

**Estudio de las Relaciones entre la Eficiencia Energética  
y el Desarrollo Económico**

**Preparado por**

**Programa de Estudios e Investigaciones en Energía**

**Para la**

**Sociedad Alemana para la Cooperación Técnica**

**(GTZ)**

**Santiago, julio de 2003**

## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LOS INDICADORES UTILIZADOS EN EL ESTUDIO.</b>	<b>2</b>
2.1. EFICIENCIA ENERGÉTICA	2
2.1.1 Consideraciones acerca del concepto de Eficiencia Energética	2
2.1.2 Indicadores de eficiencia energética	3
2.1.3 Consideraciones y limitantes del índice de Intensidad Energética (IE).	4
2.1.4 Intensidad Energética industrial	6
2.2. EFICIENCIA ECONÓMICA	8
2.2.1 Consideraciones acerca del concepto de Eficiencia Económica	8
2.2.2 Indicadores de eficiencia económica	9
2.3. EFICIENCIA AMBIENTAL	12
2.3.1 Consideraciones acerca del concepto de Eficiencia Ambiental	12
2.3.2 Indicadores de eficiencia ambiental	13
<b>3. CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES CONSIDERADAS</b>	<b>14</b>
3.1. COMPORTAMIENTO DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA GLOBAL DE PAÍSES SELECCIONADOS DE AMÉRICA LATINA, EUROPA, NORTE AMÉRICA Y JAPÓN	14
3.2. COMPORTAMIENTO DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA MANUFACTURERA EN PAÍSES SELECCIONADOS DE AMÉRICA LATINA, EUROPA, NORTE AMÉRICA Y JAPÓN	18
<b>4. RESULTADOS DE ALGUNOS CASOS DE PROGRAMAS O PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EXITOSOS EN ALGUNOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA</b>	<b>28</b>
4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PROGRAMAS	28
4.2. EL PROYECTO EN BRASIL.	29
4.2.1 En el sector cerámicas	29
4.2.2 Resultados Sector Neumáticos	30
4.2.3 Sector panaderías	31
4.3. EL PROYECTO EN ARGENTINA.	32

4.3.1	<i>En el sector lácteo.</i>	32
4.3.2	<i>En el sector de chacinados.</i>	34
4.4.	COMENTARIOS GENERALES A LOS PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.	36
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y COMENTARIOS FINALES</b>	<b>37</b>
<b>6.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>41</b>
<b>7.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>43</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1:	CAMBIOS EN EL NIVEL DE ACTIVIDAD DE LA ECONOMÍA, EN SU ESTRUCTURA Y EN LA INTENSIDAD ENERGÉTICA Y SU EFECTO SOBRE EL CONSUMO DE ENERGÍA PARA UN CONJUNTO DE PAÍSES DESARROLLADOS, 1973-1994	5
GRÁFICO 2:	REDUCCIÓN DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA POR SECTOR DE LA ECONOMÍA, PARA ALGUNOS PAÍSES INDUSTRIALIZADOS, 1973-1994	6
GRÁFICO 3:	INTENSIDAD ENERGÉTICA DE LA INDUSTRIA	7
GRÁFICO 4:	VARIACIÓN DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA, 1990-98	8
GRÁFICO 5:	CRECIMIENTO DE LAS EXPORTACIONES EN LATNOAMÉRICA EN 1980s Y 1990s	11
GRÁFICO 6:	COMPOSICIÓN DE LAS EXPORTACIONES REGIONALES POR CONTENIDO TECNOLÓGICO, (EN PORCENTAJE)	12
GRÁFICO 7:	INTENSIDAD ENERGÉTICA NACIONAL, PAÍSES SELECCIONADOS	14
GRÁFICO 8:	VARIACIÓN DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA A NIVEL NACIONAL V/S PGB NACIONAL PER CÁPITA	16
GRÁFICO 9:	VARIACIÓN DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA A NIVEL NACIONAL V/S ÍNDICE GLOBAL DE COMPETITIVIDAD (GCI) DEL WEF.	16
GRÁFICO 10:	VARIACIÓN DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA A NIVEL NACIONAL V/S SUBÍNDICE DE CAPACIDAD INSTITUCIONAL Y SOCIAL DEL ESI.	17
GRÁFICO 11:	EVOLUCIÓN DE LA IE MANUFACTURERA EN PAÍSES LATINOAMERICANOS SELECCIONADOS	19
GRÁFICO 12:	EVOLUCIÓN DE LA IE MANUFACTURERA EN PAÍSES DESARROLLADOS SELECCIONADOS	20
GRÁFICO 13:	EVOLUCIÓN DE LA IE MANUFACTURERA EN JAPÓN	21
GRÁFICO 14:	VARIACIÓN DE LA IE MANUFACTURERA V/S PGB PER CÁPITA	22

GRÁFICO 15: VARIACIÓN DE LA IE INDUSTRIAL V/S ÍNDICE DE COMPETITIVIDAD GLOBAL (GCI)	22
GRÁFICO 16: VARIACIÓN DE LA IE INDUSTRIAL V/S SUBÍNDICE TECNOLÓGICO (GCI)	23
GRÁFICO 17: VARIACIÓN DE LA IE INDUSTRIAL V/S SUBÍNDICE DE INNOVACIÓN (GCI)	24
GRÁFICO 18: VARIACIÓN DE LAS EXPORTACIONES DE PAÍSES SELECCIONADOS DE LATINOAMÉRICA, 1980S Y 1990S (EN PORCENTAJE)	24
GRÁFICO 19: CONTENIDO TECNOLÓGICO DE LAS EXPORTACIONES DE PAÍSES SELECCIONADOS DE LATINOAMÉRICA, 1998	25
GRÁFICO 20: VARIACIÓN DE LA IE MANUFACTURERA V/S EXPORTACIONES DE ALTO Y MEDIO CONTENIDO TECNOLÓGICO EN PAÍSES SELECCIONADOS DE LATINOAMÉRICA.	26
GRÁFICO 21: VARIACIÓN DE LA IE INDUSTRIAL V/S SUBÍNDICE DE CAPACIDAD INSTITUCIONAL (ESI)	27

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: CERÂMICA ARGIBEM LTDA. – RESULTADOS ALCANZADOS EN EL PERÍODO 1996/1999	30
TABLA 2: REDUCCIÓN DE LOS CONSUMOS DE PETRÓLEO COMBUSTIBLE	30
TABLA 3: RECAUCHADORA B R CAMPOS – RESULTADOS ALCANZADOS EN EL PERÍODO 1997/1999	31
TABLA 4: PANADERÍA SANTA TEREZINHA DE RAMOS LTDA – RESULTADOS ALCANZADOS EN 1998/1999	32
TABLA 5: DON ATILIO S.A. – RESULTADOS ALCANZADOS EN EL PERÍODO 2000/2002	33
TABLA 6: LA MARÍA PILAR ESTANCIAS S.A. – RESULTADOS ALCANZADOS EN EL PERÍODO 2000/2003	34
TABLA 7: COMPARACIÓN DE CONSUMOS ENERGÉTICOS ENTRE DOS EMPRESAS DE CHACINADOS . – AÑO 2001.	35
TABLA 8: DIFERENCIAS EN LA UTILIZACIÓN DE AGUA DE DOS EMPRESAS DE CHACINADOS . – AÑO 2001.	35
TABLA 9: DIFERENCIAS EN LA UTILIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE DOS EMPRESAS DE CHACINADOS . – AÑO 2001.	35
TABLA 10: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN $R^2$ , ENCONTRADOS ENTRE LAS VARIABLES.	38

# 1. INTRODUCCIÓN

Históricamente se vinculaba el crecimiento económico a un mayor uso de recursos energéticos, sin embargo esto ha ido variando en las últimas décadas: En efecto, desde 1990 el consumo de energía por unidad de Producto Geográfico Bruto (PGB) a nivel mundial se ha reducido a razón de 2% por año, sin embargo, parte importante de esta reducción viene de los países de mayor desarrollo.

El desacoplamiento entre el crecimiento económico y la demanda energética, producido en gran medida por la introducción de políticas de eficiencia energética motivadas por la escasez de recursos y el cuidado del medio ambiente, ha generado la idea intuitiva de que existe un vínculo entre el crecimiento económico sostenible de una nación y la aplicación de políticas de eficiencia energética, dicho de otro modo, el uso eficiente de la energía (UEE), sería uno de los factores que encaminan a las naciones hacia el desarrollo sostenible.

La verificación del cumplimiento de esta vinculación cobra una importancia fundamental en apoyo a los esfuerzos que se realizan para lograr el desarrollo económico y más aún, lograr la sustentabilidad del este desarrollo, entendido como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades.

La Cooperación Técnica Alemana (GTZ) tiene una larga tradición de apoyo a los esfuerzos que realizan los países destinados a asegurar la sustentabilidad de su crecimiento. En este contexto, GTZ contribuye al desarrollo de distintos proyectos, los que en el caso de la energía, apuntan entre otros a la diversificación de la matriz energética mediante la introducción significativa de las energías renovables y a mejorar la eficiencia con los países utilizan la energía. Ello explica porque GTZ ha promovido la realización del presente estudio, con el fin de verificar el cumplimiento de la vinculación entre la eficiencia energética y la eficiencia económica, e identificar aquellos factores que contribuyen al desarrollo sostenible.

El enfoque adoptado consiste en identificar un conjunto de parámetros que se relacionan con la competitividad internacional de los países y sus eventuales logros en la eficiencia con que se usa la energía en éstos, para lo cual se analizará la situación relativa respecto de dichos parámetros y la evolución de la intensidad energética para un conjunto de países desarrollados y países de América Latina. Se seleccionó la evolución de la intensidad energética del sector manufacturero ya que se estima que los parámetros seleccionados se relacionan en forma más directa con la mejora de la eficiencia en este sector que en el conjunto de la actividad de los países, ya que en el sector manufacturero se concentran recursos humanos y tecnológicos con los recursos financieros para introducir las tecnologías energéticamente eficientes.

El contenido de este trabajo puede resumirse como sigue:

En el presente capítulo, se presenta una introducción del trabajo que se pretende realizar, estableciendo las líneas generales de la metodología adoptada y una breve descripción del contenido del informe.

En el capítulo dos, se definen y discuten los distintos tipos de indicadores que se utilizarán para alcanzar los objetivos planteados, éstos son: índices de eficiencia energética, de eficiencia económica y de eficiencia ambiental.

En el capítulo tres se identifican los países seleccionados en cada categoría elegida para el análisis y se estructura la información que caracteriza su estructura económica, energética y de competitividad, correlacionándose los indicadores así definidos con la evolución de la intensidad energética a nivel de los países y de su industria manufacturera

En el capítulo cuatro se presentan los resultados de algunos programas o proyectos exitosos de eficiencia energética que se han realizado en América Latina.

En el capítulo cinco se presentan las conclusiones del trabajo

## **2. DESCRIPCIÓN DE LOS INDICADORES UTILIZADOS EN EL ESTUDIO.**

En la presente sección se definirán los indicadores que serán utilizados para analizar la relación entre eficiencia energética y eficiencia económica, considerada esta última desde una perspectiva global..

### **2.1. Eficiencia Energética**

#### 2.1.1 Consideraciones acerca del concepto de Eficiencia Energética

En el contexto de las siguientes páginas se entenderá la *eficiencia energética* (o el uso eficiente de la energía, UEE) como una función de las conductas individuales y de la racionalidad con que los consumidores utilizan la energía. De este modo, la eliminación los consumos innecesarios o la elección de equipos más apropiados para reducir el costo de la energía, contribuye a disminuir el consumo individual sin disminuir la satisfacción personal obtenida de los servicios que ella le presta.

Sin embargo, conviene señalar que medidas individuales que hacen más eficiente energéticamente una vivienda o una industria no implican eficiencia energética a nivel de país, ya que muchas veces dichas medidas puede que no tengan ninguna visibilidad nacional.

En muchos casos la eficiencia energética no es sólo un problema técnico, ya que a veces, resultan más importantes las medidas que apuntan a mejorar la eficiencia de los servicios en que la energía se encuentra involucrada, que las medidas técnicas de eficiencia de un proceso o equipo. Es así como, es más eficiente en muchos casos hacer un llamado telefónico que hacer la visita física a nuestro interlocutor, imponer el reciclado de las botellas de vidrio en vez de mejorar la combustión del horno, utilizar madera en vez de hormigón en las viviendas. Si bien los ejemplos anteriores tienen impactos a nivel microeconómico, desde el punto de vista de este trabajo interesa ver como la mejora de la eficiencia económica afecta la eficiencia energética del país.

En términos generales, habida cuenta de las consideraciones anteriores, la eficiencia energética tiene en cuenta todos los cambios que resultan en una disminución de la cantidad de energía necesaria para producir una unidad de actividad económica o para satisfacer los requerimientos energéticos de los servicios que requieren las personas, asegurando igual o superior nivel de confort.

### 2.1.2 Indicadores de eficiencia energética

Los indicadores de eficiencia energética se construyen con el objeto de dar seguimiento a los cambios en la eficiencia con que los países o áreas de la economía usan la energía. Dos tipos de indicadores se utilizan para describir este proceso: los índices económicos y los índices técnico-económicos.

Los índices económicos se utilizan cuando la eficiencia energética se evalúa a niveles agregados, por ejemplo al nivel del país o de un sector de la economía, ya que en este caso no es posible caracterizar la actividad con índices técnicos o físicos.

La Intensidad Energética (IE) es conocida internacionalmente como uno de estos índices económicos y se define como la relación entre el consumo de energía en unidades tales como: Tcal, TJ o toneladas de petróleo equivalente (tpe) e indicadores de la actividad económica, normalmente el producto geográfico bruto (PGB) o el valor agregado (VA) de la rama de actividad.

Los índices técnico-económicos se utilizan cuando los análisis se realizan a niveles suficientemente desagregados (por sub ramas o usos finales) y relacionan la energía consumida con indicadores de la actividad expresados en unidades físicas (toneladas de acero, pasajeros-kilómetros, m<sup>2</sup> de viviendas o edificios calefaccionados).

Este último indicador, comúnmente denominado Consumo Específico, pareciera resolver en parte los problemas e imprecisiones del indicador económico, sin embargo, resulta ser cada vez más insatisfactorio. Ello se debe a una tendencia creciente a tercerizar las actividades, lo que termina por no reflejar los verdaderos consumos de energía asociados a la producción de un bien, salvo que se siga la cadena de producción completa. Además, la posibilidad de comparar los consumos específicos para producir un bien dado, se encuentra también limitada por las características de los procesos, no es posible enjuiciar la eficiencia energética relativa de la producción de una tonelada de acero o aluminio a partir del mineral hierro o de la bauxita y la producción de la misma tonelada a partir de chatarra de acero o de aluminio.

Dado que el objetivo del estudio es encontrar las relaciones entre la eficiencia energética y la eficiencia económica a un nivel más global se utilizará el indicador de IE, el que toma en cuenta la economía en su conjunto o un sector de actividad dado. Esto, a pesar de que los indicadores técnicos podrían aparecer como aquellos que representan en forma más adecuada el desarrollo tecnológico en el campo del uso final de la energía, ya que no se ven afectados por los cambios estructurales de la economía. Sin embargo, su utilización es muy restringida, ya que sólo es recomendable en el caso de análisis muy desagregados. Unido a lo anterior, su uso exige conocer en detalle los procesos involucrados, particularmente el grado de integración vertical que caracteriza la operación de las plantas que se comparan.

Lo complejo del concepto de eficiencia energética indica que las limitaciones del indicador de IE deben ser claramente identificadas en orden de alcanzar conclusiones acertadas.

### 2.1.3 Consideraciones y limitantes del índice de Intensidad Energética (IE).

Tal como ha sido mencionado el indicador de intensidad energética se define como la razón entre el consumo de energía de una o un conjunto de actividades económicas y el valor del producto de dichas actividades, es decir:

$$IE_t = \frac{CE_t}{P_t} \quad \text{Ec. 1}$$

donde:

- IE<sub>t</sub> : Intensidad energética en el año t
- CE<sub>t</sub> : Consumo de energía en el año t (en unidades energéticas, Tcal, TJ, BTU.)
- P<sub>t</sub> : Producto total. (En unidades monetarias, millones de USD o EUROS)

Lo primero a tener en consideración al calcular el indicador de IE es si el consumo de energía (CE), corresponde a energía primaria o final. Si se considera energía primaria, es posible que la variación de la IE así calculada pueda asociarse a cambios en la matriz energética y/o a cambios en la eficiencia de conversión de la oferta de energía, muy especialmente en la generación eléctrica, por lo que indicadores que consideren la energía primaria no son aconsejables, sugiriéndose, por lo tanto, el uso de la energía final en el cálculo de los indicadores.

Con respecto al valor del Producto, se consideró el PGB calculado, en lo posible, bajo la misma estructura metodológica, utilizando el tipo de cambio a precios constantes. No se introdujo la corrección de la Paridad del Poder de Compra (PPP), debido principalmente a la escasez de información disponible. Sin embargo, a pesar de que esta corrección afecta a los valores absolutos, ella no afectará el análisis de las tendencias, que fue la opción metodológica escogida.

