Capítulo 1. RESUMEN EJECUTIVO

1.1 Introducción

La generación eléctrica en Puerto Rico, tiene una gran dependencia del combustible derivado del petróleo. Aunque se han realizado avances en la diversificación de sus combustibles para generar electricidad, la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE) requiere una mayor diversificación de sus combustibles, de manera que tenga la flexibilidad de utilizar fuentes alternas y renovables de energía.

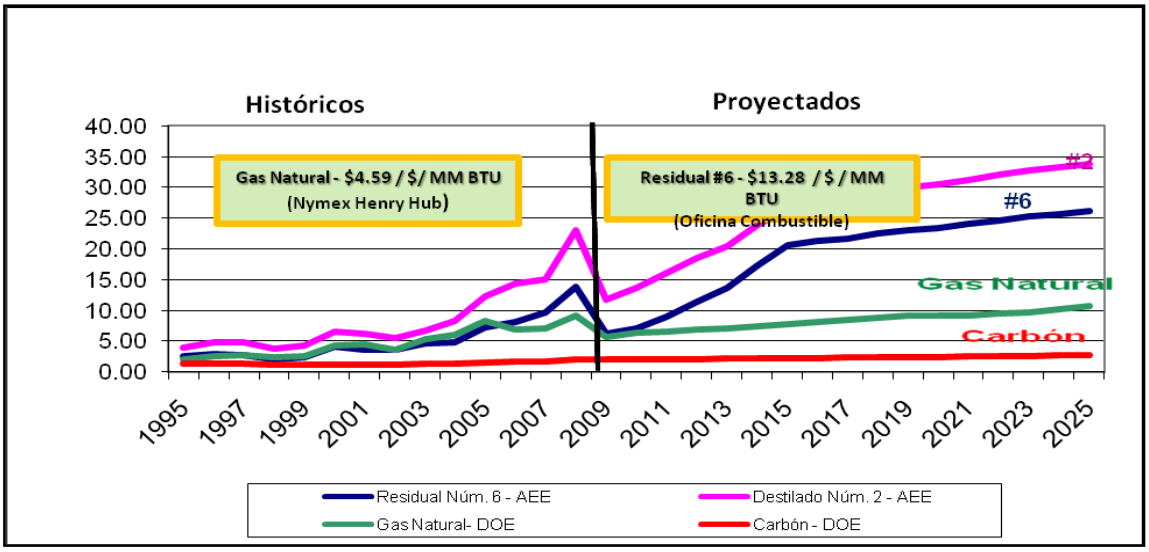
La Junta de Gobierno de la AEE aprobó Nuestro Plan Estratégico Corporativo 2009 - 2012, el 28 de agosto de 2009. Este Plan estableció el uso de fuentes alternas de energía para reducir el costo de la electricidad. A esos fines, se identificó el uso del gas natural como la alternativa más rápida, viable y ambientalmente segura, que a su vez, añadiría capacidad generatriz al sistema eléctrico, al reducir los costos de operación y mantenimiento requeridos para lograr un cumplimiento ambiental sostenido. El gas natural es uno de los combustibles alternos considerados para el criterio de diversificación, ya que es un combustible más limpio, con un precio histórico y proyectado más bajo que el destilado liviano Núm. 2 (Diesel). En cuanto al precio del residual Núm. 6 (Bunker C), históricamente fue similar al del gas natural hasta el 2005 cuando el precio del gas natural comenzó a bajar en comparación con el del Bunker C. Este costo más bajo del gas natural contribuye a reducir los costos de mantenimiento. Además, existen extensas reservas de gas natural confirmadas en diferentes partes del mundo. Todo lo anterior como una alternativa de transición a la utilización efectiva de fuentes de energías renovables en un futuro cercano.

Actualmente, la diversificación de combustible en Puerto Rico se compone de 69% a base de derivados del petróleo, 1% a base de recursos de agua, 15% a base de gas natural (Cogeneradora EcoEléctrica, Peñuelas) y 15% a base de carbón (Cogeneradora AES, Guayama).

La ventaja ambiental del uso del gas natural, en comparación con el carbón o con el petróleo, es que las emisiones de dióxido de azufre son ínfimas y que los niveles de óxidos de nitrógeno (NO_x) y dióxido de carbono son menores. Una mayor utilización de esta fuente de energía permitirá limitar los impactos negativos sobre el ambiente, tales como: lluvia ácida, la niebla fotoquímica y el calentamiento global.

La gráfica que aparece a continuación demuestra la tendencia del costo de los combustibles, durante los últimos 30 años. La misma refleja la tendencia alcista en el costo de los combustibles, a partir de los años 1999 y 2000, con excepción

del carbón, cuyas reservas son abundantes y no es susceptible a condiciones políticas y socioeconómicas del exterior. Además, refleja que a partir del 2009 el precio del gas natural se mantiene más bajo que el del Bunker C y el del Diesel, debido a que los Estados Unidos implantaron una política pública doméstica intensa para promover la producción de gas natural a partir de fuentes no convencionales. Entre las mismas están las conocidas como *shale* y *coalbed methane*.[1] Además, recientemente se descubrieron varios yacimientos de gas natural en Estados Unidos y a nivel mundial, lo que aumenta la disponibilidad del producto y mantiene una tendencia estable de los precios para años futuros.



1.2 Acción Propuesta

Vía Verde es un proyecto prioritario del Gobierno de Puerto Rico. Mediante este proyecto se propone construir unas 92 millas de tubería de acero de 24 pulgadas de diámetro, para transportar gas natural en su estado gaseoso, desde las instalaciones de la EcoEléctrica en Peñuelas, hasta las centrales de Cambalache, Palo Seco y San Juan, en Arecibo, Toa Baja y San Juan, respectivamente. El proyecto contempla convertir estas unidades, que actualmente utilizan combustible Diesel y Bunker C, para que también generen electricidad con gas natural, utilizando una combinación de ambos combustibles (*dual fuel*). Este proyecto da continuidad al esfuerzo y compromiso con el pueblo de Puerto Rico de proveer el servicio de energía eléctrica a un menor costo.

[1] http://www.eia.doe.gov/emeu/steo/pub/special/pdf/2009_sp_02.pdf

La Central Cambalache se compone de tres turbinas de combustión. La capacidad instalada de producción de energía de esta central es de 249 megavatios (MW, en inglés). Actualmente, utiliza combustible Diesel con un contenido de azufre no mayor de 0.15%.

La Central Palo Seco se compone de cuatro unidades de vapor con una capacidad instalada de producción de energía de 602 MW. Actualmente utiliza Bunker C con un contenido de azufre no mayor de 0.5%. Además, cuenta con un bloque de energía (*power block*), que consta de seis turbinas de gas con una capacidad instalada de producción de energía de 132 MW. Este bloque utiliza combustible líquido Núm. 2, mejor conocido como destilado liviano, con un contenido de azufre no mayor de 0.5%.

La Central San Juan se compone de cuatro unidades de vapor con una capacidad instalada de producción de energía de 400 MW. Actualmente utiliza Bunker C con un contenido de azufre no mayor de 0.5%. Además, desde el 2008, cuenta con dos unidades de ciclo combinado, que en su modo de ciclo combinado, tiene una capacidad de 464 MW. También, puede operar en su modo de ciclo sencillo, donde cada turbina de combustión provee para una capacidad de hasta 165 MW, aproximadamente. Actualmente, este ciclo combinado utiliza combustible Diesel con un contenido de azufre no mayor de 0.05%.

