

LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO. Un enfoque metodológico

Dra. Bárbara Garea Moreda
Dr. Alfredo Curbelo Alonso



La impresión de esta publicación contó con el respaldo financiero del Proyecto GEF-PNUD “Actividades de apoyo para preparar la Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”.



Los puntos de vista expresados en esta publicación pertenecen a sus autores y no necesariamente representan los del PNUD o del Sistema de Naciones Unidas.

La presentación y disposición de este libro es propiedad del Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas y del Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía.

Derechos reservados en lengua española conforme a la ley
© Dra. Bárbara Garea Moreda, Dr. Alfredo Curbelo Alonso
© Sobre la presente edición:
Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, 2013
Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía, 2013

Cítese como:
Garea, B., A. Curbelo y col. La transferencia de tecnología y el cambio climático. Un enfoque metodológico (2013). Instituto Superior de Tecnología y Ciencias Aplicadas y CUBAENERGÍA. La Habana, Cuba. 112p. Editorial AMA

ISBN: 978-959-300-041-3



Diseño: DI. Marco Gómez - InSTEC
Fotomecánica e impresión: GEOCUBA

LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO. Un enfoque metodológico

AUTORES PRINCIPALES

Dra. Bárbara Garea Moreda¹ y Dr. Alfredo Curbelo Alonso²

AUTORES CONTRIBUYENTES

Dr. Luis Paz Castro³, Ing. Daniel Rodríguez¹, Lic. Zarahí González¹,
Msc. Orlando Laíz⁴, Dr. Greco Cid Lazo⁵, Dr. Iván Relova², Dr. Arnaldo Alvarez⁶

¹Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, MES

²Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía, CITMA

³Instituto de Meteorología, CITMA

⁴Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos, INRH

⁵Instituto de Investigaciones e Ingeniería Agrícola, MINAG

⁶Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, MINAG



Agradecemos a los especialistas, profesores, investigadores y directivos pertenecientes a Organismos de la Administración Central del Estado, instituciones y organizaciones que contribuyeron responsablemente a los resultados que se presentan en esta publicación.

En especial reconocemos el apoyo sistemático y profesional dado por el Instituto de Meteorología en su carácter de coordinador del Proyecto GEF-PNUD "Actividades de apoyo para preparar la Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático".

COLABORADORES Y PARTICIPANTES EN TALLERES:

Dra. María E. Montesino¹, Ing. Daniel González¹, Lic. Armando Aruca¹, Dr. Mario Herrera¹,
Dr. David Pérez², Dr. Oscar Jiménez², Ing. Yoel Suarez², Dr. Wenceslao Carrera²,
Lic. Iliana López², Dr. Eduardo Planos³, MSc. Vladimir Guevara³, MSc. Adriana Valdés³,
Lic. Lorena Menéndez³, TM. María Garcés³, TM. Nancy Fernández³, Dra. Felicita González⁴,
Lic. Arlen Perdomo⁵, Lic. Liliana Santisteban⁵, Dr. Vito Quevedo⁶, Dra. Elaine Valton⁶,
Dr. José González Bordón⁶, MSc. Orlando Rey⁷, Ing. Gisel Pérez⁸, Lic. Alina Revilla⁹,
Lic. Mónica Rodríguez⁹, Ing. Guillermo Pereira¹⁰, Ing. Alberto Pujol¹¹, Dr. Ramón Pichs¹²,
Dr. Juan Llanes¹³, Dr. José Somoza¹³, Dra. María E. Ruiz¹⁴, Lic. Sonia Orúe¹⁵,
Dr. Norberto Marrero¹⁶, MSc. Daniel López¹⁷, Ing. Odalys Álvarez¹⁸, Dra. Alicia Mercadet¹⁹,
Dra. Leda Menéndez²⁰

¹Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, MES

²Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía, CITMA

³Instituto de Meteorología, CITMA

⁴Instituto de Investigaciones e Ingeniería Agrícola, MINAG

⁵Oficina Cubana de la Propiedad Industrial, CITMA

⁶Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación, CITMA

⁷Dirección de Medio Ambiente, CITMA

⁸Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos

⁹Dirección de Organismos Económicos Internacionales, MINCEX

¹⁰Dirección de Ciencia y Técnica, MINBAS

¹¹Dirección Energía Renovable, MINBAS

¹²Centro de Estudio de la Economía Mundial, CITMA

¹³Universidad de la Habana, MES

¹⁴Universidad Agraria, MES

¹⁵Agencia de Medio Ambiente, CITMA

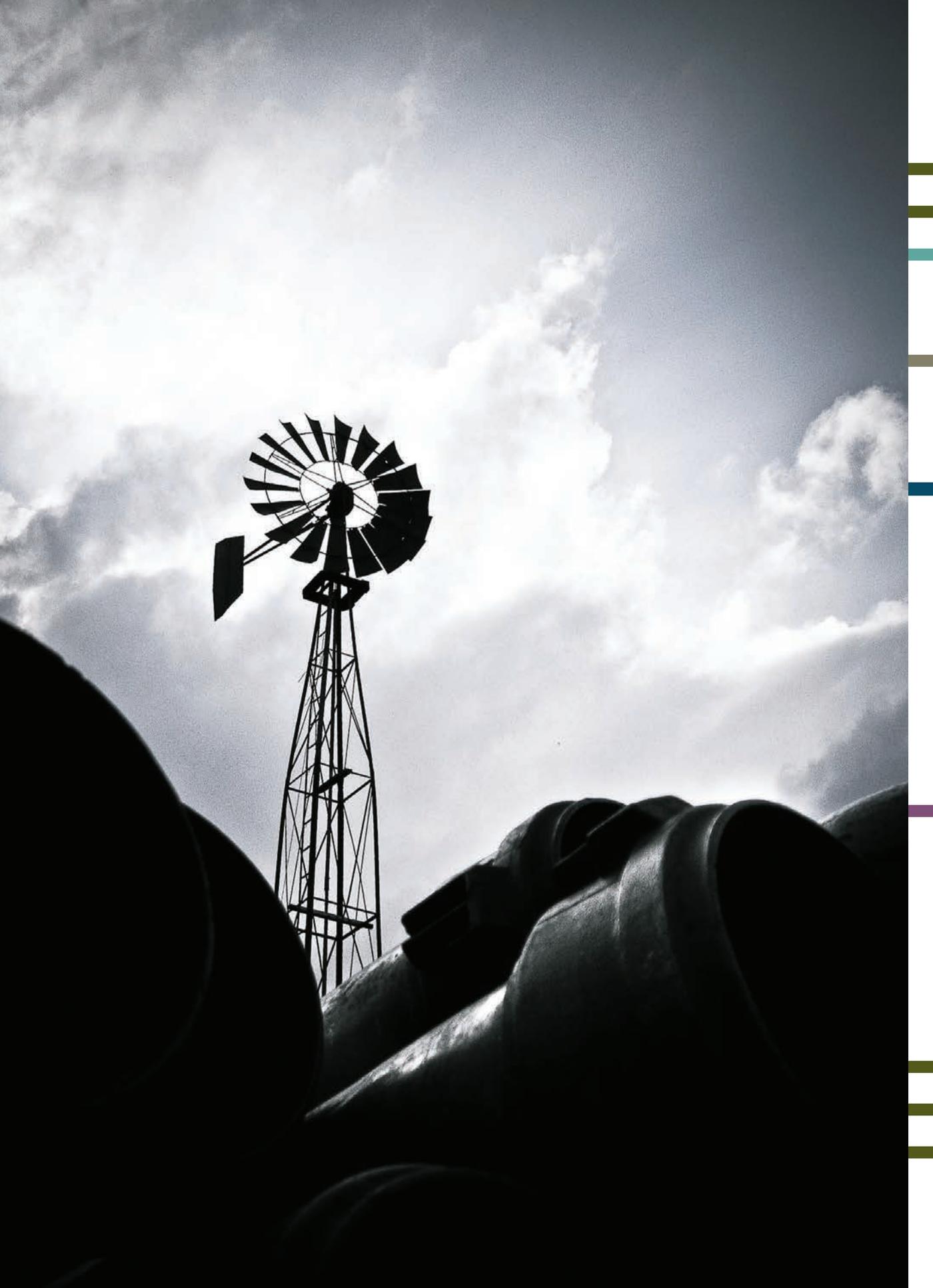
¹⁶Instituto Superior José A. Echevarría, MES

¹⁷Instituto de Documentación e Información Científico Técnica, CITMA

¹⁸Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña, MINAG

¹⁹Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, MINAG

²⁰Instituto de Ecología y Sistemática, CITMA



PRÓLOGO	11
INTRODUCCIÓN	13
I CAMBIO CLIMÁTICO. ESTRATEGIAS GENERALES DE RESPUESTA	17
I.1 Cambio climático	17
I.2 Estrategias generales de respuesta	21
II TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y SU ORIENTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	27
II.1 La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y la transferencia de tecnología	27
II.2 Tecnología, transferencia de tecnología y cambio climático	30
III EVALUAR LA CAPACIDAD PARA LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN Y/O ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	39
III.1 Evaluar la capacidad para la transferencia de tecnología. Aspectos metodológicos	39
III.2 Ejemplos de casos de evaluación de la capacidad para la transferencia de tecnología	45
III.2.1 Evaluación de la capacidad para la transferencia de tecnología en el sector hídrico	45
III.2.2 Evaluación de la capacidad para la transferencia de tecnología en el sector agrícola	50
III.2.3 Evaluación de la capacidad para la transferencia de tecnología en el sector forestal	56
III.2.4 Evaluación de la capacidad para la transferencia de tecnología en el sector energético	60
IV EVALUAR LAS NECESIDADES TECNOLÓGICAS PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	71
IV.1 Evaluación de necesidades tecnológicas. Aspectos metodológicos	71
IV.2 Ejemplos de casos de evaluación de necesidades tecnológicas	76
IV.2.1 Selección de sectores	77
IV.2.2 Evaluación de las necesidades tecnológicas para el sector hídrico	78
IV.2.3 Evaluación de las necesidades tecnológicas para el sector agrícola	90
CONCLUSIONES	101
BIBLIOGRAFÍA	103
ACRÓNIMOS	109



PRÓLOGO

El cambio climático constituye un enorme desafío para la especie humana, a enfrentar desde ahora y por muchos años más. La humanidad está abocada a dar respuestas efectivas, ya inmediatas o a largo plazo, tanto para revertir las causas del cambio climático como para adaptarse a las nuevas condiciones proyectadas en el planeta. Para introducir estas medidas, la transferencia tecnológica se identifica como importante vía, lo cual fue reconocido desde muy temprano por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Sin embargo, su implementación implica salvar ciertos obstáculos y condicionantes, donde es preciso considerar de forma particular la realidad de los países con menos recursos, para nada excluyente del derecho a desarrollarse de modo sostenible, construir sociedades prósperas y elevar la calidad de vida de sus habitantes.

