que la energía total abastecida sea efectuada manteniendo mensualmente la misma proporción para cada uno de los suministradores. Quien tuviera un contrato diferente, deberá adecuarlo a lo prescrito en el presente Artículo.

Cada integrante deberá informar al COES, su demanda comprometida para el siguiente año calendario, antes del 31 de octubre del año anterior, acompañando la documentación que señale el Estatuto.

El reglamento establece requisitos para que las centrales de cogeneración alcancen la categoría de Calificadas.

Para adquirir la calidad de Central de Cogeneración Calificada, el cogenerador, o titular de la central, debe presentar una solicitud de calificación a la Dirección General de Electricidad, que debe acompañarse con:

- Informe técnico que sustente el cumplimiento de los valores mínimos de rendimiento eléctrico efectivo.
- Balance energético en la máxima capacidad de cogeneración de la central.
- Descripción de las instalaciones de la central.
- Actividad productiva a la que se destina el calor útil.
- Potencia y energía eléctrica que se proyecta producir para el autoconsumo y para ser entregada al sistema eléctrico, así como el total que se proyecta producir anualmente.
- Autorización de generación, cuando la potencia instalada sea superior a 500 KW.

La Dirección General de Electricidad puede otorgar la calificación mediante Resolución Directorial, si la central cumple con todos los requisitos.

La obtención de la calificación a partir de requisitos predeterminados puede ser una opción en la legislación cubana para lograr la eficiencia en los sistemas de generación instalados o por instalar.

El cálculo de los valores de Rendimiento Eléctrico Efectivo (REE) de las centrales da cumplimiento al primero de los requisitos expuestos, pues mediante este se determina si las centrales logran el cumplimiento de valores mínimos predeterminados en la norma para considerarse calificadas. El REE se calcula de acuerdo a la fórmula:

$$\text{REE} = \frac{E}{Q} \text{ V}$$

Siendo:

E: Energía eléctrica generada medida en bornes de generador, expresada en MW/h.

Q: Energía suministrada por el combustible utilizado, calculada en MW/h y con base a su poder calorífico inferior.

V: Calor Útil, expresado en MW/h.

Los valores predeterminados en la norma se establecen en relación a la tecnología y el combustible empleado. Los mismos se exponen a continuación para la mejor comprensión de lo expuesto:

Turbina de vapor a contrapresión 0,70

Turbina de vapor de extracción 0,58

Turbina de gas de ciclo simple 0,55

Turbina de gas de ciclo combinado 0,55

Motores de combustión interna 0,55

Biomasa 0,30

Un elemento positivo es el establecimiento de valores mínimos para la producción con biomasa la definición de la misma, lo cual demuestra que esta es tomada en cuenta dentro de las fuentes para cogenerar.

Control de las Centrales y Procesos de Cogeneración.

El organismo encargado de la tarea de control para determinar los valores reales de rendimiento eléctrico efectivo y de calor útil obtenidos en las centrales, a máxima capacidad, es el OSINERG el cual es el organismo supervisor de inversión en energías, que estará facultado para cancelar la calificación si después de ser requerido, el cogenerador no subsana las observaciones hechas por él.

Otros Aspectos Técnicos.

Las tarifas del gas natural y de su distribución y transmisión van a ser las mismas que las de los demás generadores eléctricos. El artículo 6 del reglamento expresa la supletoriedad en este sentido de la ley de promoción del desarrollo de la industria del

gas natural, Ley N° 27133 y su reglamento aprobado por el Decreto Supremo N° 040-99-EM, lo que nos demuestra que este reglamento no solo se auxilia de la Ley de Concesiones Eléctricas sino también de otras leyes del sector eléctrico.

Para la operación y despacho de energía, la central necesita saber cuales son sus requerimientos de calor útil y el despacho se efectuará con preferencia. Para la valorización de la energía entregada y retirada por el cogenerador se remite al reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas. Hace lo mismo con la liquidación por la potencia que es consumida por los clientes del cogenerador, así como el pago por la que obtiene el cogenerador.

Se regula el cálculo de la energía firme (máxima producción esperada de energía eléctrica) de las centrales de cogeneración, en un año calendario, lo cual se menciona en el artículo 8. En el propio artículo se regula también el cálculo de la potencia firme.

Otros aspectos técnicos que se regulan en el mencionado reglamento son: la oferta de cogeneración en el cálculo de tarifas en barra, el acceso de las centrales de cogeneración calificadas a los sistemas de los concesionarios de transmisión y distribución, la compensación por conexión a los sistemas de transmisión y distribución y el tratamiento a las centrales de cogeneración calificadas sin calor útil asociado.

2.1.2- ECUADOR

Marco Legal de la Cogeneración.

El estado ecuatoriano para promover la eficiencia energética y para satisfacer las necesidades de energía eléctrica del país expide la Regulación No. 001/09 del Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) sobre participación de los autogeneradores a través de la cogeneración, aprobada el 12 de febrero de 2009 por la dirección del CONELEC, mediante la Resolución No. 023/09.

Estructura y Jerarquía Normativa.

La Regulación No. 001/09 es aprobada por un órgano estatal como es el Consejo Nacional de Electricidad. Se estructura en dos capítulos divididos en artículos y una

disposición general que permite aplicar el contenido de la regulación a todos los autogeneradores a través de cogeneración, existentes al momento de aprobación de la regulación.

Objeto.

El objeto de la regulación consiste en establecer los parámetros regulatorios específicos para la participación del autoproducer como autogenerador con cogeneración, dentro del sector eléctrico. Esta norma tiene además la intención de fomentar y facilitar el aporte de la cogeneración con el propósito de garantizar una reserva de generación distribuida y minimizar posibles desabastecimientos.

Ámbito de Aplicación de la Norma.

Consideramos que el ámbito de aplicación de la norma se puede deducir de lo expresado en el alcance de la regulación pues al expresarse que consiste en definir las reglas para la participación de los autogeneradores con cogeneración en el sector eléctrico y establecer los parámetros regulatorios para la comercialización de la energía proveniente de la cogeneración del autogenerador y fomentar la cogeneración del autogenerador, no cabe dudas que el ámbito de aplicación de la norma lo constituye el autogenerador con cogeneración, complementándose con lo dispuesto en el Resuelvo que plantea que esa norma se expide para la participación del autogenerador con cogeneración. Por último podemos calzar nuestra afirmación con lo expresado en el objeto de la norma.

Definiciones y Términos.

La norma es vasta en definiciones, de las cuáles solo mencionaremos algunas que consideramos esenciales:

- Ahorro de energía primaria: La diferencia entre el consumo de energía primaria que hubiera sido necesario en generación separada de calor útil y electricidad (y/o energía mecánica) producidos en el proceso de cogeneración, y el consumo real en dicho proceso.
- Calor útil: El calor producido en un proceso de cogeneración para satisfacer una demanda económicamente justificable de calor o refrigeración.

- Cogeneración: Proceso de producción simultánea de energía térmica (calor útil) y energía eléctrica y/o mecánica, que hace parte integrante de una actividad productiva destinada a procesos industriales o comerciales.
- Cogenerador: Autogenerador que produce energía utilizando un proceso de cogeneración.
- Demanda económicamente justificable: La demanda que no supere las necesidades de calor o refrigeración y que, de no recurrirse a la cogeneración, se satisficiera en condiciones de mercado mediante procesos de producción de energía distintos de la cogeneración.

La relevancia de la aplicación de la cogeneración para la obtención de electricidad se demuestra en el artículo 4 de la Regulación No. 001/09 del CONELEC, pues entiende a la cogeneración, tan solo desde el punto de vista de la producción de energía eléctrica.⁵

Comercialización de Energías.

La comercialización de energía es tratada en varios artículos. Estos se refieren a las modalidades bajo las cuales puede ser comercializada la energía, los requisitos para comercializarla y la remuneración por este motivo.

La energía eléctrica proveniente de los procesos de cogeneración podrá ser comercializada para:

- Abastecimiento de su consumo propio.
- Para entregar al mercado eléctrico los excedentes.

