

## LA LUCHA POR PUERTO RICO O COMO NO DESARROLLAR UNA ISLA

*Víctor Sánchez Cardona,  
Tomás Morales Cardona  
y Luigi Caldari*

Reproducido de la Revista "Environment" Vol. 17 No.4-  
Junio de 1975. Traducido por Dr. Marco A. Tió, con autorización  
de los autores

Frecuentemente se cita a Puerto Rico como un ejemplo de lo que un país pobre y atrasado puede lograr cuando los incentivos apropiados atraen capital extranjero y se establece una relación plena con una metrópoli industrial. Sin embargo, ni los requisitos de energía, lo cual es materia de suma importancia en nuestros días, ni las consecuencias ambientales de los logros económicos de esta isla han sido sometidos al riguroso análisis que dichos factores ameritan. La experiencia de Puerto Rico en estos aspectos puede ser de incalculable valor para los países pequeños y subdesarrollados a la luz de la actual situación energética mundial.

La vía hacia el desarrollo económico, según se obtuvo por medio del Programa de Industrialización llamado "Manos a la Obra", se asentó inicialmente sobre varios factores. Se ofreció exención contributiva para las industrias y mano de obra barata y abundante aunque no diestra. Otras ventajas ofrecidas fueron, libre acceso de los productos manufacturados a los mercados de los Estados Unidos, migración libre de trabas y otras particularidades inherentes a las relaciones políticas y económicas existentes entre Puerto Rico y los Estados Unidos.

Sobre estas bases se implementó a fines de la década del cuaren-

ta, una estrategia que atrajo industrias que utilizaban grandes cantidades de mano de obra. A pesar de los salarios bajos que se pagaban, dichas industrias alentaron las esperanzas de resolver el problema del desempleo. Para el año 1955 el ingreso neto obtenido de los productos que se manufacturaban en la isla, sobrepasó al ingreso neto obtenido de la agricultura.

Con el paso de los años ciertas condiciones en Puerto Rico y en los Estados Unidos cambiaron muy significativamente. Primero, en 1955 una refinería local que procesaba petróleo importado comenzó a abastecer los mercados de la isla con gasolina, aceite Diesel y otros combustibles a precios reducidos. Segundo, en 1959, y 1965 Puerto Rico recibió tratamiento especial en el sistema de cuotas para la importación de alimentos y combustibles baratos procedentes de países extranjeros y como resultado, nuevas refinerías se establecieron en la isla haciendo de ésta un lugar muy atractivo para la instalación de industrias de las clasificadas como altamente consumidoras de energía. El aumento en el abasto de combustibles baratos también promovió la expansión del consumo intensivo de energía en algunos sectores operacionales tales como la construcción y la transportación. Tercero, los acuerdos tarifarios entre los Estados Unidos y el Mercado Común durante la década del 60, unido ésto al descontento laboral (activado por el hecho de que el costo de la vida en Puerto Rico ha sido consistentemente más alto que el promedio de dicho costo en los Estados Unidos pero con promedios de salarios mucho más bajos que allí), hicieron a Puerto Rico un lugar menos atractivo para algunos industriales, que otros países caribeños y latinoamericanos.

Consecuentemente se operó un cambio gradual hacia la instalación de industrias fuertemente consumidoras de energía decreciendo a la vez la importancia de las industrias de bajo consumo energético.

Sin embargo, las nuevas industrias no han contribuido al crecimiento económico de la isla como se esperaba. Tampoco han tenido un impacto significativo en la solución del desempleo crónico local porque dichas industrias a pesar de que pagan salarios altos, requieren menos operarios, pero más diestros, por dólar de artículos manufacturados o por dólar invertido. Por lo presente la industria del petróleo petroquímica local emplea solamente 1% del total de la fuerza laboral y genera solamente el 5% del ingreso de la isla. Por otro lado dicha industria consume el 35% de la energía que se produce en el país.

Otras industrias satélites de la del petróleo aportan a la economía local muy poco porque los productos derivados del petróleo que ellas procesan no son terminados en su totalidad en Puerto Rico y son exportados para terminar su elaboración fuera del país. Más del 95%

de la materia prima producida por las industrias petroquímicas es exportado a los Estados Unidos, exportación ésta que significa un amplio abasto de esas materias primas para los Estados Unidos (dicho sea de paso, Puerto Rico y Japón son los principales productores de materia prima producida por las petroquímicas excluidas la región Rotterdam Antwerp y la costa estadounidense del Golfo de Méjico).

Además de la pobre contribución que a la economía local hacen esas industrias petroleras, éstas ocupan grandes extensiones de tierra y aguas y producen enormes cantidades de desperdicios los cuales son arrojados a la atmósfera, a las aguas subterráneas y de superficie y a los frágiles ecosistemas de las aguas del litoral tropical.

En síntesis, la economía de Puerto Rico ha cambiado de una de bajo consumo de energía a una de altos requerimientos de energía en el breve lapso de 25 años. Sin embargo, a principios de la década del 70 una importante cantidad del total de energía consumida en la isla significó muy poco adelanto en el crecimiento económico. De hecho, 21% de la energía consumida en Puerto Rico significó un aporte significativo al crecimiento de la economía por parte de las otras áreas de producción pero los costos ambientales que estas actividades generaban fueron asumidos localmente.

Como resultado de todo ésto se están levantando rápidamente serias dudas en las mentes de quienes anteriormente defendían la estrategia establecida si la isla debe continuar el derrotero que llevaba o si se llegó al punto de rendimientos decrecientes para la economía insular.

### Crecimiento del Consumo de Energía:

El crecimiento económico acelerado de Puerto Rico ha estado acompañado por un enorme incremento en el consumo de energía. El consumo total de energía ha aumentado 15 veces en los últimos 25 años.

La cantidad total de energía consumida en Puerto Rico en 1973 fue equivalente a 8.825 millones de toneladas métricas de petróleo crudo. (Esta cantidad de combustible quemado en Puerto Rico significa el 40% de todos los combustibles importados por la isla fuera éstos para quemarlos o para ser procesados para exportación). La cantidad de combustibles quemados en Puerto Rico es mayor que el total del consumo energético de Egipto, Argelia, Israel, Portugal o Perú y se puede comparar con el consumo total de países mucho más grandes tales como Indonesia y Pakistán (11.6 y 9.6 millones de barriles de petróleo equivalentes respectivamente).

Tres industrias de la isla, producción de cloro, una petroquímica y una fábrica de electrodos, consumen más energía eléctrica que la que consume el total de las Antillas menores y más que cada uno de 14 países del hemisferio Americano.