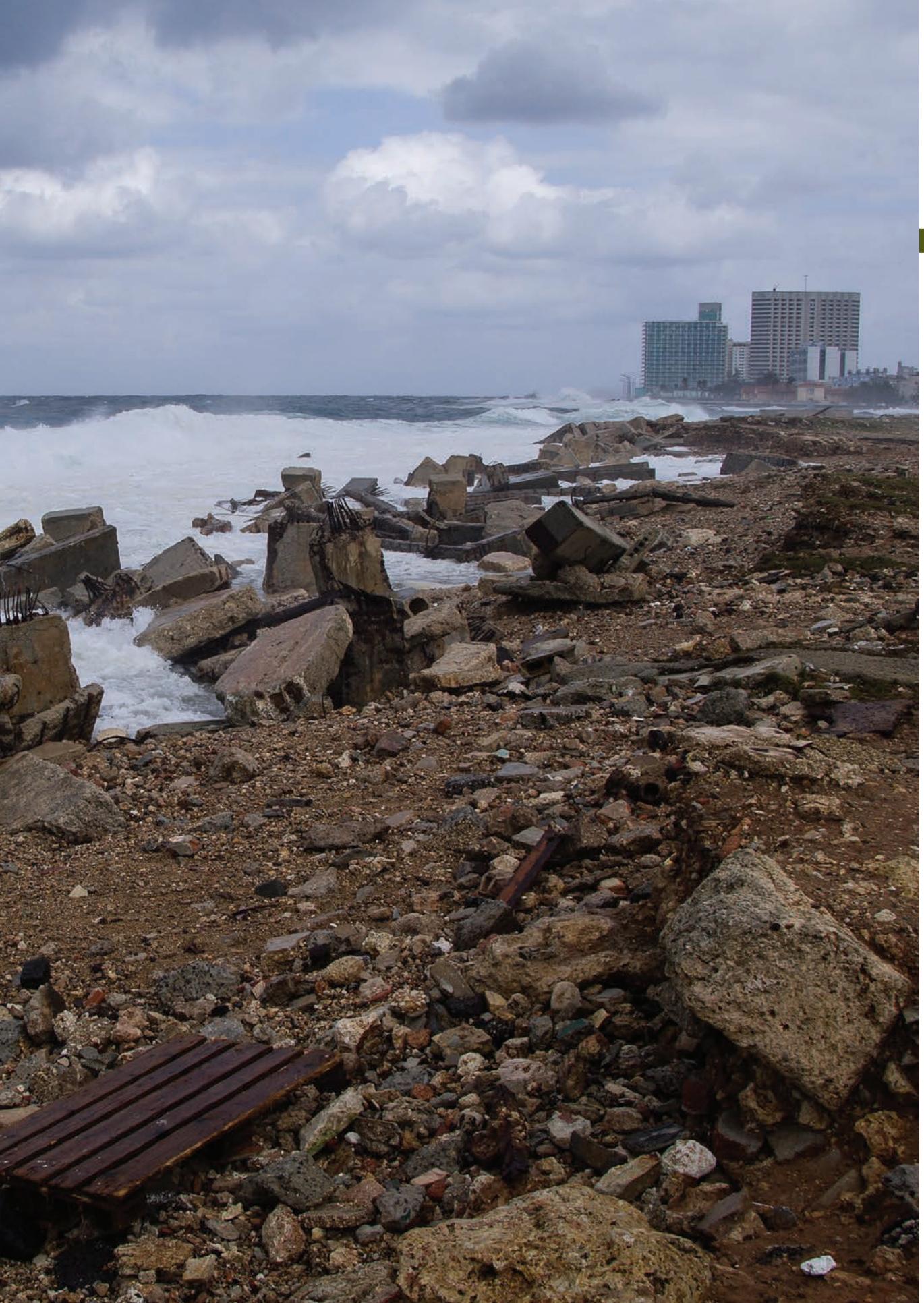
Ahora, por primera vez, y sobre la base de los recursos disponibles para la elaboración de la Segunda Comunicación Nacional a la CMNUCC, la República de Cuba efectuó la evaluación preliminar del estado, contexto, capacidad, así como de diferentes escenarios para la transferencia de tecnología, para mitigar y adaptarse al cambio climático en el país. La presente publicación, de carácter esencialmente metodológico, es resultado de los análisis realizados en ese contexto. En lo fundamental, describe los pasos para evaluar la capacidad nacional cubana para recibir tecnologías y está dirigida mayormente a aquellos que desde diferentes posiciones abordan el tema de la tecnología y la transferencia de tecnología, asociadas ahora al enfrentamiento de este gran reto global y al

desarrollo sostenible. Esperamos que su contenido sirva como herramienta útil para un acercamiento inicial, pero científicamente fundamentado, a esta problemática por parte de estudiantes y profesores de las universidades, del personal que labora en los centros de gestión de todo el país, directivos y especialistas en las empresas, y además, resulte de utilidad para los funcionarios del gobierno, desde el nivel nacional hasta local.

Reconocemos el intenso y exhaustivo trabajo desarrollado por los autores principales, contribuyentes y colaboradores para la conformación del documento, así como a los participantes en los talleres que acompañaron el proceso. Agradecemos también a la Oficina del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y al Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), por el apoyo logístico y financiero al proceso preparatorio de la publicación, sin lo cual la salida del material no hubiera sido posible. Por último, y a nombre del proyecto de Segunda Comunicación Nacional, expresamos nuestra satisfacción por haber acogido esta iniciativa y contribuir a la diseminación de los conocimientos acopiados en transferencia de tecnología para el cambio climático.

Muchas gracias

MSc. A. Vladimir Guevara Velazco
J'Proyecto GEF/PNUD "Actividades de apoyo para preparar la Segunda Comunicación Nacional de la República de Cuba con arreglo a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático"
Instituto de Meteorología - CITMA



INTRODUCCIÓN

El Cambio Climático es un fenómeno de impacto global que amenaza la existencia de la Humanidad. Esta amenaza ha llevado a la necesidad de que los tomadores de decisiones consideren con fuerza los aportes de la comunidad científica y así enfrentar con respuestas más eficaces los cambios. La tecnología y la transferencia de tecnología indiscutiblemente contribuyen, entre otros aspectos, a estos propósitos, pero dependen en gran medida de poder determinar cuál tecnología, con quién y para qué.

Para el cambio climático la transferencia de tecnología dirigida a mitigar las causas y dar respuesta a sus impactos requiere una fuerte conexión de las acciones de mitigación o adaptación con las prioridades del desarrollo sostenible, sobre la base que cualquier iniciativa, respuesta o estrategia “que trate de orientar el avance hacia el desarrollo sostenible, deberá considerar el presunto equilibrio entre las actividades humanas y la capacidad de la naturaleza para sustentarlas” (Gómez Sal A. y B. Garea, 2013).

Bajo este contexto, la transferencia de tecnología se convierte en un proceso con múltiples aristas y su complejidad demanda: clara comprensión de los conceptos asociados a ella; dominio de cuáles son los problemas prioritarios a resolver vinculados al cambio climático y al desarrollo sostenible; capacidad para evaluar las tecnologías más apropiadas; identificar con precisión las barreras que impiden la adquisición, asimilación y difusión de la tecnología seleccionada y proponer acciones para superar estas barreras. Este proceso debe ser

dirigido con enfoque integrador, con la participación de diversos actores que juegan roles importantes para la toma de decisiones.

El libro que se presenta, fruto de la experiencia, estudios y resultados alcanzados por investigadores, profesores, especialistas de diferentes instituciones cubanas, tiene ante todo un carácter metodológico e ilustrativo de procesos de evaluación asociados a la tecnología, su adquisición, asimilación y difusión.

Ha sido muy importante para el desarrollo de los ejemplos de casos que se muestran, los resultados de proyectos ejecutados en el país en el área del cambio climático. Uno de ellos encaminado a elaborar la Segunda Comunicación Nacional de la República de Cuba a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) coordinado por el Instituto de Meteorología (INSMET), y que se inicia a finales del año 2008; el segundo proyecto “Evaluación de Necesidades Tecnológicas para el Cambio Climático” coordinado por el Centro para la Gestión de la Información y el Desarrollo de la Energía (CU-BAENERGÍA) en el período 2012 -2013.

El proyecto para la elaboración de la 2da Comunicación Nacional a la CMNUCC, incluye una evaluación preliminar de la capacidad nacional para la transferencia de tecnología asociada al cambio climático. Este es un aporte respecto a la 1ra Comunicación Nacional, a la vez, fue un reto para el equipo de trabajo encargado de esta evaluación. La primera prioridad fue lograr que todos los participantes en el proyecto captaran los conceptos clave a utilizar e inte-

rriorizaran las complejas interrelaciones entre los problemas ambientales y el desarrollo sostenible; interrelaciones que “hacen muy difícil poder predecir los umbrales reales a partir de los cuales pueden ocurrir desajustes funcionales y tener lugar procesos de degradación ecológica irreversibles con afectaciones al bienestar humano y a la estabilidad social” (PNUMA, 2007) y (Garea B. y L. Fernández, 2009). Dado lo anterior, se ponen ejemplos de evaluación de la capacidad nacional para la transferencia de tecnología en sectores como el de recursos hídricos, la energía, la producción de alimentos y la actividad forestal.

El proyecto Evaluación de Necesidades Tecnológicas, permitió analizar y profundizar en algunos de los conceptos y enfoques del proceso de transferencia de tecnología, a la vez que se obtuvieron productos de alto valor metodológico y práctico, y los principales resultados incluidos en la 2da Comunicación Nacional en este campo, fueron ratificados.

Dra. Bárbara Garea Moreda
InSTEC
Ministerio de Educación Superior

En Cuba, varios autores han tratado el tema del papel de la Ciencia y la Tecnología para el Desarrollo (Castro Díaz-Balart, 2002, 2004), (Faloh Bejerano, 2006), (Núñez Jover, 2013). A pesar de esto, el dominio de las bases metodológicas de la aplicación práctica de este aparato conceptual por parte de los principales actores participantes en procesos de transferencia de tecnología es aún limitado. Esta realidad deriva a que en ocasiones, las acciones vinculadas a las tecnologías se simplifican, no se consideran los riesgos inherentes y se dejan fuera de análisis un grupo de aspectos importantes.

Ojalá que el esfuerzo realizado de integración y síntesis, contribuya en alguna medida a la preparación de profesionales y cuadros del país, esto no fue una meta, pero sí es una pequeña aspiración de todos los involucrados, mirando el futuro seguro y próspero que debemos construir.

Dr. Alfredo Curbelo Alonso
CUBAENERGÍA
Ministerio de Ciencia Tecnología
y Medio Ambiente





I. CAMBIO CLIMÁTICO

ESTRATEGIAS GENERALES DE RESPUESTA

I.1 CAMBIO CLIMÁTICO

El clima es un elemento clave para la vida en la Tierra, es parte de los elementos abióticos del medio ambiente y cualquier cambio en el mismo repercute sobre la naturaleza y la sociedad. Sus características no son iguales en las diferentes zonas del planeta. Éstas están determinadas por una combinación compleja de influencias astronómicas, meteorológicas y geográficas. Además de los procesos atmosféricos, influyen sobre el clima la interacción de la atmósfera con la superficie terrestre, los océanos, la criosfera y la biosfera, los cuales integran el sistema climático.