Existen dos requisitos necesarios para la comercialización de energía:

- Producción de energía eléctrica mayor al 5% de la energía total que corresponde a la suma de la energía térmica más energía eléctrica.

⁵ *Regulación 001/2009 del Consejo Nacional de Electricidad.* Artículo 4. c.

- Que la producción de energía térmica, a partir de un proceso de generación de energía eléctrica, sea mayor al 15% de la energía.

En los dos casos la evaluación de la producción de energía eléctrica y térmica deberá corresponder a una base anual.

Requisitos de la Cogeneración.

En la Regulación 001/2009 se plantean requerimientos para la participación del autogenerador como cogenerador, que por tanto resultan requisitos para que el autogenerador pueda llevar a cabo este proceso. Estos consisten en que la electricidad generada se destine a la satisfacción de las necesidades de sus instalaciones, o de establecimientos asociados a la cogeneración y la obligación de colocar en el mercado sus excedentes de energía eléctrica, en caso de tenerlos. Por tanto no necesariamente se tiene que producir energía excedente para poder cogenerar, sino que constituye un requisito en caso de tenerlos. Estos requerimientos deben ser informados al CONELEC, junto con un estudio técnico de la instalación.

Control de las Centrales y Procesos de Cogeneración.

El cumplimiento de los requerimientos para que el autogenerador participe en la cogeneración será comprobado por el CONELEC, el cual verificará la veracidad de la información que se le presenta podrá revocar la autorización otorgada en caso de problemas.⁶

Otros Aspectos Técnicos.

Además de los elementos regulados que ya hemos expuesto podemos mencionar que en esta norma también se menciona la obligación de instalar sistemas de medición

⁶ *Regulación No. 001/09 del Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC)*. Artículo 5: a) Que la electricidad generada se destine a la satisfacción de las necesidades de sus instalaciones o establecimientos asociados a la cogeneración, entendidos por tales, las personas jurídicas que: a.1) Utilizan o producen el vapor, la energía térmica o los combustibles que dan lugar a los procesos bases de la cogeneración; o, a.2) Sean copropietarios, accionistas o socios del autogenerador. b) Obligación de colocar sus excedentes de energía eléctrica, en caso los tuviera, a disposición del mercado, de acuerdo con lo previsto en la presente Resolución.

comercial. Otros elementos señalados son los relacionados con la operación de cogeneración que se refiere a la magnitud de producción de cogeneración y la operación de su planta.

Como la Resolución 001 se aplica a los autogeneradores con cogeneración la misma recoge expresamente la supletoriedad de lo dispuesto en las Leyes, Reglamentos, Regulaciones y procedimientos vigentes principalmente de aquellas recogidas en la normativa específica para los autogeneradores, en lo que no esté expresamente dispuesto en la presente regulación.

2.1.3- COLOMBIA.

Marco Legal de la Cogeneración.

El marco legal específico de la cogeneración en Colombia es la Resolución 005 de 2010 “por la cual se determinan los requisitos y condiciones técnicas que deben cumplir los procesos de cogeneración y se regula esta actividad”, publicada el 12 de febrero de 2010. Esta derogó la Resolución CREG-085 de 1996 (que había sido modificada y adicionada por la Resolución CREG-107 de 1998) y las disposiciones que le fueran contrarias⁷. La normativa propia de la cogeneración se complementa con las leyes 143 de 1994 y posteriormente por la 1215 de 2008 por las cuales se adoptan medidas en materia de generación eléctrica. Aunque la primera no menciona el término cogeneración, este puede considerarse incluido en la regulación de la ley, pues las entidades que cogeneran son entidades públicas o privadas que pueden tener energía eléctrica disponible.⁸ La ley 1215 crea las bases para la propuesta de la nueva regulación en materia de cogeneración, ya que le otorga la responsabilidad a la Comisión Reguladora de Energía (CREG) de determinar los requisitos y condiciones técnicas que deben cumplir los procesos de producción combinada de energía eléctrica y térmica para que puedan ser considerados cogeneración, y la metodología para la remuneración del respaldo que otorga el Sistema Interconectado Nacional a los

⁷ **Resolución 005 de 2010.** Artículo 11. Vigencia. Esta resolución rige a partir de la fecha de su publicación en el Diario Oficial, deroga la Resolución CREG-085 de 1996 y las disposiciones que le sean contradictorias.

⁸ Ley 143/1994 del Servicio Eléctrico. Art 26: Las entidades públicas y privadas con energía eléctrica disponible podrán venderla sujetas al Reglamento de Operación, a las empresas generadoras, a las distribuidoras o grandes consumidores, a tarifas acordadas libremente entre las partes.

cogeneradores, las cuales deben reflejar los costos que se causan por este proceso. La Resolución 005/2010 cumplió con lo propuesto en la Ley Eléctrica, nutriéndose además de la experiencia obtenida en las legislaciones anteriores, lo cual hace a Colombia una nación con vasta experiencia en la regulación legal de este proceso.

Estructura y Jerarquía Normativa.

La Resolución 005/2010 se encuentra estructurada por 11 artículos que regulan de manera específica los aspectos generales relacionados con la cogeneración, expuestos en la referida Ley 1215/2008, y que modifican o amplían aspectos no tan bien regulados en las normas anteriores.

Objeto.

No se define en el articulado de la norma cual es su objeto, pero no resulta difícil determinarlo, si nos remitimos al nombre de la misma que consiste en determinar los requisitos y condiciones técnicas que deben cumplir los procesos de producción combinada de energía eléctrica y térmica para que puedan ser considerados cogeneración, y la metodología para la remuneración del respaldo que otorga el Sistema Interconectado Nacional a los cogeneradores, lo cual se corrobora con la especial regulación de estos aspectos en la resolución.

Ámbito de aplicación de la norma.

Tampoco se hace mención al ámbito de aplicación de norma. Esto es un paso de retroceso con relación a la Resolución 085/1996 que dedica un artículo a este aspecto. Entendemos que el ámbito de aplicación alcanza aquí a los cogeneradores existentes y a los nuevos cogeneradores, tal como se expresa en las definiciones dadas de ambos términos en el artículo 1 de la resolución.

Definiciones y Términos.

En el artículo 1 se proponen una serie de definiciones:

- **Calor Útil:** Es la energía térmica obtenida como resultado de un proceso de Cogeneración destinada al consumo propio o de terceros en procesos industriales o comerciales.
- **Cogeneración:** Proceso de producción combinada de energía eléctrica y energía térmica, que hace parte integrante de la actividad productiva de quien produce dichas energías, destinadas ambas al consumo propio o de terceros en procesos industriales o comerciales, de acuerdo con lo establecido en la Ley 1215 de 2008 y en la mencionada resolución.
- **Cogenerador:** Persona natural o jurídica que tiene un proceso de producción combinada de energía eléctrica y energía térmica como parte integrante de su actividad productiva, que reúne las condiciones y requisitos técnicos para ser considerado como cogeneración. El cogenerador puede o no, ser el propietario de los activos que conforman el sistema de cogeneración; en todo caso el proceso de cogeneración deberá ser de quien realice la actividad productiva de la cual hace parte.
- **Cogeneradores Existentes:** Se consideran Cogeneradores Existentes aquellos Cogeneradores que estén registrados ante el ASIC (Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales) y se encuentren en operación al momento de la expedición de esta resolución, al igual que aquellos proyectos que se encuentren registrados ante la UPME (Unidad de Planeación Minero Energética).
- **Cogeneradores Nuevos:** Se consideran Cogeneradores Nuevos aquellos que al momento de la entrada en vigencia de esta resolución no han iniciado su construcción o, habiéndolo iniciado están registrados ante la UPME, y que una vez entren en operación acrediten el cumplimiento de los requisitos que en esta resolución se definen.

La Resolución 107 de 1998 brinda otros dos conceptos que la presente regulación no da, pero que no entran en contradicción con el contenido de la misma, y que son necesarios para la comprensión de lo regulado para la comercialización de energía.