La acción propuesta requerirá la utilización de gas natural como combustible primario y Diesel o Bunker C, según sea el caso, como combustible secundario. Será necesario realizar cambios e instalación de varios componentes, para que las unidades puedan quemar gas natural. Cada unidad requerirá la instalación, en la cámara de combustión, de boquillas que permitan quemar ambos combustibles y otros sistemas complementarios.

La construcción del proyecto se contratará. El contratista será responsable de presentar un plan de trabajo que incluya construcción e itinerarios, y programas de salud y seguridad que se implantarán durante la construcción. Aunque no existe reglamentación, federal ni estatal, que establezca una distancia de despejo respecto a edificaciones, la AEE establecerá una servidumbre de 150 pies a lo largo de toda la alineación para propósitos de mantenimiento. Esta servidumbre se conocerá como servidumbre de mantenimiento y podrá reducirse o aumentarse en aquellas áreas que haya limitaciones de espacio o situaciones particulares. No obstante, dentro de esos 150 pies, se mantendrá libre de vegetación de raíces profundas y de cualquier edificación una servidumbre de operación de 50 pies. El remanente de la servidumbre de mantenimiento podrá reforestarse de forma natural o por medio de algún plan de mitigación, según coordinado con las agencias concernidas. Además, en la servidumbre de mantenimiento se permitirá el uso y disfrute de la misma por su titular, sujeto a que éste tramite y obtenga la autorización de la AEE para conducir las actividades que se desarrollarán dentro de dicha servidumbre. Las trincheras serán de 5 a 6 pies de profundidad y de 4 a 5 pies de ancho. La cubierta mínima sobre el tope de la tubería será de 3 pies. El material excavado se utilizará para cubrir la tubería.

Técnica *HDD*

Los cruces de carreteras principales se harán mediante el método de perforación (*boring*) por debajo de la carretera. En las áreas de cruces de carreteras la servidumbre durante la construcción podrá sobrepasar los 150 pies que se utilizarán en las excavaciones normales. La tubería se instalará a un mínimo de 4 pies debajo de la carretera. Estos tramos de tubería están diseñados para tolerar los pesos asociados a la carretera y los vehículos que transitan por la misma. Donde haya cruces de carreteras, en los cuales aplique o se utilice el método de trinchera abierta, se seguirán las recomendaciones de la Autoridad de Carreteras con respecto al tipo de material que debe utilizarse para la reparación y los procedimientos que deben seguirse para control de tránsito según se establezcan en el Plan de Manejo de Tránsito aprobado.

Además, para cruzar algunos cuerpos de agua y algunas carreteras, se utilizará el método de barrenado horizontal directo (*HDD*, por sus siglas en inglés). En estas áreas, la servidumbre será de 100 a 300 pies en la entrada y la salida de la tubería. El HDD se considera un método de cruce "seco" porque no interfiere con el flujo del cuerpo de agua, ya que la perforación se hace por debajo del lecho del cuerpo de agua.

Servidumbre Restaurada

Las áreas afectadas por los trabajos de construcción se restaurarán según su naturaleza y los requisitos del proyecto. Los terrenos agrícolas podrán utilizarse para la siembra, siempre y cuando no se siembren cultivos con raíces profundas y se mantengan los marcadores de la tubería en su lugar. La vegetación que se impacte o remueva en los humedales se mitigará una vez concluida la construcción, según lo requieran los planes de mitigación solicitados por las agencias reguladoras. Otras áreas con vegetación que no posea raíces profundas podrá reponerse de igual forma. Esto ayudará al control de la erosión en la servidumbre resultante. No obstante, en las áreas boscosas la servidumbre de operación deberá mantenerse libre de vegetación.

La tubería es el equipo más importante de este proyecto. Tiene una vida útil de 50 años. La misma se diseñará de acuerdo a los factores de diseño establecidos en el Código de Reglamentos Federales (*CFR, por sus siglas en inglés*) 49 CFR 192 y del estándar 5L del *American Petroleum Institute*. Los representantes de la AEE o una entidad designada inspeccionarán el proceso de fabricación de la tubería antes de su uso para la construcción. La AEE contratará un inspector para que evalúe el proceso de fabricación, por el tiempo que dure el mismo. Una vez termine el proceso de fabricación, se requerirá la certificación correspondiente, junto a los resultados de los análisis requeridos que se realizaron en la tubería.

Entre las pruebas que se realizan en la tubería después de su fabricación están: análisis químico, pruebas de impacto, dureza, hidrostática y soldadura. Para prevenir la corrosión, a la tubería se le aplicará un revestimiento externo y tendrá además, un sistema de protección catódica. A la tubería que se utilizará para atravesar cuerpos de agua y carreteras, se le aplicará un segundo revestimiento, *Tough Coat* sobre el *Fusion Bonded Epoxy (FBE)*, para protegerlo cuando la tubería se hale de un lado a otro. La protección catódica se instalará según el 49 CFR 192.

El flujo de gas será a una presión de 650 libras por pulgada cuadrada (psi). La tubería y todos los equipos auxiliares se diseñarán para tolerar esta presión y

hasta una presión de 1450 psi. La soldadura de las diferentes secciones también tolerará esta presión de 1450 psi. Para controlar la calidad de la soldadura, la primera etapa es la selección de los soldadores. Los soldadores deben estar adiestrados y certificados para el tipo de soldadura que se utilizará. Para esto, deben completar un adiestramiento en el que preparen una serie de soldaduras utilizando el mismo tipo de tubería y soldadura que se utilizará en el proyecto, antes de comenzar el mismo. La segunda etapa para establecer control de calidad es el uso de inspección visual y de rayos X para detectar fallas en la soldadura. Si se detectan fallas, la soldadura se repara o se corta dicho segmento y se hace una nueva soldadura, la cual se someterá posteriormente al mismo protocolo.

Las válvulas aisladoras se colocarán de acuerdo a lo requerido por la reglamentación aplicable respecto a la Clase por Localización. En caso de emergencias, o para realizar reparaciones, las válvulas se cerrarán para aislar el tramo afectado del resto de la tubería. (Para ver la localización de las estaciones de válvulas refiérase al Capítulo 5, Sección 5.1)

Se preparará un Plan de Inspección y Mantenimiento que cubrirá la tubería, metros de flujo, válvulas y otros equipos auxiliares. La inspección de los equipos se realizará según las recomendaciones del fabricante. Copias de este Plan se mantendrán en las centrales de Cambalache, Palo Seco, San Juan y en la Planta de EcoEléctrica. (Ver Sección 5.8.2 k)

La AEE ampliará su programa de patrullaje existente para incluir el sistema de tuberías objeto de esta Declaración de Impacto Ambiental (DIA) para observar condiciones en la servidumbre que puedan afectar la integridad de la tubería. Esto incluye, entre otras, actividades de excavación, construcción y siembras no aprobadas. También, se observará para evidencia de escapes. La frecuencia del patrullaje se determina de acuerdo a la clase por localización, el diámetro de la tubería, presión de operación, topografía, condiciones del tiempo y otros factores de relevancia. No obstante, los intervalos entre patrullajes nunca serán mayores de los que establece la reglamentación aplicable.

Una vez se construya la línea, se colocarán marcadores a través del trayecto de unas 92 millas para alertar al público sobre la presencia de la misma. Es importante que el público se sienta confiado porque tiene conocimiento de los controles que se establecen, desde que se selecciona la alineación hasta que comienza la operación del proyecto. También es importante que estén educados con respecto a las acciones que pueden tomar para contribuir a mantener el proyecto operando de una manera segura.