El clima presenta una variabilidad intrínseca a la que la humanidad ha estado expuesta a lo largo de la historia; ésta denota variaciones del estado medio y otras características estadísticas (desviación típica, sucesos extremos) en diferentes escalas espaciales y temporales, más amplias que las de los fenómenos meteorológicos. En las últimas décadas, gran parte de la comunidad científica internacional ha centrado sus investigaciones en dicha variabilidad; esto último se debe a las anomalías climáticas extremas originadas en diferentes regiones del planeta que provocan: intensos y extensos procesos de sequía, devastadores eventos lluviosos, años extraordinariamente cálidos y otros fenómenos que acarrear graves daños a las poblaciones humanas y a los ecosistemas; generando a su vez severos impactos sobre la disponibilidad del recurso hídrico, la salud, la infraestructura, la producción energética y agrícola, los sistemas naturales y la biodiversidad, entre otros.

Un cambio en el estado del clima puede ser identificado (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) por cambios en el valor medio de sus propiedades y/o por la variabilidad de las mismas, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) teniendo en cuenta lo anterior considera, que el cambio climático puede deberse a procesos internos naturales, a forzamientos externos o a cambios antropógenos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso de la tierra (IPCC, 2007a)

Cuando en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático se refiere al “cambio climático”, entiende como tal, “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, la que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (UNEP/WMO, 1999), o sea, diferencia el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera y la variabilidad del clima atribuible a causas naturales. Mientras que, para el IPCC (IPCC, 2007b), cambio climático es toda variación del clima a lo largo del tiempo, por efecto de la variabilidad natural del clima o como resultado de las actividades humanas (que difiere en parte del concepto utilizado en la Convención, el cual se refiere sólo al cambio debido a las actividades humanas).

Entre los cambios globales ambientales mundiales el cambio climático es uno ellos (Garea

B., 2008) (Duarte C., 2009). Se incluyen además cambios en la productividad del suelo, en los recursos oceánicos y de agua dulce, en la química atmosférica y en la ecología de los sistemas terrestres. Todos estos cambios están interrelacionados (figura 1) e intervienen directa e indirectamente en la existencia de la vida en el Planeta. “Los efectos de las actividades humanas detectadas a escala planetaria, han llevado a los científicos a definir una nueva época geológica, el Antropoceno, con base en evidencias que muestran que los procesos atmosféricos, geológicos, hidrológicos y biológicos del Sistema Tierra, entre otros, están siendo alterados por estas

actividades” (PNUMA, 2012). Entre esos cambios está el cambio climático, debido al incremento de las temperaturas globales y del nivel del mar, así como la acidificación de los océanos, todos ellos asociados al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente dióxido de carbono y metano. El cambio climático es el más debatido en las últimas dos décadas por la comunidad científica internacional. Un clima cambiante produce variaciones en la frecuencia, la intensidad, la extensión espacial, la duración y las circunstancias temporales de los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos.

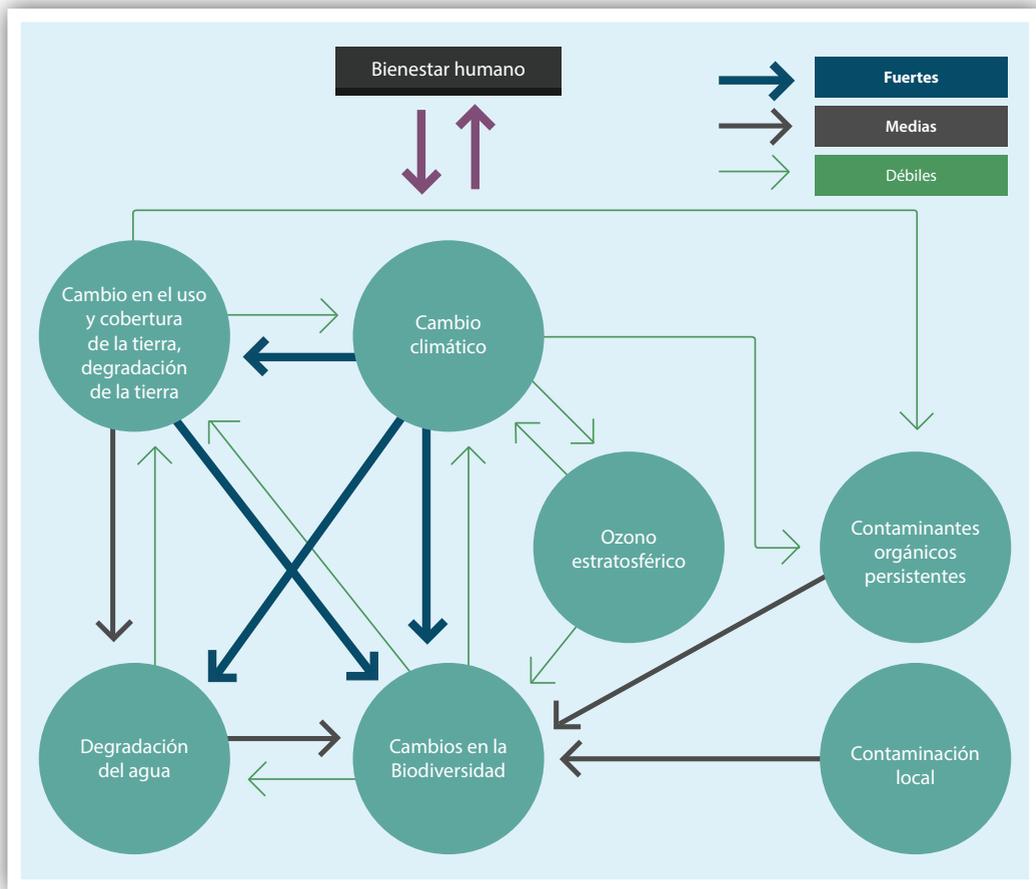


Figura 1. Interrelaciones entre los cambios ambientales globales*.

*Tomado de las presentaciones realizadas durante la elaboración del capítulo 8, “Conexiones: gobernabilidad para la sostenibilidad” GEO 4, (PNUMA, 2007).

Los fenómenos meteorológicos o climáticos extremos están asociados a la variabilidad climática y al cambio climático antropógeno y se definen como la ocurrencia de un valor de una variable meteorológica o climática por encima (o por debajo) de un valor de umbral cercano al extremo superior (o inferior) de la horquilla de valores observados de la variable (IPCC-OMM-PNUMA, 2012). Los cambios en los fenómenos climáticos extremos pueden estar relacionados con variaciones en la media, la varianza, o la forma de distribución de la probabilidad, o en todas ellas. Algunos fenómenos climáticos extremos, por ejemplo, las sequías, pueden ser el resultado de una acumulación de fenómenos meteorológicos o climáticos que no son extremos, si se consideran por separado. Muchos fenómenos meteorológicos y climáticos extremos son el resultado de la variabilidad natural del clima. La variabilidad natural seguirá siendo un factor determinante de los fenómenos climáticos extremos en el futuro, además de los efectos de los cambios antropógenos del clima (IPCC-OMM-PNUMA, 2012) (figura 2).

ras medias mundiales, del nivel medio del mar y el derretimiento generalizado de los hielos. Esto está indisolublemente ligado al aumento desproporcionado de la concentración en la atmósfera de los gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), los óxidos nitrosos (N₂O) y los clorofluoro-carbonos (CFC₃).

Este incremento, producto de la actividad humana, fundamentalmente de la industrial, energética y por los cambios del uso del suelo, intensifica el efecto invernadero natural, sin el cual la vida sobre nuestro planeta no existiría.

De continuar el crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero se producirá un calentamiento adicional que inducirá muchos cambios en el sistema climático global durante el siglo XXI, los cuales probablemente serán mayores que los ocurridos durante los últimos 100 años. Se pronostica que el incremento del nivel del mar para la última década del siglo XXI, oscilará entre 0.18 y 0.59 metros, tomando como referencia el nivel promedio



Figura 2. Clima y fenómenos meteorológicos y climáticos extremos.

En su Cuarto Informe de Evaluación el IPCC (IPCC, 2007a e IPCC, 2007b) concluyó, que el calentamiento del sistema climático es inequívoco, lo que resulta evidente a partir del incremento promedio observado en las temperatu-

de las últimas dos décadas del siglo XX; las áreas afectadas por la sequía probablemente se extenderán y la frecuencia de eventos extremos de precipitaciones se elevará, ocasionado un aumento del riesgo de inundaciones.

Un incremento de 1°C en la temperatura global ocasionará que entre 400 y 1700 millones de personas sufran escasez de agua. (IPCC, 2007a). De hecho, ya muchos sistemas naturales de todos los continentes y gran parte de los océanos están siendo afectados por los cambios regionales actuales del clima: en los sistemas hidrológicos se aprecian aumento en el caudal y adelantos de los deshielos primaverales en ríos abastecidos por nieves y glaciares; en los sistemas biológicos tienen lugar adelantos en las migraciones y ciclos reproductivos de aves y peces; corrimiento hacia los polos de especies terrestres de animales y vegetales, así como de las poblaciones de algas, plancton y peces.

Entre los impactos climáticos proyectados por el IPCC se encuentran:

- decrecimiento del agua disponible en la mayoría de las regiones de latitudes medias y del trópico seco, actualmente algunas ya sufren el déficit hídrico, proyectándose disminuciones entre un 10 y 30% para el futuro;
- extinción de diferentes especies y animales, con una probabilidad que oscila entre un 20 y un 30%, si los aumentos de las temperaturas sobrepasan los 1.5 –2.5 °C;
- incremento del blanqueamiento y la muerte generalizada de los corales, por incrementos de temperatura entre 2.5-3.5°C;
- reducción de la productividad de los cultivos, incluso para pequeños incrementos locales de temperatura en las zonas tropicales, sobre todo en zonas secas.

Con relación a Cuba, los estudios evidencian que el clima se ha hecho más cálido (Grupo Nacional de Cambio Climático, 2001 e INSMET, 2013), aumentando la temperatura media anual cerca de 0,6°C desde mediados del siglo XX. El incremento observado se debe

a un ascenso en los valores medios mensuales de las temperaturas mínimas, en un valor aproximado de 1,4°C. Las tendencias en el aumento de las temperaturas máximas no son significativas, por lo que se ha registrado una disminución de la oscilación térmica media diaria de casi 2,0°C.

En términos generales, en el país se está produciendo una expansión del verano y una contracción de la duración del invierno.

En cuanto a las precipitaciones, en las últimas décadas se observó un incremento de los acumulados del período poco lluvioso (noviembre-abril) y un cierto decrecimiento en los acumulados del período lluvioso (mayo-octubre). A lo anterior, se le suma un incremento significativo en la frecuencia de sequías desde 1960; la periodicidad y extensión de dichos procesos se han acentuado especialmente hacia las provincias más orientales, donde se han registrado déficits significativos en los acumulados de lluvia desde la década del 90.