El consumo energético "per capita" en Puerto Rico ha aumentado once veces y media en los últimos 25 años, o sea, de 1.96 barriles de petróleo crudo per capita en 1949 a 22.6 barriles en 1973. Por ejemplo, el consumo de energía per capita en Puerto Rico fue mayor que el de Japón en 1973 (que era de 18.2 barriles equivalentes de petróleo crudo). Por otro lado los Estados Unidos tuvieron un consumo promedio anual por persona de 57.12 barriles equivalentes de petróleo crudo lo que resulta ser dos veces y media el consumo de Puerto Rico. En términos mundiales la isla ocupa el vigésimo séptimo lugar en el escalafón del consumo per capita de energía entre 178 regiones y países.<sup>1</sup>

El consumo de energía por milla cuadrada de tierra activa (urbana y agrícola), o la densidad de energía como se denominará en este caso, ha aumentado 25 veces en los últimos 25 años. En 1973 la isla consumió un promedio de 8,772 toneladas métricas de petróleo crudo por milla cuadrada de tierra activa lo cual es casi 4 veces la consumida por milla cuadrada de tierra activa en los Estados Unidos ese mismo año. En 1969 solamente 8 países en el mundo consumieron en promedio más energía por milla cuadrada de tierra activa que Puerto Rico y para 1973 ya solamente 5 países tenían una densidad mayor.

La densidad energética puede considerarse como un índice del impacto que la actividad económica tiene sobre el ambiente<sup>2</sup>, es decir que además de indicar la cantidad de trabajo efectuado (por transferencia de energía) por unidad de área, este valor es un índice de la cantidad de contaminantes producidos por unidad de área. Puede observarse que algunos países (por ejemplo los Estados Unidos y Rusia) tienen problemas ambientales a pesar del hecho de que sus promedios de densidad de energía son relativamente bajos. Esto se debe a la alta densidad de concentraciones industriales y asentamientos humanos en dichos países. Sin embargo, las condiciones de contaminación teóricamente pudieran alterarse por medio de una distribución más uniforme de la industria y la población.

La densidad económica (Producto bruto nacional por milla cuadrada de tierra activa) también puede considerarse como un índice de la

1 United Nations, "Energy: Production and Consumption 1971," U.N. Statistical Yearbook, 1973.

2 Garvey, G., Energy, Ecology and Economy, W.W. Norton & Co., Inc. 1972.

cantidad de trabajo efectuado por unidad de área y por tanto de las cargas impuestas sobre el ambiente. En las próximas secciones presentaremos primero: cómo las densidades energéticas se relacionan en un número de economías y segundo, los efectos ambientales del uso de energía en Puerto Rico.

### Energía y Producto Bruto Nacional

En la figura #1 se muestra el promedio de la densidad económica según variaba la densidad energética de 1964 a 1971 en los 16 países más consumidores de energía por unidad de tierra activa.<sup>3</sup> La figura muestra que la densidad económica (o Producto Bruto Nacional por milla cuadrada) aumenta en cada país con el aumento en el uso de energía. Esto concuerda con los trabajos de otros investigadores.<sup>4</sup>

Las diferentes posiciones relativas de las curvas indican que tanto las densidades económicas como las energéticas varían ampliamente según las diferentes economías. Por ejemplo Suiza, en la porción superior del plano, tuvo el Producto Bruto Nacional más alto por milla cuadrada de área activa durante el período de 1964 a 1971 (\$12 millones en 1971). La República de Corea tuvo el más bajo (\$450,000 en 1964). Holanda tuvo la densidad energética más alta durante el período (12,000 toneladas métricas equivalente de petróleo consumido

3 Data for GNP (1969) dollars in Figures 1, 2, and 3, as elsewhere in this article, are from Population, Per Capita Product and Growth Rates 1964-71, World Bank Atlas. Data for energy consumption in Figures 1, 2, and 3, as elsewhere in this article, are from "Energy: Production and Consumption 1071," loc. cit. Data on arable lands are from "Land Use and Irrigated Lands," Production Yearbook, United Nations. Urban terrain data were calculated according to the following suppositions: (1) each country uses a very small percentage of its local land area as urban areas; and (2) urban areas have grown more in developed countries in proportion to total land area. The following percentages for urban areas were assigned: Japan, Benelux, the Netherlands, West Germany, East Germany, the United Kingdom, Czechoslovakia, Switzerland, Denmark, and the U.S. was 1.5 percent in the 1960s and 2.0 percent in the 1970s. (According to publication CB 72-100 of the U.S. Department of Commerce this percentage for the U.S. was 1.5 percent in 1970.) The figures for Trinidad-Tobago, Republic of China, Republic of Korea, Norway and Sweden were 0.6 percent in the 1960s and 0.7 percent in the 1970s; for Puerto Rico, 5 percent in the 1960s and 6 percent in the 1970s, which, according to the Environmental Quality Board of Puerto Rico, had 5.9 percent of its surface dedicated to urban uses in 1970.

4 Schurr, S.H., "Energy," Scientific American, Sept. 1963. Darmstadter, J.P., D. Teitelbaum, and J.G. Pelach, Energy in the World Economy, The Johns Hopkins Press, Baltimore, Md., 1971.

