

The background features a dark blue field with abstract geometric shapes. On the left side, there are several overlapping, slanted rectangular blocks in a vibrant lime green color. On the right side, there are several white, slanted rectangular blocks of varying sizes, some appearing as if they are floating or overlapping the blue background.

Transición energética e impactos ambientales

Instituto de Energías Renovables, UNAM
Antonio del Río
Mayo 2015



Antecedente

**La Estrategia Nacional de
Energía**



Estrategia Nacional de Energía 2013

La última Medida de Política de la Estrategia Nacional de Energía se refiere a la **transición energética**.

... para promover la eficiencia y la sustentabilidad energética y reducir la dependencia de los hidrocarburos como fuente primaria de energía, México ha aumentado sus esfuerzos **para impulsar el aprovechamiento de fuentes de energía renovable y tecnologías limpias para generar electricidad**.

Adicionalmente, se cuenta con una meta legal para incrementar el porcentaje de energías no fósiles en el portafolio de fuentes primarias de energía para la generación de electricidad en por lo menos **35% al 2024**.



ENE: Tema estratégico 2. Promover el uso eficiente de la energía en todos los sectores



Tarifas	<ul style="list-style-type: none">▪ Estructuras tarifarias eficientes para los servicios energéticos y precios que reflejen el costo de oportunidad de los energéticos primarios, incluyendo las externalidades ambientales.	Intersecretarial Pemex, CFE
Incentivos	<ul style="list-style-type: none">▪ Desarrollar esquemas de incentivos fiscales y recaudatorios para personas físicas y morales que adopten medidas de eficiencia energética en sus viviendas y empresas.▪ Implementar esquemas de facturación y cobros a los hogares basados en una relación de nivel de ingreso y consumo.	Intersecretarial, Conuee, CFE Intersecretarial, Sener, CFE

Externalidades

Facturación

Subsidios



ENE: Tema estratégico 8. Dotar de flexibilidad a las redes de transmisión y distribución



Interconexión de energías renovables	▪ Asegurar la aplicación expedita de las Reglas Generales de Interconexión al Sistema Eléctrico Nacional, considerando estándares de interoperabilidad, garantizando acceso transparente y no discriminatorio.	CRE
	▪ Facilitar la interconexión de centrales de generación eléctrica para autoabastecimiento, producción independiente y pequeña producción con energías renovables en las regiones del país con mayor potencial y viabilidad económica.	CFE
	▪ Definir los criterios y hacer públicos los puntos de interconexión para que los participantes privados puedan llevar a cabo sus inversiones.	CRE

Reglas para beneficiar la generación local y facilitar la interconexión



ENE: Tema estratégico 10. Diversificar y optimizar el parque de generación



- Se olvidó en la Reforma Energética
- Mecanismos financieros y tarifarios para incentivar a las fuentes renovables

Fortalecimiento de regulación	▪ Revisar y actualizar el marco regulatorio vigente, así como los procesos administrativos a fin de agilizar el proceso de desarrollo y otorgamiento de permisos para proyectos de generación por parte de la iniciativa privada a partir de fuentes renovables	CRE
	▪ Determinar los requerimientos, tanto de capacidad como económicos, para el porteo en proyectos de autogeneración con energías renovables.	Sener, CRE
	▪ Diseñar y establecer mecanismos financieros y tarifarios, que incentiven la utilización de fuentes renovables.	CRE



ENE: Tema estratégico 15. Identificar y aprovechar el potencial de energías renovables en nuestro país