Para esto, la AEE implantará un plan de información pública. Esto incluirá foros profesionales como el Colegio de Ingenieros, Cámara de Comercio, Asambleas Legislativas y foros de público en general, entre otros. Además de charlas, se utilizarán las emisoras de radio, periódicos locales, regionales y portal

electrónico para divulgar información. La AEE trabajará en conjunto con la Comisión de Servicio Público, la Oficina de Gerencia de Permisos, y con los municipios para establecer un mecanismo de control de excavaciones en áreas donde puedan afectar la tubería. Una vez se marque la alineación de la tubería, la AEE asignará a un inspector para que esté presente por la duración de la excavación.

1.3 Organización de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA)

El Capítulo 2 de este documento incluye la justificación del proyecto. El proyecto se fundamenta en la estabilización y/o reducción de costos energéticos para el país y el beneficio ambiental de la sustitución de los combustibles Diesel y Núm. 6 por gas natural.

La descripción del ambiente en la zona en que se construirá el proyecto se discute en el Capítulo 3. Vía Verde cruzará por los municipios de Peñuelas, Adjuntas, Utuado, Arecibo, Barceloneta, Manatí, Vega Baja, Vega Alta, Dorado, Toa Baja, Cataño, Bayamón y Guaynabo. Este capítulo presenta una descripción de, entre otras, especies de flora y fauna; clasificación y descripción de las formaciones geológicas; uso y zonificación de los terrenos; sistemas naturales y artificiales característicos del área donde será el proyecto; la infraestructura encontrada en la trayectoria de la tubería y el Estudio Arqueológico, Fase IA.

El Capítulo 4 analiza en detalle las alternativas evaluadas. Entre dichas alternativas se consideraron alineaciones terrestres para una tubería de gas natural, la utilización de un sistema de barcazas y boyas para recibir, regasificar, almacenar y proveer gas natural, la construcción de una terminal de recibo y regasificación de gas natural licuado y el uso de fuentes de energía renovable. Además, se analizó la alternativa de No Acción. Para la alternativa de la alineación terrestre se consideraron tres alineaciones para cada uno de los dos tramos en que se dividió el proyecto: tramo sur norte y tramo oeste este.

El Capítulo 5 contiene la descripción detallada del proyecto. Éste incluye los aspectos de construcción y operación, tomando en cuenta los requisitos del CFR, Título 29, Parte 1910 y 1926 para la seguridad durante la construcción; los factores de diseño establecidos en el 49 CFR 192 y el estándar 5L del *American Petroleum Institute*, para la construcción del proyecto, así como la fabricación y protección de la tubería.

El Capítulo 6 analiza y presenta las medidas para atender los impactos del proyecto, considerando como primera opción evitar los impactos. De ser inevitable el impacto, se busca su minimización y se presenta la mitigación a seguir. Durante la etapa de estudio y agrimensura se trató, en lo posible, de mantener distancias prudentes de las comunidades, evadir áreas de valor ecológico, y de evitar impactos significativos a la agricultura. Para esto, se

realizaron cambios en la alineación original y se consultó con las agencias reguladoras para recibir sus recomendaciones antes de que se determinara una alineación final. En la mayoría de los casos, se implantarán medidas para minimizar los efectos negativos que puedan desarrollarse durante la fase de construcción. En otros casos, y por la naturaleza del proyecto, el impacto que no se pueda minimizar tendrá que mitigarse, para atender la pérdida de hábitat en dichas áreas. Como parte de los esfuerzos para evitar o minimizar los impactos de la construcción, el proyecto tendrá un coordinador ambiental que se encargará de atender los asuntos de impacto ambiental del proyecto.

El Capítulo 7 incluye un estudio socioeconómico dirigido a determinar si el impacto que tendrá la acción propuesta es uno de tratamiento justo para todo grupo de personas.

El Capítulo 8 se relaciona con los municipios y agencias, estatales y federales, consultados y con los que se les circuló la DIA con el propósito de obtener sus comentarios y recomendaciones, un resumen de los comentarios que presentaron y la contestación de la AEE a los mismos.

1.4 Conclusiones de Mayor Relevancia

El proyecto Vía Verde surge de la necesidad de modernizar nuestra infraestructura eléctrica, diversificar las fuentes de combustible y de reducir los costos de producción de electricidad en Puerto Rico, así como las emisiones al ambiente. El uso de gas natural es la opción más viable que requiere el menor tiempo de implantación, ya que en el área sur se encuentra la terminal de recibo de gas natural propiedad de EcoEléctrica. Además, se propone su uso como una transición a la utilización efectiva hacia las distintas fuentes de energía renovable.

El proyecto impactará de forma positiva, aunque temporal, la economía de los municipios. Se generarán entre 1,000 y 1,200 empleos directos temporeros y unos 4,000 a 4,500 indirectos. También, beneficiará a los comercios, hoteles, establecimientos de arrendamiento de equipo pesado y vehículos livianos, entre otros que queden a lo largo de la alineación.

De acuerdo al análisis de los aspectos que se discuten en esta DIA, concluimos que la construcción de Vía Verde tiene un impacto ambiental significativo debido a la extensión territorial que abarca y la diversidad de áreas que atraviesa. Prácticamente la totalidad de los mismos ocurrirá durante la construcción. Sin embargo, estos impactos se atenderán bajo la reglamentación ambiental estatal y federal aplicable, para minimizar, y en los casos necesarios, mitigar los mismos.

La realidad económica presenta grandes retos para atender la tendencia alcista de los costos de combustible, en especial los derivados de petróleo. Además,

dichos costos presentan picos no planificados que impactan de forma significativa nuestra economía. Estos costos se afectan también por cada conflicto que surge en las áreas de mayor disponibilidad actual del combustible y por factores impredecibles como los desastres naturales, entre otros.

Vía Verde proveerá un mecanismo para aliviar la carga económica que representa el alto costo de los combustibles derivados del petróleo y permitirá el uso de un combustible ambientalmente más limpio, que propiciará mejor calidad de vida, en una transición ordenada al uso de las fuentes renovables de energía.

La construcción de Vía Verde representa beneficios para toda la población y está a tono con el Programa de Gobierno del Honorable Luis G. Fortuño, que indica que promoveremos el uso de fuentes alternas de energía, y con la misión de la AEE de proveer al pueblo de Puerto Rico de energía eléctrica eficiente, confiable y al menor costo posible; que aporte a su calidad de vida e impulse el desarrollo económico en armonía con el ambiente y la salud. Vía Verde está en cumplimiento con las políticas energéticas promulgadas por el Presidente de los Estados Unidos en lo relacionado con la necesidad de utilizar fuentes de energía alternas al petróleo.

Capítulo 2. MEMORIAL EXPLICATIVO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La Ley Núm. 83 de 2 de mayo de 1941, creó la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE) con el propósito de conservar, desarrollar y aprovechar las fuentes fluviales y de energía de Puerto Rico, para el beneficio del pueblo en la forma económica más amplia, e impulsar el bienestar general y aumentar el comercio y prosperidad de nuestro país.

Desde su comienzo, la AEE depende mayormente de combustibles derivados de petróleo para la generación de energía eléctrica, aunque en sus inicios una parte considerable de su capacidad generatriz se obtenía de las fuentes hidráulicas (energía hidroeléctrica). En la actualidad, aunque se mantiene la generación a partir de dichas fuentes hidráulicas, el 99% de la generación de electricidad de la AEE se obtiene del petróleo.