- **Energía Excedente con Garantía de Potencia.** Es la energía adicional producida por un Cogenerador que tiene asociada una potencia constante en un período de tiempo, garantizada por el agente, la cual es susceptible de contratar a largo plazo. Se entiende como “Potencia Constante en un Período de Tiempo” la potencia que el agente de cogeneración registra ante el ASIC y de la cual no hará uso en ningún caso para su propio consumo. Esta potencia se calcula como la diferencia entre la capacidad efectiva del sistema de cogeneración y la potencia máxima que el cogenerador se reservará para su propio consumo. Así mismo la expresión “garantizada por el agente”, se refiere a los compromisos comerciales que adquiere el cogenerador ante el mercado mayorista de electricidad.
- **Energía Excedente sin Garantía de Potencia.** Es la energía producida por el Cogenerador que no tiene asociada una potencia constante y es la energía resultante de las fluctuaciones del consumo propio.

Comercialización de la Energía.

La minuciosa regulación de la comercialización de energías en esta resolución al igual que las que la antecedieron lo hace uno de los elementos esenciales de la norma.

En este sentido existen diferencias entre el cogenerador con energía excedente con garantía de potencia y el cogenerador con energía excedente sin garantía de potencia. También existen diferencias entre los cogeneradores con energía excedente con garantía de potencia con menos de 20 MW y aquellos con una capacidad igual a 20 MW.

La energía excedente con garantía de potencia menor a 20 MW puede comercializarse con o sin acceso al despacho central.

Sin acceso al despacho central y por lo tanto sin participación en la bolsa de energía la energía puede comercializarse de las siguientes maneras:

1. Ser vendida a una comercializadora que atiende mercado regulado, directamente sin convocatoria pública, siempre y cuando no exista vinculación económica entre el

comprador y el vendedor, al precio de la bolsa de energía en cada una de las horas correspondientes.

2. Ser ofrecida a una comercializadora que atiende mercado regulado, participando en las convocatorias públicas que abran estas empresas, al precio más alto.
3. Ser vendida, a precios pactados libremente, a los agentes comercializadores que destinen dicha energía a la atención exclusiva de usuarios no regulados.

Al comercializar la energía excedente con garantía de potencia menor a 20 MW con acceso al despacho central, esta no participa en la bolsa de energía. En este caso se debe cumplir con la regulación vigente que se aplica a los generadores y deben tener en cuenta los siguientes lineamientos:

1. La energía excedente con garantía de potencia puede ser vendida en la bolsa.
2. Puede ser vendida, sin participación en la bolsa de energía, a una comercializadora que atiende mercado regulado, directamente sin convocatoria pública, a una comercializadora que atiende mercado regulado, participando en las convocatorias públicas que abran estas empresas, o a precios pactados libremente, a los agentes comercializadores que destinen dicha energía a la atención exclusiva de usuarios no regulados, que como se puede observar son los mismos puntos que la primera opción.

La energía excedente con garantía de potencia igual a 20 MW, debe tener participación obligatoria en el despacho central y la energía excedente con garantía de potencia debe considerarse inflexible. Su comercialización se realiza de la misma manera que aquellos cogeneradores con energía excedente con garantía de potencia menor a 20 MW, con acceso al despacho central.

El cogenerador con energía excedente sin garantía de potencia puede comercializar su energía sin acceso al despacho central y por lo tanto sin participación en la bolsa de energía vendiéndola, a precios pactados libremente, a los comercializadores que destinen dicha energía a la atención exclusiva de usuarios no regulados o con acceso al despacho central, con participación en la bolsa de energía.

Requisitos de la Cogeneración.

No todo proceso combinado de electricidad y calor es reconocido en la presente norma, pues establece requisitos y condiciones técnicas para que estos procesos puedan reconocerse como procesos de cogeneración. Aquellos que cumplan los requisitos siguientes son los que se consideraran procesos de cogeneración y por la tanto, a los que serán aplicados los aspectos regulados en la resolución. Tales requisitos son:

- Tener un rendimiento eléctrico equivalente (REE) superior al valor mínimo exigido diferenciándose estos valores para los nuevos cogeneradores y para los ya existentes, en dependencia del combustible utilizado.
- Producción mínima de energía eléctrica y térmica en el proceso. La energía eléctrica producida deberá ser mayor al 5% de la energía total generada por el sistema (térmica + eléctrica) y la energía térmica producida deberá ser mayor al 15% de la energía total generada por el sistema.

Control de las Centrales y Procesos de Cogeneración.

El control del cumplimiento de los valores de rendimiento eléctrico equivalente, de los sistemas de medición de producción de energía eléctrica, energía térmica y el consumo del combustible, así como de los registros de los sistemas de medición corresponde al Consejo Nacional de Operación, organismo encargado de acordar los aspectos técnicos para garantizar la integración segura al Sistema Interconectado Nacional, lo cual se ha denominado procedimiento de auditoría y prueba.

Elementos Técnicos.

Se regula además en la norma, el uso del respaldo por el cogenerador y la remuneración al sistema interconectado por este motivo.

2.1.4- España.

Marco Legal de la Cogeneración.

El desarrollo legislativo en materia de cogeneración se inicia a partir de 1980, con la Ley 82 sobre “Conservación de la Energía” que establecía las normas y principios básicos para incentivar la participación del autoproducer en la generación de energía, concepto en el cual se incluía al cogenerador.

El marco legal actual viene marcado por la publicación el primero de enero de 1998 de la Ley 54/1997, sobre generación eléctrica, modificada en varios aspectos referidos al cogenerador por el Real Decreto 7/2006 que sirve como base a la promulgación del Real Decreto 616/2007, de 11 de mayo sobre fomento de la cogeneración. El Real Decreto 616/2007 resulta la concreción en la normativa española de la Directiva 2004/8/CE del Consejo y el Parlamento Europeos relativa al fomento de la cogeneración. En el año en curso el Ministerio de Industria debe publicar un Real Decreto para unificar e impulsar la renovación de los equipos de cogeneración españoles que afectará al 40% de las instalaciones.⁹

Estructura y Jerarquía Normativa.

El Real Decreto 616/2007 es promulgado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Está estructurado en tres capítulos, subdivididos en artículos, que en esencia llevan a la legislación española los objetivos específicos planteados en la Directiva 2004/8/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.¹⁰ La Ley 54/1997 como ya dijimos forma parte del marco legal de la cogeneración en España pues tiene como fin básico establecer la regulación del sector eléctrico con los objetivos de garantizar el suministro eléctrico y su calidad al menor costo posible, sin obviar la protección del medio ambiente, que son dos de las ventajas que posee la cogeneración. En el Capítulo II, en su artículo 23 apartado 2 avala la creación de un marco específico para la cogeneración y la supletoriedad de sus normas en lo relativo a la producción de energía eléctrica, que la norma específica no regule. Resulta importante mencionar que el Real Decreto 7/2006 modifica esta norma en lo referido a la cogeneración, pues separa las figuras del autogenerador y el cogenerador, dándole la libertad a este último para comercializar la totalidad de la energía eléctrica que produce sin tener que consumir una parte de ella obligatoriamente. El Real Decreto también lo conforman tres anexos, entre los que se

⁹ LEZAMA OSEJO, M. (2010). *Plan de Renovación de Cogeneración*. En: Conferencia Intereconomías, p. 3.

¹⁰ *Directiva 2004/8/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de febrero de 2004*. Objetivos: a corto plazo, la Directiva debería consolidar las instalaciones de cogeneración existentes y fomentar nuevas centrales; a medio y largo plazo, la Directiva debería crear el marco necesario para que la cogeneración de alto rendimiento destinada a reducir las emisiones de CO₂ y de otras sustancias contribuya al desarrollo sostenible.

recogen los métodos de cálculo para la cogeneración de alta eficiencia, cuyo fomento es uno de los objetivos de esta norma.

Objeto.

Expresamente en el artículo 1 de la norma se expresa el objeto de la misma que consiste en la creación de un marco para el fomento de la cogeneración de alta eficiencia de calor y electricidad basado en la demanda de calor útil y en el ahorro de energía primaria, incrementando la eficiencia energética y mejorando la seguridad del abastecimiento.

