

Consultado en:  
[http://www.greenpeace.org/raw/content/mexico/prensa/reports/empleos\\_verdes.pdf](http://www.greenpeace.org/raw/content/mexico/prensa/reports/empleos_verdes.pdf)

Fecha de consulta: 03/12/2009.

# trabajando por el clima

ENERGÍAS RENOVABLES Y LA [R]EVOLUCIÓN DE LOS EMPLEOS VERDES



© GREENPEACE/DEAN SEWELL

© SPARKEL REDONDO

© PAUL LANGROCK/DE

**EREC**  
CONSEJO EUROPEO PARA  
LAS ENERGÍAS RENOVABLES

**GREENPEACE**

# prólogo

No sólo la economía está en crisis



Hoy día, el mundo resiente el colapso en los mercados financieros. Elevadas tasas de desempleo en el Reino Unido, Estados Unidos y otras naciones desarrolladas y en desarrollo; bolsas de valores volátiles, y millones de personas luchando por pagar sus deudas, destacan entre sus efectos. Los gobiernos de todos los países han respondido con programas masivos de estímulos fiscales y de rescate a los bancos e industrias. Tan sólo Estados Unidos, invirtió 787 mil millones de dólares para apoyar a las instituciones monetarias y a los sectores en problemas.

¿“vamos a mirar a los ojos de nuestros hijos y confesar que tuvimos la **oportunidad**, pero nos faltó **valentía**? que teníamos la **tecnología**, pero nos faltó **visión**?”

## índice

prólogo	2	1 estado actual de la industria de la energía renovable	7	4 principales resultados por tecnología	48
resumen ejecutivo	4	2 metodología y supuestos	11	5 implementando la [r]evolución energética en los países en desarrollo	59
		3 principales resultados por regiones	19	6 recomendaciones de política	64
				7 apéndice	66

**imagen** UN TRABAJADOR SUPERVISA LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR ANDASOL 1, LA PRIMERA INSTALACIÓN PARABÓLICA COMERCIAL DE ENERGÍA SOLAR. ANDASOL 1 PROVEERÁ ELECTRICIDAD AMBIENTALMENTE AMIGABLE A MÁS DE 200 MIL PERSONAS Y AHORRARÁ 149 MIL TONELADAS DE DIÓXIDO DE CARBONO POR AÑO EN COMPARACIÓN CON UNA CARBOELÉCTRICA MODERNA.

**imagen de cubierta** EN WAUBRA, VICTORIA CENTRAL, UNO DE LOS PARQUES EÓLICOS MÁS GRANDES DE AUSTRALIA ACTUALMENTE EN CONSTRUCCIÓN.



En este momento nuestro planeta enfrenta una crisis que hace ver pequeña a la inestabilidad financiera mundial: el cambio climático, el cual afectará el sustento principal de millones de seres y todos nos veremos afectados. Las variaciones en la temperatura, incrementarán los desastres naturales, cambiarán los patrones de producción alimenticia, aumentarán el nivel del mar y destruirán las zonas costeras, entre otros efectos.

La crisis financiera y climática son dos asuntos que requieren ser tratados por la comunidad mundial. De hecho, la solución de uno es la respuesta del otro. Las inversiones en eficiencia energética y las energías renovables ayudan a la economía, ya que generan empleos en ese sector, a la vez que reducen costos en la energía y disminuyen el uso excesivo de recursos naturales valiosos. Mediante un cambio a las energías renovables podríamos detener la acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera y propiciar el alejamiento del cambio climático irreversible.

La industria de las energías renovables mantiene un crecimiento estable a pesar de la crisis financiera. De acuerdo con el Reporte del PNUMA «Tendencias mundiales en la inversión de energía sustentable 2009», lo que se ha invertido en ese mercado ha desafiado la recesión mundial con un crecimiento de casi 5%: de 148 mil millones de dólares en 2007 a cerca de 155 mil millones en 2008. El apoyo para este tipo de inversiones dependerá de diversos factores. Como respuesta a la crisis económica, el grupo de países del G-20 anunció recientemente la implementación de paquetes de estímulos que suman un total de 3 billones de dólares, equivalente al 4.5% de su PIB.

Diversas economías, desde China, Japón, República de Corea y hasta algunas europeas y Estados Unidos han destinado inversiones multimillonarias a las energías renovables, bajo el lema de un «nuevo acuerdo verde» mundial. Quizá el mayor paquete de estímulos se dé en Copenhague en diciembre de 2009, si los gobiernos logran un nuevo acuerdo climático con ideas a futuro y que sea viable científicamente.

OCTUBRE 2009

### Greenpeace Internacional, Consejo Europeo para las Energías Renovables(EREC)

**fecha** Octubre 2009. **EREC** Arthouros Zervos, Christine Lins. **Greenpeace International** Sven Teske, líder de proyecto. **autores** Jay Rutovitz, Alison Atherton, Rebecca Short, Sven Teske. **editor** Rebecca Short. **investigación** Jay Rutovitz, Alison Atherton, Institute for Sustainable Futures (ISF), Universidad de la Tecnología, Sydney, PO Box 123, Broadway, NSW, 2007, Australia. **impresión:** www.primaveraquint.nl **diseño** Jens Christiansen, Tania Dunster, www.onehemisphere.se **contacto** Greenpeace México: María José Cárdenas; maria.cardenas@greenpeace.org Greenpeace Internacional: Sven Teske; sven.teske@greenpeace.org **para más información** sobre los escenarios global, regionales y nacionales, por favor visite la página web de la [r]evolución energética: [www.energyblueprint.info/](http://www.energyblueprint.info/) Publicado por Greenpeace Internacional. Impreso con tintas vegetales en papel 100% reciclado y fabricado totalmente a partir de desechos.

## resumen ejecutivo

“AHORA ES EL MOMENTO DE COMPROMETERSE CON UN VERDADERO FUTURO DE ENERGÍA SUSTENTABLE Y SEGURO- UN FUTURO CONSTRUIDO SOBRE TECNOLOGÍAS LIMPIAS, DESARROLLO ECONÓMICO Y LA CREACIÓN DE MILLONES DE NUEVOS EMPLEOS.”



imagen CELDAS FOTOVOLTAICAS (FV) SON ENSAMBLADAS POR LOS TRABAJADORES DE UNA FÁBRICA PROPIEDAD DEL GRUPO HIMIN, EL MAYOR FABRICANTE DE CALENTADORES TERMOSOLARES DE AGUA A NIVEL GLOBAL. LA CIUDAD DE DEZHOU ES LIDER EN LA ADOPCIÓN DE ENERGÍA SOLAR Y SE LE CONOCE COMO EL VALLE SOLAR DE CHINA.

### el suministro de la energía mundial tiene que cambiar

La ciencia ha confirmado que para evitar el cambio climático catastrófico, las naciones más industrializadas del mundo tienen que reducir al menos en 40% sus emisiones de carbono para 2020 (en comparación con los niveles de 1990). Para lograrlo, necesitamos un cambio rápido y de gran escala hacia las energías renovables que proporcionen alrededor del 30% de la energía mundial para 2020.

La [R]evolución Energética de Greenpeace Internacional publicada en octubre del 2008, expone una visión para lograrlo. El reporte describe dos escenarios: Referencia (convencional) es la proyección de la Agencia Internacional de Energía denominada «World Energy Outlook 2007», extrapolada desde 2030 hasta 2050, y [R]evolución Energética que se desarrolló para demostrar de manera científica y financiera, cómo el mundo podría aumentar nueve veces su producción de energía renovable, reemplazando a la energía nuclear y una proporción de la de carbón, evitando un cambio climático catastrófico.

### las energías renovables generan empleos

Greenpeace emprendió el presente estudio para determinar la posibilidad de crear empleos si se aumentara nueve veces el uso de las energías renovables, y se implementaran las medidas de eficiencia energética mundial que se requieren para la [R]evolución Energética. Y de ser el caso, cuántos comparados con el escenario convencional, con poco o ningún tipo de acción para evitar el cambio climático.

Descubrimos que bajo el escenario de la [R]evolución Energética habría un incremento total de alrededor de 2 millones de empleos en el sector de la energía en los próximos 20 años. Pero si seguimos sin emplear las medidas adecuadas para hacer el cambio a la energía limpia, veremos desempleos en todos los sectores: desaparecerían medio millón de empleos en el suministro de energía entre 2010 y 2030.

Con las políticas necesarias para llevar a cabo la [R]evolución Energética habría, para 2030, más de 8 millones de empleos en las energías renovables y la eficiencia energética, tres veces más de lo que se generaría con un enfoque convencional (business as usual).



tabla 0.1: empleos totales en el sector energético

ESCENARIO CONVENCIONAL		[R]EVOLUCIÓN ENERGÉTICA	
una economía depende en gran parte del carbón		despliegue masivo de energía renovable y eficiencia energética	
2010	9.1 millones	2010	9.3 millones
2020	8.5 millones	2020	10.5 millones
2030	8.6 millones	2030	11.3 millones

**Disminución total de empleos en 2010-2020 500,000**      **Incremento total de empleos en 2010-2020 2 millones**

LOS EMPLEOS EN EL SECTOR RENOVABLE NO COMPENSAN LAS PÉRDIDAS EN EL SECTOR DEL CARBÓN PARA EL 2030

2.7 MILLONES MÁS DE EMPLEOS PARA EL 2030 QUE CON EL ESCENARIO CONVENCIONAL

El balance de empleos cambia debido a que con el tiempo se crean más trabajos en el sector de las energías renovables que los que se pierden en el de los combustibles fósiles. Lo anterior puede apreciarse en el área de empleos de cada sector, tanto en el de las energías renovables como en el de los combustibles fósiles.

Para el año 2030:

- Bajo la [R]evolución Energética, se emplearían cerca de 2 millones más de personas de lo que hay hasta ahora (2.7 millones más que en el escenario convencional). Sin su aplicación, el sector del carbón proporcionaría la mayor parte de la electricidad, pero no de empleos.
- En el escenario convencional, habría alrededor de 500 mil empleos perdidos, porque la reducción de 2 millones en el área del carbón no se compensa con el incremento dado en las renovables y de la eficiencia energética.
- Los sectores del carbón, gas, petróleo y diesel privarían de cerca de 2.5 millones de empleos bajo el escenario de la [R]evolución Energética.
- El sector de las energías renovables podría mantener alrededor de 5.3 millones más de empleos bajo el escenario de la [R]evolución Energética.

tabla 0.2: estimación de empleos a nivel mundial – división por tipo de energía

(MILLONES)

Empleos (millones)	ESCENARIO DE REFERENCIA			ESCENARIO DE LA [R]EVOLUCIÓN		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Carbón	4.65 m	3,16 m	2.86 m	4,26 m	2.28 m	1.39 m
Gas	1.95 m	2,36 m	2.55 m	2,08 m	2.12 m	1.80 m
Nuclear, petróleo y diesel	0.61 m	0,58 m	0.50 m	0,56 m	0.31 m	0.13 m
Renovables	1.88 m	2,41 m	2.71 m	2,38 m	5.03 m	6.90 m
<b>Empleos en el suministro de energía</b>	<b>9.1 m</b>	<b>8.5 m</b>	<b>8.6 m</b>	<b>9.3 m</b>	<b>9.7 m</b>	<b>10.2 m</b>
Empleos en el sector de eficiencia energética	0	0	0	0.1 m	0.7 m	1.1 m
<b>Empleos totales</b>	<b>9.1 m</b>	<b>8.5 m</b>	<b>8.6 m</b>	<b>9.3 m</b>	<b>10.5 m</b>	<b>11.3 m</b>

nota LO ANTERIOR CALCULA MENOS TRABAJOS EN EL SECTOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PORQUE SÓLO INCLUYE TRABAJOS ADICIONALES AL ESCENARIO DE REFERENCIA.

Usamos estimaciones conservadoras respecto a cuántos empleos podría haber en todos los diferentes sectores de las energías renovables. Las cifras son necesariamente indicativas ya que existe cierta incertidumbre en la proyección de empleos para 2030.

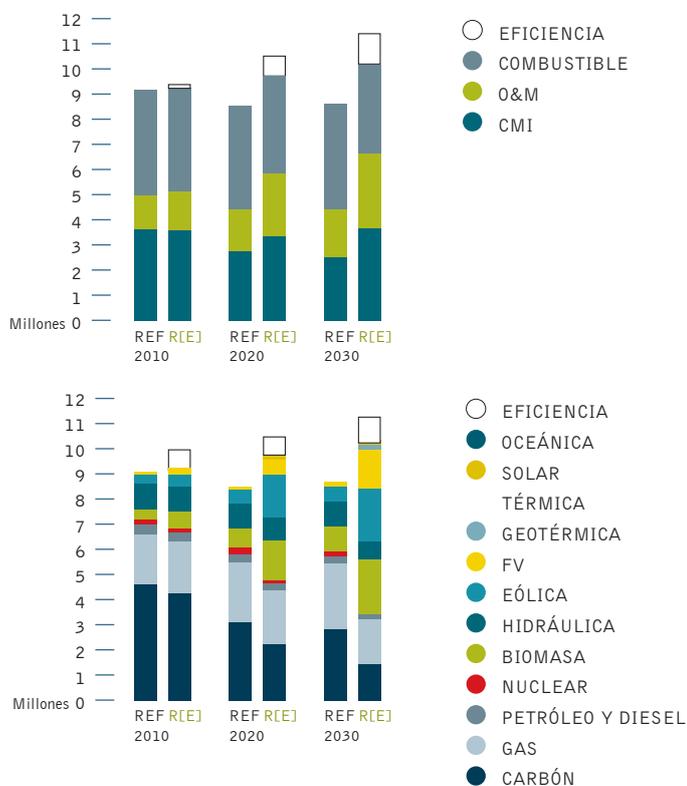
Las últimas investigaciones muestran un verdadero boom mundial en la producción de energías renovables que parecen dispuestas a recuperarse muy rápido de la crisis económica del 2008. La nueva capacidad instalada en este sector ascendió, sólo en 2008 a por lo menos 40 GW (excluyendo a las grandes hidroeléctricas) lo que representa 120 mil millones de dólares en inversiones. Por primera vez, hubo una inversión mayor en la capacidad renovable que en la energía convencional, hasta llegar a 10 mil millones de dólares, incluyendo las grandes hidroeléctricas.

Los primeros cinco países con nuevas instalaciones son China, Alemania, Japón, Estados Unidos y España. China es de particular interés, ya que en los próximos años reducirán los empleos del sector del carbón y su extracción. El mayor crecimiento de empleos se espera que sea en las áreas de la energía eólica y la solar fotovoltaica, las cuales ya están experimentando un gran crecimiento en manufactura e instalación.

## disminuyen los empleos en el sector del carbón

Si el mundo sigue el camino convencional y obtiene su energía a partir de los combustibles fósiles, se perderían 500 mil empleos entre 2010 y 2030, a pesar del 37% de incremento proyectado en la generación de electricidad a partir del carbón. Esto se debe en principio, a la tendencia mundial de disminuir empleos en la extracción y generación de electricidad a partir de ese mineral, para llegar a la misma producción. Pero aun si se incrementara la capacidad del gas en un 50% para cubrir la demanda creciente, el total de empleos en el sector no regresaría a los niveles del 2010.

figura 3.4: global: empleos por tecnología y tipo en 2010, 2020 y 2030



## la revolución energética tiene sentido desde el punto de vista económico

Los modelos de la [R]evolución Energética de Greenpeace predicen –cuando se calcula el promedio a través de la mezcla de energía– que en total el costo de generación para 2030 será menor que bajo el escenario convencional. Si se toma en cuenta el precio del carbón, la eficiencia energética y los ahorros en combustibles, el costo promedio de generación será de 13 centavos de dólar por kilowatt/hora (KWh), uno menos que si continuamos bajo el camino actual dominado por los combustibles fósiles.

## una política fuerte estimula las energías renovables

El estímulo potencial a favor del empleo que se describe en el presente estudio, sólo puede ocurrir con objetivos y políticas fuertes de energías renovables.

Greenpeace pide a los gobiernos una serie de medidas para proteger a los ciudadanos de los cambios en el balance de empleos. Si no se hace nada, seremos testigos de una pérdida significativa en el sector de los combustibles fósiles y no habrá expansión en la producción de energías limpias para compensarla. Al invertir en energías renovables, es posible proporcionar más empleos de reemplazo para contrarrestar las pérdidas; las áreas en las que se puede aplicar, incluyen la manufactura de turbinas eólicas y paneles solares, perforaciones geotérmicas, construcciones de plantas termosolares, instalaciones de energía oceánica, eficiencia energética y muchas otras alternativas de energía limpia.

Los incentivos básicos de política que se requieren de manera urgente son:

- Un nuevo acuerdo climático en la Cumbre del Clima de Naciones Unidas en Copenhague, en diciembre de 2009, que asegure que las emisiones globales llegarán a su punto máximo para 2015, en respuesta a la ciencia del cambio climático.
- Políticas nacionales que permitan que la economía de los países se enfoque a energías verdes, y el retiro paulatino de todos los subsidios e incentivos económicos que apoyen el uso ineficiente de la energía, o las actividades que contribuyan al cambio climático.
- Objetivos ambiciosos de participación de energías renovables en la matriz energética, tarifas fijas e incentivos para estimular la innovación y su ampliación.
- Estándares de emisiones y eficiencia que desvíen la demanda energética a niveles sustentables.

En las Secciones 5 y 6 se proporcionan más detalles para lograr este desafío mundial.

# estado actual de la industria de energía renovable

GLOBAL

SITUACIÓN GLOBAL DEL MERCADO  
DE LA ENERGÍA RENOVABLE

EMPLEO GLOBAL EN LA ENERGÍA  
RENOVABLE

“Aproximadamente  
800, 000 de empleos  
nuevos serán creados  
entre 2020 y 2030.”

GREENPEACE INTERNACIONAL  
CAMPAÑA DE CLIMA

imagen TRABAJADOR CHINO EN LA TURBINA DE UN MOLINO DE VIENTO GP/ROBERT KNOTH



### situación del mercado a nivel mundial

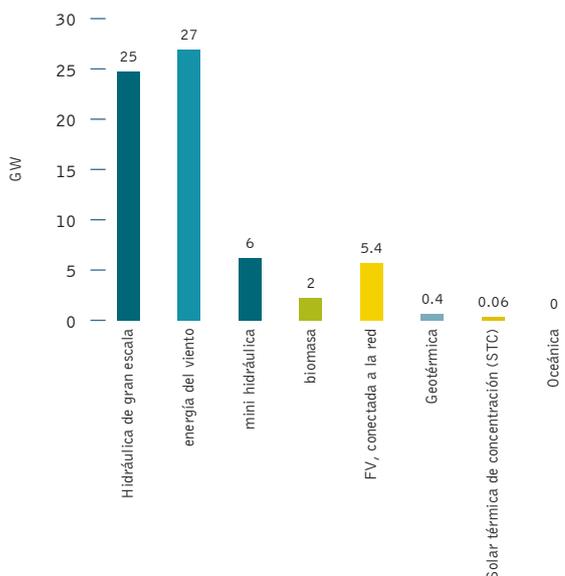
El sector de las energías renovables ha crecido sustancialmente en los últimos cuatro años. En 2008, el incremento de instalaciones en energía eólica y solar fue particularmente impresionante.

La cantidad de energía renovable instalada alrededor del mundo se registra confiablemente gracias a la Red de Políticas de Energía Renovable para el siglo XXI (REN21). Su «Reporte del estado global de las energías renovables» muestra cómo se han expandido las tecnologías.

	Eólica	↑29% en 2008	↑600% desde 2004
	Solar fotovoltaica (FV)	↑70% en 2008	↑250% desde 2004
	Pequeña hidroeléctrica	↑8% en 2008	↑75% desde 2004

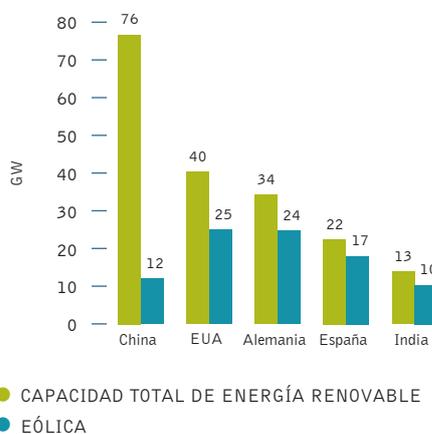
El total de la capacidad instalada de energías renovables para finales del 2008 fue de 1,1128 GW. Hasta este momento, las grandes hidroeléctricas abarcaban tres cuartos del total, mientras que la eólica aproximadamente 11%. La nueva capacidad instalada de energías renovables en 2008 sumó al menos 40 GW (excluyendo las grandes hidroeléctricas), registrando la energía eólica el crecimiento más alto.

**figura 1.1: nueva energía renovables instalada a nivel global, 2002, posterior al informe de la Perspectiva de la Energía Renovable publicado por REN21**



Los primeros cinco países que instalaron energías renovables en 2008 fueron China, Estados Unidos, Alemania, España e India. China duplicó su capacidad de energía eólica por quinto año consecutivo. En España, el crecimiento de los paneles solares conectados a la red, fue cinco veces mayor que el registrado en 2007.

**figura 1.2: primeros cinco países en instalación de energía renovable en 2008, posterior a REN21 (2008)**



**haciendo el cambio** Por primera vez en 2008, tanto Estados Unidos como la Unión Europea aumentaron más la capacidad de energías renovables que la de las fuentes convencionales (incluyendo gas, carbón, petróleo y nuclear). Para finales de ese mismo año, las energías renovables representaron tan sólo 6.2% de la capacidad mundial de energía; 4.4% de generación; y 18% si se consideran las grandes hidroeléctricas. Sin embargo, las nuevas instalaciones de energías renovables en 2008, abarcaron un cuarto del total de la capacidad<sup>1</sup> nominal comparada con el 10% registrado en 2004. Si se incluyen las grandes hidroeléctricas en la ecuación, 2008 tuvo más de la mitad de la capacidad total añadida del sector renovable<sup>2</sup>.

**inversión** La inversión total en energías renovables en el mundo fue de 120 mil millones de dólares en 2008<sup>3</sup>, es decir, cuatro veces más que en 2004. Los Estados Unidos contribuyeron con alrededor del 20% del total. De acuerdo con el PNUMA, durante 2008 el total de la nueva inversión en países desarrollados fue de 82 mil 300 millones de dólares y 36 mil 600 millones de dólares en países en desarrollo, lo que significó una pérdida correspondiente al 1.7% pero con una ganancia de 37% con respecto a los niveles de 2007<sup>4</sup>. Por primera vez, la inversión en energías renovables -incluyendo las grandes hidroeléctricas- fue mayor que la inversión en tecnología de combustibles fósiles por alrededor de 10 mil millones de dólares.

**energías renovables y crisis económica** En 2008 hubo una crisis en el sistema financiero mundial y algunos bancos, entidades de crédito hipotecario y compañías de seguros quebraron. Su consecuencia para las energías renovables fue un menor financiamiento para nuevos proyectos. No obstante que aún no se conocen todos los efectos que les causó, existen indicadores que muestran que es la que mejor lo ha sobrellevado. Al parecer, la energía eólica no ha sido afectada y en algunos países desarrollados, los paquetes de estímulos económicos incluyeron grandes incentivos para las energías renovables a gran escala y programas de eficiencia energética.

#### referencias

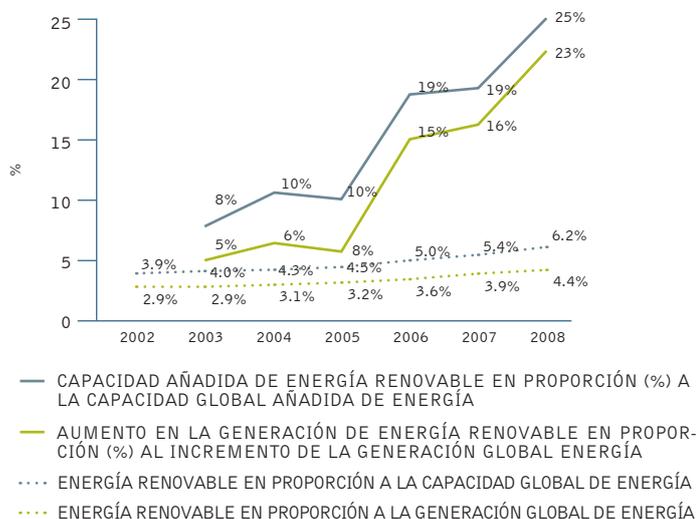
- 1 TENDENCIAS MUNDIALES EN LA INVERSIÓN DE ENERGÍA SUSTENTABLE 2009 – ANÁLISIS DE LAS TENDENCIAS Y PROBLEMAS EN EL FINANCIAMIENTO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA. PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA) Y FINANCIAMIENTO DE NUEVAS ENERGÍAS (2009)
- 2 REPORTE DEL ESTADO GLOBAL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES 2009, EN ADELANTE REN21 (2009)
- 3 Ibid
- 4 TENDENCIAS MUNDIALES EN LA INVERSIÓN DE ENERGÍA SUSTENTABLE 2009, Ibid.



**políticas e incentivos** El panorama de las políticas mundiales incluye más medidas para fomentar las energías renovables. Algunos ejemplos incluyen nuevos programas de apoyo para la energía solar FV implementados en Australia, China, Japón, Luxemburgo, Holanda y Estados Unidos. Se adoptaron nuevas leyes y disposiciones políticas en muchos países en desarrollo como Brasil, Chile, Egipto, México, Filipinas, Sudáfrica, Siria y Uganda. Cientos de ciudades y gobiernos locales alrededor del mundo están planeando o implantando políticas de energías renovables y esquemas que busquen reducir las emisiones de dióxido de carbono.

**otros indicadores** Los motores de las energías renovables son el cambio climático, la inseguridad energética, el agotamiento de los combustibles fósiles y el desarrollo de nuevas tecnologías. El precio de muchas de ellas, está disminuyendo debido a la ecuación mundial de la oferta y la demanda. El PNUMA predice, por ejemplo, que el precio de los paneles solares disminuirá 43% para 2009<sup>5</sup>. La capacidad de recuperación económica junto con mandatos cada vez más firmes respecto a las tarifas fijas y predefinidas o feed-in, así como los esquemas de portafolio (Renewable Portfolio Standard) significan que las energías renovables continuarán creciendo.

**figura 1.3: generación de energía renovable y capacidad en proporción a la energía mundial, 2003-2008, %**



**fuentes** "TENDENCIAS MUNDIALES EN LA INVERSIÓN DE ENERGÍA SUSTENTABLE 2009" UNEP/SEFI (EXCLUYENDO LAS GRANDES HIDROELÉCTRICAS)

El presente reporte utiliza los pronósticos y escenarios de la [R]evolución Energética de Greenpeace para calcular cifras indicativas de niveles de empleo, si la mitad del abasto de energía mundial proviniera de recursos renovables.

**referencias**

5 TENDENCIAS MUNDIALES EN LA INVERSIÓN DE ENERGÍA SUSTENTABLE 2009, Ibid.

**empleos en la industria de la energía renovable a nivel mundial**

El presente estudio calcula que en la actualidad, el empleo de la energía renovable a nivel mundial es tan alto que llega hasta los 1.7 millones, considerando a los países de los que se tienen cifras disponibles. El PNUMA señala que hasta ahora las economías avanzadas son las que han mostrado un mayor liderazgo en el desarrollo de energías renovables pero, en la actualidad, su participación en los países en desarrollo también está creciendo. China y Brasil representan una gran parte del total mundial y tienen una posición fuerte en el desarrollo de la energía solar térmica y de la biomasa; muchos de los nuevos empleos se dan en sus instalaciones, en el área de operación y mantenimiento, así como en materias primas para biocombustibles. La perspectiva para el futuro es que los países en desarrollo podrán generar un número importante de empleos, como en el caso de la tecnología solar en Kenia.

**tabla 1.0: empleo en la electricidad renovable –algunos países y el mundo**

FUENTE DE ENERGÍA	PAÍSES SELECCIONADOS	
Viento	Alemania	84,300 <sup>g</sup>
	Estados Unidos	16,000 <sup>a</sup>
	España	32,906 <sup>b</sup>
	Dinamarca	21,612 <sup>c</sup>
	India	10,000 <sup>d</sup>
	<b>Estimado mundial</b>	<b>300,000<sup>e</sup></b>
FV	Alemania	50,700 <sup>g</sup>
	Estados Unidos	6,800 <sup>a</sup>
	España	26,449 <sup>b</sup>
	<b>Estimado mundial</b>	<b>170,000<sup>e</sup></b>
Electricidad solar térmica	Estados Unidos	800 <sup>a</sup>
	España	968 <sup>b</sup>
Biomasa	Estados Unidos	66,000 <sup>a</sup>
	España	4,948 <sup>b</sup>
Hidráulica	Europa	20,000
	Estados Unidos	8,000 <sup>a</sup>
	España (pequeñas hidros)	6,661 <sup>b</sup>
Geotermia	Alemania	4,500 <sup>g</sup>
	Estados Unidos	9,000 <sup>a</sup>
<b>Todos los sectores</b>	<b>Estimado mundial</b>	<b>1.3<sup>e</sup> - 1.7<sup>f</sup> millones</b>

a datos 2006: Bedzek 2007.  
 b datos 2007: Nieto Sáinz J 2007, en PNUMA 2008 Tabla 11.1-4.  
 c datos 2006: Asociación Danesa de Industria Eólica.  
 d datos 2007: Suzlon 2007.  
 e datos 2006: REN21 2008 p7.  
 f PNUMA 2008 p295; el total mundial para el sector renovable es la resta entre los datos del PNUMA y los empleos estimados en el sector térmico solar ya que éstos son casi todos provenientes de los calentadores solares.  
 g BMU 2008, Ministerio Alemán del Medio Ambiente.

Para asegurar que el sector de las energías renovables pueda proporcionar empleos verdes a gran escala, es indispensable una política fuerte. Algunos países ya han mostrado que pueden formar parte de las estrategias económicas de competencia nacional. Por ejemplo, Alemania considera la inversión en energía eólica y solar fotovoltaica como un aspecto crucial de su estrategia de exportación. Su intención es quedarse con una parte del mercado mundial en los próximos años y décadas. La mayoría de los empleos alemanes en estas industrias dependerán de las ventas en el extranjero de turbinas eólicas y paneles solares. En la actualidad, sólo unos cuantos países poseen los conocimientos científicos y procedimientos en su manufactura, y los mercados para los equipos solares y eólicos están experimentando un rápido crecimiento.

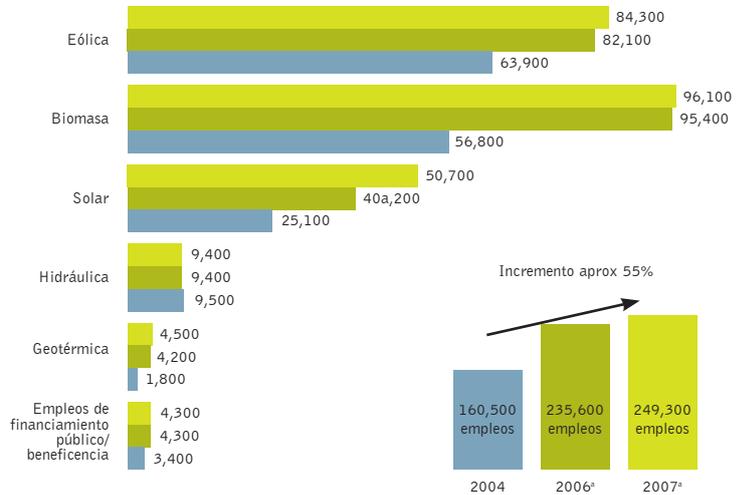
### estudio de caso: alemania

Alemania se reveló como uno de los primeros líderes en la industria de las energías renovables, y por lo tanto gozó de las recompensas de poseer los primeros empleos verdes. El objetivo de la Unión Europea es llegar para 2020, al 20% del consumo final de energía a partir de las renovables, meta cercana a la adoptada por el gobierno alemán que se ha marcado el 18% para ese mismo año. La participación alemana en este rubro ha pasado de 3.8% en 2000, a 9.8% en 2007.

El Ministerio Federal para el Medio Ambiente, la Conservación de la Naturaleza y la Seguridad Nuclear de Alemania calculó que los empleos totales en energía renovable en su país durante 2008, fueron el resultado de varias políticas alentadoras; también descubrieron que:

- Hubo un incremento de empleos en el sector de las energías renovables a pesar de la crisis de finales de ese año.
- El cálculo total de empleos en las energías renovables fue de 278 mil, a diferencia de los 249 mil del año anterior, lo que significó un aumento del 12%.
- La inversión total en instalaciones para energías renovables fue de 13 mil 100 millones de euros, principalmente usados para la solar FV y la eólica.
- Los fabricantes de equipos facturaron alrededor de 14 mil 700 millones de euros.
- La facturación de la industria de energía solar FV se calcula en 5 mil 200 millones de euros; lo anterior agrega 57 mil empleos, incluyendo el área de operación y mantenimiento.
- En tan sólo un año, el mercado de energía solar térmica casi se duplicó, y el primer cálculo de la facturación total fue de aproximadamente mil 200 millones de euros; lo que agrega 15 mil 500 empleos, considerando el área de operación y mantenimiento.
- La inversión en instalaciones geotérmicas se incrementó de manera importante; se incluye la energía geotérmica profunda y el mercado de bombas de calor, lo que generó alrededor de 9 mil100 empleos.
- Aun si se toman en cuenta los efectos de la crisis económica, se espera que el sector de la energía renovable continúe creciendo y que para 2020 pueda proporcionar al menos unos 400 mil empleos en Alemania.

figura 1.4: empleos en el sector renovable en Alemania



a Los datos de 2006 y 2007 son estimados tentativos.

fuentes BMU "Renewable energy sources in figures - national and international development", junio, 2008.



imagen INSTALACIÓN SOLON AG PHOTOVOLTAICS EN ARNSTEIN, OPERA 1500 "MOVERS" SOLARES HORIZONTALES Y VERTICALES. ES LA INSTALACIÓN DE RASTREO SOLAR MÁS GRANDE DEL MUNDO.

# metodología y supuestos

GLOBAL

PROYECCIONES DE COSTOS DE LA ENERGÍA EN LA REVOLUCIÓN ENERGÉTICA

CALCULANDO LOS POTENCIALES DE EMPLEO INVERSIONES FUTURAS



“Las energías renovables no tienen costos de combustibles.”

GREENPEACE INTERNACIONAL  
CAMPAÑA DE CLIMA

imagen ENSAMBLE DE CELDAS SOLARES EN CHINA GREENPEACE / ALEX HOFFORD

## proyecciones de costos de la energía en la [R]evolución Energética

Para calcular cuántos empleos podrían generarse o perderse bajo los escenarios energéticos, se requieren diversos supuestos sobre algunos parámetros relacionados con el mercado de la energía.

**costos de los combustibles fósiles** Los escenarios de la [R]evolución Energética suponen que el precio de los combustibles fósiles evolucionará hasta llegar, en el caso del barril de petróleo, a 120 dólares para 2030 y 140 dólares para 2050. Toma en consideración la demanda mundial creciente y el dramático incremento de los precios a mediados de 2008 y su reciente volatilidad. Se estima que el precio del gas se incrementará a 20-25 dólares por Giga Joule (GJ) para 2050, debido a que el suministro de gas natural está limitado a la disponibilidad de infraestructura en ductos, además de que no cuenta con un precio en el mercado mundial.

**costos de las emisiones** Los escenarios de la [R]evolución Energética suponen que se establecerá, a largo plazo, el comercio de emisiones de bióxido de carbono en todas las regiones del mundo. Su costo será de diez dólares por tonelada en 2010 y llegará a 50 dólares para 2050. Los costos adicionales se aplicarían en los países que son No-Anexo B del Protocolo de Kyoto (países en desarrollo) hasta después de 2020. Se debe observar que estas proyecciones son aún más inciertas que los precios de la energía, y que los estudios disponibles abarcan un amplio rango de estimaciones futuras sobre los costos del dicho gas.

**tabla 2.2: estimaciones sobre la evolución de los costos de las emisiones de CO<sub>2</sub>**

PAÍSES	2010	2020	2030	2040	2050
Países Anexo B de Kyoto	10	20	30	40	<b>50</b>
Países no-Anexo B		20	30	40	<b>50</b>

**tabla 2.1: supuestos en el desarrollo de los precios de los combustibles**

	2005	2006	2007	2010	2015	2020	2030	2040	2050
<b>Precios de importaciones de petróleo crudo en dólares (2005) por barril</b>	52.5	60.1	71.2						
AIE WEO 2007 ETP 2008				57.2	55.5		60.1		63
AIE Estados Unidos 2008 "Referencia"				71.7		57.9	68.3		
AIE Estados Unidos 2008 "Referencia Alta"				76.6		99.1	115.0		
[R]evolución Energética 2008				100	105	110	120	130	140
<b>Precios en las importaciones de gas en dólares (2005) por GJ</b>	2000	2005	2006						
AIE WEO 2007/ ETP 2008									
Importaciones de los Estados Unidos	4.59		7.38	7.52	7.52		8.06		8.18
Importaciones de Europa	3.34		7.47	6.75	6.78		7.49		7.67
Importaciones de Japón	5.61		7.17	7.48	7.49		8.01		8.18
[R]evolución Energética 2008									
Importaciones de los Estados Unidos		5.7		11.5	12.7	14.7	18.4	21.9	24.6
Importaciones de Europa		5.8		10.0	11.4	13.3	17.2	20.6	23.0
Importaciones de Asia		5.6		11.5	12.6	14.7	18.3	21.9	24.6
<b>Precios de importaciones de carbón duro en dólares (2005) por tonelada</b>	2000	2005	2006						
AIE WEO 2007/ ETP 2008	37.8		60.9	54.3	55.1		59.3		59.3
[R]evolución Energética 2008				142.7	167.2	194.4	251.4	311.2	359.1
<b>Precios de la biomasa (sólida) en dólares (2005) por GJ</b>	2005								
[R]evolución Energética 2008									
OCDE Europa	7.5			7.9	8.5	9.4	10.3	10.6	10.8
OCDE Pacífico, Norteamérica	3			3.3	3.5	3.8	4.3	4.7	5.2
Otras regiones	2.5			2.8	3.2	3.5	4.0	4.6	4.9

**imagen de la izquierda** LA ESTACIÓN SOLAR ANDASOL 1 SUMINISTRA ELECTRICIDAD AMIGABLE CON EL CLIMA A CASI 200 MIL PERSONAS Y AHORRA CERCA DE 149 MIL TONELADAS DE BIÓXIDO DE CARBONO POR AÑO COMPARADO CON UNA CARBOELÉCTRICA MODERNA

**imagen de la derecha** COMO PARTE DEL LANZAMIENTO DE LA [R]EVOLUCIÓN ENERGÉTICA EN BRASIL, GREENPEACE INSTALÓ 40 PANELES FV EN SU OFICINA DE SAO PAULO



**Costos de inversión para plantas de energía** Los pronósticos de la [R]evolución Energética suponen que el desarrollo de plantas de combustibles fósiles continuarán cayendo en el futuro, debido a las escasas ganancias en eficiencia y la reducción de costos de inversión. Se espera que tanto los costos de generación como de emisiones aumenten. Las suposiciones usadas para los cálculos están en la tabla 2.3. No se incluyeron los gastos de captura y almacenamiento geológico de carbono en el desarrollo del escenario, aun y cuando éstos pueden agregar costos significativos a las nuevas plantas de combustibles fósiles. Las mejores estimaciones en la actualidad para la infraestructura, transporte,

almacenamiento y monitoreo también varían mucho, basados en los parámetros de las plantas de energía y la ubicación, lo que hace una contribución útil al modelo.