El aumento desmedido e impredecible en el costo de los combustibles líquidos impacta y encarece el costo de la electricidad en Puerto Rico y afecta en gran manera el desarrollo económico de nuestra isla. Lo anterior a su vez incide e incrementa el costo de vida de la familia puertorriqueña, los costos de manufactura, de la industria y el comercio del país, lo que nos hace menos competitivos en una economía global. También hay que resaltar que Puerto Rico se rige por la Ley Federal de Aire Limpio, y esta ley requiere cambios sustanciales en los por cientos de contaminantes que se pueden permitir en el combustible con el fin de proteger nuestro ambiente y propiciar una mejor calidad de vida a nuestros ciudadanos.

Para controlar y reducir el alto costo de la electricidad y cumplir con su propósito de ley, el 28 de agosto de 2009, la AEE aprobó Nuestro Plan Estratégico Corporativo 2009 - 2012. Este Plan incluye los siguientes parámetros, entre otros:

- Añadir fuentes alternas de energía para reducir el costo del combustible
- Proteger el ambiente
- Colaborar con todo esfuerzo para mejorar la calidad de vida en la sociedad puertorriqueña

Para alcanzar estas metas, la AEE decidió que la construcción de un sistema de transferencia de gas natural era importante y requerido para diversificar los combustibles que se utilizan en las centrales Cambalache, Palo Seco y San Juan; y al mismo tiempo reducir los costos de operación y mantener un cumplimiento ambiental sostenido, ya que el gas natural es un combustible más limpio que los utilizados en la actualidad.

Antes de que se formalizara el Plan Estratégico, la AEE comenzó con la diversificación de combustibles por medio de la otorgación de contratos de producción de electricidad a cogeneradoras que utilizaban combustibles distintos a los utilizados por la AEE en esos momentos. Como resultado de esta acción, en marzo de 2000, la cogeneradora

EcoEléctrica en Peñuelas comenzó su producción comercial con gas natural y en noviembre de 2002, AES en Guayama comenzó su producción a base de carbón, con la tecnología conocida por carbón limpio.

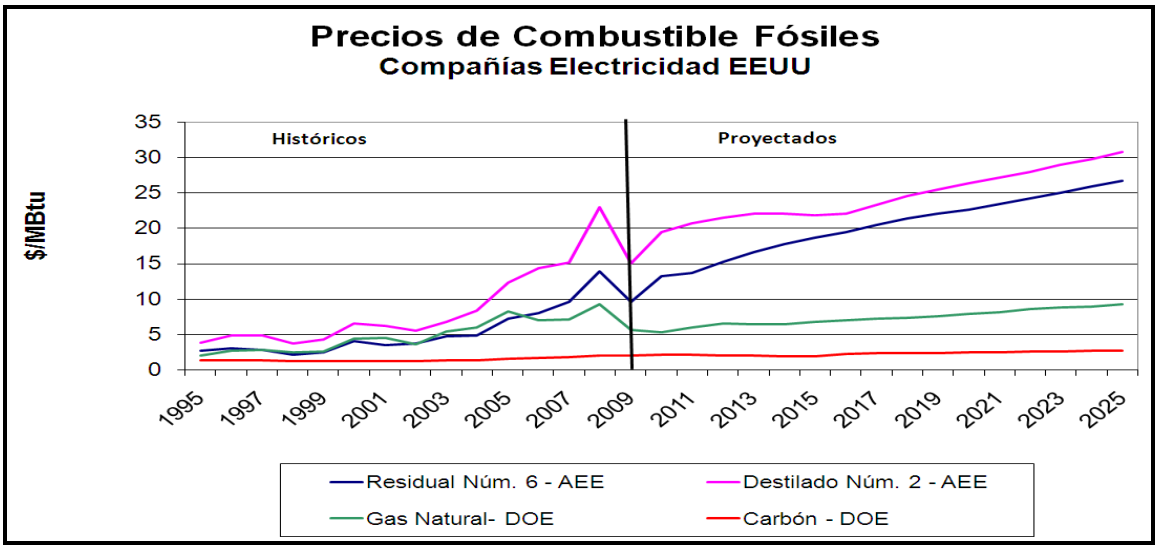
En la actualidad y debido a la inestabilidad de los costos de combustibles derivados del petróleo, es la intención de la AEE comenzar a diversificar los combustibles que utiliza en sus unidades generatrices. La diversificación consta en añadir la capacidad a las unidades generatrices de utilizar un nuevo combustible, pero a la misma vez mantener la capacidad de utilizar los combustibles que se usan actualmente. En estos momentos, se propone el uso primario del gas natural y de los combustibles derivados de petróleo como combustibles secundarios, debido a la economía que representa el uso del gas natural. No obstante, al retener la capacidad de utilizar cualquiera de los dos combustibles, la AEE crea una herramienta para responder ante las posibles crisis en los mercados de estos combustibles, aunque según las proyecciones del Departamento de Energía Federal, el gas natural debe permanecer como la alternativa más económica, limpia y viable por los próximos 15 años.

Es por esto que la AEE considera que el gas natural es la alternativa más rápida, viable y ambientalmente segura para reducir el costo de la generación de energía eléctrica, sin afectar el sistema eléctrico. Las razones principales que sustentan esta determinación son las siguientes:

1. En Puerto Rico hay una terminal de recibo de gas natural licuado en la EcoEléctrica, la cual está ubicada en el Municipio de Peñuelas. Ésta es una de ocho terminales de importación de este producto que existen en todos los Estados Unidos. En adición a lo anterior, existen unas seis terminales de exportación, también en los Estados Unidos. De hecho, existe una en Alaska, estado que cuenta con alta incidencia de actividad sísmica. Esta terminal tiene la capacidad de recibo y proveer el gas necesario para que la AEE ejerza su discreción para aumentar su flexibilidad operacional al poder seleccionar en qué central y en qué momento utiliza el gas natural. En alguno de estos escenarios se requerirán modificaciones menores en la EcoEléctrica.

2. Según la Gráfica 2.1, la cual preparó la AEE con los datos obtenidos de la página de internet de la Administración de Información Energética (http://www.eia.doe.gov), el precio histórico y proyectado del gas natural, de acuerdo a datos publicados por la Oficina de Energía Federal, es más bajo que el del destilado liviano (Núm. 2), que es el combustible más costoso que utiliza la AEE. Además, la proyección indica que el gas natural será más barato que el residual Núm. 6, que históricamente tenía un precio similar o más bajo que el gas natural en el pasado.

Gráfica 2.1



3. Se reducen los costos de mantenimiento de las unidades porque el gas natural es un combustible más limpio. (Ver Capítulo 4, Sección 4.4.)

4. Las unidades existentes están preparadas, o se pueden modificar sin afectar su capacidad generatriz para utilizar gas natural como combustible principal.

5. El gas natural es un combustible más limpio, y ayudará a la AEE a mantener el cumplimiento sostenido con los reglamentos ambientales para la protección del ambiente, para alcanzar la reducción de emisiones de productos de combustión más grande y significativa en la historia de nuestra isla. (Ver Capítulo 6, Sección 6.18.)