Esto no es grave, ya que se estima que existen un conjunto de factores que limitan la validez de las comparaciones de los valores absolutos de la IE. En efecto, los valores absolutos de la IE están determinados por un conjunto de parámetros que explican por qué ella es mayor en un país que en otro, sin que por ello se pueda afirmar que el segundo es más eficiente que el primero. Algunos de estos parámetros son :

- Las estructuras económicas, las características geográficas y las condiciones climáticas de los países
- Los cambios estructurales relativos entre las economías
- Las distorsiones globales y sectoriales de los sistemas de precios
- Las características específicas de los sectores de la economía que no son representadas únicamente por las variables económicas, es el caso, por ejemplo, de la estructura modal del transporte

- Las diferencias en la agregación de los sectores o de medición del Producto Geográfico Bruto, incluidas disparidades en el poder de compra de las monedas de referencia, pueden limitar también el análisis

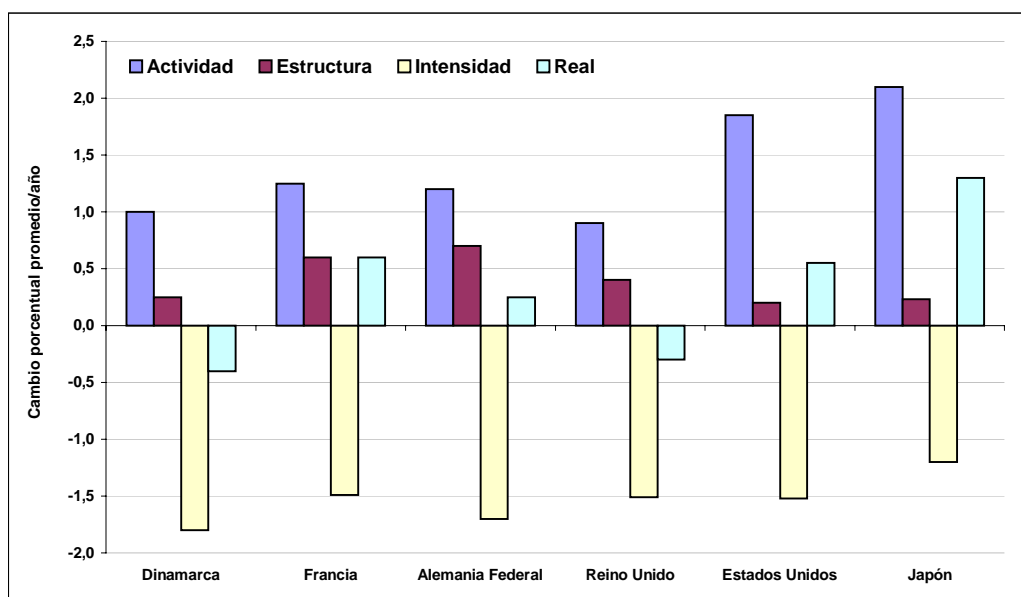
Por otra parte, la evolución de la intensidad energética de los países también presenta problemas conceptuales. Es así como muchas economías muestran una sistemática caída de la importancia relativa de los combustibles fósiles, particularmente del petróleo, y su reemplazo por la electricidad, lo que tiene un impacto claro en la intensidad energética debido tanto a la mayor eficiencia que presentan normalmente los equipos eléctricos respecto de aquellos que usan derivados del petróleo o gas natural, como a las significativas mejoras que han experimentado recientemente los equipos eléctricos, tales como: motores, luminarias, sistemas de refrigeración, sistemas de tracción eléctrica y otros. Incluso, la electrónica de potencia ha permitido obtener mejoras muy significativas en los sistemas de flujo variable.

Por último, al realizar un análisis de las tendencias de la eficiencia energética a través del indicador de IE, debe que tomarse en cuenta que la evolución del monto de energía consumida por una sociedad depende de cambios ocurridos en:

- la actividad económica (valor agregado, población, área construida, toneladas-km transportadas)
- la estructura de la economía (estructura industrial, estructura modal del transporte, grado de saturación de los artefactos domésticos), y
- la intensidad energética.

A modo de ejemplo, el gráfico siguiente permite visualizar el efecto que tienen estos factores sobre el consumo total de energía en algunos países desarrollados.

Gráfico 1: Cambios en el nivel de actividad de la economía, en su estructura y en la Intensidad Energética y su efecto sobre el consumo de energía para un conjunto de países desarrollados, 1973-1994



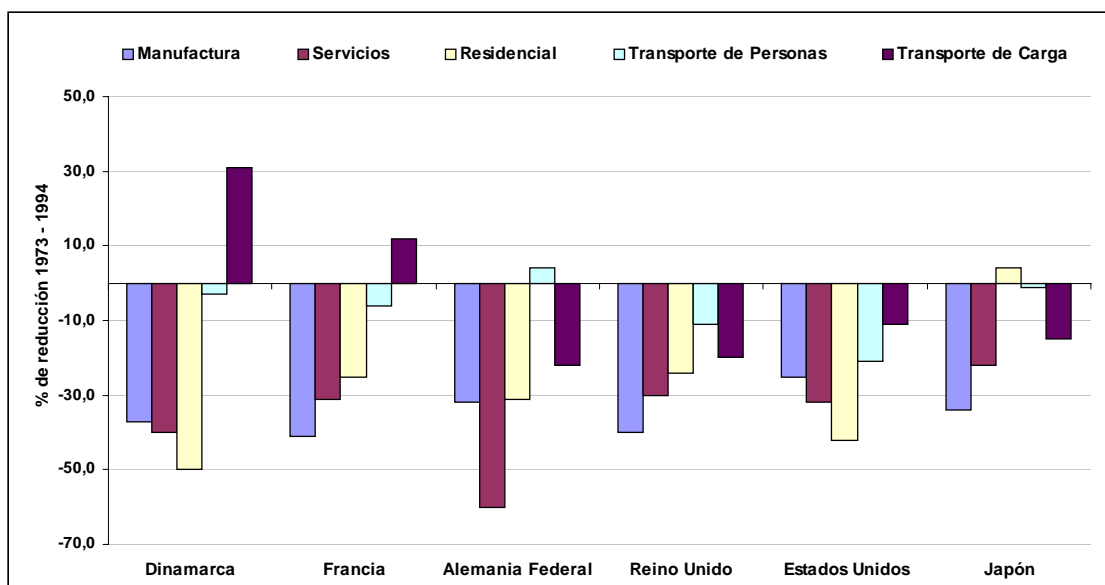
Fuente: IEA, Energy Efficiency Initiative Vol I.

A pesar de las limitaciones que presentan los indicadores agregados, ellos son útiles al momento de analizar los impactos y eficacia de las políticas públicas destinadas a promover las tecnologías energéticamente eficientes y las prácticas de buen uso de la energía.

En la imposibilidad de disponer, sobretodo en el caso de los países de América Latina, de la información requerida para separar los factores que afectan el consumo global de energía, se ha preferido adoptar indicadores de intensidad energética sectorial y particularmente aquellos que se refieren al sector manufacturero, donde el progreso tecnológico se expresa en forma más clara.

La ventaja de los indicadores desagregados es que toman en cuenta tanto los cambios en la actividad económica como los cambios en la estructura de la economía. En el gráfico siguiente se muestra como varía la intensidad energética en distintos países desarrollados según los distintos sectores de la economía.

Gráfico 2: Reducción de la intensidad energética por sector de la economía, para algunos países industrializados, 1973-1994



Fuente: IEA, Energy Efficiency Initiative Vol I.

#### 2.1.4 Intensidad Energética industrial

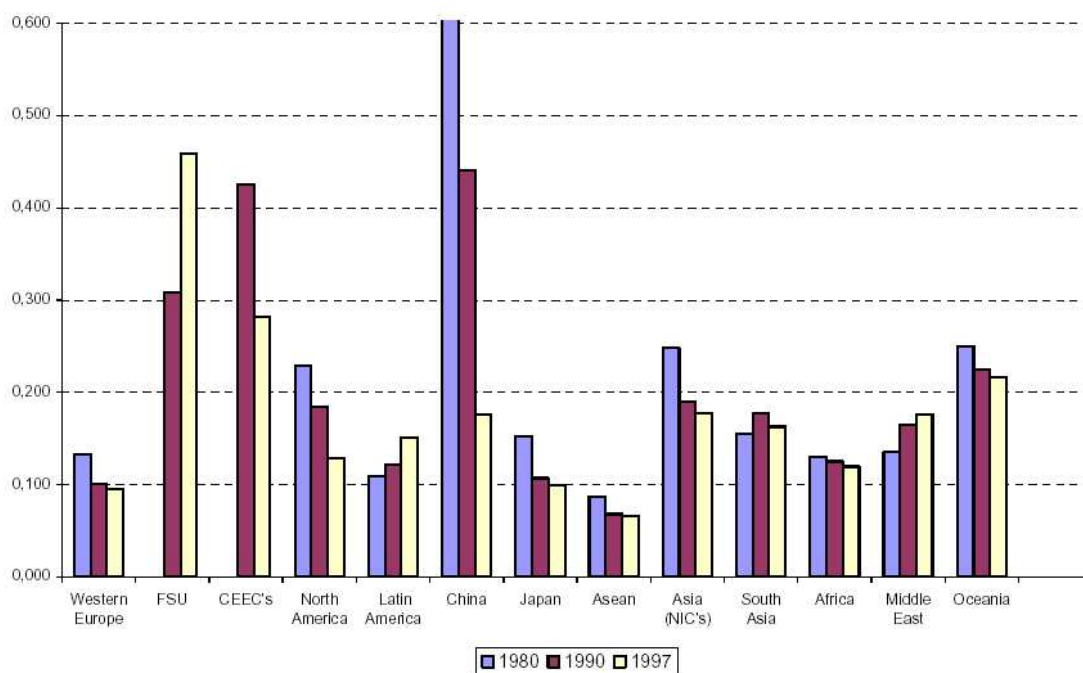
Si bien la intensidad energética industrial disminuyó fuertemente en muchas áreas del mundo entre el año 1973 y 1990, a partir de esa fecha la dinámica de la mejora se fue reduciendo paulatinamente y en algunos países, ella incluso empezó a aumentar. Por el contrario, en América Latina la intensidad energética del sector mantiene una tendencia al alza para el período 1980-1997 (ver Gráfico 3).

Análisis realizados por la Conferencia Mundial de la Energía muestran la importancia de los cambios estructurales en el sector industrial para un conjunto de países europeos, para los

períodos 1980-1990 y 1990-1998, lo que ha permitido identificar la influencia de la importancia creciente de las ramas intensivas en energía (acero, cemento y otros) en la mejora global de la eficiencia energética en la industria de esos países (ver Gráfico 4)

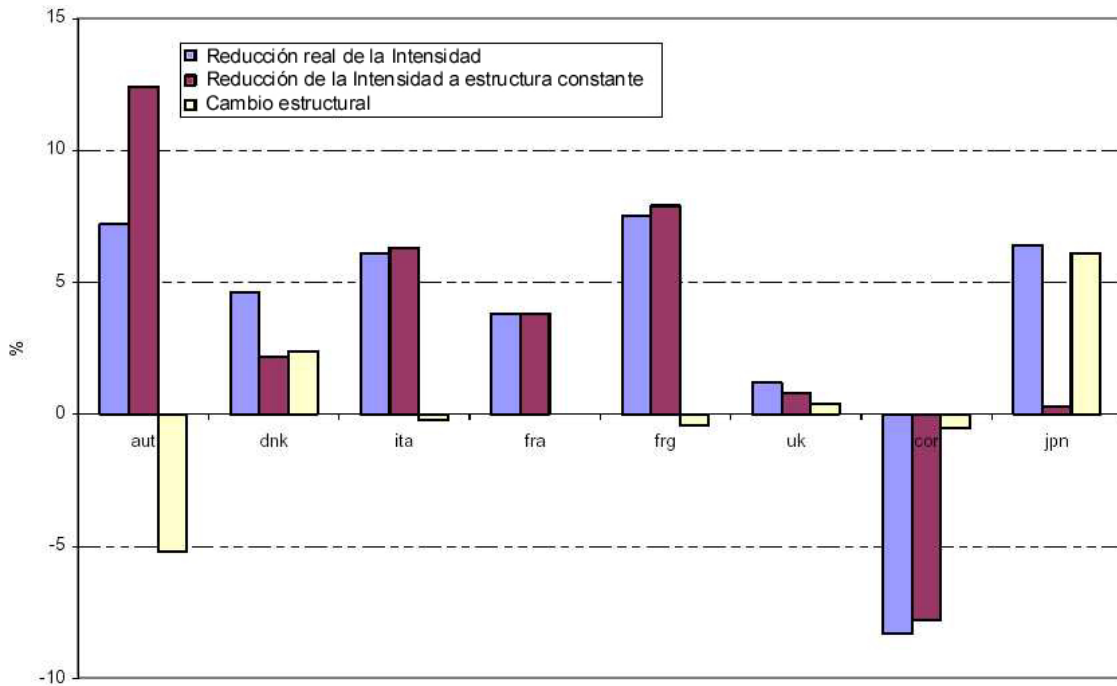
Los gráficos indican que algunos países tales como Alemania, Dinamarca y Holanda han alcanzado significativas reducciones de la intensidad energética manufacturera en forma agregada, pero que los cambios estructurales han jugado en ello un rol importante. El estudio de la IEA trató de obviar este problema, construyendo un indicador que mantenga constante la estructura de la industria y de la actividad global.

Gráfico 3: Intensidad Energética de la Industria



Fuente: WEC, 2001

Gráfico 4: Variación de la Intensidad Energética en la Industria Manufacturera, 1990-98



Fuente: WEC, 2001

## 2.2. Eficiencia Económica

### 2.2.1 Consideraciones acerca del concepto de Eficiencia Económica

En el modelo económico clásico el indicador macroeconómico del nivel de actividad, el PGB, es el índice por excelencia que define el estado de la economía, de esta forma, mientras más crezca el PGB mayor sería el beneficio global para la sociedad. Sin embargo, este modelo no tiene en cuenta el costo para la colectividad, en términos ecológicos y sociales, del crecimiento de un punto del PGB, ni tampoco que la capacidad de crecimiento económico es finita. De esta manera se dejan fuera variables como la presión sobre el medio ambiente, la distribución equitativa de la riqueza y el desarrollo humano.

El concepto de desarrollo sostenible intenta dar solución a estos problemas. Este concepto no niega la necesidad de mantener un crecimiento sostenido, sin embargo, exige que este crecimiento sea equitativo y sostenible en el tiempo incorporando dos aspectos nuevos a la idea de desarrollo: una preocupación por la calidad (y no sólo la cantidad) del crecimiento, y además un interés en asegurar un medioambiente sano para las generaciones futuras.

De esta manera, la eficiencia económica hoy en día no puede ser medida por un sólo indicador, por lo tanto, a fin de caracterizar en forma más adecuada el desempeño económico de una nación se evaluará no sólo el nivel de actividad económica a través de la evolución del PGB,

que representaría la dinámica de crecimiento, sino que también otras variables asociadas a la calidad de este crecimiento, lo que exige introducir algunos parámetros de competitividad en un sentido amplio. Ello implica introducir de alguna manera considerar un índice de competitividad global, la productividad de la sociedad, el análisis de la dinámica y calidad de las exportaciones, el desarrollo de las instituciones y la sustentabilidad ambiental para caracterizar el comportamiento de las naciones en relación a su medio ambiente.

## 2.2.2 Indicadores de eficiencia económica

### ***Nivel de actividad, PGB per cápita.***

El indicador que será utilizado para medir la actividad de la economía será como ya se había comentado el PGB, indicador que mide el producto final al interior de las fronteras de una economía. Para hacer comparables las medidas entre los distintos países se utilizará como índice el PGB per cápita. Probablemente si se dispusiera de la información correspondiente se debería considerar el poder adquisitivo de la moneda de referencia, a fin de asegurar que en todos los países los dólares utilizados para medir el PGB tienen el mismo valor.

### ***Competitividad***

Con respecto a la competitividad se utilizará el Índice de Competitividad Global, (Global Competitiveness Index, GCI) desarrollado por el Foro Económico Mundial, el cual es una medida de la capacidad de una economía nacional para lograr crecimiento económico sostenible en el mediano plazo, tomando en cuenta el nivel de desarrollo presente. Es decir este indicador permite establecer el potencial de crecimiento más allá del efecto temporal de crecimiento acelerado que se da en el período temprano del desarrollo, este es por ejemplo el caso de China que siendo un país relativamente pobre tiene un alto crecimiento (octavo en el ambiente macroeconómico), sin embargo, no es de los más competitivos debido a sus deficiencias en varios de los aspectos considerados.

El GCI se basa en tres categorías de variables que son consideradas como explicativas del crecimiento económico sostenible, en el mediano y largo plazo. Estas categorías son: Tecnología, Instituciones Públicas y Ambiente Macroeconómico.

Tomando en consideración que la tecnología juega un papel fundamental en el desarrollo se ha separado en dos grupos distintos de países, según esto sean los principales innovadores tecnológicos y los que no lo son. El criterio utilizado para la selección es el número de patentes de invención registrados por millón de habitantes.

Para los países innovadores el índice de competitividad global tiene un mayor énfasis en su carácter tecnológico, calculándose de la siguiente manera:

$$GCI_{\text{innovadores}} = \frac{1}{2} \text{Índice tecnológico} + \frac{1}{4} \text{Índice de Instituciones públicas} + \frac{1}{4} \text{Índice ambiente macroeconómico}$$

Para los países no innovadores el GCI es sólo el promedio de los subíndices.

En Anexo 1 se presenta una breve discusión acerca de la competitividad.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID)<sup>1</sup> realizó un análisis de la situación competitiva de América Latina basado, en parte importante, en el informe Global Competitiveness Report (WEC, 2002) del World Economic Forum (WEF), que contempla los factores de competitividad descritos, pero que se adapta mejor a la situación de América Latina.

Desde la perspectiva del presente trabajo conviene destacar la importancia que asigna el BID a algunos parámetros de la metodología aquí adoptada, teniendo claro que conceptualmente, en sus grandes líneas son similares y en otras, complementarias.

En términos generales se señala que los países que disponen de adecuados ambientes macroeconómicos e institucionales y de solventes capacidades tecnológicas en relación a su nivel de ingreso per capita están en mejores condiciones de crecer que los otros; desgraciadamente los países de la Región no caen en estas categorías. De hecho, el estudio del BID concluye que la situación competitiva de América Latina es muy deficiente en comparación al resto del mundo, a la excepción de África.