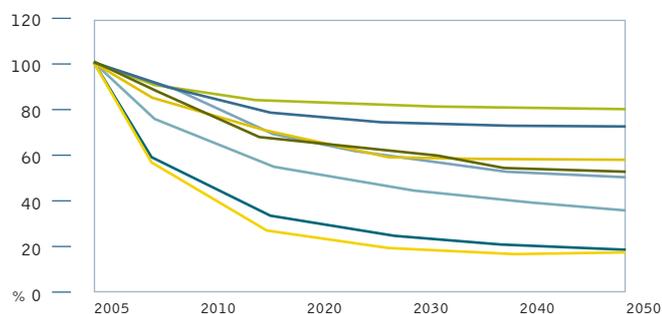
**Costos de las tecnologías para las energías renovables** Las energías renovables tienen diversos niveles de desarrollo y los supuestos en los costos se proporcionan en la tabla 5. Para más detalles en el desarrollo de cada tecnología ver la sección 4.

**tabla 2.3: evolución de los costos de inversión y la eficiencia para centrales eléctricas seleccionadas**

		2005	2010	2020	2030	2040	2050
<b>Termoeléctrica alimentada a carbón</b>	Eficiencia (%)	45	46	48	50	52	<b>53</b>
	Costos de inversión (dólares/kW)	1,320	1,230	1,190	1,160	1,130	<b>1,100</b>
	Costos de generación de electricidad, incluyendo costos de emisiones CO <sub>2</sub> (cent. dólar/kWh)	6.6	9.0	10.8	12.5	14.2	<b>15.7</b>
	Emisiones de CO <sub>2</sub> <sup>a)</sup> (g/kWh)	744	728	697	670	644	<b>632</b>
<b>Termoeléctrica alimentada a combustóleo</b>	Eficiencia (%)	41	43	44	44.5	45	<b>45</b>
	Costos de inversión (dólares/kW)	1,570	1,440	1,380	1,350	1,320	<b>1,290</b>
	Costos de generación de electricidad, incluyendo costos de emisiones CO <sub>2</sub> (cent. dólar/kWh)	5.9	6.5	7.5	8.4	9.3	<b>10.3</b>
	Emisiones de CO <sub>2</sub> <sup>a)</sup> (g/kWh)	975	929	908	898	888	<b>888</b>
<b>Ciclo combinado de gas natural</b>	Eficiencia (%)	57	59	61	62	63	<b>64</b>
	Costos de inversión (dólares/kW)	690	675	645	610	580	<b>550</b>
	Costos de generación de electricidad, incluyendo costos de emisiones CO <sub>2</sub> (cent. dólar/kWh)	7.5	10.5	12.7	15.3	17.4	<b>18.9</b>
	Emisiones de CO <sub>2</sub> <sup>a)</sup> (g/kWh)	354	342	330	325	320	<b>315</b>

**fuelle** DLR, 2006 NOTA <sup>a)</sup> SE REFIERE ÚNICAMENTE A LAS EMISIONES DIRECTAS, LAS EMISIONES DE CICLO DE VIDA NO SON TRATADAS AQUÍ.

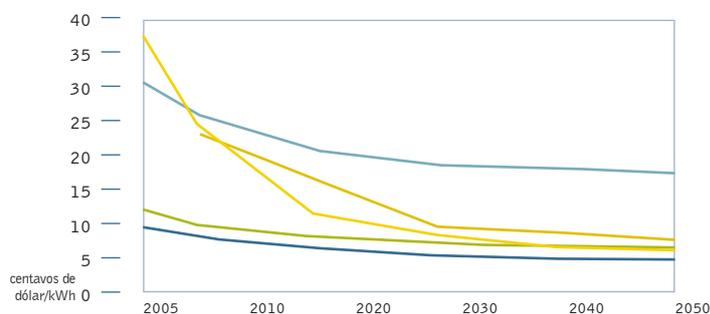
**figura 2.1: Evolución futura de los costos de inversión (NORMALIZADOS A NIVELES ACTUALES PARA TECNOLOGÍAS DE ENERGÍA RENOVABLE)**



- FV
- EÓLICA ONSHORE
- EÓLICA OFFSHORE
- PLANTA DE BIOMASA
- COGENERACIÓN BIOMASA
- COGENERACIÓN GEOTERMIA
- SOLAR TÉRMICA DE CONCENTRACIÓN
- OCEÁNICA

**figura 2.2: Evolución anticipada de los costos de generación de electricidad a partir de combustibles fósiles y opciones renovables**

EJEMPLO PARA OCDE NORTEAMÉRICA



- FV
- EÓLICA
- COGENERACIÓN BIOMASA
- COGENERACIÓN GEOTERMIA
- SOLAR TÉRMICA DE CONCENTRACIÓN

**tabla 2.4: estimaciones de los costos de la energía renovable**

	2005	2010	2020	2030	2040	2050
<b>Fotovoltaicos (FV)</b>						
Capacidad instalada global (GW)	5.2	21	269	921	1,799	<b>2,911</b>
Costos de inversión (dólar/Kw)	6,600	3,760	1,660	1,280	1,140	<b>1,080</b>
Costos de operación y mantenimiento (dólar/Kwa)	66	38	16	13	11	<b>10</b>
<b>Solar térmica de concentración (STC)</b>						
Capacidad instalada global (GW)	0.53	5	83	199	468	<b>801</b>
Costos de inversión (dólar/Kw)	7,530	6,340	5,240	4,430	4,360	<b>4,320</b>
Costos de operación y mantenimiento (dólar/Kwa)	300	250	210	180	160	<b>155</b>
<b>Energía eólica</b>						
(capacidad instalada on y offshore)	59	164	893	1,622	2,220	<b>2,733</b>
<b>Eólica onshore</b>						
Capacidad instalada global (GW)	59	162	866	1,508	1,887	<b>2,186</b>
Costos de inversión (dólar/Kw)	1,510	1,370	1,180	1,110	1,090	<b>1,090</b>
Costos de O&M (dólar/Kwa)	58	51	45	43	41	<b>41</b>
<b>Eólica offshore</b>						
Capacidad instalada global (GW)	0,3	1,6	27	114	333	<b>547</b>
Costos de inversión (dólar/Kw)	3,760	3,480	2,600	2,200	1,990	<b>1,890</b>
O&M (dólar/Kwa)	166	153	114	97	88	<b>83</b>
<b>Biomasa (sólo electricidad)</b>						
Capacidad instalada global (GW)	21	35	56	65	81	<b>99</b>
Costos de inversión (dólar/Kw)	3,040	2,750	2,530	2,470	2,440	<b>2,415</b>
Costos de O&M (dólar/Kwa)	183	166	152	148	147	<b>146</b>
<b>Biomasa (cogeneración)</b>						
Capacidad instalada global (GW)	32	60	177	275	411	<b>521</b>
Costos de inversión (dólar/Kw)	5,770	4,970	3,860	3,380	3,110	<b>2,950</b>
Costos de O&M (dólar/Kwa)	404	348	271	236	218	<b>207</b>
<b>Geotermia (sólo electricidad)</b>						
Capacidad instalada global (GW)	8.7	12	33	71	120	<b>152</b>
Costos de inversión (dólar/Kw)	17,440	15,040	11,560	10,150	9,490	<b>8,980</b>
Costos de O&M (dólar/Kwa)	645	557	428	375	351	<b>332</b>
<b>Geotermia (cogeneración)</b>						
Capacidad instalada global (GW)	0.24	1.7	13	38	82	<b>124</b>
Costos de inversión (dólar/Kw)	17,500	13,050	9,510	7,950	6,930	<b>6,310</b>
Costos de O&M (dólar/Kwa)	647	483	351	294	256	<b>233</b>
<b>Energía oceánica</b>						
Capacidad instalada global (GW)	0.27	0.9	17	44	98	<b>194</b>
Costos de inversión (dólar/Kw)	9,040	5,170	2,910	2,240	1,870	<b>1,670</b>
Costos de O&M (dólar/Kwa)	360	207	117	89	75	<b>66</b>
<b>Hidráulica</b>						
Capacidad instalada global (GW)	878	978	1,178	1,300	1,443	<b>1,565</b>
Costos de inversión (dólar/Kw)	2,760	2,880	3,070	3,200	3,320	<b>3,420</b>
Costos de O&M (dólar/Kwa)	110	115	123	128	133	<b>137</b>

## calculando los potenciales del empleo

Greenpeace contrató al Instituto para un Futuro Sustentable (Institute for Sustainable Futures) con sede en Australia, para que determinará cuáles serían los efectos en el empleo con el escenario de la energía sustentable, en comparación con el convencional. El modelo calcula números indicativos de empleos que podrían generarse o perderse bajo la [R]evolución Energética de Greenpeace, y se realizó para demostrar cómo el mundo podría re-inventar, desde un punto de vista científico y técnico, la mezcla de energías para reducir de forma radical las emisiones de carbono. Desarrolla medios para incrementar nueve veces el empleo de energías renovables reemplazando a la nuclear y una parte de la carbonífera, además de una extensa mejora en la eficiencia energética. El escenario de Referencia es la proyección de la Agencia Internacional de Energía de 2007. Proporciona una perspectiva simplificada de los procedimientos para realizar los cálculos y determinar los factores de empleo. La metodología completa y detallada que se usó para cada uno se puede encontrar en Detalles del Reporte del ISF «Energy sector Jobs to 2030: a global analysis»<sup>6</sup>. La [R]evolución Energética de 2008 proporciona todos los datos de cómo se desarrollaron ambos escenarios; los dos documentos están disponibles en [www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org).

**el modelo** Los cálculos se realizaron con estimaciones prudentes y bien fundadas. Los pasos principales fueron:

- Comenzar con la cantidad de capacidad eléctrica que podría instalarse cada año y la cantidad generada por año bajo el escenario de Referencia y el de la [R]evolución Energética.
- Proporcionar los “factores de empleo” para cada tecnología o el número de empleos por unidad de capacidad eléctrica (tanto fósil como renovable), separados por áreas: manufactura, construcción, operación y mantenimiento, y suministro de combustible.
- En el caso de los cálculos para 2020 y 2030, reducir los factores de empleo por medio de un “factor de declive” para cada tecnología, el cual muestra cómo se reduciría el empleo conforme las eficiencias en tecnología mejoraran.
- Tomar en consideración las proporciones de la “manufactura local” y la “producción nacional de combustible” de cada región para asignar exportaciones al área productora.
- Multiplicar las cifras de capacidad y generación eléctrica por los factores de empleo para cada una de las tecnologías.
- Aplicar un “multiplicador de empleos regional”, el cual indica qué tan intensiva, en términos laborales, es la actividad para ese lugar del mundo.

El modelo utilizó insumos que incluyen datos tomados de la Agencia Internacional de Energía, la Asociación para la Información de Energía de Estados Unidos, el Consejo Europeo para las Energías Renovables, la Asociación Europea de Energía Eólica, el Laboratorio Nacional de Energía Renovable de Estados Unidos, el Proyecto de Política sobre la Energía Renovable, datos de censos de Estados Unidos, Australia y Canadá; el Centro de Empleo y Equidad y de la Organización Internacional del Trabajo<sup>7</sup>.

### referencias

- 6** RUTOVITZ J. Y ATHERTON A. ENERGY SECTOR JOBS TO 2030: A GLOBAL ANALYSIS. ELABORADO PARA GREENPEACE INTERNACIONAL POR THE INSTITUTE FOR SUSTAINABLE FUTURES, UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, SYDNEY, 2009
- 7** PARA EL LISTADO COMPLETO, REFERIRSE AL REPORTE ISF.

**imagen** BERLINER GEOSOL INSTALANDO LA PLANTA DE ENERGÍA SOLAR (PHOTOVOLTAIK) "LEIPZIGER TIERRA" PROPIEDAD DE SHELL SOLAR EN DONDE ALGUNA VEZ FUERA UNA ZONA DE CARBÓN CERCA DE LEIPZIG, SACHSEN, ALEMANIA.



**figura 2.3: Visión general de la metodología**

<b>MANUFACTURA (USO NACIONAL)</b>	= MW INSTALADOS POR AÑO	×	FACTOR DE EMPLEO EN LA MANUFACTURA	×	MULTIPLICADOR DE EMPLEO REGIONAL	×	% MANUFACTURA LOCAL		
<b>MANUFACTURA (PARA EXPORTACIÓN)</b>	= MW EXPORTADOS POR AÑO	×	FACTOR DE EMPLEO EN LA MANUFACTURA	×	MULTIPLICADOR DE EMPLEO REGIONAL				
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	= MW INSTALADOS POR AÑO	×	FACTOR DE EMPLEO EN LA CONSTRUCCIÓN	×	MULTIPLICADOR DE EMPLEO REGIONAL				
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	= CAPACIDAD ACUMULADA	×	FACTOR DE EMPLEO EN O&M	×	MULTIPLICADOR DE EMPLEO REGIONAL				
<b>ABASTO DE COMBUSTIBLE (NUCLEAR, PETRÓLEO, DIESEL, BIOMASA)</b>	= GENERACIÓN ELÉCTRICA	×	FACTOR DE EMPLEO EN COMBUSTIBLES	×	MULTIPLICADOR DE EMPLEO REGIONAL				
<b>ABASTO DE COMBUSTIBLE (CARBÓN)</b>	= GENERACIÓN ELÉCTRICA EXPORTACIONES NETAS DE CARBÓN	×	FACTOR DE EMPLEO EN COMBUSTIBLES A NIVEL REGIONAL	×	% DE PRODUCCIÓN LOCAL				
<b>ABASTO DE COMBUSTIBLE (GAS)</b>	= GENERACIÓN ELÉCTRICA EXPORTACIONES NETAS DE GAS	×	FACTOR DE EMPLEO EN COMBUSTIBLES	×	MULTIPLICADOR DE EMPLEO REGIONAL	×	% DE PRODUCCIÓN LOCAL		
<b>EMPLEOS POR REGIÓN</b>	=		<b>MANUFACTURA</b>	+	<b>CONSTRUCCIÓN</b>	+	<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (O&amp;M)</b>	+	<b>ABASTO DE COMBUSTIBLE</b>
<b>EMPLEOS POR REGIÓN 2010</b>	=		<b>EMPLEOS EN LA REGIÓN</b>						
<b>EMPLEOS POR REGIÓN 2020</b>	=		<b>EMPLEOS EN LA REGIÓN</b> × FACTOR DE DISMINUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA <sup>10</sup>						
<b>EMPLEOS POR REGIÓN 2030</b>	=		<b>EMPLEOS EN LA REGIÓN</b> × FACTOR DE DISMINUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA <sup>11</sup>						

**empleos directos e indirectos** Los cálculos que se presentan a continuación sólo toman en cuenta el empleo generado de manera directa, por ejemplo, el equipo de construcción necesario para erigir un parque eólico. Éstos no cubren el empleo indirecto, es decir los servicios adicionales en una ciudad para hospedar al equipo de construcción. El efecto en los resultados es proporcionar una estimación más baja en algunos casos.

**determinación de los “factores de empleo”** Un factor de empleo es un número usado para calcular cuántos empleados se requieren por unidad de capacidad eléctrica, tomando en cuenta los del área de manufactura, construcción, operación y mantenimiento, y combustibles. La tabla que sigue incluye los factores de empleo usados en los cálculos para los países de la OCDE. Para otras regiones, se hizo un ajuste regional.

**tabla 2.6: factores de empleo para el abasto de carbón como combustible** (MINERÍA Y ACTIVIDADES ASOCIADAS)

	FACTOR DE EMPLEO (GENERACIÓN EXISTENTE) Empleos por GWh	FACTOR DE EMPLEO (NUEVA GENERACIÓN) Empleos por GWh
Promedio global <sup>a</sup>	0.39	0.24
OCDE Norteamérica	0.03	0.02
OCDE Europa	0.34	0.18
OCDE Pacífico	0.04	0.02
India	0.59	0.25
China	0.55	0.02
África	0.11	0.08
Economías en Transición	0.43	0.20
Asia en desarrollo	Se considera el promedio global ya que no hay información sobre empleo disponible	
Latinoamérica	Se considera el promedio global ya que no hay información sobre empleo disponible	
Medio Oriente	Se considera el promedio global ya que no hay información sobre empleo disponible	

a) para área donde existe información disponible

**tabla 2.5: resumen de los factores de empleo para uso en el análisis global**

FUEL	CONSTRUCCIÓN, MANUFACTURA E INSTALACIÓN (CMI) Años-persona/MW	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (O&M) Empleos/MW	COMBUSTIBLE Empleos/GWh	REFERENCIA PRINCIPAL
Carbón	14.4	0.10	Factores regionales utilizados	NREL (MODELO JEDI)
Gas	3.4	0.05	0.12	NREL (MODELO JEDI)
Nuclear	16	0.32	0.0009	Derivado de la info. de la industria de EU y Australia
Biomasa	4.3	3.1	0.22	EPRI 2001, DTI 2004
Hidráulica	11.3	0.22		Pembina 2004
Eólica(onshore)	15.4	0.40		EWEA 2009
Eólica (offshore)	28.8	0.77		EWEA 2009
FV	38.4	0.40		EPIA 2008A, BMU 2008a
Geotermia	6.4	0.74		GEA 2005
Solar térmica	10	0.3		EREC 2008
Oceánica	10	0.32		SERG 2007/ SPOK ApS 2008
Eficiencia energética	0.29 empleos/GWh (ajustado a 0.23 empleos/ GWh para 2010)			ACEEE 2008

**aspectos relevantes:** Se calcularon los factores de empleo en el sector del carbón con mucho detalle, debido a su predominio en el suministro actual de energía. Para llegar a ellos se incluyeron cifras de datos disponibles sobre el empleo nacional real, modelos establecidos, cantidades proyectadas del comercio internacional de carbón, y estimaciones de producción regional (de la AIE), y se recabaron de tantos países productores de carbón como fue posible. La lista completa se proporciona en el Apéndice<sup>8</sup>.

Al tomar en cuenta el empleo en el sector carbonífero, es importante notar que, alrededor del mundo, el carbón se extrae usando métodos completamente diferentes. El empleo por unidad de electricidad también varía de acuerdo al tipo de carbón y la eficiencia en la generación. Por ejemplo, en Australia se extrae en un promedio de 13 mil 800 toneladas por persona al año y se usan procesos muy mecanizados, mientras que en Europa, un minero de carbón promedio es responsable de tan sólo mil 843 toneladas por año. China es un caso especial ya que si bien en la actualidad tienen un índice de extracción por persona muy bajo (700 toneladas por empleado al año), esto cambiará muy pronto ya que miles de pequeñas minas están cerrando y grandes filones nuevos están abriendo. Por esta razón, el modelo utiliza factores de empleo de Estados Unidos para la futura producción de carbón en China, la cual está por arriba de sus niveles actuales.

Para poder calcular los beneficios locales de los distintos tipos de suministro de energía, los factores para la generación del gas se tomaron de un modelo a disposición del público que lleva el nombre de JEDI, desarrollado por el Laboratorio Nacional de Energía Renovable en Washington.

Para la energía nuclear, el factor de construcción, manufactura e instalación se tomó del Informe 2009 del Instituto de Energía Nuclear (NEI), en tanto que el de operaciones y mantenimiento se calculó usando los datos del censo de la Administración para la Información de Energía (EIA). El empleo en el ramo de los combustibles se calculó a partir de información de censos australianos.

Para las energías renovables, los factores de empleo se tomaron de datos de industrias disponibles, como se incluyen en la Tabla 2.5 o se proporcionaron de acuerdo a la madurez de la tecnología<sup>9</sup>.

### resumen: los factores de 'ajuste'

**multiplicadores regionales de empleo** Los factores de empleo que se usaron en este modelo para todos los procesos, excepto el de extracción del carbón, reflejan la situación en las regiones de la OCDE (por lo general las de mayor riqueza). El multiplicador regional se aplica para hacer que los empleos por MW sean más realistas para otras partes del mundo. En países en desarrollo, eso suele significar más empleos por unidad de electricidad, debido a que las prácticas requieren mayor trabajo. Los multiplicadores cambian a lo largo del periodo de estudio junto con las proyecciones del Producto Interno Bruto por trabajador. Lo anterior refleja el hecho de que conforme la prosperidad aumenta, la fuerza laboral tiende a disminuir.

**conociendo los ajustes o factores de "declive"** Esta sección explica la reducción que se tiene proyectada con el tiempo, en el costo de las energías renovables, conforme las tecnologías y compañías se vuelvan más eficientes y los procesos de producción se amplíen. Por lo general, los empleos por MW caerían en paralelo con esta tendencia.

**manufactura local y producción de combustible** Algunas regiones no fabrican el equipo necesario para la energía eólica o FV; este modelo toma en consideración el porcentaje de tecnología renovable que se hace de forma local. Los empleos en la fabricación de componentes para exportación se consideran en la región en donde se originan. Lo mismo aplica para el carbón y el gas, dado que se comercializan en todo el mundo, así que el modelo muestra la región en donde los empleos se ubican realmente.

### inversiones futuras

**nuevas plantas de energía** El total de inversión mundial que se requiere en las nuevas plantas de energía hasta el 2030, estará entre 11 y 14 billones de dólares. Las instalaciones actuales están envejeciendo y esto dirigirá la inversión a una nueva capacidad de generación. Las empresas de servicios públicos deberán escoger nuevas tecnologías entre de los próximos cinco a diez años, basadas en políticas nacionales de energía, en particular sobre la liberalización de los mercados, las energías renovables y los objetivos de reducción de bióxido de carbono. En Europa, el esquema de comercio de emisiones de la Unión Europea puede tener un mayor impacto si la mayoría de la inversión se dirige hacia las plantas de energía basadas en combustibles fósiles o a las energías renovables y la cogeneración. En los países en desarrollo, las instituciones financieras internacionales desempeñarán un papel fundamental en la elección futura de tecnologías.

La [R]evolución Energética requeriría 14.7 billones de dólares de volumen de inversión mundial para hacerse realidad, aproximadamente un 30% más que los 11.3 billones de dólares del escenario de Referencia. Bajo el convencional, los niveles de inversión en energías renovables y combustibles fósiles son casi iguales -alrededor de 4.5 billones de dólares cada uno para 2030-, pero con la [R]evolución Energética el mundo cambiaría alrededor del 80% de inversión hacia las energías renovables. De esta manera, la participación de los combustibles fósiles dentro de las inversiones en el sector de la energía, se enfocaría principalmente en la cogeneración y en plantas eficientes de energía a base de gas.

El promedio anual de inversión en energía bajo el esquema de la [R]evolución entre 2005 y 2030 sería de aproximadamente 590 mil millones de dólares, igual a la cantidad actual de subsidios para los combustibles fósiles a nivel mundial en menos de dos años. La mayor parte de la inversión en la generación de nuevas energías ocurriría en China, seguida de Norteamérica y Europa. El sur de Asia, incluyendo a India, y el este asiático, circunscribiendo a Indonesia, Tailandia y Filipinas, serían también "puntos calientes".

### referencias

<sup>8</sup> EL RESTO DE LOS INSUMOS DETALLADOS DEL MODELO ESTÁN DISPONIBLES EN EL REPORTE ISF.

<sup>9</sup> EN EL REPORTE ISF SE PUEDE VER INFORMACIÓN ADICIONAL Y LAS TABLAS QUE COMPARAN VARIAS FUENTES DE INFORMACIÓN.

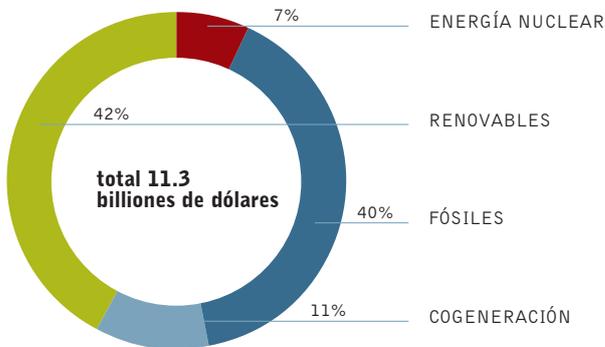
**imagen** CELDAS FOTOVOLTAICAS (FV) SON ENSAMBLADAS POR LOS TRABAJADORES DE UNA FÁBRICA PROPIEDAD DEL GRUPO HIMIN, EL MAYOR FABRICANTE DE CALENTADORES TERMOSOLARES DE AGUA A NIVEL GLOBAL. LA CIUDAD DE DEZHOU ES LIDER EN LA ADOPCIÓN DE ENERGÍA SOLAR Y SE LE CONOCE COMO EL VALLE SOLAR DE CHINA.

**imagen** TÉCNICO EN TURBINAS DE VIENTO EN MARANCHON, GUADALAJARA, ESPAÑA.

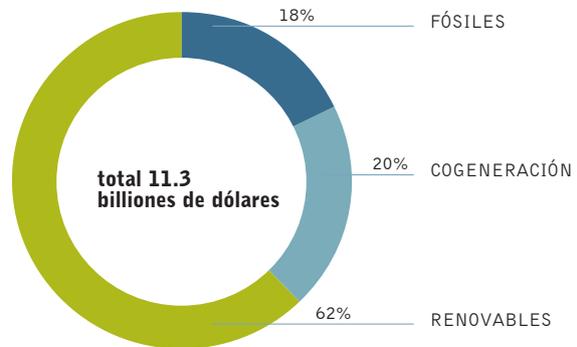


**figura 2.4: acciones de inversión –Referencia versus [R]evolución Energética**

**escenario de referencia 2005 - 2030**



**escenario de la [r]evolución energética 2005 - 2030**



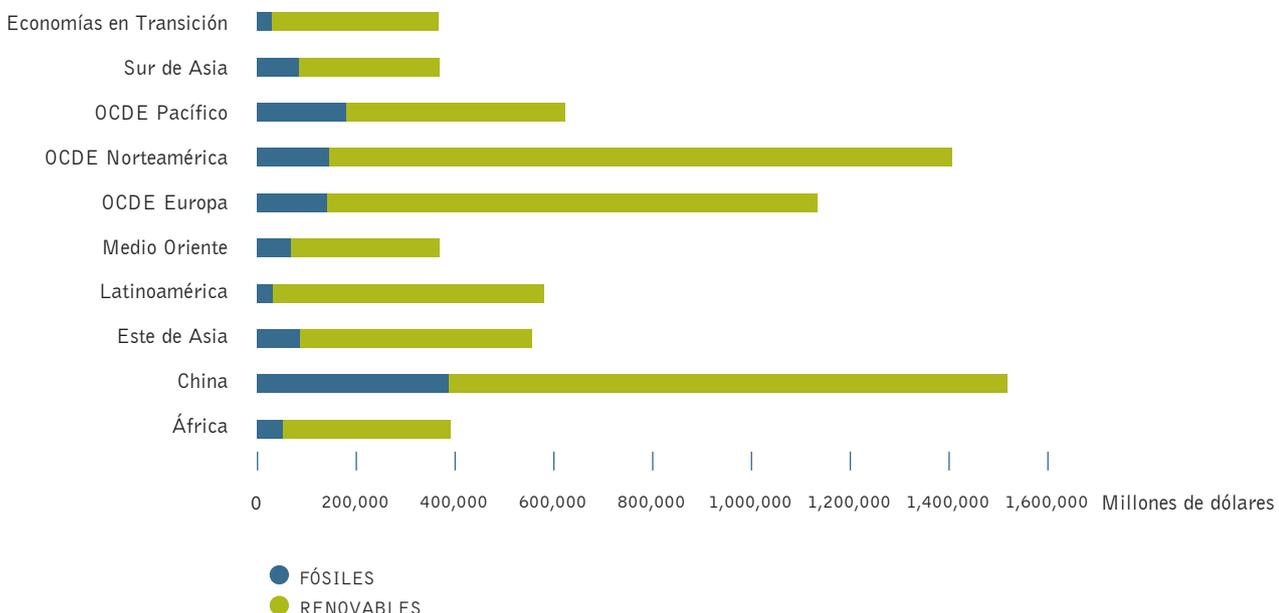
**inversiones para la generación de energía proveniente de combustibles fósiles** Bajo el escenario de Referencia, la principal expansión del mercado para las nuevas plantas de energía que funcionan con combustibles fósiles, sería hacia China, seguida de Norteamérica, en donde el volumen requerido sería igual al de India y Europa juntas. La [R]evolución Energética significaría una inversión total mucho menor en centrales eléctricas de combustibles fósiles hasta 2030, con un total de 2.6 mil millones de dólares, en comparación con los 4.5 mil millones de dólares requeridos bajo el escenario convencional.

En ambos casos, China sería por mucho la mayor inversionista en las plantas de energía de carbón. En las predicciones convencionales, la tendencia de crecimiento actual continuaría hacia el 2030, pero en las de la [R]evolución Energética, el

crecimiento iría mucho más lento entre 2011 y 2030. En la primera, la expansión masiva del carbón obedecería a la actividad en China, seguida por Estados Unidos, este de Asia y Europa.

El costo total para la inversión en combustibles fósiles entre 2005 y 2030 es considerablemente más elevado bajo el escenario de Referencia, esto es, alrededor de 80.6 billones de dólares, en comparación con los 61.8 billones de la [R]evolución Energética. Ello significa que los costos de combustible en el segundo, serán menores: aproximadamente 25% para 2030 y 50% para 2050. La inversión en centrales de energía a base de gas y plantas de cogeneración es más o menos la misma para ambos. Sin embargo, los recursos asignados al petróleo y al carbón para la generación de electricidad en la [R]evolución es casi 30% menos que bajo la versión convencional.

**figura 2.5: inversiones acumuladas en plantas de energía por región 2004-2030 en el escenario de la [r]evolución energética**



## Ahorros en el costo de los combustibles con la energía renovable

Los ahorros totales en el costo del combustible en el modelo de la [R]evolución Energética alcanzan un total de 18.7 billones de dólares, o 750 mil millones de dólares al año, debido a que la energía renovable no requiere gastos en combustible (excepto la bioenergía).

En el otro escenario, anualmente, los costos adicionales promedio de combustible, son cinco veces más elevados que los requisitos de inversión adicional de la [R]evolución Energética. De hecho, tan sólo los costos adicionales para el combustible a base de carbón de la actualidad hasta 2030, son tan altos que llegan a los 15.9 billones, lo que sería suficiente para “devolver” toda la inversión en la capacidad de energía renovable y cogeneración requerida para implementar el escenario de la [R]evolución, a través de lo ahorrado. Las fuentes de energía renovable continuarían produciendo electricidad sin más gastos de combustible más allá de 2030, en tanto que los costos de carbón y gas continuarían siendo una carga en las economías nacionales.

**tabla 2.7: costos de inversión y combustible bajo los escenarios de Referencia y de la [R]evolución energética**

COSTOS DE INVERSIÓN		DÓLARES	2005-2010	2011-2020	2021-2030	2005-2030	2005-2030 AVERAGE PER YEAR
<b>ESCENARIO DE REFERENCIA</b>							
Total Nuclear	miles de millones \$ 2005		225	310	286	821	33
Total Fósiles	miles de millones \$ 2005		1,190	1,659	1,693	4,535	181
Total Renovables	miles de millones \$ 2005		1,193	1,837	1,702	4,702	188
Total Cogeneración	miles de millones \$ 2005		271	523	464	1,257	50
<b>Total</b>	<b>miles de millones \$ 2005</b>		<b>2,849</b>	<b>4,322</b>	<b>4,144</b>	<b>11,315</b>	<b>453</b>
<b>ESCENARIO [R]E</b>							
Total Fósiles	miles de millones \$ 2005		1,314	995	536	2,845	114
Total Renovables	miles de millones \$ 2005		1,299	3,475	4,216	8,989	360
Total Cogeneración	miles de millones \$ 2005		360	1,200	1,365	2,926	117
<b>Total</b>	<b>miles de millones \$ 2005</b>		<b>2,973</b>	<b>5,670</b>	<b>6,117</b>	<b>14,761</b>	<b>590</b>
<b>DIFERENCIA [R]E VS REFERENCIA</b>							
Total Fósiles y Nuclear	miles de millones \$ 2005		-101	-967	-1,443	-2,511	-100
Total Cogeneración	miles de millones \$ 2005		89	678	902	1,669	67
Total Renovables	miles de millones \$ 2005		136	1,637	2,514	4,287	171
<b>Total</b>	<b>miles de millones \$ 2005</b>		<b>124</b>	<b>1,348</b>	<b>1,973</b>	<b>3,445</b>	<b>138</b>
<b>COSTOS DE COMBUSTIBLES</b>							
<b>ESCENARIO DE REFERENCIA</b>							
Total combustóleo	miles de millones \$/a		883	1,902	1,811	4,595	184
Total Gas	miles de millones \$/a		1,989	6,136	9,686	17,811	712
Total Carbón	miles de millones \$/a		6,742	21,296	29,420	57,458	2,298
Total Lignito	miles de millones \$/a		148	281	311	740	30
<b>Total Combustibles Fósiles</b>	<b>miles de millones \$/a</b>		<b>9,761</b>	<b>29,616</b>	<b>41,228</b>	<b>80,605</b>	<b>3,224</b>
<b>ESCENARIO [R]E</b>							
Total combustóleo	miles de millones \$/a		855	1,464	862	3,181	127
Total Gas	miles de millones \$/a		2,047	6,283	8,396	16,727	669
Total Carbón	miles de millones \$/a		6,557	17,820	17,179	41,556	1,662
Total Lignito	miles de millones \$/a		141	181	75	397	16
<b>Total Combustibles Fósiles</b>	<b>miles de millones \$/a</b>		<b>9,600</b>	<b>25,749</b>	<b>26,511</b>	<b>61,861</b>	<b>2,474</b>
<b>AHORROS REFERENCIA VS [R]E</b>							
Combustóleo	miles de millones \$/a		27	438	949	1,415	57
Gas	miles de millones \$/a		-59	-147	1,291	1,085	43
Carbón	miles de millones \$/a		185	3,476	12,241	15,901	636
Lignito	miles de millones \$/a		7	100	236	343	14
<b>Total de ahorros en combustibles fósiles</b>	<b>miles de millones \$/a</b>		<b>161</b>	<b>3,866</b>	<b>14,716</b>	<b>18,744</b>	<b>750</b>

# principales resultados globales de la [r]evolución de empleos

GLOBAL

OCDE NORTEAMÉRICA  
LATINOAMÉRICA  
OCDE EUROPA  
ÁFRICA

MEDIO ORIENTE  
ECONOMÍAS EN TRANSICIÓN  
INDIA  
ASIA EN DESARROLLO

CHINA  
OCDE PACÍFICO  
PAÍSES G8



GREENPEACE INTERNACIONAL  
CAMPAÑA DE CLIMA

imagen TÉCNICO EN UNA TURBINA DE VIENTO DE IBERDROLA. ESPAÑA. DANIEL BELTRA



# global

resultados clave | global

## escenario de la [R]evolución Energética

Bajo el escenario de la [R]evolución Energética, las energías renovables adquieren una participación mayor de mercado a través del crecimiento dinámico. Al mismo tiempo, habría un retiro paulatino de la energía nuclear y se reduciría el número de las plantas energéticas de combustibles fósiles requeridas para la estabilización de la red de electricidad. Para 2020, el 32.5% de la electricidad producida a nivel global, vendría de fuentes renovables. Las "nuevas renovables" -principalmente la eólica, solar térmica y FV- abarcarían la mayor parte del suministro y para 2030, formaría el 42% de la mezcla.

La capacidad instalada de tecnologías de energías renovables crecería de mil GW que hay en la actualidad a 4 mil 536 en 2030, y 9 mil 100 en 2050. En un inicio se requerirán las nuevas y eficientes plantas de energía de ciclo combinado, sumadas a una capacidad cada vez mayor de las turbinas eólicas, la biomasa, las plantas de concentración solar y la energía solar fotovoltaica. A largo plazo, la energía eólica se convertirá en la fuente más importante de generación eléctrica.

Depende de varios factores que el crecimiento de las tecnologías de energías renovables sea viable económicamente: una movilización que haga el mejor uso de sus potenciales técnicos; la madurez de la tecnología, y en dónde se ubica en la curva de reducción de costos. La figura 3.1 muestra que tanto la energía hidroeléctrica como la eólica darían las mayores contribuciones hasta 2020, y se complementarían con la de biomasa, fotovoltaica y solar térmica de concentración a la vez que la generada por el viento continuaría creciendo. En particular la bioenergía, la hidráulica y la solar térmica -junto con un almacenamiento de calor eficiente- son elementos importantes en la mezcla total puesto que su suministro no fluctúa.

## costos futuros en la generación de electricidad

La figura 3.2 muestra que hasta 2020, el crecimiento de las tecnologías renovables bajo el modelo de la [R]evolución Energética incrementará someramente dos centavos de dólar/KWh los costos para generar electricidad, en comparación con el enfoque convencional pero, si los precios en combustibles fósiles suben más que esta predicción conservadora (ver «Supuestos en la evolución de los costos a nivel mundial», en la Sección 2) la diferencia en costos de generación sería menor, por lo que será más económica que la generada por combustibles fósiles. Para 2050, bajo el escenario de Referencia, los costos serán mayores a cinco centavos de dólar/KWh.