6. La tecnología para generar energía con gas natural está desarrollada y probada a nivel mundial. Al final de este capítulo se presentan datos que demuestran el uso del gas natural en los Estados Unidos, tales como la cantidad de tuberías y los terminales para gas natural. Además, se presenta una tabla de la que se concluye que cerca del 25% de la generación de electricidad en los Estados Unidos se logra a base de gas natural.

7. Existen reservas confirmadas en diferentes partes del mundo. La página de internet del Departamento de Energía Federal (DOE) tiene la información más actualizada sobre la disponibilidad de las reservas de gas natural en el mundo en la dirección electrónica, según recuperada el 21 de octubre de 2010: http://tonto.eia.doe.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=3&pid=3&aid=6. De los datos allí incluidos se desprende que en la mayoría de las regiones del mundo hay reservas de gas natural que en el presente ascienden a unos 6,609.346 trillones de pies cúbicos. Además, se aprecia que existen proveedores de este gas tan cercanos a Puerto Rico, como Trinidad y Tobago.

> La AEE, mediante los procesos dispuestos por ley y por sus reglamentos, procurará la compra del gas natural de los proveedores disponibles en el mercado de manera que su costo sea el más económico, siempre en cumplimiento con las especificaciones de calidad del mismo.

Otro de los factores que afectan el costo de vida de nuestra sociedad y que impacta de forma directa nuestra economía, está relacionado con los cambios súbitos ("shocks") en los costos de combustibles. Según el doctor en economía, Profesor Elías Gutiérrez, Director de la Escuela Graduada de Planificación de la Universidad de Puerto Rico, sufrimos el efecto acumulativo de "los shocks recibidos por la economía de Puerto Rico a consecuencia de su dependencia en la importación de petróleo para la generación de energía eléctrica." Además, dice que la "estructura de mercado vigente en Puerto Rico, en lo que se refiere a fuentes de energía, se encuentra distorsionada por varios factores que inciden sobre la oferta y demanda. El factor más reconocido consiste en nuestra ausencia de diversidad (de fuentes de energía) y dependencia extrema en el petróleo como fuente principal para generar electricidad y en la gasolina para la transportación." El doctor Gutiérrez concluye que existe una correlación inversa entre los aumentos súbitos en el precio del crudo y la tasa de crecimiento real de la economía. Además, concluye que lo más notable de su análisis es que "luego de cada "shock" la economía de Puerto Rico no ha logrado alcanzar el ritmo de crecimiento promedio del período anterior. De ahí la tendencia secular al estancamiento que se observa en la tasa de crecimiento del producto real. Por ende, la insuficiencia en la capacidad para elevar el estándar de vida ha ido intensificándose con cada golpe." Finalmente, concluye que desde "el punto de vista de planificación estratégica, no puede llegarse a otra conclusión que no sea que la economía de Puerto Rico no es viable, a no ser que reduzca dramáticamente su vulnerabilidad a los "shocks" del mercado de petróleo crudo."[1]

También es una realidad que Puerto Rico confronta una crisis energética. Esta crisis tiene tres componentes principales: los cambios súbitos de costo de los combustibles derivados de petróleo, las emisiones de contaminantes y la necesidad de rehabilitar y modernizar los equipos que están muy cercanos a alcanzar su vida útil, lo que obliga a la AEE a implantar modificaciones operacionales que extiendan dicha vida útil.

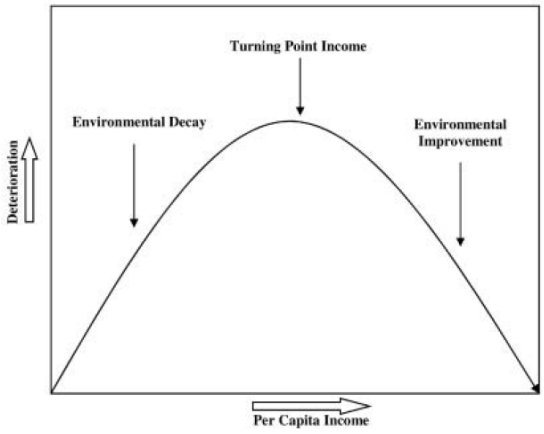
La AEE es vulnerable a las variaciones del mercado de los combustibles derivados de petróleo, esto afecta la economía de la isla, lo que afecta la calidad de vida de los puertorriqueños. Además, la mayoría de las unidades generatrices de la AEE están cercanas a satisfacer su vida útil, por lo que la conversión a gas natural de dichas unidades permitirá la actualización y extensión de la vida útil de estas unidades, al rehabilitarlas con nueva tecnología. Lo que a su vez, aumentará la disponibilidad y eficiencia del sistema eléctrico. La AEE adoptó la diversificación de combustibles como

[1] Todas las citas en este párrafo surgen del documento "Comentarios en reacción a la conferencia "Transición a una Estructura de Utilización de Energía y Producción que Permita Eficiencia y Crecimiento a Ritmo Sostenible" por Gerrit Jan Schaeffer", redactado por el Dr. Elías R. Gutiérrez, 19 de febrero de 2010.

una herramienta para acelerar la transición, por medio del uso del gas natural, hacia el uso efectivo de fuentes de energía renovable.

Por todo lo antes expuesto, y ante la crisis energética que confronta Puerto Rico, la AEE decidió realizar el proyecto de interés público para cumplir con sus esfuerzos de diversificación de sus fuentes de generación de electricidad por medio del uso de gas natural, como una transición al uso efectivo de fuentes renovables de energía en el futuro. Este esfuerzo se denominó Vía Verde. El mismo es una de las herramientas necesarias para atender la emergencia en cuanto a la infraestructura de generación de energía eléctrica que decretó el Honorable Luis G. Fortuño Burset, en la Orden Ejecutiva OE-2010-034, al amparo de la Ley 76 de 5 de mayo de 2000. Además, es esencial para cumplir con el compromiso de su programa de trabajo de disminuir el costo de la energía eléctrica como una herramienta para fortalecer la economía de Puerto Rico.

Se destaca que el fortalecimiento de la economía puertorriqueña resulta relevante para el mejoramiento del ambiente. Esto es así, si consideramos la interpretación que le han dado los economistas desde 1991 a la Curva de Kuznet, que se ilustra a la izquierda. La curva de Kuznet establece que a bajos niveles de ingreso per cápita, correspondiente a las economías preindustriales o agrarias, se puede esperar una condición ambiental prístina. No obstante, esta teoría sugiere que según progresa el desarrollo y la industrialización, la condición ambiental se deteriora debido al incremento en el uso de recursos naturales, emisiones de contaminantes, la operación de tecnologías poco eficientes, enfoque cultural en la producción de lo material, e ignorancia de las consecuencias ambientales de ese desarrollo. Sin embargo, según aumenta el crecimiento económico y aumenta la expectativa de vida, los recursos naturales se tornan más valiosos. Así se crean tecnologías más limpias y hay más disponibilidad para proteger el ambiente. De ese punto en adelante, en la medida en que se fortalece la economía, se mejora la calidad del ambiente.



Si aplicamos el análisis de la Curva de Kuznet a la situación económico/ambiental de Puerto Rico, se puede concluir que dicha situación se encuentra en algún punto posterior a la cúpula de la curva, por lo que si se fortalece la economía, se obtendrá un mejoramiento en la calidad del ambiente. Al combinar el análisis del Dr. Elías R. Gutiérrez y la aplicación ambiental de la Curva de Kuznet, se infiere que una diversificación de combustibles en Puerto Rico, promovería el fortalecimiento de nuestra economía. Esto, a su vez, redundaría en un mejoramiento de la calidad del

ambiente, como consecuencia de la reducción drástica de contaminantes emitidos al ambiente.