En Anexo 2 se describe en mayor detalle algunos de los análisis realizados y conclusiones del informe del BID, que se estiman pertinentes para el presente trabajo

### ***Calidad de las exportaciones***

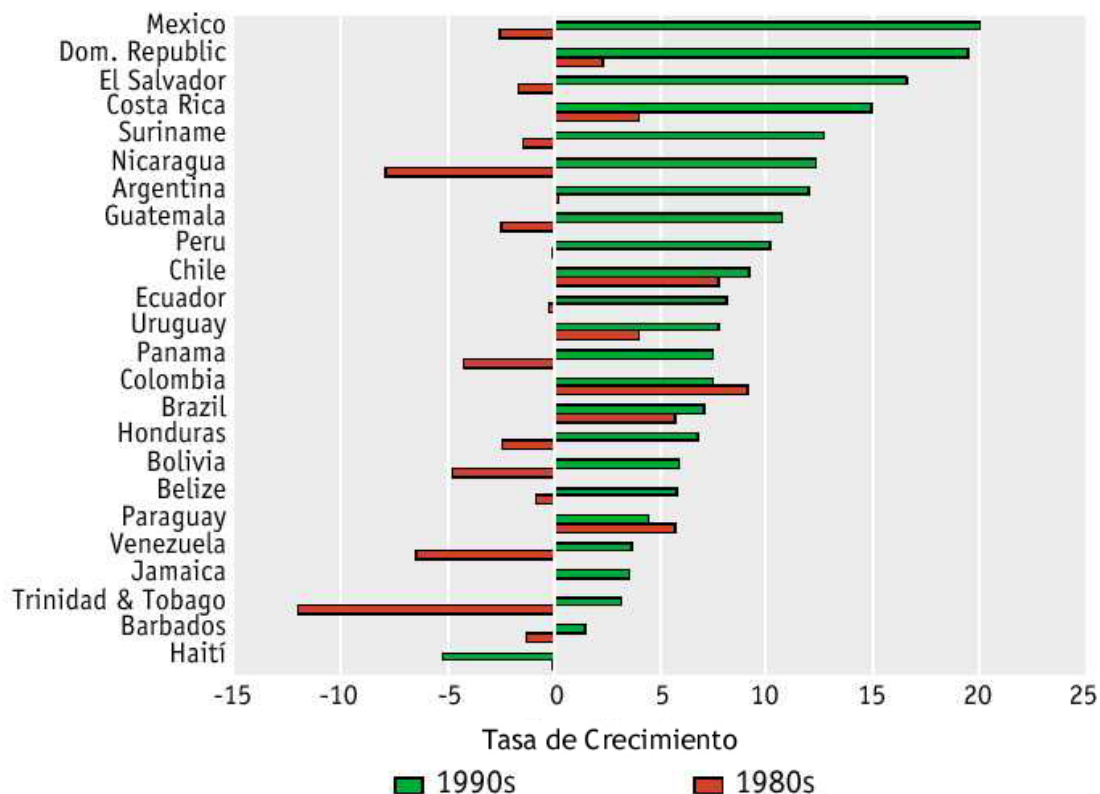
Otro elemento importante en lo que respecta al comportamiento de la economía, lo constituye la dinámica del comercio exterior y, muy particularmente, la estructura de las exportaciones. La consideración de la dinámica exportadora ayuda a explicar en parte importante la capacidad de las naciones de competir en un mundo globalizado, ya que esta actividad impone exigencias de competitividad superiores a las del conjunto de la actividad productiva, particularmente si se trata de mayor valor agregado. Por esta razón se analizará en este caso no sólo la dinámica del proceso exportador sino que además la importancia relativa que ha ido adquiriendo la exportación de productos manufacturados e, incluso, diferenciando los productos por el grado de desarrollo tecnológico que caracteriza las exportaciones.

En el gráfico siguiente se muestra el dinamismo de las exportaciones de América Latina durante los 80's y los 90's.

---

<sup>1</sup> Banco Interamericano de Desarrollo. Competitiveness: The business of growth. 2001 Report. Economic and social progress in Latin America. Washington D.C.

Gráfico 5: Crecimiento de las exportaciones en Latinoamérica en 1980s y 1990s  
(en porcentaje)

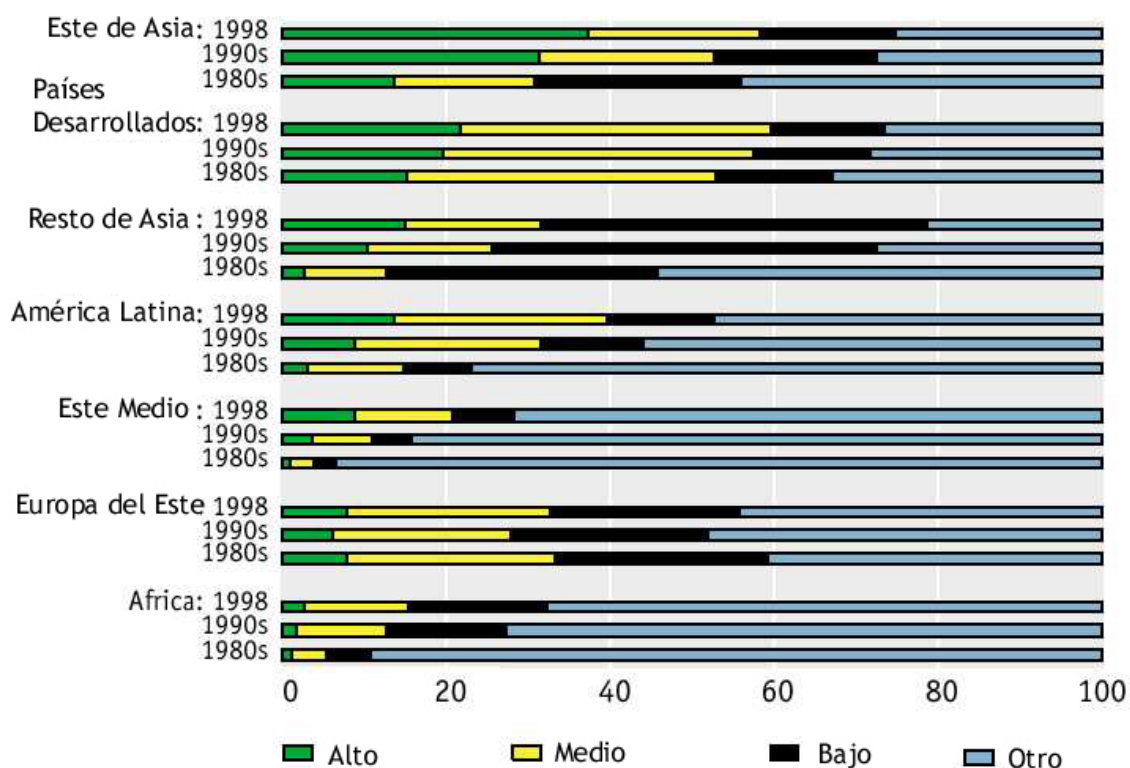


Fuente: BID, 2001

De este gráfico se puede apreciar el escaso dinamismo e, incluso, la caída de las exportaciones en la mayoría de los países de la Región durante la década de los 80's y la recuperación experimentada en algunos de ellos durante los 90's. Más aún, durante los 90's, algunos de los países de la Región basaron su estrategia de crecimiento económico en la apertura del comercio exterior y en el impulso a las exportaciones.

En general, es posible distinguir productos que en el comercio mundial presentan un elevado dinamismo de crecimiento, otros un dinamismo medio y, por último, productos de demanda en declinación. Parte importante de las exportaciones de América Latina corresponde a bienes de bajo dinamismo, en comparación con lo que ocurre en los países desarrollados y en Asia, principalmente (BID, 2001). En principio, los productos más dinámicos son aquellos de mayor contenido tecnológico. El gráfico siguiente muestra las exportaciones clasificadas según su contenido tecnológico para las distintas regiones del mundo.

Gráfico 6: Composición de las exportaciones regionales por contenido tecnológico, (en porcentaje)



Fuente: BID, 2001

En el gráfico anterior, se aprecia, como era de esperar, que los países de mayor desarrollo y más elevados índices de competitividad exportan un más alto porcentaje de productos con mayor contenido tecnológico.

### 2.3. Eficiencia Ambiental

#### 2.3.1 Consideraciones acerca del concepto de Eficiencia Ambiental

Tal como se mencionó anteriormente en relación al concepto de eficiencia económica, la dimensión ambiental cobra relevancia fundamental luego de la introducción del concepto de desarrollo sostenible, al constatar los efectos sobre el medio ambiente y el agotamiento de los recursos naturales resultante del desarrollo de los países más ricos en las décadas pasadas.

La sustentabilidad ambiental plantea en el fondo una cuestión moral y una responsabilidad ética respecto de las generaciones futuras. Es por lo tanto un concepto transversal al desarrollo, porque el uso razonable de los ecosistemas y recursos naturales no depende exclusivamente de factores tecnológicos, sino que influyen una multiplicidad de factores, entre los que destacan la organización social y la distribución espacial de las actividades económicas y la población.

### 2.3.2 Indicadores de eficiencia ambiental

Dado que, cada vez con más fuerza, los países incorporan el concepto de sustentabilidad del desarrollo como una opción fundamental de política pública, se hace necesario medir de alguna manera de los logros alcanzados en este contexto.

Al respecto, el Foro Económico Mundial ha definido el Índice de sustentabilidad ambiental, conocido por su sigla en inglés ESI<sup>2</sup>. Un análisis de los principales parámetros que definen el ESI nos lleva a concluir que los esfuerzos destinados a mejorar la eficiencia con se usa la energía contribuirán a mejorar la sustentabilidad ambiental y viceversa.

El índice ESI mide el progreso global de las naciones hacia la sustentabilidad ambiental a través de un vasto conjunto de indicadores. El índice define la sustentabilidad ambiental en función de cinco componentes y 21 factores, estos son:

- Estado y evolución de los sistemas ambientales estratégicos (calidad del aire, disponibilidad de agua, calidad del agua, biodiversidad y uso del suelo).
- Presiones y riesgos ambientales (contaminación del aire, contaminación del agua, presiones sobre ecosistemas, generación de residuos y presiones demográficas).
- Vulnerabilidad ambiental humana, social y económica (satisfactores básicos, salud pública, y exposición a desastres naturales).
- Capacidades institucionales y sociales (infraestructura científica y técnica, participación y debate públicos, regulación ambiental, sistemas de información, ecoeficiencia y solución de fallas institucionales).
- Responsabilidad global (contribución a esfuerzos internacionales, e impacto en recursos comunes ambientales globales).

En el Anexo 3 se incluyen los componentes e indicadores de la sustentabilidad ambiental.

---

<sup>2</sup> ESI: Environmental Sustainability Index

### 3. CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES CONSIDERADAS

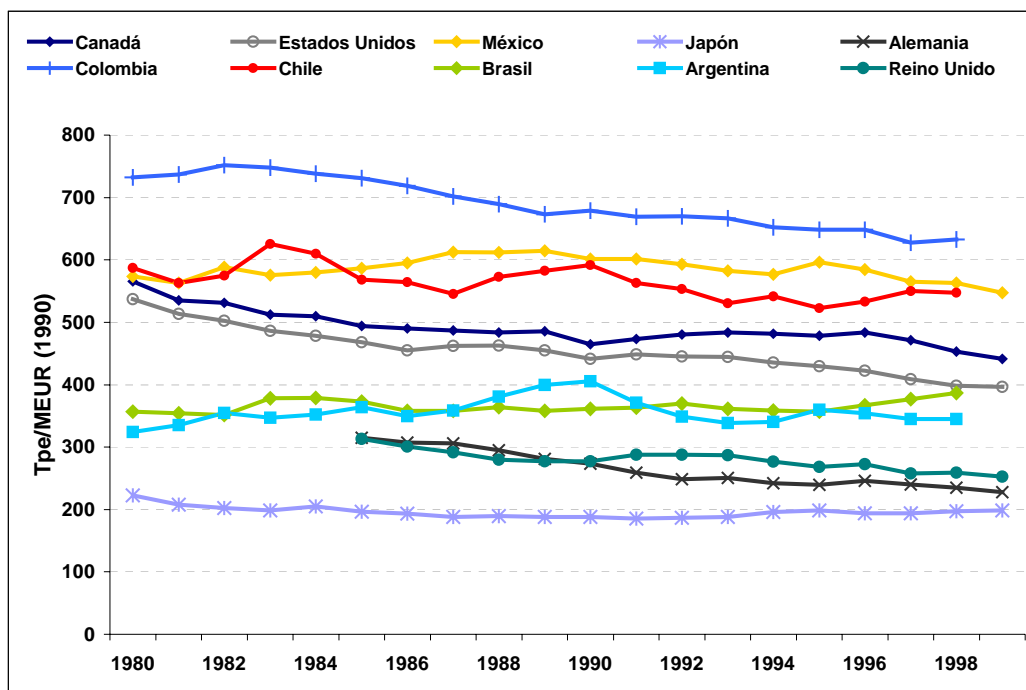
En las secciones siguientes se analizará la relación existente entre la IE de los países con algunas de las variables que caracterizarían la eficiencia económica, de acuerdo con la metodología adoptada. A fin de establecer una adecuada comprensión de los resultados, éstos han sido separados en dos niveles de agregación. En primer lugar, se ha realizado un análisis a nivel nacional y luego se trata el problema centrándose en el sector manufacturero de las naciones consideradas, de manera de subsanar los problemas estructurales del indicador global comentados en las secciones anteriores.

En ambos niveles de agregación se analiza la evolución de la IE en los países seleccionados (en vez de sus valores absolutos), estableciendo correlaciones entre la evolución de la IE y algunas de las variables de la eficiencia económica seleccionadas. En efecto, dado que el análisis de las tendencias se ha considerado más relevante que el estudio de los valores absolutos de IE, la variable que se utilizará en las correlaciones es el cambio o tasa media de crecimiento de la IE (en porcentaje) en un período suficiente como para mostrar tendencias claras, pero que además sea similar al de los distintos países incluidos en el análisis.

#### 3.1. Comportamiento de la intensidad energética global de países seleccionados de América Latina, Europa, Norte América y Japón

En el gráfico siguiente se muestra el comportamiento de la intensidad energética en los distintos países considerados.

Gráfico 7: Intensidad Energética Nacional, países seleccionados



Fuente: Elaboración Propia.

Del gráfico anterior es posible concluir que los países de América Latina no presentan un comportamiento a destacar en lo que respecta a la mejora de la IE. Incluso, en algunos de ellos la sustitución de la leña por combustibles fósiles ha contribuido a reducir la IE o por lo menos a disminuir su crecimiento. Los únicos países que muestran una cierta mejoría en el período son Colombia (14%) y Chile (6,8%), México presenta una mejora a partir del año 1989 (11% para el período 1989-1999)<sup>3</sup>, el resto presenta pequeñas variaciones para el período analizado, ya sea al alza o a la baja.

En el caso de los países desarrollados la tendencia al mejoramiento de la IE es manifiesta, lo que se explica por sus significativos esfuerzos para mejorar la eficiencia con que utilizan la energía, recurriendo a decididas políticas de uso eficiente de la energía (UEE) e, incluso, a leyes de eficiencia energética como es el caso de Japón.

Al respecto, los esfuerzos de Japón le permitieron reducir su intensidad energética en un 33% entre 1973 y 1985, detectándose un estancamiento relativo en el descenso de la IE entre 1985 y 1990, para crecer ligeramente en el período 1990-1998. Estados Unidos y Canadá disminuyen su IE entre los años 1980 y 1999 en 26% y 22%, respectivamente. El Reino Unido disminuye su IE en 19% para el período 1985-1999. Por último, el caso de Alemania aparece como especial, entre este tipo de países, al disminuir en un 38% su IE para el período 1985-1999, ello se debe en parte importante al proceso de reunificación que trajo aparejado un esfuerzo de modernización industrial y remodelación inmobiliaria en la Alemania del Este.

Se analiza a continuación la relación del crecimiento de la IE a nivel nacional, para lo cual se han considerado un total de 39 naciones entre Europa, el NAFTA, y América Latina. A partir de estas correlaciones se pretende establecer la influencia de distintas variables globales sobre la eficiencia energética.

Las variables a correlacionar con la variación de la IE son:

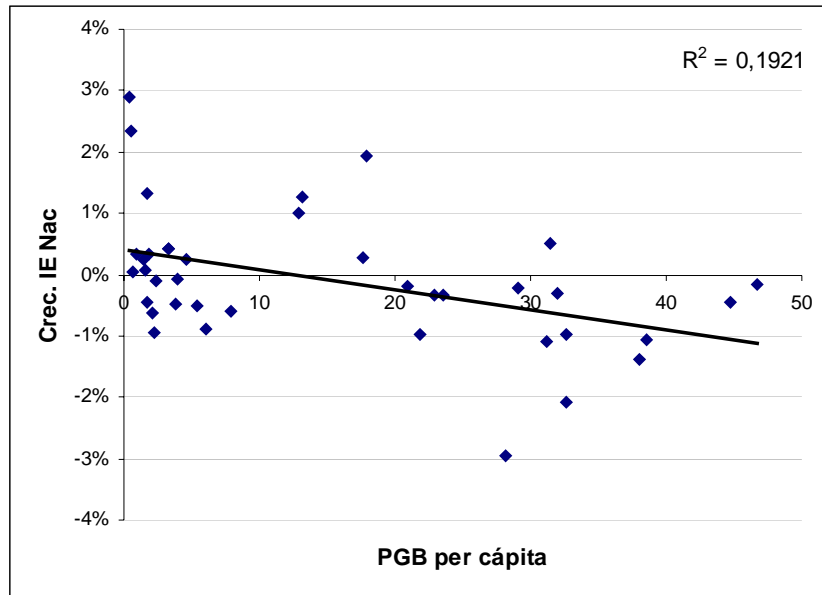
- Nivel de actividad a través del PGB per cápita
- Competitividad a través del Índice de Competitividad Global (GCI)
- Sostenibilidad a través del subíndice de Capacidad Institucional y Social del ESI

El Gráfico 8 se advierte claramente que el nivel de desarrollo caracterizado por un alto nivel de producto per cápita está directamente relacionado con los esfuerzos destinados a reducir los consumos a través de la eficiencia energética. Existen algunos puntos singulares en las curvas que pueden deberse a países que han alcanzado un grado de desarrollo relevante pero que, sin embargo, estarían pasando de sociedades de tipo agrícola a sociedades industrializadas, por lo que presentan más bien un crecimiento de su IE que una disminución de este indicador.

---

<sup>3</sup> En el caso de México se aprecia un alza entre 1980 y 1989, por lo que el resultado para el período completo es que la IE se mantiene constante. Conviene señalar que México crea un organismo destinado al UEE aproximadamente al momento en que se produce la inflexión mencionada.