Si el costo de suministro no se controla, podría aumentar de los mil 750 millones de dólares por año que tiene en la actualidad, a más de 7 mil 300 millones de dólares en 2050. Bajo el escenario de la [R]evolución Energética, los objetivos de reducción de bióxido de carbono se cumplirían y los costos de la energía se estabilizarían para mitigar la carga económica ya que a largo plazo, disminuiría una tercera parte en los costos de suministro de electricidad.

figura 3.1: global: evolución de estructuras para el suministro de electricidad bajo los dos escenarios

(‘EFICIENCIA’=REDUCCIÓN EN COMPARACIÓN CON EL ESCENARIO DE REFERENCIA)

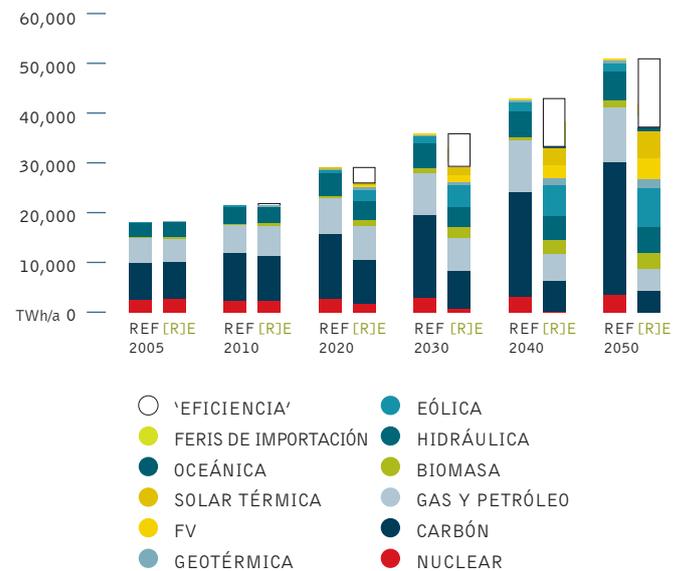


figura 3.2: global: Evolución del total de los costos de abastecimiento de electricidad y evolución de determinados costos de generación de electricidad bajo los dos escenarios

(LOS COSTOS DE LAS EMISIONES DE CO2 CALCULADOS AL 2010, CON UN INCREMENTO DESDE 15\$/TCO2 EN 2010 HASTA 50\$/TCO2 EN 2050)

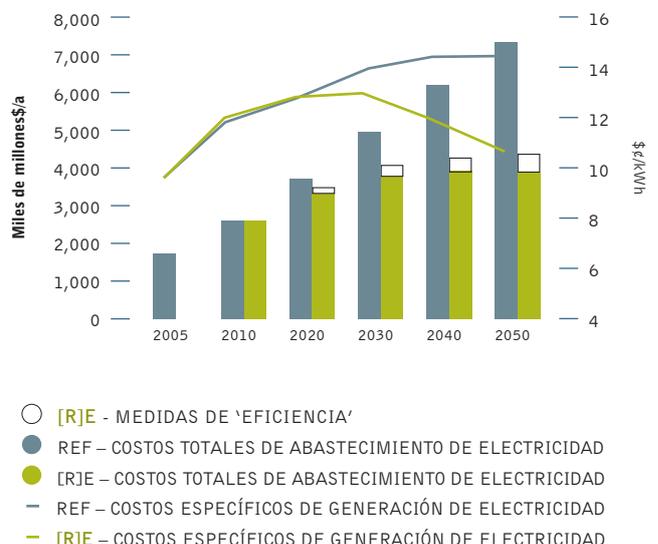
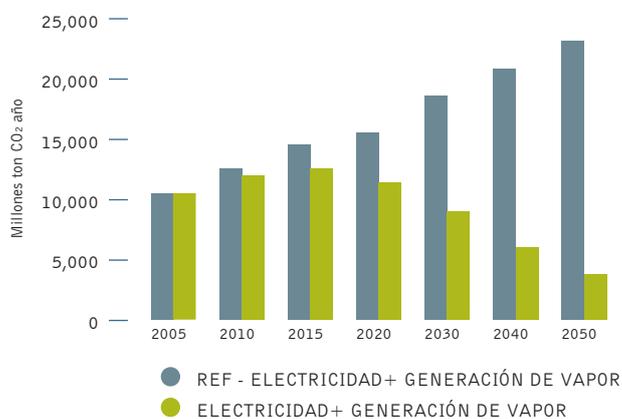


figura 3.3: emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energía



### emisiones de CO<sub>2</sub> desde la generación energética

La mayoría de las emisiones de carbono en 2050 provendrán de centrales carboeléctricas, principalmente en India, China y los países en desarrollo, construidas entre 2000 y 2015, con un promedio de vida útil de casi 40 años. Así que para lograr la reducción proyectada de emisiones, la construcción de nuevas centrales carboeléctricas deberá finalizar en países desarrollados en 2015 y cinco años después en los demás. Las emisiones de bióxido de carbono derivadas de la generación de energía en el escenario de [R]evolución Energética son de 52% para el año 2030 y de hasta 84% para el 2050.



**imagen** UN TRABAJADOR SUPERVISA LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR ANDASOL 1, LA PRIMERA INSTALACIÓN PARABÓLICA COMERCIAL DE ENERGÍA SOLAR. ANDASOL 1 PROVEERÁ ELECTRICIDAD AMBIENTALMENTE AMIGABLE A MÁS DE 200 MIL PERSONAS Y AHORRARÁ 149 MIL TONELADAS DE DIÓXIDO DE CARBONO POR AÑO EN COMPARACIÓN CON UNA CARBOELÉCTRICA MODERNA.



# global

## resultados globales de empleo

A nivel global, habrá más empleos directos en energía, si cambiamos al escenario de la [R]evolución Energética.

- Para 2010, se estima que los empleos totales serán de alrededor de 9.3 millones, esto es, 200 mil más que bajo el escenario de Referencia.
- Para 2020, se estima que habrá cerca de 10.5 millones de empleos, 2 millones más que bajo el escenario convencional. En este último, más de la mitad se perderán, mientras que con la [R]evolución, se añaden un millón.
- Para 2030, se calculan alrededor de 11.3 millones de empleos, 2.7 millones más que bajo el escenario de Referencia. Aproximadamente, se crearán 800 mil nuevos entre 2020 y 2030 bajo la [R]evolución Energética, diez veces más que en el otro.

Si el escenario de Referencia se hace realidad, el mundo perdería 600 mil empleos en el sector de la energía entre 2010 y 2020, en su mayoría en la generada por carbón. Eso sucedería a pesar del 37% de incremento en la producción de electricidad a partir del mismo combustible.

La razón principal es que conforme la prosperidad y la productividad laboral aumenten, los empleos por Megawatt (MW) disminuyen. Esto se refleja en los **ajustes regionales**<sup>10</sup>, los cuales crean modelos que muestran cómo la generación de electricidad tiende a requerir mayor cantidad de trabajadores en los países más pobres que en los ricos. Y este cambio representa una reducción de empleo, de dos tercios en el sector del carbón. Entre 2010 y 2020, el ajuste regional se reduciría de forma más brusca en China, cayendo de 1.9 en 2010, a 1.2 en 2020 debido al fuerte crecimiento proyectado del PIB per cápita chino, lo que significa cerca de 700 mil empleos perdidos<sup>11</sup>.

La [R]evolución Energética también tendría pérdidas de empleo en la generación con carbón, debido a que el crecimiento de su capacidad sería de casi cero. Sin embargo, el crecimiento de empleo en las energías renovables es tan fuerte que habría una ganancia neta de 2 millones para 2030, en comparación con el escenario de Referencia al 2010.

En ambos escenarios hemos sido cuidadosos en los cálculos y hemos aplicado **factores de declive** para representar cuántos empleos por unidad de energía podrían disminuir con el tiempo, lo que hace que las proyecciones de Greenpeace sean más bajas que otros estudios.

Puede suceder, por ejemplo, que la creación de empleos por Gigawatt hora (GWh) en la eficiencia energética pudiera incrementarse conforme sus opciones estén "agotadas". En un análisis reciente en la administración de la red de electricidad asociados a la operación de «Redes Inteligentes», se estimó que se crearían 280 mil nuevos empleos en Estados Unidos durante la fase de implementación, más del doble proyectados en el presente estudio<sup>12</sup>. Si no se aplicara ningún factor de declive, se esperaría que los empleos en la eficiencia energética sean de 1.4 millones en 2020 y 2.6 millones en 2030.

### referencias

**10** LOS MULTIPLICADORES DE EMPLEO SON IGUALES A LA PRODUCTIVIDAD DE TRABAJO PROYECTADA EN LA OCDE, DIVIDIDA ENTRE LA PRODUCTIVIDAD DE TRABAJO CALCULADA EN LA REGIÓN.

**11** COMPARADO CON LA SITUACIÓN EN LA QUE SE MANTIENE CON EL MULTIPLICADOR A 1,9 EN 2020. SI NO SE USARA NINGUNO LOS TOTALES EN 2010 Y 2020 SE REDUCIRÍAN DE MANERA IMPORTANTE.

**12** THE U.S. SMART GRID REVOLUTION. KEMA'S PERSPECTIVES FOR JOB CREATION. ELABORADO POR THE GRIDWISE ALLIANCE, 2008.

figura 3.4: global: empleos por tipo y por tecnología en 2010, 2020, y 2030

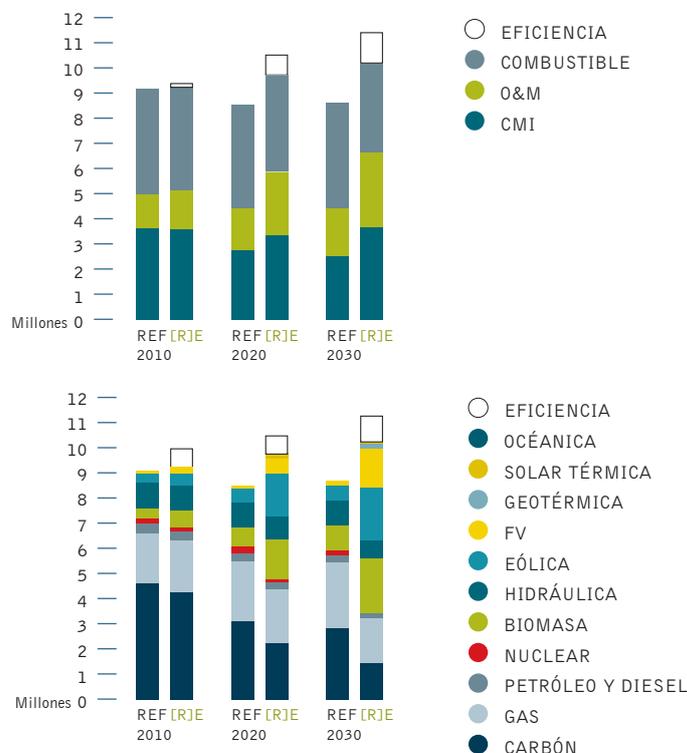


figura 3.5: empleos en el sector de la energía mundial por región

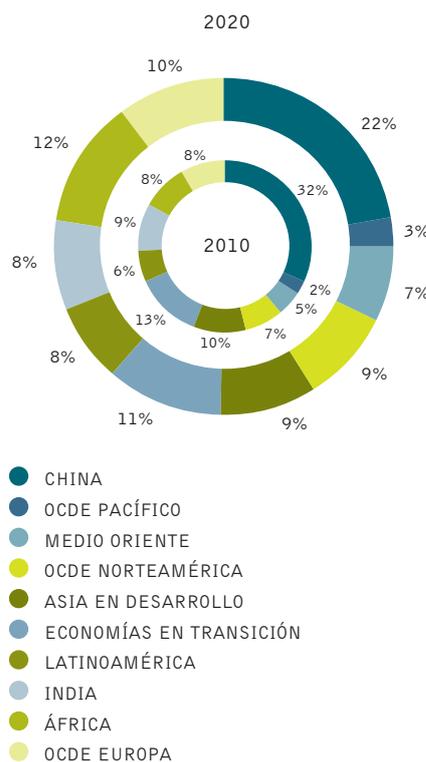


figura 3.6: global: cambios en el empleo en 2020 y 2030, en comparación con 2010

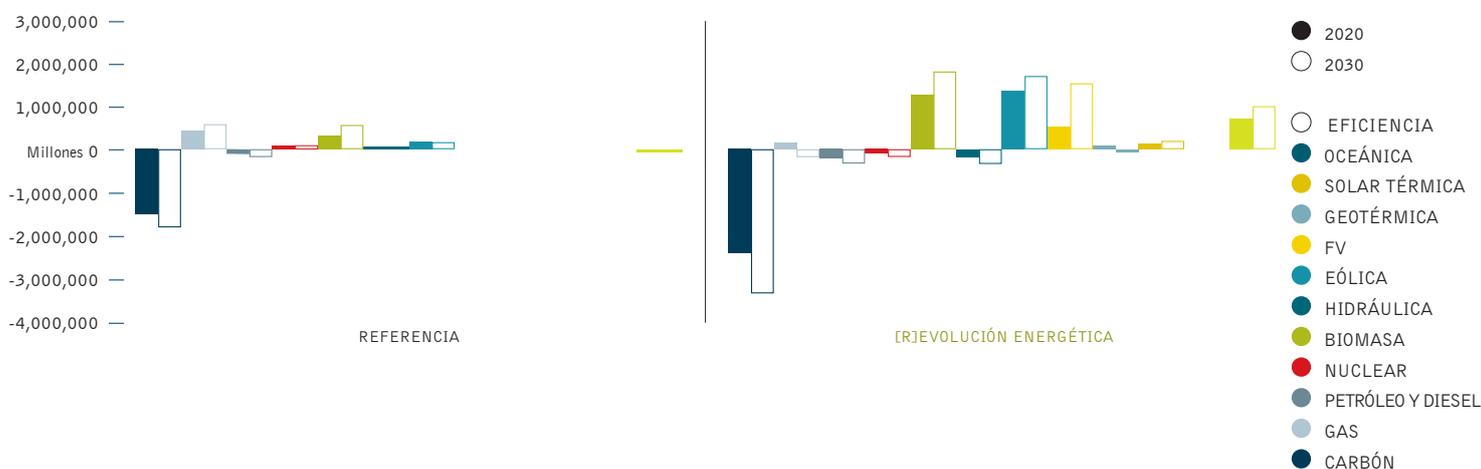


tabla 3.1: global: resumen de resultados

	ESCENARIO DE REFERENCIA			[R]EVOLUCIÓN ENERGÉTICA		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Empleos (millones)						
Carbón	4.65 m	3.16 m	2.86 m	4.26 m	2.28 m	1.39 m
Gas	1.95 m	2.36 m	2.55 m	2.08 m	2.12 m	1.80 m
Nuclear, petróleo y diesel	0.61 m	0.58 m	0.50 m	0.56 m	0.31 m	0.13 m
Renovables	1.88 m	2.41 m	2.71 m	2.38 m	5.03 m	6.90 m
Empleos en el abasto de energía	9.1	8.5	8.6	9.3	9.7	10.2
Empleos en eficiencia energética	-	-	-	0.06	0.72	1.13
Empleos totales	9.1	8.5	8.6	9.3	10.5	11.3
Generación de electricidad (TWh)						
Carbón	9,283	12,546	16,030	8,751	8,953	7,784
Gas	4,447	6,256	7,974	4,704	6,126	6,335
Nuclear, petróleo y diesel	4,004	4,133	4,079	3,814	2,309	1,003
Renovables	4,047	5,871	7,286	4,254	8,355	14,002
Total en generación eléctrica (TWh)	21,780	28,807	35,369	21,523	25,743	29,124

**Nota:** se estiman números conservadores en eficiencia energética ya que sólo se incluyen empleos adicionales al Escenario de Referencia



## ocde norteamérica

resultados clave | OCDE NORTEAMÉRICA

### mezcla en la generación de electricidad

Para 2050, el 94% de la electricidad producida por los países de la región OCDE Norteamérica vendrá de fuentes de energías renovables, en especial de la eólica, la solar térmica y la FV, que contribuirán con más del 85% de su producción. Las hidroeléctricas y la energía eólica continuarán hasta 2020 como las principales contribuyentes en la creciente participación de mercado. Después de ese año, el crecimiento continuo de obtenida por el viento se complementará con la bioenergía, la fotovoltaica y la solar térmica.

### ocde norteamérica: costos futuros de la generación de electricidad

La figura 3.8 muestra que la introducción de tecnologías renovables bajo el escenario de la [R]evolución Energética incrementa de forma significativa los costos de generación de electricidad en comparación con el de Referencia. La diferencia sería de menos de cuatro centavos de dólar/KWh hasta 2020. Sin embargo, debido a la baja intensidad de bióxido de carbono que generaría, a partir de ese año, serían económicamente favorables, y para 2050 su costo sería cinco centavos de dólar/KWh menos que en el panorama convencional.

Por otro lado, si no se controla el crecimiento de la demanda en este último escenario, el incremento en los precios de los combustibles fósiles y el costo de las emisiones de bióxido de carbono repercutirán en el precio total del suministro de la electricidad, aumentando de 420 mil millones de dólares por año, en la actualidad, a más de 1,350 mil millones en 2050. La figura 3.9 muestra que la [R]evolución Energética no sólo cumple con los objetivos de reducción de emisiones de bióxido de carbono de la OCDE Norteamérica, sino que también ayuda a estabilizar los costos de la energía y a relajar la presión económica en la sociedad. Al incrementar la eficiencia energética y transitar hacia energías renovables se llegaría, a largo plazo, a precios que serían tres veces menores que en el escenario de Referencia.

### emisiones de bióxido de carbono de la generación de energía

Mientras que bajo el modelo de Referencia las emisiones de bióxido de carbono de Norteamérica se incrementarían 42%, con la [R]evolución Energética disminuirían de 6 mil 430 millones de toneladas en el 2005, a mil 60 millones de toneladas en 2050. Es decir, caerían de 14.7 a 1.8 toneladas anuales per cápita. A la larga, la eficiencia ganaría y el uso cada vez mayor de la electricidad renovable incluso en el sector transporte, reduciría sus emisiones del gas.

figura 3.7: OCDE Norteamérica: evolución de estructuras para el suministro de electricidad bajo los dos escenarios

(‘EFICIENCIA’=REDUCCIÓN EN COMPARACIÓN CON EL ESCENARIO DE REFERENCIA)

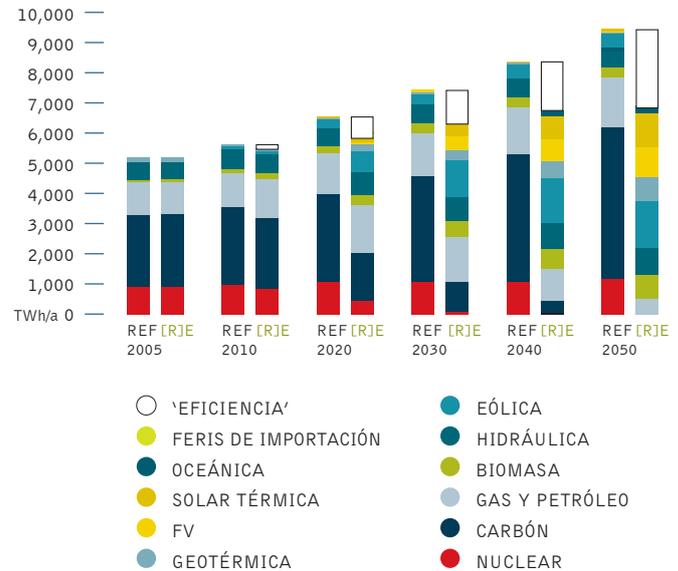
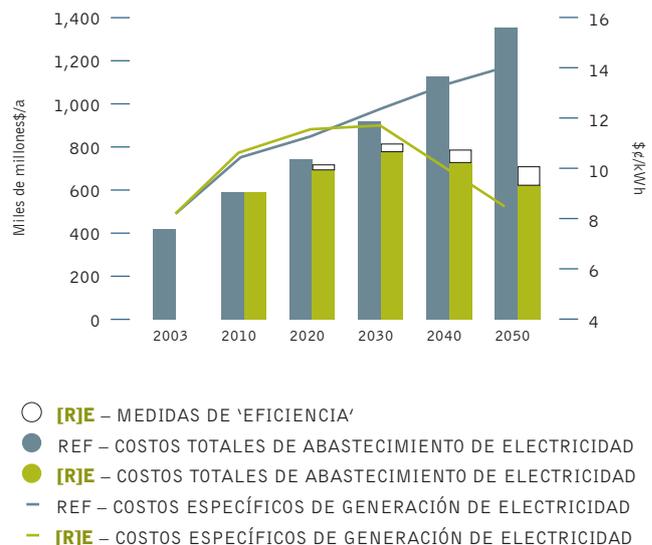
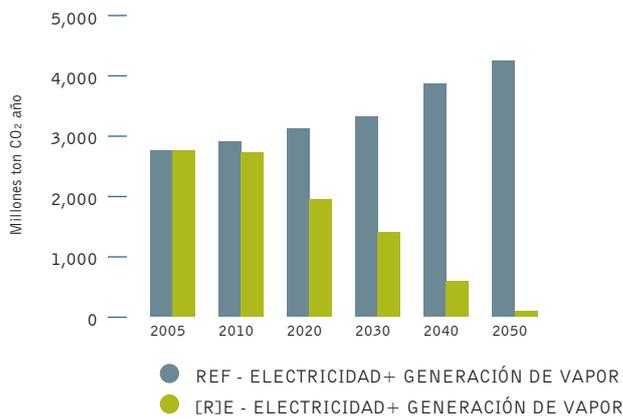


figura 3.8: OCDE Norteamérica: evolución del total de los costos de abastecimiento de electricidad y evolución de determinados costos de generación de electricidad bajo los dos escenarios

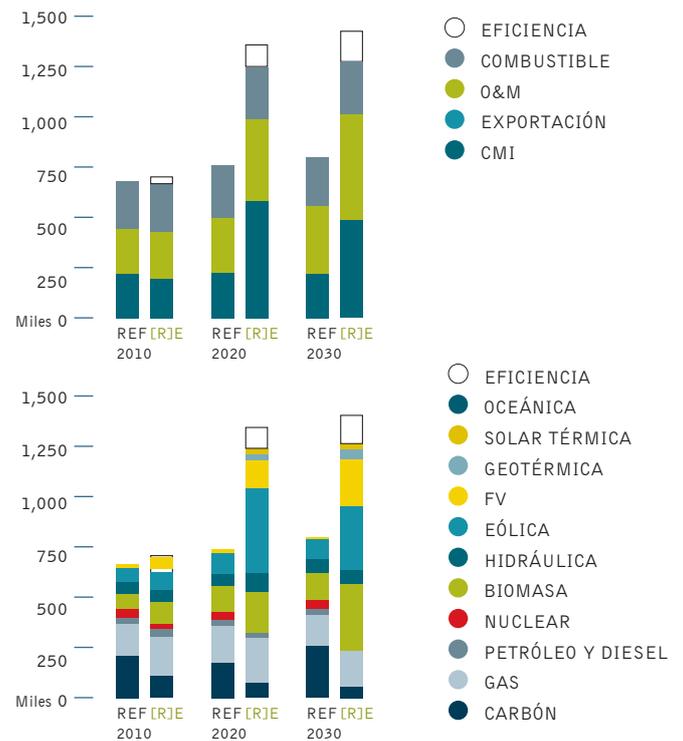
(LOS COSTOS DE LAS EMISIONES DE CO2 CALCULADOS AL 2010, CON UN INCREMENTO DESDE 15\$/TCO2 EN 2010 HASTA 50\$/TCO2 EN 2050)



**figura 3.9: OCDE Norteamérica: emisiones de CO2 del sector energía**



**figura 3.10: OCDE Norteamérica: empleos por tipo y por tecnología en 2010, 2020, y 2030**



### resultados en empleos

- En 2010, la región de la OCDE Norteamérica tendrá 694 mil empleos en el sector de la energía bajo la [R]evolución Energética, en comparación con los 665 mil del escenario de Referencia.
- En 2020, las cifras llegarán a los 1.3 millones bajo la [R]evolución Energética, es decir 600 mil más que con el convencional.
- En 2030, las cifras se incrementarán ligeramente con el escenario de la [R]evolución Energética, llegando a 1.4 millones; mientras que con el de Referencia sólo alcanzarían 0.8 millones.

Hay más empleos en todos los niveles del sector de la energía para la región de la OCDE Norteamérica con el escenario de la [R]evolución Energética.

La figura 3.10 muestra el cambio en las cifras de empleo bajo los dos escenarios y para cada tecnología entre 2010 y 2020; y 2020 y 2030. Ambos muestran pérdidas en la generación con carbón pero se compensan con el crecimiento en las tecnologías renovables y gas. La energía eólica muestra un incremento particularmente fuerte dentro de la [R]evolución Energética para 2020, y para 2030 hay empleo significativo en el portafolio de las tecnologías renovables.

Se asume que toda la manufactura ocurrirá dentro de la OCDE Norteamérica y que la región exportará sólo 10% de los componentes de energía renovables que se comercializan a nivel mundial. En el escenario de la [R]evolución Energética, los empleos en el ramo de la exportación alcanzarán en 2020, el 5% del total en el sector y se mantendrán a ese nivel. En el de Referencia, los empleos en exportación no alcanzarían el 1%.

**tabla 3.2: OCDE Norteamérica: empleos y generación de electricidad para 2010, 2020 y 2030**

	ESCENARIO DE REFERENCIA			[R]EVOLUCIÓN ENERGÉTICA		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Empleos (miles)						
Carbón	198	175	239	104	52	33
Gas	160	169	169	193	234	181
Nuclear, petróleo y diesel	81	79	70	67	29	7
Renovables	226	323	316	295	927	1,048
Empleos en el abasto de energía	665	745	793	659	1,241	1,269
Empleos en eficiencia energética	-	-	-	35	105	141
Empleos totales	665	745	793	694	1,346	1,410
Generación de electricidad (TWh)						
Carbón	2,534	2,918	3,446	2,303	1,583	1,052
Gas	1,000	1,211	1,358	1,113	1,560	1,426
Nuclear, petróleo y diesel	1,153	1,173	1,179	1,046	478	83
Renovables	879	1,179	1,367	948	2,172	3,673
Total en generación eléctrica (TWh)	5,565	6,481	7,350	5,411	5,793	6,234

**Nota:** se estiman números conservadores en eficiencia energética ya que sólo se incluyen empleos adicionales al Escenario de Referencia



# latinoamérica

resultados clave | LATINOAMÉRICA

## mezcla en la generación de electricidad

Para 2050, el 95% de la electricidad producida en Latinoamérica vendrá de fuentes de energía renovable, y en particular la eólica, la solar térmica y la FV, contribuirán con más del 60% de su generación. La capacidad instalada de tecnologías crecerá de los 139 GW actuales a 695 en 2050, es decir con un factor de cinco, dentro de los próximos 42 años.

Hasta 2020, las energías hidráulica y eólica continuarán siendo las principales contribuyentes en el mercado creciente. Después de ese año, el crecimiento continuo de la producida por el viento se complementará con la generada a partir de biomasa, fotovoltaica y la solar térmica de concentración.

## costos futuros de la generación de electricidad

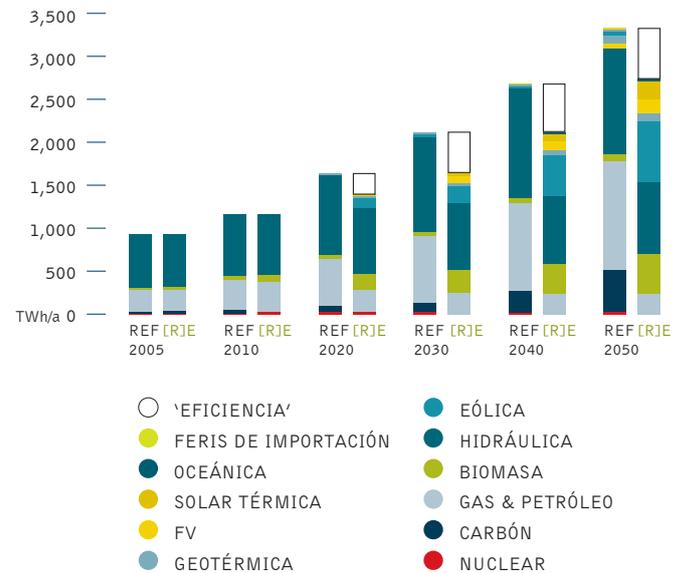
La figura 3.12 muestra que la introducción de energías renovables bajo el escenario de la [R]evolución Energética, disminuye de forma significativa los costos futuros de la generación de electricidad, en comparación con el convencional, debido a la baja intensidad de bióxido de carbono. Para 2050, los costos de generación serán de por lo menos 8 centavos de dólar/KWh por debajo de los costos del modelo de Referencia. Asimismo, bajo el escenario de Referencia el crecimiento no controlado de la demanda, el incremento en los precios de los combustibles fósiles y el costo de las emisiones de bióxido de carbono, tendrán como resultado que los costos totales en el suministro de energía suban de los actuales 70 mil millones de dólares por año, a más de 551 mil millones en 2050. La figura 3.13 muestra que el escenario de la [R]evolución Energética no sólo cumple con los objetivos de reducción de Latinoamérica sino que también ayuda a estabilizar los costos de energía y relajar la presión económica en la sociedad. Al incrementar la eficiencia energética y cambiar hacia las energías renovables se llegaría, a largo plazo, a un costo tres veces menor que en el escenario de Referencia.

## escenarios de emisiones de bióxido de carbono de la generación de energía

Mientras que bajo el modelo de Referencia las emisiones de bióxido de carbono de Latinoamérica se triplicarían, con la [R]evolución Energética, disminuirían de 830 millones de toneladas en 2005, a 370 millones en 2050, lo que significa que bajarían de 1.8, a 0.6 toneladas per cápita. A la larga, la eficiencia ganaría y el uso cada vez mayor de la electricidad renovable, incluso en vehículos, reduciría las emanaciones de ese gas, no obstante que el transporte continuaría siendo la fuente más grande de emisiones, con una participación del 53%.

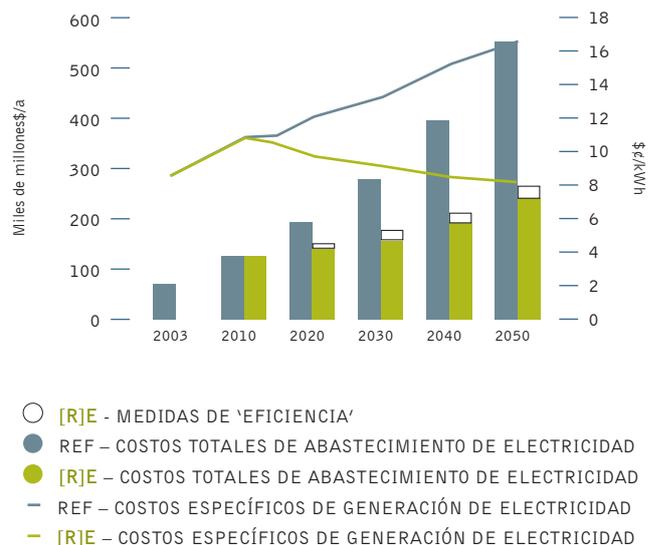
**figura 3.11: latinoamérica: evolución de estructuras para el suministro de electricidad bajo los dos escenarios**

(‘EFICIENCIA’=REDUCCIÓN EN COMPARACIÓN CON EL ESCENARIO DE REFERENCIA)

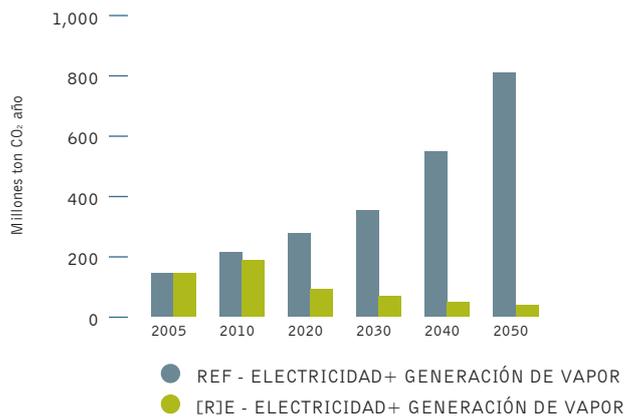


**figura 3.12: latinoamérica: evolución del total de los costos de abastecimiento de electricidad y evolución de determinados costos de generación de electricidad bajo los dos escenarios**

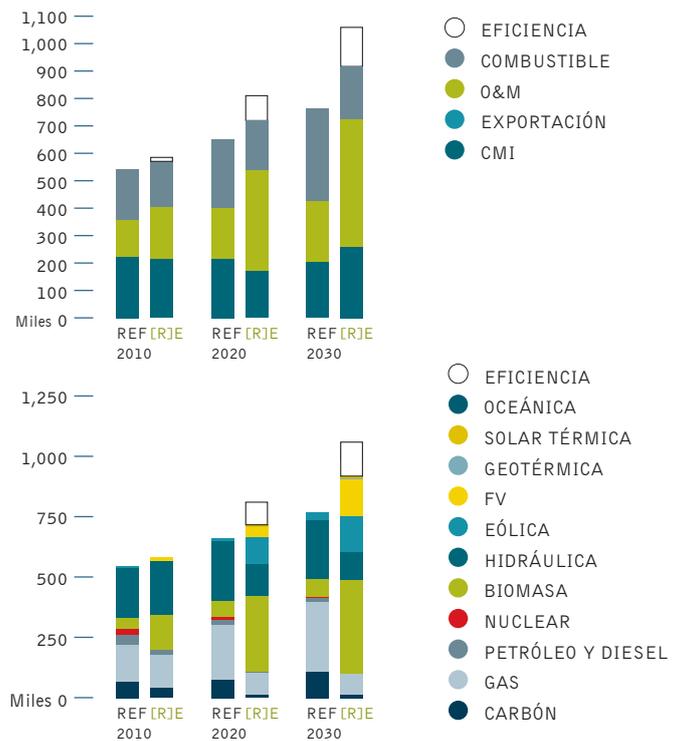
(LOS COSTOS DE LAS EMISIONES DE CO2 CALCULADOS AL 2010, CON UN INCREMENTO DESDE 15\$/TCO2 EN 2010 HASTA 50\$/TCO2 EN 2050)



**figura 3.13: latinoamérica: emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energía**



**figura 3.14: latinoamérica: empleos por tipo y por tecnología en 2010, 2020, y 2030**



**resultados en empleos**

- En 2010, Latinoamérica tendrá 570 mil empleos en el sector de la energía con el escenario de la [R]evolución Energética, en comparación con los 541 mil del convencional.
- En 2020, las cifras aumentarán en ambos escenarios. La [R]evolución Energética alcanzará 814 mil empleos y el de Referencia 651 mil.
- En 2030, con la [R]evolución, las cifras continuarán con un aumento prominente que llegará por encima del millón de empleos; aproximadamente 300 mil más que bajo el escenario de Referencia.

En todos los niveles del sector de la energía en Latinoamérica, habrá más empleos con el escenario de la [R]evolución Energética. En 2010, serán 50 mil adicionales en comparación con el de Referencia; en 2020, 160 mil más, y en 2030, 300 mil.

La figura 3.14 muestra el total de la proyección de empleos, divididos por tecnología. Aunque hay un fuerte crecimiento en ambos modelos, bajo la [R]evolución Energética se incrementa de manera notable. Se asume que, para 2010, sólo el 30% de la manufactura de energía renovable ocurrirá dentro de la región, intensificándose en 70% para 2030.

Latinoamérica exporta un alto porcentaje del gas que se comercializa al interior de la región, lo que tendría como resultado altas cifras de empleo en el escenario convencional y cifras significativas en el de la [R]evolución Energética. Si bien, la ocupación asociada a la generación de gas experimenta un fuerte crecimiento en el escenario de Referencia, es opacado por el aumento excepcional que se dan en las energías renovables, en especial la biomasa.

**tabla 3.3: latinoamérica: empleos y generación de electricidad para 2010, 2020 y 2030**

	ESCENARIO DE REFERENCIA			[R]EVOLUCIÓN ENERGÉTICA		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
<b>Empleos (miles)</b>						
Carbón	58	77	107	32	8	9
Gas	165	232	286	138	90	86
Nuclear, petróleo y diesel	52	36	19	43	12	4
Renovables	266	306	349	367	609	821
<b>Empleos en el abasto de energía</b>	<b>541</b>	<b>651</b>	<b>762</b>	<b>579</b>	<b>719</b>	<b>920</b>
Empleos en eficiencia energética	-	-	-	2	95	138
<b>Empleos totales</b>	<b>541</b>	<b>651</b>	<b>762</b>	<b>581</b>	<b>814</b>	<b>1,058</b>
<b>Generación de electricidad (TWh)</b>						
Carbón	35	58	92	24	5	12
Gas	241	464	696	209	194	168
Nuclear, petróleo y diesel	108	100	77	103	40	7
Renovables	754	974	1,186	796	1,095	1,392
<b>Total en generación eléctrica (TWh)</b>	<b>1,137</b>	<b>1,596</b>	<b>2,051</b>	<b>1,130</b>	<b>1,333</b>	<b>1,579</b>

**Nota:** se estiman números conservadores en eficiencia energética ya que sólo se incluyen empleos adicionales al Escenario de Referencia.



## ocde europa

resultados clave | OCDE EUROPA

### mezcla en la generación de electricidad

Para 2050, el 86% de la electricidad producida en OCDE Europa provendrá de fuentes de energía renovable, en particular la eólica, solar térmica y FV, que contribuirán con el 67% de su generación. La capacidad instalada de tecnologías "verdes" crecerá de los actuales 250 GW, a mil 30 en 2050, lo que incrementará la capacidad de energía renovable con un factor de cuatro. La figura 3.15 muestra la evolución de las distintas tecnologías renovables. Hasta 2020, las energías hidráulica y eólica continuarán siendo las principales contribuyentes en el mercado de acciones creciente. Después, el crecimiento continuo de la energía producida por el viento se complementará con la producida a partir de biomasa, fotovoltaica y la solar térmica de concentración.

Ninguna de estas cifras describe la máxima viabilidad, sino un posible enfoque equilibrado. Con el desarrollo de políticas adecuadas en la industria solar se considera que podría haber mucha más respuesta, lo que es en parte es cierto para la energía solar térmica de concentración, la cual podría extenderse a 30 GW, para 2020, y más de 120 para 2050. Si se asumieran los cambios de política necesarios, en la de energía fotovoltaica podría lograrse tan sólo en Europa para 2020, una capacidad de generación eléctrica de 350 GW.

### costos futuros de la generación de electricidad

Bajo el escenario de la [R]evolución Energética, los costos de generación de electricidad, comparados con el de Referencia, tendrían un ligero incremento de cuatro centavos de dólar/KWh en 2020.

Sin embargo, debido a la baja intensidad de bióxido de carbono que propiciaría, su costo de generación devendría económicamente favorable, y para 2050 estarían tres centavos de dólar/KWh abajo del convencional, en donde el crecimiento no controlado de la demanda, el aumento en los precios de los combustibles fósiles y el costo del gas contaminante, tendrán como resultado que los montos totales en el suministro de la electricidad, suban de los actuales 330 mil millones de dólares por año, a más de 800 mil millones en 2050.

La figura 3.17 muestra que el escenario de la [R]evolución Energética no sólo cumple con los objetivos de reducción de la OCDE Europa sino que también ayuda a estabilizar el costo de energía y disminuir la presión económica en la sociedad. Al incrementar la eficiencia energética y cambiar hacia las energías renovables se lograría, a largo plazo, un costos tres veces menor que el de Referencia, en el suministro de energía.

### escenarios de emisiones de bióxido de carbono de la generación de energía

Mientras que bajo el escenario de Referencia las emisiones de bióxido de carbono en OCDE Europa se incrementarían 12%, en el de la [R]evolución Energética disminuirían de 4 mil 60 millones de toneladas en 2005, a 880 millones en 2050. Es decir que, al año, bajarían de 7.6 a 1.6 toneladas per cápita, a pesar de la reducción paulatina de la energía nuclear y de la demanda creciente.