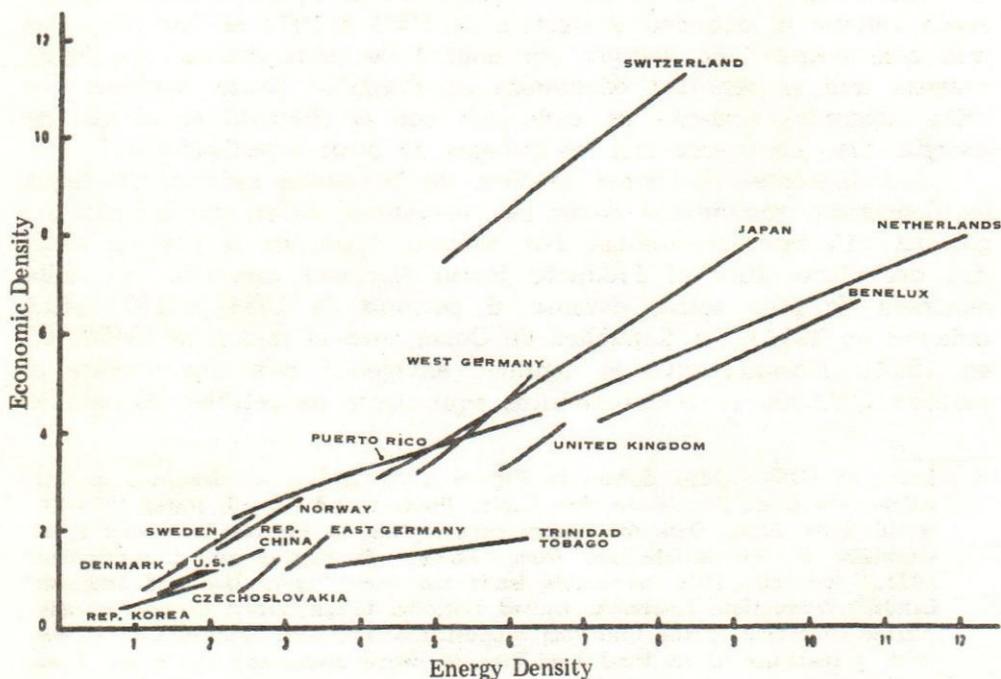


FIGURA 1

## DENSIDAD ECONOMICA Y ENERGETICA (1964 a 1971)

El promedio de la densidad económica (medida en términos de Producto Bruto Nacional en dólares constantes  $\times 10^6$  por milla cuadrada de tierra activa) como función de la densidad energética promedio (energía medida como toneladas métricas de petróleo crudo  $\times 10^3$  por milla cuadrada de tierra activa) en los dieciséis países más grandes consumidores de energía por milla cuadrada de tierra activa. Los aumentos en la productividad económica van acompañados por aumentos en el uso de energía en dichos países.

cantidad de trabajo efectuado por unidad de área y por tanto de las cargas impuestas sobre el ambiente. En las próximas secciones presentaremos primero: cómo las densidades energéticas se relacionan en un número de economías y segundo, los efectos ambientales del uso de energía en Puerto Rico.

### Energía y Producto Bruto Nacional

En la figura #1 se muestra el promedio de la densidad económica según variaba la densidad energética de 1964 a 1971 en los 16 países más consumidores de energía por unidad de tierra activa.<sup>3</sup> La figura muestra que la densidad económica (o Producto Bruto Nacional por milla cuadrada) aumenta en cada país con el aumento en el uso de energía. Esto concuerda con los trabajos de otros investigadores.<sup>4</sup>

Las diferentes posiciones relativas de las curvas indican que tanto las densidades económicas como las energéticas varían ampliamente según las diferentes economías. Por ejemplo Suiza, en la porción superior del plano, tuvo el Producto Bruto Nacional más alto por milla cuadrada de área activa durante el período de 1964 a 1971 (\$12 millones en 1971). La República de Corea tuvo el más bajo (\$450,000 en 1964). Holanda tuvo la densidad energética más alta durante el período (12,000 toneladas métricas equivalente de petróleo consumido

3 Data for GNP (1969) dollars in Figures 1, 2, and 3, as elsewhere in this article, are from Population, Per Capita Product and Growth Rates 1964-71, World Bank Atlas. Data for energy consumption in Figures 1, 2, and 3, as elsewhere in this article, are from "Energy: Production and Consumption 1071," loc. cit. Data on arable lands are from "Land Use and Irrigated Lands," Production Yearbook, United Nations. Urban terrain data were calculated according to the following suppositions: (1) each country uses a very small percentage of its local land area as urban areas; and (2) urban areas have grown more in developed countries in proportion to total land area. The following percentages for urban areas were assigned: Japan, Benelux, the Netherlands, West Germany, East Germany, the United Kingdom, Czechoslovakia, Switzerland, Denmark, and the U.S. was 1.5 percent in the 1960s and 2.0 percent in the 1970s. (According to publication CB 72-100 of the U.S. Department of Commerce this percentage for the U.S. was 1.5 percent in 1970.) The figures for Trinidad-Tobago, Republic of China, Republic of Korea, Norway and Sweden were 0.6 percent in the 1960s and 0.7 percent in the 1970s; for Puerto Rico, 5 percent in the 1960s and 6 percent in the 1970s, which, according to the Environmental Quality Board of Puerto Rico, had 5.9 percent of its surface dedicated to urban uses in 1970.

4 Schurr, S.H., "Energy," Scientific American, Sept. 1963. Darmstadter, J.P., D. Teitelbaum, and J.G. Pelach, Energy in the World Economy, The Johns Hopkins Press, Baltimore, Md., 1971.

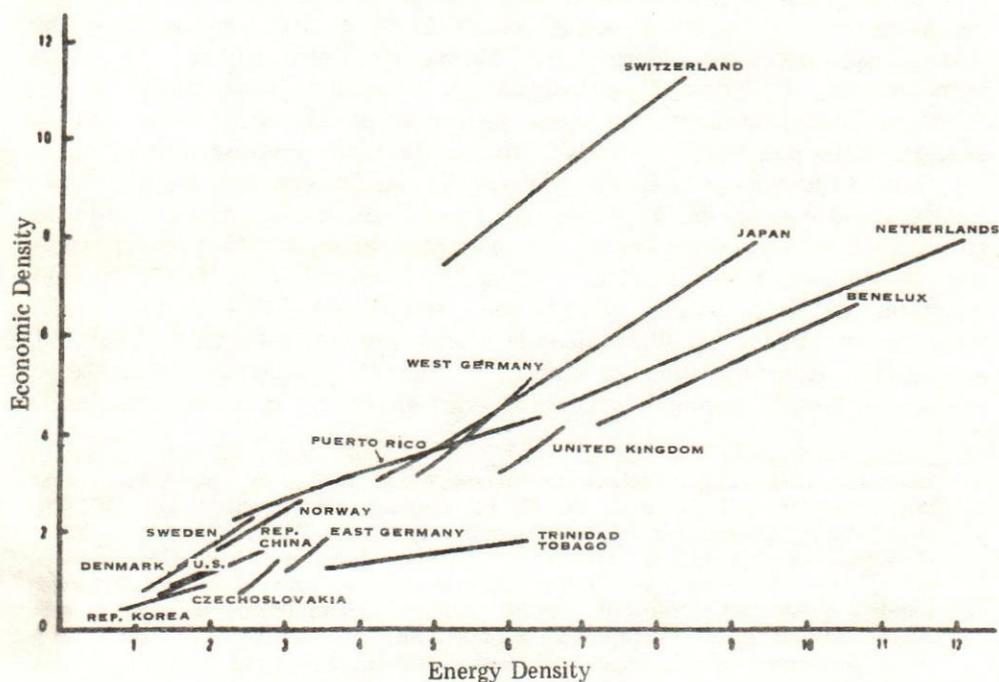


FIGURA 1

## DENSIDAD ECONOMICA Y ENERGETICA (1964 a 1971)

El promedio de la densidad económica (medida en términos de Producto Bruto Nacional en dólares constantes  $\times 10^6$  por milla cuadrada de tierra activa) como función de la densidad energética promedio (energía medida como toneladas métricas de petróleo crudo  $\times 10^3$  por milla cuadrada de tierra activa) en los dieciséis países más grandes consumidores de energía por milla cuadrada de tierra activa. Los aumentos en la productividad económica van acompañados por aumentos en el uso de energía en dichos países.

por milla cuadrada) en 1971. La densidad energética más baja la tuvo Corea (800 toneladas métricas equivalentes de petróleo por milla cuadrada) en 1964.