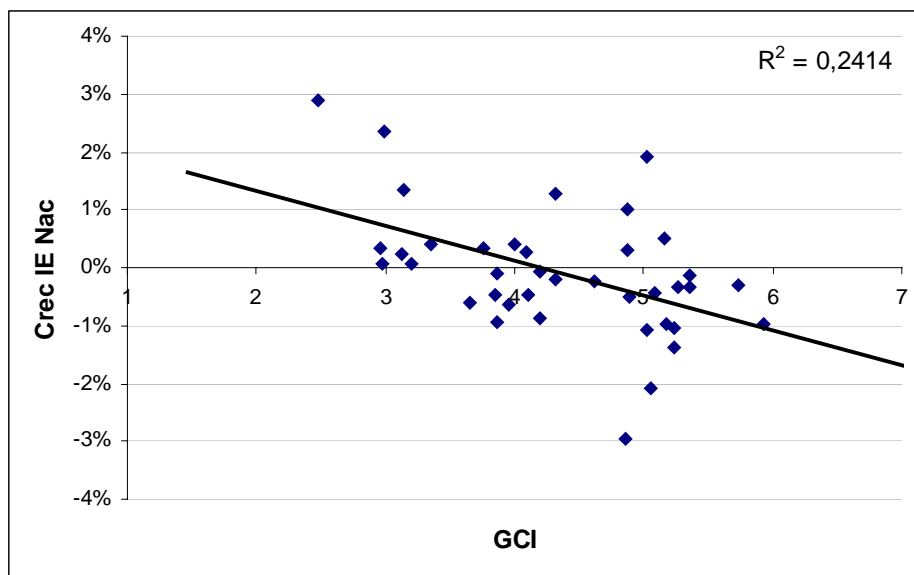
Gráfico 8: Variación de la Intensidad energética a nivel nacional v/s PGB nacional per cápita



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico siguiente se correlaciona la variación de la IE de los países considerados en el trabajo del WEF, para el período contemplado en éste, con el índice de competitividad global GCI.

Gráfico 9: Variación de la Intensidad energética a nivel nacional v/s Índice Global de Competitividad (GCI) del WEF.

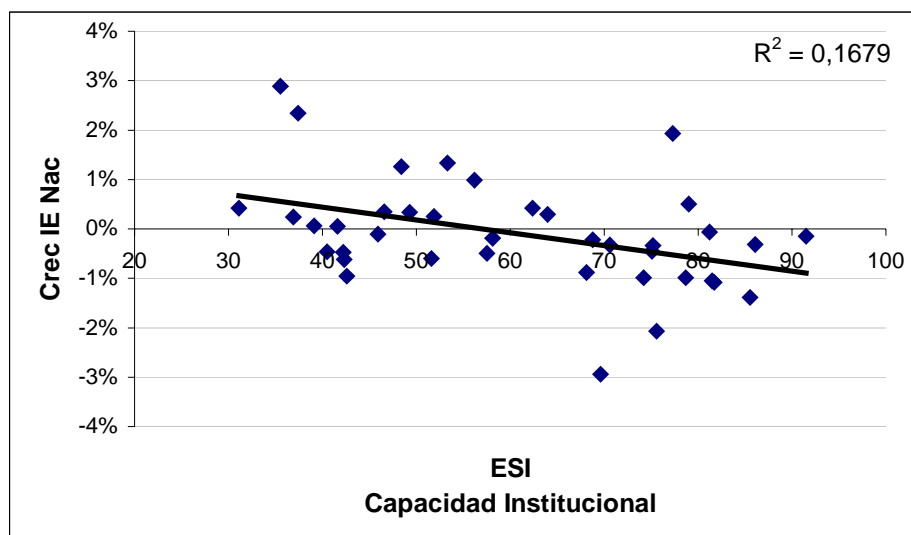


Fuente: Elaboración propia

Si bien no existe una correlación elevada entre ambas variables, es posible apreciar que los países con mejores indicadores de competitividad presentan un mejor comportamiento energético y ello se debe muy probablemente a la dinámica del proceso de inversiones y su influencia en la renovación del equipamiento manufacturero, residencial, de servicios y de transporte, a la calidad de su capital humano y su influencia decisiva en los aumentos de productividad e innovación tecnológica y a la calidad de sus instituciones, entre las que destacan aquellas destinadas a regular y desarrollar el mercado financiero, a mejorar la eficiencia energética y a proteger el ambiente. Además, como se apreciará más adelante, el adoptar períodos de análisis más largos en el caso de algunos países y considerar los últimos años en otros, permitiría ajustar mejor las curvas, debido a las condiciones particulares en que se lleva a cabo el proceso de mejora de la eficiencia energética en esos países.

A continuación se establece la correlación entre la variación de la IE global y la sustentabilidad ambiental representada por la capacidad institucional y social.

Gráfico 10: Variación de la Intensidad energética a nivel nacional v/s Subíndice de Capacidad Institucional y Social del ESI.



Fuente: Elaboración propia

De las variables de sostenibilidad ambiental consideradas el índice de capacidad institucional es el que mejor se correlaciona con la variación de la IE. Por el contrario, se encontraron bajas correlaciones con el índice global y con los que reflejan el estado de los sistemas ambientales y los que reflejan presiones y riesgos ambientales.

Esto podría tener una explicación, los países más desarrollados basaron su crecimiento en una explotación elevada de sus recursos energéticos propios o generó una elevada dependencia externa, lo que dejó sus sistemas bajo una gran vulnerabilidad. Más aun esto se acentúa cuando países como los Estados Unidos aún no se incorporan a los esfuerzos globales por mejorar los problemas comunes tales como el calentamiento global. Sin embargo, esto no invalida el hecho de que, a la inversa, un mejoramiento de la IE colabora con la sustentabilidad.

Esto queda reflejado en el gráfico anterior en donde se muestra que los países que tienen una buena institucionalizada ambiental son aquellos que se preocupan por la eficiencia energética.

### **3.2. Comportamiento de la intensidad energética manufacturera en países seleccionados de América Latina, Europa, Norte América y Japón**

En la presente sección se analiza la evolución de la IE del sector manufacturero, considerando en esta categoría un total de siete naciones, cuatro de ellas representativas de la región latinoamericana y tres representativas de las naciones desarrolladas. Con estas correlaciones se pretende establecer la influencia sobre la eficiencia energética de variables más específicas, tales como introducción y desarrollo de tecnologías, tipo de exportaciones, entre otras.

#### a) Evolución de la IE manufacturera en los países seleccionados

Los análisis a nivel de la IE manufacturera, consideran, en el caso de América Latina, a: México, Brasil, Argentina y Chile, debido a la importancia del consumo de energía de los tres primeros y en el caso de Chile, por presentar los mejores indicadores de competitividad de la Región. Por su parte, se seleccionó para este mismo ejercicio, a los siguientes países desarrollados: Alemania, Estados Unidos y Japón, debido a la importancia de sus consumos de energía y a la calidad de su respuesta frente a las crisis energéticas de los 70's, la que se tradujo en reducciones significativas de la IE, por lo menos hasta el inicio de los 90's<sup>4</sup>.

En los gráficos que se presentan en las páginas siguientes se muestra la evolución de la intensidad energética manufacturera de los países de América Latina seleccionados (para el período 1980-2001) y de los países desarrollados considerados en el estudio (Estados Unidos, Alemania y Japón, para el período 1991-2000)<sup>5</sup>. Además, se presenta en forma separada Japón para un período más largo (1965 al 2000).

Como se puede apreciar en el caso de América Latina, la tendencia ha sido al alza en el caso de Chile, especialmente a partir del año 1995, siendo oscilante en el período anterior. Brasil presenta una tendencia similar aunque menos marcada que en el caso de Chile. Argentina muestra una cierta constancia en los valores de la IE, salvo en los dos últimos años, en que estos indicadores crecen en forma clara. Es posible que la crisis argentina explique esta situación, ya que normalmente en situaciones como ésta, el producto disminuye más rápido que el consumo de energía. El único país que mejora la IE manufacturera, en los últimos años del período analizado, es México, siendo probable que la incidencia de la labor de CONAE y del FIDE expliquen esta situación. En relación a las diferencias del valor absoluto de la IE manufacturera para los distintos países, no existen suficientes antecedentes para dar una explicación fundada; sin embargo, podría suponerse que la incidencia de la minería del cobre<sup>6</sup>

---

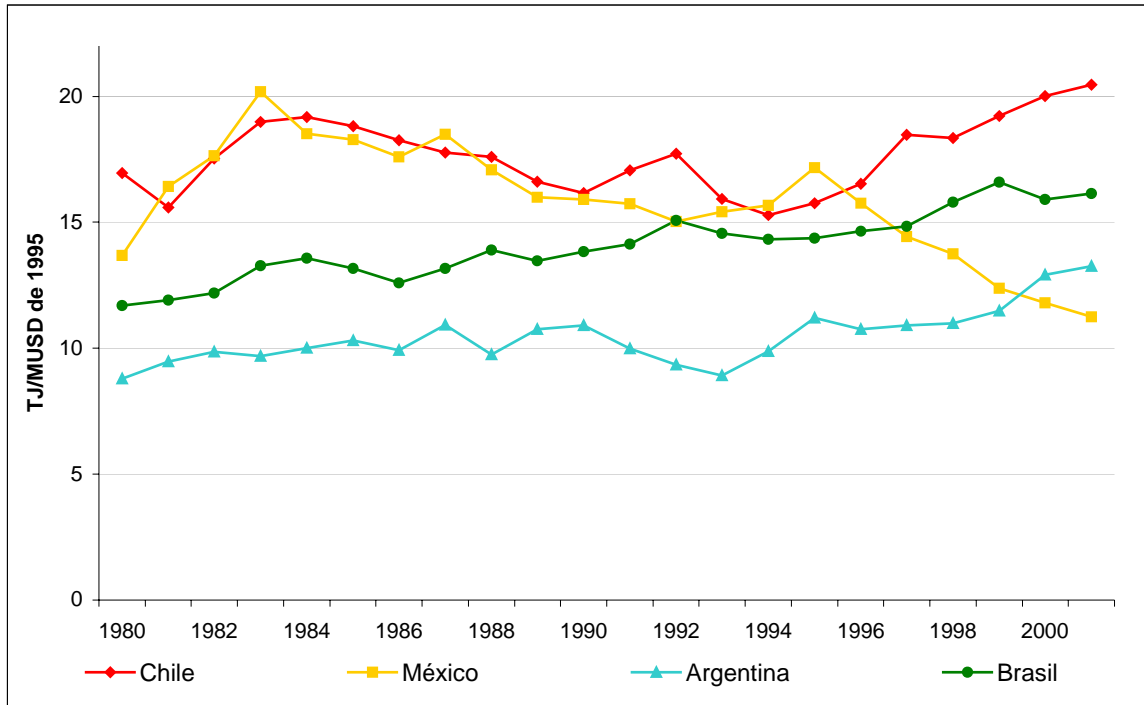
<sup>4</sup> Particularmente es el caso de Japón, quien presenta en la década de los 90's un ligero aumento de su IE, lo que contrasta con la significativa reducción de la misma en el período anterior.

<sup>5</sup> La información homogénea existía para estos países sólo a partir del año 1991 (debido a la situación de Alemania), lo que limita el análisis, ya que la mayoría de los países realizó esfuerzos y obtuvo logros importantes antes de este período

<sup>6</sup> La minería del cobre consume del orden de un 47% de la electricidad y un 30% de los derivados del petróleo consumidos por el sector industrial y minero. Cabe señalar que los consumos energéticos de la minería se concentran en la etapa de transformación y refinación lo que es considerado industria desde el punto de vista de

en Chile explica el elevado valor de la IE y que en Argentina la importancia relativa de la agricultura y la ganadería en la economía estaría determinando un sector manufacturero menos energivoro.

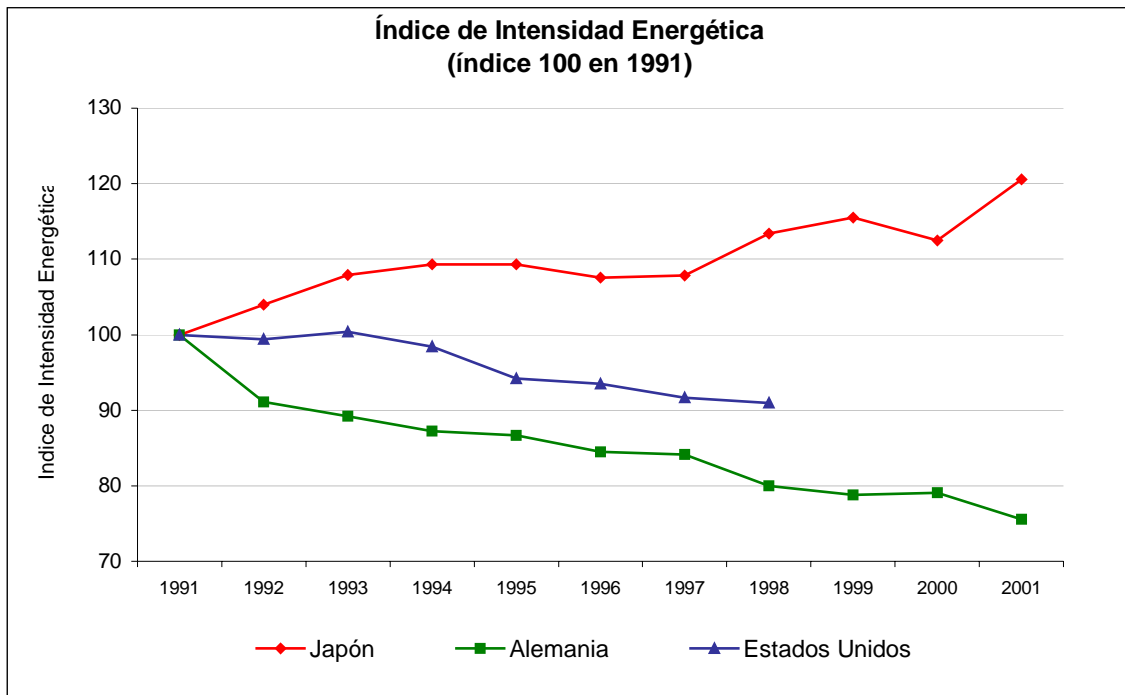
Gráfico 11: Evolución de la IE Manufacturera en países latinoamericanos seleccionados



Fuente: Elaboración propia.

las estadísticas oficiales, lo que debe ser también el caso en otros países con importante actividad de refinación de metales.

Gráfico 12: Evolución de la IE Manufacturera en países desarrollados seleccionados

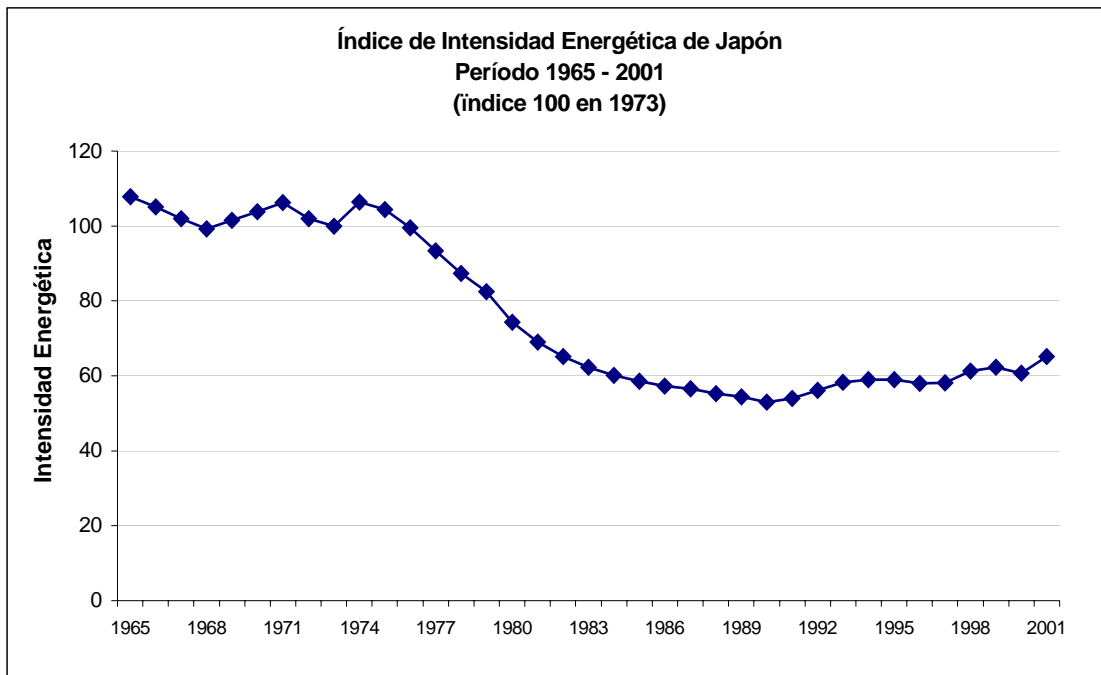


Fuente: Elaboración propia.

En el caso de los países desarrollados, tanto Estados Unidos como Alemania muestran una significativa tendencia a la reducción de la IE manufacturera, siendo particularmente marcada dicha tendencia en el caso de Alemania, muy probablemente por la razón señalada anteriormente. Por el contrario, Japón muestra una tendencia al alza de este indicador, lo que es consistente con lo que ocurre a nivel del conjunto de la actividad nacional.

El gráfico que se presenta a continuación, muestra la evolución de la IE manufacturera de Japón para un período considerablemente más largo y allí es posible apreciar el resultado de los esfuerzos realizados por este país desde el comienzo de la crisis del petróleo. En efecto, el leve crecimiento que se produce durante la década de los 90's no compensa la significativa caída de la IE manufacturera de los años 70's y 80's.

Gráfico 13: Evolución de la IE Manufacturera en Japón



Fuente: Elaboración propia en base a APEC.

Desde la perspectiva del presente trabajo interesa ver la relación que existe entre algunos indicadores de la competitividad de los países y la evolución de la IE manufacturera. Para ello se han seleccionado aquellos indicadores que se vinculan más directamente con la capacidad interna de competir de las empresas industriales, ya que ella se traduce en una optimización del uso de los insumos y recursos productivos, entre los cuales la energía juega un rol importante.

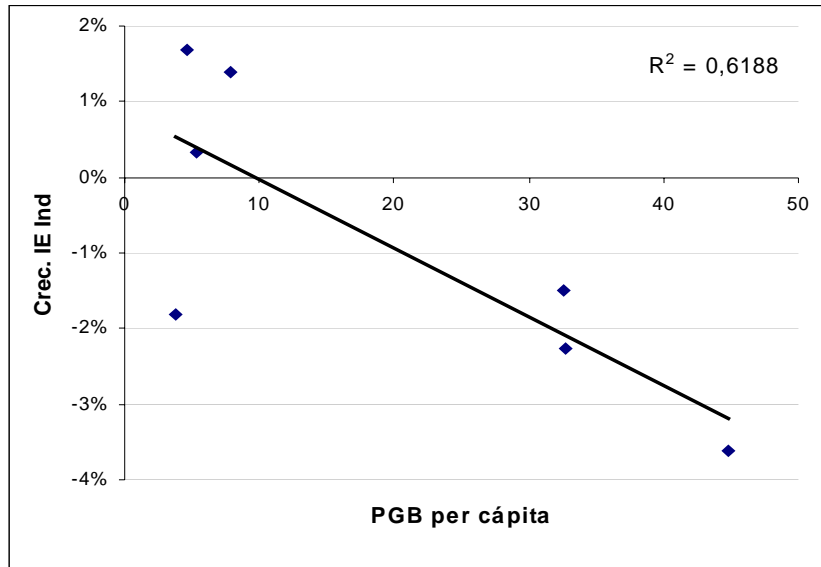
Los indicadores seleccionados fueron los siguientes:

- Nivel de actividad mediante el PGB per cápita
- Competitividad global a través del GCI
- Productividad, que se relaciona con el uso y desarrollo de tecnología a través de los subíndices de Tecnología e Innovación del CGI
- Dinamismo de las exportaciones, mediante el contenido tecnológico medio y alto de ellas;
- Sustentabilidad ambiental mediante el subíndice de Capacidad Institucional y Social del ESI

a) Nivel de Actividad

En el Gráfico 14 se puede ver la elevada correlación existente entre el nivel de actividad y la reducción de la IE manufacturera, singular es el caso de México en donde a pesar de tener un bajo índice de producto per cápita ha realizado grandes esfuerzos en el último tiempo en lo que respecta a la eficiencia energética.