TEMA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE
Sustentabilidad y aprovechamiento de recursos energéticos	<ul style="list-style-type: none">▪ Incrementar el aprovechamiento de energía primaria para asegurar la sustentabilidad energética en el largo plazo.▪ Explorar el territorio nacional para generar una base de datos que permita mejorar las estimaciones de los recursos no aprovechados.▪ Impulsar el desarrollo de un mercado competitivo de biocombustibles, sin afectar la seguridad alimentaria, siempre y cuando constituyan una alternativa en términos ambientales (de acuerdo a un análisis de ciclo de vida), económicos y sociales.▪ Promover la vinculación científica de los sectores; académico nacional, centros de investigación e industriales para el desarrollo óptimo de las energías renovables.	Sener Institutos de investigación, CFE Sener, CRE Sener, Institutos de investigación, Universidades
Desarrollo de investigación	<ul style="list-style-type: none">▪ Fomentar el desarrollo de recursos humanos especializados para la innovación tecnológica y aprovechamiento de las energías renovables, tanto en aplicaciones eléctricas como térmicas.	Sener, Institutos de investigación, Universidades
Regulación e integridad de infraestructura	<ul style="list-style-type: none">▪ Mejorar los instrumentos vigentes para el desarrollo de infraestructura e identificar nuevos instrumentos que permitan el aprovechamiento de zonas con potencial importante.▪ Perfeccionar la modalidad de pequeña producción para dar mayor claridad y aprovechar las oportunidades costo-efectivas en todo el país.▪ Desarrollo de lineamientos justos y competitivos de renta de tierras.	CRE CRE Sener, CRE, Autoridades Locales

¿Donde quedó en la Reforma Energética?



Situación actual



Contexto

México Hoy

- Cambio climático
- Pobreza extrema de la población
- Agotamiento de los recursos naturales
- Desarrollo económico para unos cuantos

- En México tenemos un sector científico profesional

INE-PNUD

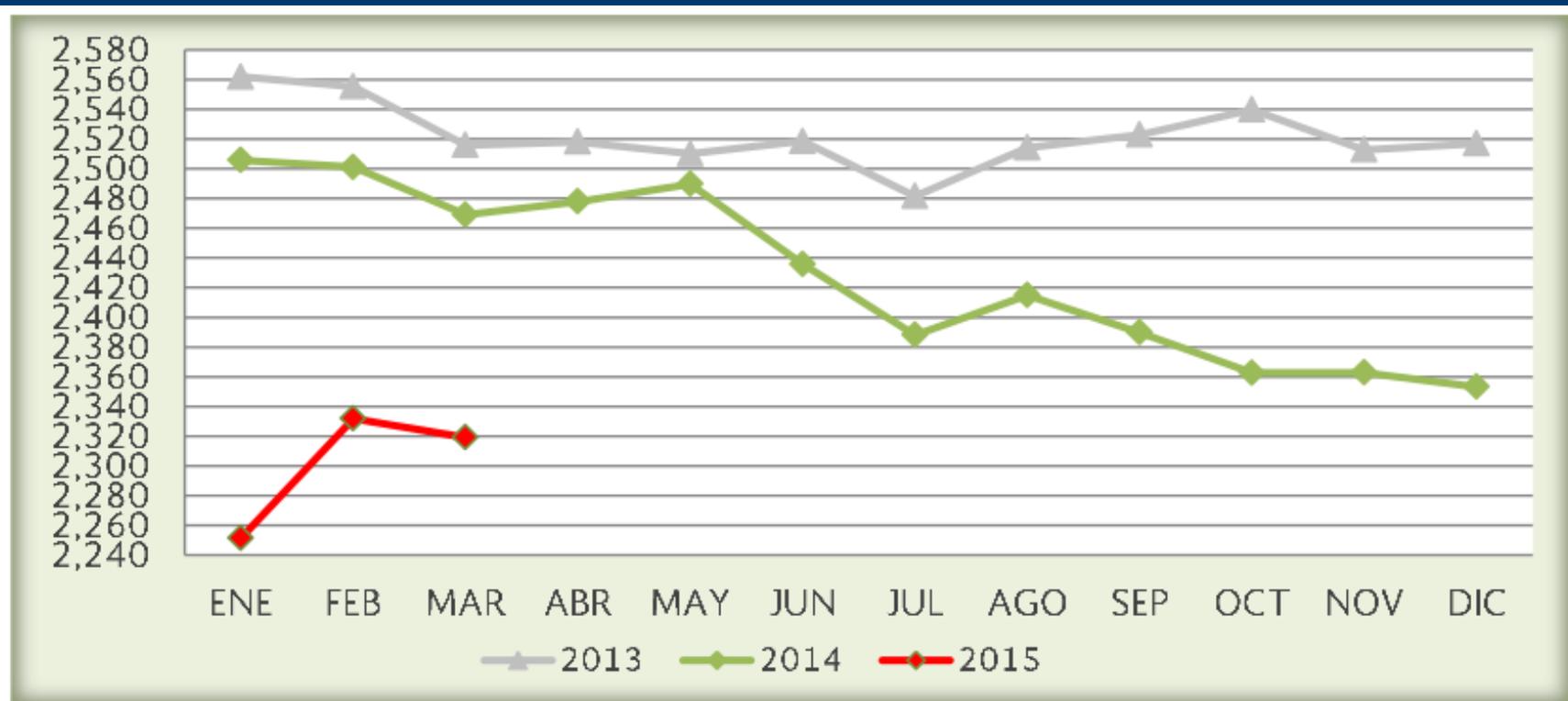
Impactos sociales del cambio climático en México