### El uso de la Energía sobrepasa al Crecimiento Económico

Un índice de la efectividad económica con la cual una nación usa sus insumos energéticos es la medida llamada "cociente producto/energía." Esta razón puede obtenerse por división del valor total de los productos y servicios de una economía, entre el total de los insumos energéticos de un año dado. Este valor es muy importante tenerlo en cuenta en vista de la actual situación energética mundial porque refleja el rendimiento del dólar por cada unidad de energía consumida.

En la figura #2 el promedio del cociente producto/energía (en el eje vertical) se presenta como una función de la densidad energética (en el eje horizontal). Suiza tuvo el más alto cociente producto/energía durante el período de 1964 a 1971, aproximadamente \$200.00 por barril de petróleo equivalente. Trinidad-Tobago tuvo la más baja, \$40.00 por barril de petróleo equivalente. El cociente producto/energía promedio en Puerto Rico disminuyó de \$137.00 en 1964 a \$93.50 en 1971. En todos los casos excepto cinco (Suiza, República de Corea, Puerto Rico, Trinidad-Tobago y Holanda), el promedio del cociente producto/energía aumentó durante el período.

La figura #3 muestra los índices de densidad energética y los promedios de los cocientes producto/energía (1964-71). Esta figura se preparó con el fin de demostrar claramente los cambios en el rendimiento económico de una unidad de energía entre los diferentes países incluidos en el estudio. En la figura todos los países, excepto cinco, aumentaron sus promedios del cociente producto/energía según sus consumos de energía aumentaron durante el período.

Puerto Rico aumentó su densidad energética en la más alta proporción durante el período de 8 años (2.8 veces más) y redujo su cociente producto/energía también en la mayor proporción. Esta reducción ascendió a \$43.50 por barril de petróleo equivalente.

Otra razón que es importante considerar al discutirse la efectividad económica de la energía es lo que los economistas llamarían: "el cociente producto/energía marginal." Este cociente se obtiene dividiendo los aumentos anuales del Producto Bruto Nacional entre los aumentos anuales de los insumos energéticos. Este valor se deriva también de las funciones de las potencias usadas en la Figura #1 para cada país. Suiza, Alemania Occidental, Alemania Oriental y el Reino Unido mostraron durante el período los más altos cocientes marginales; produc-

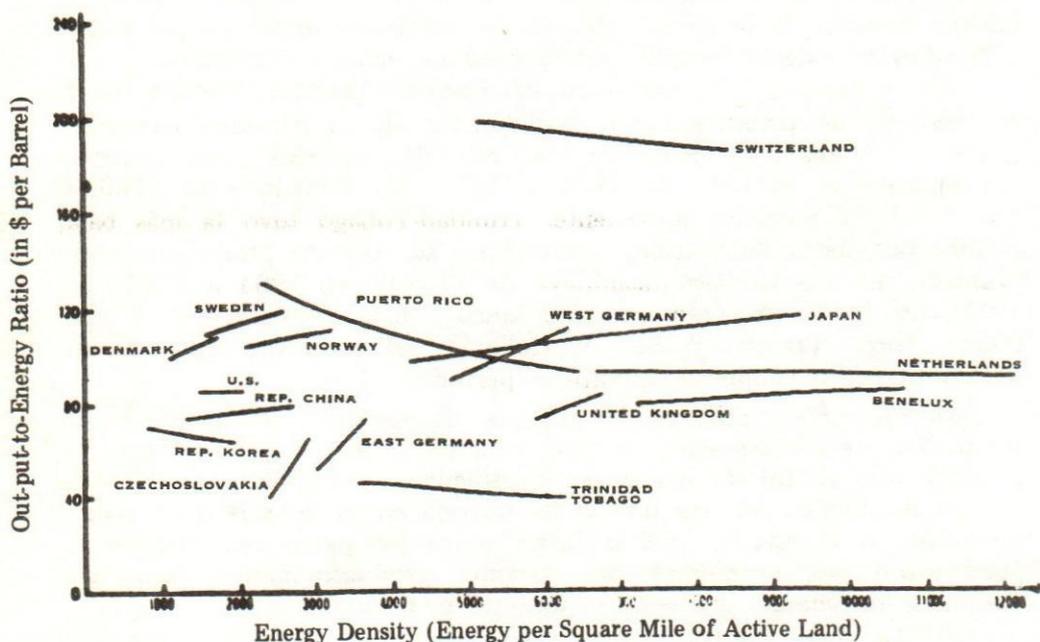


FIGURA 2

## RENDIMIENTO ECONOMICO DE LA ENERGIA (1964 a 1971)

Las curvas corresponden a ecuaciones derivadas de las funciones exponenciales de las ecuaciones usadas en la Figura 1. La Densidad Energética en Puerto Rico es similar en magnitud a la de las economías más avanzadas de los países desarrollados. El eje vertical es el Producto Bruto Nacional dividido entre los inlfujos energéticos expresados en dólares por barril de petróleo. El eje horizontal es la densidad energética expresada como energía en las toneladas métricas de petróleo crudo consumido por milla cuadrada de tierra activa. (Véase el texto para información adicional)

por milla cuadrada) en 1971. La densidad energética más baja la tuvo Corea (800 toneladas métricas equivalentes de petróleo por milla cuadrada) en 1964.

### El uso de la Energía sobrepasa al Crecimiento Económico

Un índice de la efectividad económica con la cual una nación usa sus insumos energéticos es la medida llamada "cociente producto/energía." Esta razón puede obtenerse por división del valor total de los productos y servicios de una economía, entre el total de los insumos energéticos de un año dado. Este valor es muy importante tenerlo en cuenta en vista de la actual situación energética mundial porque refleja el rendimiento del dólar por cada unidad de energía consumida.

En la figura #2 el promedio del cociente producto/energía (en el eje vertical) se presenta como una función de la densidad energética (en el eje horizontal). Suiza tuvo el más alto cociente producto/energía durante el período de 1964 a 1971, aproximadamente \$200.00 por barril de petróleo equivalente. Trinidad-Tobago tuvo la más baja, \$40.00 por barril de petróleo equivalente. El cociente producto/energía promedio en Puerto Rico disminuyó de \$137.00 en 1964 a \$93.50 en 1971. En todos los casos excepto cinco (Suiza, República de Corea, Puerto Rico, Trinidad-Tobago y Holanda), el promedio del cociente producto/energía aumentó durante el período.