Ámbito de Aplicación de la Norma.

Este real decreto es preciso al exponer el ámbito de aplicación a la cogeneración como generación simultánea en un proceso de energía térmica útil (calor útil) y eléctrica y/o mecánica.

Definiciones y Términos.

Las definiciones que se exponen a continuación se recogen en el artículo 2:

- Cogeneración, la generación simultánea en un proceso de energía térmica útil (calor útil) y eléctrica y/o mecánica.
- Calor útil, el calor producido en un proceso de cogeneración para satisfacer una demanda económicamente justificable de calor o refrigeración.
- Demanda económicamente justificable, la demanda que no supere las necesidades de calor o refrigeración y que, de no recurrirse a la cogeneración, se satisficaría en condiciones de mercado mediante procesos de producción de energía distintos de la cogeneración.
- Ahorro de energía primaria, la diferencia entre el consumo de energía primaria que hubiera sido necesario en generación separada de calor útil y electricidad (y/o mecánica) producidos en el proceso de cogeneración, y el consumo realmente habido en dicho proceso.

Resulta negativo que no exponga dentro de estos términos la definición de cogenerador, presente en los demás países analizados, que permite determinar quien es la persona que puede llevar a cabo este proceso.

Comercialización de Energía.

En cuanto a la comercialización de energía no se hace mención en ninguno de los capítulos del Real Decreto, pero en la Disposición Final Primera, se modifica el artículo 110 bis del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. Aplicando lo expuesto en este artículo al cogenerador, este debe indicar en sus facturas y en la documentación entregada a los clientes finales varios puntos que se exponen a continuación: La contribución de cada fuente energética primaria en la mezcla global de energías primarias utilizadas para producir la electricidad en el sistema eléctrico español durante el año anterior; la referencia a las fuentes en las que se encuentre publicada la información sobre el impacto en el medio ambiente, en el sector eléctrico durante el año anterior; la contribución de cada fuente energética primaria en el conjunto de la energía eléctrica suministrada por la empresa comercializadora durante el año anterior; impacto ambiental asociado.

Requisitos de la Cogeneración.

Para lograr el objeto propuesto en la norma, las centrales de cogeneración en España incluyendo las unidades a pequeña escala y las de microgeneración deben cumplir con los requisitos de eficiencia que se muestran en el anexo III de la propia norma, donde se recoge el método de cálculo para la determinación de la eficiencia del proceso de cogeneración, debiéndose aportar según el mismo un ahorro de energía primaria del 10 %. El método de cálculo consiste en la fórmula siguiente.

$$PES = [1 - 1/ (CHP H\eta / Ref.H\eta + CHP E\eta / Ref.E\eta)] * 100 \%$$

Siendo:

PES: es el porcentaje de ahorro de energía primaria respecto de la que se hubiera consumido en generación separada de calor y electricidad y/o energía mecánica.

CHP $H\eta$: es la eficiencia térmica de la producción mediante cogeneración definida como la producción anual de calor útil procedente de la cogeneración dividida por la aportación de combustible utilizada para generar la suma de la producción de calor útil y electricidad procedentes de la cogeneración.

Ref $H\eta$: es el valor de referencia de la eficiencia para la producción separada de calor.

CHP $E\eta$: es la eficiencia eléctrica de la producción mediante cogeneración definida como la electricidad anual producida por cogeneración dividida por la aportación de combustible utilizada para generar la suma de la producción de calor útil y electricidad procedentes de la cogeneración.

Ref $E\eta$: es el valor de referencia de la eficiencia para la producción separada de electricidad.

Es muy acertada la propuesta de una fórmula para calcular el ahorro de energía primaria, en este caso el porcentaje del mismo, pues precisamente uno de los objetivos de estos sistemas es el de lograr mayor eficiencia energética con respecto a los sistemas convencionales, además de que en el caso de la norma en cuestión uno de los objetivos es lograr una cogeneración de alta eficiencia y esta es la forma para determinar si se cumple con tal objetivo.

Control y Fiscalización de las Centrales y Procesos de Cogeneración.

El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio es el organismo encargado de elaborar los criterios generales de actuación para promover la cogeneración. Debe velar por que el apoyo a la cogeneración, se base en la demanda de calor útil y en el ahorro de energía primaria.

Otros Aspectos Técnicos.

Además de los aspectos analizados se relacionan en la ley otros aspectos como los análisis e informes sobre el potencial de cogeneración de alta eficiencia, las tecnologías de cogeneración, los valores de referencia para la producción por separado de electricidad y calor, el cálculo de la electricidad de cogeneración.

2.2- Elementos Semejantes y Diferentes.

Las leyes sometidas a estudio comparativo en nuestro trabajo, a pesar de las diferencias estructurales que puedan tener, permitieron otorgarle un marco legal a la cogeneración, carente en gran cantidad de países que la utilizan.

La jerarquía normativa de cada una de las normas es distinta. Aquellas como el Decreto Supremo y el Real Decreto son normas de alta jerarquía normativa, y la Resolución y Regulación, son normas legales de menor jerarquía. Aunque no coinciden en su estructura, pues las normas de Ecuador y España se estructuran en capítulos subdivididos en artículos y las de Colombia y Perú solo se estructuran en artículos, esta es en todas sencilla, y permite una lectura y comprensión fácil de la norma.

La generalidad de las leyes estudiadas vienen anteceditas por el reconocimiento de la cogeneración en las leyes eléctricas, que lo han regulado de manera general. En Perú, Colombia y España se consideran supletorias, diferenciándose en que las dos últimas refieren de una forma expresa en su articulado la necesidad de regulación propia de la cogeneración, y la supletoriedad de su propio articulado en lo que estas no regulen, pero Perú lo hace a la inversa, pues la supletoriedad de la Ley de Concesiones Eléctricas la establece en el reglamento de cogeneración, sin que se haga mención en ningún momento en la Ley de Concesiones al Reglamento de Cogeneración. En Ecuador las normas que se consideran supletorias son las referidas al autogenerador como generador de energía eléctrica, pero no se expresa cuáles son estas normas.

El objeto, denominado también como objetivo se asemeja en cada una de estas leyes, aunque se exprese de diferentes maneras. Este consiste en regular y fomentar la cogeneración. Existe una excepción en este sentido que es el caso de Colombia, pero el mismo se puede deducir como ya expresamos en su propio nombre.

La delimitación del ámbito, alcance o ámbito de aplicación tampoco constituye un problema en estas normas. El mismo se refiere a las centrales de cogeneración o la cogeneración como proceso y a los cogeneradores.

Un elemento que se encuentra presente en todas los reglamentos de Cogeneración expuestos, son las definiciones y términos que hacen viable la comprensión del texto.

Son varias las definiciones que se recogen en cada uno pero consideramos las más importantes, por ser las mencionadas en todos los reglamentos, las de cogeneración, cogenerador y calor útil. En esta última definición, es bueno resaltar el concepto dado en la norma colombiana que no la circunscribe a aquella que es utilizada en el mismo proceso productivo, sino que va más allá, considerándola como aquella que puede ser utilizada por el cogenerador o un tercero, en el proceso productivo o en aplicaciones comerciales. Esto hace que no se restrinja la utilización del calor aprovechable, al mismo proceso productivo, sino que se pueda utilizar libremente en otras actividades, como la de brindar un sistema para la calefacción o la refrigeración en lugares cercanos o alejados al centro de producción.

La venta de excedentes de energía al sistema, se regula en la mayoría de las normas estudiadas en el articulado de la ley, exceptuando España que se refiere a ella en la disposición especial primera que modifica la regulación específica de este apartado. Un aspecto que consideramos negativo en este particular es que se regula únicamente la venta de excedentes de energía eléctrica, a pesar de que también se puede obtener en el proceso de cogeneración, calor en forma excedentaria, que puede ser comercializada, esta conlleva riesgos, pues no se regula su comercialización, y ni siquiera es mencionada esta posibilidad. Es acertada la norma española en la separación de los conceptos de cogenerador y autogenerador, que le otorga mayor libertad al cogenerador para comercializar su energía.