Geográficamente Cuba se ubica en una zona muy sensible al paso de ciclones tropicales. Los trabajos recientes (INSMET, 2013) indican que tanto el número como la intensidad de los huracanes originados en el Caribe, ha continuado incrementándose, específicamente a partir del año 1996. Una de las variaciones más peligrosas observadas ha sido la ocurrencia de siete huracanes intensos entre 2001-2008, cifra que no se había registrado en década alguna desde 1791. Esta variación se corresponde con las proyecciones del clima futuro en lo referente a que los huracanes pudieran ser más intensos, resultado del esperado aumento de la temperatura del mar. También se han producido aumentos de las inundaciones costeras desde principios del siglo XX, aunque estos incrementos han estado acompañados de variaciones multianuales. En el caso del nivel medio del mar, hasta el año 2005, las estaciones mareográficas cubanas registraron un incremento entre 0,120 y 8,56 cm, pero no de forma homogénea.

Las variaciones ocurridas en el clima de Cuba en los últimos años, mencionadas anteriormente, y los escenarios futuros proyectados por los modelos climáticos, reflejan repercusiones notables en algunos sectores de la economía y la sociedad (INSMET, 2013). La intensificación y expansión de los fenómenos de aridez y sequía, ocasionarán una reducción progresiva de los rendimientos agrícolas potenciales de riego y secano, disminuyendo notablemente el potencial productivo de los suelos y los recursos hídricos. Además, la posible evolución de los paisajes cubanos hacia ecosistemas más áridos y más susceptibles a los procesos de desertificación, producirá la disminución de la densidad potencial de biomasa y de la producción primaria neta de los bosques, especialmente en la región oriental del país. Se estima que un 14% de área boscosa de Cuba podría ser afectada y con ello, buena parte de la vida animal y vegetal a ella asociada. Para los recursos hídricos, la intrusión marina en el agua subterránea será uno de los impactos más graves, debido a que la mayoría de los acuíferos en Cuba son abiertos al mar. También, el efecto combinado del ascenso del nivel mar con el aumento de la aridez, tendría un notable impacto sobre los bosques semicaducifolios y áreas hoy cultivables. Los asentamientos poblacionales y los recursos naturales situados en las zonas costeras serán muy vulnerables ante la afectación de fenómenos meteorológicos y climáticos extremos.



La Habana, marzo 2010, Foto: Héctor Falagán

I.2 ESTRATEGIAS GENERALES DE RESPUESTA

Todo lo anterior muestra que es necesario desarrollar estrategias de respuesta ante el cambio climático y a los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos. Estas estrategias están asociadas a acciones orgánicamente estructuradas, planificadas e intencionadas, con carácter proactivo, sistémico, participativo y científicamente responsable. Debe tenerse en cuenta en su elaboración, las interrelaciones entre el cambio climático

y otros cambios ambientales y las alternativas de desarrollo, evaluando los peligros, la vulnerabilidad y los riesgos. Las estrategias de respuesta fundamentales son las de mitigación y de adaptación.

Las estrategias de mitigación se refieren básicamente a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y a la absorción de estos gases a través de la captura biológica, como es la absorción del dióxido de carbono por sumideros o la captura geológica en depósitos subterráneos u oceánicos.

El propósito de estas estrategias es eliminar, reducir o retardar los impactos a través de acciones para reducir las emisiones netas, acompañadas por la puesta en práctica de diversas políticas orientadas a este fin.

nómenos meteorológicos y climáticos extremos, actuales o proyectados. Los resultados de estas estrategias son atenuar los efectos perjudiciales o aprovechar los que resulten beneficiosos.

Las estrategias de adaptación incluyen iniciativas y medidas para reducir la vulnerabilidad (recuadro 1) de los sistemas naturales y humanos ante el cambio climático y a los fe-

Las intervenciones de los sistemas humanos deberán contribuir a que los sistemas naturales puedan realizar el ajuste al clima proyectado (IPCC-OMM-PNUMA, 2012) (IPCC, 2007b y c).

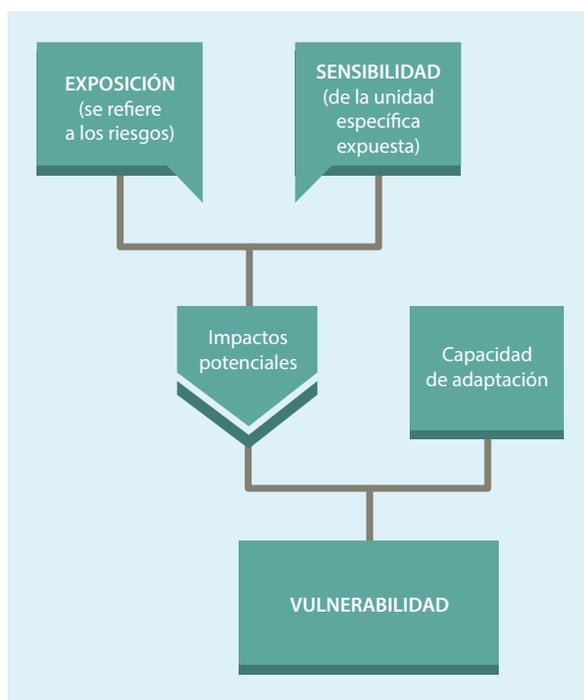
Recuadro 1. Vulnerabilidad.

Exposición: La presencia de personas, medios de subsistencia, servicios y recursos ambientales, infraestructura, o activos económicos, sociales o culturales en lugares que podrían verse afectados negativamente.

Sensibilidad: Referida a la unidad específica que se ve expuesta. Dependen siempre del contexto y varían de un país a otro, de una comunidad a otra, de determinado grupo social a otro, e incluso de una persona a otra, y su valor cambia con el transcurso del tiempo, pero también conforme a su naturaleza. Es posible considerar a determinada población como sensible a partir de su nivel general de desarrollo social.

Resiliencia: La habilidad de un sistema social o ecológico y sus componentes para anticipar, absorber, adaptarse o recuperarse de los efectos de un fenómeno peligroso, de forma oportuna y eficiente, incluso velando por la conservación, restauración o mejora de sus estructuras y funciones básicas esenciales. Para los ecosistemas, la resiliencia hace referencia al nivel de alteración que un ecosistema puede soportar sin atravesar el umbral que conduce a una estructura distinta o a diferentes productos, los que depende de la dinámica ecológica, pero también de la capacidad organizacional e institucional humana para entender, gestionar y responder a dicha dinámica.

Vulnerabilidad: La propensión o predisposición a verse afectado negativamente. Es el grado en que un sistema es susceptible a los efectos adversos del cambio climático y es incapaz de sobrellevarlos, incluida la variabilidad climática y sus extremos. Por tanto es una función del carácter, magnitud y celeridad del cambio y de la alteración a la que un sistema es expuesto, de su sensibilidad y de su capacidad o incapacidad de adaptarse a ellos o sobrellevarlos.





La Palma, Pinar del Río, mayo 2013, Foto: Julio Antonio Alvite

La evaluación de la vulnerabilidad se realiza a partir de su definición (recuadro 1). La exposición y la vulnerabilidad son dinámicas, varían en el tiempo y en el espacio y dependen de factores económicos, sociales, geográficos, demográficos, culturales, institucionales, de gobernanza y ambientales (IPCC, 2007b). Es necesario considerar a las personas y las comunidades que viven en determinado sistema, incluido el propio sistema vulnerable, a los impactos a que éste puede estar sometido y al mecanismo causante de tales impactos.

La estrategia de adaptación debe propiciar una vulnerabilidad aminorada, cuya disminución pueda medirse como una oportunidad de mejorar el bienestar humano y ecosistémico.

Deben generar una mayor resiliencia respondiendo a los impactos observados y proyectados, teniendo en cuenta las características sectoriales y regionales (IPCC-OMM-PNUMA, 2012), (PNUMA-IIDS, 2007). Es necesario que formen parte de las estrategias de desarrollo sostenible. Se maneja para todos los análisis el carácter transversal que debe tener las acciones de adaptación, en el sentido que formen parte de las políticas, los procesos y presupuestos de desarrollo nacional y regional (figura 3). La transversalidad de la adaptación es un proceso diseñado de manera cuidadosa, detallado y participativo, en el cual se integra la adaptación al cambio climático dentro de la planeación y los presupuestos de la política orientada al desarrollo sostenible.

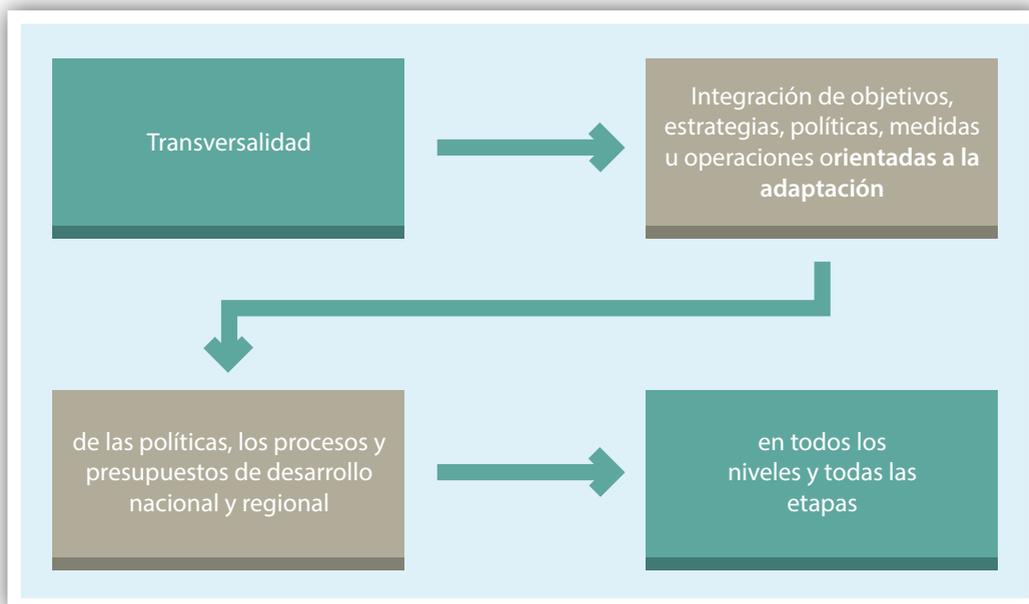


Figura 3. Adaptación y transversalidad de las acciones.

Las respuestas de adaptación tienen en muchos casos, una mayor complejidad que las de mitigación y deben atender el cambio climático a través de:

- la combinación del fomento de la conservación y la restauración de los ecosistemas;
- las medidas para el aumento de capacidades de adaptación;
- la participación de contrapartes locales;
- entender la adaptación como parte de la gestión de sistemas humanos y ecosistemas, lo que exige equilibrar el foco de atención sobre los riesgos biofísicos asociados al cambio, con los riesgos y oportunidades específicas para atender problemáticas relativas a los ecosistemas y al bienestar humano, y vinculadas con el desarrollo sostenible a largo plazo (PNUMA-IIDS, 2007).

Al formular las respuestas de mitigación y adaptación, deben establecerse vínculos entre los procesos y acciones que permitan desarrollar estrategias de bajas emisiones y baja vulnerabilidad (figura 4).