Gráfico 14: Variación de la IE Manufacturera v/s PGB per cápita

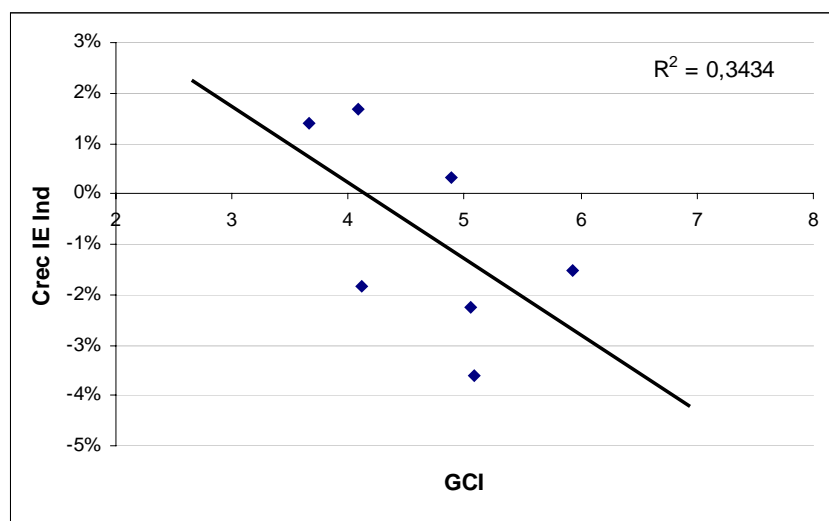


Fuente: Elaboración propia.

b) Competitividad global

El gráfico siguiente muestra como la mejora de la competitividad global trae aparejada la mejora de la IE manufacturera. Quizás un análisis particularizado de la situación de algunos de los países desarrollados y de México, probablemente se traduciría en una correlación mejor, lo mismo ocurriría sin duda en el caso en la mayoría de las correlaciones que se presentarán más adelante.

Gráfico 15: Variación de la IE Industrial v/s Índice de Competitividad Global (GCI)

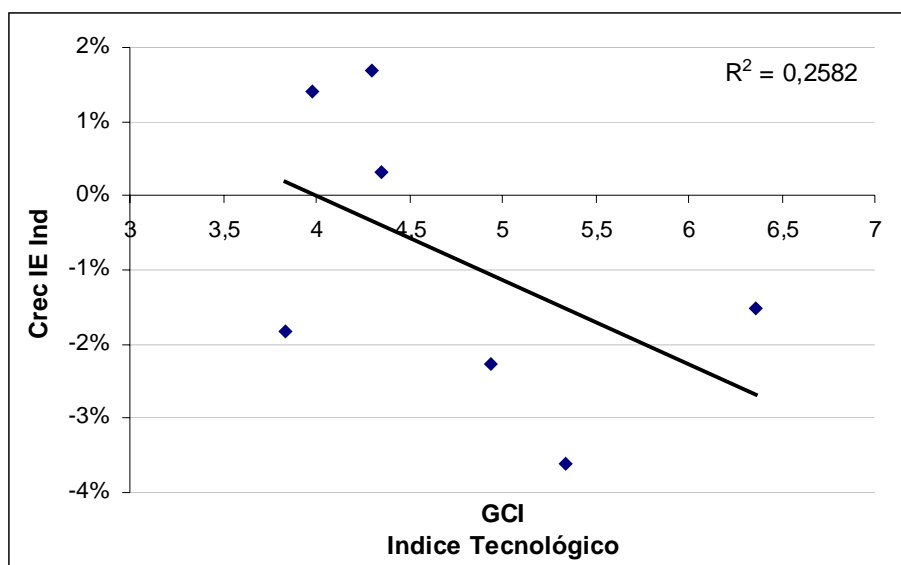


Fuente: Elaboración propia.

a) Productividad y eficiencia energética

Si bien los datos considerados por el WEF no eran especialmente adoptados al tipo de análisis que se realiza en este trabajo, es de esperar que los países que han realizado esfuerzos por mejorar su productividad por la vía de la formación y capacitación del capital humano, así como la renovación de las instalaciones productivas presenten la evolución positiva de su intensidad energética como lo revela el gráfico que se presenta a continuación, que relaciona la IE manufacturera de los distintos países considerados con el índice tecnológico global.

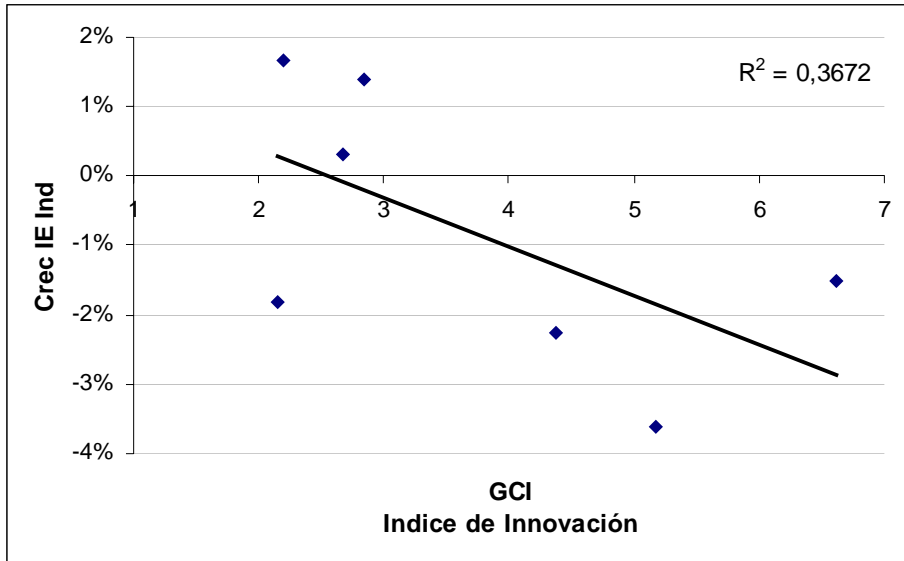
Gráfico 16: Variación de la IE Industrial v/s Subíndice Tecnológico (GCI)



Fuente: Elaboración propia.

Conviene señalar que el índice anterior contiene entre sus indicadores un elemento que refleja la capacidad tecnológica de las empresas manufactureras que es su capacidad de innovación, donde destacan los países desarrollados, mientras que los países en desarrollo que han mejorado su productividad en forma significativa destacan más bien por su capacidad de adaptación, la que también es relevante para el caso que interesa a este trabajo, ya que para estos últimos países la introducción de tecnologías energéticamente eficientes supone una importante capacidad de adaptación. El gráfico siguiente muestra la relación entre la IE manufacturera y el índice de innovación.

Gráfico 17: Variación de la IE Industrial v/s Subíndice de Innovación (GCI)

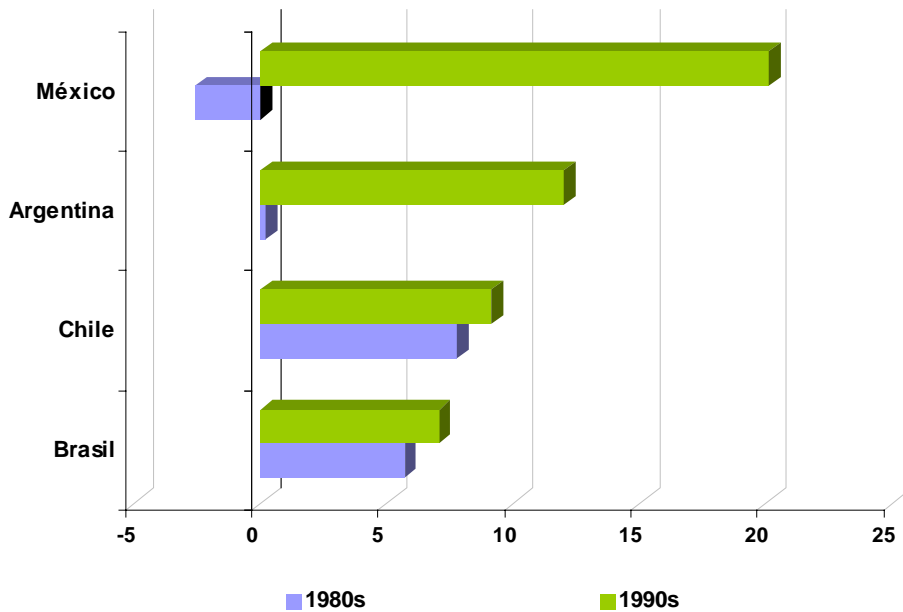


Fuente: Elaboración propia.

c) Dinamismo y estructura de las exportaciones

El gráfico que se presenta a continuación muestra la dinámica de las exportaciones para los países latinoamericanos seleccionados durante las décadas de los 80's y los 90's

Gráfico 18: Variación de las exportaciones de países seleccionados de latinoamérica, 1980s y 1990s (en porcentaje)

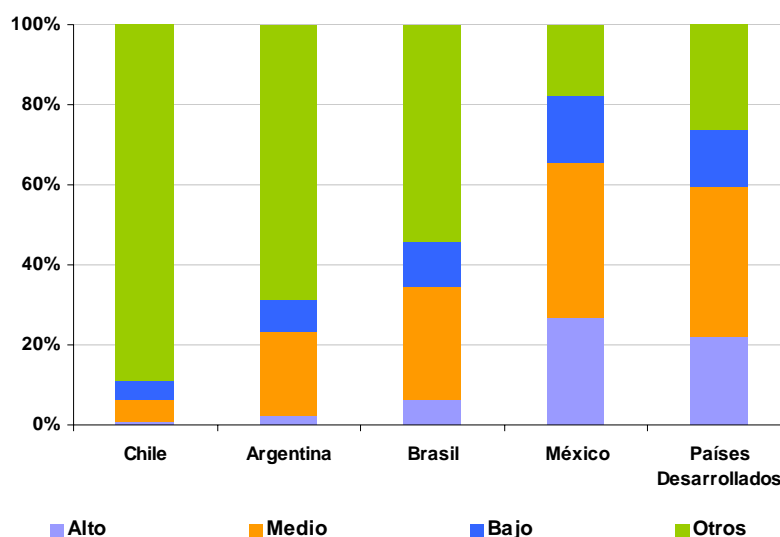


Fuente: Elaboración propia.

El gráfico permitiría visualizar el impacto de las políticas de apertura del comercio exterior en los países considerados. El cambio más significativo ocurre en el caso de México, el que puede atribuirse, muy probablemente, al TLC de América del Norte. Sin embargo, desde el punto de vista del presente trabajo, es importante la estructura de las exportaciones según el grado tecnológico de las mismas, lo que se muestra en el gráfico siguiente, donde se contrasta la situación de los países latinoamericanos seleccionados y los países desarrollados.

El gráfico siguiente permite detectar la importancia relativa de las tecnologías altas y medias en el conjunto de las exportaciones, apreciándose en el caso de Chile la escasa participación de esos bienes, lo que contrasta con la situación de México y de los países desarrollados. El gráfico siguiente correlaciona el nivel tecnológico de las exportaciones con la mejora de la intensidad energética.

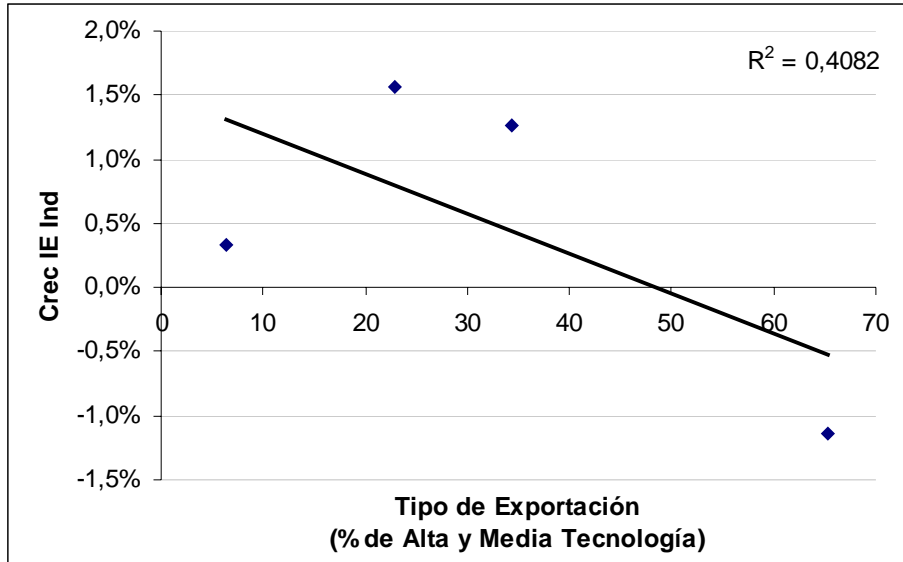
Gráfico 19: Contenido Tecnológico de las Exportaciones de países seleccionados de latinoamérica, 1998



Fuente: Elaboración propia.

En el caso de México queda claramente definida la correlación mencionada, la que demostraría que la exportación de productos complejos exige mejorar la eficiencia con que se usan los insumos de producción a fin de asegurar costos de producción competitivos.

Gráfico 20: Variación de la IE manufacturera v/s exportaciones de alto y medio contenido tecnológico en países seleccionados de latinoamérica.

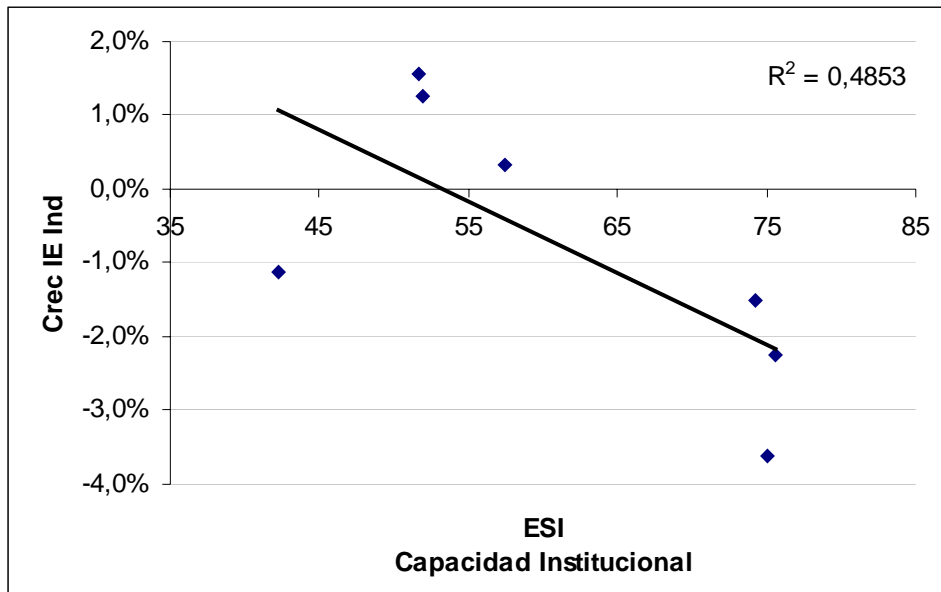


Fuente: Elaboración propia.

d) Relación entre el índice de sustentabilidad y la intensidad energética.

No cabe duda que los países que disponen de una política destinada a asegurar la sustentabilidad del desarrollo incorporan en dicha política iniciativas destinadas a mejorar la eficiencia energética, dada la incidencia que tiene la producción y uso de la energía sobre el deterioro ambiental y del ecosistema social. Como ya se ha visto uno de los componentes que se estima importante para la protección y recuperación de los ecosistemas naturales y construidos es el UEE, para lo cual la calidad de las instituciones es fundamental. A continuación se incluye un gráfico que muestra la correlación a nivel de la IE manufacturera con la calidad de las instituciones que aseguran la sustentabilidad del desarrollo.

Gráfico 21: Variación de la IE Industrial v/s Subíndice de Capacidad Institucional (ESI)



Fuente: Elaboración propia.

Se advierte que la correlación en el caso de la IE manufacturera mejora significativamente y confirma y refuerza en hecho de que países como Alemania que a pesar de tener sistemas ambientales más tensionados que los países latinoamericanos, tiene la capacidad y se encuentran realizando los esfuerzos necesarios para revertir esa situación, y que uno de los caminos que siguen es precisamente el de la eficiencia energética

## **4. RESULTADOS DE ALGUNOS CASOS DE PROGRAMAS O PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EXITOSOS EN ALGUNOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA**

Se analizarán en forma general los programas de eficiencia energética desarrollados por la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica – GTZ en América Latina. Uno de ellos se realizó en Brasil y el otro en Argentina. El objetivo de este análisis es verificar el cumplimiento, en la práctica, las relaciones encontradas de la Eficiencia Energética y la Eficiencia Económica.

### **4.1. Descripción de los programas**

En la realización de estos proyectos intervienen varias instituciones entre las que se encuentran instituciones de gobierno, universidades y empresas privadas.

Ambos proyectos se implementan a través de las llamadas “Unidades de Demostración”. Estas unidades están conformadas por empresas que han sido seleccionadas de acuerdo a su potencial técnico, económico y empresarial y su disposición a compartir su experiencia con otras empresas. Allí se implementan las medidas de eficiencia energética que arrojan resultados comprobables y que luego pasa a ser utilizada como referencia para otras empresas similares.