Otra semejanza consiste en la existencia de entidades encargadas de la fiscalización, control y verificación de aspectos relacionados con el proceso y que por tanto velan por el cumplimiento de lo establecido en las normas para el funcionamiento y la eficacia de los mismos.

Es necesario resaltar que aunque la cogeneración es una técnica de eficiencia energética, la utilización de fuentes renovables de energía en ellos, sería aún más ventajosa, para lograr un menor impacto ambiental negativo. En este sentido la implementación de valores mínimos de energía eléctrica eficiente para la cogeneración con biomasa, lo cual se establece en Perú, ya resulta suficiente para reforzar legalmente su uso.

Otros de los elementos técnicos que se repiten en la mayoría de las normas, mencionados de distintas formas, son la utilización de sistemas de medición, así como el uso del respaldo por el cogeneración y la liquidación al sistema por este motivo.

2.3- Aspectos esenciales a tener en cuenta para una propuesta normativa.

El tema de la cogeneración en Cuba no es desconocido. En la actualidad es ampliamente estudiado por las ventajas económicas y medio ambientales que trae consigo. Sin embargo estas investigaciones han ido encaminadas mayormente al estudio de los aspectos técnicos de la cogeneración, es decir, a la cogeneración como un procedimiento tecnológico. En lo referente al aspecto legislativo el tema es escasamente tratado.

Existen varias leyes cubanas que potencian el aprovechamiento de la energía eléctrica y la utilización racional de los recursos. Entre las mismas se encuentran:

- La Ley No. 1287/75, Ley Eléctrica y su Reglamento: no hacen mención en ningún momento dentro de su articulado a la cogeneración, lo cual es un elemento negativo, tomando en cuenta que tales normas se promulgaron en un momento en que la utilización de la cogeneración resurgía, principalmente en el sector eléctrico. No obstante ya es un paso de avance la inclusión dentro de sus objetivos el logro de la utilización racional y el máximo aprovechamiento de la energía eléctrica, pues esto supone el reconocimiento de técnicas, procesos o métodos a utilizar con este fin.
- El Decreto Ley 70 de 9 de junio de 1983 que creó la Comisión Nacional de Energía, subordinada al Consejo de Ministros: tiene la función de proponer al gobierno la política nacional energética, así como dirigir y coordinar el trabajo a esos efectos. El fin de la propuesta para la política nacional energética es el de ahorrar y usar eficientemente la energía y permitir el desarrollo e investigación de los recursos energéticos. Lo incipiente del renacimiento de la utilización de la cogeneración en el mundo hace efectos en esta norma, pues aun siendo un proceso de eficiencia energética, este ni siquiera es mencionado en el Decreto Ley.

- El Decreto No. 115/83 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministro de 13 de junio de 1983, sobre las Áreas Técnico Energéticas y de Inspección Estatal Energética da cumplimiento al objetivo de creación de ambas áreas de trabajo de la Comisión Nacional de Energía. En ella se le otorgan una serie de funciones o atribuciones encaminadas al ahorro y uso racional de la energía. Se trata con especial interés el desarrollo del uso en el país de fuentes renovables de energía, al atribuirle a las Áreas Técnico Energéticas la función de propugnar medidas que permitan la sustitución de fuentes basadas en petróleo por otras nuevas o renovables, al igual que la instalación de equipos y el desarrollo de instalaciones que utilicen estas fuentes de energía. Otra de las funciones es orientar y promover la investigación y el desarrollo tecnológico relacionado entre otros elementos con tecnologías nacionales que utilicen fuentes de energías renovables y la eficiencia en la transformación energética. En el proceso de cogeneración es posible utilizar fuentes de energía renovable como combustible, y además permite una gran eficiencia energética, por lo que las disposiciones expuestas son perfectamente de aplicación a ella, unido a que existe una atribución expresa en dicha norma, de proponer y estudiar la creación o reactivación de instalaciones basadas en el principio de la cogeneración. Sin restarle méritos a lo dispuesto, este decreto en lo que a cogeneración se refiere, solo se queda en el orden sustantivo, pues no establece elementos para el cumplimiento de dicho particular.
- La Ley 81/97 del Medio Ambiente en su Título Séptimo sobre Recursos Energéticos, se refiere a la utilización de fuentes renovables de energía y de equipos, tecnologías y medidas técnicas y organizativas que estimulen la conservación y el uso eficiente de la energía en el país, que contribuya a alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible. Sin embargo expresamente no esta regulada la cogeneración en esta ley, a pesar de que cumple ese fin, ya que reduce la contaminación mediante el ahorro de energía primaria.
- El Anteproyecto de Ley Eléctrica para Cuba, en el glosario de términos incluye a la cogeneración, para definirla, pero en el cuerpo de la norma no se utiliza el

mismo por lo que podemos percatarnos, que solo se ha querido su reconocimiento formal, y no una regulación de la misma, como un proceso que puede aumentar la generación de energía en el país.

Por los motivos antes expuestos es objetivo esencial de nuestro trabajo profundizar en los aspectos que deben ser regulados en una norma cubana sobre cogeneración, incluido aspectos técnicos que resultan de vital importancia, pues la cogeneración incluye un proceso tecnológico.

Uno de los elementos imprescindibles que debe tratar una norma sobre cogeneración, debe ser la modificación de las tarifas actuales del sistema eléctrico. En la actualidad para acceder a las redes del sistema eléctrico y utilizarlas para transportar la energía a lugares alejados, el cogenerador tiene que pagar al Sistema Electronergético, \$ 0.75 MN, por cada KW/h, sin embargo al comercializar su energía con el mismo, solo obtiene \$ 0,10 MN por KW/h¹¹, lo que trae como resultado que estos proyectos no sean rentables en el país.¹² Es importante un cambio en estas tarifas por otras más beneficiosas para el cogenerador que a la larga se revierte en mayores beneficios económicos para el estado y para el Sistema Electronergético, pues aumentan las formas de producción eficiente de energía, y ayudaría al cumplimiento del objetivo principal de la Revolución Energética: el ahorro de energía.

Otro elemento esencial que consideramos debería ser aclarado en el Anteproyecto de Ley eléctrica y también en el objeto de una norma específica de cogeneración consiste en que esta puede constituir una alternativa a la producción de energía, es decir, no la forma principal de obtención de energía en el país, porque estos proyectos requieren un alto desarrollo tecnológico, y costosas inversiones, pero sí una variante que conjuntamente con las formas convencionales, permitan una mayor eficiencia energética.

Por ser un tema nuevo a tratar en una norma legal y tomando en cuenta la estructura utilizada en las normas estudiadas consideramos que la forma más viable y sencilla

¹¹ Estos valores se refieren al horario pico, donde el precio es mas alto que en otro momento del día.

¹² *Resolución No.311 de 2001 «Modificativa del Sistema Tarifario Eléctrico».*

para una norma cubana sería la división en artículos de la norma, para tratar los aspectos que consideramos en esta propuesta.

La norma aplicable debería ser una Resolución ya que este tipo de normas es la más utilizada en el país para regular de manera específica aspectos generales expuestos en otras normas. Esto debe ir coadyuvado a un tratamiento más amplio de la cogeneración en el anteproyecto de Ley eléctrica, que permita una supletoriedad en los aspectos que el marco legal propio de cogeneración no recoja, en cuanto a lo relacionado con la producción de energía eléctrica.

Los aspectos referidos en el capítulo anterior deben servir de base para la propuesta y así lo trataremos.

Objeto: El objeto de la norma debe consistir en la creación de un marco legal para el fomento de la cogeneración, que regule no solo lo relativo a la utilización de la energía eléctrica, sino también la de energía térmica obtenida en el proceso. Por la potencial y real utilización de los conceptos de cogeneración y trigeneración, en la industria, el sector hospitalario, y el sector hotelero en nuestro país, para la utilización de la energía térmica debe incluirse en la norma el tratamiento legal de la misma.