Las estrategias han de considerar las legislaciones existentes, la economía, las tecnologías, la educación pública, la capacitación y la investigación, entre otros aspectos. Aplicar los principios del desarrollo sostenible ayuda a identificar respuestas con carácter de adaptación y mitigación, generando así beneficios secundarios entre las metas del desarrollo y las metas relativas al clima. Las estrategias de desarrollo deben ser ambientalmente sostenibles, económicamente sustentadas y socialmente incluyentes, lo que significa que a través de ellas se debe lograr: la creación de riquezas basadas en el conocimiento ampliado y la innovación, el establecimiento de sociedades democráticas, justas, cultas y alcanzar un mejoramiento continuo del bienestar humano.



Río Cauto, Granma, abril 2013, Foto: Julio Antonio Alvite

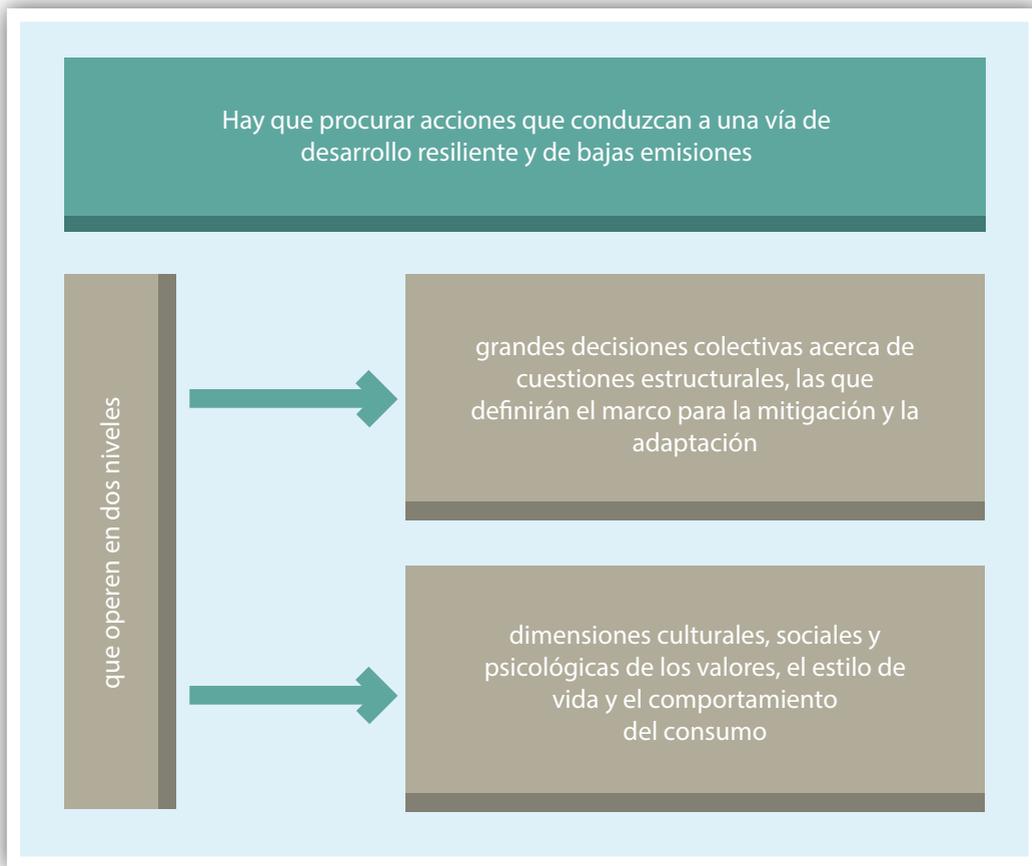


Figura 4. Niveles de respuestas para la adaptación y la mitigación.



II. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Y SU ORIENTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

II.1 LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Muchas de las acciones para mitigar y adaptarse al cambio climático están asociadas a la utilización de soluciones tecnológicas, que permitan reducir las entradas de recursos y las emisiones de gases de efecto invernadero por unidad de salida y disminuir la vulnerabilidad de los sistemas humanos y naturales. Las tecnologías que logran estos impactos positivos, por lo general son generadas por los países más desarrollados, mientras que a los países en desarrollo se les dificulta el acceso, aplicación y difusión de las mismas.

Es por esto, que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático reconoce en el párrafo 4.5, Artículo 4, que está dedicado a los compromisos adquiridos por las Partes, lo siguiente: “Las Partes que son países en desarrollo y las demás Partes desarrolladas que figuran en el anexo II tomarán todas las medidas posibles para promover, facilitar y financiar, según proceda, la transferencia de tecnologías y conocimientos prácticos ecológicamente racionales, o el acceso a ellos a otras Partes, especialmente las Partes que son países en desarrollo, a fin de que puedan aplicar las disposiciones de la Convención. En este proceso, las Partes que son países desarrollados apoyarán el desarrollo y el mejoramiento de las capacidades y tecnologías endógenas de las Partes que son países en desarrollo. Otras Partes y organizaciones que estén en condiciones de hacerlo podrán también contribuir a facilitar la transferencia de dichas tecnologías”. Y en el

párrafo 4.7, del propio artículo, señala que: “La medida en que las Partes que son países en desarrollo lleven a la práctica efectivamente sus compromisos en virtud de la Convención dependerá de la manera en que las Partes que son países desarrollados lleven a la práctica efectivamente sus compromisos relativos a los recursos financieros y la transferencia de tecnología...”(UNEP / WMO (1999).

En la Séptima Conferencia de las Partes (COP 7 CMNUCC, 2002) celebrada en la ciudad de Marrakech, Marruecos, se aprobó el marco para la adopción de medidas significativas y eficaces para mejorar la aplicación del citado párrafo 4.5, formando parte de los llamados Acuerdos de Marrakech, específicamente la decisión 4/CP.7. Esta decisión tiene el propósito de concebir medidas concretas para promover el aumento y el mejoramiento de la transferencia de conocimientos especializados y tecnologías ecológicamente racionales y su acceso. Subraya esta decisión, que para que este proceso sea eficaz, es preciso aplicar un método integrado a cargo de los propios países, a nivel nacional y sectorial, y en colaboración con las diversas partes interesadas (el sector privado, los gobiernos, la comunidad de donantes, las instituciones bilaterales y multilaterales, las organizaciones no gubernamentales y las instituciones universitarias y de investigación). Este proceso debe incluir actividades relacionadas con la evaluación de necesidades de tecnologías, el acceso a la información tecnológica, la creación de un entorno favorable y el fomento de la capacidad y los mecanismos para la transferencia de tecnología (recuadro 2). La de-

cisión 4/CP.7, también estableció un Grupo de Expertos en Transferencia de Tecnología (GETT) el cual debería analizar y determinar el modo de facilitar y promover las activida-

des de transferencia de tecnología y formular recomendaciones al Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico de la Conferencia de las Partes.

Recuadro 2. Conceptos desarrollados vinculados con la transferencia de tecnología en los Acuerdos de Marrakech, decisión 4/CP.7.

Evaluaciones de necesidades de tecnologías: conjunto de actividades orientadas por países que identifican y determinan las prioridades de las tecnologías para la mitigación y la adaptación de las Partes que no son países desarrollados y las demás Partes desarrolladas incluidas en el anexo II, especialmente las Partes que son países en desarrollo. Estas actividades involucran a los diferentes actores en procesos de consulta para identificar las barreras a la transferencia de tecnología y las medidas para hacer frente a estas barreras a través de análisis sectoriales. Comprenden: las llamadas tecnologías blandas y duras, la identificación de opciones de reglamentación, la creación de incentivos fiscales y financieros y la creación de capacidades. Estas evaluaciones pueden ser la base para una cartera de proyectos con tecnologías ambientalmente sostenibles y los programas que pueden facilitar la transferencia y el acceso a las tecnologías ecológicamente racionales y conocimientos especializados en la aplicación en el párrafo 4.5 de la Convención.

Información tecnológica: tiene la finalidad de establecer un sistema de información eficiente en apoyo de la transferencia de tecnología y mejorar el proceso de elaboración, circulación, accesibilidad y calidad de la información técnica, económica, ecológica y normativa relacionada con el desarrollo y la transferencia de tecnologías ecológicamente racionales en el marco de la Convención. Este componente define los medios, incluyendo hardware, software y redes, para facilitar el flujo de información entre los diferentes grupos de interés para mejorar el desarrollo y la transferencia de tecnologías ecológicamente racionales. En septiembre de 2001, la Secretaría de la Convención puso en marcha su proyecto piloto TT: CLEAR, una puerta de entrada para el acceso rápido a información actualizada sobre temas relacionados con la transferencia de tecnología, incluidos los últimos proyectos de transferencia de tecnología y estudios de caso exitosos.

Entorno favorable: constituyen las acciones del gobierno, tales como: las políticas de comercio justo, la eliminación de barreras técnicas, legales y administrativas para la transferencia de tecnología, una política económica coherente, reglamentaciones y medidas de transparencia, que creen condiciones propicias a los sectores privado y público, para la creación de un entorno favorable para transferencia de tecnología. Con la habilitación de entornos favorables se mejora la eficacia de la transferencia de tecnologías ecológicamente racionales mediante la identificación y el análisis de las formas de facilitarla, incluida la identificación y eliminación de barreras en cada etapa del proceso.