Ana Rosa Moreno Sánchez
Javier Urbina Soria



Producción Petrolera en México

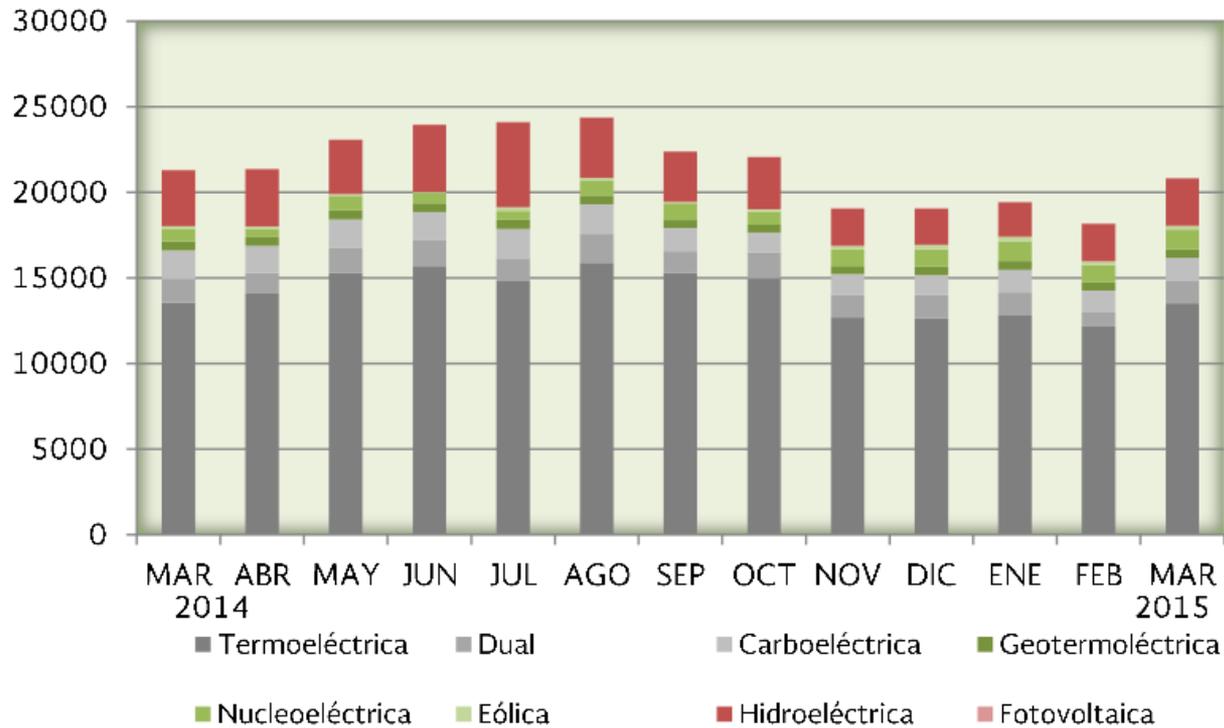


Fuente: Sistema de Información Energética (SIE), con información de Pemex.