Ámbito de aplicación: El ámbito de aplicación de la norma debe estar dirigido a todo proceso de cogeneración, sin ser excluyente respecto al tema de la producción de excedentes, pues el objetivo principal de la norma es fomentar la cogeneración y la obligatoriedad de producir excedentes se tornaría en freno y no en incentivo.

Definiciones y Términos: Las definiciones y términos a utilizar en la norma son un aspecto que no debe faltar en esta propuesta. Coherentemente con el objeto y el ámbito de aplicación de la norma, debe definirse que es concretamente la cogeneración.

Entenderemos la cogeneración como:

- Cogeneración: El procedimiento en el que se obtiene de manera simultánea energía eléctrica o mecánica y energía térmica útil, que pueden ser aprovechadas en el mismo proceso industrial o en

aplicaciones comerciales, y que podrían obtenerse por otros medios si este no existiera.

Otras definiciones que considero imprescindible dar en esta norma, son las de cogenerador, energía térmica útil y energía excedentaria.

- Cogenerador: Aquella persona natural o jurídica, que produce energía mediante un proceso de cogeneración, como parte de su actividad productiva, ateniéndose a los requisitos referidos en la norma en cuestión y otras leyes cubanas que le sean aplicables.
- La Energía térmica útil o calor útil: La energía obtenida mediante un proceso de cogeneración en forma de calor no residual, que se destina al consumo propio o de terceros en una actividad productiva o comercial. (Hemos puesto especial atención para la conformación de esta definición, en la conceptualización dada de calor útil en la Resolución 005/2010 de Colombia que no la circunscribe únicamente a su utilización en un proceso productivo, como hacen las restantes normas que estudiamos en la comparación).
- La energía excedentaria sería aquella energía eléctrica, térmica o mecánica adicional producida por un cogenerador, con una potencia constante o fluctuante.

Junto a los conceptos expuestos podría incluirse por su importancia en el potencial de cogeneración de Cuba el concepto de trigeneración, que incluye además de la energía eléctrica y el calor útil, la obtención también en el mismo proceso de frío. Consideramos sin embargo que con solo mencionar en el concepto de cogeneración la obtención de energía térmica, ya es suficiente para entender incluida a la trigeneración.

Comercialización de Excedentes: Consideramos que para la energía eléctrica la regulación en la norma específica sobre la venta de excedentes de energía obtenida mediante la cogeneración debe llevar aparejado la modificación de las tarifas vigentes para los cogeneradores que son mayores que las establecidas para la utilización de las redes del Sistema Electroenergético Nacional cuando los cogeneradores tienen que

hacer uso de ella. Se entiende además que se debe regular la comercialización tanto de la energía eléctrica como de la térmica.

Requisitos para Cogenerar: Los requisitos en materia de cogeneración deben estar encaminados a que la utilización de la cogeneración resulte eficiente. Esto quiere decir que en primera instancia debe constituir un ahorro de energía la implementación de sistemas de cogeneración. La fórmula propuesta en el Real Decreto 616/2007 de España sobre el cálculo del porcentaje de ahorro de energía primaria, puede ser incluida en el aspecto que se propone. Lo anterior no entra en discordancia con la fórmula propuesta para determinar el rendimiento eléctrico efectivo en la Decreto Supremo 037/2006 de Perú que permite determinar si una central cumple con el valor mínimo para considerarse calificada, pues ambas podrían incluirse a valoración de especialistas en el tema como requisitos a tener en cuenta para la implementación y puesta en marcha de sistemas de cogeneración que permitan una real eficiencia energética, que se traduzca en un ahorro de energía para el país, sin obviar que se debe observar el impacto ambiental de estos proyectos, tomando en cuenta lo regulado en el Título Tercero, Capítulo IV, de la Ley 81, sobre la evaluación del impacto ambiental.¹³

Condiciones para la Conexión al Sistema Electroenergético Nacional: El acceso a las redes eléctricas es responsabilidad estatal, y por tanto para transmitir la electricidad cogenerada a otro lugar, obligatoriamente hay que utilizar las redes de transmisión estatales. Por lo tanto, se deben establecer las responsabilidades del Sistema Electroenergético Nacional, como de cogenerador para efectuar la conexión, incluyendo los precios por este motivo.

La designación de un organismo encargado de las funciones de verificación y control del proceso de cogeneración: Es importante la designación de un organismo que cumpla con las funciones de control y verificación, que en un inicio sea el encargado de otorgar la autorización para poder cogenerar, y que posteriormente realice verificaciones periódicas para corroborar que los parámetros establecidos se

¹³ Ver: *Ley no. 81 del Medio Ambiente. Publicada en la Gaceta Oficial de la República de Cuba No7 de 11 de julio de 1997.*

mantienen. El anteproyecto de un acuerdo del Consejo de Ministros sobre “Lineamientos para la promoción y desarrollo de las fuentes renovables de energía”, que propugna el ahorro y uso eficiente de la energía, establece en su Acuerdo Segundo que el Ministerio de la Industria Básica es el organismo de la Administración Central del Estado encargado de establecer, implementar y controlar lo previsto en el acuerdo, referente a la eficiencia energética y las fuentes de energía renovables. En vistas de que la cogeneración es una técnica de eficiencia energética, consideramos que se debería interpretar este artículo a favor de la cogeneración y en la propuesta final de normativa, creemos correcto que este organismo, conjuntamente con el Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente, sean los encargados de controlar la implementación de sistemas de cogeneración, así como validar la eficiencia de los mismos, y determinar el impacto ambiental, entre otras funciones que deben ser valoradas.

Vías para Incentivar a los Generadores a Invertir en Proyectos de Cogeneración:

La mayoría de las legislaciones establecen primas a la venta de la energía cogenerada que consiste en una cantidad adicional al precio del mercado organizado o el precio libremente negociado por el titular o el representante de la instalación. El establecimiento de primas sin considerar límites de potencia, para la venta de la energía excedente, puede constituir un poderoso incentivo a estos proyectos. Otro incentivo es la disminución del precio de los peajes por uso de las redes, principalmente si se utilizan fuentes renovables para el proceso, como la utilización del bagazo de la caña, la biomasa cañera a partir de otros residuos que se obtienen en el proceso de la caña de azúcar. La posibilidad de utilización de estos últimos debe estar reconocida también en el cuerpo de la Ley.

CONCLUSIONES.

1. La Cogeneración es un concepto de eficiencia energética que permite un considerable ahorro de la energía primaria por la producción simultánea en un mismo proceso de calor y electricidad o energía mecánica, conjuntamente con una reducción de la contaminación ambiental.
2. La Cogeneración posee múltiples ventajas económicas, sociales y ambientales, tanto para el productor como para el país y la sociedad.
3. La producción combinada de electricidad y calor no es un proceso nuevo, sino que tiene más de un siglo de existencia.
4. El mayor potencial de cogeneración se encuentra en la industria. En Cuba la industria azucarera es la que presenta el mayor potencial, con la utilización del bagazo, principalmente en el propio proceso de elaboración del azúcar, pero actualmente existe potencial en otros sectores como la industria del níquel, la industria textil el turístico, y el hospitalario.
5. Muchos países conocen la cogeneración y potencian su desarrollo a partir de regulaciones específicas o mediante su regulación en las leyes eléctricas de cada uno. Ejemplo de ello lo vimos al realizar el estudio comparado del marco regulatorio de la misma en países latinoamericanos y España.
6. No todas las normas propias del proceso de cogeneración tienen el mismo rango legislativo. Varía entre normas de más alto rango, como Reales Decretos y Decretos Supremos de los Poderes Ejecutivos, hasta Resoluciones y Regulaciones dictadas por órganos del Estado.
7. Existen una serie de elementos que se encuentran presentes en las leyes que tratan la cogeneración: Objeto, ámbito de aplicación, definiciones de los términos principales del proceso, la comercialización de los excedentes, los

- requisitos de la cogeneración, la conexión al Sistema Electroenergético Nacional, la designación de un organismo encargado del control y los incentivos a la cogeneración.
8. En la legislación cubana no existe ley que potencie la producción de esta forma de obtención de energía, lo que significa que desde el punto de vista legislativo no se le ha dado la importancia que requiere el mismo, a pesar de las ventajas que trae para el desarrollo sustentable.
 9. Es necesario promulgar en nuestro país una norma legal propia de la cogeneración que regule y fomente la misma, lo cual demostramos en nuestra investigación.
 10. La aprobación del marco legal propio de la cogeneración debe estar coadyuvada al reconocimiento en la Ley del Sector Eléctrico de la cogeneración como una alternativa a la producción de energía, y las tarifas de venta y obtención de energía por los cogeneradores deben variar en beneficio del cogenerador.
 11. La regulación de la comercialización de excedentes, debe hacerse tanto para la energía eléctrica como la térmica, ya que esto crearía incentivos para su desarrollo en los sectores en la economía que resulten de mayor aplicación.
 12. Se debe fomentar la cogeneración, teniendo en cuenta el impacto ambiental de su implementación y la utilización de fuentes de energía renovable, tomando como política que estos sistemas sean constantemente inspeccionados en vistas de su renovación y cumplimiento de objetivos económicos y ambientales.

RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda a la Facultad de Derecho que se incluya en la asignatura de Derecho Ambiental el tema del marco regulatorio de las energías renovables y de la cogeneración por ser las formas de energía más limpias que se conocen.
2. Recomendamos al MINBAS y a todos los ministerios relacionados con la materia, la promulgación urgente de un cuerpo normativo sobre la cogeneración y las energías renovables.
3. Recomendamos al Grupo de Estudios de Cogeneración de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, que tenga en cuenta los resultados de nuestra investigación, para ofrecer las soluciones técnicas que requiere la propuesta normativa.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA:

- ***¿Por qué es importante la cogeneración privada?*** Consejo para la Promoción de la Cogeneración y el Autoabastecimiento. 2003. Disponible en World Wide Web: <http://www.funtener.org>. (Consultado: 03/11/2009).
- ***¿Qué es cogeneración?*** Comisión Nacional para el uso eficiente de la energía. Disponible en World Wide Web: <http://www.conae.gob>. (Consultado: 03/11/2009).
- ***¿Qué es la Cogeneración?*** Comisión para el ahorro de la Energía (CONAE). Disponible en World Wide Web: <http://www.energia.inf.cu>. (Consultado: 03/11/2009)
- ARRASTÍA ÁVILA, M. (2009). ***Hacia un nuevo paradigma energético.*** En: Juventud Rebelde. Edición digital. Disponible en World Wide Web: <http://www.juventudrebelde.cu>. (Consultado: 09/03/2010).
- BACCHUS, P. (2002). ***Implementación sistemática de Plantas de Cogeneración Pequeñas y Medianas.*** Alemania. Disponible en World Wide Web: <http://www.energie-cites.org>. (Consultado: 09/03/ 2010).
- ***Biomasa: Producción eléctrica y cogeneración.*** Instituto para la Diversificación y ahorro de la energía. 2007. Madrid. Disponible en World Wide Web: <http://www.idae.es>. (Consultado: 04/11/2009).
- ***Cogeneración en el Sector Azucarero aplicando el enfoque ESCO.*** Proyecto PNUD - ASOCAÑA – Ministerio de Medio Ambiente – UPME. Disponible en World Wide Web: <http://www.miniambiente.gov.co>. (Consultado: 09/11/ 2009).
- ***Cogeneración. Aspectos Generales.*** Disponible en World Wide Web: <http://www.energia.inf.cu>. (Consultado: 04/11/2009).

- **Cogeneración.** De Wikipedia. Disponible en World Wide Web: <http://es.wikipedia.org>. (Consultado: 03/11/2009).
- **Cogeneración.** Glosario de términos. Disponible en World Wide Web: <http://www.algelpqc.es>. (Consultado: 03/11/2009)
- CORREA ÁLVAREZ, P. (2008). **Estudio Comparativo de Marco Regulatorio de Energías Renovables y Cogeneración. Fundamentación de una Propuesta de Regulación en Cuba.** Proyecto: ERCO-MR.
- DE ARMAS TEYRA, M Y OTROS. (2007). **La generación descentralizada. Nexos entre la generación descentralizada y las fuentes renovables de energía.** Disponible en World Wide Web: <http://www.cubasolar.cu>. (Consultado: 09/03/2010).
- **Desregulación del Sector Eléctrico Norteamericano. Factores Subyacentes a la Reestructuración de la Industria de la Energía Eléctrica.** Disponible en World Wide Web: <http://web.ing.puc.cl>. (Consultado: 09/11/2009).
- DOMINGO LÓPEZ, E. (1997). **Energías Renovables y Cogeneración Eléctrica en la Ley del Sector Eléctrico.** Editado por la Universidad de Almería. España.
- **Energía Renovable.** Disponible en World Wide Web: <http://www.biblioteca.idict.villaclara.cu>. (Consultado 03/11/2009).
- **Estructura actual del Mercado Eléctrico.** Disponible en World Wide Web: <http://web.ing.puc.cl>. (Consultado: 04/11/2009).
- FERNÁNDEZ MUERZA, A. **Cogeneración. La UE propugna aumentar su uso porque ofrece ahorro energético y beneficios para el medio ambiente.** Disponible en World Wide Web: <http://www.consumer.es>. (Consultado: 20/12/2009).
- GALVIS, F. (2007). **Cogeneración. La Energía Eficiente amenazada por un decreto insuficiente.** Junio de 2007. Disponible en World Wide Web: <http://www.mma.es>. (Consultado: 04/11/2009).

- **Generación de Energía Eléctrica. ¿Qué es cogeneración?** Disponible en World Wide Web: <http://www.riie.com.ar>. (Consultado: 03/11/2009).
- **Glosario.** Disponible en World Wide Web: <http://www.imarcano.com>. (Consultado: 09/03/ 2010).
- GONZÁLEZ GONZÁLEZ, D. (2009). **Propuesta para la Regulación Jurídica de la Cogeneración en Cuba.** Tesis en Opción al Grado de Especialista en Asesoría Jurídica.
- GUIDO, F. (2009). **Agua y Energía. Sinergia Hidroenergética.** Estados Unidos. <http://www.mailxmail.com>. (Consultado: 09/03/2010).
- JIMÉNEZ ROMERO, D. **Marco Jurídico en el Sector Eléctrico Mexicano.** Disponible en World Wide Web: <http://www.guanegociosmexico.com>. (Consultado: 04/11/ 2009).
- **La Cogeneración, un paso más hacia la Sostenibilidad Energética.** En: Boletín Electrónico del Consorcio Termoarcilla. Junio de 2007. España. Disponible en World Wide Web: <http://www.termoarcilla.com>. (Consultado: 03/11/2009).
- **La Cogeneración.** Soliclima. Empresa dedicada a la eficiencia energética y las energías renovables. 2004. Disponible en World Wide Web: <http://www.soliclima.org>. (Consultado: 03/11/ 2009).
- **La Cogeneración.** Glosario. Disponible en World Wide Web: <http://www.europa.eu>. Consultado: 3/11/ 2009).
- LEZAMA OSEJO, M. (2010). **Plan de Renovación de Cogeneración.** En: Conferencia Intereconomías. Disponible en World Wide Web: www.intereconomiaconferencia.com. (Consultado: 10/05/2010).
- MANUEL HERRERA, J. **Ponencia para Primer Debate al Proyecto de Ley 027 de 2006.** Disponible en World Wide Web: <http://castrocaycedo.com>. (Consultado: 09/03/ 2010).