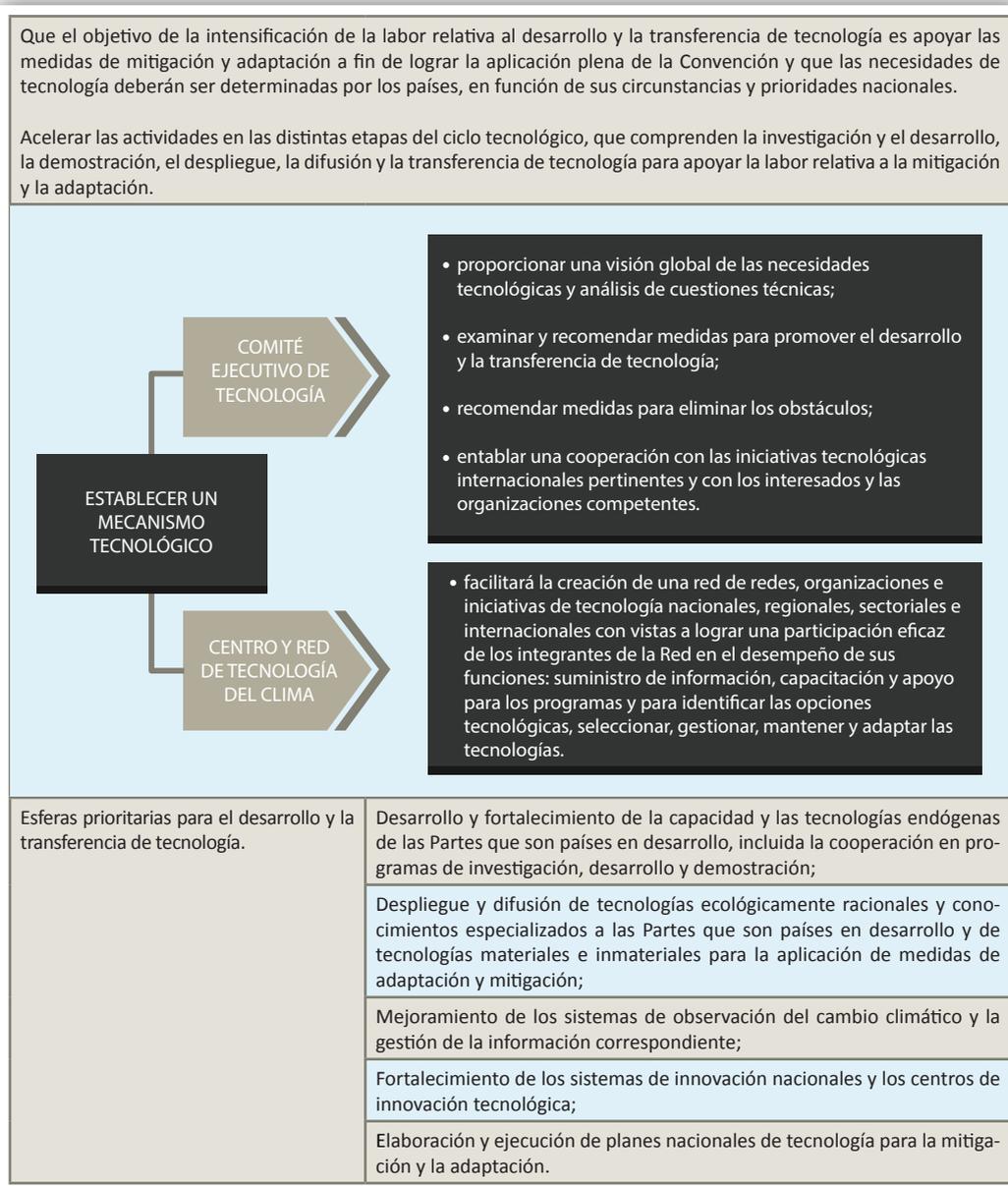
Fomento de la capacidad: proceso que tiene por objeto crear, desarrollar, fortalecer, mejorar las habilidades científicas y técnicas y las capacidades y las instituciones existentes en las Partes que no son países desarrollados y las demás Partes desarrolladas no incluidas en el anexo II, en particular, las Partes que son países en desarrollo, para que puedan evaluar, adaptar, gestionar y desarrollar tecnologías ecológicamente racionales. El propósito de la creación de capacidades es fortalecer las capacidades para promover la difusión, aplicación y desarrollo de tecnologías ecológicamente racionales y conocimientos técnicos a fin de que puedan aplicar las disposiciones de la Convención.

Mecanismos para la transferencia de tecnología: aquellos que deberán facilitar el apoyo de actividades financieras, institucionales y metodológicas para: mejorar la coordinación de toda la serie de interesados en los diferentes países y regiones; hacerlos participar en esfuerzos de colaboración para acelerar el desarrollo y la difusión, incluida la transferencia, de conocimientos especializados, prácticas y tecnologías ecológicamente racionales en y entre las Partes que no son países desarrollados y otras Partes desarrolladas no incluidas en el anexo II, en particular, las Partes que son países en desarrollo, mediante la cooperación y la asociación tecnológicas (entre entidades públicas, entre entidades públicas y privadas y entre entidades privadas); y para facilitar la elaboración de proyectos y programas en apoyo de dichos objetivos.

La Decimosexta Conferencia de las Partes (COP16 CMNUCC, 2010) de la CMNUCC, celebrada en Cancún, México en diciembre del 2010, confirma en sus acuerdos lo expresado en el ya citado párrafo 4.5, Artículo 4 de la Convención y señala también, “que para

lograr una pronta y rápida reducción de las emisiones, y ante la necesidad apremiante de adaptarse a los efectos adversos del cambio climático, se requiere una acción en gran escala destinada a difundir y transferir tecnologías ecológicamente racionales, o brindar acceso

Recuadro 3. Decisiones fundamentales adoptadas relativas a la transferencia de tecnología para la mitigación y la adaptación en la COP 16, Cancún, México.



a ellas”, y destaca “la necesidad de contar con mecanismos eficaces, mejores medios y entornos propicios, así como la necesidad de eliminar los obstáculos que se oponen al aumento del desarrollo de tecnología y de su transferencia a las Partes que son países en desarrollo”. Los aspectos más significativos relacionados con la tecnología y la transferencia de tecnología decididos en esta COP 16 se muestran en el Recuadro 3. En esta COP se pone fin al mandato del Grupo de Expertos en Transferencia de Tecnología, creado bajo los Acuerdos de Marrakech.

La Decimoctava Conferencia de las Partes (COP18 CMNUCC, 2012), decidió que el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), sea la sede del Centro de Tecnología del Clima por un período inicial de cinco años, con posibilidad de renovación (decisión 14/CP.18).

Es necesario destacar a manera de resumen, que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático desde los acuerdos iniciales hasta los más recientes, ha considerado clave la transferencia de tecnología, por ser una vía efectiva para desarrollar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático. Ha reconocido que es imprescindible para esto que las Partes que son países desarrollados apoyen el desarrollo y el mejoramiento de las capacidades y tecnologías endógenas de las Partes que son países en desarrollo. Ha señalado que la eficacia de estos procesos depende del método y la forma en que se desarrollan. En especial deberán tener un enfoque integrador, con la participación de diversos actores y sectores, estar a cargo de los propios países interesados y ejecutarse en colaboración con otras partes. Ha llamado a acelerar las actividades y la eficacia de las distintas etapas del ciclo tecnológico: investigación - desarrollo, demostración, despliegue y difusión, en los plazos previstos, para alcanzar las metas referidas a la reducción de gases de efecto de invernadero y a disminuir la vulnerabilidad creciente de los sistemas humanos y naturales.

II.2 TECNOLOGÍA, TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

La complejidad del proceso de transferencia de tecnología exige: clara comprensión por aquellos que van a estar involucrados en los principales conceptos asociados a éste proceso; dominio de cuáles son los problemas prioritarios a resolver vinculados al cambio climático y al desarrollo sostenible; capacidad para evaluar las tecnologías más apropiadas; dónde están; cuál estadio de desarrollo tienen; identificar las barreras que impiden la adquisición y difusión de la tecnología seleccionada y proponer medidas para superar estas barreras. La transferencia de tecnología ocurre solo si hay una efectiva interconexión entre la oferta y la demanda, y si existe la capacidad de evaluar, adaptar, gestionar y desarrollar tecnologías (figura 5).



La Cana, enero 2004, Archivo CUBAENERGÍA



Figura 5. Momentos clave para que se desarrolle un proceso de transferencia de tecnología.

Un concepto fundamental en este análisis es el de tecnología, que tiene diferentes aproximaciones.

- Conocimiento científico-tecnológico, estructurado y presentado como registro de propiedad intelectual o como un paquete tecnológico (con componentes protegidos mediante un registro de propiedad intelectual si procede), con potencial de aplicación en innovaciones. Una tecnología contiene todos los planos, procedimientos, protocolos, memorias de cálculo, diagramas, normas y regulaciones, etc., es decir, toda la información estructurada y documentada que transferida a otros le permiten usarla en su provecho.
- Conjunto de conocimientos e información propias de una actividad, que pueden ser utilizados en forma sistemática para el diseño, desarrollo, fabricación, distribución, comercialización de productos, o la prestación de servicios, incluyendo la aplicación adecuada de las técnicas asociadas a la gestión global (IPCC, 2007b) (figura 6).
- Conocimiento práctico derivado del teórico, o como a veces se define: conocimiento (científico, técnico, empírico) organizado a través de diferentes métodos; es una práctica, que integra procesos psicológicos, políticos, culturales, económicos, sociales vinculados con valores característicos de una sociedad.



Figura 6. Concepto sintetizado de tecnología.

- Conjunto de conocimientos lógicos, ordenados y reproducibles que pueden ser utilizados en forma sistemática al avance de una actividad, la que responde a una necesidad real, pertinente, éticamente posible y que expresa un vínculo insoslayable con el desarrollo sostenible.

Al trabajar con este concepto es necesario tener en cuenta que las tecnologías:

- Operan en dependencia, por un lado de los recursos humanos, materiales, financieros y naturales y por el otro, de las estructuras políticas, económicas, sociales existentes.
- Aparecen y son sustituidas por otras más avanzadas, pero en los procesos de su transferencia no deben traer rupturas económicas, ambientales y sociales.
- La generación y aplicación de tecnologías conlleva a costos económicos, ambientales y sociales, cuyas consecuen-

cias deben ser evaluadas a corto, mediano y largo plazo, a nivel local y nacional.

- Pueden ser clasificadas por su estado de desarrollo en: de largo, medio y corto plazo (figura 7). Los términos corto, mediano y largo plazo son específicos del contexto. Una tecnología que es completamente comercial en algunos mercados puede no ser viable en términos comerciales en otro país o mercado.

Por lo tanto, la disponibilidad en el mercado a corto, mediano y largo plazo se debe definir específicamente para cada país (PNUD, 2010).

- También deben ser considerados los impactos por el alcance territorial de la tecnología, clasificándose así de gran escala y pequeña escala (PNUD, 2010).
- Desde el punto de vista del factor estratégico empresarial se clasifican en: básicas, claves y emergentes (figura 8).

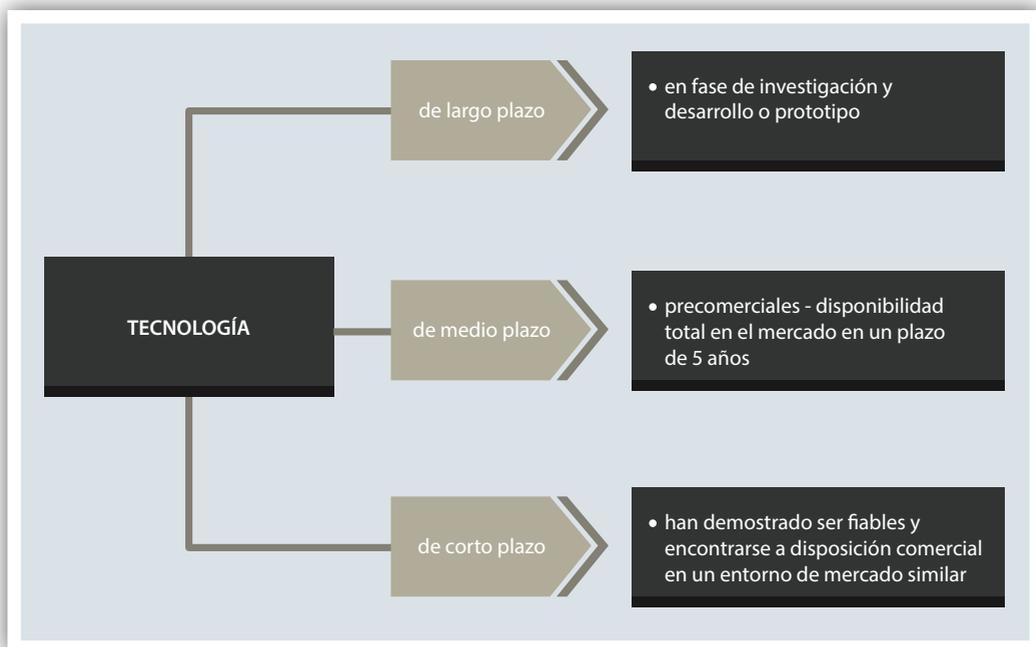


Figura 7. Clasificación de la tecnología por su estado de desarrollo y disponibilidad en el mercado.