Generación de electricidad

Figura 10. Generación bruta de energía eléctrica (GWh)



Fuente: Sistema de Información Energética (SIE), con información de CFE



Resultados de producir energía

- Quema de hidrocarburos para producir energía (transporte, electricidad)
- Deterioro ambiental (efecto invernadero, acidificación de los océanos, aumento del nivel del mar y los fenómenos meteorológicos extremos, liberación del metano atrapado en el *permafrost* y en los hidratos de aguas profundas, etc.)
- En estos momentos no existe una fuente de energía capaz de sustituir a los hidrocarburos, sin embargo diversas combinaciones de fuentes renovables de energía en diferentes ecosistemas pueden suplirlos en un futuro.



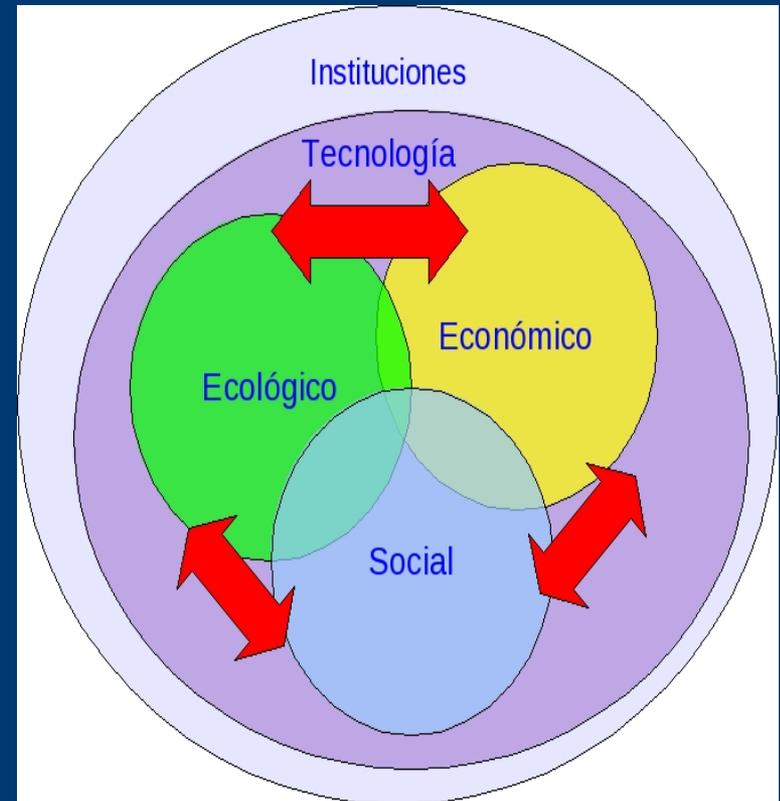
Desarrollo sustentable

- En forma simple podemos definir como desarrollo sustentable a aquel que respeta el ambiente, promueve la equidad con las generaciones actuales y futuras.



Desarrollo sustentable

- La sociedad y su interacción con el ambiente debe verse como un sistema complejo.
- La complejidad no radica en la suma de los entes sociales, ecológicos y económicos, sino que se caracteriza por fronteras tenues y sobrepuestas.
- Las **interacciones entre sus entes** son más importantes que los componentes.
- Las instituciones: La Reforma Energética





Desarrollo sustentable



- Pilares de la sustentabilidad: ecológico, económico, social e institucional.
- Entre ellos hay contradicciones que debemos resolver para desarrollarnos. Amalgamar el conocimiento científico con el tradicional y la tecnología pueden ser utilizados como herramientas que aporten soluciones de largo plazo, y así propiciar un desarrollo sustentable.
- Participación de jóvenes y ciencia ciudadana



Marco legal

Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento a la Transición Energética (LAERFTE) y Ley de Cambio Climático 2008.

Propuesta de
Ley de Transición Energética 2014



Marco legal

Cambio de Fuente Renovable de Energía 2008

a

Energía Limpia 2014



¿Por qué?