- **Marco Legal y Económico para las Energías Renovables en España y avances en México.** Endesa. Cogeneración y Renovables. Disponible en World Wide Web: <http://www.endesa.es>. (Consultado: 04/11/2009).
- **Marco Legal y Regulatorio de la Autogeneración y Cogeneración.** 4º Encuentro de Uso Racional de Energía para la Mayor Competitividad Industrial. ANDI-UPME. Diciembre de 2008. Disponible en World Wide Web: <http://www.methanetomarkets.org>. (Consultado: 09/11/ 2009)
- MARÍA ORTEGA, J. **Optimización del funcionamiento de una planta de cogeneración para su inclusión en el Mercado Liberalizado de la Electricidad.** Departamento de Ingeniería Eléctrica. Universidad de Sevilla. Disponible en World Wide Web: <http://www.aedie.org>. (Consultado: 04/11/2009).
- MARTÍNEZ MARTÍNEZ, R Y OTROS. (2009). **Potenciales De Cogeneración En Cuba. Estimados Preliminares.** Febrero de 2009. Grupo De Estudios De Cogeneración (Greco). Centro de Estudios Energéticos y de Tecnologías Ambientales (Ceeta), Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV).
- **Metodología para el análisis de previabilidad en los Sistemas de Cogeneración.** Manual de Eficiencia Energética en Sistemas Industriales. Disponible en World Wide Web: <http://www.energia.inf>. (Consultado: 20/12/2009).
- PACHECO BERTOT, P. (2001). **La cogeneración: su situación actual en Cuba. Energía y desarrollo sustentable.** Tecnología Química. No. 1. Universidad de Oriente. Disponible en World Wide Web: <http://www.uo.edu.cu>. (Consultado: 09/03/2010).
- **Presentación del Resumen Ejecutivo: “Potencial Nacional de Cogeneración”.** En Sección: Documentos de cogeneración. 1995. Disponible en World Wide Web: <http://www.energia.inf>. (Consultado: 20/12/2009).

- **Propuesta: Ideas Preliminares para el Marco Regulatorio Sobre La Cogeneración Con Biomasa Cañera.** 2007. Equipo De Trabajo Del Grupo Nacional De Biomasa Cañera Y Forestal. Septiembre de 2007. Cuba.
- REY VEITÍA, L. (2010). **Cogeneración y Trigeneración en entidades cubanas.** En: Periódico Trabajadores. No 7. 15 de febrero de 2010.
- RODRÍGUEZ, C. **Sistemas Eléctricos Industriales.** Editado por: Centro De Estudios De Energía Y Medio Ambiente. Universidad De Cienfuegos.
- ROQUETA, J. **Visión histórica de la cogeneración en España.** COGEN España. Disponible en World Wide Web: <http://www.fundaciongasnatural.org>. (Consultado: 05/11/2009).
- RUBIO GONZÁLEZ, A. M Y OTROS. (2007). **Actualidad y perspectivas de la cogeneración en Cuba y el mundo.** Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. GRUPO DE TRABAJO DE COGENERACIÓN GRECO. Santa Clara.
- RUDNICK VAN DE WYNDGAR, H. **Cogeneración en Chile y el Mundo.** Pontificia Universidad Católica de Chile. Disponible en World Wide Web: <http://web.ing.puc.cl>. (Consultado: 09/03/ 2010).
- RUIZ CORTINEZ, A. (1998). **Seminario: “Oportunidades de inversión en el sector eléctrico: Cogeneración y autoabastecimiento”.** En Sección: Documentos de Cogeneración. Abril de 1998. Veracruz. Disponible en World Wide Web: <http://www.energia.inf>. (Consultado: 20/12/2009).
- **Sistemas alternativos. La cogeneración.** En Revista Digital: Ecoenergías. Navarra. Disponible en World Wide Web: <http://ecoenergia-sa.es>. (Consultado: 03/11/ 2009).
- VAILLANT REBOLLAR, J. **Consideraciones preliminares acerca de los sistemas de cogeneración para instalaciones hoteleras en condiciones cubanas de operación.** Disponible en World Wide Web: <http://www.cubasolar.cu>. (Consultado: 09/03/2010).

- VARGAS D, L. **Cogeneración en Chile: potencialidad y desafíos**. Disponible en World Wide Web: <http://www.2.ing.puc.cl>. (Consultado: 05/11/ 2009).

Legislación nacional consultada:

- Decreto Ley 70. «De la Comisión Nacional de Energía». Publicado en la Gaceta Oficial el 9 de Junio de 1983.
- Decreto No. 115. «Sobre las Áreas Técnico Energéticas y de Inspección Estatal Energética». Publicado en la Gaceta Oficial el 13 de Junio de 1983.
- Ley 81 «Del Medio Ambiente». Publicada en la Gaceta Oficial Extraordinaria, Número 7, el 11 de Julio de 1997.
- Ley No. 1287 «Ley Eléctrica». Publicada en la Gaceta Oficial el 2 de Enero de 1975.
- Resolución No.311 de 2001 «Modificativa del Sistema Tarifario Eléctrico».

Legislación Extranjera consultada

Unión Europea

- Directiva 2004/8/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de febrero de 2004 relativa al fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil en el mercado interior. Disponible en World Wide Web: www.suelosolar.com (Consultado: 03/11/2009).

España

- Ley 54/1997 del Sector Eléctrico de 27 de Noviembre de 1997. Disponible en World Wide Web: <http://www.boe.es>. (Consultado 03/11/2009).
- Real Decreto 616/2007 sobre fomento de la cogeneración de 11 de mayo de 2007. Disponible en World Wide Web: www.noticias.juridicas.com (Consultado: 20/12/2009).
- Real Decreto-Ley 7/2006 «Por el que se adoptan medidas urgentes en el sector energético». Publicado el 23 de junio de 2006. Disponible en World Wide Web: www.noticias.juridicas.com (Consultado: 20/12/2009).

Colombia

- Ley 143/1994 del Servicio Eléctrico. Disponible en World Wide Web: <http://www.cba.ufl.edu> (Consultado 09/11/2009).
- Resolución 005 de 2010 «Por la cual se determinan los requisitos y condiciones técnicas que deben cumplir los procesos de cogeneración y se regula esta actividad». Publicada en el Diario Oficial No. 47. 12 de febrero de 2010. Disponible en World Wide Web: <http://www.faolex.fao.org>. (Consultado: 20/03/2010).
- Resolución 170 «Por la cual se aclara el alcance de la Resolución CREG-085 de 1996». Publicada en el Diario Oficial el 29 de septiembre de 1998. Disponible en World Wide Web: <http://www.faolex.fao.org>. (Consultado: 09/11/2009).
- Resolución 85/1996 por la cual se reglamentan las actividades del Cogenerador conectado al Sistema Interconectado Nacional de 15 de octubre de 1996 Disponible en World Wide Web: <http://www.superservicios.gov.co> (Consultado 9/03/2010).

Perú

- Decreto Supremo No 037-2006-EM. Publicado en el Diario Oficial “El Peruano” el 7 de Julio de 2006. Disponible en World Wide Web: <http://www2.osinerg.gob>. (Consultado: 20/12/2009).
- Decreto Supremo N° 064-2005-EM Reglamento de Cogeneración de 29 de diciembre de 2005. Disponible en World Wide Web: <http://www.minem.gob.pe> (Consultado 03/11/2009).
- Ley de Concesiones Eléctricas de 6 de noviembre de 1992. Disponible en World Wide Web: <http://www.minem.gob.pe> (Consultado 03/11/2009).
- Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas. Disponible en World Wide Web: <http://www.minem.gob.pe> (Consultado 03/11/2009).

Ecuador

- Ley de Régimen del Sector Eléctrico de 10 de octubre de 1996. Disponible en World Wide Web: <http://www.conelec.gov.ec> (Consultado 09/11/2009).
- Regulación N° 001/09 sobre la participación de los autogeneradores a través de la cogeneración. Disponible en World Wide Web: <http://www.conelec.gov.ec> (Consultado 09/11/2009).

Otros documentos consultados:

- Anteproyecto de Acuerdo del Consejo de Ministros sobre Lineamientos para la promoción y desarrollo de las Fuentes Renovables de Energía.
- Anteproyecto de Ley Eléctrica. 2 de septiembre de 2009. MINBAS. Ciudad de La Habana, Cuba, 2 de Septiembre de 2002.
- Proyecto de Ley de fomento de tecnologías limpias destinadas a la provisión de energía eléctrica, como producto principal.