La figura #3 muestra los índices de densidad energética y los promedios de los cocientes producto/energía (1964-71). Esta figura se preparó con el fin de demostrar claramente los cambios en el rendimiento económico de una unidad de energía entre los diferentes países incluidos en el estudio. En la figura todos los países, excepto cinco, aumentaron sus promedios del cociente producto/energía según sus consumos de energía aumentaron durante el período.

Puerto Rico aumentó su densidad energética en la más alta proporción durante el período de 8 años (2.8 veces más) y redujo su cociente producto/energía también en la mayor proporción. Esta reducción ascendió a \$43.50 por barril de petróleo equivalente.

Otra razón que es importante considerar al discutirse la efectividad económica de la energía es lo que los economistas llamarían: "el cociente producto/energía marginal." Este cociente se obtiene dividiendo los aumentos anuales del Producto Bruto Nacional entre los aumentos anuales de los insumos energéticos. Este valor se deriva también de las funciones de las potencias usadas en la Figura #1 para cada país. Suiza, Alemania Occidental, Alemania Oriental y el Reino Unido mostraron durante el período los más altos cocientes marginales; produc-

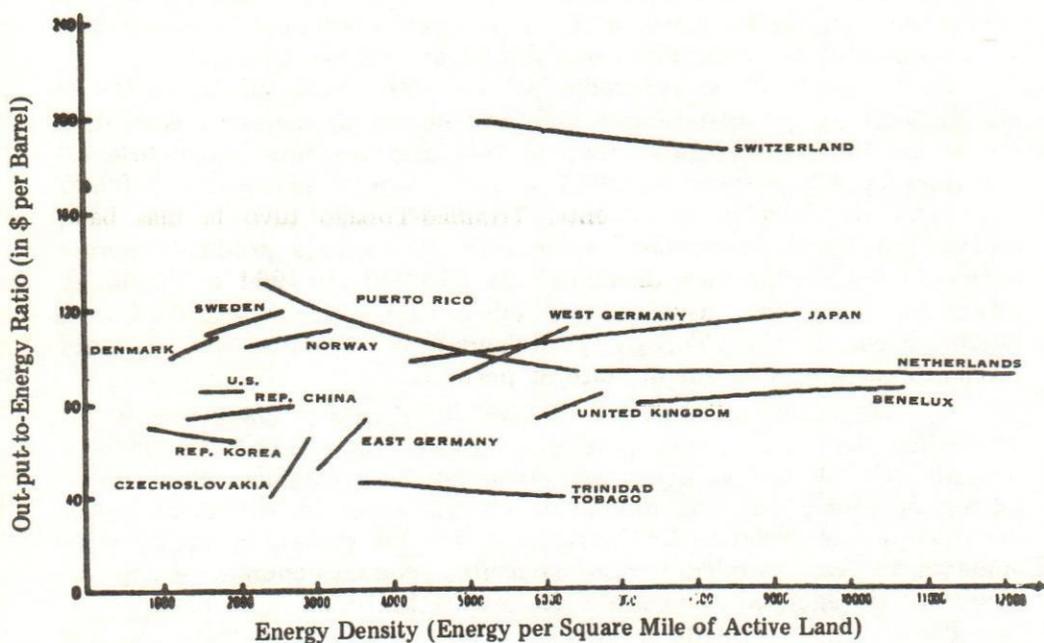


FIGURA 2

## RENDIMIENTO ECONOMICO DE LA ENERGIA (1964 a 1971)

Las curvas corresponden a ecuaciones derivadas de las funciones exponenciales de las ecuaciones usadas en la Figura 1. La Densidad Energética en Puerto Rico es similar en magnitud a la de las economías más avanzadas de los países desarrollados. El eje vertical es el Producto Bruto Nacional dividido entre los inlfujos energéticos expresados en dólares por barril de petróleo. El eje horizontal es la densidad energética expresada como energía en las toneladas métricas de petróleo crudo consumido por milla cuadrada de tierra activa. (Véase el texto para información adicional)

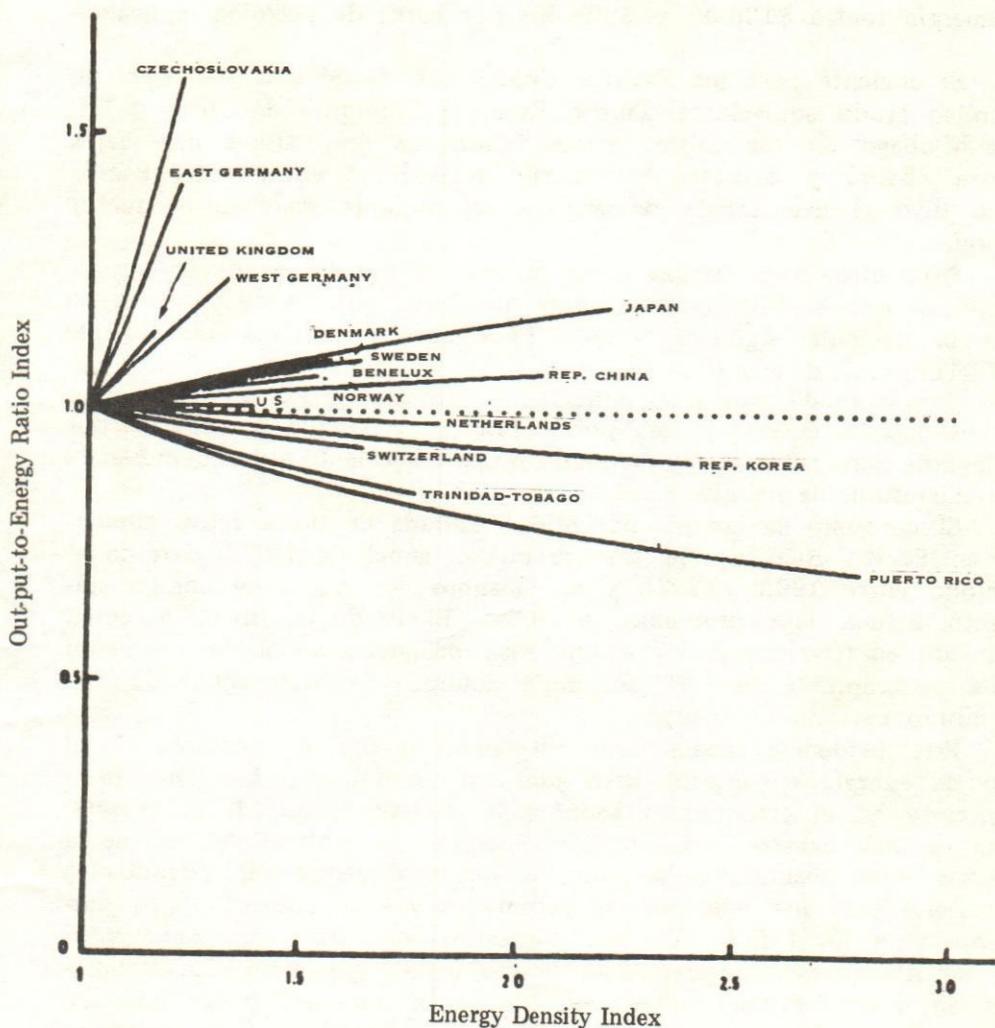


FIGURA 3

INDICE DE RENDIMIENTO ENERGETICO (1964 a 1971)

En esta figura los ejes vertical y horizontal de la figura 2 se redujeron a un origen común para apreciar mejor los cambios en los rendimientos energéticos entre los diferentes países estudiados. (Véase el texto para discusión de las tendencias)

to/energía (entre \$136.00 y \$209.00) por barril de petróleo equivalente.