Cambio de Fuente Renovable de Energía 2008

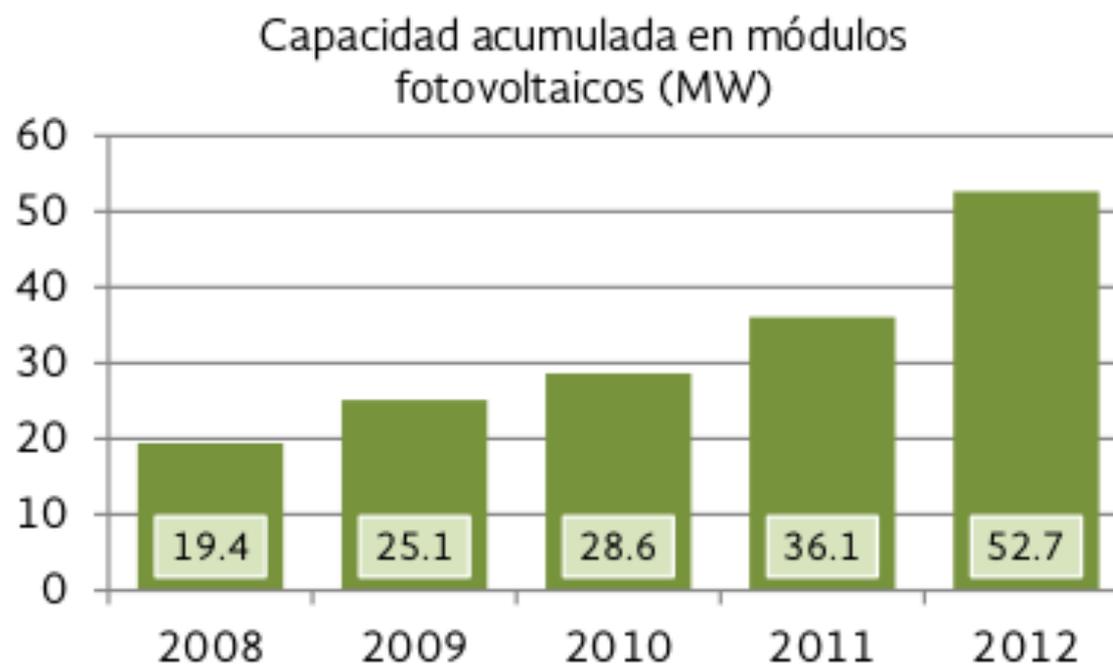
a

Energía Limpia 2014



En 2012

Gráfica 9. Capacidad acumulada en módulos fotovoltaicos (MW)



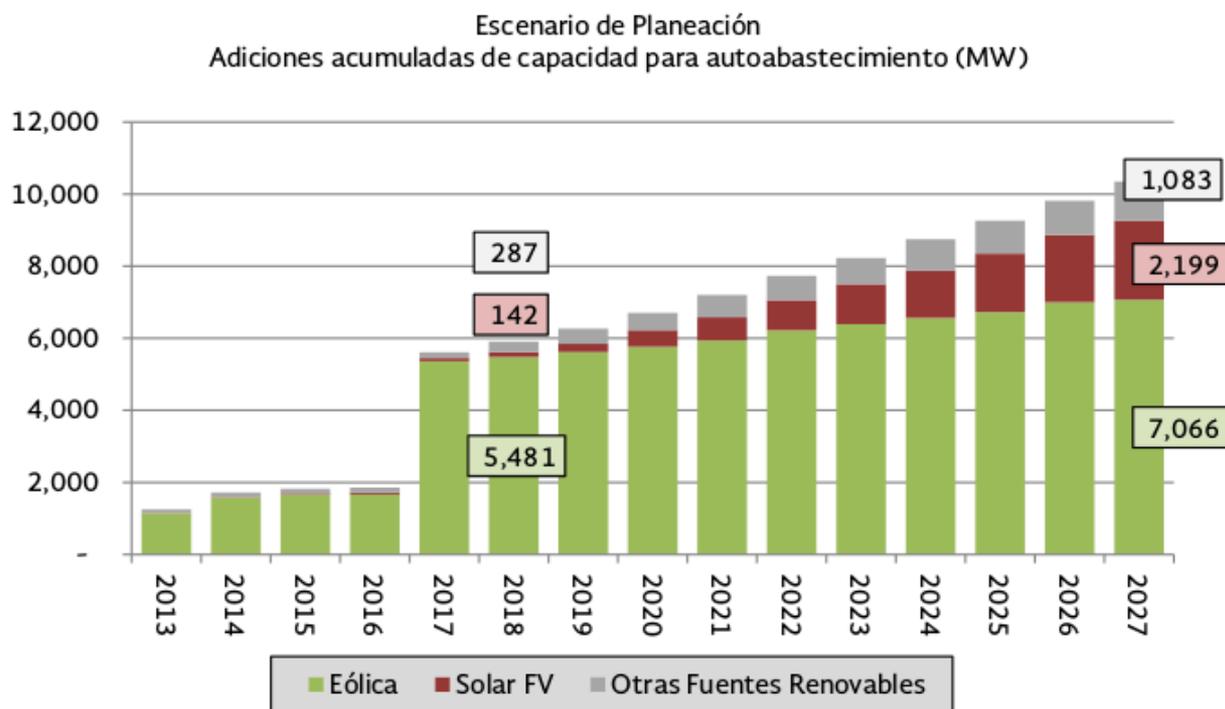
Fuente: Balance Nacional de Energía 2012. 2013.