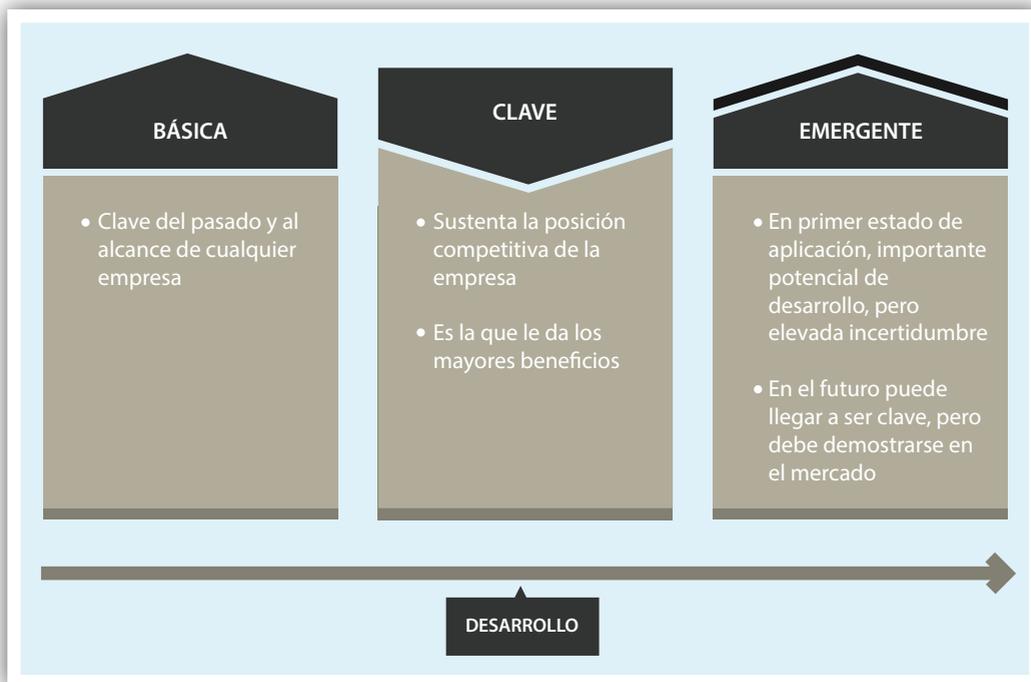


Figura 8. Tecnología como factor de estratégico empresarial.

Las tecnologías para la mitigación y la adaptación al cambio climático están dirigidas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y la vulnerabilidad. Tienen asociadas actividades para el fomento de capacidades, lograr cambios en la conducta de actores relevantes, a la formación de redes de información, a la capacitación e investigación–desarrollo.

Un concepto también clave es el de Transferencia de Tecnología. Considerado como el proceso de transmisión, asimilación, adaptación, difusión y reproducción de la tecnología, o sea, el “saber hacer” tecnológico se transfiere entre diferentes actores y partes interesadas. Este proceso puede ocurrir a través de diferentes mecanismos y acciones (figura 9).



Julio 2008, Archivo CUBAENERGÍA

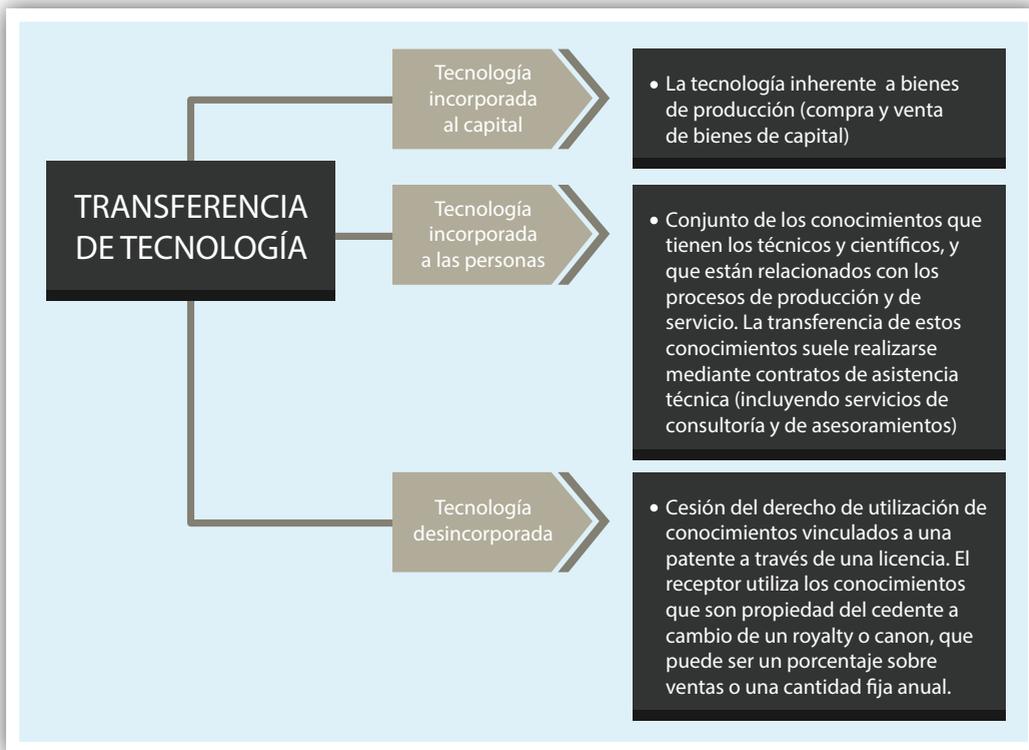


Figura 9. Mecanismos a través de los cuales puede ocurrir la transferencia de tecnología.

Acorde a esto, y vinculado al cambio climático, el IPCC define la Transferencia de Tecnología (IPCC, 2007b): como el intercambio de conocimientos, hardware y software relacionado, fondos y bienes, entre las diferentes partes interesadas, que conduce a la difusión de la tecnología para adaptación o mitigación.

Como concepto genérico, el término se utiliza para abarcar tanto la difusión de tecnologías como la cooperación tecnológica entre países y dentro de los mismos.

La transferencia de tecnología como proceso, en un mundo cambiante en lo económico, social y ambiental, es cada vez más compleja. La selección de las tecnologías más adecuadas al interior de un país puede depender de muchos factores (figura 10).

Un proceso adecuado de transferencia de tecnología debe:

- involucrar a los actores necesarios, los que deben comprometerse en todo el proceso, pero en el cual, los tomadores de decisiones son clave;
- tener en cuenta los vertiginosos avances de la ciencia y la tecnología, que desplazan constantemente la frontera del conocimiento, y hacen que se produzcan grandes cambios tecnológicos y que aumente la celeridad con que cambia la competitividad de un producto o un servicio;
- complementar las acciones que el país hace en el marco de sus estrategias y programas de desarrollo, como respuestas a las prioridades establecidas y al cambio climático;
- reforzar la capacidad endógena, inclusive para desarrollar nuevas tecnologías o adaptar las existentes en el mercado.

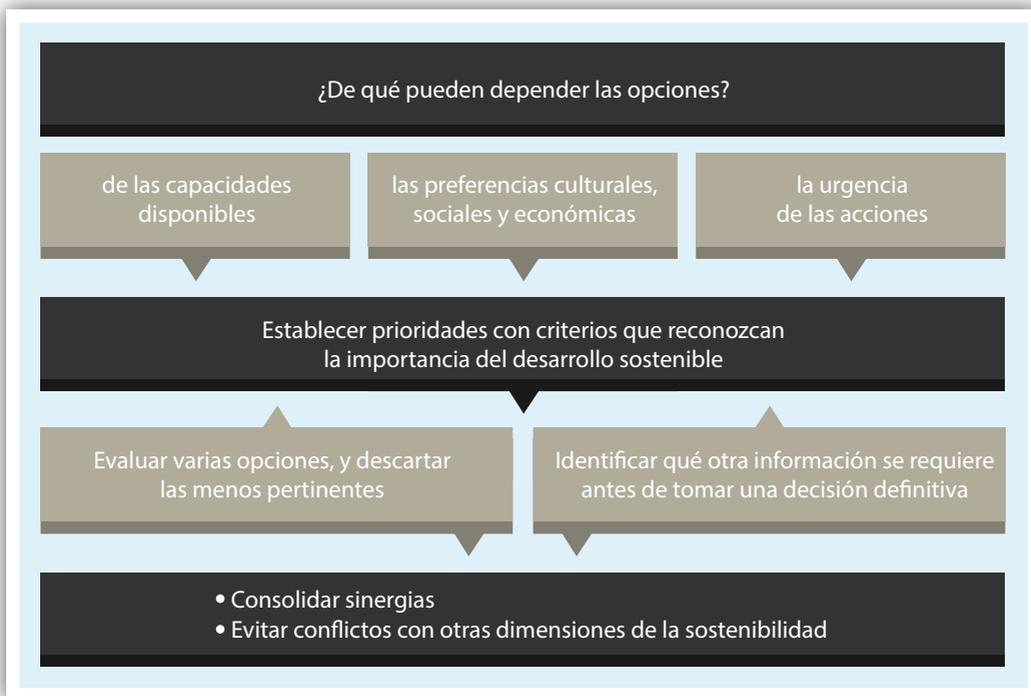


Figura 10. Base general para las opciones para la transferencia de tecnología.

La transferencia de tecnología es esencial en la reducción de vulnerabilidades y respuestas de mitigación, en especial cuando a través de ella se logra asimilar avances tecnológicos que aportan soluciones a problemas complejos.

En sentido general por capacidad se entiende “la combinación de todas las fortalezas, los atributos y los recursos disponibles dentro de una comunidad, sociedad u organización que pueden utilizarse para la consecución de los objetivos acordados” (UNISDR, 2009). Esta puede incluir la infraestructura, los medios físicos, las instituciones, las habilidades de la sociedad para enfrentar una situación dada, el conocimiento humano, las destrezas y los atributos colectivos tales como las relaciones sociales, el liderazgo y la gestión. La capacidad también puede describirse como aptitud.

En este mismo sentido, la capacidad para la transferencia de tecnología está dada por un conjunto de factores que determinan la realización exitosa de un proceso de transfe-



Río Cauto, Granma, abril 2013,

Foto: Julio Antonio Alvite



Varadero, Matanzas, marzo 2012, Foto: Richard Molina

rencia de tecnología. Entre estos factores se incluyen al menos, los relacionados con los conocimientos, competencias, instrumentos, sistemas de información, de comunicación y de interrelación entre actores (figura 11).

Esta capacidad está asociada a la aptitud, disposición y suficiencia de los diferentes actores

que participan en el proceso de transferencia de tecnología y a la vez determina en qué medida las necesidades que dieron lugar al proceso son satisfechas, de manera pertinente, racional y sostenible. Este proceso se complejiza cuando entre las necesidades a satisfacer están las que requieren dar respuestas para adaptarse y/o mitigar el cambio climático.