El cociente para los Estados Unidos fue de \$88.00 por barril de petróleo crudo equivalente. Puerto Rico, la República de Corea y Trinidad-Tobago en ese mismo orden mostraron los valores más bajos (entre \$84.00 y \$25.00) por barril de petróleo equivalente. Puerto Rico tuvo el más rápido descenso en el cociente marginal producto/energía.

Promedios descendentes o las razones marginales producto/energía significan que el PBN crece a tasas más bajas que las de consumo de energía crecientes significan que el PBN crece a tasas más rápidas que las del consumo de energía.

Como era de esperar la actividad económica de Puerto Rico en la última década, medida ya sea por el PBN per cápita o por el PBN por unidad de tierra activa, ha aumentado a un paso más lento que el demostrado por el consumo de energía.

El consumo de energía por milla cuadrada de tierra activa aumentó en Puerto Rico a una tasa promedio anual de 13.7% durante el período entre 1963 y 1973 y el consumo per cápita de energía aumentó a una tasa promedio de 9.7%. El Producto Bruto Nacional aumentó en términos reales a una tasa promedio anual de solamente 5.1% per cápita y de 8.9% por milla cuadrada de tierra activa durante el mismo período de tiempo.

Esta tendencia señala hacia un aumento fijo y constante en el uso de energía en Puerto Rico junto a un descenso también fijo y constante en el crecimiento económico relativo al uso de la energía. Para ser más exactos; los beneficios económicos relativos del uso de la energía están disminuyendo para los puertorriqueños aún cuando los beneficios para los inversionistas extranjeros van en aumento particularmente para los Estados Unidos. (Se estima que las industrias exentas de contribuciones e impuestos en Puerto Rico han acumulado \$2 billones en ganancias que no pueden llevarse a Estados Unidos sin que paguen los impuestos de ese país. También se estima que las ganancias al presente se están acumulando a una tasa anual de \$500 millones).

### Descalabro Ambiental

Los problemas ambientales que surgen en Puerto Rico como consecuencia del uso de la energía se ilustran en términos de las condiciones resultantes de la generación de electricidad. Alrededor del 37% de la cantidad total de energía consumida en la isla en el año 1973 se dedicó a la producción de electricidad. En 1973, para enfriar las

plantas generatrices de energía eléctrica, fue necesario bombear 1.12 millones de galones de agua de mar por minuto la cual retornaba al litoral marino con una temperatura mucho más alta. La clorinación rutinaria del agua de enfriamiento (para mantener el sistema de enfriamiento libre de algas y otras obstrucciones) reduce la tasa de fotosíntesis y respiración del fitoplancton (algas y otras plantas verdes flotantes) aún más intensamente que el aumento en temperatura de las aguas en el litoral marino donde se hallan instaladas plantas generatrices.

De acuerdo con las proyecciones sobre la utilización de electricidad por el sector público<sup>5</sup>; para 1981 las plantas eléctricas descargarán en el litoral marino 2.4 millones de galones por minuto de agua de mar, caliente y tratada con biocidas, una cantidad de agua que es equivalente al total de agua que descargan en el mar todos los ríos de esta isla.

La capacidad de los sistemas generadores de energía eléctrica planeados para estar en operación en el año 1990 alcanza la cantidad de 7,500 megavatios producidos en parte por varios reactores nucleares. De esos datos debe inferirse que se descargarán más de 5 millones de galones de agua de mar por minuto en los litorales marinos de Puerto Rico en los próximos quince años.

En adición a la contaminación termal, la Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico ha señalado que las plantas de generación de energía eléctrica son las principales fuentes de producción de Bióxido de Azufre. Como es sabido este gas y sus productos de reacción tales como los sulfatos en suspensión, tienen efectos detrimentales para la salud pública. Algunos estudios han demostrado una alta incidencia de enfermedades obstructivas de las vías respiratorias en comunidades que reciben las emanaciones de factorías y usinas eléctricas en la vecindad.<sup>6</sup> También se han reportado efectos adversos en la productividad de los suelos.<sup>7-8</sup>

De acuerdo con la Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico durante el año 1970 se descargaron a la atmósfera 135,000 toneladas

5 Planning of the Electric System in the Water Resources Authority, Commonwealth of Puerto Rico, Apr. 1971.

6 García-Castro, J.M., T. Morales-Cardona, M. Roche-Velázquez, and P. Díaz, "Environmental Studies in Puerto Rico: Air Pollution and Respiratory Function," in preparation.

7 Tió, M.A., "Observations on the Effects of Atmospheric Contamination on the Growth, Development and Yield of Sugar Cane in Puerto Rico," CIAA magazine, Hato Rey, Puerto Rico, Oct./Nov./Dec. 1971.

8 Tió, M.A., "Gaseous Emanations Threaten Crops," El Mundo, May 8, 1973, Hato Rey, Puerto Rico.

de Bióxido de Azufre, 500,000 toneladas de Monóxido de Carbono, 116,000 toneladas de Hidrocarburos sin saturar, 118,000 toneladas de Oxidos de Nitrógeno y 88,000 toneladas de partículas de materiales en suspensión.<sup>9</sup> Además anualmente se descargan al ambiente más de 3,000 toneladas de plomo; 50 toneladas de mercurio y considerables cantidades de otros metales pesados y reactivos químicos tales como: vanadio, níquel y cloruro de vinilo. El total de Bióxido de Azufre producido se ha triplicado desde 1970 hasta llegar a 456,000 toneladas de las cuales el 77% es producido por las plantas de generación de electricidad.

Si bien es cierto que las cantidades absolutas de contaminantes lanzados al espacio son índices menos importantes de la contaminación que las concentraciones que ellas puedan adquirir también es cierto que según aumente el consumo de energía eléctrica por unidad de área activa, las concentraciones de los contaminantes tales como calor y productos químicos también aumentarán considerablemente.