Solamente 0.28 km² instalados



Prospectiva

Gráfica 12. Escenario de Planeación, Adiciones de capacidad para autoabastecimiento (MW)



Fuente: SENER con datos del Grupo de Autoabastecimiento.

En 2018 duplicar los FV



La tragedia de los comunes

- Las leyes que están aprobando en las cámaras claramente consideran que el petróleo es un bien del país y que esta generación tiene todo el derecho a explotarlo, quemarlo o venderlo en el menor tiempo posible para obtener la mayor renta.
- Tragedia de los comunes: Este comportamiento ocurre cuando hay un recurso común compartido, del que cada usuario se beneficia directamente de su uso, pero comparte los costos de su abuso con todos los demás. La consecuencia de estos hechos es la sobreexplotación del recurso, erosionando hasta que el recurso deja de estar disponible para cualquier persona.



La tragedia de los comunes

- Solución de la tragedia mediante la consideración de un sistema complejo con múltiples componentes e interacciones "*Thinking in Systems*", Donella Meadows
- Propuesta: Educar a los usuarios para que entiendan las consecuencias de abusar del recurso. También sugiere restablecer o fortalecer el vínculo entre las acciones de abuso y las consecuencias para los usuarios.



Hechos



Calentamiento solar



Doméstico

Opción real, actual y sencilla de implementar

Inversión inicial del orden de 3 años de costo de gas

Posibilidad en la mayoría del territorio

Vida útil de más de 20 años posibilidades de reciclado.



Calentamiento solar



Calor de proceso (industria)

Opción real y actual, pero requiere de ingeniería

Posibilidad en la mayoría del territorio

Vida útil de más de 20 años posibilidades de reciclado.



Calentamiento solar



Requiere desarrollo de pequeñas empresas
instaladoras



Fotovoltaicos ahora

Sistemas interconectados a la red

Uso de techumbres, suelo ya usado

Conveniencia económica para tarifas 2 y DAC

Evita pérdidas por transporte y distribución

Producción real de 0.5 kWh día por m² En el territorio nacional.



Fotovoltaicos ahora



El desconocimiento de las posibilidades reales y actuales para autogeneración.

La intermitencia se soluciona con

Almacenamiento con baterías: reciclado y adecuada disposición



Fotovoltaicos ahora



Requiere pequeñas empresas instaladoras,
fomenta la economía local



Eólico baja potencia

Doméstico e industrial

Opción en litoral y algunas otras opciones
localizadas con periodos amanecer, atardecer

Se requiere desarrollo

Ventajas equivalentes a las fotovoltaicas

Empresas instaladoras, modelo distribuido de
energía → ¿economía distribuida?