El cambio a gas natural, además, resultará en una reducción significativa (entre un 25% a 30%) de las emisiones de bióxido de carbono. Un aumento en la concentración del bióxido de carbono en la atmósfera resulta en un aumento en la temperatura del globo terráqueo o calentamiento global. La disminución de emisiones, adquiere mayor importancia si consideramos que la nueva reglamentación de la Agencia de Protección Ambiental, que entrará en vigor en el 2020, requiere una disminución compulsoria de la cantidad de emisiones de ciertos contaminantes atmosféricos. Para alcanzar dicha reducción, la AEE vendría obligada a instalar equipos de control de emisiones, tales como Precipitadores Electrostáticos o Colectores de Sacos Múltiples (*Baghouses,* para remoción de materia particulada), convertidores catalíticos (para la remoción de óxidos de nitrógeno, NOx), y Lavador de Gases (*Scrubbers*, para la remoción de dióxido de azufre, SO_2). Estos equipos son sumamente costosos, lo que requeriría una gran inversión capital y resultaría en un aumento en el costo del kilovatio/hora. Además, estos equipos requieren de mucho espacio, lo que representa una dificultad para la AEE, ya que algunas de nuestras centrales no poseen el espacio necesario. La conversión de nuestras unidades para utilizar el gas natural, tendrá el impacto de reducir las emisiones a los niveles requeridos por esta nueva reglamentación, sin la necesidad de instalar estos equipos, a la vez de que proporciona un combustible más económico para la generación de electricidad.

En vista de todo lo anterior, la AEE propone la utilización de gas natural en su plataforma de producción de electricidad, por medio de la construcción del proyecto Vía Verde. Es importante enfatizar que Vía Verde constituye una transición ordenada hacia el uso de las fuentes de energía renovable en el futuro.

Este proyecto consiste en una tubería de gas natural, que cruza desde la terminal de EcoEléctrica ubicada en el Municipio de Peñuelas hasta las centrales Cambalache en Arecibo, Palo Seco en los municipios de Toa Baja y San Juan en el área de Puerto Nuevo. El gas se recibe en forma líquida en barcos cisterna y se almacena en un tanque específicamente diseñado para almacenar gas natural líquido. Luego, el gas natural líquido se regasifica, pasa por un metro de flujo y continúa, a una presión de 650 psi, por la tubería que lo transporta a las centrales.

La AEE tiene una capacidad de generación instalada de 5,002 MW. Las dos cogeneradoras pueden generar 961 MW. Esto da una capacidad de generación total de 5,963 MW (ver Tabla 2.1). Estas cantidades son instantáneas, es decir, que la AEE puede generar en cualquier momento dado esa cantidad de MW, ya sea en un instante o sostenidamente. La mayor parte de la electricidad se produce en el sur de Puerto Rico, en las centrales Costa Sur y Aguirre, ubicadas en el Municipio de Guayanilla y en el poblado de Aguirre, en el Municipio de Salinas, respectivamente. A esto se suman las dos cogeneradoras. En el pasado, el sur de Puerto Rico consumía más energía debido a la demanda de la industria petroquímica. Sin embargo, la salida

de esta industria y el crecimiento poblacional y comercial en el área norte, ocasionó un cambio en el patrón de consumo.

Tabla 2.1- Generación AEE

Generación Interna de la AEE			
Central	**Capacidad**	**Combustible Presente**	**Combustible con Proyecto Vía Verde**
San Juan	400MW	Residual Núm.6	Gas Natural
San Juan (CC)	464MW	Destilado liviano	Gas Natural
Palo Seco (3-4)	432 MW	Residual Núm. 6	Gas Natural
Aguirre	900MW	Residual Núm.6	
Aguirre (CC)	592 MW	Destilado liviano	
Costa Sur	1,184 MW	Residual Núm.6	
Cambalache	249 MW	Destilado liviano	Gas Natural
Turbinas de gas	462 MW	Destilado liviano	
Mayagüez	219 MW	Destilado liviano	
Hidroeléctricas	100 MW	Agua	
TOTAL	**5,002 MW**		**1,545 MW**

Cogeneradoras		
Central	**Capacidad**	**Combustible**
AES	454 MW	Carbón
EcoEléctrica	507 MW	Gas Natural
TOTAL	**961 MW**	

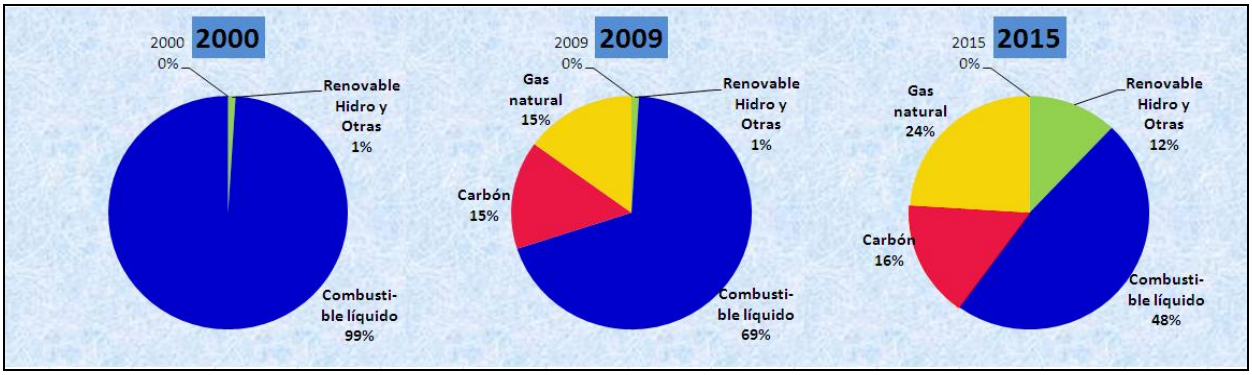
Aunque todavía se produce más energía en el sur, ésta se consume en mayor cantidad en el norte. Las líneas de transmisión que cruzan de sur a norte de nuestra isla están a capacidad y se necesitan más líneas para el despacho de energía hacia el área norte. A pesar de que en la actualidad existe un proyecto de mejora capital en progreso, mediante el cual se renueva un segmento y se construye un nuevo segmento de línea desde Costa Sur hasta Cambalache y hasta Aguas Buenas, estos proyectos toman mucho tiempo, y aún cuando se finalicen, no brindarán suficiente capacidad para conducir la energía que se produce en la costa sur.

A esto hay que añadir que las centrales del norte operan a capacidad reducida porque su operación es más costosa, especialmente las centrales Cambalache y el Ciclo Combinado de San Juan, que operan con destilado liviano como combustible, exclusivamente. Es importante enfatizar que éste es el combustible líquido más caro adquirido por la AEE en este momento.

Con la construcción del Proyecto Vía Verde, la AEE podrá aumentar la generación en el área norte y mejorar la confiabilidad del sistema eléctrico, reducir el costo de su operación al utilizar un combustible más barato, y mantener un cumplimiento sostenido con los reglamentos ambientales locales y federales al lograr reducciones significativas en las emisiones al ambiente. Además, el desarrollo del Proyecto de Vía Verde le dará mayor flexibilidad a la AEE de escoger los parámetros para trabajar en cada instalación, y con el combustible que permitan la generación más eficiente y económica de la electricidad y con menor impacto al ambiente.