A la larga, la eficiencia ganaría y para 2050, la industria energética constituiría el 14% del total de emisiones de bióxido de carbono, ubicándose por debajo del sector transporte que, a pesar del uso cada vez mayor de la electricidad renovable en vehículos, sería la contaminante más grande.

figura 3.15: OCDE Europa: evolución de estructuras para el suministro de electricidad bajo los dos escenarios

(‘EFICIENCIA’=REDUCCIÓN EN COMPARACIÓN CON EL ESCENARIO DE REFERENCIA)

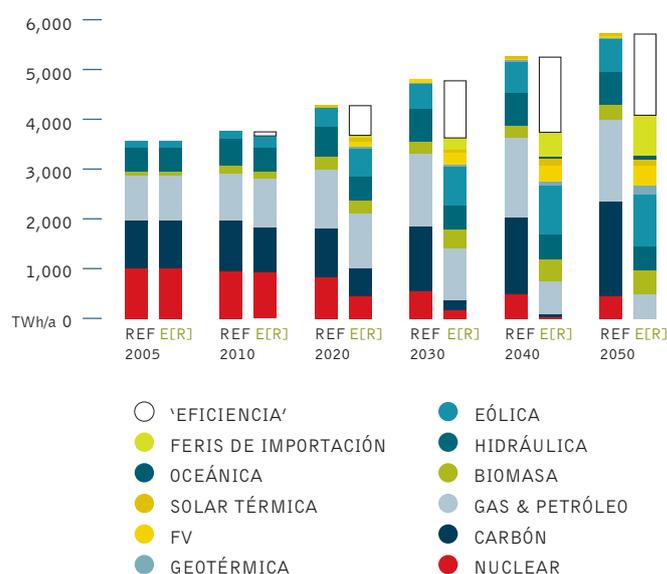
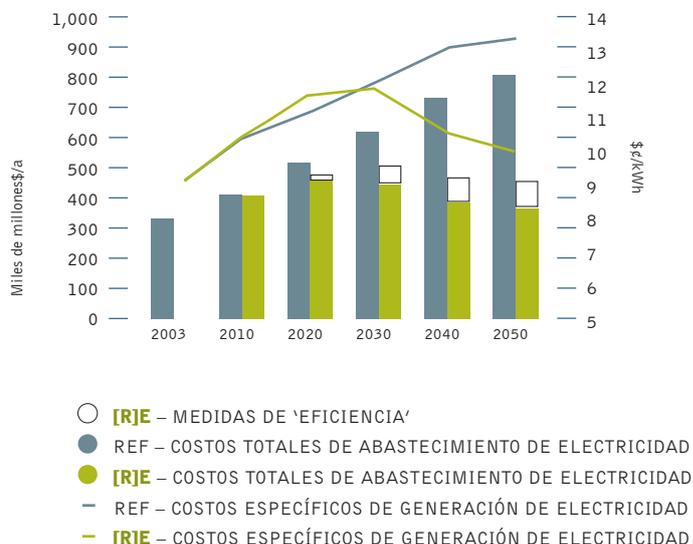
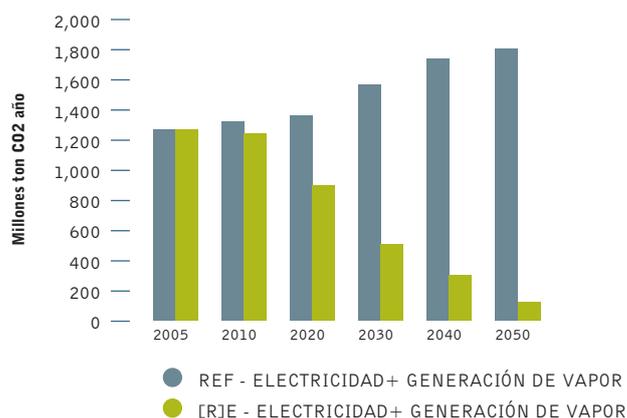


figura 3.16: OCDE Europa: evolución del total de los costos de abastecimiento de electricidad y evolución de determinados costos de generación de electricidad bajo los dos escenarios

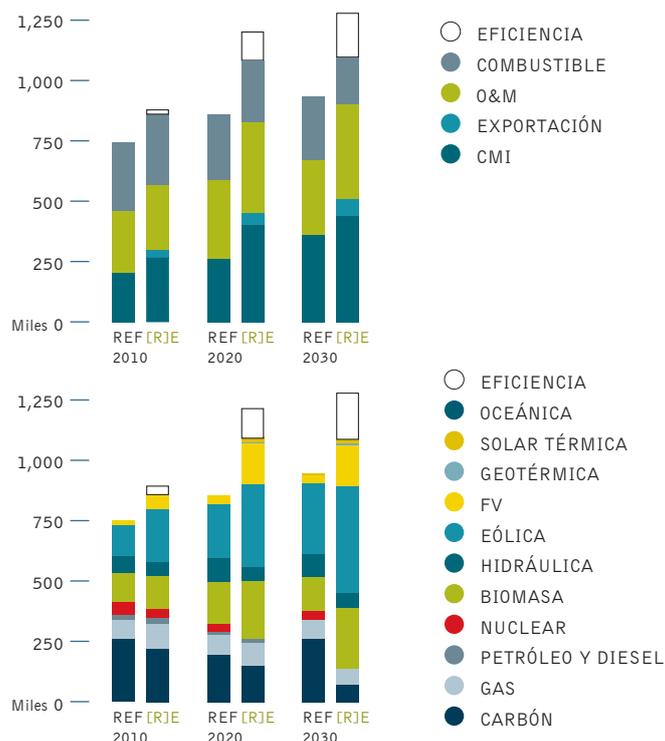
(LOS COSTOS DE LAS EMISIONES DE CO2 CALCULADOS AL 2010, CON UN INCREMENTO DESDE 15\$/TCO2 EN 2010 HASTA 50\$/TCO2 EN 2050)



**figura 3.17: OCDE Europa: emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energía**



**figura 3.18: OCDE Europa: empleos por tipo y por tecnología en 2010, 2020, y 2030**



### resultados en empleos

- En 2010, tendrá 872 mil empleos en el sector de la energía con el escenario de la [R]evolución Energética, y 749 mil con el de Referencia.
- En 2020, las cifras alcanzarán 1.2 millones bajo la [R]evolución Energética y 854 mil en el convencional.
- En 2030, subirán a 1.3 millones en el modelo de la [R]evolución Energética, en comparación con los 940 mil del de Referencia.

Con el escenario de la [R]evolución Energética, existirán más empleos en todos los niveles del sector de la energía en la OCDE Europa. En 2010, tendrá 140 mil adicionales en comparación con el escenario de Referencia; para 2020 serán 350 mil más, y para 2030, la brecha entre ambos se mantendrá similar.

La figura 3.18 muestra el cambio en las cifras de empleo bajo los dos escenarios para cada tecnología, entre 2010 y 2020; y 2020 y 2030. Los nuevos empleos en la [R]evolución Energética vienen principalmente de la energía eólica, y en ambos, hay pérdidas significativas en el sector de carbón.

Se asume que para 2020 toda la manufactura ocurrirá dentro de Europa, y que la OCDE europea será un exportador muy importante para otras regiones. Para ese año, los empleos en exportación alcanzarán 5% del total, bajo el escenario de la [R]evolución Energética y para 2030, llegarán a 7%. En el modelo convencional para 2020, disminuirían a 1%.

**tabla 3.4: OCDE Europa: empleos y generación de electricidad para 2010, 2020 y 2030**

	ESCENARIO DE REFERENCIA			[R]EVOLUCIÓN ENERGÉTICA		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Empleos (miles)						
Carbón	260	184	255	221	154	58
Gas	83	86	82	92	95	73
Nuclear, petróleo y diesel	64	51	34	61	27	10
Renovables	342	533	571	498	821	958
<b>Empleos en el abasto de energía</b>	<b>749</b>	<b>854</b>	<b>942</b>	<b>872</b>	<b>1,097</b>	<b>1,099</b>
Empleos en eficiencia energética	-	-	-	16	105	179
<b>Empleos totales</b>	<b>749</b>	<b>854</b>	<b>942</b>	<b>888</b>	<b>1,202</b>	<b>1,278</b>
<b>Generación de electricidad (TWh)</b>						
Carbón	1,001	995	1,260	890	542	184
Gas	859	1,106	1,394	877	1,090	1,040
Nuclear, petróleo y diesel	1,071	893	631	1,044	471	175
Renovables	812	1,293	1,521	861	1,496	1,991
<b>Total en generación eléctrica (TWh)</b>	<b>3,742</b>	<b>4,288</b>	<b>4,805</b>	<b>3,672</b>	<b>3,599</b>	<b>3,391</b>

**Nota:** se estiman números conservadores en eficiencia energética ya que sólo se incluyen empleos adicionales al Escenario de Referencia.



# África

resultados clave | África

## mezcla en la generación de electricidad

Para 2050, el 73% de la electricidad producida en África vendrá de fuentes de energía renovable. Uno de los motores para el desarrollo en la generación de energía solar será su exportación a la OCDE Europa. Estas "nuevas" energías, en particular la eólica, la solar térmica y la fotovoltaica, contribuirán con más del 60% en la manufactura eléctrica. La capacidad instalada de tecnologías "verdes" crecerá de los actuales 21 GW, a 388 en 2050, incrementándose con un factor de 18 en los próximos 42 años. Plantas de energía solar térmica de concentración de 60 GW, producirán electricidad para su exportación a Europa.

La figura 3.19 muestra la evolución comparativa de las diferentes tecnologías a lo largo del tiempo. Hasta 2020, las energías hidráulica y eólica continuarán siendo las principales contribuyentes en el mercado creciente. Después, el crecimiento continuo de la energía producida por el viento se complementará con la electricidad a partir de biomasa, fotovoltaica y la solar térmica de concentración.

## costos futuros de la generación de electricidad

La figura 3.20 muestra que la introducción de las tecnologías renovables bajo el escenario de la [R]evolución Energética, disminuye de forma importante los futuros costos de la generación de electricidad que, para 2050, estarían nueve centavos de dólar/KWh menos, respecto al modelo convencional.

En el escenario de Referencia, el crecimiento no controlado de la demanda, el incremento en los precios de los combustibles fósiles y el costo de las emisiones de bióxido de carbono tendrán como resultado que los costos totales en el suministro de la electricidad, suban de los actuales 59 mil millones de dólares por año, a más de 468 mil millones en 2050. La figura 3.21 muestra que con la [R]evolución Energética no sólo se cumple con los objetivos de reducción de gases contaminantes, sino que también ayuda a estabilizar los costos de energía. Al incrementar la eficiencia energética y cambiar hacia las energías renovables se lograrían, a largo plazo, costos tres veces menores que en el modelo convencional.

## África: emisiones de bióxido de carbono de la generación de energía

Las emisiones de bióxido de carbono de África aumentarían en los dos escenarios, pero mientras que bajo el convencional casi se triplicarían, con el de la [R]evolución Energética sería sólo de 115 millones de toneladas, ya que pasaría de 780 a 895 millones de toneladas, de 2030 a 2050. Ello significaría de cualquier forma, una reducción anual per cápita de 0.8 a 0.45 toneladas. A la larga, la eficiencia ganaría y el uso cada vez mayor de biocombustibles reduciría las emisiones de bióxido de carbono, que representarían el 28% del total de emanaciones en 2050.

figura 3.19: África: evolución de estructuras para el suministro de electricidad bajo los dos escenarios

(‘EFICIENCIA’=REDUCCIÓN EN COMPARACIÓN CON EL ESCENARIO DE REFERENCIA)

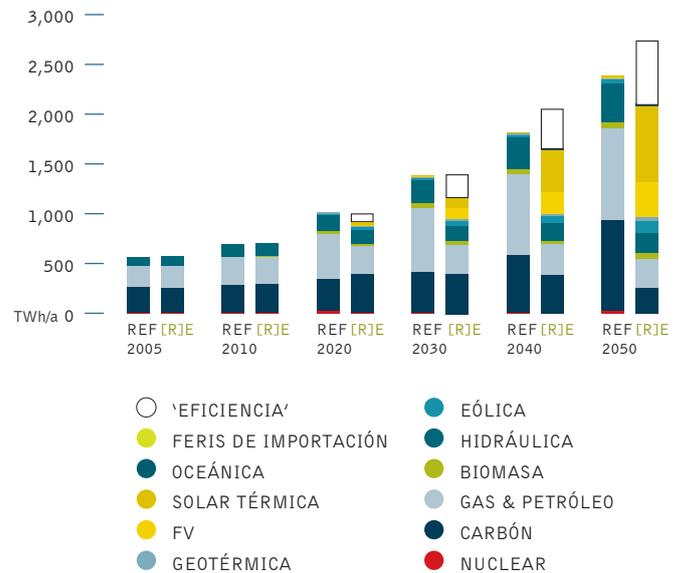


figura 3.20: África: evolución del total de los costos de abastecimiento de electricidad y evolución de determinados costos de generación de electricidad bajo los dos escenarios

(LOS COSTOS DE LAS EMISIONES DE CO2 CALCULADOS AL 2010, CON UN INCREMENTO DESDE 15\$/TCO2 EN 2010 HASTA 50\$/TCO2 EN 2050)

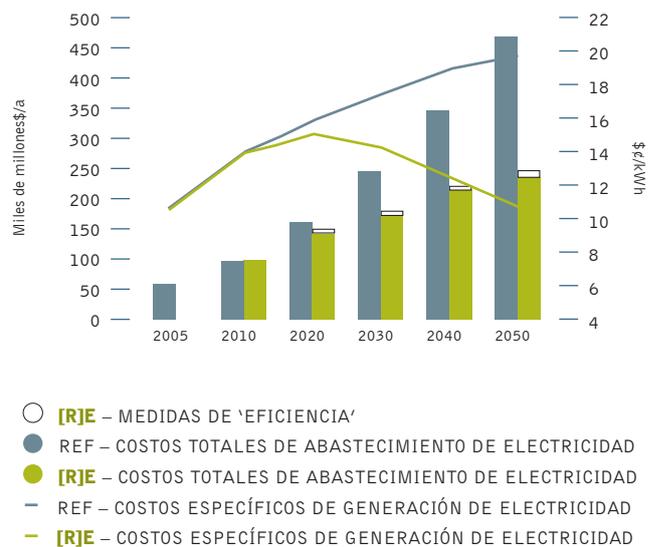


figura 3.21: África: emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energía

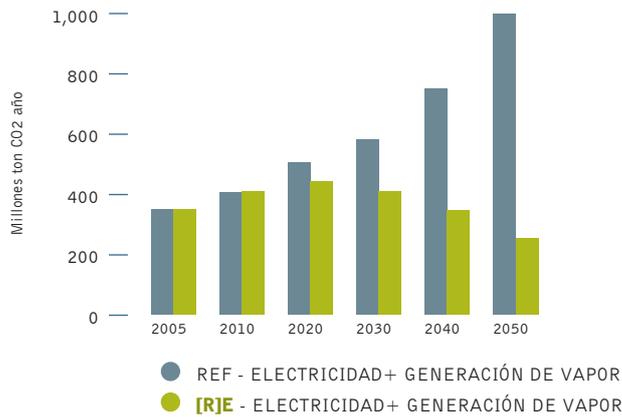
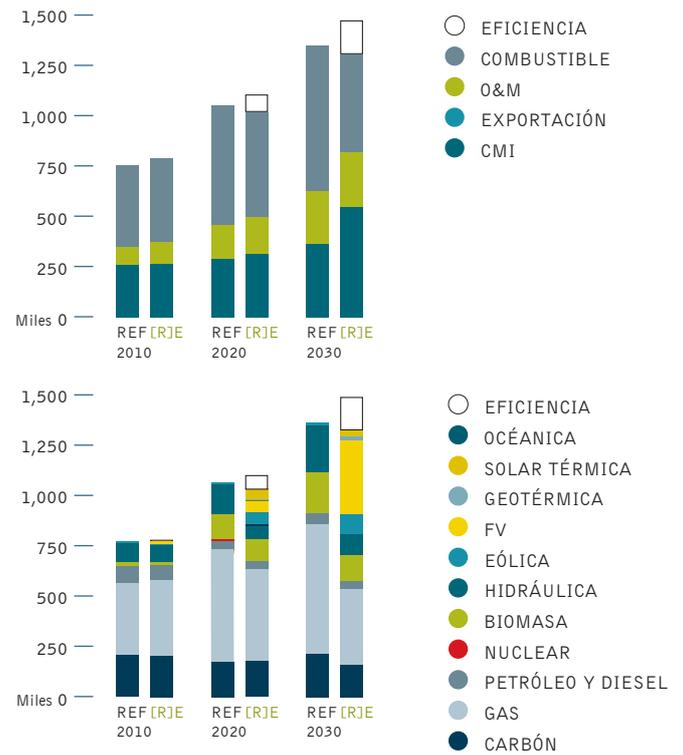


figura 3.22: África: empleos por tipo y por tecnología en 2010, 2020, y 2030



resultados en empleos

- En 2010, África tendrá 783 mil empleos en el sector de la energía “verde” y 767 mil con el escenario de Referencia.
- En 2020, habrá un fuerte crecimiento del empleo en ambos modelos, sumando alrededor de un millón, pero en el de la [R]evolución Energética será ligeramente más elevado, con 40 mil más.
- En 2030, se mantendrá un fuerte crecimiento del empleo en ambos escenarios. Las cifras proyectadas en el de la [R]evolución Energética son de 1.5 millones, y de 1.4 millones en el convencional.

Las cifras del empleo son casi las mismas en ambos escenarios, sin embargo, el de la [R]evolución Energética siempre tiene resultados un poco más elevados no obstante que, particularmente después de 2020, en el sector del gas serán de menor importancia en relación con el de Referencia, que tendrá un incremento sustancial.

En 2020 y 2030, el uso de la electricidad se reduce 9 y 16%, respectivamente, bajo el escenario de la [R]evolución Energética, en comparación con el convencional, por lo que en este último, se proyectan más empleos. Sin embargo, la eficiencia energética compensará ese rezago al crecer de manera significativa frente al de Referencia.

En 2010, África será un exportador importante de gas, y propiciará el 40% de empleos en el suministro de combustible. Para 2030, bajo el escenario de Referencia esa cifra caería 22%, reflejando el brusco incremento en el uso nacional de carburantes. La proporción de exportaciones se mantiene más elevada bajo el escenario de la [R]evolución Energética, 33%, en 2030.

En estas proyecciones, se prevé que África permanecerá siendo en gran parte, un importador de tecnología, con 30% en renovables para 2020, y 50% una década después. Si para 2030, se produjera el 100% de la manufactura en la región, habría 86 mil empleos adicionales bajo el escenario de la [R]evolución Energética, mientras que en el convencional sólo crearía 16 mil.

tabla 3.5: África: empleos y generación de electricidad para 2010, 2020 y 2030

	ESCENARIO DE REFERENCIA			[R]EVOLUCIÓN ENERGÉTICA		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
<b>Empleos (miles)</b>						
Carbón	189	167	196	184	167	148
Gas	386	556	660	396	451	391
Nuclear, petróleo y diesel	59	56	47	59	44	27
Renovables	133	277	453	145	363	755
<b>Empleos en el abasto de energía</b>	<b>767</b>	<b>1,056</b>	<b>1,357</b>	<b>783</b>	<b>1,025</b>	<b>1,321</b>
Empleos en eficiencia energética	-	-	-	-	79	164
<b>Empleos en eficiencia energética</b>	<b>767</b>	<b>1,056</b>	<b>1,357</b>	<b>783</b>	<b>1,104</b>	<b>1,485</b>
<b>Generación de electricidad (TWh)</b>						
Carbón	281	325	396	281	331	360
Gas	220	414	599	220	303	313
Nuclear, petróleo y diesel	65	61	56	65	49	22
Renovables	118	202	311	118	231	451
<b>Total en generación eléctrica (TWh)</b>	<b>683</b>	<b>1,001</b>	<b>1,362</b>	<b>684</b>	<b>914</b>	<b>1,146</b>

Nota: se estiman números conservadores en eficiencia energética ya que sólo se incluyen empleos adicionales al Escenario de Referencia.



# medio oriente

resultados clave | MEDIO ORIENTE

## mezcla en la generación de electricidad

Para 2050, el 95% de la electricidad producida en el Medio Oriente vendrá de fuentes de energía renovable. En particular la eólica, solar térmica, y fotovoltaica, contribuirán con el 90% de su generación. La capacidad instalada de tecnologías de energías renovables crecerá de los actuales 10 GW, a 556 en 2050, un incremento muy grande en los próximos 42 años, que requerirá apoyo e instrumentos de política bien diseñados. La figura 3.23 muestra la evolución comparativa de diferentes tecnologías hasta el periodo de 2050.

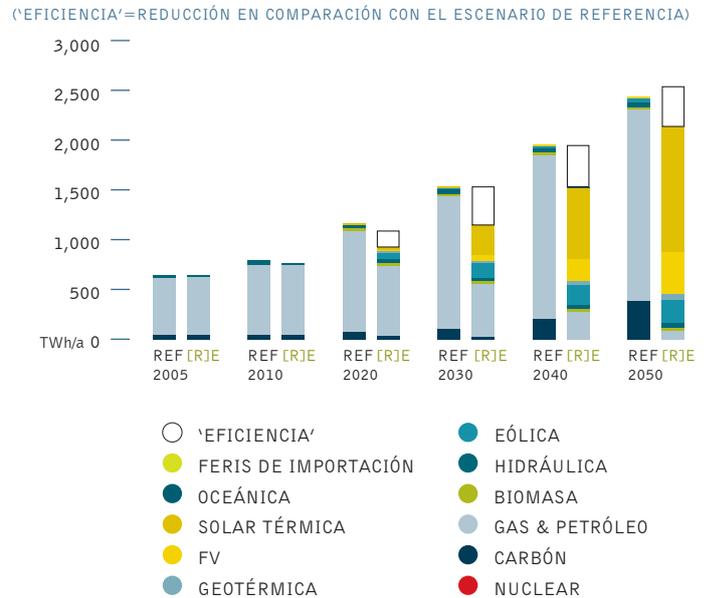
## costos futuros de la generación de electricidad

La figura 3.24 muestra que la introducción de tecnologías renovables bajo el escenario de la [R]evolución Energética, reduciría considerablemente los costos de generación de electricidad. En el modelo convencional, el crecimiento no controlado de la demanda, el incremento en los precios de los combustibles fósiles y el costo de las emisiones de bióxido de carbono tendrán como resultado que los costos totales en el suministro de la electricidad, aumenten de 133 mil millones de dólares por año, en la actualidad, a más de 870 mil millones en 2050. La figura 3.25 muestra que el escenario de la [R]evolución Energética no sólo cumple con los objetivos de reducción de bióxido de carbono del Medio Oriente, sino que también ayuda a estabilizar los costos de energía, que, a largo plazo, serían tres veces menores que en el de Referencia.

## medio oriente: emisiones de bióxido de carbono de la generación de energía

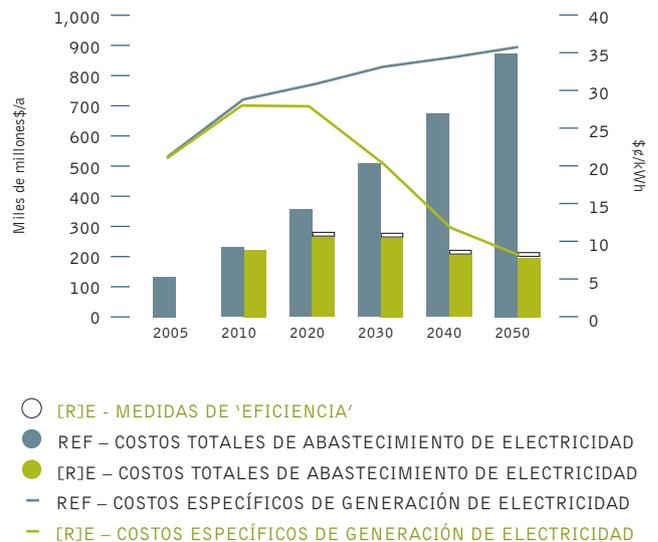
De seguirse el modelo de Referencia, para 2050 las emisiones de bióxido de carbono del Medio Oriente se triplicarían, alejándola del camino para un desarrollo sustentable, mientras que con el de la [R]evolución Energética, disminuirían de mil 170 millones de toneladas en 2005, a 390 millones en 2050. Las emisiones anuales per cápita bajarían de 6.2 toneladas a 1.1. A pesar de la demanda creciente, las emisiones del gas contaminante se reducirían fuertemente en el sector de electricidad y, a la larga, la eficiencia ganaría, además con el uso cada vez mayor de la electricidad renovable en el transporte.

**figura 3.23: medio oriente: evolución de estructuras para el suministro de electricidad bajo los dos escenarios**

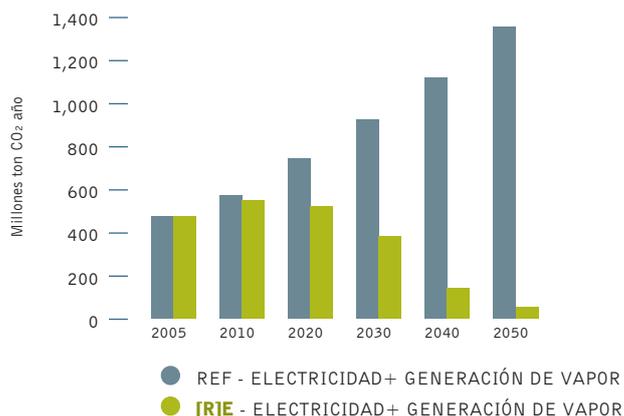


**figura 3.24: medio oriente: evolución del total de los costos de abastecimiento de electricidad y evolución de determinados costos de generación de electricidad bajo los dos escenarios**

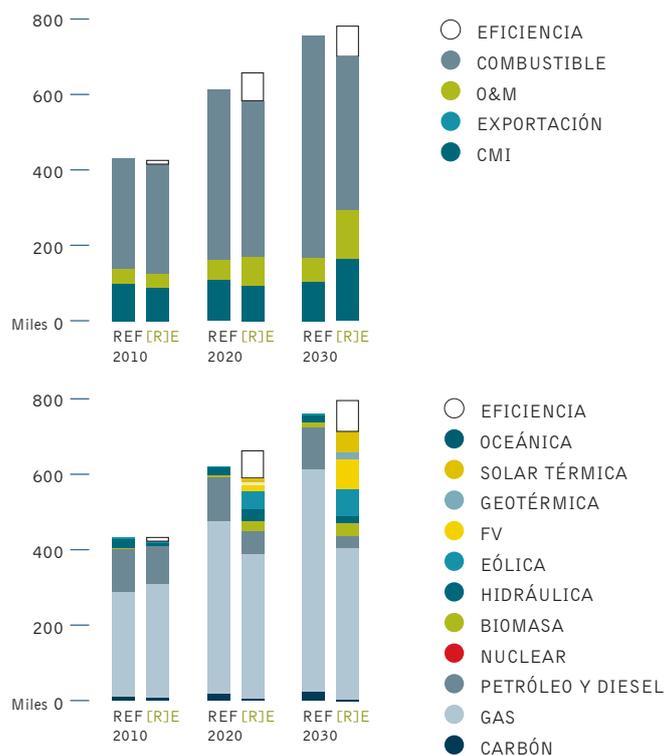
(LOS COSTOS DE LAS EMISIONES DE CO2 CALCULADOS AL 2010, CON UN INCREMENTO DESDE 15\$/TCO2 EN 2010 HASTA 50\$/TCO2 EN 2050)



**figura 3.25: medio oriente: emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energía**



**figura 3.26: medio oriente: empleos por tipo y por tecnología en 2010, 2020, y 2030**



**resultados en empleos**

- En 2010, Medio Oriente tendrá 421 mil empleos en el sector de la energía con el escenario de la [R]evolución Energética, y 427 mil con el de Referencia.
- En 2020, la [R]evolución Energética revertirá el panorama y proporcionará 655 mil empleos, en comparación con los 615 mil del escenario convencional.
- En 2030, el empleo en ambos escenarios tendrá un fuerte crecimiento, pero será ligeramente mayor en el de la [R]evolución Energética con 790 mil, en comparación con los 753 mil del de Referencia.

Los empleos en el sector del gas aumentan en ambos escenarios, pero el crecimiento es menor bajo el de la [R]evolución Energética, en particular después de 2020. Sin embargo, el empleo en energías renovables y eficiencia energética compensa ese lento

crecimiento, al surgir después de la reducción de 19% en el uso de la electricidad, en comparación con el convencional, en 2020.

El Medio Oriente es una región exportadora de gas muy importante. En empleos para 2010, representaría para ambos modelos, el 30%. En 2030, bajo el escenario de Referencia, se incrementarían a 40% y alcanzaría 60% en el de la [R]evolución Energética.

Para 2030, se cree que sólo el 30% de la tecnología renovable será producida en la región; si se consiguen esos empleos de manufactura, se podrían agregar 85 mil empleos más.

Si vemos los cambios totales en las cifras, encontraremos que la gran diferencia entre los dos escenarios se debe a los empleos asociados a la generación de gas, el cual crece de forma importante en el de Referencia, y disminuye en el de la [R]evolución Energética. Lo anterior se debe principalmente al descenso en la producción de gas nacional como resultado del mejoramiento en la eficiencia energética bajo el segundo modelo.

**tabla 3.6: medio oriente: empleos y generación de electricidad para 2010, 2020 y 2030**

	ESCENARIO DE REFERENCIA			[R]EVOLUCIÓN ENERGÉTICA		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
<b>Empleos (miles)</b>						
Carbón	10	13	13	5	2	2
Gas	277	455	592	299	380	394
Nuclear, petróleo y diesel	111	114	110	89	66	33
Renovables	30	32	37	27	132	279
<b>Empleos en el abasto de energía</b>	<b>427</b>	<b>615</b>	<b>753</b>	<b>421</b>	<b>581</b>	<b>709</b>
Empleos en eficiencia energética	-	-	-	2	74	81
<b>Empleos totales</b>	<b>427</b>	<b>615</b>	<b>753</b>	<b>422</b>	<b>655</b>	<b>790</b>
<b>Generación de electricidad (TWh)</b>						
Carbón	42	63	82	38	26	16
Gas	448	726	1,033	470	535	503
Nuclear, petróleo y diesel	268	313	336	243	208	108
Renovables	32	51	71	31	164	598
<b>Total en generación eléctrica (TWh)</b>	<b>789</b>	<b>1,154</b>	<b>1,522</b>	<b>781</b>	<b>933</b>	<b>1,225</b>

**Nota:** se estiman números conservadores en eficiencia energética ya que sólo se incluyen empleos adicionales al Escenario de Referencia.



# economías en transición

resultados clave | ECONOMÍAS EN TRANSICIÓN

## mezcla en la generación de electricidad

Para 2050, el 81% de la electricidad producida en las Economías en Transición vendrá de fuentes de energía renovable. En particular la eólica, la solar térmica y la fotovoltaica contribuirán con el 65% de su producción.

La capacidad instalada de tecnologías de energías renovables aumentará de los actuales 93 GW, a 550 en 2050, lo que incrementará su capacidad con un factor de seis en los próximos 42 años, y requerirá apoyo e instrumentos de política bien diseñados. La figura 3.27 muestra el índice de expansión de las diferentes tecnologías renovables a lo largo del tiempo. Hasta 2020, la hidráulica y la eólica continuarán siendo las principales contribuyentes. Después, el crecimiento continuo de la energía producida por el viento se complementará con la electricidad a partir de biomasa, fotovoltaica y la solar térmica de concentración.

## economías en transición: costos futuros de la generación de electricidad

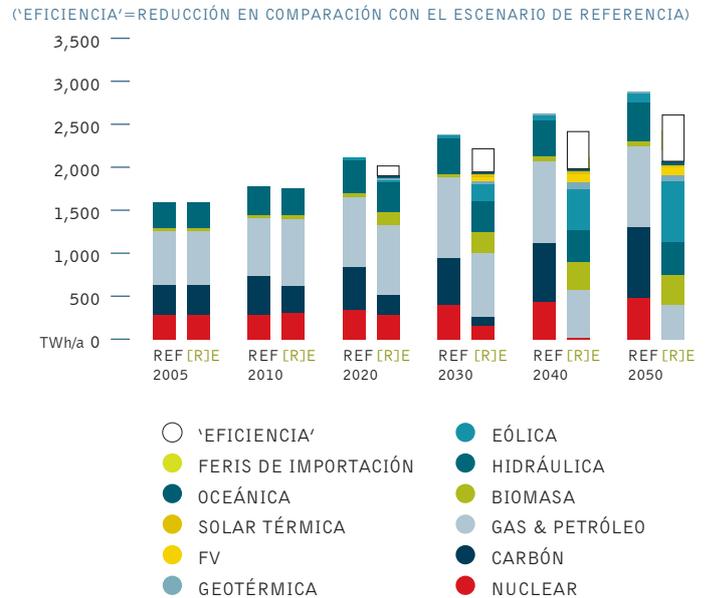
La figura 3.28 muestra que la introducción de tecnologías renovables bajo el escenario de la [R]evolución Energética, generaría un ligero incremento en los costos de generación de electricidad, en comparación con el de Referencia. La diferencia sería de aproximadamente cinco centavos de dólar/KWh para 2015. Sin embargo, un quinquenio después, serían económicamente favorables en el primero, debido a la baja intensidad de bióxido de carbono, y para 2050 estarían cinco centavos de dólar/KWh abajo que en el convencional.

Debido a la demanda creciente, habrá un incremento significativo en los gastos para el suministro de electricidad. Bajo el escenario de Referencia, los costos totales aumentarían de 190 mil millones de dólares por año, en la actualidad, a 520 mil millones en 2050. La figura 3.29 muestra que la [R]evolución Energética no sólo cumple con los objetivos de reducción de bióxido de carbono de las Economías en Transición sino que también ayuda a estabilizar los costos de energía y suaviza la presión económica en la sociedad. A largo plazo, los costos serían tres veces menores que en el panorama convencional.

## economías en transición: emisiones de bióxido de carbono de la generación de energía

Un incremento del 11%, tendrían las emisiones de bióxido de carbono bajo el escenario de Referencia, mientras que en el de la [R]evolución Energética, disminuirían de 2 mil 380 millones de toneladas en 2005, a 540 millones en 2050. Es decir que anualmente, bajarían de 7 a 1.8 toneladas per cápita, a pesar de la reducción paulatina de la energía nuclear y de la demanda creciente.

**figura 3.27: economías en transición: evolución de estructuras para el suministro de electricidad bajo los dos escenarios**



**figura 3.28: economías en transición: evolución del total de los costos de abastecimiento de electricidad y evolución de determinados costos de generación de electricidad bajo los dos escenarios**

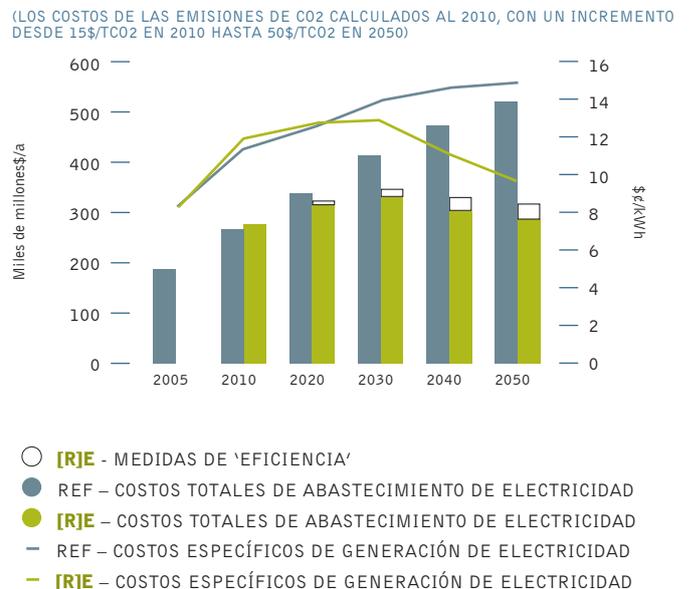


figura 3.29: economía en transición: emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energía

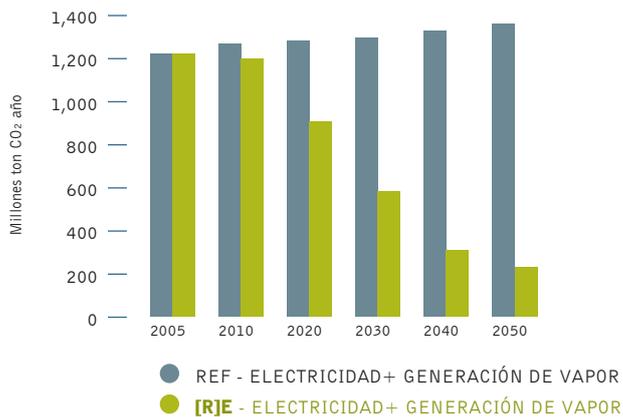
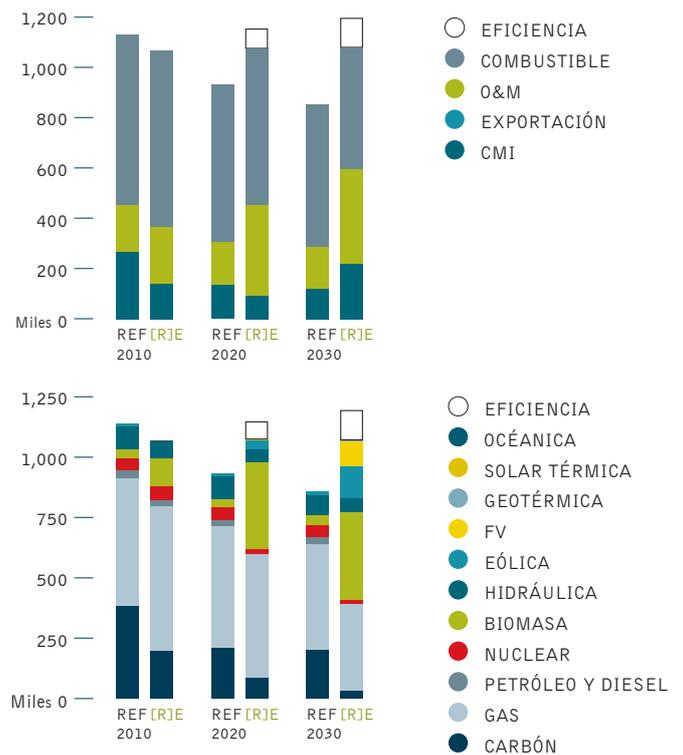


figura 3.30: economías en transición: empleos por tipo y por tecnología en 2010, 2020, y 2030



### resultados en empleos

- En 2010, las Economías en Transición tendrán un millón de empleos en el sector de la energía con el escenario de la [R]evolución Energética y 1.1 millones con el de Referencia.
- Los empleos disminuirán bruscamente en el escenario de Referencia después de 2010, mientras que bajo el de la [R]evolución Energética crecerán. En 2020, habrá en este último, 1.1 millones, 200 mil más que en el convencional.
- Los empleos continuarán disminuyendo en el escenario de Referencia entre 2020 y 2030, mientras que en las tecnologías de la [R]evolución Energética seguirá un fuerte crecimiento que proporcionará en 2030, 1.2 millones de empleos, en comparación a los 0.9 millones del primero.