### Estructura Económica Defectuosa

El rápido crecimiento económico de Puerto Rico ha llamado la atención no solamente en la isla sino en todas partes. Sin embargo, los requisitos energéticos necesarios para tal crecimiento han sido consistentemente descuidados.

Existen dos hechos prominentes consecuentes al desarrollo económico de Puerto Rico durante los últimos 25 años. Primero; los insumos energéticos se han ido haciendo menos efectivos según se ha ido promoviendo el crecimiento económico y segundo; serios problemas ambientales han surgido por causa del aumento en el consumo de energía.

Los observadores de esta situación se podrían sentir tentados a tratar de explicar el uso inefectivo de la energía en Puerto Rico asumiendo que el cociente descendente Producto/Energía de debe al hecho de que la economía de la isla se encuentra en una etapa inicial de desarrollo. Luego de alcanzar su madurez se podría asumir que el rendimiento de la energía será mayor. No estamos de acuerdo con esas contenciones ya que el consumo de energía por milla cuadrada de tierra productiva en Puerto Rico es actualmente comparable al consumo de energía de países con economías maduras o desarrolladas. Esto se demuestra claramente en la Fig. #2. La densidad energética en Puerto

9 Clean Air for Puerto Rico, publication of the Environmental Quality Board of Puerto Rico, Jan. 1972.

Rico es, por ejemplo, mayor que la de Suecia o Noruega y similar a la de Alemania Occidental y el Reino Unido. En términos de consumo energético per cápita Puerto Rico se encuentra también entre los países más desarrollados económicamente haciendo el undécimo lugar entre los dieciseis países mencionados. Por tanto y desde el punto de vista del consumo de energía, la economía de la isla no puede considerarse como una en etapa inicial de desarrollo.

En nuestra opinión la causa del rápido descenso en el cociente Producto/Energía se encuentra en la estructura misma de la economía. Esto lo sugieren las cifras que aparecen en la Figura #4 que se basan en una tabla de 1963 sobre insumo-producción preparada por la Junta de Planificación de Puerto Rico. En la figura 4A se muestran los promedios de la razón Producción/Energía para cada uno de 13 sectores de la economía. (Véase la figura mencionada para identificación de los sectores considerados). En la figura 4B se muestra el por ciento de energía usada por cada sector correspondiente. El peso o la gravitación con que cada factor de la economía contribuyé al promedio de la razón Producción/Energía se muestra en la figura 4C. Esto se obtiene multiplicando 4A x 4B. (El promedio del cociente Producto/Energía de una economía es también igual a la suma de dichas razones para cada sector de la economía multiplicado por el por ciento de la energía total que usa el sector dado durante el año, o sea, la suma total del valor de todas las barras verticales en la figura 4C). Finalmente en la figura 4D se muestra el por ciento de empleos correspondientes a cada sector de la economía.

Los Sectores 3 y 4, que corresponden a las industrias del petróleo, carbón y productos químicos, se encuentran entre los que demuestran los cocientes Producto/Energía más bajos (4A) y todos juntos consumieron un 20% de la energía (4B) contribuyendo solamente alrededor de \$8.00 al promedio de la razón Producción/Energía para el año 1963 (4C) la cual fue aproximadamente de \$110.00. En adición puede observarse (4D) que aquellas industrias emplearon al más bajo por ciento de la fuerza laboral. En otras palabras, aquellas industrias consumieron una cantidad de energía relativamente grande pero contribuyeron poco a la economía en términos de crecimiento económico y de generación de empleos.

Una década más tarde, en 1973, esta tendencia fue aún más pronunciada. La economía de la isla estaba en tal forma estructurada que las industrias petroleras, la de carbón y la de productos químicos consumían el porcentaje más alto del total de la energía consumida por el sector economía, lo cual ascendía a 35.2 por ciento. Las industrias empleaban todavía solamente el 1% del total de la fuerza laboral

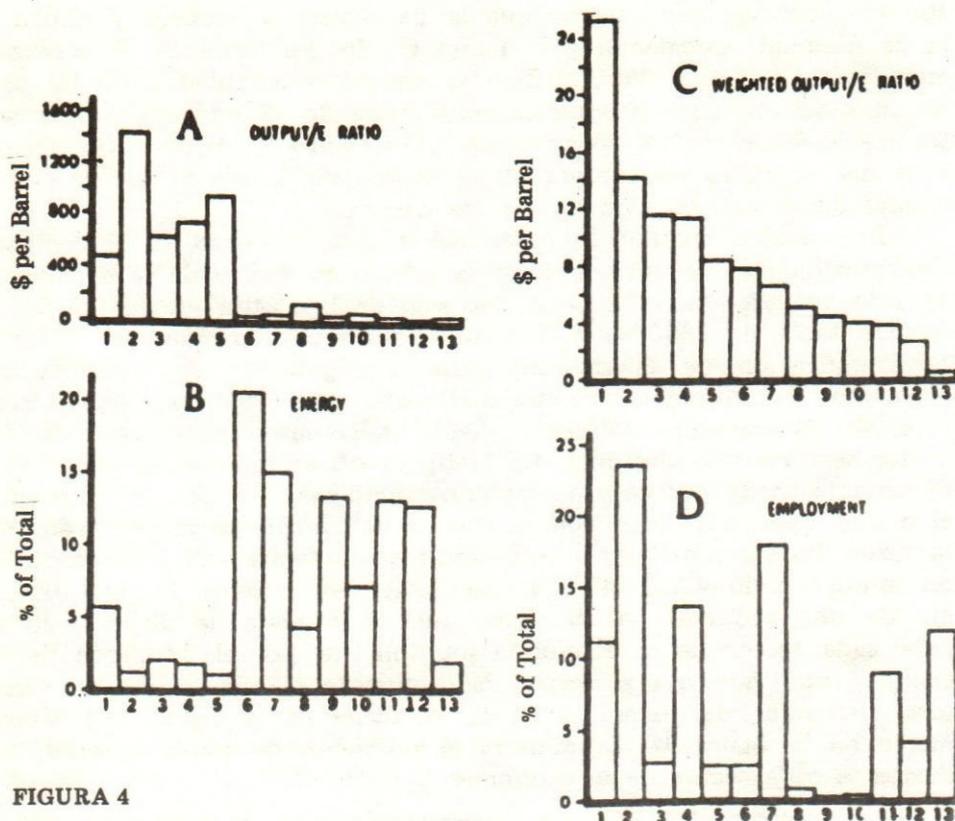


FIGURA 4

## ANALISIS DE RENDIMIENTOS DE ENERGIA, 1963. ECONOMIC SECTORS

- 1 Manufactura
- 2 Agricultura
- 3 Otras manufacturas
- 4 Servicios
- 5 Finanzas, Seguros y Bienes Raíces
- 6 Transportación y Comunicación
- 7 Comercio
- 8 Piedra, arcilla y productos de cristal.
- 9 Productos del petróleo y el carbón.
- 10 Productos Químicos
- 11 Minería y Construcción
- 12 Electricidad, gas, agua y servicios
- 13 Gobierno (federal, municipal y estatal)