En la primera fase del proyecto se sensibiliza a los empresarios que presentan una adecuada disposición a participar en el proyecto. Para esto, además de tratar los beneficios energéticos se discuten también otros beneficios asociados a los proyectos de eficiencia energética, tales como: acceso a consultorías, aumento de la calidad de los productos, mayor competitividad, entre otras. Se plantea como requisito fundamental de esta etapa, el establecer una relación de confianza entre las instituciones y la empresa.

La segunda fase consiste en realizar un pre-diagnóstico de las empresas candidatas a participar en el proyecto, se investigan no sólo las cuestiones ligadas directamente con el consumo de energía sino además otras variables tales como la representatividad del sector para la economía de la región, participación de la energía en los costos de producción, liderazgo empresarial entre otros. Para pasar a esta segunda fase la empresa debe emitir una carta de intención en donde se compromete a asumir los costos de inversión de los proyectos seleccionados y a abrir las puertas de la empresa a otras empresas durante la etapa de demostración.

En la tercera fase se realiza un diagnóstico detallado con la ayuda de consultores especializados y apoyo de los mismos empresarios. A través del diagnóstico se establece un perfil energético para la empresa y se identifican proyectos de ahorro energético y su viabilidad técnica y económica. El diagnóstico contempla aspectos relativos a los componentes tecnológicos, características de materias primas y productos terminados, rutinas operacionales y de gestión, en general todos los aspectos que se relacionen con la característica de consumo energético de la empresa.

Luego se realiza un estudio detallado de todas las variables analizadas durante la fase anterior, en este proceso se evalúan cada una de las alternativas tecnológicas y de gestión que, de ser

implementadas, podrían traducirse en un menor consumo específico para la empresa. Estas alternativas son entonces presentadas al empresario que es quién, en último término, determinará cuales de estas alternativas serán implementadas. Se formaliza entonces un Acuerdo de cooperación técnica entre la empresa y las instituciones que participan del proyecto. Este acuerdo establece los compromisos asumidos por las partes. Se priorizan los proyectos y se establece un Plan de Trabajo.

En la sexta fase se implementan las mejoras encontradas, se monitorean los resultados y se establecen los ajustes necesarios. Durante esta etapa también se entrena y capacita a los funcionarios de la empresa donde se introducirán nuevas técnicas de gestión y operación.

Finalmente, durante la última fase la empresa establece un Compromiso de Divulgación de Resultados, siendo luego de esto, declarada como una Unidad de Demostración del proyecto.

Se analizarán brevemente los programas realizados en Brasil y en Argentina, para finalmente realizar algunos comentarios a cerca de resultados comunes.

## **4.2. El proyecto en Brasil.**

En Brasil el proyecto se denominó: “Conservación de Energía en la Pequeña y Mediana Industria del Estado de Rio de Janeiro”. En su primera fase participaron ocho empresas, tres del sector de cerámicas, dos de recauchaje de neumáticos, y tres panaderías.

Se presentan a continuación un breve resumen de los resultados alcanzados por el proyecto eligiendo una empresa por tipo de industria.

### 4.2.1 En el sector cerámicas

Quizás el comentario de uno de los directores de una de las empresas participantes del proyecto, resume de mejor manera los resultados del proyecto.

*“Para nosotros, entender un proyecto de conservación de energía de mejor uso de la energía, es una cuestión de supervivencia para la empresa. Usando menos energía por unidad de producto aumenta nuestra competitividad...”*

Del conjunto de medidas implementadas, los principales beneficios para la empresa fueron la reducción de los consumos específicos de combustible, aumento de la capacidad de producción y la reducción de las pérdidas de producción.

Tabla 1: Cerámica Argibem Ltda. – Resultados Alcanzados en el Período 1996/1999

Indicador	Resultados		
	Antes	Después	
Producción terminada (1) (t producto /mes)	2.903,5	3.564,0	+ 23,0 %
Consumo específico medio de petróleo combustible (kg de petróleo/t producto)	63,3	40,8	- 35,6 %
Pérdidas de producción (%)	Antes 7,5	Después 1,0	Producción Adicional (t producto/mes) 199,5
Reducción de CO <sub>2</sub> emitido ( t/año)	2 712 (2)		
Reducción de SO <sub>2</sub> emitido (t/año)	59,6		

(1) Producción terminada = Producción Bruta - Pérdidas

(2) Relativo a menor consumo de combustibles.

Fuente: Günter Wipplinger et al, 2003

Tabla 2: Reducción de los consumos de petróleo combustible

Año	Consumo (kg petróleo / t producto)	Producción anual (t producto)	Precio petróleo (R\$ / kg)	Gastos anuales (R\$)
1996	63,3	37.668	0,172	410.114
1999	40,8	43.200	0,330	581.645

Fuente: Günter Wipplinger et al, 2003

Además de las mejoras alcanzadas en: la reducción de los consumos de energía, la utilización de los recursos, reducción de las pérdidas de proceso y avance tecnológico de las instalaciones, se logró mejorar la calidad de los productos lo que permitió el aumento de los precios.

Todos estos cambios introdujeron otros beneficios adicionales que se traducen en un mayor conocimiento interno de los procesos, produciendo finalmente un aumento global de la productividad de la empresa. Entre estos beneficios se destaca, por ejemplo, la modificación del layout del proceso que reduce costos de transporte interno, mejora de las condiciones laborales por una reducción de las temperaturas en zonas de trabajo y por sobre todo una sensibilidad de los efectos de la eficiencia energética por parte de la gerencia lo que los llevó a la adquisición de un software de gestión, que le permite llevar un control de los consumos de energía, del sistema financiero, administrativo, cartera de clientes, producción e inventarios.

#### 4.2.2 Resultados Sector Neumáticos

Nuevamente en el caso del sector de recauchaje de neumáticos la impresión de uno de los empresarios involucrados en el programa es clave.

*“El proyecto hizo que conociese mejor mi empresa; hoy tengo el orgullo de ser propietario de ella.”*

Las inversiones realizadas promovieron un aumento de la eficiencia energética y la capacidad de producción, mejoras en las condiciones de trabajo, entre otras. Un resumen de los resultados alcanzados se ilustran en la tabla siguiente.

Tabla 3: Recauchadora B R Campos – Resultados Alcanzados en el Período 1997/1999

Indicador	Resultados		
	Antes	Después	
Producción (neumáticos/ mes)	1.000	1.200	+ 20,0 %
Consumo de petróleo combustible (kg / mes)	5.000	-	- 100%
Consumo energético específico general (kWh/neumático)	30,7	11,7	- 61,9 %
Reducción do CO <sub>2</sub> emitido ( t/año)		354 (1)	
Reducción do SO <sub>2</sub> emitido (t/año)		10,8 (1)	

(1)Relativo a la eliminación del consumo de petróleo combustible

Fuente: Günter Wipplinger et all, 2003

La modernización de las instalaciones desencadenaron un proceso de mejoras que se reflejaron directamente en el volumen de producción, la productividad de la mano de obra y la calidad de los productos. Con respecto a la productividad y rentabilidad la empresa obtuvo innumerables beneficios como por ejemplo que la productividad por operario aumentara un 44,5% en dos años, la capacidad de producción creció cerca de un 50%, además la mejor calidad de los neumáticos producidos alargó su vida útil en un 60% lo se tradujo en un aumento de precios de un 50%.

#### 4.2.3 Sector panaderías

Este sector es quizás un excelente ejemplo de los que es la pequeña industria y, por lo tanto, los resultados obtenidos permiten ilustrar de excelente manera los potenciales de la eficiencia energética, tal como afirma un empresario del sector:

*“El proyecto de conservación de energía fue un trabajo fundamental para nuestra empresa. A partir de él, comprendimos cómo podríamos combatir el desperdicio de energía eléctrica, obteniendo rápidamente los retornos a las inversiones realizadas”*

A partir de las opciones de mejoramiento propuestas por los consultores la panadería decidió comenzar por aquellas que requirieran un menor nivel de inversión, por lo tanto, comenzaron con procedimientos operacionales más eficientes en el uso de los equipos. Una vez obtenidos los resultados, procedieron al reemplazo de equipos por otros más eficientes.

Para un mismo nivel de producción, los nuevos procedimientos operacionales permitieron reducir los consumos de energía en un 10%. Este ahorro más la sustitución de los equipos (un horno y una unidad de enfriamiento) permitió que se alcanzaran los siguientes resultados.

Tabla 4: Panadería Santa Terezinha de Ramos Ltda – Resultados Alcanzados en 1998/1999

Indicador	Resultados		
	Antes	Después	
Consumo de electricidad (kWh/mes)	19.000	15.840	- 16,6 %
Consumo específico eléctrico general (kWh/ kg de harina)	2,9	2,4	- 17,3 %
Consumo eléctrico específico del horno (1) (kWh/ unidad de 50g)	0,036	0,021	- 41,7 %

(1) Nuevo horno

Fuente: Günter Wipplinger et all, 2003

Además de los beneficios mencionados la empresa, ha ampliado su visión de negocio, trabajando ahora en otras ideas de expansión y de investigar en la modalidad de servicios: hacer cooperativas de compras colectivas, atender a domicilio, atender nuevos segmentos del mercado como hoteles y restaurantes, de manera de aprovechar de mejor manera todo su potencial de producción entre otros.

### 4.3. El proyecto en Argentina.

El Argentina el proyecto se conoce como PIEEP, sigla que significa “Proyecto de Incremento de la Eficiencia Energética y Productiva en la PyME Argentina”. A lo largo de más de tres años de trabajo, el proyecto ha abordado diferentes sectores industriales, entre los que se destacan el lácteo, el de chacinados, el citrícola y el azucarero; alcanzando para cada caso interesantes resultados.

Se presenta seguidamente un breve resumen de los resultados obtenidos por el proyecto en el sector lácteo y en el de chacinados, a través de experiencias concretas realizadas en diferentes empresas.

En el primer caso las “Unidades de Demostración” (UD) se han realizado en una empresa de Tandil (prov. de Buenos Aires), un Grupo Asociativo de 9 plantas de la Cuenca Quesera del Oeste (prov. de Buenos Aires) y en un Grupo Asociativo de 5 industrias de la provincia de Entre Ríos. En el segundo caso las UD se realizaron en dos plantas de la Ciudad de Buenos Aires.

#### 4.3.1 En el sector lácteo.

##### CASO 1. DON ATILIO.

El hecho que el Director de la empresa seleccionada como “Unidad de Demostración” haya decidido incorporar a su web site, en el espacio destinado a novedades, algunos comentarios en relación a la firma del acuerdo que lo compromete a implementar las medidas de mejora

propuestas en el marco del proyecto, resulta muy elocuente a la hora de mostrar los resultados alcanzados.

*”La empresa firmó importante acuerdo... Para dar cumplimiento a lo previsto en este acuerdo, la empresa se comprometió a disponer el acceso y la información necesaria para el proyecto, referente a procesos, tecnologías, políticas de gestión, elementos financieros y económicos necesarios para lograr la reducción de los costos de energía consumida, participar en la discusión y elaboración de medidas y a permitir la divulgación de los resultados obtenidos por su ejecución.”*

Dicha empresa contaba con un plantel de 13 operarios y procesaba un promedio de 13.000 litros de leche por día que alcanzaba una producción diaria cercana a los 1.200 kg de queso antes de implementar las medidas de mejora recomendadas. Actualmente ha incrementado en 12 la cantidad de personal y se procesan más de 35.000 litros de leche diariamente con los que se superan los 3.300 kg. de queso elaborado.

A partir del ajuste de combustión y mejora en la operación de la caldera, de la recuperación de condensados y aislamiento de líneas de vapor, de la instalación de un banco de capacitores, de la separación de la sala de depósito de la de salmuera, y del ajuste de la presión y la reparación de pérdidas en el sistema de aire comprimido, entre otras medidas, se han logrado importantes beneficios económicos, como así también incrementos en la producción, mejoras en la calidad del producto y una mejor relación con el medio ambiente.

Tabla 5: Don Atilio S.A. – Resultados alcanzados en el Período 2000/2002

<b>Año</b>	<b>Consumo GLP (Kg/año)</b>	<b>Consumo electricidad (kWh/año)</b>	<b>Consumo energético total (Tep/año)</b>	<b>Costo energético total (\$/año)</b>	<b>Producción total (unidad de prod/año)</b>	<b>Relación consumo energético/unidad de producción (Tep/unidad)</b>
2000 (sin medidas)	102.017	152.945	128,43	50.278,89	5.683,78	0,0223
2001(con medidas)	90.884,71	132.443	114,9	47.669,82	5.282,98	0,0218
2002 (con medidas)	97.553,84	181.006	125,80	87.350,41	8.425,87	0,0163

Fuente CIDEA - UTN, 2001.

Motivado por los beneficios alcanzados, el empresario introdujo importantes avances tecnológicos en las instalaciones de la planta que le permitieron incrementar el volumen de leche diario procesado y mejorar la calidad de sus productos. Asimismo, ha puesto en práctica un software de gestión energética en la fábrica que le permite monitorear mensualmente el consumo de los insumos energéticos por unidad de producto y con ello realizar correcciones en tiempo y forma en caso de inconvenientes.

La concientización de los empleados en pos de un uso adecuado de los recursos energéticos y productivos de la empresa puede mencionarse como otro de los beneficios alcanzados por las actividades del proyecto.

## CASO 2. LA MARÍA PILAR.

La firma La María Pilar Estancias S.A. se encuentra ubicada en la localidad de Catrilo, provincia de La Pampa, a pocos kilómetros del límite con la provincia de Buenos Aires. Se dedica a la producción de quesos de todo tipo y dulce de leche. Posee una planta industrial de 1.050 m<sup>2</sup> cubiertos donde trabajan 23 empleados. Ingresan a la planta 21.000 lts de leche

diarios de los que se obtienen 1.890 Kg de queso aproximadamente que se distribuyen en diversos lugares del país.

Las medidas adoptadas por la empresa consistieron en reducir la potencia contratada en pico, aprovechar el calor del suero desechado y utilizar los condensados de las tinas. Además se realizaron modificaciones en el pasteurizador de placas y se reguló la caldera.

Tabla 6: La María Pilar Estancias S.A. – Resultados alcanzados en el Período 2000/2003

Indicador	Resultados		
	Antes	Después	Ahorro:
Consumo de combustible fuel- oil 70/30 (kg/año)	90.000	71.240	18.760 - 21,0 %
Emisión de CO <sub>2</sub> (ton eq de CO <sub>2</sub> )	491	364,5	126,5 - 26,0 %

Fuente: PIEEP, 2001a.

**AHORRO ANUAL = \$ 25.961**

La implementación de las medidas de mejora, desencadenó un proceso de modernización de la planta que le permitió alcanzar diversos mercados internacionales. Actualmente las necesidades de energía térmica se consiguen mediante la combustión de GLP, y no de fuel-oil 70/30 como antiguamente, ya que movilizado por los beneficios encontrados con el desarrollo del proyecto, el titular de la firma decidió llevar adelante la inversión para generar el cambio.

A partir de las auditorias técnicas realizadas el productor pudo conocer con mejor grado de detalle el proceso de elaboración de queso de su planta, lo que le permitió incrementar la calidad de sus productos y con ello, lógicamente, la productividad y competitividad de su empresa. Asimismo, se ha logrado involucrar a los empleados, y de manera muy activa, para llevar adelante medidas de eficiencia energética y productiva.

#### 4.3.2 En el sector de chacinados.

Las industrias de chacinados radicadas en la Ciudad de Buenos Aires revisten una significativa importancia desde el punto de vista de valor agregado y la utilización de mano de obra y se esgrimen como exponentes de una actividad industrial en donde conviven empresas de características sumamente heterogéneas ya sea por su tamaño, productos que elaboran o tecnología que utilizan.

Por lo general, no existe una cultura del manejo eficiente de los recursos de la producción, sin embargo, las diferencias individuales a la hora de llevar adelante las operaciones de proceso, también se manifiestan en el consumos de insumos energéticos o de agua.

Estas diferencias se pueden observar con claridad en las siguientes tablas comparativas donde se exponen los consumos de dos plantas de chacinados separadas a solo 600 metros de distancia y cuyos niveles de producción no son significativamente diferentes.

Tabla 7: Comparación de consumos energéticos entre dos empresas de chacinados . – Año 2001.

	EMPRESA "A"		EMPRESA "B"		Diferencia entre "A" y "B" (%)
Producción	1.555 tn/año		2.850 tn/año		
Cons. de agua	6.616 l/t producto	6.700 \$/año	1.849 l/t producto	3.700 \$/año	+ 357 %
Cons. de energía eléctrica	243 kWh/t producto	29.500 \$/año	400 kWh/t producto	59.200 \$/año	- 40%
Cons. de gas	40 m <sup>3</sup> /t producto	8.000 \$/año	55 m <sup>3</sup> /t producto	20.000 \$/año	- 27%
TOTAL		44.200 \$/año		82.900 \$/año	

Fuente: PIEEP, 2001b.

Tabla 8: Diferencias en la utilización de agua de dos empresas de chacinados . – Año 2001.

	EMPRESA "A"		EMPRESA "B"		Diferencia entre "A" y "B"
Limpieza	16 l/m2	75 %	1,5 l/m2	20 %	+ 1000 %
Descongelado	1,4 l/kg desc	13 %	0,2 l/kg desc	3 %	+ 700 %
Proceso (Iny. + Coc)	0,9 l/kg prod	8 %	1,1 l/kg prod	61 %	
Otros	62 l/persona	4 %	62 l/persona	16 %	
TOTAL	6,6 l/kg prod		1,9 l/kg prod		+350 %

Fuente: PIEEP, 2001b.

Tabla 9: Diferencias en la utilización de energía eléctrica de dos empresas de chacinados . – Año 2001.

	EMPRESA "A"		EMPRESA "B"		Diferencia entre "A" y "B"
Refrigeración	0,11 kWh/kg prod	44 %	0,20 kWh/kg prod	49 %	- 45%
Proceso	0,12 kWh/kg prod	48 %	0,10 kWh/kg prod	16 %	
Iluminación	8,73 kWh/ m2	5 %	37 kWh/ m2	10 %	
Otros	0,01 kWh/kg prod	3 %	5,24 kWh/kg prod	25 %	
TOTAL	0,24 kWh/kg prod		0,40 kWh/kg prod		

Fuente: PIEEP, 2001b.

#### **4.4. Comentarios generales a los proyectos de eficiencia energética.**

Si bien el objetivo central de los proyectos era mejorar la eficiencia con que las empresas usan la energía y generar ejemplos demostrativos que hicieran replicable sus experiencias, ambos proyectos lograron resultados que superan en mucho el marco de la eficiencia energética.