La figura 3.30 muestra un fuerte crecimiento en el escenario de la [R]evolución Energética, lo que contrasta con las continuas pérdidas de empleo en el modelo de Referencia. Para 2010, se considera que 30% de la tecnología renovable será producida en la región, lo que incrementaría la tasa a 70%, para 2030. Sin embargo, las Economías en Transición (en especial Rusia) exportan un alto porcentaje del gas que se comercializa entre regiones, lo que tendría como resultado altas cifras de empleo en el modelo convencional, y cifras significativas en el de la [R]evolución. Con el tiempo, el mayor número de desempleos estarían relacionados con la industria del carbón, la cual se reduce de manera brusca en ambos escenarios, sobre todo en el "verde" donde casi desaparecería, para ser reemplazado por la energía a partir de biomasa, que brindaría cifras de empleo más grande.

tabla 3.7: economías en transición: empleos y generación de electricidad para 2010, 2020 y 2030

	ESCENARIO DE REFERENCIA			[R]EVOLUCIÓN ENERGÉTICA		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
<b>Empleos (miles)</b>						
Carbón	394	220	207	194	84	32
Gas	520	498	441	594	512	364
Nuclear, petróleo y diesel	86	74	74	87	33	13
Renovables	138	142	137	193	455	676
<b>Empleos en el abasto de energía</b>	<b>1,138</b>	<b>934</b>	<b>860</b>	<b>1,068</b>	<b>1,083</b>	<b>1,086</b>
Empleos en eficiencia energética	-	-	-	0	63	102
<b>Empleos totales</b>	<b>1,138</b>	<b>934</b>	<b>860</b>	<b>1,068</b>	<b>1,146</b>	<b>1,188</b>
<b>Generación de electricidad (TWh)</b>						
Carbón	439	488	532	324	210	100
Gas	662	834	946	758	852	761
Nuclear, petróleo y diesel	342	377	428	353	305	154
Renovables	346	425	491	354	556	933
<b>Total en generación eléctrica (TWh)</b>	<b>1,789</b>	<b>2,123</b>	<b>2,397</b>	<b>1,788</b>	<b>1,923</b>	<b>1,948</b>

Nota: se estiman números conservadores en eficiencia energética ya que sólo se incluyen empleos adicionales al Escenario de Referencia



# india

resultados clave | INDIA

## mezcla en la generación de electricidad

Para 2050, alrededor del 60% de la electricidad producida en India vendrá de fuentes de energía renovable. En particular la eólica, solar térmica, y fotovoltaica contribuirán con casi 50% de su generación. La capacidad instalada de tecnologías de energías renovables crecerá de los actuales 38 GW a 915 en 2050: un crecimiento sustancial durante los próximos 42 años.

La figura 3.31 muestra la evolución comparativa de diferentes tecnologías a lo largo del tiempo. Hasta 2030, las energías hidráulica y eólica continuarán siendo las principales contribuyentes. Después, el crecimiento constante de la producida por el viento se complementará con la producida a partir de biomasa, fotovoltaica y la solar térmica de concentración.

## costos futuros de la generación de electricidad

Bajo el Escenario de la [R]evolución Energética, se puede apreciar que los costos de la generación de electricidad disminuyen significativamente, en comparación con el convencional. Debido a la baja intensidad de bióxido de carbono sería económicamente favorable, y para 2050 estarían 4.5 centavos de dólar/KWh, abajo del de Referencia, donde el crecimiento de la demanda, el incremento en los precios de los combustibles fósiles y el costo de las emisiones de bióxido de carbono repercutirá en el aumento del precio de manufactura, de 64 mil millones de dólares por año, en la actualidad, a más de 930 mil millones en 2050. La figura 3.33 muestra que la [R]evolución Energética no sólo cumple con los objetivos de reducción sino que también ayuda a estabilizar los costos de la energía. Al incrementar la eficiencia energética y cambiar hacia las energías renovables, a largo plazo, su suministro sería tres veces menor que el convencional.

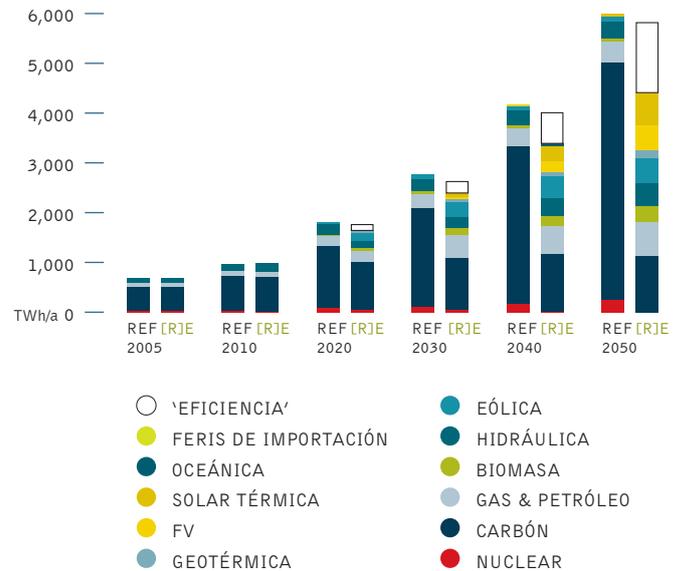
## emisiones de bióxido de carbono de la generación de energía

De continuar en el esquema de Referencia, India no lograría un camino sustentable, debido a las emisiones de bióxido de carbono que se incrementarían por un factor de 5.4 hasta 2050. Bajo la [R]evolución Energética, aumentarían de mil 74 millones de toneladas en 2005, hasta llegar al pico máximo de mil 820 millones en 2030. Después de ese año, comenzarían a disminuir a mil 660 millones de toneladas en 2050. Las emisiones anuales per cápita aumentarían a 1.3 toneladas en 2030 y bajarían de nuevo a 1.0 en 2050. A pesar de la reducción paulatina de la energía nuclear y de la demanda creciente de electricidad, las emisiones de bióxido de carbono se reducirían en el sector de electricidad.

Después de 2030, la eficiencia ganaría y el uso cada vez mayor de la electricidad renovable en todos los sectores mitigaría el incremento existente de emisiones de bióxido de carbono en los sectores del transporte, energía e industria. Aunque su participación está disminuyendo, el sector de la energía continuará siendo la fuente contaminante más grande, contribuyendo con 50% del total para 2050, seguido por el transporte.

**figura 3.31: india: evolución de estructuras para el suministro de electricidad bajo los dos escenarios**

(‘EFICIENCIA’=REDUCCIÓN EN COMPARACIÓN CON EL ESCENARIO DE REFERENCIA)



**nota** GREENPEACE COMISIONÓ OTRO ESCENARIO PARA INDIA CON PROYECCIONES DE DESARROLLO DE PIB MÁS ELEVADOS PARA EL 2030. PARA MÁS INFORMACIÓN, POR FAVOR VISITE EL SITIO DE [R]EVOLUCIÓN ENERGÉTICA [WWW.ENERGYBLUEPRINT.INFO/](http://WWW.ENERGYBLUEPRINT.INFO/)

**figura 3.32: india: evolución del total de los costos de abastecimiento de electricidad y evolución de determinados costos de generación de electricidad bajo los dos escenarios**

(LOS COSTOS DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub> CALCULADOS AL 2010, CON UN INCREMENTO DESDE 15\$/TCO<sub>2</sub> EN 2010 HASTA 50\$/TCO<sub>2</sub> EN 2050)

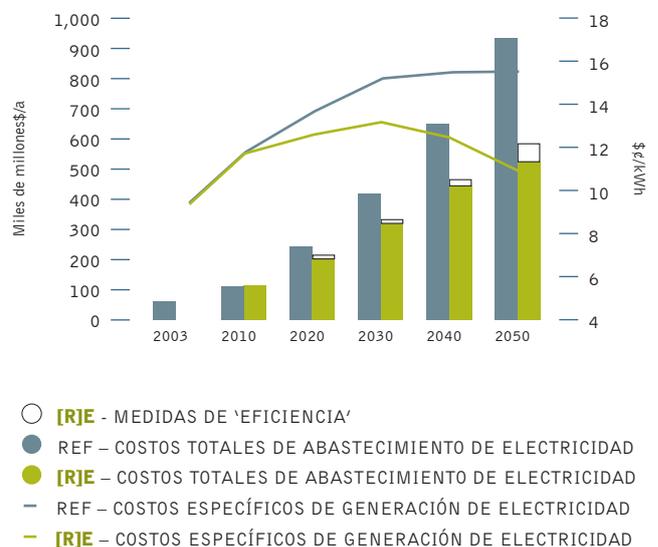


figura 3.33: india: emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energía

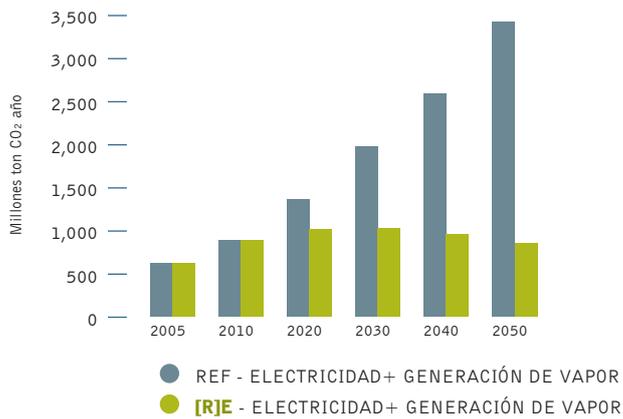
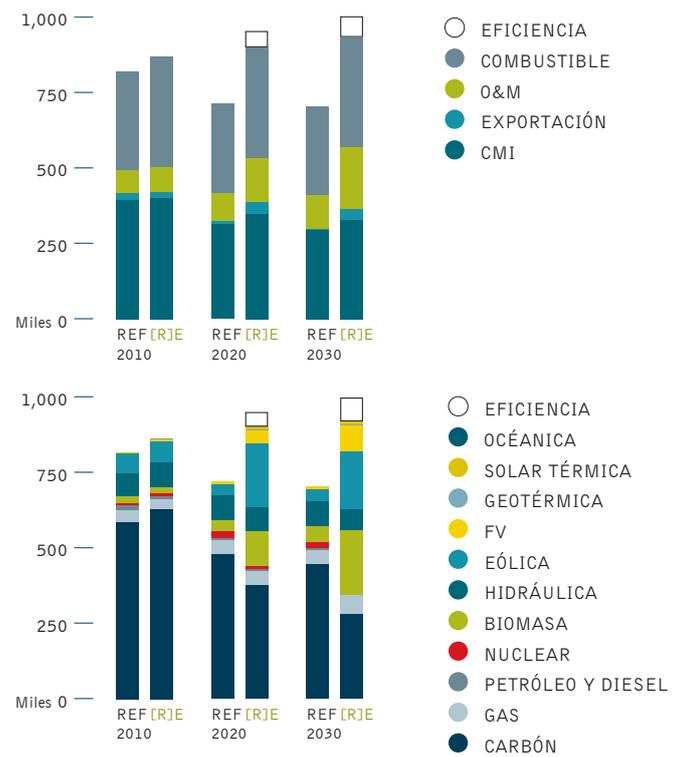


figura 3.34: india: empleos por tipo y por tecnología en 2010, 2020, y 2030



resultados en empleos

- En 2010, India tendrá 862 mil empleos en el sector de la energía bajo el escenario de la [R]evolución Energética y 817 mil con el de Referencia.
- En 2020, las cifras caerían en el escenario convencional pero bajo el de la [R]evolución Energética alcanzarían 949 mil.
- En 2030, las cifras en el escenario de la [R]evolución Energética continuarán creciendo y alcanzarán un millón de empleos, en comparación con los 706 mil del de Referencia.

La figura 3.34 muestra un fuerte crecimiento en el escenario de la [R]evolución Energética, que contrasta con las continuas pérdidas de empleo en el de Referencia. Para 2020, en el primero, el uso de electricidad en India se reduce 8%, en comparación con el segundo;

y una década más tarde, disminuye 12%. Lo anterior requiere un programa de reacondicionamiento de edificios, lo que crearía, potencialmente, grandes cifras de empleo en la eficiencia energética.

Para 2030, se considera que toda la manufactura ocurrirá en la región y que la India exportará cerca del 25% de los componentes de energía que se comercializan entre regiones. Las exportaciones de tecnología representan el 5% laboral en el suministro de energía para 2020. En cambio, el escenario de Referencia muestra una caída de empleo, en su mayoría asociado al carbón.

Con el tiempo, ambos escenarios presentan pérdidas en el empleo relacionado a la generación energética a partir de carbón, pero en el de la [R]evolución Energética, se compensan con las ganancias en el sector renovable. En particular, la biomasa y la energía eólica muestran un gran crecimiento.

tabla 3.8: india: empleos y generación de electricidad para 2010, 2020 y 2030

	ESCENARIO DE REFERENCIA			[R]EVOLUCIÓN ENERGÉTICA		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
<b>Empleos (miles)</b>						
Carbón	588	474	457	628	377	280
Gas	31	42	37	31	40	55
Nuclear, petróleo y diesel	27	36	27	27	16	3
Renovables	172	167	185	176	475	600
<b>Empleos en el abasto de energía</b>	<b>817</b>	<b>719</b>	<b>706</b>	<b>862</b>	<b>908</b>	<b>938</b>
Empleos en eficiencia energética	-	-	-	-	42	65
<b>Empleos totales</b>	<b>817</b>	<b>719</b>	<b>706</b>	<b>862</b>	<b>949</b>	<b>1,003</b>
<b>Generación de electricidad (TWh)</b>						
Carbón	699	1,248	1,958	699	965	1,080
Gas	85	186	292	85	198	446
Nuclear, petróleo y diesel	57	116	159	57	65	46
Renovables	156	257	365	156	434	831
<b>Total en generación eléctrica (TWh)</b>	<b>997</b>	<b>1,807</b>	<b>2,774</b>	<b>997</b>	<b>1,661</b>	<b>2,403</b>

Note: se estiman números conservadores en eficiencia energética ya que sólo se incluyen empleos adicionales al Escenario de Referencia



# asia en desarrollo

resultados clave | ASIA EN DESARROLLO

## mezcla en la generación de electricidad

Para 2050, el 67% de la electricidad producida en Asia vendrá de fuentes de energía renovable. La eólica, la solar térmica y la fotovoltaica, contribuirán con casi 55% de su generación.

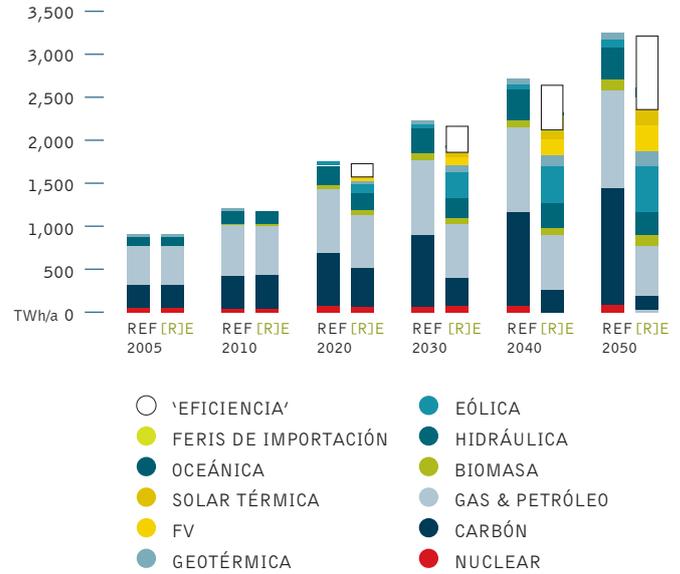
La capacidad instalada de tecnologías de energías renovables crecerá de los actuales 51 GW a 590 en 2050, por lo que se incrementará con un factor de más de diez. La figura 3.35 muestra la evolución comparativa de las diferentes tecnologías a lo largo del tiempo. Hasta 2020, las energías hidráulica y eólica continuarán siendo las principales contribuyentes. Después el crecimiento continuo de la producida por el viento se complementará con la generada a partir de biomasa, fotovoltaica y fuentes geotérmicas.

## costos futuros de la generación de electricidad

La figura 3.36 muestra que la introducción de tecnologías renovables bajo el escenario de la [R]evolución Energética disminuye de forma significativa los costos futuros de la generación de electricidad, en comparación con el de Referencia. Debido a la baja intensidad de bióxido de carbono, su manufactura, resultaría económicamente favorable en el primer modelo, y para 2050 sus costos estarían cinco centavos de dólar/KWh, abajo que en el convencional, donde el crecimiento no controlado de la demanda, el incremento en los precios de los combustibles fósiles y el costo de las emisiones de bióxido de carbono aumentan considerablemente el total final: de 98 mil millones de dólares por año, en la actualidad, a más de 566 mil millones en 2050. La figura 3.37 muestra que la [R]evolución Energética no sólo cumple con los objetivos de reducción de Asia, sino que también ayuda a estabilizar los costos de la energía. Al incrementar la eficiencia energética y cambiar hacia las energías renovables, a largo plazo, sería tres veces menor que en el convencional.

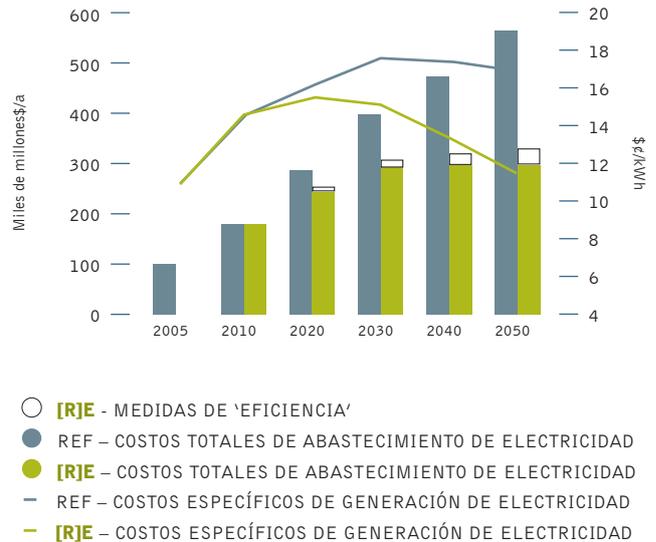
**figura 3.35: asia en desarrollo: evolución de estructuras para el suministro de electricidad bajo los dos escenarios**

(‘EFICIENCIA’=REDUCCIÓN EN COMPARACIÓN CON EL ESCENARIO DE REFERENCIA)

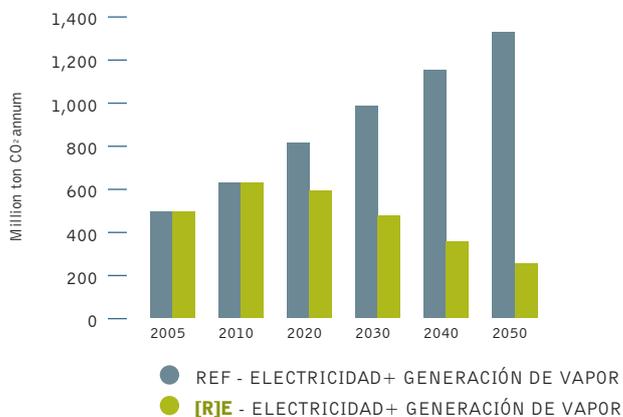


**figura 3.36: asia en desarrollo: evolución del total de los costos de abastecimiento de electricidad y evolución de determinados costos de generación de electricidad bajo los dos escenarios**

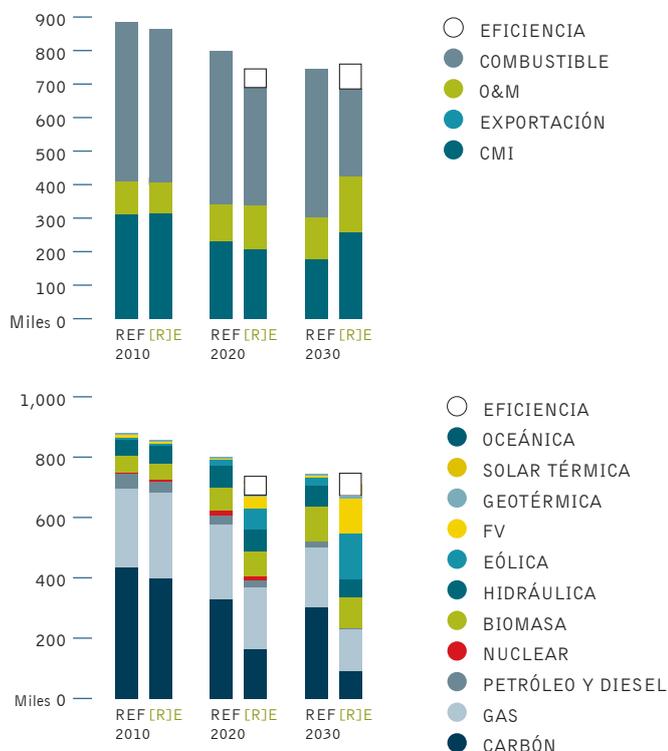
(LOS COSTOS DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub> CALCULADOS AL 2010, CON UN INCREMENTO DESDE 15\$/TCO<sub>2</sub> EN 2010 HASTA 50\$/TCO<sub>2</sub> EN 2050)



**figura 3.37: asia en desarrollo: emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energía**



**figura 3.38: asia en desarrollo: empleos por tipo y por tecnología en 2010, 2020, y 2030**



**emisiones de bióxido de carbono de la generación de energía**

El incremento en las emisiones de bióxido de carbono de Asia, tendrían un factor de 2.5 de seguir el esquema de Referencia, pero disminuirían de mil 300 millones de toneladas en 2005, a mil150 en 2050 bajo la [R]evolución Energética. Las emisiones anuales per cápita bajarían de 1.3 a 0.8 toneladas. A pesar de la reducción paulatina de la energía nuclear y de la demanda creciente, el gas contaminante se reduciría en el sector de electricidad. Con una participación del 22% del total de bióxido de carbono en 2050, el sector de la energía se colocaría por debajo del sector transporte como la fuente más grande de emisiones.

**resultados en empleos**

- En 2010, Asia en desarrollo tendrá 861 mil empleos proyectados en el escenario de la [R]evolución Energética, en comparación con los 881 mil del de Referencia.
- En 2020, las cifras en ambos escenarios caerían. En cierto modo, hay una mejor retención de empleo en el de Referencia, con 799 mil, en comparación con los 741 mil del de la [R]evolución Energética.
- En 2030, las cifras de empleo crecerán ligeramente en el escenario de la [R]evolución Energética a 754 mil, mientras que en el de Referencia disminuirán a 738 mil.

La figura 3.38 muestra que, si sólo se consideraran los empleos en el suministro de energía, el escenario de Referencia tendría un cifra un poco más alta para 2020 que en el de la [R]evolución Energética, donde se reduce comparativamente 11%. Sin embargo en el convencional, para 2030, se reduce 17%. Lo anterior requiere un gran programa de eficiencia energética, lo que crearía, potencialmente, grandes cifras de empleo en el área de construcción y administración de energía.

Con el tiempo, ambos escenarios presentan pérdidas de empleo en el sector del carbón y a pesar de que la cifra más grande se ubica en el de la [R]evolución Energética -en el de Referencia serían 100 mil-, el fuerte crecimiento del sector renovable, en particular de la energía eólica, más que compensar, tendría como resultado cifras más elevadas.



## asia en desarrollo

Asia en desarrollo (en su mayor parte Indonesia) es un exportador de carbón muy importante; y sus exportaciones representarían en ambos escenarios, cerca de un cuarto de los empleos en el suministro de energía para 2020. Sin embargo, mientras que los empleos en la exportación del mineral disminuirían en el escenario de la [R]evolución Energética, las de gas se incrementarían en ese mismo modelo, en relación con las de Referencia. La figura 3.38 muestra el cambio en las cifras de empleo bajo ambos escenarios para cada tecnología, entre 2010 y 2020, y 2010 y 2030.

Se asume que Asia en desarrollo importará el 70% de la tecnología renovable en 2010, y el 30% en 2030. No obstante, si la manufactura nacional se incrementa y alcanza un 100% en 2030, los empleos en el escenario de la [R]evolución Energética llegarían a 798 mil para ese mismo año.

**Nota sobre los multiplicadores de empleo** En 2010, las proyecciones de empleo en el sector de la energía para Asia en desarrollo son muy altas, en su mayoría, debido a las grandes perspectivas de crecimiento económico en la región, de acuerdo con la AIE (2007). Es por ello, que el multiplicador de empleo comienza alto y disminuye a lo largo del periodo de estudio. Si no se usara ningún multiplicador, se estimaría que, en ambos escenarios, aumentarían a un ritmo constante. Sin embargo, los cálculos totales de empleo, en general, serían muy bajos.

figura 3.39: asia en desarrollo. El efecto del multiplicador de empleos en las proyecciones laborales

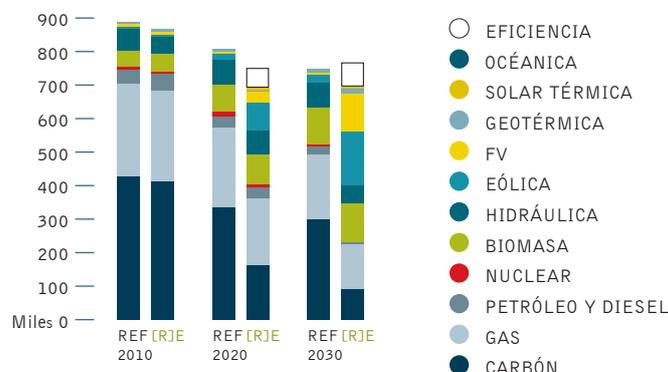


tabla 3.9: asia en desarrollo: empleos y generación de electricidad para 2010, 2020 y 2030

	ESCENARIO DE REFERENCIA			[R]EVOLUCIÓN ENERGÉTICA		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
<b>Empleos (miles)</b>						
Carbón	423	327	300	399	158	86
Gas	272	239	192	276	208	138
Nuclear, petróleo y diesel	50	46	26	50	36	15
Renovables	135	188	220	135	286	445
<b>Empleos en el abasto de energía</b>	<b>881</b>	<b>799</b>	<b>738</b>	<b>861</b>	<b>688</b>	<b>684</b>
Empleos en eficiencia energética	-	-	-	0.2	53	70
<b>Empleos totales</b>	<b>881</b>	<b>799</b>	<b>738</b>	<b>861</b>	<b>741</b>	<b>754</b>
<b>Generación de electricidad (TWh)</b>						
Carbón	390	595	820	389	425	342
Gas	456	644	786	456	545	570
Nuclear, petróleo y diesel	179	208	186	179	170	110
Renovables	184	311	442	184	420	823
<b>Total en generación eléctrica (TWh)</b>	<b>1,210</b>	<b>1,758</b>	<b>2,234</b>	<b>1,209</b>	<b>1,560</b>	<b>1,845</b>

Nota: se estiman números conservadores en eficiencia energética ya que sólo se incluyen empleos adicionales al Escenario de Referencia



## mezcla en la generación de electricidad

Para 2050, el 63% de la electricidad producida en China vendrá de fuentes de energía renovable. La eólica, solar térmica y fotovoltaica contribuirán con el 46% de su generación. La siguiente estrategia prepara el terreno para un camino de suministro de energía renovable: el aumento de la demanda de electricidad se cubrirá inicialmente mediante la puesta en funcionamiento de nuevas centrales de energía de ciclo combinado a base de gas que sean muy eficientes, y si se incrementa la capacidad, de turbinas eólicas y de biomasa. A la larga, la energía eólica será la fuente más importante de producción, no obstante que la solar, las hidroeléctricas y la de biomasa, también harán contribuciones substanciales.

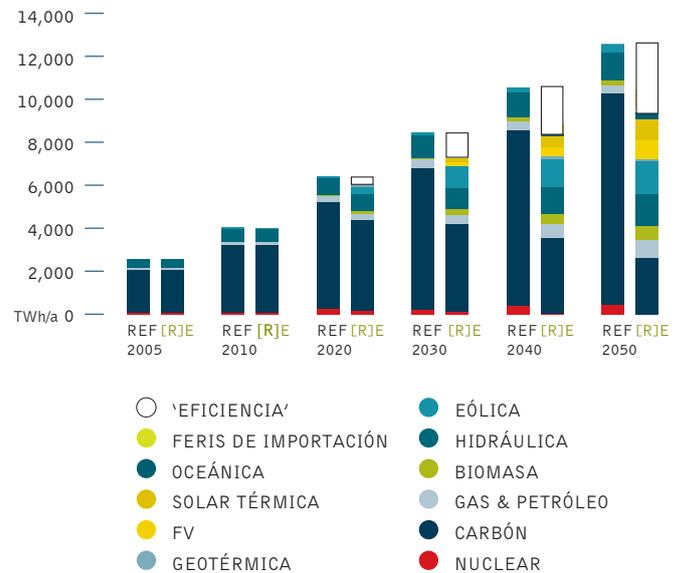
La capacidad instalada de tecnologías de energías renovables crecerá de los actuales 119 GW a mil 950 en 2050. Un enorme crecimiento que tendrá como resultado una demanda considerable de inversión en los próximos 20 años. La figura 3.40 muestra la evolución comparativa de diferentes tecnologías a lo largo del tiempo. Hasta 2020, las energías hidráulica y eólica continuarán siendo las principales contribuyentes. Después, el crecimiento continuo de la producida por el viento se complementará con la producida a partir de biomasa, fotovoltaica y solar térmica de concentración.

## costos futuros de la generación de electricidad

La figura 3.41 muestra que la introducción de tecnologías renovables bajo el escenario de la [R]evolución Energética, generaría un ligero incremento en los costos de generación de electricidad, en comparación con el de Referencia. La diferencia sería de menos de un centavo de dólar/KWh para 2020. Sin embargo, en ese marco, debido a la baja intensidad de bióxido de carbono, los costos de producción serían económicamente favorables y para 2050 serían de más cinco centavos de dólar/KWh debajo del convencional. En este último, el crecimiento no controlado de la demanda, el incremento en los precios de los combustibles fósiles y el costo de las emisiones de bióxido de carbono tendrán como resultado que los costos totales suban de los 205 mil millones de dólares por año, en la actualidad, a más de mil 940 mil millones en 2050. La figura 3.42 muestra que el escenario de la [R]evolución Energética no sólo cumple con los objetivos de reducción sino que también ayuda a estabilizar los costos de la energía. Al incrementar la eficiencia energética y cambiar hacia las energías renovables sería, a largo plazo, tres veces menor que en el de Referencia.

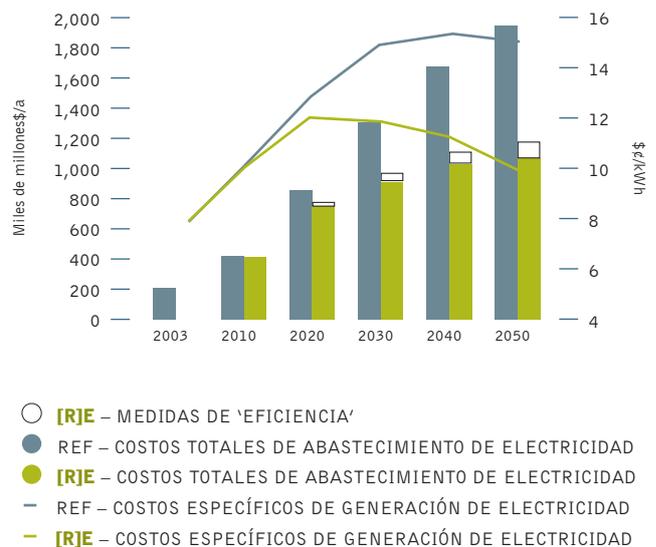
**figura 3.40: china: evolución de estructuras para el suministro de electricidad bajo los dos escenarios**

(‘EFICIENCIA’=REDUCCIÓN EN COMPARACIÓN CON EL ESCENARIO DE REFERENCIA)



**figura 3.41: china: evolución del total de los costos de abastecimiento de electricidad y evolución de determinados costos de generación de electricidad bajo los dos escenarios**

(LOS COSTOS DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub> CALCULADOS AL 2010, CON UN INCREMENTO DESDE 15\$/TCO<sub>2</sub> EN 2010 HASTA 50\$/TCO<sub>2</sub> EN 2050)





# china

resultados clave | CHINA

## emisiones de bióxido de carbono de la generación de energía

Las emisiones de bióxido de carbono de China se triplicarían, con el escenario de Referencia, mientras en el de la [R]evolución Energética, disminuirían de 4 mil 400 millones de toneladas en 2005, a 3 mil 200 millones en 2050. Las emisiones anuales per cápita bajarían de 3.4 a 2.3 toneladas. A pesar de la demanda creciente, las emisiones del gas contaminante se reducirían. A la larga, la eficiencia ganaría y el uso cada vez mayor de la electricidad renovable en vehículos reduciría las emanaciones del transporte, aunque el sector energético continuaría siendo la fuente más grande, con una participación del 50% del total.

## resultados en empleos

- En 2010, China tendría proyectados, en ambos escenarios, cerca de 2.9 millones de empleos en el sector de la energía, con alrededor de 40 mil empleos más en el escenario de la [R]evolución Energética (sólo se incluyen los empleos asociados al sector de electricidad)<sup>13</sup>.
- En 2020, las cifras de empleo en ambos escenarios caerían en relación al 2010, pero el de [R]evolución Energética mantendría 2.2 millones de empleos (300 mil más) en comparación a los 1.9 millones del de Referencia.
- En 2030, la [R]evolución Energética retiene apenas 2 millones de empleos, mientras que en el convencional, las cifras caerían a 1.5 millones, lo que significa que el primero, tendría 500 mil más.

El aspecto más destacado en las proyecciones de empleo en China, es su disminución entre 2010 y 2020. Las cifras caerían de cerca de 2.9 millones en ambos escenarios, a sólo 1.9 millones en el de Referencia, y 2.1 millones en el de la [R]evolución Energética.

Hay más empleos en todos los niveles del sector de la energía en China con el escenario de la [R]evolución Energética, que para 2010, tendrá 40 mil empleos más que el de Referencia; en 2020 tendrá 300 mil más, y en 2050, 570 mil más.

Con el tiempo, los dos escenarios mostrarían pérdidas importantes de empleo, sin embargo, con el de la [R]evolución Energética se retienen más. Entre 2010 y 2020, en el sector del carbón disminuirían de forma sustancial en ambos: en el convencional, son 100 mil menos para 2020 en relación con la década anterior, si se siguen las tendencias mundiales; y en la "verde", aunque la merma es grande, sólo llega a alrededor de 20 mil que se ven compensadas por un fuerte crecimiento en el sector de la energía renovable, en particular, la eólica, la de cogeneración y la solar FV, que permiten una salvaguardar laboral mayor. En el caso de Referencia, el crecimiento de empleo en la energía renovable es débil, por lo que dominan el realizado en el sector del carbón.

## referencias

<sup>13</sup> CON EL OBJETIVO DE USAR UNA METODOLOGÍA CONSISTENTE, SÓLO SE INCLUYE EL CARBÓN PARA LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD Y LA COGENERACIÓN. EL ANUARIO 2008 DE CHINA REPORTA 3.6 MILLONES DE EMPLEOS EN LA EXTRACCIÓN DEL MINERAL Y 2.3 MILLONES EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD. SIN EMBARGO, DEBIDO A QUE POCO MÁS DE LA MITAD DE LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN EN CHINA NO SE USÓ PARA LA ELECTRICIDAD, APROXIMADAMENTE 1.9 MILLONES DE EMPLEOS NO SE INCLUYEN EN EL PRESENTE ANÁLISIS.

figura 3.42: china: emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energía

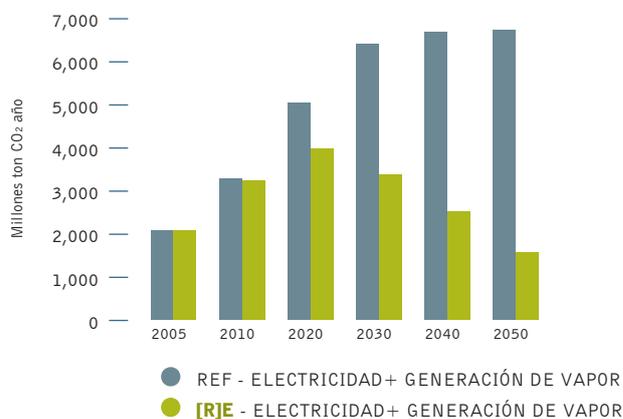
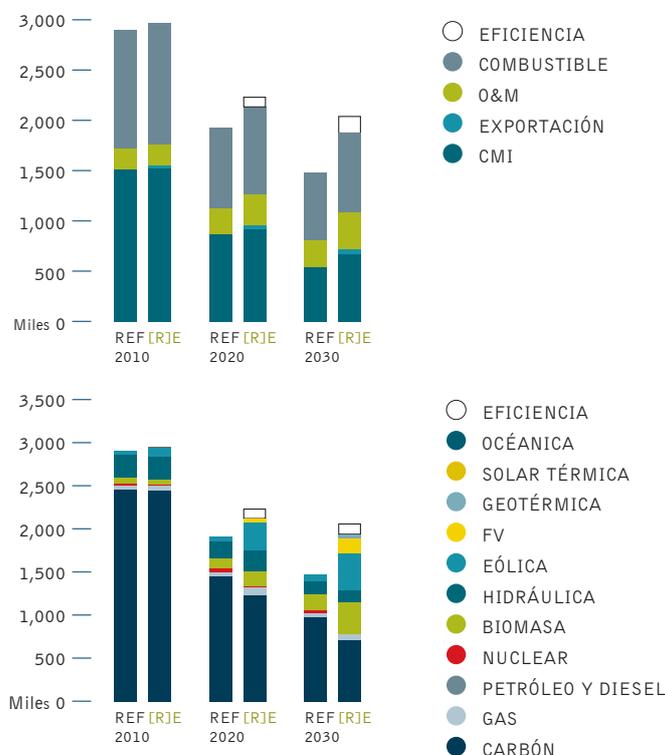


figura 3.43: china: empleos por tipo y por tecnología en 2010, 2020, y 2030



Los empleos proyectados entre 2010 y 2020 son, en gran parte, resultado de la cada vez mayor prosperidad de China. El modelo muestra una disminución porque se estima un fuerte crecimiento en el progreso y la productividad laboral. Si no se usara un multiplicador regional, los cálculos mostrarían niveles de empleo más estables.

Para poder hacer un modelo de empleos futuros, se utilizó información específica del sector carbonífero en China, por lo que podría ser un cálculo menor del cambio en la productividad del sector. Si ese fuera el caso, la realidad sería que ahí, habría aún más pérdidas de empleo.

Sin embargo, tanto el incremento en la productividad como la escala de pérdidas de empleo son asuntos de política. La del

gobierno chino, en la actualidad, es cerrar las pequeñas minas de carbón de los pueblos, intensivas en empleo, por lo que tendría un gran impacto en el sector. También puede ser que la política gubernamental transfiera esos empleos a la eficiencia energética, cogeneración o energía renovable, por ejemplo. Así se administrarían de mejor forma los niveles regionales de empleo.