Toda la energía en Puerto Rico se deriva del petróleo. La suma de todos los valores sectoriales en 4C es igual al promedio del cociente producción-energía para 1963. (Véase el texto para discusión detallada.)

y generaban un máximo de 5% del ingreso de la economía. Más significativo aún fue el hecho de que alrededor del 60 por ciento de la energía usada por esos sectores era para producir combustibles y materias primas derivadas del petróleo para ser exportadas para su procesamiento final en productos manufacturados en varios sitios fuera de Puerto Rico.

En general, si la energía se asigna y distribuye desproporcionadamente entre sectores que tienen cocientes Producto/Energía más bajos que el promedio de dicha razón correspondiente a una economía, ésta última disminuirá. Esto es exactamente lo que ha sucedido en Puerto Rico según se ha ido expandiendo la industria del petróleo a través de los años.

Este descenso en el cociente Producto/Energía en Holanda (Figura 3) que goza de una economía madura y desarrollada puede también atribuirse a la prominencia que la industria del petróleo tiene sobre los sectores de la economía de ese país. Holanda como Puerto Rico exporta grandes cantidades de productos de petróleo sin terminar de procesar. Lo mismo podemos decir de Trinidad-Tobago.

No obstante debe haber otros factores no asociados con la presencia de una industria petrolera en proceso rápido de desarrollo que causen descensos en los cocientes Producto/Energía como puede observarse de las disminuyentes cocientes Producto/Energía en Suiza. Nos parece que dichos factores deben ser identificados de modo que pueda minimizarse el aumento en el insumo energía necesario para aumentar el Producto Bruto Nacional.

Una consideración importante y no discutida en este artículo es la forma como los insumos de energía contribuyen a la producción de empleos en Puerto Rico. Los empleos por barril de petróleo se disminuyeron a una tasa anual de 7.5% en Puerto Rico durante el período entre 1963 y 1973.

### Coefficientes de elasticidad

Los cocientes Producto/Energía disminuyen cuando los coeficientes de elasticidad de dicha razón son menores de uno. Este "coeficiente de elasticidad" se refiere a la razón que existe entre el porcentaje de aumento del Producto Bruto Nacional y el porcentaje de aumento en el consumo de energía para un período dado.

Existe evidencia<sup>10</sup> de que el valor de el coeficiente de elasticidad del cociente Producto/Energía de una economía está relacionado con

10 To be published elsewhere.

la tasa de crecimiento de consumo de energía. Basados en los datos de consumo de energía y los Productos Brutos Nacionales de 1925 a 1965 en un gran número de países industrializados aparece que mientras más grande sea la tasa de crecimiento del consumo de energía de una economía, más pequeña es la probabilidad de que el coeficiente de elasticidad del cociente Producto/Energía sea mayor de uno.<sup>11</sup> Se ha estimado que para crecimientos anuales de energía de menos de 5% la probabilidad es más del 50% de que el coeficiente de elasticidad sea mayor de uno. Esto significa que a largo plazo tasas de crecimientos de energía menores de 5% conducirán a coeficientes de elasticidad de la razón Producto/Energía mayores de uno y por tanto a crecientes razones Producción/Energía.

Por el contrario, tasas de crecimiento mayores del 5% resultarán en coeficientes de elasticidad menores de uno y a decrecientes cocientes Producción/Energía.

Son necesarias políticas para reducir los incrementos anuales en el consumo energético a tasas menores del 5% en Puerto Rico. El primer paso indispensable en este sentido sería detener el establecimiento adicional de grandes consumidores de energía en la isla. Ese tipo de industrias, promovidas intensamente por el gobierno en la actualidad hará que los rendimientos económicos del uso de la energía disminuyan aún más mientras por otro lado y a la vez causarán un aumento en los costos ambientales.

### Transacciones

El Gobierno de Puerto Rico cree que la degradación de los recursos naturales de la isla es el precio que hay que pagar a cambio de un uso intenso de la energía y lo justifica con un sinnúmero de presionantes problemas sociales. Actualmente y con esos propósitos la administración política de la isla está cabildeando para ser eximida del control de las leyes y reglamentos ambientales federales. Bajo las circunstancias actuales ésto sería equivalente a ofrecer los recursos naturales de la isla como un incentivo económico para las industrias contaminadoras localizarse en Puerto Rico. El gobierno continúa promoviendo activamente facilidades industriales de mucho capital y de mucho consumo de energía tales como expansiones físicas de las refinerías de petróleo existentes, complejos de industrias petroquímicas, complejos de industrias farmacéuticas básicas, la construcción de un

11 Darmstadter, loc. cit.

superpuerto y refinería en las costas de la isla, explotación de minería de cobre y nickel "a cielo abierto" y el uso de combustibles nucleares para generar electricidad.

El fuerte apoyo que ha dado el Gobierno de Puerto Rico a esos proyectos sugiere que el gobierno está actuando sin la debida preocupación ni consideración por la degradación ambiental ni por la rápida disminución del rendimiento económico de la energía. También el gobierno está procediendo como si no hubiesen dificultades insalvables en obtener capital y petróleo.

No creemos que el ambiente de una isla tropical pequeña sea capaz de resistir el uso intensivo de sus recursos naturales como al presente se está planeando para los próximos 25 años en Puerto Rico. El hecho de que este país comparte con los Estados Unidos los recursos tecnológicos de este último, no parece ser de mucha ayuda en este asunto; hay gran cantidad de evidencia que sugiere que el uso fragmentario de la tecnología moderna (lo cual parece ser una condición "sine qua non" para lograr grandes ganancias) muy a menudo hace que la tecnología sea inoperante).<sup>12</sup>

Finalmente, la degradación ambiental por dólar de artículos producidos es mayor en los países donde el rendimiento económico de la energía es bajo, disminuyente o ambas cosas. Una tasa rápida de disminución en el rendimiento económico de la energía es algo que debe evitarse bajo la actual situación mundial de la energía. Por lo cual, más que nunca el curso del crecimiento económico seguido por Puerto Rico no puede considerarse como un ejemplo o demostración para el desarrollo.

---

12 Commoner, B., *The Closing Circle*, Bantam Books, Inc., New York, 1972.