En efecto, en la mayoría de los casos las medidas implementadas permitieron aumentar la producción, mejorar la calidad de los productos, reducir las pérdidas de materia prima, mejorar la productividad de la mano de obra e introducir técnicas de gestión para abordar en mejor forma el proceso productivo en su conjunto. Incluso a partir de estas experiencias, surgen iniciativas que apuntan a la expansión de las empresas, lo que era difícil de pensar con anterioridad, debido a que la actividad de la pequeña y mediana empresa se orienta en parte importante a la sobrevivencia más bien que al crecimiento y diversificación de sus giros comerciales.

En conclusión, se estima que los objetivos implícitos de los promotores de estos proyectos se han cumplido a cabalidad.

## 5. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS FINALES

El objetivo del presente estudio ha sido verificar el grado de vinculación que existe entre la eficiencia energética y la eficiencia económica, e identificar aquellos factores que desde la perspectiva de la racionalidad energética contribuyen al desarrollo sostenible.

En el contexto de este estudio, y de manera muy resumida, se entenderá por eficiencia energética a todos los cambios que resultan en una disminución de la cantidad de energía necesaria para producir una unidad de actividad económica o para satisfacer los requerimientos energéticos de los servicios que requieren las personas, asegurando un igual o superior nivel de confort.

Como indicador de eficiencia energética, se ha utilizado el índice de Intensidad Energética (IE) que se define como la razón entre el consumo de energía en unidades tales como: Tcal, TJ o toneladas de petróleo equivalente (tpe) e indicadores de la actividad económica, normalmente el producto geográfico bruto (PGB) o el valor agregado (VA) de la rama de actividad. Si bien este índice es de uso universal, su empleo debe tener en cuenta algunas limitaciones del concepto que pueden conducir a interpretaciones equivocadas.

En efecto, si se pretende analizar, a partir de este indicador, la eficiencia con que usan la energía dos países o ramas económicas similares, ello no debe hacerse mediante el análisis de los valores absolutos de las IE debido a que el consumo de energía de los distintos países dependen de diversos factores entre los que se pueden contar el clima, la geografía, el tipo de recursos naturales, el valor agregado de los productos producidos, entre muchos otros.

Lo anterior condujo a considerar más bien la evolución de la IE y su relación con los parámetros que definen la eficiencia económica, más bien que los valores absolutos de aquella. Más aún, la desagregación de la IE permite, por las razones anteriores, entender mejor su dinámica en función de los parámetros de eficiencia económica que su valor absoluto.

Es por ello que, además de realizar un análisis de la evolución de la IE a nivel nacional, se ha analizado, en forma particular, la evolución de la IE en el sector manufacturero de algunos países desarrollados y de América Latina. Se seleccionó el sector manufacturero para realizar este análisis, debido a que es en la industria donde la innovación tecnológica y la gestión de los insumos guarda una vinculación más estrecha con la mejora de la eficiencia energética, ello no supone ignorar los progresos alcanzados en el ámbito del transporte y la vivienda, los que se encuentran adecuadamente representados en la intensidad energética global.

Los países seleccionados para este análisis son: Alemania, Estados Unidos y Japón, como países desarrollados y Argentina, Brasil, Chile y México como ejemplos representativos de la realidad latinoamericana. El estudiar dos grupos de países tan distintos, se facilita el análisis de los parámetros que explican las significativas diferencias que existen en la dinámica del consumo de energía de los países desarrollados y los países de la Región escogidos.

Del mismo modo, el concepto de eficiencia económica utilizado en este estudio, está asociado al de desarrollo sostenible, de manera de superar el estrecho marco economicista que se utiliza

habitualmente en estos análisis, al vincular el crecimiento sostenido de la economía con la distribución equitativa de los frutos de éste y con el respeto del medioambiente, lo que implica una preocupación por la calidad y no sólo la cantidad del crecimiento.

Los indicadores elegidos para evaluar el desempeño económico de las naciones analizadas son el Nivel de actividad (PGB per cápita), como un modo de evaluar la cantidad del crecimiento, al que se agregan indicadores desarrollados por el Foro Económico Mundial, como son: (a) el Índice de Competitividad Global, GCI, que mide el potencial de crecimiento y (b) el Índice de Sostenibilidad Ambiental. También se ha utilizado la dinámica del comercio exterior y, muy particularmente, la estructura de las exportaciones, debido a que esta última ayuda a explicar, en gran medida, la capacidad de las naciones de competir en un mundo globalizado.

Según el World Competitiveness Yearbook (WCY) elaborado por el International Institute for Management Development (IMD), la competitividad podría definirse como “un campo del conocimiento de la Economía que analiza los hechos y las políticas que moldean la habilidad de las naciones para crear y mantener un medio ambiente que soporte la creación de más valor por parte de las empresas y una mayor prosperidad para su pueblo”.

Así entonces, la competitividad, mirada desde esta perspectiva, se traduce en la capacidad de construir, y mantener en el tiempo, un medio ambiente apto para la creación sostenida de valor y de prosperidad para el pueblo, destacando tanto los aspectos materiales como los no-económicos, tales como la calidad de vida.

Es quizás ese tipo de prosperidad, que persigue tanto la competitividad como la eficiencia energética, y que sugiere la posibilidad de que exista una cierta correlación entre las variables que las representan.

Los resultados alcanzados, luego de establecer correlaciones entre dichas variables, tanto a nivel global como desagregado se presentan en el cuadro siguiente:

Tabla 10: Coeficiente de correlación R<sup>2</sup>, encontrados entre las variables.

<b>Variab</b> les	<b>PGB per</b> <b>Cápita</b>	<b>GCI</b>	<b>GCI</b> <b>Tecnológico</b>	<b>GCI</b> <b>Innovación</b>	<b>Contenido</b> <b>tecnológico de</b> <b>Exportaciones</b>	<b>CIS ESI</b>
Evolución de la IE Nacional	0,19	0,24	n.d.	n.d.	n.a.	0,18
Evolución de la IE Manufacturera	0,62	0,34	0,26	0,37	0,41	0,49

Notas:

GCI: Global Competitiveness Index

GCI Tecnológico: Variable del GCI que mide el aporte del uso de tecnología a la competitividad global.

GCI Innovación: Variable del GCI que mide el aporte de la innovación tecnológica a la competitividad global.

Contenido tecnológico de Exportaciones: Porcentaje de las exportaciones con contenido tecnológico alto y medio.

CIS ESI: Índice de Capacidad Institucional y Social del Índice de Sustentabilidad Ambiental.

n.d. : No disponible

n.a. : No aplica. El contenido tecnológico de las exportaciones se construyó sólo para los países latinoamericanos.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar claramente que a nivel nacional una parte de la positiva evolución de la IE puede ser explicada directamente por las variables analizadas, también es claro el hecho de que, en forma generalizada, las correlaciones mejoran al centrar el análisis en el sector manufacturero, lo que confirma la idea de que los efectos de la eficiencia energética se reflejan más claramente al realizar análisis desagregados, y más especialmente, en este sector.

Es importante destacar que a nivel nacional es posible identificar la presencia de puntos singulares, es decir, la existencia de ciertos países tales como Finlandia, Irlanda, Portugal, entre otros, que presentan comportamientos contrarios a las tendencias del grupo de países a los cuales pertenecen, es así como la correlación entre el ingreso per cápita y la evolución de la IE mejora en 7 puntos porcentuales al excluir 6 de los 39 países considerados. Estos podrían ser puntos de inflexión, es decir países que han alcanzando un grado de desarrollo tal que requieren un mayor consumo de energía por unidad de producto.

Centrando el análisis en el sector manufacturero, es relevante la relación encontrada entre la evolución de la IE y el producto per cápita. Ello puede explicarse, en parte importante, por el hecho que una de las principales barreras a la implementación de la Eficiencia Energética son los costos iniciales de inversión, barreras que disminuyen considerablemente su importancia relativa al aumentar el PGB. Se suma a este hecho el que los altos niveles de producto reflejan un mayor grado de implementación e innovación tecnológica tal como se ilustra en las correlaciones encontradas con estas variables. Es necesario destacar que estos índices están fuertemente referidos con las Tecnologías de la Información, las cuales son más relevantes en el sector servicios que en el manufacturero, lo que explica por qué las correlaciones, aun cuando son significativas, son menores que lo que es de prever.

Pero no todas las variables analizadas presentan correlaciones de significación; por ejemplo, el índice global de sustentabilidad ambiental (ESI), tiene un reducido grado de correlación con la evolución de la IE. Las razones de ello serían fáciles de identificar; en efecto, entre los componentes de este índice se cuenta la evaluación del grado de estrés de los sistemas medioambientales y humanos de los países y así como sus compromisos con los esfuerzos globales por reducir los impactos sobre el medio ambiente. Es entendible que los países que inicialmente basaron su crecimiento en un indiscriminado uso de los recursos naturales se encuentren mal evaluados por estos índices, aún cuando actualmente realicen serios esfuerzos por revertir esa situación, este es el caso de Alemania, por ejemplo. Estados Unidos también muestra bajos índices de sostenibilidad, debido a que no da señales de comprometerse con los esfuerzos mundiales por mejorar el medio ambiente, particularmente en el caso del Protocolo de Kioto.

Es por esto que el índice ambiental que mejor se relaciona con la IE, es la capacidad institucional y social de las naciones, la que se traduce en la capacidad para definir políticas claras que fomenten el desarrollo sostenible, específicamente para el caso que interesa a este trabajo, es decir aquellas que establecen las bases para la aplicación masiva de la eficiencia energética.

Del análisis se desprende que existen países que se encuentran en etapas relativamente incipientes de desarrollo y que, por ello, consumen, a medida que se desarrollan, más energía por unidad de producto. En el otro extremo, países con un alto grado de desarrollo muestran en los últimos años un crecimiento relativo de la intensidad energética, después de haber liderado durante un largo tiempo el proceso inverso. Esta última situación se vincula con el estancamiento del ritmo de crecimiento de algunas economías de alto desarrollo lo que no se refleja en la dinámica que continúa experimentando la demanda de energía, particularmente en los sectores residencial y de servicios, donde la elasticidad ingreso es relativamente reducida.

Al analizar la situación de los países de mayor desarrollo relativo es posible apreciar como las crisis energéticas, específicamente aquellas de los años 1973 y 1979, dieron origen a reducciones muy significativas de la intensidad energética, fenómeno que sólo en parte se explica por la tercerización de sus economías. La literatura especializada muestra que el motor del proceso mencionado sería la introducción masiva de tecnologías energéticamente eficientes y procesos productivos que reducían la dependencia de la energía, la presión sobre los recursos naturales y los impactos ambientales vinculados con la producción y uso de la energía, al tiempo que mejoraban significativamente la competitividad de sus economías.

Las correlaciones ya mencionadas, entre PGB y la evolución de la IE, así como entre competitividad, entendida en el sentido más amplio del concepto, y la evolución de la IE, parece derivar del hecho que los altos niveles de desarrollo económico y tecnológico alcanzados por los países desarrollados, previos a las crisis energéticas, indujeron el desarrollo de la eficiencia energética. Dicho desarrollo difundió cambios culturales, tecnológicos y de gestión que se hicieron extensivos al manejo de los recursos naturales y a la protección del medio ambiente en el sentido más amplio del término. Es decir, la eficiencia energética y la sostenibilidad del desarrollo, y por extensión, la competitividad global, se condicionan entre sí.

Los logros de los países desarrollados en este campo, no fueron alcanzados en forma fácil y sin costo ni tampoco dejando el tema enteramente en manos del mercado. Las metas alcanzadas fueron posibles gracias a decididas políticas de eficiencia energética que combinaron, durante más de 20 años, regulaciones, leyes de eficiencia energética, incentivos, recursos financieros y capacidad tecnológica, sin que se pueda afirmar que la tarea está terminada y que no existan todavía importantes oportunidades de mejora. De hecho, los compromisos que empiezan a generarse en relación al cambio climático, se están construyendo sobre la base de la explotación de las fuentes renovables de energía, los cambios de combustibles y la eficiencia energética.

En el caso de las economías latinoamericanas, que jugaron un rol pasivo y prácticamente de espectador en este proceso, no debe esperarse una nueva crisis para que asuman un compromiso nacional con la eficiencia energética y emprendan el camino que recorrieron las economías del primer mundo, con la ventaja que no es necesario que cometan los mismos errores que cometieron quienes las antecedieron en esta tarea.

En efecto, ello se hace imprescindible desde la perspectiva de la sostenibilidad del desarrollo de los países de la Región, ya que un esfuerzo sostenido en este campo contribuirá a reducir la dependencia energética de algunos de los países, a mejorar significativamente su competitividad, a reducir los impactos ambientales provenientes de la producción y uso de la energía y a incorporar o incrementar su capacidad de innovación tecnológica, lo que a su vez se traducirá en una mejora de la competitividad global, indispensable para enfrentar los desafíos de la economía globalizada.

Los ejemplos de Brasil y Argentina, presentados en este documento, permiten ilustrar lo señalado más arriba. En efecto, es posible desprender de esas experiencias como la eficiencia energética se tradujo en mejoras a nivel del manejo de los insumos principales, en aumentos de la capacidad productiva, en una mayor capacidad de gestión administrativa y en un desarrollo tecnológico que posibilite la innovación en distintas áreas de la empresa.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- IEA, Energy Efficiency Initiative Vol I y II, <http://www.iea.org/pubs/studies/files/danish/index.htm>.
- World Energy Council (WEC), 2001, “Energy Efficiency Policies and Indicators”
- World Economic Forum 2002, “2002 Environmental Sustainability Index An Initiative of the Global Leaders of Tomorrow Environment Task Force”.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID), 2001, “Competitiveness, The Business of Growth, 2001 Report, Economic and Social Progress in Latin America”, Washington D.C.
- The Growth Competitiveness Index: Recent Economic Developments and the Prospects for a Sustained Recovery, World Economic Forum
- Key World Energy Statistics, International Energy Agency
- Energy Efficiency Indicators A Study Of Energy Efficiency Indicators For Industry In Apec Economies, ASIA PACIFIC ENERGY RESEARCH CENTRE.
- Balance energético nacional Chile.
- Balance energético nacional México.
- Balance energético nacional Brasil.
- Balance energético nacional Argentina.
- International Energy Annual 2000, Energy Information Administration U.S. Department of Energy.
- Chile Sustentable, 2003, Las Fuentes Renovables y el Uso Eficiente, Opciones de Política Sustentable.
- Günter Wipplinger et al, 2003, Projeto “conservação de energia na pequena e média indústria do estado do Rio de Janeiro, Unidades de demonstração no uso eficiente de energia ” Sebrae/RJ - GTZ
- División de Estadísticas y Proyecciones Económicas, Cepal, 2003, Estadísticas de Exportaciones y Producto Manufacturero, Santiago, Chile.
- The Institute for Applied Ecology (Öko-Institut), 2003, Estadísticas de Consumo de Energía Nacional e Industrial, Producto Nacional, Freiburg Germany.
- Asia Pacific Energy Research Centre (APEREC), 2003, Estadísticas de Intensidad Energética Manufacturera de Japón.
- PIEEP, 2001a, Informe Técnico “Las oportunidades y posibilidades de mejora de la eficiencia energética y productiva en la firma Agropecuaria La María Pilar S.A.”, julio de 2001.

- PIEEP, 2001b, Informe sobre oportunidades y posibilidades de mejora de la eficiencia energética en industrias de chacinados de la Ciudad de Buenos Aires, agosto de 2001.
- Centro de Investigación y Desarrollo en Energía y Ambiente (CIDEA), Universidad Tecnológica Nacional (UTN) Software de Contabilidad Energética. Regional Delta. Año 2001.

## 7. ANEXOS

### Anexo 1

#### Breve discusión conceptual en torno a la competitividad

La capacidad de incorporar eficiencia energética a los procesos productivos, de servicios y de la vida diaria se vincula a la capacidad de los países para introducir innovación en las distintas actividades de la sociedad.

Dicha capacidad es consustancial con la competitividad global de las naciones. En relación a esta capacidad existe una amplia discusión a nivel de los especialistas mundiales, concluyéndose en que la medición de la competitividad supone evaluar un conjunto muy vasto de parámetros, algunos de los cuales pueden expresarse en forma cuantitativa y otros sólo en forma cualitativa.

Incluso, algunos analistas separan a los países según el tamaño de la población en dos grandes categorías, países con menos de 20 millones de habitantes y países con más de 20 millones de habitantes, ya que se considera que la naturaleza de la competitividad es muy diferente para las economías pequeñas que para las grandes. Incluso, el informe de competitividad mundial para el año 2003 del International Institute for Management Development (IDM) considera algunas economías regionales, tales como Bavaria (Alemania), Cataluña (España), la Isla de Francia (Francia), Lombardía (Italia), Maharashtra (India), Rhone-Alpes (Francia), el Estado de San Pablo (Brasil) y Zhejiang (China).

La definición de competitividad presenta problemas, ya que, entre otros, depende del punto de vista en el cual se sitúa el analista; por ejemplo, desde la perspectiva de los países o de las empresas. De acuerdo con el World Competitiveness Yearbook (WCY) elaborado por el IMD “La competitividad de las naciones es un campo del conocimiento de la Economía que analiza los hechos y las políticas que moldean la habilidad de las naciones para crear y mantener un medio ambiente que soporte la creación de más valor por parte de las empresas y mayor prosperidad para su pueblo”.

Esta definición contiene elementos interesantes tales como: el énfasis en las políticas públicas, la capacidad de crear y mantener en el tiempo un medio ambiente apto para la creación sostenida de valor y la prosperidad del pueblo, en un sentido que destaca los aspectos materiales, pero en forma especial los no económicos, como es la calidad de vida.

Conviene señalar como un factor determinante de la competitividad, la tecnología. Durante las dos últimas décadas la revolución tecnológica ha determinado en parte importante la competitividad de las naciones. La infraestructura tecnológica constituye un elemento esencial de la futura competitividad de los países, es decir disponer de sistemas eficientes de telecomunicaciones, conexiones a internet y desarrollo de telefonía móvil son algunos de los elementos que los países requieren para competir.