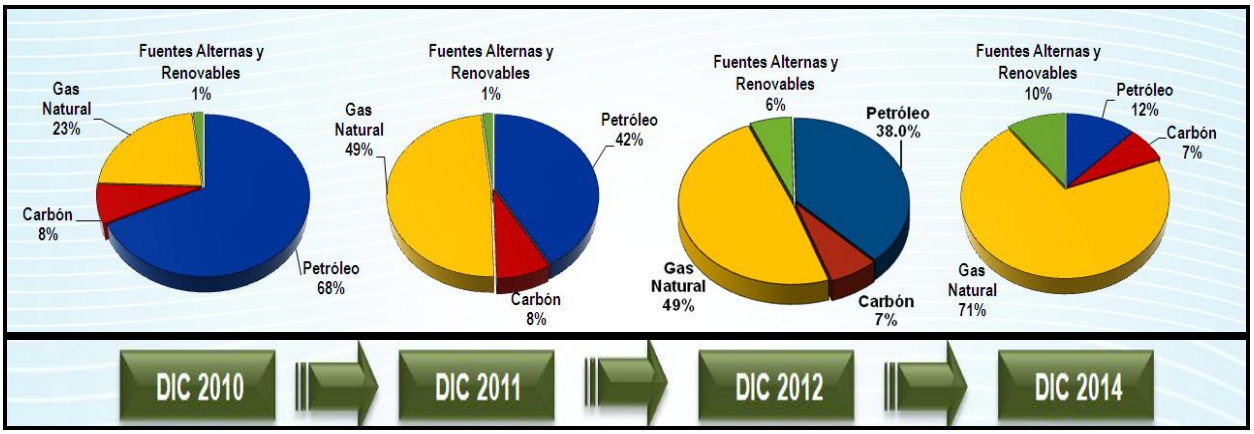
El Plan de Diversificación de Combustibles original sólo conllevaba la conversión de las unidades 5 y 6 de la Central Costa Sur y un nuevo Ciclo Combinado en esa misma central. No obstante, ante la crisis energética que confronta Puerto Rico, la AEE enmendó su Plan de Diversificación de Combustibles para acelerar la transición, por medio del uso del gas natural, hacia el uso efectivo de fuentes de energía renovable. De este modo, en la medida en que el uso del gas natural abarate los costos de la energía eléctrica, lo que a su vez impulsará la recuperación económica del país, nuestro sistema eléctrico estará en posición de promover el desarrollo e implantación de generación a partir de fuentes renovables de energía. La Figura 2.1, que aparece a continuación, muestra el Plan de Diversificación de Combustibles original, el cual no incluía el Proyecto Vía Verde. Es importante señalar que en la figura no se considera la generación de las plantas EcoEléctrica y AES.

Figura 2.1



La Figura 2.2 muestra el por ciento de la generación de electricidad de acuerdo a la fuente de donde proviene de acuerdo a nuestro Plan de Diversificación de Combustibles, según enmendado para incluir el Proyecto Vía Verde. Es importante señalar que esta figura considera la generación de las plantas EcoEléctrica y AES y la conversión de las unidades 5 y 6 de la Central Costa Sur.

Figura 2.1



Hay que destacar, en contraste, que la generación eléctrica en Estados Unidos se logra utilizando mayormente carbón, con 44.0% de la generación. El resto de las fuentes de energía utilizadas se compone de gas natural con 23%, petróleo con 1%, recursos de agua con 7%, nuclear con 20%, renovables 4% y otros con 1%.

Aunque Estados Unidos es uno de los consumidores de petróleo más grandes del mundo, éste se utiliza para la transportación y no para la generación de energía, como sucede en Puerto Rico. La AEE no puede continuar su operación fundamentada en el destilado liviano y el residual Núm.6. El alto costo de estos combustibles determina el costo de la electricidad y tiene un impacto significativo en todos los aspectos de la economía del país, según establecido por el Dr. Elías Gutiérrez en uno de sus escritos. El gas natural es la opción que representa mayor economía a corto y largo plazo, sin que la AEE tenga que construir nuevas facilidades de producción.

Es importante mencionar, que el Plan Estratégico de la AEE reafirma la política pública de utilización de las fuentes renovables de energía y los combustibles alternos, en la medida que su aplicación comercial sea técnica y económicamente viable.

En cumplimiento con dicha política pública, la AEE firmó varios contratos para recibir y adquirir de parte de cogeneradoras privadas un total de 295 MW de ocho proyectos de energía renovable, tanto alterna como sostenida, de acuerdo a las definiciones de la nueva Ley de Política Pública de Diversificación Energética por Medio de Energía Renovable, Ley 82 de 19 de julio de 2010. En la Tabla 2.2 se incluyen los detalles de cada proyecto. Además, se incluyen proyectos que aún se encuentran bajo evaluación para firma de contrato.

Tabla 2.2 Proyectos de Energía Renovable y Alterna

Proyectos de Energía Renovable ante la Consideración de la AEE			
Tecnología Renovable a Utilizarse	**Compañía**	**Lugar de Implantación**	**Capacidad / MW**
Eólico	**Vientos de PR**	**Arecibo**	50
Eólico	**Pattern**	**Santa Isabel**	30
Eólico	**Go Green PR**	**Naguabo**	39
Eólico	**Windmar**	**Guayanilla**	30
		Total Eólico	**149**
WTE	**Energy Answer**	**Arecibo**	66
WTE	**IWT**	**Caguas**	50
WTE	**Sunbeam**	**Barceloneta**	10
		Total WTE	**126**
Fotovoltaico	**AES-Solar**	**Guayama**	20
		Total Fotovoltaico	**20**
		Capacidad Total de Generación	**295**

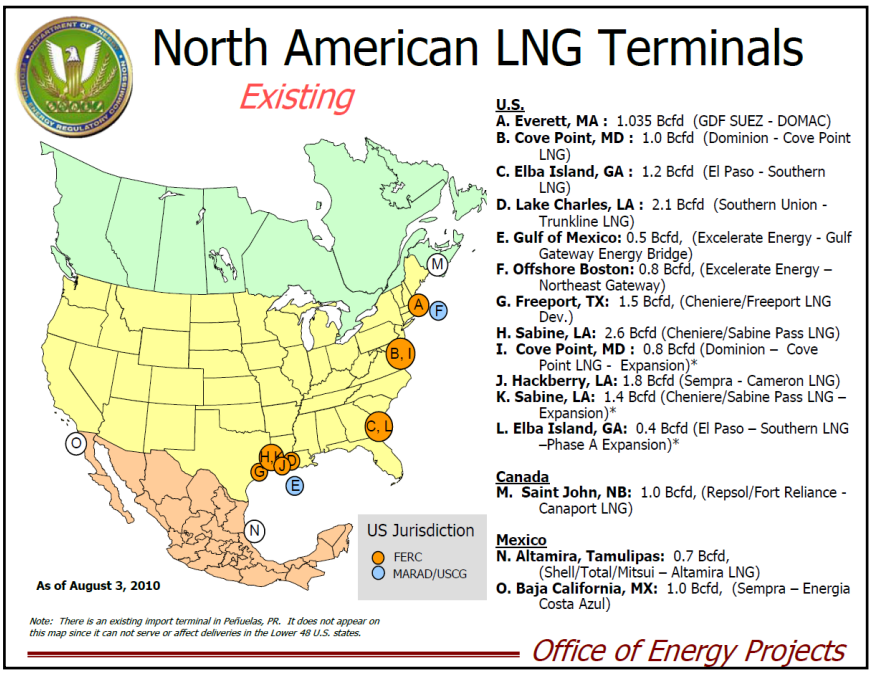
Proyectos de Energía Renovable ante la Consideración de la AEE		
Tecnología Renovable a Utilizarse	**Lugar de Implantación**	**Capacidad / MW**
Eólico	**Naguabo**	20
	Total Eólico	**20**
WTE	**Yauco**	50
WTE	**Manatí**	42
	Total WTE	**92**
Fotovoltaico	**Salinas**	10
Fotovoltaico	**Aguadilla**	50
Fotovoltaico	**Loíza**	20
	Guayama	15
	Total Fotovoltaico	**95**
	Capacidad Total de Generación	**207**

Estos proyectos tienen que cumplir con todos los reglamentos ambientales aplicables, locales y federales, y con el trámite de los permisos necesarios para la construcción y operación del proyecto. Se estima que los mismos comenzarán operación entre el 2012 y el 2014.