El multiplicador de empleo usado para China es 1.9 en 2010; 1.2 en 2020, y uno en 2030. La disminución es el resultado del 7% de crecimiento anual proyectado en el PIB per cápita, tomado de la AIE 2007<sup>14</sup>, cuyo pronóstico para 2030, sostiene que China tendrá el mismo PIB per cápita que el promedio de la OCDE, por lo que la capacidad de generación que mantenía 1.8 empleos en 2010, sólo mantendrá un empleo en 2030.

figura 3.44: china: el efecto del multiplicador de empleos en las proyecciones laborales

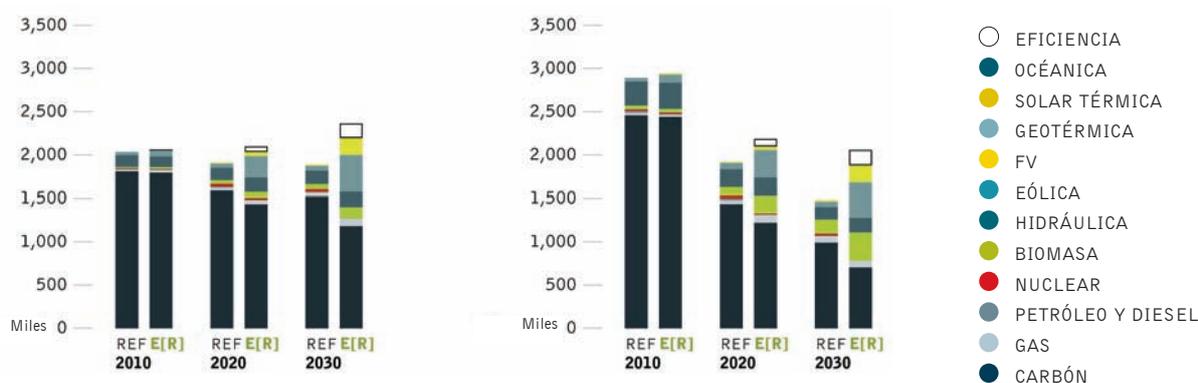


tabla 3.10: china: empleos y generación de electricidad para 2010, 2020 y 2030

	ESCENARIO DE REFERENCIA			[R]EVOLUCIÓN ENERGÉTICA		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
<b>Empleos (miles)</b>						
Carbón	2,461	1,449	1,017	2,438	1,232	709
Gas	27	42	42	28	59	66
Nuclear, petróleo y diesel	34	43	33	31	20	5
Renovables	378	379	382	442	811	1,128
<b>Empleos en el abasto de energía</b>	<b>2,899</b>	<b>1,912</b>	<b>1,474</b>	<b>2,940</b>	<b>2,123</b>	<b>1,909</b>
Empleos en eficiencia energética	-	-	-	2	80	151
<b>Empleos totales</b>	<b>2,899</b>	<b>1,912</b>	<b>1,474</b>	<b>2,942</b>	<b>2,204</b>	<b>2,059</b>
<b>Generación de electricidad (TWh)</b>						
Carbón	3,179	5,050	6,586	3,150	4,238	4,105
Gas	62	170	313	62	220	420
Nuclear, petróleo y diesel	130	222	305	126	148	88
Renovables	587	946	1,268	611	1,378	2,645
<b>Total en generación eléctrica (TWh)</b>	<b>3,957</b>	<b>6,388</b>	<b>8,472</b>	<b>3,948</b>	<b>5,983</b>	<b>7,258</b>

Nota: se estiman números conservadores en eficiencia energética ya que sólo se incluyen empleos adicionales al Escenario de Referencia.

referencias

14 EL MULTIPLICADOR DE EMPLEO SE CALCULA A PARTIR DE LA PRODUCTIVIDAD LABORAL A TRAVÉS DE LA ECONOMÍA –EXCLUYENDO LA AGRÍCOLA– Y SE ASUME QUE SU MODIFICACIÓN REFLEJA EL CAMBIO EN EL PIB PER CÁPITA.



# ocde pacífico

resultados clave | OCDE PACÍFICO

## mezcla en la generación de electricidad

Para 2050, el 78% de la electricidad producida en la OCDE Pacífico vendrá de fuentes de energía renovable. Las "nuevas" energías renovables, eólica, la solar térmica y la FV, contribuirán con 68% de su generación.

La capacidad instalada de tecnologías de energías renovables se incrementará de los actuales 62 GW a más de 600 en 2050, un crecimiento con factor de diez. Para lograr un crecimiento que sea atractivo para la economía, se requiere de una movilización oportuna y equilibrada de todas las tecnologías. La figura 3.45 muestra la evolución comparativa de diferentes tecnologías a lo largo del tiempo. Hasta 2020, las energías hidráulica y eólica continuarán siendo las principales contribuyentes. Después, el crecimiento continuo de la producida por el viento se complementará con la generada a partir de biomasa, fotovoltaica y solar térmica.

## costos futuros de la generación de electricidad

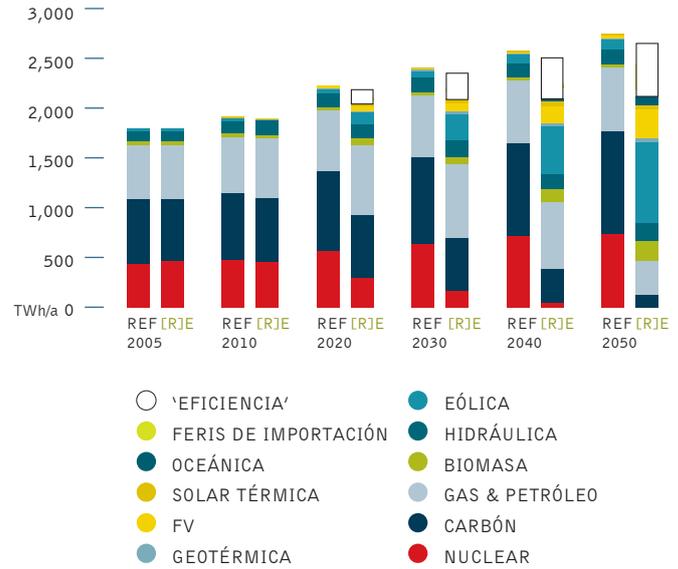
Bajo ambos escenarios, los costos de generación eléctrica se elevan casi al mismo ritmo hasta el año 2030, cuando el costo de ésta a partir de energías renovables bajo el escenario de la [R]evolución Energética obliga a los costos total a reducirse. Para el 2050, los costos de la electricidad en el escenario de la [R]evolución Energética ascenderán a menos de 12 centavos de dólar/KWh, en comparación con el escenario convencional, bajo el cual el costo de la electricidad se elevará a más de 16 centavos de dólar/KWh.

## emisiones de bióxido de carbono de la generación de energía

Mientras que bajo el escenario de Referencia las emisiones de bióxido de carbono de la OCDE Pacífico se incrementarían 20%, con el de la [R]evolución Energética, disminuirían de mil 900 millones de toneladas en 2005, a 430 millones de toneladas en 2050. Las emisiones anuales per cápita bajarían de 9.5 toneladas a 2.4. A pesar de la reducción paulatina de la energía nuclear y de la demanda creciente, estas emisiones se reducirían en el sector de electricidad, aunque para 2050 continuaría siendo la mayor fuente, con una participación del 45% del total.

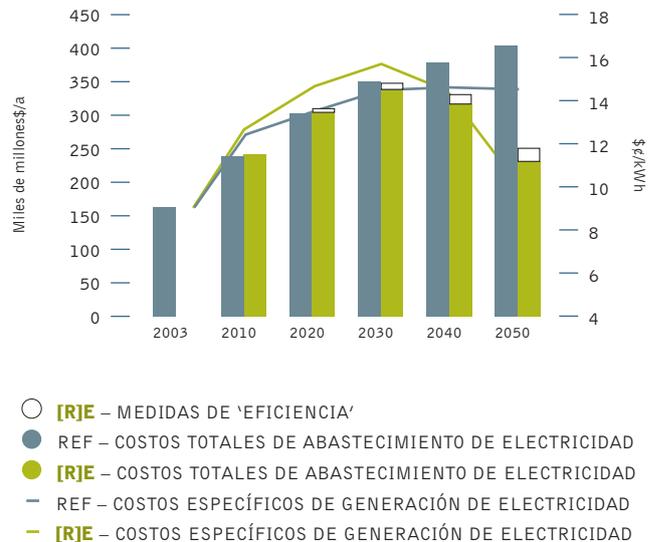
**figura 3.45: OCDE Pacífico: evolución de estructuras para el suministro de electricidad bajo los dos escenarios**

(‘EFICIENCIA’=REDUCCIÓN EN COMPARACIÓN CON EL ESCENARIO DE REFERENCIA)

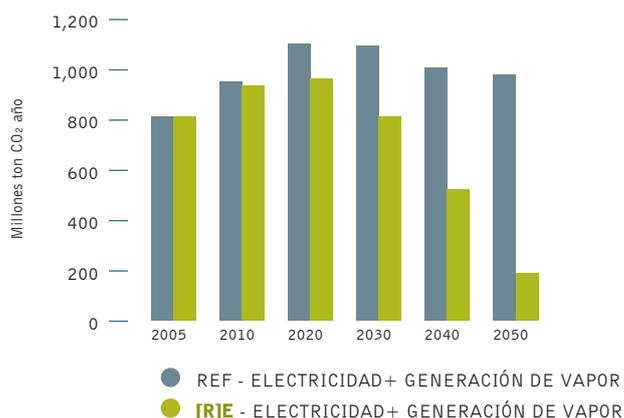


**figura 3.46: OCDE Pacífico: evolución del total de los costos de abastecimiento de electricidad y evolución de determinados costos de generación de electricidad bajo los dos escenarios**

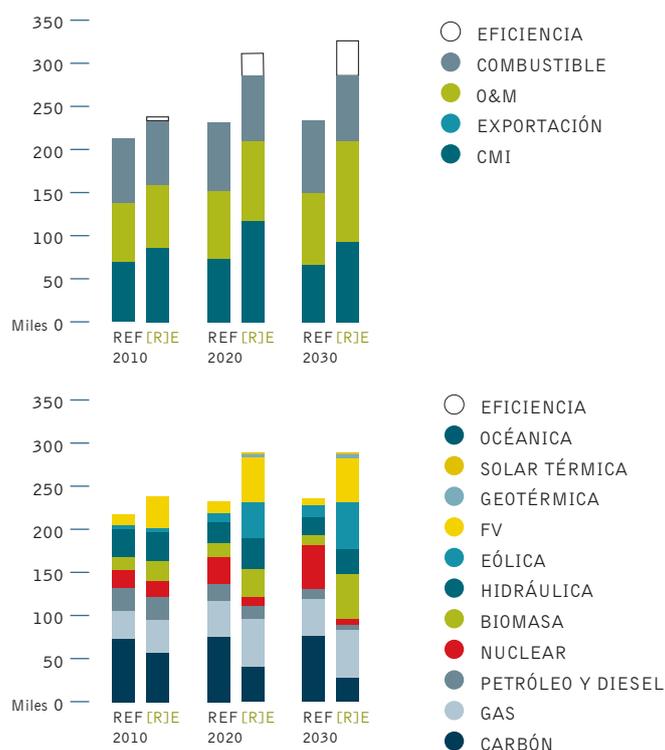
(LOS COSTOS DE LAS EMISIONES DE CO2 CALCULADOS AL 2010, CON UN INCREMENTO DESDE 15\$/TCO2 EN 2010 HASTA 50\$/TCO2 EN 2050)



**figura 3.47: OCDE Pacífico: emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energía**



**figura 3.48: OCDE Pacífico: empleos por tipo y por tecnología en 2010, 2020, y 2030**



### resultados en empleos

- En 2010, OCDE Pacífico tendrá 238 mil empleos en el sector de la energía bajo el escenario de la [R]evolución Energética y 214 mil con el de Referencia.
- En 2020, las cifras alcanzarán 310 mil en el modelo de la [R]evolución Energética, 80 mil más que en el escenario de Referencia.
- En 2030, las cifras tendrán una ligera disminución bajo el escenario de la [R]evolución Energética, pero el crecimiento en la eficiencia energética proporcionará 324 mil empleos en 2030, casi 90 mil adicionales respecto al de Referencia.

Hay más empleos en todos los niveles del sector de la energía en la OCDE Pacífico con el escenario de la [R]evolución Energética

que, para 2020, pronostica una reducción del 12% en el uso de electricidad, en comparación con el esquema de Referencia. Lo anterior requiere un programa de reacondicionamiento de edificios y un mejoramiento en la eficiencia industrial y de servicios. Los empleos en la eficiencia energética mantienen su crecimiento, siempre y cuando en el suministro de energía, estos se mantengan estables.

En el escenario de la [R]evolución Energética las grandes pérdidas ocurren en los empleos asociados a la generación a partir del carbón; sin embargo, un crecimiento muy fuerte en todos los sectores renovables lleva a una ganancia neta y sustancial en las cifras de empleo.

Se asume que, para 2010, el 30% de la manufactura de energía renovable ocurrirá dentro de la región, que se incrementa a 50% para 2030.

**tabla 3.11: OCDE Pacífico: empleos y generación de electricidad para 2010, 2020 y 2030**

	ESCENARIO DE REFERENCIA			[R]EVOLUCIÓN ENERGÉTICA		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
<b>Empleos (miles)</b>						
Carbón	73	76	73	56	41	28
Gas	30	41	46	39	55	54
Nuclear, petróleo y diesel	47	49	57	45	26	14
Renovables	63	64	58	98	164	189
<b>Empleos en el abasto de energía</b>	<b>214</b>	<b>229</b>	<b>235</b>	<b>238</b>	<b>285</b>	<b>286</b>
Empleos en eficiencia energética	-	-	-	2	25	39
<b>Empleos totales</b>	<b>214</b>	<b>229</b>	<b>235</b>	<b>240</b>	<b>310</b>	<b>324</b>
<b>Generación de electricidad (TWh)</b>						
Carbón	684	808	857	652	629	533
Gas	415	501	557	454	631	687.45
Nuclear, petróleo y diesel	632	669	723	600	375	210
Renovables	180	233	265	196	411	665
<b>Total en generación eléctrica (TWh)</b>	<b>1,911</b>	<b>2,210</b>	<b>2,402</b>	<b>1,902</b>	<b>2,045</b>	<b>2,096</b>

**Nota:** se estiman números conservadores en eficiencia energética ya que sólo se incluyen empleos adicionales al Escenario de Referencia.

## países del g8

### [R]evolución energética

La [R]evolución Energética para los países del G8 (Estados Unidos, Canadá, Alemania, Reino Unido, Italia, Japón, Rusia y Francia) establece un objetivo de reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero, que deberá estar por debajo de los niveles de 1990, en 40% para 2020; y al menos 80%, en 2050. Con base en las emisiones actuales de bióxido de carbono el total en el sector de la energía podría reducirse casi un 50% para 2030.

Bajo la [R]evolución Energética:

- En 2020, el escenario para los países del G8 proyecta una capacidad de electricidad renovable de 978 GW, abasteciendo el 32% de la producción total, en comparación con el 20% del enfoque convencional.
- En 2030, las tecnologías instaladas de energía renovable aumentarán a mil 500 GW, lo que representa el 50% de la generación de electricidad.
- El valor total de la industria de energía renovable se triplicaría: de alrededor de 100 mil millones de dólares en 2007, a 347 mil millones en 2020. Para 2030, se invertirían en ellas más de 420 mil millones de dólares.

### resultados en empleos

Se calcula que los empleos en el sector de la energía bajo la [R]evolución Energética, serán cerca de 1.4 millones, para 2020; 460 mil más que bajo el escenario convencional.

Para 2030, la inversión en la energía renovable y la eficiencia energética crearán alrededor de 2.1 millones de empleos, 650 mil más que bajo el escenario de Referencia.

En el escenario de la [R]evolución Energética se crearían más de 1.8 millones de empleos en el sector de la energía renovable –alrededor de un millón más que en el de Referencia – que

compensan las pérdidas de 394 mil de la generación de energía nuclear y la producida a partir de combustibles fósiles.

La figura 3.49 muestra el número de empleos, tanto en el escenario de la [R]evolución Energética como en el convencional, por tecnología y tipo: operación y mantenimiento (O&M) y combustible; y construcción, manufactura e instalación (CMI) en 2010, 2020 y 2030. La cogeneración se incluye bajo el tipo de combustible.

Como puede apreciarse, al cambiar a la energía cero carbono, el empleo se incrementa de manera significativa: de 1.4 millones en 2010, a 1.8 millones en 2020, y para 2030, alcanza 2.1 millones. Si los países del G8 no hicieran el cambio, los empleos en el sector de la energía sólo se estabilizarían alrededor de 1.4 a 1.5 millones para 2010 y 2030.

Si se cambiara al suministro de energía actual a renovables, el uso de la electricidad para el G8 se reduciría 11% en 2020, en comparación con el esquema convencional. Lo anterior requiere un programa de reacondicionamiento de edificios en cada región, lo que crearía una gran cifra adicional de empleos en la construcción para la siguiente década.

Sin embargo, para 2030, puede que esas cifras de empleos en la construcción, no sean tan importantes, considerando que el re-equipamiento se haya completado, y que las nuevas prácticas sobre construcciones, para cumplir con los estándares en eficiencia energética estén integradas a la construcción normal y las técnicas de fabricación. No obstante, es probable que para 2020 y 2030, exista un crecimiento importante en los empleos asociados a la administración de energía, tanto en el nivel de instalaciones como en su manejo de redes, pero el cálculo de cifras va más allá del alcance del presente análisis.

Hay una disminución de empleos en el sector del carbón en ambos escenarios, entre 2010 y 2020, pero el fuerte crecimiento en las energías renovables, conllevaría ganancias netas. Bajo el enfoque convencional, el aumento laboral en la generación de gas, no es suficiente para compensar las pérdidas de empleo en el sector del carbón.

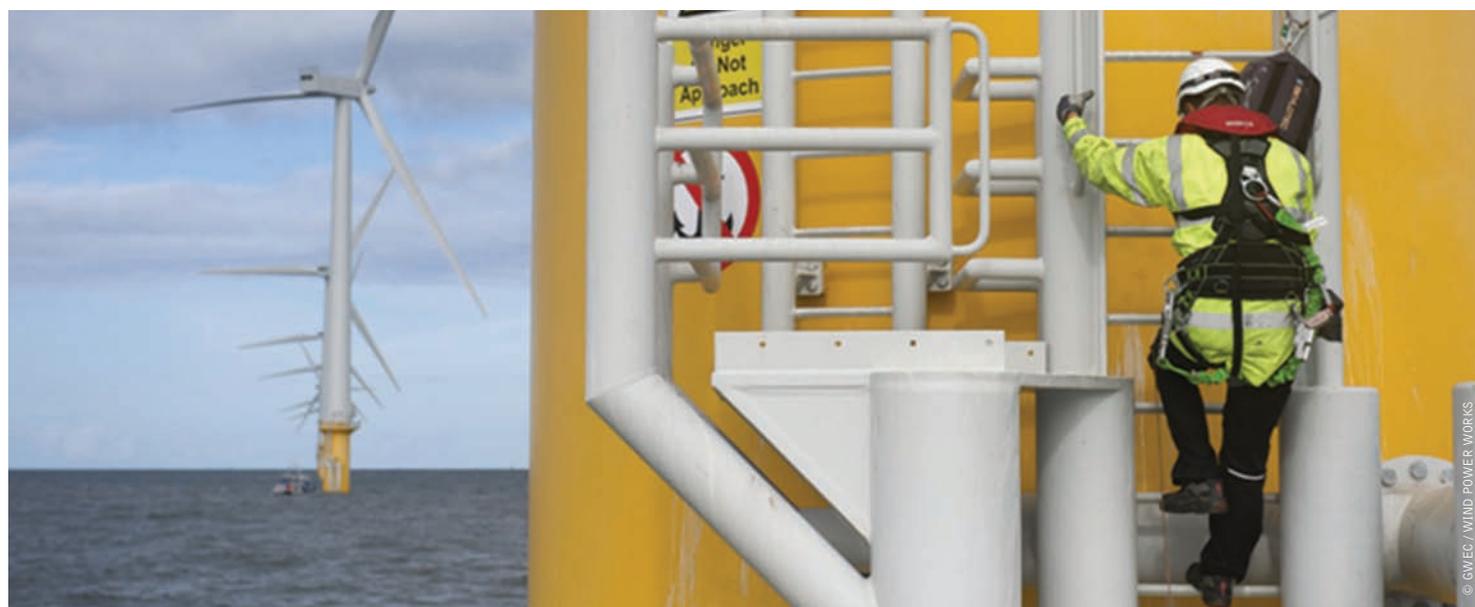
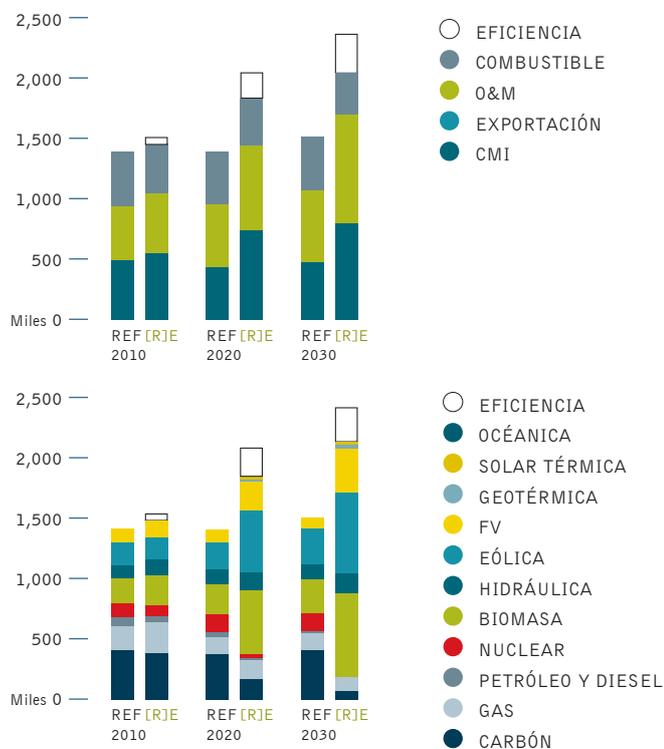


imagen TÉCNICO ASCIENDIENDO UNA TURBINA EÓLICA EN BURBO BANK, LIVERPOOL, REINO UNIDO.

**figura 3.49: países G8: empleos por tipo y por tecnología en 2010, 2020, y 2030**



**tabla 3.12: países G8: empleos y generación de electricidad para 2010, 2020 y 2030**

	ESCENARIO DE REFERENCIA			[R]EVOLUCIÓN ENERGÉTICA		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
<b>Empleos (millones)</b>						
Carbón	0.42 m	0.38 m	0.42 m	0.37 m	0.16 m	0.08 m
Gas	0.23 m	0.18 m	0.16 m	0.31 m	0.20 m	0.16 m
Nuclear, petróleo y diesel	0.17 m	0.18 m	0.15 m	0.15 m	0.07 m	0.02 m
Renovables	0.61 m	0.70 m	0.82 m	0.70 m	1.49 m	1.88 m
<b>Empleos en el abasto de energía</b>	<b>1.44 m</b>	<b>1.44 m</b>	<b>1.54 m</b>	<b>1.52 m</b>	<b>1.92 m</b>	<b>2.14 m</b>
<b>Empleos en eficiencia energética</b>	<b>0.00 m</b>	<b>0.00 m</b>	<b>0.00 m</b>	<b>0.05 m</b>	<b>0.21 m</b>	<b>0.30 m</b>
<b>Empleos totales</b>	<b>1.44 m</b>	<b>1.44 m</b>	<b>1.54 m</b>	<b>1.57 m</b>	<b>2.13 m</b>	<b>2.45 m</b>
<b>Generación de electricidad (TWh)</b>						
Carbón	3,439	3,810	4,316	3,209	2,160	1,296
Gas	2,170	2,471	2,674	2,505	3,027	3,062
Nuclear, petróleo y diesel	2,431	2,442	2,415	2,026	1,161	330
Renovables	1,446	1,954	2,372	1,533	3,111	4,944
<b>Total en generación eléctrica (TWh)</b>	<b>9,486</b>	<b>10,677</b>	<b>11,777</b>	<b>9,274</b>	<b>9,459</b>	<b>9,632</b>

**Nota:** se estiman números conservadores en eficiencia energética ya que sólo se incluyen empleos adicionales al Escenario de Referencia.

# principales resultados por tecnología

GLOBAL

TODAS LAS TECNOLOGÍAS COMPARADAS  
CON LOS COMBUSTIBLES FÓSILES Y LA  
ENERGÍA NUCLEAR

SOLAR FOTOVOLTAICA  
SOLAR TÉRMICA DE CONCENTRACIÓN  
EÓLICA  
OCEÁNICA

GEOTÉRMICA  
BIOMASA  
COMBUSTIBLES FÓSILES Y NUCLEAR



**“Sin duda, existe un crecimiento más sólido en las energías renovables, resultando en la generación de más empleos”**



imagen UN TRABAJADOR EXAMINA UN COLECTOR SOLAR PARABÓLICO EN ESPAÑA © GP/MARKEL REDONDO

GREENPEACE INTERNACIONAL  
CAMPAÑA DE CLIMA



## Índices de crecimiento futuro

Con el fin de obtener un mejor entendimiento de lo que las distintas tecnologías pueden ofrecer, es necesario examinar más a detalle de qué forma las futuras capacidades de producción pueden lograrse a partir de la actual línea base. Hoy día, la industria eólica -por ejemplo- tiene una capacidad de producción anual de alrededor de 25 mil MW. Si esta expectativa no fuera ampliada, el potencial total alcanzaría 650 GW para el año 2050. Esto incluye la necesidad de "repotenciación" de viejas turbinas de viento después de 20 años. Pero de acuerdo con este escenario, la participación de la electricidad eólica en la producción mundial en 2050 tendrá que crecer a partir del actual 1% a 4.5% bajo el escenario de Referencia, y 6.5% bajo la vía de la [R] evolución Energética.

De una expansión actual relativamente modesta de la capacidad de producción de 25 GW, hacia casi 80 GW en 2020, y 100 GW en 2040, daría lugar a una capacidad total instalada de mil 800 GW en 2050, abasteciendo entre 12% y 18% de la demanda mundial de electricidad.

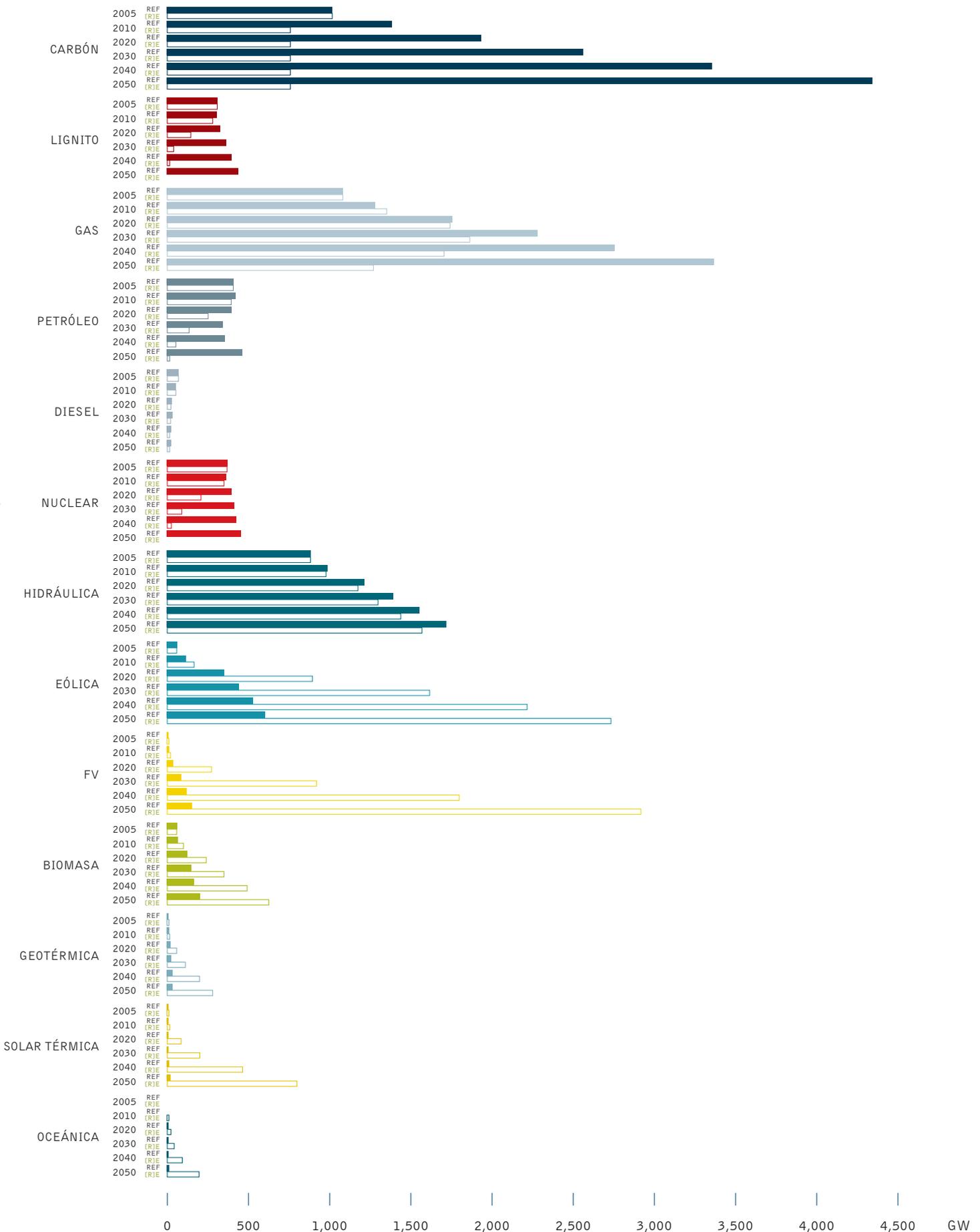
Las siguientes tablas proporcionan una visión general de los niveles de generación actuales, las capacidades requeridas en virtud de la [R] evolución Energética y las proyecciones de la industria para un crecimiento de mercado más avanzado. La buena noticia es que el escenario ni siquiera se aproxima al límite estimado en las proyecciones de las propias industrias renovables. Sin embargo, asume que al mismo tiempo que fuertes medidas de eficiencia energética son instrumentadas a fin de ahorrar recursos, también se desarrolla el suministro de energía más óptimo en cuanto a costos.

**tabla 4.1: capacidades de producción requeridas para tecnologías de energía renovable en diferentes escenarios**

TECNOLOGÍAS NUEVAS DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD RENOVABLE	2010	2020	2030	2040	2050	CAPACIDAD INSTALADA TOTAL EN 2050	CUOTA DE ELECTRICIDAD BAJO LAS PROYECCIONES DE DEMANDA DE [R] EN 2050
	GW/a	GW/a	GW/a	GW/a	GW/a		
<b>Solar fotovoltaica</b>							
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN 2007 (APROX. 5-7 GW)							
Referencia	2	5	5	5	5	153	0
[R]evolución Energética	4	40	65	100	125	2,911	10
<b>Solar Térmica de Concentración</b>							
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN 2007 (APROX. 2-3 GW)							
Referencia	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	17	0
[R]evolución Energética	1	12	17	27	33	801	12
<b>Eólica</b>							
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN 2007 (APROX. 25 GW)							
Referencia	25	25	25	25	25	593	4
[R]evolución Energética	30	82	85	100	100	2,733	18
<b>Geotérmica</b>							
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN 2007 (APROX. 1-2 GW)							
Referencia	1	1	1	1	1	36	1
[R]evolución Energética		5	6	10	10	276	4
<b>Oceánica</b>							
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN 2007 (APROX. >1GW)							
Referencia	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	9	0
[R]evolución Energética	0	2	3	5	10	194	2
<b>Total</b>							
CAPACIDADES DE PRODUCCIÓN EN 2007 (APROX.)							
Referencia	28	32	31	31	31	808	5
[R]evolución Energética	36	141	176	242	278	6,916	46



figura 4.1: global: capacidad instalada acumulada: Referencia y [R]evolución Energética



4 resultados clave por tecnología | CAPACIDAD INSTALADA ACUMULADA

**imagen** GREENPEACE DONA UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR A UNA VILLA COSTERA EN ACEH, INDONESIA, UNA DE LAS ÁREAS MÁS DEVASTADAS POR EL TSUNAMI EN DICIEMBRE DE 2004.



## resultados totales en empleos

En 2020, habría un total de 2 millones de empleos más en la industria de la energía bajo el escenario de la [R]evolución Energética, que los que tendría el de Referencia. Entre 2010 y 2020, habría menos empleos en el sector del carbón en ambos, pero en el primero las pérdidas serían mayores. Sin embargo, el crecimiento de las energías renovables y la eficiencia energética, tiene como resultado un mayor número de empleos totales.

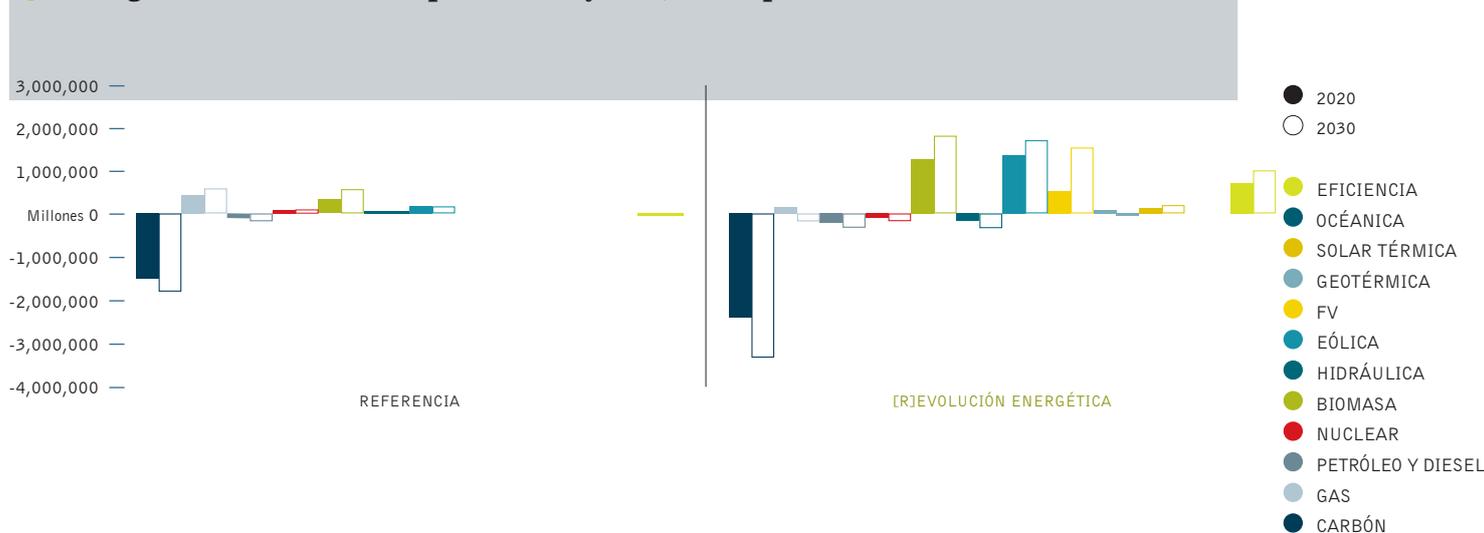
La figura 4.2 muestra que para 2020, más de la mitad de los empleos directos bajo el escenario de la [R]evolución Energética, se ubican en las energías renovables, incluso si éstas representan tan sólo el 36% de la generación de electricidad. En el esquema de Referencia, las energías renovables representan el 28% de empleos en energía y 22% de la generación de electricidad. Lo anterior

refleja que el sector renovable tiene una mayor "intensidad laboral", es decir, más trabajadores por unidad de energía producida.

En 2010, el sector del carbón es el que proporciona más empleos en ambos escenarios, cubriendo casi la mitad del empleo de la industria de la energía. En 2020, cae en ambos escenarios, a 34% en el de Referencia y a sólo 21% en el de la [R]evolución Energética, aunque esta reducción se compensa muy bien con el fuerte crecimiento del sector de las renovables.

En el escenario de la [R]evolución Energética, el empleo en la energía eólica es el que registra mayor crecimiento y tiene el mayor número de empleos, tanto en 2020 como en 2030. La cogeneración renovable (en su mayor parte la biomasa) tiene la siguiente cifra de empleo más alta para 2030, seguida muy de cerca por la energía solar FV.

**figura 4.2:** global: cambios en el empleo en 2020 y 2030, en comparación con 2010



**tabla 4.2:** global: resumen de resultados

	ESCENARIO DE REFERENCIA			ESCENARIO DE LA [R]EVOLUCIÓN		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
<b>Empleos (millones)</b>						
Carbón	4.65 m	3.16 m	2.86 m	4.26 m	2.28 m	1.39 m
Gas	1.95 m	2.36 m	2.55 m	2.08 m	2.12 m	1.80 m
Nuclear, petróleo y diesel	0.61 m	0.58 m	0.50 m	0.56 m	0.31 m	0.13 m
Renovables	1.88 m	2.41 m	2.71 m	2.38 m	5.03 m	6.90 m
<b>Empleos en el suministro de energía</b>	<b>9.1</b>	<b>8.5</b>	<b>8.6</b>	<b>9.3</b>	<b>9.7</b>	<b>10.2</b>
Empleos en el sector de eficiencia energética	-	-	-	0.06	0.72	1.13
<b>Total empleos</b>	<b>9.1</b>	<b>8.5</b>	<b>8.6</b>	<b>9.3</b>	<b>10.5</b>	<b>11.3</b>
<b>Generación eléctrica (TWh)</b>						
Carbón	9,283	12,546	16,030	8,751	8,953	7,784
Gas	4,447	6,256	7,974	4,704	6,126	6,335
Nuclear, petróleo, diesel	4,004	4,133	4,079	3,814	2,309	1,003
Renovables	4,047	5,871	7,286	4,254	8,355	14,002
<b>Total generación eléctrica (TWh)</b>	<b>21,780</b>	<b>28,807</b>	<b>35,369</b>	<b>21,523</b>	<b>25,743</b>	<b>29,124</b>

**imagen** VOLUNTARIOS REVISAN LOS PANELES SOLARES EN EL TECHO DEL AUTOBUS SOLAR, BRASIL. DURANTE EL TOUR POR BRASIL, EL AUTOBÚS DE GREENPEACE VIAJÓ CARGADO INFORMACIÓN Y DATOS CONTUNDENTES SOBRE LOS ASPECTOS POSITIVOS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.



# solar fotovoltaica

El mercado mundial de la energía fotovoltaica (FV) ha crecido a un ritmo anual de poco más de 35%, en los años recientes, por lo que ahora puede hacer una contribución importante a la generación de electricidad. La labor en su desarrollo se enfoca en incrementar la eficiencia energética y reducir el uso material de los sistemas y módulos. Las nuevas tecnologías se están desarrollando rápido, lo que incluye los módulos FV de capa delgada (utilizando semiconductores alternativos) o celdas solares Graetzel, las cuales presentan un alto potencial para reducir costos.

La energía fotovoltaica ha seguido un camino bastante consistente de 20% de reducción de costos cada vez que la capacidad se duplica; el escenario asume de cinco a diez centavos de dólar/KWh para 2050, dependiendo de la región. Dentro de los próximos cinco a diez años, la energía FV será más competitiva con respecto a los precios de electricidad al por mayor en muchas partes del mundo, y con respecto a los costos de combustibles fósiles para 2050.

Este tipo de energía es una parte crucial de la mezcla energética: puede usarse en formatos centralizados o descentralizados, es útil en un ambiente urbano y tiene un gran potencial de reducción de costos.

## empleos en la energía FV

Bajo el escenario de la [R]evolución Energética, la energía solar FV proporcionaría el 5% del total de generación de electricidad para 2030 y duplicaría el empleo (1.6 millones). El crecimiento es mucho más modesto en el modelo de Referencia y el incremento en el empleo a los niveles de 2020 desaparece para 2030. Además, la capacidad adicional de energía solar no compensa la reducción proveniente de los multiplicadores regionales de empleo ni de los factores de declive.

Si no se aplicaran los factores de declive al modelo, los empleos en la energía solar FV serían tres veces mayores para 2030, con 3 millones adicionales. Esos factores se utilizan debido a que se espera que el costo de la energía FV disminuya a la mitad para 2020, y 70% para 2030<sup>15</sup>.