La concepción de desarrollo tecnológico planteada por el IMD, aparentemente complica el uso de los indicadores correspondientes para vincularlos a la capacidad de innovación tecnológica

en el campo de la eficiencia energética, la que se vincula, entre otros, con tecnologías de conversión de las distintas fuentes energéticas en servicios energéticos, la modificación de sistemas usuarios (desarrollo urbano y su influencia en los sistemas de transporte, ordenanzas y normas municipales, etc), explotación masiva de fuentes renovables. Sin embargo, un análisis más detallado de los criterios que se consideran al evaluar la infraestructura tecnológica –como ocurre con la metodología propuesta por el World Economic Forum- permite establecer la vinculación con la eficiencia energética, ya que ellos incluyen criterios relacionados con la capacidad de innovar en las áreas anteriores, como es el caso de: la infraestructura básica, la infraestructura científica, el medio ambiente y la educación.

En términos generales se señala que los países que disponen de adecuados ambientes macroeconómicos e institucionales y de solventes capacidades tecnológicas en relación a su nivel de ingreso per capita están en mejores condiciones de crecer que los otros.

Complementariamente, se comentan los factores de competitividad del WCY en el recuadro siguiente.

Recuadro A1 - 1: Factores de la competitividad según el WCY.

De acuerdo con el WCY cuatro serían los factores principales de la competitividad: (1) el comportamiento o eficacia de la economía; (2) la eficiencia del gobierno; (3) la eficiencia de la empresa; y (4) la infraestructura. Sobre la base de estos 4 factores y más de 320 criterios, el WCY asume que un adecuado comportamiento de estas dimensiones creará el medio ambiente nacional para una competitividad sustentable.

Constituye una complejidad adicional el hecho que tanto la selección de los criterios como la evaluación relativa de los mismos al aplicar la teoría a cada país están determinados por un sesgo ideológico que condiciona muy probablemente los resultados de los análisis. Si bien, la globalización económica ha homogenizado la aproximación a esta temática, existen diferencias culturales que determinan políticas o actitudes que para algunos analistas constituyen un factor fundamental para el liderazgo en la competitividad y para otros puede ser menos relevantes o poco relevantes. Sin ir muy lejos, mientras algunos enfoques priorizan la liberalización del comercio, las privatizaciones y la desregulación, y las consiguientes presiones sobre el mercado laboral, los salarios y los precios, otros enfatizan el consenso social, un enfoque igualitario a las responsabilidades y un sistema de bienestar colectivo institucionalmente estructurado.

A grandes rasgos, ambos enfoques corresponden a dos modelos base: el modelo anglo sajón y un modelo europeo continental. Obviamente, la globalización económica apunta a reducir las diferencias y a eliminar las diferencias culturales que caracterizan especialmente al segundo modelo. En esta misma perspectiva se define una cierta evolución de los valores culturales que van desde los valores colectivos (trabajo duro, riqueza colectiva y participación social) a los individuales (proyecto de desarrollo personal). En relación a los modelos conductuales el IMD distingue tres modelos básicos:

- Sur de Europa: caracterizado por los bajos costos laborales, reducida infraestructura y una economía paralela, incluyendo países tales como: Italia, España, Portugal, Turquía y las nuevas economías.
- Norte de Europa: caracterizado por una visión de largo plazo, el consenso social y la estabilidad laboral, incluyendo países tales como: Alemania, Holanda, Suiza, Japón y Taiwán
- Anglo Sajones: caracterizado por la desregulación, la flexibilidad laboral y el riesgo individual, incluyendo países tales como: USA, Canada, Reino Unido, Singapore y Hong Kong.

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 2

### La competitividad en América Latina

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID)<sup>7</sup> realizó un análisis de la situación competitiva de América Latina basado, en parte importante, en el informe Global Competitiveness Report (WEC, 2002) del World Economic Forum (WEF), que contempla los factores de competitividad descritos, pero que se adapta mejor a la situación de América Latina.

Un elemento importante en lo que respecta al comportamiento de la economía y de la competitividad, lo constituye la dinámica del comercio exterior y, muy particularmente, la estructura de las exportaciones. La consideración de la dinámica exportadora ayuda a explicar en parte importante la capacidad de las naciones de competir en un mundo globalizado, donde la posibilidad de optimizar el uso de los insumos, entre los cuales juega un rol muy importante la energía, permite mejorar la competitividad global (mediante la reducción de los costos y de los impactos ambientales). Por el contrario, una reducción de costos a través de la compresión salarial se traduce en una competitividad espuria.

Otro aspecto a tomar en cuenta es la eficiencia empresarial, la que contempla entre sus criterios principales la productividad y las actitudes y valores. No cabe duda que la eficiencia energética se vincula fuertemente a la productividad y que aquella se vincula con el cambio conductual al interior de las organizaciones.

En términos generales se señala que los países que disponen de adecuados ambientes macroeconómicos e institucionales y de solventes capacidades tecnológicas en relación a su nivel de ingreso per capita están en mejores condiciones de crecer que los otros; desgraciadamente los países de la Región no caen en estas categorías. De hecho, el estudio del BID concluye que la situación competitiva de América Latina es muy deficiente en comparación al resto del mundo, a la excepción de África.

En principio, los países tienen dos fuentes posibles para crecer económicamente: por acumulación de equipos, educación y otros factores productivos y por la productividad con que usan estos factores. Por acumulación de factores América Latina pudo haber crecido a una tasa de 4% anual, pero debido a un deterioro de su productividad de 0,6%, su crecimiento fue menor que el mencionado 4%.

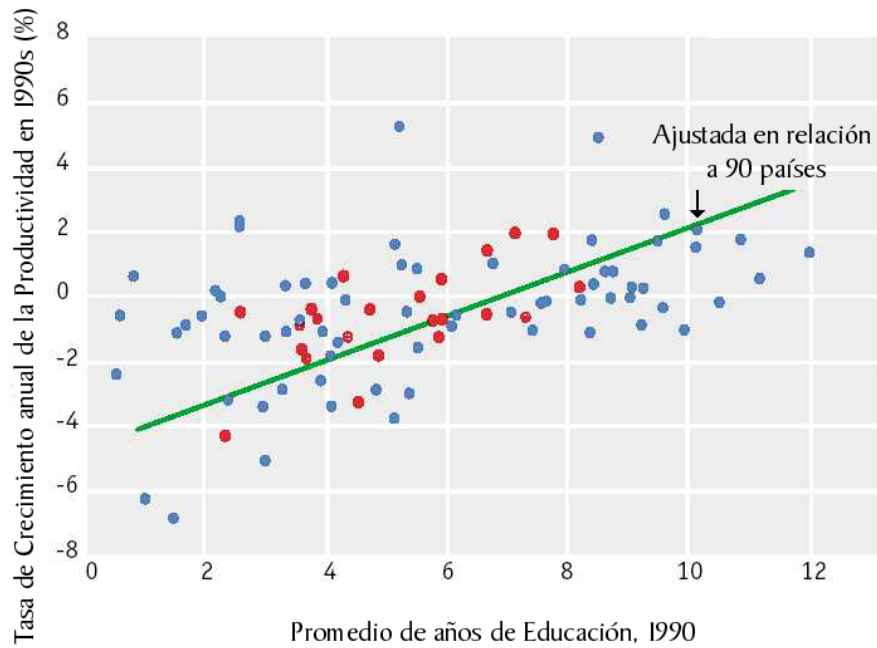
Como ha sido mencionado, los aspectos que se consideran fundamentales en el análisis del desarrollo de la competitividad, son: la calidad de la infraestructura, la extensión y calidad de la educación -por su incidencia en la productividad y en la capacidad de innovar- y el dinamismo y composición de las exportaciones. De éstos, dada su incidencia en la influencia entre eficiencia energética y la competitividad económica, se comentará aquí, con cierto detalle, la situación relativa de la educación y de las exportaciones, en América Latina.

---

<sup>7</sup> Banco Interamericano de Desarrollo. Competitiveness: The business of growth. 2001 Report. Economic and social progress in Latin America. Washington D.C.

En lo que respecta a la educación, ella debe contemplar una vinculación estrecha con un sistema adecuado y flexible de capacitación y buenas relaciones laborales, todo lo cual asegura un acelerado crecimiento de la productividad. La educación afecta a la productividad en la medida que favorece la innovación y facilita una más rápida adopción de nuevas tecnologías. De acuerdo con el informe mencionado el crecimiento de la productividad presenta una elevada correlación con la educación como muestra el gráfico siguiente.

Gráfico A2 - 1: Productividad y Escolaridad



Fuente: BID, 2001

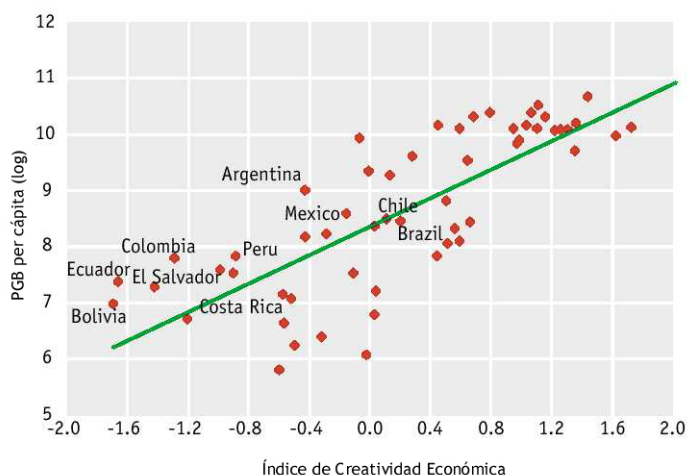
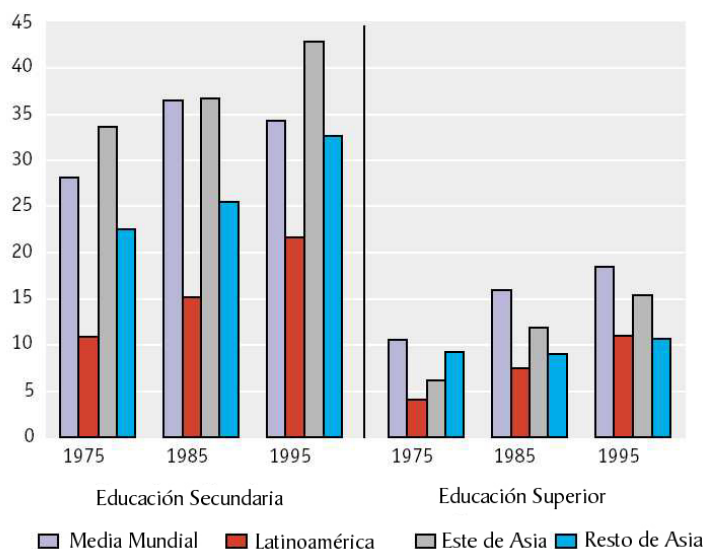
En el caso de América Latina, la escolaridad constituye una limitante para acelerar el desarrollo de la productividad, no tanto por la cobertura del sistema sino por la deserción, la que implica que un porcentaje significativo de la población escolar no concluye la educación primaria. Además, un porcentaje reducido de la población escolar termina la enseñanza media y un número aún menor alcanza la educación superior, lo que contrasta tanto con la situación de los países desarrollados como con la de algunos países del Este Asiático, lo que permite a éstos no sólo tener mejores condiciones para innovar sino que también para adaptar tecnologías foráneas

Recuadro A2 - 1: Desarrollo del capital humano en América Latina

El gráfico siguiente muestra la evolución reciente del porcentaje de la población de América Latina, del este de Asia y del resto de Asia que ha completado su educación media y la educación superior (de tercer grado), pudiéndose apreciar la deficiencia de la Región en este campo, el gráfico muestra incluso como la Región presenta peores índices que la media mundial.

Las políticas de desarrollo del "capital" humano son vitales para el desarrollo de la competitividad y América Latina está pagando un costo muy alto por no realizar los esfuerzos necesarios para disponer de una fuerza de trabajo especializada. En parte, en la Región se ha tratado de remediar esta deficiencia de formación mediante programa de entrenamiento, los que no son exitosos si no se destinan a trabajadores con una formación básica para poder absorber los conocimientos que se les entregan. Ello es particularmente necesario en los casos de inversiones destinadas a renovar o mejorar el equipamiento productivo de las empresas.

Reforzando lo anterior, es posible señalar que el crecimiento se vincula a la innovación y la capacidad de adaptar. Esta relación se muestra en el gráfico siguiente.



Mientras la innovación es el principal motor detrás de la creatividad en los países desarrollados, es la transferencia tecnológica la que juega este papel en el caso de los países en desarrollo. Sin embargo, Latinoamérica no califica bien en ninguno de estos parámetros. En general, mientras en los países desarrollados el índice de creatividad económica es 0,92, en el este de Asia es 0,32 y en América Latina de -0,75. Este indicador depende del índice tecnológico<sup>8</sup> y de la capacidad para renovar el equipamiento de las plantas, aspecto en el que también América Latina presenta claras deficiencias.

Fuente: BID, 2001

<sup>8</sup> De acuerdo con el Global Competitiveness Report el índice de innovación para los países desarrollados y el índice de transferencia tecnológica para los países en desarrollo.

### Anexo 3

#### *Componentes e indicadores de la sustentabilidad ambiental.*

El índice ESI elaborado por el Foro Económico Mundial mide el progreso global de las naciones hacia la sustentabilidad ambiental a través de un vasto conjunto de componentes de sustentabilidad e indicadores.

Es así como cada componente incorpora distintas variables para las cuales existe información comparable entre los países considerados, éstas son medidas por los indicadores que se muestran en la tabla siguiente:

Tabla A3 - 1: Componentes e indicadores constituyentes del índice de sustentabilidad ambiental (ESI).

<b>Componente</b>	<b>Indicador</b>
Sistemas medio ambientales	Calidad del aire Calidad del agua Biodiversidad Tierras
Reducción de los impactos sobre los sistemas	Reducción de la polución del aire Reducción de la polución del agua Reducción de la presión sobre el ecosistema Reducción de los desechos y de la presión sobre el consumo Reducción del crecimiento de la población
Reducción de la vulnerabilidad humana	Satisfacción de las necesidades humanas básicas Salud ambiental?
Capacidad de desarrollo social e institucionalidad	Ciencia y Tecnología Capacidad para generar debate Gobernabilidad ambiental Responsabilidad del Sector Privado Eco-eficiencia
Responsabilidad Global	Participación en los esfuerzos internacionales Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Reducción de presiones ambientales globales

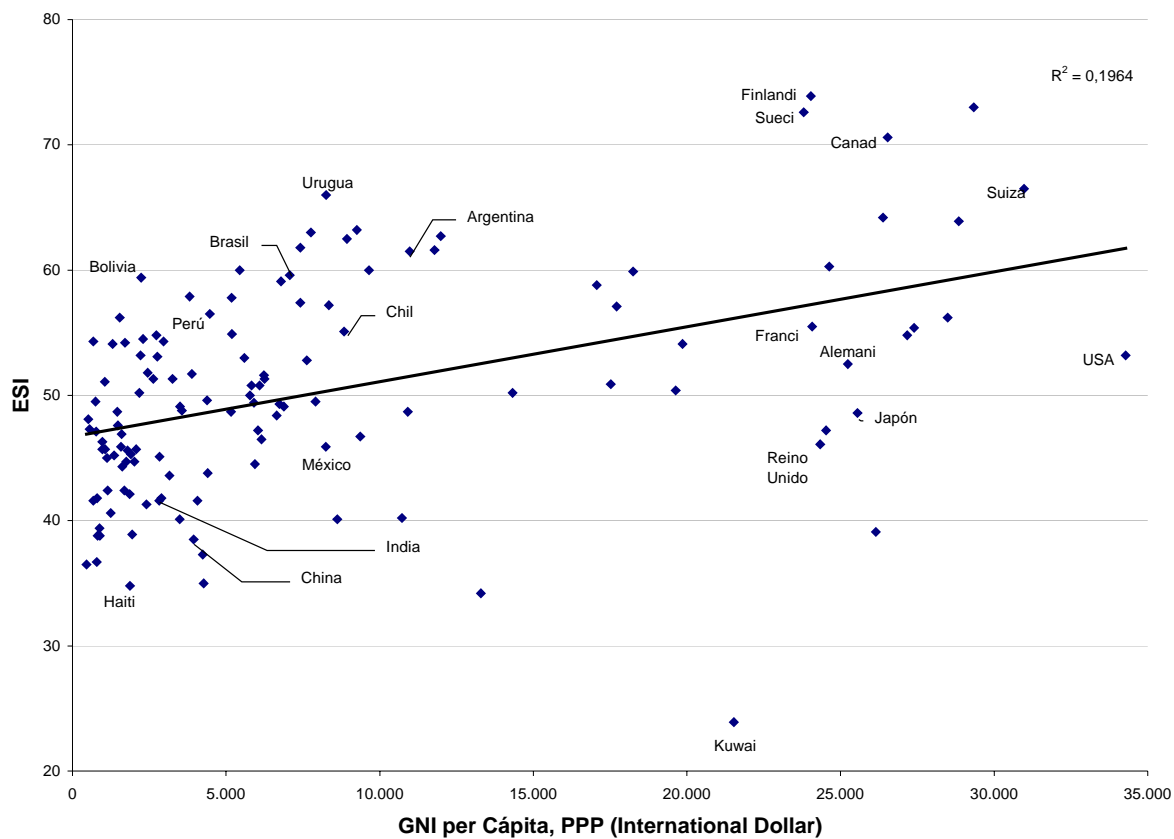
Fuente: ESI, 2002

El ESI permite realizar comparaciones entre naciones sobre el desempeño en cada uno de los factores que afectan a la sustentabilidad ambiental; permite identificar los factores de esta última que se encuentran sobre o bajo las expectativas en cada nación y, de este modo, priorizar el establecimiento de políticas; permite investigar las tendencias en el futuro cercano a partir de las condiciones actuales; y finalmente permite identificar las relaciones que existen entre la sustentabilidad ambiental y el desarrollo económico.

Del análisis de los resultados obtenidos se ha establecido que ninguno de los países evaluados se encuentra actualmente en un camino totalmente sustentable, esto porque todos ellos se encuentran bajo el promedio en alguno de los indicadores que componen el índice.

Es posible establecer también que, a pesar de estar íntimamente relacionados, el desarrollo económico por sí sólo no determina el establecimiento de la sustentabilidad, más aún, se ha establecido que existe una fuerte relación negativa entre algunos de los indicadores que componen el ESI y el ingreso per cápita. Otros factores que parecen dar forma a la sustentabilidad ambiental son la calidad del gobierno, la densidad de población y el clima

Gráfico A3 - 1: Relación entre el índice de Sostenabilidad ambiental y el Ingreso per cápita (GNI) corregido por la paridad del poder de compra (PPP)



Fuente: Elaboración propia en base a ESI 2002.