Prejuicios sobre las renovables



Intermitencia

Energía fotovoltaica y fototérmica

Energía eólica

Son intermitentes



Interconexión a red

Prejuicios

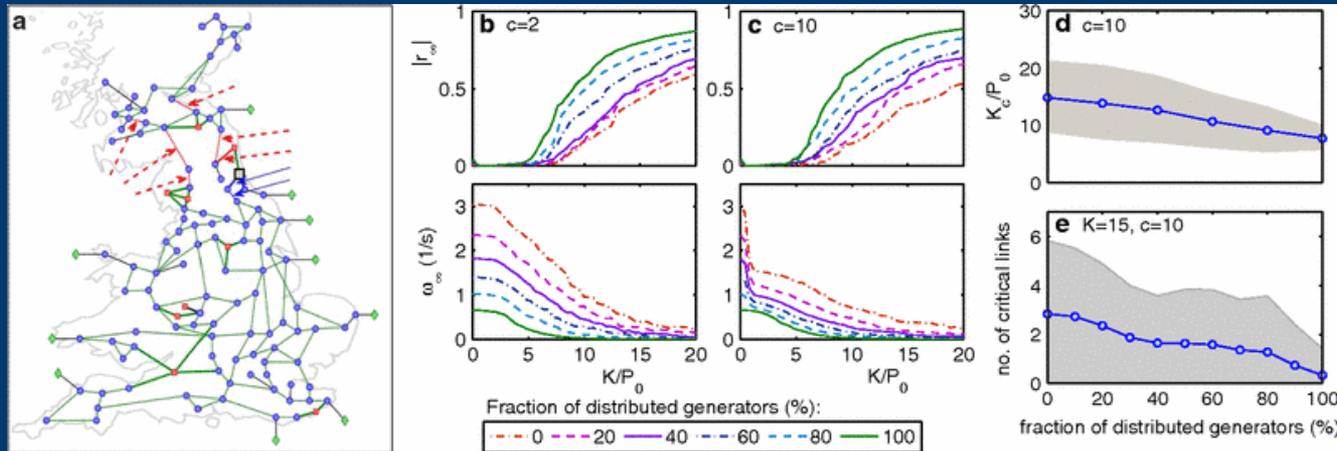
Causa inestabilidades en redes actuales



Redes inteligentes

Autorganización en redes con fuentes intermitentes

A mayor descentralización mayor robustez de la red



Phys. Rev. Lett 2012

<http://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.109.064101>



Una rápida mirada para el transporte

Sin abordar el paradigma del transporte público



Autos eléctricos

Al menos tres automóviles eléctricos

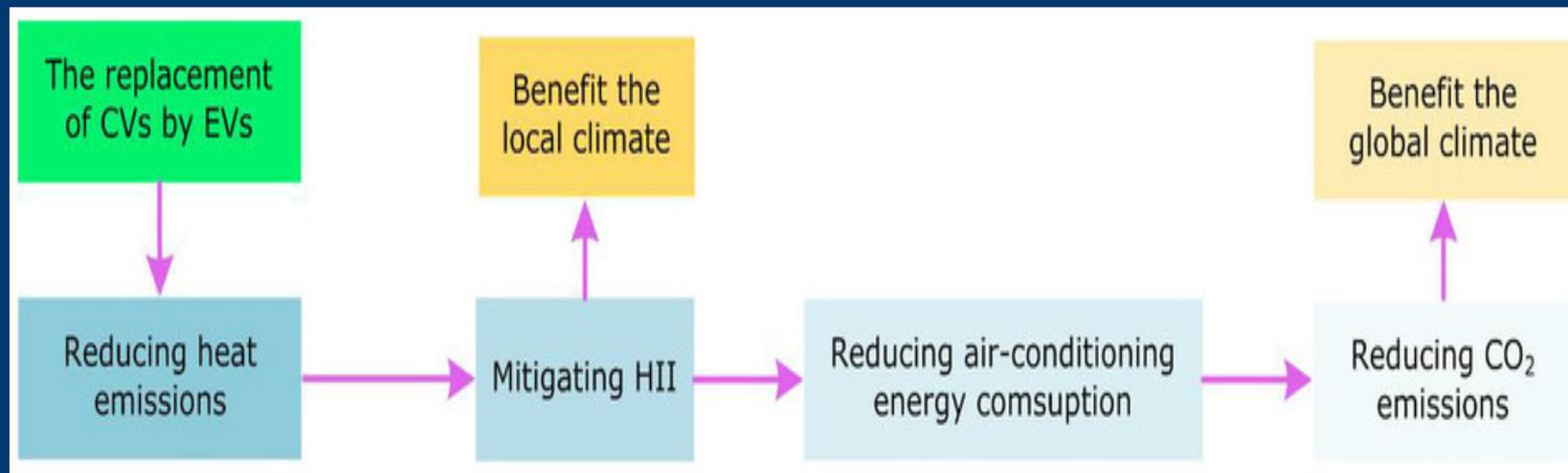
Autonomía de más de 10 km

Energía entre 21 y 25 kWh

Auto	Autonomía	Costo/km
Leaf	160 km	\$0.51
Spark	130-130	\$0.53
BMW	130-160	similar
Gasolina	480 km	1.18



Autos eléctricos beneficios ocultos



Scientific Reports 5, Article number: 9213 (2014)



Autos eléctricos

Impacto ambiental

Evita la isla de calor (disminución de casi 1 grado)

En caso de electricidad desde hidrocarburos se produce CO₂ en un solo sitio

Baterías: reciclado y disposición final



Almacenamiento

Baterías

Se requieren materiales amigables

Se requiere procesos amigables de fabricación

Hace unas semanas TESLA dio a conocer baterías con propiedades interesantes.



Almacenamiento



Térmico

Se requieren materiales amigables

Aumentar la eficiencia

Desarrollo de procesos más eficientes



Las FRE están disponibles

Hoy la tecnología de fuentes renovables de energía está disponible y a precios accesibles al consumidor.

Tarifa II y DAC y son más caras que con fotovoltaicos



Las FRE son una oportunidad para el desarrollo sustentable del país.

La reforma energética se justificó ante la crisis ambiental propiciada por la emisión descontrolada de GEI.