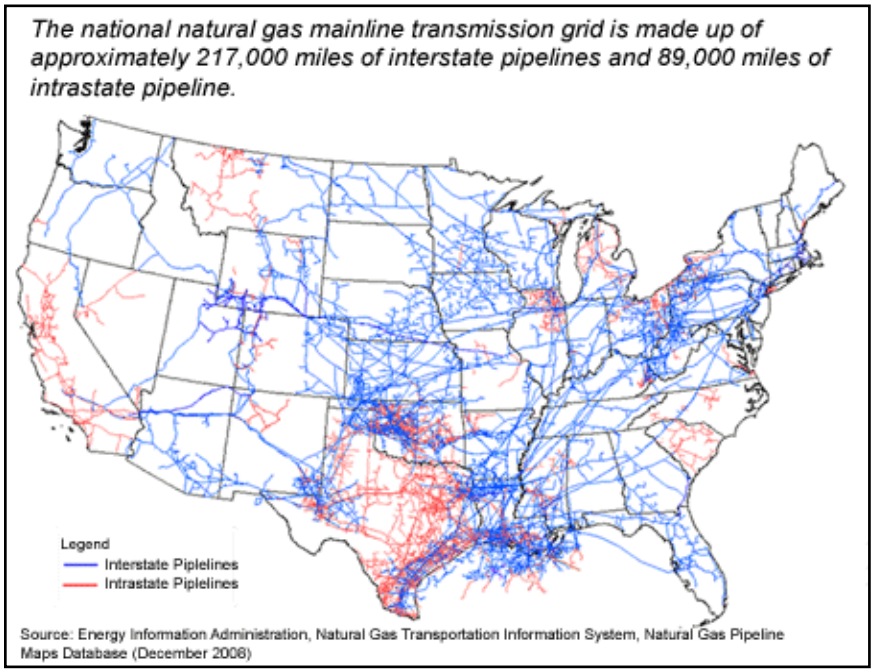
Además, internamente la AEE evalúa proyectos de energía renovable solar termal. Esta tecnología se basa en recolectar y concentrar la energía solar para calentar fluidos y producir vapor que mueve turbinas y genera electricidad. La tecnología continúa desarrollándose y es bien prometedora. En este momento, la AEE estudia la viabilidad de construir una instalación que genere 50 MW.

La AEE utiliza energía hidráulica y genera aproximadamente 100 MW a partir de esa fuente. La capacidad reducida de los embalses y el aumento en la demanda de agua potable limita la producción con este recurso, ya que resulta prioritario para el gobierno el reservar el caudal de agua de nuestros embalses para satisfacer las necesidades de agua potable.

Es importante destacar que la producción y el uso del gas natural aumentaron durante los últimos tres años en los Estados Unidos para la producción de energía eléctrica, gracias a la implementación de una política doméstica intensiva para promover la extracción de fuentes no convencionales de ese combustible. Esto como parte de los esfuerzos de estabilizar la economía al disminuir la dependencia de petróleo del extranjero. A su vez, esta acción se reflejó en los mercados internacionales como una disminución en el precio del combustible, lo que permitió que en la actualidad, podamos comprar este producto a precios bajos y favorables para Puerto Rico.



Para complementar los esfuerzos de utilización de gas natural en los Estados Unidos, actualmente existen doce terminales de exportación y de recibo para el gas natural licuado.



Mediante las terminales antes mencionadas y la producción doméstica, se alimenta una red de más de 306,000 millas de líneas de transmisión de gas natural a través de todos los Estados Unidos, que incluye trayectorias que cruzan ciudades de alta densidad poblacional de una forma segura y costo efectiva.

Sólo en los Estados Unidos la generación de energía eléctrica, a partir del gas natural, constituye cerca de un 25% del total de la generación, tal como se desprende de la tabla del DOE que se puede obtener en su página cibernética con dirección (http://www.eia.doe.gov/cneaf/electricity/epm/table1_1.html), según recuperada el 21 de octubre de 2010.

United States Net Generation by Energy Source: through July 2010
(Thousand Megawatthours)

Period	Coal[1]	Petroleum Liquids[2]	Petroleum Coke	Natural Gas	Other Gases[3]	Nuclear	Hydroelectric Conventional	Other Renewables[4]	Hydroelectric Pumped Storage	Other[5]	Total
2010											
January	173,965	3,193	1,203	73,685	922	72,534	22,071	12,372	-537	895	360,302
February	153,388	1,212	1,149	65,587	823	65,247	20,448	10,587	-96	796	319,142
March	145,198	1,249	1,210	62,882	1,004	64,639	20,574	14,316	-49	909	311,933
April	127,821	1,185	1,084	64,595	951	57,611	18,543	15,338	-303	947	287,773
May	144,019	1,851	1,168	73,590	991	66,658	24,793	14,331	-197	988	328,193
June	166,162	2,697	1,353	92,824	918	68,301	29,294	13,867	-226	1,026	376,216
July	180,402	3,000	1,475	114,896	949	71,913	24,023	12,817	-466	1,043	410,053
Total	**1,090,955**	**14,386**	**8,643**	**548,058**	**6,560**	**466,905**	**159,747**	**93,627**	**-1,874**	**6,604**	**2,393,612**
Year-to-Date											
2008	**1,169,961**	**18,989**	**8,247**	**505,070**	**7,457**	**467,378**	**165,425**	**73,903**	**-3,639**	**7,064**	**2,419,853**
2009	**1,016,680**	**16,989**	**8,234**	**513,142**	**5,749**	**473,038**	**170,304**	**82,398**	**-2,398**	**6,372**	**2,290,508**
2010	**1,090,955**	**14,386**	**8,643**	**548,058**	**6,560**	**466,905**	**159,747**	**93,627**	**-1,874**	**6,604**	**2,393,612**
Rolling 12 Months Ending in July											
2009	**1,832,521**	**29,917**	**14,313**	**891,053**	**9,999**	**811,869**	**259,711**	**134,707**	**-5,048**	**11,000**	**3,990,043**
2010	**1,838,760**	**23,189**	**13,443**	**955,294**	**11,508**	**792,612**	**261,573**	**152,345**	**-3,822**	**11,310**	**4,056,215**

Otro país que cuenta con instalaciones de tuberías de gas natural es Trinidad y Tobago. Este país es una isla más pequeña que Puerto Rico (418.4 personas/milla cuadrada) y con mayor densidad poblacional. No obstante, cuentan con una red de