**tabla 4.3: capacidad, inversión y empleos directos- fotovoltaica (FV)**

Parámetros energéticos	UNIDADES	ESCENARIO DE REFERENCIA			[R]EVOLUCIÓN ENERGÉTICA		
		2010	2020	2030	2010	2020	2030
Capacidad instalada	GW	10	49	86	21	269	921
Electricidad generada	TWh	13	68	120	26	386	1,351
Participación del abasto total	%	0%	0%	0%	0%	1%	5%
<b>Mercado en inversiones</b>							
Incrementos anuales en la capacidad	MW/a	2	4	5	4	25	67
Inversiones anuales	\$/a	8,731	9,967	6,689	19,289	60,323	96,019
<b>Empleos directos</b>							
Construcción y manufactura	empleos	0.08 m	0.08 m	0.09 m	0.18 m	0.54 m	1.39 m
Operación y Mantenimiento	empleos	0.00 m	0.01 m	0.02 m	0.01 m	0.06 m	0.20 m
<b>Empleos totales</b>		<b>0.08 m</b>	<b>0.10 m</b>	<b>0.10 m</b>	<b>0.19 m</b>	<b>0.61 m</b>	<b>1.59 m</b>

Los cálculos previos, basados en los proyectos de suministro de energía y que toman en cuenta únicamente los empleos directos, establecen que el sector de la energía solar FV proporcionará alrededor de 190 mil empleos en 2010. La industria misma estima que proporcionará cerca de 200 mil empleos en la actualidad, por lo que los números mundiales ya son un poco más elevados que las proyecciones del modelo.

## referencias

**15** SE ASUME QUE EL EMPLEO POR MW DISMINUIRÁ AL MISMO RITMO QUE EL COSTO POR MW

# solar-térmica de concentración

**imagen** TRABAJADORES EXAMINAN LOS COLECTORES SOLARES PARABÓLICOS EN LA TORRE DE LA PLANTA SOLAR TÉRMICA PS10. CADA COLECTOR TIENE UNA LONGITUD DE 150 METROS Y CONCENTRA LA RADIACIÓN SOLAR EN UN TUBO DE ABSORCIÓN DE CALOR, EL CUAL ES RECORRIDO POR FLUIDOS QUE SON UTILIZADOS PARA GENERAR VAPOR PARA UN GENERADOR ESTÁNDAR.



La energía solar térmica de concentración (STC) está experimentando un nuevo desarrollo masivo y se espera que, a largo plazo, los costos sean de seis a diez centavos de dólar/KWh.

Las centrales de energía solar térmica de concentración son adecuadas para áreas con altos niveles de luz de sol directo. El potencial técnico de África del Norte con la energía STC, por ejemplo, es mucho mayor que la demanda.

Hay varios tipos de tecnologías de la energía solar térmica que ofrecen buenas perspectivas para un mayor desarrollo y reducción de costos. Los conectores Fresnel tienen un diseño simple y se espera que sus precios disminuyan con la producción masiva. Para los sistemas de recepción central, se puede incrementar la eficiencia por medio de la producción de aire comprimido a una temperatura mayor a los mil grados centígrados, la cual se usaría para hacer funcionar una turbina de gas y vapor de ciclos combinados.

El desarrollo en el almacenamiento de calor también reduciría los costos de generación de electricidad STC. La central española Andasol 1 se encuentra equipada con almacenamiento por sales fundidas con una capacidad de 7.5 horas. Un nivel más alto de

operación en la carga máxima podría realizarse mediante un sistema de almacenamiento térmico y un gran campo de colectores. Estos componentes incrementan los costos de inversión inicial pero reducen los costos de generación de electricidad.

## empleos en la energía STC

Bajo el escenario de Referencia, los empleos en las tecnologías solares térmicas se mantienen a un ritmo constante, con menos de 0.01 millones de empleo en las siguientes tres décadas. De llevarse a cabo la [R]evolución Energética, para 2030 veríamos un incremento 20 veces mayor en las oportunidades de empleo a partir de esta tecnología. La proporción más alta del crecimiento de empleo está en la construcción y la manufactura.

**tabla 4.4: capacidad, inversión y empleos directos- solar térmica de concentración (STC)**

Parámetros energéticos	UNIDADES	ESCENARIO DE REFERENCIA			2010	2020	2030
		2010	2020	2030			
Capacidad instalada	GW	2	8	12	5	83	199
Electricidad generada	TWh	5	26	54	9	267	1,172
Participación del abasto total	%	0%	0%	0%	0%	1%	4%
<b>Mercado en inversiones</b>							
Incrementos anuales en la capacidad	MW/a	0	1	0	1	8	12
Inversiones anuales	\$/a	2,418	2,802	2,422	4,289	35,168	59,283
<b>Empleos directos</b>							
Construcción y manufactura	empleos	0.01 m	0.01 m	0.00 m	0.02 m	0.11 m	0.14 m
Operación y Mantenimiento	empleos	0.00 m	0.00 m	0.00 m	0.00 m	0.04 m	0.08 m
<b>Empleos totales</b>		<b>0.01 m</b>	<b>0.01 m</b>	<b>0.01 m</b>	<b>0.02 m</b>	<b>0.15 m</b>	<b>0.22 m</b>

**imagen** UN TRABAJADOR ENTRA A LA TORRE DE UNA TURBINA PARA MANTENIMIENTO EN EL PARQUE EÓLICO DABANCHENG. CHINA POSEE ENORMES RECURSOS EÓLICOS, LO QUE PODRÍA SER EXPLOTADO FÁCILMENTE Y SEGUIR SIENDO RENTABLE, A TRAVÉS DEL CAMBIO DE INVERSIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES QUE DESTRUYEN EL CLIMA HACIA ENERGÍA ABUNDANTE Y LIMPIA.



## eólica

Hay un mercado mundial próspero para la energía eólica y se espera que los costos de desarrollo bajen 30 y 50% en las instalaciones marítimas (off shore).

Las turbinas eólicas más grandes del mundo -muchas de las cuales se han instalado en Alemania-tienen una capacidad de 6 MW. Una política de incentivos favorable en Europa ha llevado a que se considere el mercado mundial de energía eólica como pionero. Sin embargo, en 2007, más de la mitad del mercado anual se encontró fuera de Europa y es probable que esta tendencia continúe.

Hay algunas limitaciones de suministro que son consecuentes al boom en la demanda de la tecnología eólica, lo que significa que el costo de los sistemas nuevos se ha estancado o incluso, incrementado recientemente. La industria espera resolver los obstáculos en la cadena de suministro en los siguientes años, a través de la expansión continua de las capacidades de producción.

### empleos en la energía eólica

Bajo el escenario de la [R]evolución Energética, la energía eólica proporcionaría, a la larga, 15% del total de generación de electricidad para 2030. A su vez, los empleos en este sector crecerían de medio millón en 2010 a poco más de 2 millones en 2030. En el esquema de Referencia, los empleos sólo alcanzarían una fracción de este total.

El efecto de los factores de declive en los empleos de energía eólica está menos marcado, debido a que la tecnología está un poco más allá en el camino de la comercialización. Si no se usaran esos factores, los empleos serían 0.3 millones más altos en 2020, y 0.8 millones en 2030.

**tabla 4.5: capacidad, inversión y empleos directos- eólica**

Parámetros energéticos	UNIDADES	ESCENARIO DE REFERENCIA			[R]EVOLUCIÓN ENERGÉTICA		
		2010	2020	2030	2010	2020	2030
Capacidad instalada	GW	114	293	295	154	802	1,405
Electricidad generada	TWh	274	887	1,260	362	2,255	4,398
Participación del abasto total	%	1%	3%	4%	2%	9%	15%
<b>Mercado en inversiones</b>							
Incrementos anuales en la capacidad	MW/a	11	18	19	19	65	84
Inversiones anuales	\$/a	23,526	30,418	26,226	35,058	94,923	111,818
<b>Empleos directos</b>							
Construcción y manufactura	jobs	0.29 m	0.36 m	0.41 m	0.43 m	1.26 m	1.38 m
Operación y Mantenimiento	jobs	0.07 m	0.15 m	0.18 m	0.09 m	0.43 m	0.65 m
<b>Empleos totales</b>		<b>0.36 m</b>	<b>0.51 m</b>	<b>0.59 m</b>	<b>0.52 m</b>	<b>1.68 m</b>	<b>2.03 m</b>



# oceánica

Se calcula que el costo actual energético a partir de las primeras instalaciones de energía mareomotriz y undimotriz se encuentra dentro de los 15-55 centavos de dólar/KWh, y para las primeras instalaciones de corrientes de marea, dentro de los 11-22 centavos de dólar/KWh. Para las futuras centrales mareomotriz, undimotriz y de las corrientes, se esperan costos de generación de 10-25 centavos de dólar/KWh para 2020 y un crecimiento dinámico que siga el patrón de la energía eólica.

La energía oceánica, en particular la de las olas (undimotriz), es un recurso importante que puede satisfacer un porcentaje considerable del suministro de electricidad a nivel mundial. En todo el mundo, se calcula que el potencial de energía oceánica es de alrededor de 90 mil TWh/a. Las ventajas más significativas son su amplia disponibilidad y alta previsibilidad, con un impacto visual bajo y sin emisiones de bióxido de carbono. Se han desarrollado muchos conceptos y dispositivos diferentes para conseguir energía a partir de las olas, mareas, corrientes y recursos de gradientes tanto salinos como térmicos. Muchos de ellos se encuentran en una fase avanzada de investigación y desarrollo; se han utilizado prototipos a gran escala en condiciones marítimas reales, y algunos han alcanzado una pre-distribución en el mercado. Hay pocas plantas de generación por olas y mareas completamente operacionales y comerciales, y que tengan redes conectadas.

Las futuras áreas para el desarrollo incluirán diseño de conceptos, optimización de la configuración de dispositivos, reducción de costos de capital mediante la exploración del uso de materiales alternativos estructurales, economía de escala y conocimiento a partir de la operación. De acuerdo con los últimos descubrimientos en la investigación, se calcula que el factor de conocimiento sea de 10-15% para la energía de las olas, y de 5-10% para las corrientes marítimas. A mediano plazo, la energía oceánica tiene el potencial para convertirse en una de las formas de generación energética más competitivas y efectivas en cuanto a costos. Los cálculos sobre los costos actuales se basan en el análisis del proyecto europeo denominado NEEDS.

## empleos en la energía oceánica

En el escenario de Referencia, el empleo en las diferentes formas de la energía oceánica es insignificante, pero bajo las proyecciones de la [R]evolución Energética, se convertiría en una nueva entrada al mercado de energía y podría proporcionar más de 10 mil empleos para 2030. Bajo el enfoque convencional, esta tecnología limpia e innovadora emplearía a menos de mil personas.

**tabla 4.6: capacidad, inversión y empleos directos- Oceánica**

Parámetros energéticos	UNIDADES	ESCENARIO DE REFERENCIA			[R]EVOLUCIÓN ENERGÉTICA		
		2010	2020	2030	2010	2020	2030
Capacidad instalada	GW	0	2	4	1	17	44
Electricidad generada	TWh	1	6	12	3	58	151
Participación del abasto total	%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
<b>Mercado en inversiones</b>							
Incrementos anuales en la capacidad	MW/a	0	0	0	0	2	3
Inversiones anuales	\$/a	15	802	624	1,389	7,362	8,649
<b>Empleos directos</b>							
Construcción y manufactura	empleos	0.000 m	0.001 m	0.000 m	0.001 m	0.012 m	0.007 m
Operación y Mantenimiento	empleos	0.000 m	0.000 m	0.000 m	0.000 m	0.004 m	0.004 m
<b>Empleos totales</b>		<b>0.000 m</b>	<b>0.001 m</b>	<b>0.001 m</b>	<b>0.001 m</b>	<b>0.016 m</b>	<b>0.011 m</b>



# geotérmica

Se considera que la energía geotérmica es un elemento clave en el futuro suministro de energía renovable. Es probable que los costos de energía geotérmica convencional caigan de siete centavos de dólar/KWh a dos centavos de dólar/KWh. Un nuevo tipo de desarrollo de energía llamado «Sistemas Geotérmicos Mejorados» registra en la actualidad cifras elevadas (alrededor de 20 centavos de dólar/KWh) pero se espera que los costos de producción de electricidad disminuyan a cerca de cinco centavos de dólar/KWh, a largo plazo, dependiendo de los pagos para el suministro de calor. La caída en los precios supone un crecimiento promedio en el mercado mundial para la capacidad de energía geotérmica de 9% por año hasta 2020, ajustándose a 4% para después de 2030.

La energía geotérmica se ha venido usando desde inicios del siglo pasado para la generación de electricidad, e incluso aún más para suministrar calor desde el interior de la tierra. La nueva investigación intensiva y trabajo en desarrollo están ampliando el potencial de los sitios que podrían usarse para producir energía. En particular, el nuevo desarrollo incluye grandes superficies de intercambio de calor subterráneo (Sistemas Geotérmicos Mejorados, SGM) y la mejora de la conversión de energía a temperatura baja, como por ejemplo con el llamado Ciclo Orgánico de Rankine.

La economía de la electricidad geotérmica también se podrá mejorar por medio de plantas de cogeneración avanzadas; se espera un mayor desarrollo de tecnologías innovadoras de perforación.

Este tipo de energía tiene un suministro que no fluctúa y una carga de redes de electricidad que funciona casi el 100% del tiempo. Hasta ahora, sólo hemos usado una parte mínima del potencial de calentamiento y enfriamiento geotérmico. La perforación geotérmica poco profunda podría producir calentamiento y enfriamiento en cualquier lugar y momento, y podría usarse para su propio almacenamiento.

## empleos en la energía geotérmica

La energía geotérmica podría ver un aumento importante en la proporción del suministro de energía mundial, de casi el triple bajo el escenario de la [R]evolución Energética, en 2030, en comparación con el de Referencia. Lo anterior equivaldría a triplicar la cantidad de empleos: alrededor de 60 mil en 2030.

**tabla 4.7: capacidad, inversión y empleos directos- Geotérmica**

Parámetros energéticos	UNIDADES	ESCENARIO DE REFERENCIA			[R]EVOLUCIÓN ENERGÉTICA		
		2010	2020	2030	2010	2020	2030
Capacidad instalada	GW	11	17	22	12	33	71
Electricidad generada	TWh	72	119	158	82	231	488
Participación del abasto total	%	0%	0%	1%	0%	1%	2%
<b>Mercado en inversiones</b>							
Incrementos anuales en la capacidad	MW/a	0	1	1	1	2	4
Inversiones anuales	\$/a	16,489	11,050	11,641	21,068	30,479	45,158
<b>Empleos directos</b>							
Construcción y manufactura	empleos	0.00 m	0.00 m	0.00 m	0.01 m	0.01 m	0.02 m
Operación y Mantenimiento	empleos	0.01 m	0.02 m	0.02 m	0.01 m	0.03 m	0.04 m
<b>Empleos totales</b>		<b>0.02 m</b>	<b>0.02 m</b>	<b>0.02 m</b>	<b>0.02 m</b>	<b>0.04 m</b>	<b>0.06 m</b>

**imagen** DUCHA PÚBLICA QUE UTILIZA TECNOLOGÍA SOLAR TÉRMICA SE APRECIA JUNTO A UNA GRANJA. LA CIUDAD DE DEZHOU ESTÁ A LA CABEZA EN LA ADOPCIÓN DE ENERGÍA SOLAR Y SE LE CONOCE COMO EL VALLE SOLAR DE CHINA.



# biomasa

Existe una amplia gama de costos de generación de energía para la biomasa, lo que refleja las diferentes materias primas que pueden usarse. Los costos van desde uno negativo (o crédito) para algunos residuos de madera, hasta materiales baratos o cultivos energéticos más caros. Una de las opciones más baratas es utilizar los residuos de madera en las plantas de cogeneración/turbinas de vapor. La gasificación de la biomasa sólida tiene una amplia variedad de aplicaciones pero aún es relativamente cara.

A largo plazo, se espera que el uso del gas de madera, tanto en unidades de micro cogeneración (motores y celdas de combustible) como en plantas de energía de gas y vapor, sea económicamente favorable. Hay un buen potencial para utilizar la biomasa sólida en la generación de calor, tanto en centros de calor grandes o pequeños, que estén relacionados con las redes locales de calefacción. En años recientes, la conversión de cultivos a etanol y "biodiesel" hechos a partir de la semilla de colza y el metanol (RME, por sus siglas en inglés) se ha vuelto muy importante en Brasil, Estados Unidos y Europa, por ejemplo. Los procesos para obtener combustibles sintéticos a partir de gases biogénicos también desempeñarán un papel importante.

Latinoamérica, Norteamérica, Europa y las Economías en Transición tienen el potencial de explotar las tecnologías modernas

ya sea para aplicaciones estacionarias como para el sector transporte. A largo plazo, Europa y las Economías en Transición desarrollarán de 20-50% el potencial de la biomasa a partir de cultivos energéticos, mientras que su uso en otras regiones tendrá que basarse en los residuos forestales, residuos industriales de madera, y paja. Latinoamérica, Norteamérica y África, en particular, dispondrán de un incremento en el potencial de los residuos.

Otras regiones, como el Medio Oriente y las zonas asiáticas, tienen restringido el uso adicional de la biomasa, ya sea por una disponibilidad baja o por un uso ya muy tradicional. Para este último, una opción más limpia es usar tecnologías más eficientes y modernas que mejoren la sustentabilidad local y que tengan efectos positivos como menos contaminación en interiores y mucho menor carga laboral que la actual.

## empleos en la industria de la biomasa

La energía a partir de la biomasa mantendría 2.27 millones de empleos en 2030, bajo el escenario de la [R]evolución Energética, en comparación con tan sólo poco más de un millón de empleos en el de Referencia.

**tabla 4.8: capacidad, inversión y empleos directos- Biomasa**

Parámetros energéticos	UNIDADES GW	ESCENARIO DE REFERENCIA			[R]EVOLUCIÓN ENERGÉTICA		
		2010	2020	2030	2010	2020	2030
Capacidad instalada	TWh	70	119	143	95	233	341
Electricidad generada	%	318	595	841	430	1,084	1,826
Participación del abasto total		1%	2%	3%	2%	4%	6%
<b>Mercado en inversiones</b>	MW/a						
Incrementos anuales en la capacidad	\$/a	3	5	3	9	14	11
Inversiones anuales		7,339	8,821	9,442	11,331	8,131	8,509
<b>Empleos directos</b>	jobs						
Construcción y manufactura	jobs	0.02 m	0.03 m	0.02 m	0.06 m	0.09 m	0.05 m
Operación y Mantenimiento		0.45 m	0.77 m	1.00 m	0.64 m	1.62 m	2.22 m
<b>Empleos totales</b>		<b>0.47 m</b>	<b>0.80 m</b>	<b>1.02 m</b>	<b>0.69 m</b>	<b>1.71 m</b>	<b>2.27 m</b>





## combustibles fósiles y energía nuclear

Para poder proyectar cómo un cambio hacia las energías renovables afectará a los empleos alrededor del mundo, es importante entender el comercio internacional de carbono. El reporte completo del IFS, proporciona detalles de todos los factores utilizados para calcularlo en relación con la generación de electricidad a partir del carbón<sup>16</sup>. Estos incluyen:

- Información sobre la producción y empleo en tantos países con producción importante de carbón como fuera posible.
- La proporción de lignito en la producción de electricidad actual (la cual requiere más toneladas por GWh, en comparación de la antracita).
- Proporciones entre comercio internacional, importación y producción nacional de carbón
- Proporción de la producción nacional de carbón
- La cantidad de generación eléctrica "nueva" en cualquier año dado (a partir de 2005)

La tendencia mundial para generar energía a partir del carbón es crear minas más grandes y emplear a menos gente. Se espera que China, cierre al menos 10 mil minas pequeñas y desarrolle 16 súper minas que producirán un promedio de 70 millones de toneladas por año cada una. Las viejas minas necesitan más trabajo: comparativamente, al año, un minero rural produce 100 toneladas, mientras que uno de las súper minas produce 30 mil.

**debajo el escenario de Referencia**, los empleos disminuirán más de un tercio para 2020, a pesar del 40% de aumento en la generación eléctrica. Para 2030, habrá una reducción aún mayor de 200 mil empleos. Las razones son:

- Los empleos por MW en todas las tecnologías disminuirán conforme se incremente la prosperidad y la productividad laboral. Los multiplicadores regionales de empleo se aplican a los factores de empleo de la OCDE, en regiones que no pertenecen a ella, para reflejar lo anterior. Éstos son mayores en los primeros años y disminuyen a lo largo del periodo de estudio, conforme la diferencia entre la productividad laboral en la OCDE y otras regiones disminuye. Si va a la par en los países de la OCDE, el empleo por MW disminuirá a sus niveles. Si no se

usara ningún multiplicador, el empleo sólo caería 5% en relación a 2010, en lugar del 32%, lo que crearía un modelo en el que el rápido incremento laboral proyectada en China no ocurriría.

- Los factores de declive aplicados a cada tecnología reflejan la reducción en su precio. Uno anual de 0.9% se aplica entre 2010 y 2020; y uno de 0.3% entre 2020 y 2030. Es relativamente bajo y no afecta al carbón de forma importante. Si no se usaran, el empleo disminuiría 25% en lugar de 32%, entre 2020 y 2030.
- Debido a que en 2020, el crecimiento anual en la generación eléctrica se reduce de 71 GW por año a 58, los empleos en construcción y manufactura disminuyen. Si se mantuviera el crecimiento, se reducirían sólo 26% en lugar del 32% proyectado.

**bajo la [R]evolución Energética**, el crecimiento en el sector es casi nulo. Para 2030, disminuirían los empleos, y los relacionados con instalación y manufactura, caerían a casi cero. Las mismas influencias que operan en el escenario de Referencia agravan las de la [R]evolución. El punto clave es que las pérdidas se compensan con proyecciones muy altas de empleo en la energía renovable.

**gas, petróleo, diesel y nuclear** No es sorprendente que en estas áreas haya grandes caídas de empleos bajo el escenario de la [R] evolución Energética.

- Gas: se proyecta que el empleo se incremente más de 30% entre 2020 y 2030 bajo el enfoque convencional. En el de la [R]evolución Energética, es importante como combustible de transición, por lo que habría más empleos en 2010 que los que tendría el otro (1.63 millones en comparación con 1.59). Pero para 2030 habría 220 mil menos sin las medidas verdes por la necesidad de reducir las emisiones de gases contaminantes tan pronto como sea posible, después de 2005.
- Petróleo y diesel: los empleos disminuyen claramente al reducir la dependencia en los mercados de petróleo. En 2030 serían alrededor de 90 mil, casi 40% menos que sin las medidas para frenar las emisiones.
- Energía nuclear: la inversión anual caería a cero para 2030, con un declive brusco del empleo en el sector.

**tabla 4.9: capacidad, inversión y empleos directos- Carbón**

Parámetros energéticos	UNIDADES	ESCENARIO DE REFERENCIA			[R]EVOLUCIÓN ENERGÉTICA		
		2010	2020	2030	2010	2020	2030
Capacidad instalada	GW	1,477	2,054	2,665	1,400	1,460	1,263
Electricidad generada	TWh	8,575	11,771	15,117	8,110	8,313	7,067
Participación del abasto total	%	40%	46%	52%	38%	32%	24%
<b>Mercado en inversiones</b>							
Incrementos anuales en la capacidad	MW/a	71	58	61	58	24	3
Inversiones anuales	\$/a	149,848	103,290	104,294	134,828	53,028	20,306
<b>Empleos directos</b>							
		2.01 m	1.11 m	0.94 m	1.76 m	0.50 m	0.05 m
Construcción y manufactura	empleos	0.26 m	0.27 m	0.29 m	0.25 m	0.20 m	0.14 m
Operación y Mantenimiento	empleos	1.93 m	1.49 m	1.38 m	1.90 m	1.25 m	0.88 m
<b>Empleos totales</b>		<b>4.20 m</b>	<b>2.87 m</b>	<b>2.60 m</b>	<b>3.91 m</b>	<b>1.94 m</b>	<b>1.07 m</b>

### referencias

16 RUTOVITZ J. AND ATHERTON A. 2009, ENERGY SECTOR JOBS TO 2030: A GLOBAL ANALYSIS. PREPARED FOR GREENPEACE INTERNATIONAL BY THE INSTITUTE FOR SUSTAINABLE FUTURES, UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, SYDNEY.

# implementando la [R]evolución Energética en los países en desarrollo

GLOBAL

ESQUEMAS RENTABLES DE APOYO  
APRENDIENDO DE LA EXPERIENCIA  
DE LAS TARIFAS FIJAS Y  
PREDEFINIDAS

EXPERIENCIA EN FINANCIAMIENTO INTERNACIONAL  
MECANISMO DE APOYO A LAS TARIFAS FIJAS  
Y PREDEFINIDAS  
PARÁMETROS CLAVE



“el objetivo es expandir las energías renovables en los países en desarrollo...”

GREENPEACE INTERNACIONAL  
CAMPAÑA DE CLIMA

imagen SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR INSTALADO EN UNA COMUNIDAD COSTERA EN ACEH, INDONESIA. © GREENPEACE/HOTLI SIMANJUNTAK

El presente capítulo describe una propuesta de Greenpeace para buscar un camino que apoye las energías renovables en países en desarrollo. El modelo emplearía un sistema de tarifas fijas y predefinidas (feed-in tariff), cuyos costos adicionales se financiarían mediante una combinación de mecanismos de comercio de emisiones en distintos sectores y el financiamiento directo derivado de los fondos para la tecnología, que se promoverán en el acuerdo climático de Copenhague. El escenario de la [R]evolución Energética muestra que la generación de electricidad renovable tiene grandes beneficios económicos y ambientales. Sin embargo, su inversión y -por lo tanto- sus costos totales de generación, en especial en países en desarrollo, se mantendrán más elevados que los de las centrales eléctricas a base de carbón o gas en los próximos cinco a diez años. Se necesita un mecanismo de apoyo para salvar la distancia de inversión y costos, entre la generación de energía a partir de combustibles fósiles convencionales y las energías renovables. El Mecanismo de Apoyo al Sistema de Tarifas Fijas y Predefinida (FFET) es un concepto concebido por Greenpeace Internacional<sup>17</sup> y su objetivo es expandir las energías renovables en países en desarrollo con apoyo financiero de naciones industrializadas; es decir, utilizar de manera rápida las tecnologías de energía renovable por medio de un mecanismo de enfoque sectorial sin pérdidas (no-lose) o mediante una transferencia de fondos hacia la tecnología bajo la CMNUCC.

Los países pertenecientes al Protocolo de Kyoto se encuentran negociando la segunda fase de su acuerdo, que cubrirá el periodo de 2013 a 2017. Se podría construir un mecanismo FFET alrededor de herramientas de enfoque sectorial sin pérdidas (no-lose) para los países en desarrollo, que si se utilizara, podrían generarles unidades de emisión para su venta, en un mecanismo sectorial no-lose. Lo recaudado podría emplearse para financiar los costos adicionales del sistema de tarifas fijas y predefinidas en aquellos territorios. Para algunos otros países, sería más adecuado el financiamiento directo del Mecanismo de Apoyo al Sistema de Tarifas Fijas y Predefinida que el del enfoque sectorial no-lose.

### **necesidad de planes de apoyo confiables para las energías renovables**

Desde el desarrollo inicial de las energías renovables, ha habido un debate continuo acerca del tipo de plan de apoyo más efectivo y mejor. La Comisión Europea publicó una encuesta en diciembre de 2005, que proporciona una buena perspectiva de la experiencia que existe hasta ahora. De acuerdo con el reporte, las tarifas fijas y predefinidas son los mecanismos más eficientes y exitosos hasta el momento. Globalmente, más de 40 países han adoptado alguna versión del sistema y aunque la forma de organización de tarifas difiere de país a país, hay algunos criterios claros que son esenciales para crear una política exitosa al respecto. En medio de todas, existe un plan de apoyo confiable para los proyectos de energías renovables, lo que produce estabilidad y certeza a largo plazo<sup>18</sup>. Los planes de apoyo confiables facilitan los proyectos de bajo costo debido a que reducen el riesgo, tanto de los inversionistas como de los proveedores de los equipos.

Para los países en desarrollo, las leyes de tarifas fijas serían una manera ideal de implementar las nuevas energías renovables. Sin embargo, los costos adicionales (que por lo general se cubren en Europa, mediante un incremento menor en el precio de electricidad total para los consumidores) aún se ve como un obstáculo. Para

permitir la transferencia de tecnología de los países del Anexo 1 a los países en desarrollo, se podría usar una mezcla de: ley de tarifas fijas, financiamiento internacional y comercio de emisiones. Esto establecería una infraestructura e industria de energía renovable en la región y con ayuda de los países de la OCDE.

Los cuatro elementos principales de un plan de apoyo exitoso para las energías renovables son:

- Un sistema de precios claro y confiable.
- Acceso prioritario a la red con identificación clara de quién es responsable de lo concerniente a la interconexión y transmisión, y los métodos de incentivos.
- Procedimientos claros y simplificación administrativa en los permisos de planeación.
- Aceptación pública y apoyo.

El primero es de importancia fundamental pero no proporcionará la solución completa sin los otros tres elementos.

### **aprender de la experiencia**

La propuesta del Mecanismo de Apoyo al Sistema de Tarifas Fijas y Predefinidas reúne tres herramientas de apoyo diferentes y se basa en la experiencia de 20 años de programas de ayuda a energías renovables.

### **experiencia en tarifas fijas y predefinidas**

Las tarifas fijas y predefinidas se ven como la mejor manera de ir hacia adelante, además de que son muy populares, en especial en países desarrollados. El argumento principal en su contra es el incremento en los precios de la electricidad para los hogares e industrias, puesto que los costos adicionales se comparten entre todos los clientes. Ello es particularmente difícil para los países en desarrollo ya que gran cantidad de gente no puede gastar mucho dinero para los servicios de electricidad.

### **experiencia en el financiamiento internacional**

El financiamiento para proyectos de energía renovable es uno de los principales obstáculos de la [R]evolución Energética en países en desarrollo. Los de gran escala tienen menos problemas, pero los pequeños de las comunidades, por lo general enfrentan dificultades incluso si tienen un alto grado de aceptación pública. Por ejemplo, las experiencias de microcréditos para hidroeléctricas pequeñas en Bangladesh, así como los parques eólicos en Dinamarca y Alemania, demuestran que puede haber una participación y aceptación local fuerte. Las razones principales son los beneficios económicos que la comunidad recibe y la planeación de proyectos cuidadosos, basados en el conocimiento y entendimiento local. Por lo general, cuando una comunidad identifica un proyecto, en lugar de que éste la identifique a ella, el resultado es un crecimiento más rápido y de fondo para el sector de las energías renovables.

### **mecanismo de apoyo al sistema de tarifas fijas y predefinidas**

Los objetivos esenciales del Mecanismo de Apoyo al Sistema de Tarifas Fijas y Predefinidas (FFET) son facilitar nuevas leyes de tarifas fijas para los países en desarrollo, mediante recursos financieros adicionales, en una escala adecuada a las circunstancias de cada país en desarrollo.

### **referencias**

<sup>17</sup> IMPLEMENTING THE ENERGY [R]EVOLUTION, OCTOBER 2008, SVEN TESKE, GREENPEACE INTERNATIONAL

<sup>18</sup> 'THE SUPPORT OF ELECTRICITY FROM RENEWABLE ENERGY SOURCES', EUROPEAN COMMISSION, 2005

**imagen** TRABAJADORES EN TAILANDIA INSTALAN UN MOLINO DE VIENTO EN SU COMUNIDAD. SE ESPERA QUE LOS IMPACTOS DEL AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR DEBIDO AL CAMBIO CLIMÁTICO AFECTEN FUERTEMENTE A LOS PAÍSES COSTEROS DE ASIA, Y LA ENERGÍA LIMPIA Y RENOVABLES ES UNA SOLUCIÓN.



- Para países con alto nivel de capacidad sería apropiada la creación de un mecanismo sectorial sin pérdidas (no-lose) que cree unidades de reducción de emisiones para su venta en países del Anexo 1, con procedimientos para compensar parte del costo adicional del sistema de tarifas fijas y predefinidas.
- Para otros países sería apropiada una financiación más directa que pague los costos adicionales de los consumidores del sistema de tarifas fijas y predefinidas.

El objetivo del FFET sería dar apoyo estable y rentable a largo plazo para el brote de un mercado de energía renovable local en países en desarrollo. Las tarifas deberán acortar los costos de generación de la energía convencional y la energía renovable.

### los parámetros fundamentales para las tarifas fijas y predefinidas bajo el FFET son:

- Tarifas variables para las diferentes tecnologías de energía renovable, dependiendo de sus costos y desarrollo tecnológico, pagadas por 20 años.
- Pagos basados en la generación real para lograr proyectos bien costeados y con altos índices de desempeño.
- El pago de "costos adicionales" se basará en el sistema español del precio de electricidad al por mayor, más un precio fijo.

Un país en desarrollo que desee participar en el FFET deberá establecer normas claras para:

- Acceso garantizado a la red de electricidad para los proyectos de energías renovables.
- Establecimiento de una ley de tarifas basada en ejemplos exitosos.
- Transparencia y acceso a la información para establecer tarifas fijas y predefinidas, incluidos registros completos de la electricidad generada.
- Procedimientos claros de planeación y licencias.

El financiamiento podría venir de la conexión del FFET al sistema de comercio internacional de emisiones, a través del mecanismo

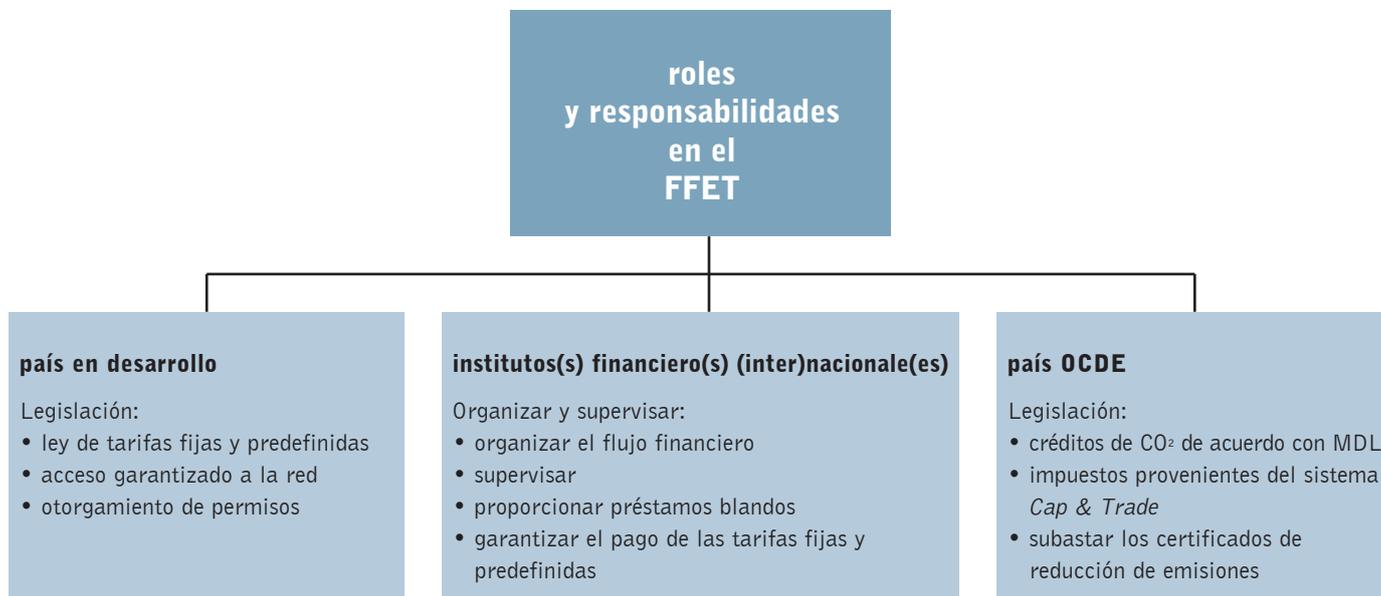
de comercio sectorial no lose, que se desarrollará en el Acuerdo de Copenhague. El modelo de la [R]evolución muestra que los costos adicionales promedio (bajo la mezcla propuesta) entre 2008 y 2015 son entre uno y cuatro centavos de dólar/KWh, por lo que el costo del gas evitado, por tonelada, estaría entre diez y 40 dólares. Eso significa que las unidades de reducción de emisiones generadas bajo no lose, serían competitivas después de 2012. El FFET requeriría asegurar que hubo flujos de fondos estables para los proveedores de energías renovables; así, podría necesitar una barrera entre los precios fluctuantes y las tarifas fijas a largo plazo; además de garantizar el pago de las tarifas fijas durante todo el periodo (alrededor de 20 años) para cada proyecto.

Los proyectos de energías renovables deben tener criterios ambientales y sociales claros, que sean parte de los procedimientos nacionales de licencia en el país donde pretenda generarla, definidos por un grupo de monitoreo independiente. Si ya se han aceptado -por ejemplo, los proyectos MDL- deberán adoptarse en lugar de reinventarse. El Consejo se integrará por expertos en finanzas y energía, ONG, así como miembros del país involucrado. El fondo no podrá usarse para inversiones especulativas y sólo podrá realizar préstamos pequeños a los proyectos del FFET.

### los parámetros fundamentales para el fondo del FFET son:

- Garantizará el pago del total de las tarifas fijas y predefinidas durante 20 años, si el proyecto se lleva a cabo adecuadamente.
- Recibirá un ingreso anual a partir del comercio de emisiones o del financiamiento directo.
- Pagará las tarifas fijas y predefinidas, al año, con base en la electricidad generada.
- Cada proyecto deberá tener una compañía de mantenimiento profesional para asegurar una disponibilidad alta.
- El operador de las redes debe hacer su propio monitoreo e informar sobre la generación de energía al fondo. Se comparará regularmente dicha información con la de los proyectos para verificar su consistencia.