Dio como resultado normativas para extraer con mayor rapidez los hidrocarburos



Transición energética requiere



- Planeación energética en el marco de la sustentabilidad
- Satisfacer la demanda en el futuro y establecer cómo se hará
- Cambios locales en la matriz de oferta energética
- Investigación en Redes inteligentes, materiales para aprovechamiento y almacenamiento de energía
- Además en uso eficiente



Sustentabilidad energética edificios

- Estrategias:
 - Edificios que reducen el consumo de energía mediante un mejor aislamiento
 - Calefacción solar pasiva
 - Enfriamiento evaporativo
 - Iluminación de alta eficiencia
 - Transporte con vehículos híbridos y eléctricos
 - Instalación de dispositivos para el aprovechamiento de la energía solar o eólica (calentadores solares, SFV, aerobombas, etc.)

Es necesario realizar investigación y desarrollo tecnológico para crear nuevas formas de aprovechamiento de las energías renovables



Retos en energía renovables



- Reto: Obtener de las dispersas fuentes renovables de energía el equivalente a la altamente densa energía de los hidrocarburos. La mayoría de las renovables son intermitentes y nuestro actual patrón de consumo energético no se ajusta a este cambiante suministro.
- Debemos generar conocimiento para tener un sistema que contemple todos los puntos de la energía: el abasto, el flujo y la estructura en un marco donde propiciemos desarrollo sustentable, contemplando los pilares de la sustentabilidad.



Energía → Política ambiental

Tecnologías disponibles con beneficios
económicos, sociales y ambientales
evidentes

La transición energética beneficia el entorno
ambiental y puede generar beneficios locales

¡Gracias!

antonio@unam.mx

<http://delrioantonio.blogspot.com>

[@delrioantonio](#)

ier.unam.mx



IER

Instituto de Energías
Renovables