**figura 5.1: Esquema FFET**



### financiar la [R]evolución Energética con un programa de FFET para países en desarrollo no pertenecientes a la ocde

Basados en el Escenario de la [R]evolución Energética, para los países no pertenecientes a la OCDE, se ha realizado un cálculo para un programa FFET, con los siguientes supuestos:

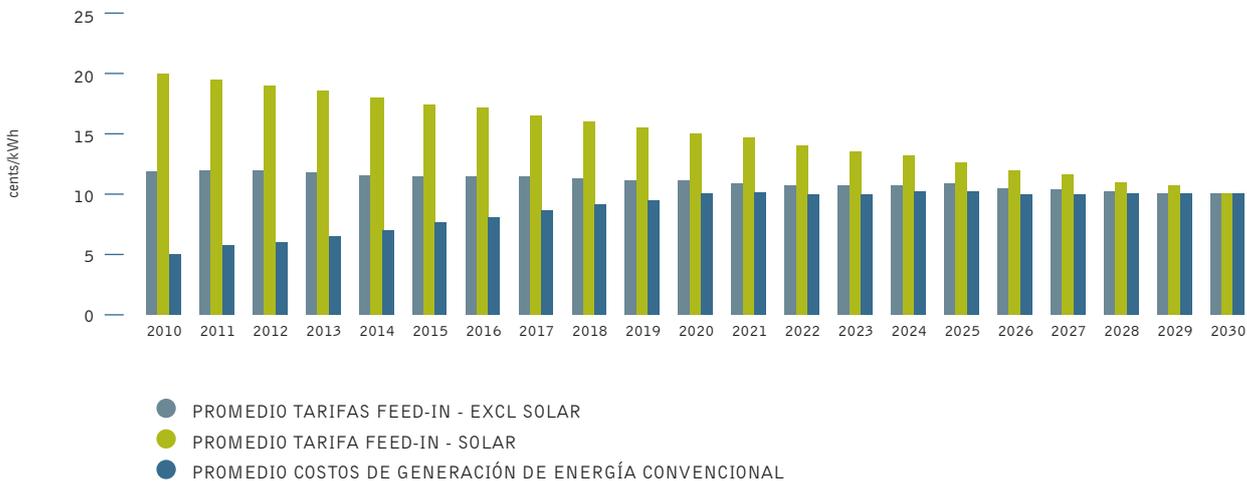
**tabla 5.1: supuestos para el cálculo de un sistema FFET para países no OCDE**

PARÁMETROS CLAVE	COSTOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA CONVENCIONAL	PROMEDIO DE TARIFAS FEED-IN EXCL. FV	PROMEDIO DE TARIFAS FEED-IN PARA FV	REDUCCIONES ESPECÍFICAS DE CO <sub>2</sub> POR KWH
2010	5	12	20	0.871
2020	10	11	15	0.864
2030	10	10	10	0.857

**costos de generación de energía** Se han calculado las tarifas fijas promedio –excluyendo la energía solar- con el supuesto de que la mayoría de las fuentes de energía renovable requiere tarifas fijas de entre siete a 15 centavos de dólar/KWh. Mientras que la energía eólica y la generación de bioenergía necesitarán tarifas fijas por debajo de los 10 centavos de dólar/KWh, otras tecnologías tales como la geotérmica y la solar de concentración, necesitará precios más elevados. Si se implementara un FFET en India, las tarifas exactas se calcularían en base a los precios de mercado específicos en India. Las tarifas fijas para la energía solar fotovoltaica reflejan la proyección de precios de mercado actual. Los costos promedio de generación de energía convencional se basan en las nuevas centrales eléctricas a base de carbón y gas, sin subsidios directos o indirectos.

**reducción específica de bióxido de carbono por kilowatt-hora** Las estimaciones en las reducciones específicas de bióxido de carbono por kilowatt-hora son de crucial importancia para el resultado de costos específicos de CO<sub>2</sub> por tonelada. En países no pertenecientes a la OCDE, la emisión actual del gas contaminante es de 871 gCO<sub>2</sub>/kWh, la cual bajará a 857 gCO<sub>2</sub>/kWh para 2030. Por consiguiente, la emisión específica promedio es de 864 gCO<sub>2</sub>/kWh.

**figura 5.2: tarifas fijas y predefinidas (feed-in) en la generación de energía convencional**



implementando la [R]evolución Energética en los países en desarrollo | FINANCIAMIENTO

**imagen izquierda** INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR EN UNA COMUNIDAD COSTERA EN ACEH, INDONESIA, UNA DE LAS ÁREAS MÁS DEVASTADAS POR EL TSUNAMI EN DICIEMBRE DE 2004.

**imagen derecha** COMO PARTE DEL LANZAMIENTO DE SU OFICINA EN ÁFRICA, GREENPEACE INAUGURA UN TALLER SOBRE ENERGÍA SOLAR EN BOMA. UN TELÉFONO CELULAR ES RECARGADO CON ENERGÍA SOLAR.



## principales resultados

El programa FFET cubriría una generación de electricidad renovable de 129,837 TWh y ahorraría 112 Gt CO<sub>2</sub> entre 2010 y 2030, o 5.2 Gt CO<sub>2</sub> por año. Con un precio de bióxido de carbono promedio de 19.8 dólares por tonelada, el programa total costaría 1.56 billones de dólares, o 74 mil 400 millones anuales.

El FFET superaría la distancia entre la actualidad y 2030, cuando se proyecte que los costos específicos de generación de electricidad para todas las energías renovables sean menores que los de la generación de energía convencional, como las centrales carboeléctricas. Sin embargo, el presente estudio de caso ha calculado incluso, costos de generación más bajos para la generación de energía convencional, que los que se han estimado en las proyecciones de precios para el escenario de la [R]evolución Energética, ya que se excluyeron los costos de emisiones de gas de efecto invernadero. En este caso, las carboeléctricas tendrían costos de generación de 10.8 centavos de dólar/KWh para 2020, y 12.5 centavos de dólar/KWh para 2030. El FFET asumió que los costos para 2020 y 2030 serían de diez centavos de dólar/KWh para las nuevas carboeléctricas.

El programa FFET se divide en dos periodos de diez años. Los costos anuales para el primero son de 717 mil millones de dólares y de 847 mil millones de dólares para el segundo. Los costos anuales se encuentran dentro del mismo orden de magnitud. La diferencia entre la generación con carboeléctricas y energías renovables, se estima que disminuirá, por lo que se puede financiar más energía renovable con aproximadamente la misma cantidad de dinero.

## Datos sobresalientes

- El programa total de FFET traería más de mil 700 GW a la red provenientes de centrales de energía renovable.
- La creación de alrededor de 4.7 millones de empleos en países no pertenecientes a la OCDE, con un costo anual de cerca de 15 mil dólares por año.

**tabla 5.2: resultados del estudio de costos del Mecanismo de Apoyo a las Tarifas Fijas y Predefinidas (FFET) propuesto**

RESULTADOS CLAVE TOTAL NO-OCDE	AÑO	TOTAL GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD BAJO EL FFET [TWH]	PROMEDIO CREDITOS DE EMISIONES DE CO2 ANUALES [MILL TON CO <sub>2</sub> ]	TOTAL CERTIFICADOS DE CO2 POR PERIODO [MILL TON CO <sub>2</sub> ]	PROMEDIO COSTOS DE CO2 POR TON [\$/TON CO <sub>2</sub> ]	TOTAL COSTOS ANUALES [MILLONES \$DOL.]	TOTAL COSTOS POR PERIODO [MILLONES \$DOL.]
Period 1	2010-2019	36,326	3,217	32,169	26	72	717
Period 2	2020-2030	93,511	7,330	80,633	13	77	847
Period 1+2	2010-2030	129,837	5,273.6	112,802	19.8	74.4	1,564

**tabla 5.3: energía renovable para países No-OCDE bajo el programa FFET**

GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD [TWH/A]	2005	2010	2015	2030	2030	CAPACIDAD INSTALADA [GW]	2005	2010	2015	2030	2030
Eólica	10	80	310	956	2,296	Eólica	5.65	36.46	135.45	353.12	891.07
FV	0	4	18	139	1,080	FV	0.08	2.64	12.51	60.77	506.23
Biomasa	41	124	296	529	950	Biomasa	10.03	27.90	65.30	111.00	168.74
Geotérmica	20	31	54	123	288	Geotérmica	3.57	4.96	8.66	17.95	42.17
Solar térmica	1	4	26	388	1,708	Solar térmica	0.24	1.71	10.28	38.10	130.35
Oceánica	0	0	9	33	77	Oceánica	0.00	0.00	2.51	9.20	21.00
<b>Total nuevas renovables</b>	<b>71</b>	<b>243</b>	<b>713</b>	<b>2,167</b>	<b>6,398</b>	<b>Total nuevas renovables</b>	<b>19.57</b>	<b>73.67</b>	<b>234.71</b>	<b>590.13</b>	<b>1,759.56</b>

## recomendaciones de política

GLOBAL



“consenso sobre un nuevo acuerdo global de protección al clima”

GREENPEACE INTERNACIONAL  
CAMPAÑA DE CLIMA

imagen TRABAJADORA EN UN PARQUE EÓLICO EN CHINA. © GWEGWIND POWER WORKS

**imagen** PERFORACIÓN EN INVESTIGACIÓN GEOTÉRMICA EN SCHORFHEIDE, CERCANO A GEOFORSCHUNGSZENTRUM, POSTDAM, EN COOPERACIÓN CON EL MINISTERIO ALEMÁN DE MEDIO AMBIENTE Y VATTENFALL.



La crisis del clima y la crisis financiera por lo general se interpretan como dos asuntos contrapuestos que requieren ser tratados por la comunidad internacional; aunque no hay necesidad de tal antagonismo. Podrían lograrse grandes reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero si se bajara de forma drástica, nuestra demanda de energía y si se instrumentara un fuerte despliegue e integración de las energías renovables. Las inversiones en eficiencia energética y energías renovables producirán al mismo tiempo, beneficios económicos, mediante el incremento de empleos en el sector energético, la reducción de costos de la energía y la disminución en el uso de recursos naturales. El nivel de inversión requerido sólo ocurrirá si se pone en práctica un marco de política correcta.

### **Por consiguiente, Greenpeace invita a los líderes mundiales a que:**

#### **1. Establezcan un nuevo acuerdo climático global en la cumbre de la ONU sobre el Cambio Climático, en Copenhague, en diciembre de 2009, que asegure que las emisiones globales llegarán a su punto de inflexión para 2015, y que incluya lo siguiente:**

- Compromisos vinculantes para los países industrializados de reducir sus emisiones globales en por lo menos 40% para 2020 (en comparación a los niveles de 1990). Al menos tres cuartas partes de las reducciones deben lograrse a través de acciones nacionales.
- Compromisos vinculantes de los países industrializados para proporcionar al menos 140 mil millones de dólares al año, para 2020, a países en desarrollo, con el objetivo de ayudarlos a adaptarse a los inevitables impactos del cambio climático y permitirles reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero al limitar su demanda de energía proyectada, transitar hacia las energías limpias y detener la deforestación. Lo anterior deberá ayudar a los países en desarrollo a tomar medidas ambiciosas para reducir el crecimiento de emisiones proyectado entre 15-30% para 2020.

- Un mecanismo de financiamiento para detener la deforestación y las emisiones asociadas, en todos los países en desarrollo para 2020, para lograr una tasa cero de deforestación en áreas importantes (la Amazonía, la Cuenca del Congo, los Bosques del Paraíso) para 2015. Se debe dar prioridad a la protección de bosques con alto valor de conservación y con importancia para la supervivencia de los pueblos indígenas y comunidades forestales.

#### **2. Desarrollen políticas que permitan el impulso de economías verdes mediante:**

- Un compromiso de al menos 1% del PIB nacional para impulsar economías verdes, tal y como lo propone el informe del PNUMA denominado «Un nuevo acuerdo verde».
- Una retiro paulatino de todos los subsidios e incentivos económicos que fomenten el uso ineficiente de la energía y otros recursos naturales; así como los apoyos al uso de combustibles fósiles u otras actividades que contribuyan aún más al cambio climático.

#### **3. Den impulso a la [R]evolución Energética mediante:**

- El establecimiento de estándares de emisión y eficiencia energética rigurosos, y cada vez mejores, para los aparatos, edificios, centrales eléctricas y vehículos.
- El establecimiento de objetivos obligatorios y ambiciosos para el aprovechamiento de energías renovables y la cogeneración.
- Una reforma al mercado eléctrico para que permita una mejor integración de las tecnologías de energía renovable en el mercado.
- Proporcionar un rendimiento estable a los inversionistas a través de mecanismos de precios fijos para la energía renovable.
- El apoyo a la innovación en eficiencia energética, sistemas de transporte bajos en carbono y producción de energía renovable.



**imagen** TRABAJADORES CONSTRUYEN UNA TURBINA DE VIENTO EN UNA FÁBRICA EN PATHUM THANI, TAILANDIA.





**“la inversión en energías renovables favorece a la economía mediante la creación de empleos en el sector de la energía”**

GREENPEACE INTERNACIONAL  
CAMPAÑA DE CLIMA



## apéndice: factores por región y país para la producción de carbón y el empleo

	PRODUCCIÓN MILLONES TONS	PRODUCCIÓN %	ELECTRICIDAD TONS/GWH	% DE LIGNITO EN LA PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD	EMPLEOS (MILES)	PRODUCTIVIDAD TONS / PERSONA /AÑO	FACTOR EMPLEOS (EXISTENTES) EMPLEOS POR GWH	FACTOR EMPLEOS (NUEVOS) EMPLEOS POR GWH
	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2010	2010
Global	6,669 m	99%	520	19%	n/a			
OCDE Norteamérica	1,238 m	104%	403	9%	88	14,116	0.03	0.02
OCDE Europa <sup>a</sup>	550 m	84%	678	66%	298	1,843	0.34	0.18
OCDE Pacífico (datos para Australia únicamente)	371 m	257%	659	51%	27	13,800	0.04	0.02
India	466 m	92%	745	6%	464	1,004	0.59	0.25
China	2,525 m	97%	516	-	3,600	701	0.55	0.02
Africa (datos para Sudáfrica únicamente)	247 m	138%	492	-	60	4,110	0.11	0.08
Economías en Transición <sup>b</sup>	347 m		772	56%	237		0.43	0.20
Asia en Desarrollo (datos para Asia sin incluir China)	801 m	108%	648	9%	n/a			
Latinoamérica	90 m	198%	425	20%	n/a			
Medio Oriente	3 m	20%	365	3%	n/a			

a) Los resultados para OCDE Europa son calculados a partir de información de República Checa, Francia, Finlandia, Alemania, Grecia, Polonia, Eslovaquia y Reino Unido.

b) Los resultados para Economías en Transición son calculados a partir de información de Rusia, Bulgaria y Eslovenia.

c) Toda la información de producción de carbón y electricidad son estadísticas de la Agencia Internacional de Energía, consultadas el 18 de junio de 2009. [www.iea.org](http://www.iea.org)

d) Fuentes de información sobre empleos:

Estados Unidos: Energy Information Administration (2008) Reporte No. DOE/EIA 0584 (2007) Tabla 18. Número de empleos en promedio por Estado y por tipo de mina, 2007, 2006.

Canadá: Natural Resources Canada. 2007. Tabla 22. Canadá, empleo en la industria minera, escenario 1 – extracción mineral (actividad total), (1) 1961-2006.

Australia: Australian Bureau of Statistics. Cat. No. 2068.0 - 2006 Tablas del Censo 2006.

India: Datos del empleo en la minería del carbón obtenidos del Ministerio del Carbón del Gobierno de India. 2008. Reporte Anual 2007 - 08. Tabla 8.2.3. El empleo se ha ampliado a partir de la cifra de 429.500 empleados porque la producción reportada es de 431 millones de toneladas más que las cifras de la AIE que ascienden a 466 millones de toneladas.

China: China Anuario 2008, citado en comunicaciones personales, Sven Teske, 21/6/09.

Sudáfrica: comunicaciones personales, Sven Teske, 21 de junio de 2009.

Europe Glückauf: (Estadísticas de carbón en Alemania), citado en comunicaciones personales, Sven Teske, 21/6/09.

Rusia: comunicaciones personales, Sven Teske, 21st June 2009.

e) Los factores de empleo calculados muestran haber sido modificados utilizando el porcentaje anual de crecimiento de la productividad laboral de cada región para llegar a los factores de 2010. Los factores de 2006 se muestran en el Informe ISF: Rutovitz J. y Atherton A. 2009, Empleos en el sector energía para 2030: un análisis global. Elaborado para Greenpeace Internacional por el Institute for Sustainable Futures, Universidad de la Tecnología, Sydney, Australia.

## apéndice: tasa de descenso por tecnología

	DESCENSO ANUAL EN FACTORES DE EMPLEO ESCENARIO DE REFERENCIA		DESCENSO ANUAL EN FACTORES DE EMPLEO [TRANSICIÓN ENERGÉTICA]		FUENTE
	2010-20	2020-30	2010-20	2020-30	
Carbón	0.9%	0.3%	1.0%	0.3%	GPI & EREC 2008 (datos de costos)
Gas	0.4%	0.5%	0.4%	0.6%	GPI & EREC 2008 (datos de costos)
Petróleo	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	GPI & EREC 2008 (datos de costos)
Diesel	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	GPI & EREC 2008 (datos de costos)
Nuclear	0.0%	0.0%	0.0%	n/a	GPI & EREC 2008 (datos de costos)
Planta de biomasa	1.0%	0.5%	1.0%	0.5%	GPI & EREC 2008 (datos de costos)
Hidráulica	-0.6%	-0.5%	-0.6%	-0.5%	GPI & EREC 2008 (datos de costos)
Eólica- on shore	1.40%	1.40%	1.40%	1.40%	Derivado de EWEA 200, pies de nota 5 & 6 pág. 22.
Eólica- off shore	3.90%	1.50%	3.90%	1.50%	Derivado de EWEA 200, pies de nota 5 & 6 pág. 22.
Turbina de viento*	1.1%	0.8%	1.2%	0.7%	GPI & EREC 2008 (datos de costos)
FV	6.88%	1.41%	7.72%	2.42%	EPIA 2008b
FV*	6.5%	5.7%	6.9%	5.2%	GPI & EREC 2008 (datos de costos)
Geotérmica	2.3%	2.0%	2.5%	1.7%	GPI & EREC 2008 (datos de costos)
Solar térmica (electricidad)	0%	2.2%	1.6%	0.5%	GPI/ ESTELA 2009, pág. 62
Solar térmica (electricidad)*	2.0%	1.7%	2.0%	1.7%	GPI & EREC 2008 (datos de costos)
Oceánica	7.80%	7.80%	7.80%	7.80%	SERG 2007
Energía oceánica*	8.4%	3.8%	8.4%	3.8%	GPI & EREC 2008 (datos de costos)

\* Factores no empleados en el análisis, utilizados sólo para fines comparativos.

## apéndice: ajustes regionales para ser aplicados a los factores de empleo

MULTIPLICADOR DE EMPLEO	CONSTRUCCIÓN, MANUFACTURA, O&M		ABASTO DE COMBUSTIBLES DE BIOMASA		CONSTRUCCIÓN, MANUFACTURA, O&M		ABASTO DE COMBUSTIBLES DE BIOMASA	
	2010	2010	2020	2020	2030	2030	2030	2030
OCDE	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
África	6.3	13.7	6.2	13.4	6.3	13.7	6.3	13.7
China	2.0	13.5	1.2	8.3	1.0	6.9	1.0	6.9
Asia en Desarrollo	2.5	12.0	1.7	8.4	1.5	7.2	1.5	7.2
India	2.7	18.2	1.9	12.7	1.5	9.7	1.5	9.7
Latinoamérica	2.5	3.2	2.4	3.0	2.4	3.0	2.4	3.0
Medio Oriente	2.4	3.0	2.2	2.7	2.3	2.8	2.3	2.8
Economías en Transición	2.6	4.5	2.0	3.4	1.9	3.2	1.9	3.2

a) Para derivación de los multiplicadores de ajuste regionales ver el informe del ISF: Rutovitz J. y A. Atherton 2009, *Los empleos del sector de energía a 2030: un análisis global*. Elaborado para Greenpeace Internacional por el Institute for Sustainable Futures de la Universidad de la Tecnología, Sydney, Australia.

**apéndice: G8: empleo y generación de electricidad para 2010, 2020, y 2030**

CANADA		2010 REF	2020 REF	2030 REF	2010 [RJE]	2020 [RJE]	2030 [RJE]
<b>Generación de electricidad</b>							
Carbón	TWh	105	72	32	75	34	13
Gas	TWh	63	47	43	41	48	34
Nuclear, petróleo y diesel	TWh	114	108	104	83	12	0
Renovables	TWh	381	406	416	383	427	478
Total	TWh	662	650	604	581	556	552
<b>Emissiones CO<sub>2</sub>-Sector energía</b>	<b>mill t CO<sub>2</sub></b>	<b>148</b>	<b>92</b>	<b>48</b>	<b>100</b>	<b>43</b>	<b>17</b>
<b>Empleos (miles)</b>							
Carbón	empleos	4.8	3.6	2.3	3.5	1.5	0.5
Gas	empleos	13.5	4.5	4.0	5.7	6.5	3.8
Nuclear, petróleo y diesel	empleos	6.8	5.8	5.3	4.1	0.5	0.0
Renovables	empleos	37.4	54.4	48.3	40.4	62.1	74.7
<b>Empleos en el abasto de energía</b>	<b>empleos</b>	<b>62.5</b>	<b>68.3</b>	<b>60.0</b>	<b>53.6</b>	<b>70.5</b>	<b>79.1</b>
<b>Eficiencia</b>	<b>empleos</b>	-	-	-	<b>18.3</b>	<b>18.7</b>	<b>9.7</b>
<b>Empleos totales</b>	<b>empleos</b>	<b>62.5</b>	<b>68.3</b>	<b>60.0</b>	<b>72.0</b>	<b>89.2</b>	<b>88.8</b>
FRANCIA		2010 REF	2020 REF	2030 REF	2010 [RJE]	2020 [RJE]	2030 [RJE]
<b>Generación de electricidad</b>							
Carbón	TWh	30	38	61	25	23	18
Gas	TWh	53	72	120	107	234	309
Nuclear, petróleo y diesel	TWh	454	453	409	350	153	0
Renovables	TWh	90	125	135	98	145	189
Total	TWh	628	688	724	578	555	517
<b>Emissiones CO<sub>2</sub>-Sector energía</b>	<b>mill t CO<sub>2</sub></b>	<b>39</b>	<b>49</b>	<b>81</b>	<b>52</b>	<b>89</b>	<b>108</b>
<b>Empleos (miles)</b>							
Carbón	empleos	4.3	3.9	8.3	1.7	1.6	1.1
Gas	empleos	2.1	1.5	3.1	4.8	7.3	5.4
Nuclear, petróleo y diesel	empleos	19.5	19.0	15.5	15.0	6.4	0.0
Renovables	empleos	22.4	38.1	29.9	29.2	57.9	61.4
<b>Empleos en el abasto de energía</b>	<b>empleos</b>	<b>48.3</b>	<b>62.4</b>	<b>56.8</b>	<b>50.8</b>	<b>73.3</b>	<b>68.0</b>
<b>Eficiencia</b>	<b>empleos</b>	-	-	-	<b>11.1</b>	<b>18.8</b>	<b>24.5</b>
<b>Empleos totales</b>	<b>empleos</b>	<b>48.3</b>	<b>62.4</b>	<b>56.8</b>	<b>61.9</b>	<b>92.1</b>	<b>92.5</b>
ALEMANIA		2010 REF	2020 REF	2030 REF	2010 [RJE]	2020 [RJE]	2030 [RJE]
<b>Generación de electricidad</b>							
Carbón	TWh	250	195	122	250	120	0
Gas	TWh	155	133	140	155	174	190
Nuclear, petróleo y diesel	TWh	110	30	0	110	0	0
Renovables	TWh	120	199	283	120	204	299
Total	TWh	635	557	546	635	497	488
<b>Emissiones CO<sub>2</sub>-Sector energía</b>	<b>mill t CO<sub>2</sub></b>	<b>320</b>	<b>249</b>	<b>172</b>	<b>320</b>	<b>195</b>	<b>82</b>
<b>Empleos (miles)</b>							
Carbón	empleos	31	23	18	31	16	-
Gas	empleos	10	2	5	10	7	8
Nuclear, petróleo y diesel	empleos	8	0	-	8	-	-
Renovables	empleos	226	219	277	230	243	313
<b>Empleos en el abasto de energía</b>	<b>empleos</b>	<b>275</b>	<b>244</b>	<b>299</b>	<b>278</b>	<b>266</b>	<b>321</b>
<b>Eficiencia</b>	<b>empleos</b>	-	-	-	-	<b>11</b>	<b>9</b>
<b>Empleos totales</b>	<b>empleos</b>	<b>275</b>	<b>244</b>	<b>299</b>	<b>278</b>	<b>277</b>	<b>330</b>

## apéndice: G8 visión general resultados por país

REINO UNIDO		2010 REF	2020 REF	2030 REF	2010 [RJE]	2020 [RJE]	2030 [RJE]
<b>Generación de electricidad</b>							
Carbón	TWh	119	94	74	106	23	3
Gas	TWh	122	219	220	137	185	134
Nuclear, petróleo y diesel	TWh	76	28	11	75	21	4
Renovables	TWh	32	54	128	34	168	255
Total	TWh	349	395	433	352	397	397
<b>Emisiones CO<sub>2</sub>-Sector energía</b>	<b>mill t CO<sub>2</sub></b>	<b>176</b>	<b>192</b>	<b>163</b>	<b>171</b>	<b>165</b>	<b>156</b>

<b>Empleos (miles)</b>							
Carbón	empleos	21.9	16.7	13.6	21.6	11.3	1.7
Gas	empleos	6.1	10.8	4.5	6.3	7.4	5.7
Nuclear, petróleo y diesel	empleos	4.3	1.6	0.6	4.3	1.2	0.3
Renovables	empleos	38	22	56	41	105	131
<b>Empleos en el abasto de energía</b>	<b>empleos</b>	<b>70</b>	<b>51</b>	<b>74</b>	<b>73</b>	<b>125</b>	<b>138</b>
<b>Eficiencia</b>	<b>empleos</b>	-	-	-	-	<b>5.7</b>	<b>14.3</b>
<b>Empleos totales</b>	<b>empleos</b>	<b>70</b>	<b>51</b>	<b>74</b>	<b>73</b>	<b>130</b>	<b>152</b>

ESTADOS UNIDOS		2010 REF	2020 REF	2030 REF	2010 [RJE]	2020 [RJE]	2030 [RJE]
<b>Generación de electricidad</b>							
Carbón	TWh	2,361	2,797	3,324	2,286	1,598	1,000
Gas	TWh	824	887	944	1,105	1,353	1,432
Nuclear, petróleo y diesel	TWh	969	1,021	1,037	702	451	78
Renovables	TWh	455	708	870	513	1,462	2,650
Total	TWh	4,610	5,413	6,176	4,605	4,863	5,160
<b>Emisiones CO<sub>2</sub>-Sector energía</b>	<b>mill t CO<sub>2</sub></b>	<b>2,691</b>	<b>2,875</b>	<b>3,168</b>	<b>2,711</b>	<b>1,874</b>	<b>1,213</b>

<b>Empleos (miles)</b>							
Carbón	empleos	153	160	214	127	49	30
Gas	empleos	40	43	49	110	63	56
Nuclear, petróleo y diesel	empleos	45	47	45	28	17	4
Renovables	empleos	145	210	239	183	574	736
<b>Empleos en el abasto de energía</b>	<b>empleos</b>	<b>382</b>	<b>460</b>	<b>547</b>	<b>448</b>	<b>703</b>	<b>827</b>
<b>Eficiencia</b>	<b>empleos</b>	-	-	-	<b>1</b>	<b>70</b>	<b>111</b>
<b>Empleos totales</b>	<b>empleos</b>	<b>382</b>	<b>460</b>	<b>547</b>	<b>449</b>	<b>772</b>	<b>938</b>

ITALIA		2010 REF	2020 REF	2030 REF	2010 [RJE]	2020 [RJE]	2030 [RJE]
<b>Generación de electricidad</b>							
Carbón	TWh	47	27	46	44	25	15
Gas	TWh	185	262	290	179	186	131
Nuclear, petróleo y diesel	TWh	46	41	39	46	30	14
Renovables	TWh	61	105	121	62	121	175
Total	TWh	339	435	496	331	363	336
<b>Emisiones CO<sub>2</sub>-Sector energía</b>	<b>mill t CO<sub>2</sub></b>	<b>136</b>	<b>133</b>	<b>154</b>	<b>132</b>	<b>92</b>	<b>63</b>

<b>Empleos (miles)</b>							
Carbón	empleos	3.9	3.0	6.4	3.8	2.7	1.8
Gas	empleos	9.8	10.8	6.1	8.5	4.3	2.2
Nuclear, petróleo y diesel	empleos	5.7	4.0	3.6	5.8	2.7	1.3
Renovables	empleos	37.7	53.8	39.5	41.1	66.4	74.0
<b>Empleos en el abasto de energía</b>	<b>empleos</b>	<b>57</b>	<b>72</b>	<b>56</b>	<b>59</b>	<b>76</b>	<b>79</b>
<b>Eficiencia</b>	<b>empleos</b>	-	-	-	<b>1.7</b>	<b>12.1</b>	<b>22.4</b>
<b>Empleos totales</b>	<b>empleos</b>	<b>57</b>	<b>72</b>	<b>56</b>	<b>61</b>	<b>88</b>	<b>102</b>

**apéndice: G8 visión general resultados por país**

RUSIA		2010 REF	2020 REF	2030 REF	2010 [R]E	2020 [R]E	2030 [R]E
<b>Generación de electricidad</b>							
Carbón	TWh	239	275	307	237	170	95
Gas	TWh	460	527	543	461	450	420
Nuclear, petróleo y diesel	TWh	187	241	263	187	153	52
Renovables	TWh	193	225	264	194	352	550
Total	TWh	1,078	1,268	1,377	1,078	1,125	1,117
<b>Emisiones CO<sub>2</sub>-Sector energía</b>	<b>mill t CO<sub>2</sub></b>	<b>794</b>	<b>885</b>	<b>950</b>	<b>791</b>	<b>673</b>	<b>557</b>
<b>Empleos (miles)</b>							
Carbón	empleos	169	134	128	161	56	25
Gas	empleos	134	103	76	147	92	68
Nuclear, petróleo y diesel	empleos	30	44	31	30	15	4
Renovables	empleos	69	64	71	67	252	337
<b>Empleos en el abasto de energía</b>	<b>empleos</b>	<b>401</b>	<b>345</b>	<b>307</b>	<b>406</b>	<b>415</b>	<b>434</b>
<b>Eficiencia</b>	<b>empleos</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0</b>	<b>50</b>	<b>63</b>
<b>Empleos totales</b>	<b>empleos</b>	<b>401</b>	<b>345</b>	<b>307</b>	<b>406</b>	<b>465</b>	<b>497</b>
JAPÓN		2010 REF	2020 REF	2030 REF	2010 [R]E	2020 [R]E	2030 [R]E
<b>Generación de electricidad</b>							
Carbón	TWh	288	312	349	187	167	151
Gas	TWh	308	323	375	321	398	413
Nuclear, petróleo y diesel	TWh	475	521	552	475	341	181
Renovables	TWh	113	132	155	131	233	347
Total	TWh	1,185	1,288	1,430	1,114	1,138	1,092
<b>Emisiones CO<sub>2</sub>-Sector energía</b>	<b>mill t CO<sub>2</sub></b>	<b>468</b>	<b>410</b>	<b>414</b>	<b>381</b>	<b>319</b>	<b>277</b>
<b>Empleos (miles)</b>							
Carbón	empleos	36	31	31	23	20	20
Gas	empleos	12	6	9	15	13	9
Nuclear, petróleo y diesel	empleos	55	56	49	52	22	13
Renovables	empleos	37	43	55	65	132	155
<b>Empleos en el abasto de energía</b>	<b>empleos</b>	<b>140</b>	<b>136</b>	<b>145</b>	<b>155</b>	<b>188</b>	<b>197</b>
<b>Eficiencia</b>	<b>empleos</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>26</b>	<b>50</b>
<b>Empleos totales</b>	<b>empleos</b>	<b>140</b>	<b>136</b>	<b>145</b>	<b>171</b>	<b>214</b>	<b>247</b>

# México: generación de empleos a partir del desarrollo de proyectos de energías renovables y su impacto en la mitigación del cambio climático

7  
apéndice | FACTORES

Para países como México, el desarrollo de proyectos de energías renovables representa una gran oportunidad para la inversión, la investigación, la innovación tecnológica y para la creación de nuevas fuentes de empleo. Nuestro país tiene una ubicación geográfica privilegiada para el aprovechamiento de las energías renovables y ofrece grandes oportunidades para costear y desarrollar la investigación, diseño, fabricación, manufactura, operación, mantenimiento y mano de obra en general para estos proyectos.

Por ejemplo, en el campo de la energía solar, un gran nicho de mercado puede ser el abastecimiento a partir de fuentes solares al 5% de la población mexicana que no tiene acceso a la red, ya que en esas zonas apenas hay instalados sistemas solares. Se han calculado aproximadamente 3MW de capacidad fotovoltaica y 500 mil metros cuadrados de calentadores solares para ese nicho.

Estudios como el Low Carbon Growth: A Potential Path for México, elaborado por el Centro Mario Molina, señalan que si México asumiera un compromiso de reducción de emisiones de 54% para 2030, se generarían cerca de 500 mil empleos nuevos, además de impulsar el PIB en 1%, con respecto al escenario convencional.

Otros estudios señalan que, por ejemplo, para un proyecto eólico de 50MW, se puede generar el equivalente a 40 empleos de tiempo completo durante el periodo de construcción del parque. Asimismo, 10 millones de KW de electricidad producida por medio de energía eólica generará 27% más empleos en la región – en este caso, Oaxaca- que la misma cantidad de energía producida por una central de carbón, y 66% más empleos que una central de energía de gas natural y ciclo combinado\*.

## PRODUCTOS CON MAYOR DEMANDA

## PRODUCTOS DE OPORTUNIDAD

Energía geotérmica	Armado de turbinas eólicas completas
Proyectos eólicos de La Venta	Celdas solares
Ensamble de paneles solares	
Aspas	
Rodamientos	

Fuente: PROMEXICO

## referencias

\* WINROCK INTERNATIONAL, GLOBAL ENERGY CONCEPTS, AMERICAN WIND ENERGY ASSOCIATION EN COLABORACIÓN CON EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS Y LA FUNDACIÓN MEXICANA PARA EL DESARROLLO RURAL, A.C. "INFORMACIÓN SOBRE ARRENDAMIENTO DE TIERRAS Y POTENCIAL DE GENERACIÓN DE EMPLEOS RELACIONADOS CON EL DESARROLLO DE PROYECTOS EOLÉCTRICOS EN MÉXICO", P 42-43. 2003

A continuación se ofrece un estimado del potencial de empleos adicionales que podrían crearse a partir de la utilización de energías renovables en la generación de energía en México, así como algunos otros beneficios.

**tabla 4.6: capacidad, inversión y empleos directos- Oceánica**

FUENTE	TECNOLOGÍA	NÚMERO DE EMPLEOS ESTIMADOS	OTROS BENEFICIOS
Solar	Calentadores de agua solares	150 mil empleos <sup>a)</sup>	Potencial de reducción de emisiones de GEI de más de 27 millones de toneladas de CO <sub>2</sub> para 2020.
Solar	Q- Cells planta de celdas fotovoltaicas (Mexicali, Baja California)	4 mil 500 nuevos empleos directos para trabajadores altamente calificados y hasta 13 mil empleos indirectos <sup>b)</sup>	
Solar	FV	198 mil 774 nuevos empleos <sup>c)</sup>	Reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> de 2 millones 85 mil toneladas
Eólica	Parque eólico "La Rumorosa" (Baja California Norte)	2 mil empleos <sup>d)</sup>	Con las utilidades generadas se apoyarían hasta 40 mil familias en el pago de su recibo por el consumo eléctrico durante el verano
Eólica	Parque eólico en el Istmo de Tehuantepec (Oaxaca)	10 mil empleos por año <sup>e)</sup> directos e indirectos durante la construcción y una demanda de 374 empleos para su operación <sup>f)</sup>	
Biomasa	Generación de energía eléctrica por biomasa	200 mil empleos <sup>g)</sup>	El manejo forestal sustentable ayudaría disminuir la deforestación y la destrucción de los bosques.
<b>Total</b>		<b>565 274</b>	

**Notas:**

a) PNUMA. "Global Green New Deal" - Environmentally-Focused Investment Historic Opportunity for 21st Century Prosperity and Job Generation. El objetivo es instalar una capacidad total de 2.5 millones de metros cúbicos de sistemas instalados en México para finales del 2011, y 23.5 millones de metros cúbicos para 2020.

b) El parámetro considerado para México es de prácticamente tres empleos indirectos por cada empleo directo generado. <http://www.presidencia.gob.mx/prensa/presidencia/?contenido=36141&imprimir=true>

c) Lo anterior, bajo el entendido de que México podría instalar 1390 MW de energía solar para el año 2020.

<http://www.edomex.gob.mx/portal/page/portal/desarrollopolitico/calendario/febrero/energia>

d) Excélsior, Sección "Dinero". 07-08-09, p. 14

e) Cien torres de 65-75 metros por año, generaría 100 empleos aproximadamente por torre por año.

f) SENER. Programa Especial de Aprovechamiento de Energías Renovables, 2009

g) 200 plantas de energía con capacidad de 25 MW. World Bank. MEDEC: Mexico Low Carbon Study, 2009. p.136

Es decir, que en el mediano plazo se crearían más de medio millón de empleos adicionales si se tomaran en cuenta las recomendaciones de diversos estudios sobre la viabilidad técnico-económica de proyectos de energías renovables. Esto sin contar el otro medio millón que plantea el estudio McKinsey si se asumiera una meta de reducción de emisiones más ambiciosa para el año 2030.

# αὐτοβύσιον [r] εἰς ἐν τῶν ἀσπίδων ἐν τῶν



## GREENPEACE

Greenpeace es una organización global, ambientalista, no gubernamental e independiente política y económicamente. En Greenpeace trabajamos mediante campañas, a través de las cuales investigamos, documentamos y exponemos ante la opinión pública los abusos ambientales que amenazan a nuestro planeta; además, proponemos soluciones ambientalmente viables y socialmente justas. A fin de mantener su independencia, Greenpeace no acepta donativos de empresas, gobiernos ni partidos políticos; únicamente de personas que simpatizan con nuestra forma de actuar.

Greenpeace se fundó en 1971 cuando un grupo de pacifistas navegó hacia las costas de Alaska para oponerse a las pruebas nucleares de Estados Unidos. Hoy es una organización con presencia en más de 40 países. En México inició actividades en 1993. Desde entonces, ha acabado con el silencio que rodeaba a la destrucción ambiental; ha dado los nombres de quienes destruyen el ambiente; ha presionado para que sean resueltos los más graves problemas ambientales y apoyado a organizaciones y comunidades en sus luchas por defender su patrimonio natural.

### Greenpeace México, A.C.

Santa Margarita No. 227  
Col. Del Valle, 03100 México D.F., México  
t +56 87 95 95 f +52 56 87 9030  
greenpeace.mexico@greenpeace.org  
www.greenpeace.org.mx



EREC

Baj  
Carbono



### Consejo Europeo para las Energías Renovables – [EREC]

Creado el 13 de abril de 2000, el Consejo Europeo para las Energías Renovables (EREC) es la organización que agrupa a la industria de la energía renovable en Europa, y asociaciones de comercio e investigación, activa en los sectores de la bioenergía, geotermia, oceánica, mini hidráulica, electricidad solar, solar térmica y eólica. El EREC tiene un ingreso anual de 40 millones de euros y emplea alrededor de 350,000 personas.

El EREC está compuesto por las siguientes asociaciones y federaciones sin fines de lucro: AEBIOM (Asociación Europea de la Biomasa); eBIO (Asociación Europea de Bioetanol); EGEC (Consejo Europeo para la Energía Geotérmica); EPIA (Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica); ESHA (Asociación Europea de Pequeñas Hidroeléctricas); ESTIF (Federación Europea de la Industria Solar Térmica); EUBIA (Asociación Europea de la Industria de la Biomasa); EWEA (Asociación Europea de la Energía Eólica); Agencia EUREC (Asociación Europea de Centros de Investigación en Energías Renovables); EREF (Federación Europea de Energías Renovables); EU-OEA (Asociación Europea de la Energía Oceánica); ESTELA (Asociación Europea de Electricidad Solar Térmica) y Miembro Asociado: EBB (Junta Europea del Biodiesel)

EREC Consejo Europeo para las Energías Renovables  
Renewable Energy House, 63-67 rue d'Arlon,  
B-1040 Bruselas, Bélgica  
t +32 2 546 1933 f +32 2 546 1934  
erec@erec.org www.erec.org