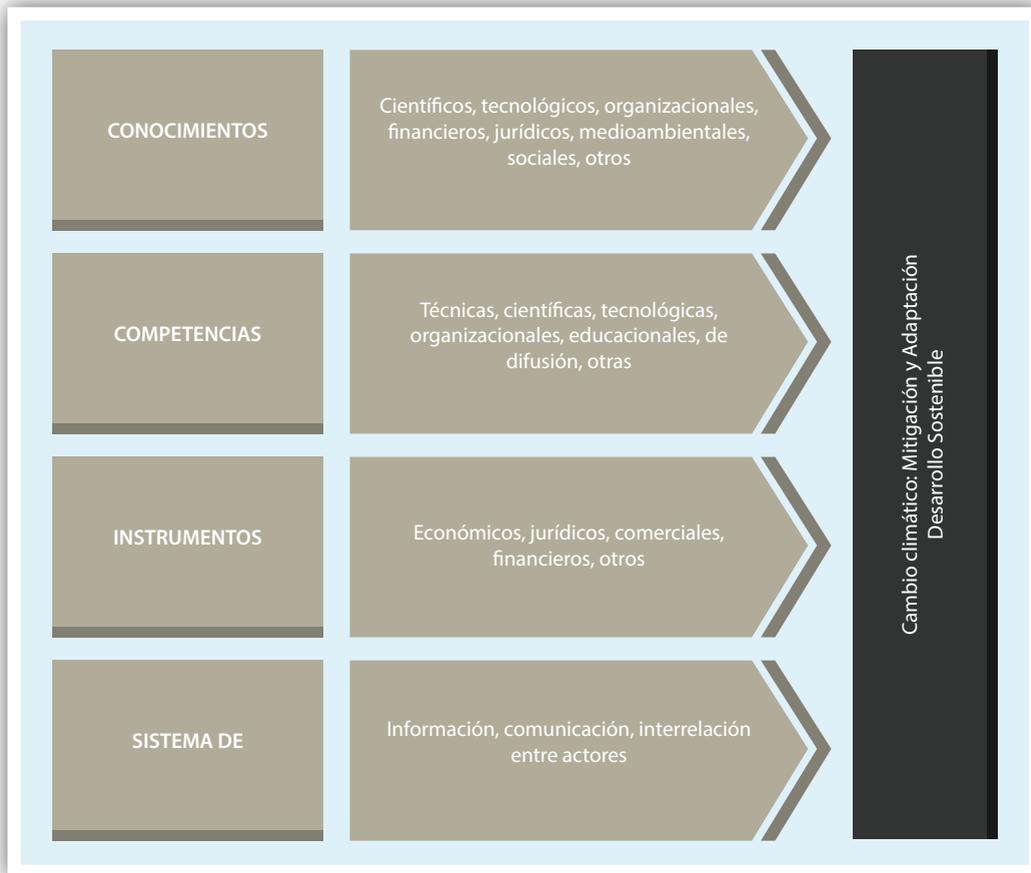


Figura 11. Algunos factores que determinan la capacidad para la transferencia de tecnología.



III. EVALUAR LA CAPACIDAD PARA LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN Y/O ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

III.1 EVALUAR LA CAPACIDAD PARA LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA. ASPECTOS METODOLÓGICOS

El éxito de una transferencia de tecnología depende de la selección adecuada de la tecnología que se necesita para resolver el problema planteado y de la capacidad existente para ejecutar el proceso de transferencia. Tanto la determinación de la demanda tecnológica como de la capacidad existente para asimilar la tecnología y difundirla son procesos de evaluación.

En estas condiciones, la evaluación constituye un proceso social ejecutado para apoyar la toma de decisiones, basada en una valoración y un análisis objetivo y crítico de datos e información. Un proceso de evaluación por lo general, es un mecanismo clave para el fortalecimiento de la relación de la ciencia y la política, donde la ciencia puede establecer la importancia de un problema, proporcionar elementos acertados para la solución de éstos, identificar nuevas direcciones de investigación y demostrar los beneficios de las diferentes opciones de política, sus riesgos y costos (PNUMA-IIDS, 2007), (Garea B. y L. Fernández, 2010). Las políticas, generalmente sectoriales, son las que condicionan la decisión de transferir una tecnología específica. Este proceso de toma de decisión se facilita por el nivel de confianza de los decisores y un aporte significativo a lograr esa confianza, es la elaboración de respuestas creíbles que son resultado de la aplicación de criterios de expertos a los conocimientos disponibles.

Una evaluación de estas características es un proceso que exige (figura 12), una adecuada:

- **organización**, lo que posibilita el involucramiento activo y la articulación efectiva de los actores, la comunicación eficaz entre ellos, y en consecuencia alcanzar el objetivo previsto en el momento preciso;
- **planificación de las acciones principales**, lo que permite acotar los tiempos para obtener y validar cada producto. Su cumplimiento garantiza la eficiencia en el proceso de evaluación;
- **identificación de los actores**, lo que significa realizar su caracterización, establecer su relación con los posibles sectores a evaluar y formular los aportes esperados de cada uno de ellos;
- **utilización de un marco analítico**, lo que facilita el control sistemático de los resultados, proporciona una herramienta de comunicación y de información multisectorial y transdisciplinaria. Ubica el objeto de la evaluación en el contexto de las metas de desarrollo del país y del cambio climático. Este marco analítico está relacionado con las preguntas clave a responder durante el proceso de evaluación.

Una acción que contribuye a satisfacer las exigencias antes descritas es la ejecución de un taller de inicio de la evaluación. En ese taller participan expertos de perfil amplio asociados a sectores productivos, de servicios y académico, además asisten representantes de ins-

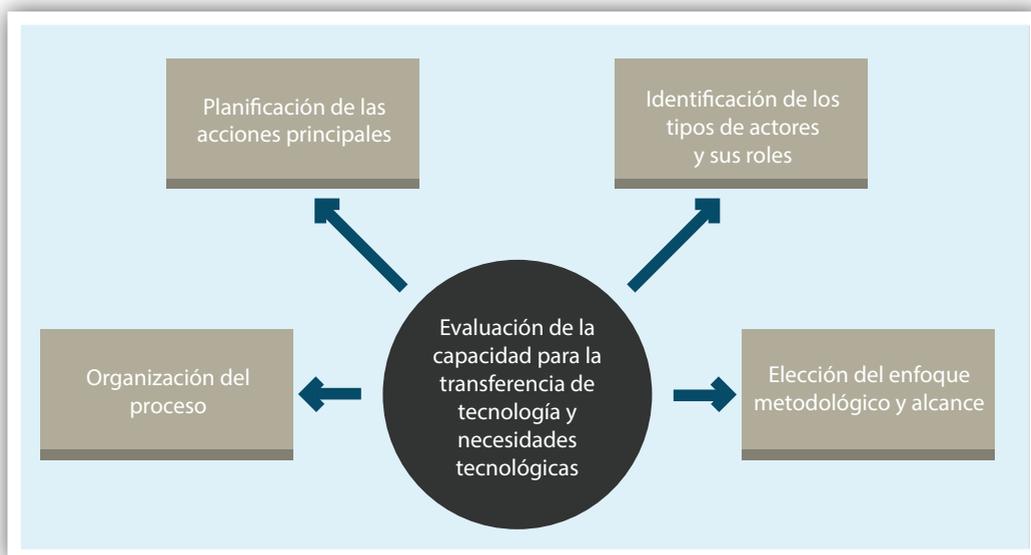


Figura 12. Componentes principales de un proceso de evaluación de la capacidad para la transferencia de tecnología y de necesidades tecnológicas.

titaciones de interfase, reguladoras, económicas-financieras, comerciales y de toma de decisiones. Los resultados principales de este taller son la formulación precisa del objetivo de la evaluación, de los conceptos clave a utilizar, la identificación de actores y roles y del marco metodológico a aplicar.

Las particularidades principales de los procesos de evaluación de la capacidad para la transferencia de tecnología se describen a continuación.

Evaluar la capacidad para la transferencia de tecnología significa establecer hasta que nivel los conocimientos disponibles, competencias existentes, los instrumentos y regulaciones vigentes, los sistemas de información, de comunicación y de interrelación entre actores, garantizan el proceso. Si la evaluación incorpora el cambio climático, esta se complejiza, ya que hay que considerar el escenario actual y el proyectado, en lo político, económico, social y ambiental.

Al evaluar la capacidad para la transferencia de tecnología, se acomete un proceso en el

que se determina si las capacidades de un grupo, de un sector, de una organización, del país son suficientes para alcanzar los objetivos deseados (que en este caso es lograr la transferencia de tecnología que beneficie al desarrollo sostenible y a enfrentar el cambio climático), y se identifican las barreras existentes.

Estas barreras pueden ser superadas por políticas públicas adecuadas y vinculadas a diferentes niveles. Por eso, identificar las barreras que impiden la adquisición y difusión de una tecnología y proponer medidas para superar éstas, constituye una acción obligatoria en todo proceso de evaluación de capacidades para la transferencia de tecnología y de las necesidades tecnológicas.

Las barreras pueden ser disímiles, para su mejor comprensión y manejo generalmente se agrupan en:

Barreras económicas y financieras; Fallos/imperfecciones en el mercado; Políticas legales y reguladoras; Fallos/falencias en la red; Capacidad institucional y organizativa; Aptitudes humanas; Información y sensibilización y Ba-

Tabla 1. Ejemplos de barreras específicas

Barreras	Ejemplos de barreras específicas
Barreras económicas y financieras	<ul style="list-style-type: none"> • Falta o acceso inadecuado a recursos financieros • Costo de capital elevado • Mercado de capital subdesarrollado • Capital de riesgo limitado • Costo elevado de recursos • Iniciativas financieramente no viables o inapropiadas
Fallas o imperfecciones en el mercado	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisiciones difíciles en el mercado • Infraestructura de mercado deficiente • Fuentes inadecuadas para aumentar la rentabilidad
Políticas, legales y reguladoras	<ul style="list-style-type: none"> • Marco legal insuficiente • Choque de intereses • Inestabilidad política • Burocracia
Falencias en la Red	<ul style="list-style-type: none"> • Débil conectividad entre actores • No identificación de las redes afectadas
Capacidad institucional y organizativa	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de instituciones profesionales • Capacidad institucional limitada
Calificación humana	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación inadecuada • Falta de personal calificado
Sociales, culturales y de comportamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de aceptación social para la tecnología • Resistencia al cambio debido a razones culturales • Preferencias del consumidor • Sesgos sociales, tradiciones • Comprensión insuficiente de las necesidades locales de la tecnología
Información y sensibilización	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de conocimiento sobre el cambio climático y eventos extremos • Información inadecuada • Falta de retroalimentación
Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • Competencia técnica desigual • Falta de normas y códigos • Falta de funcionamiento y mantenimiento • Productos no confiables

rreras Técnicas. En la tabla No.1 se muestran algunos ejemplos de barreras específicas.

Para facilitar, organizar y homogenizar este proceso y contribuir a la elaboración del informe de evaluación de la capacidad para la transferencia de tecnología en un sector seleccionado, se diseña una guía metodológica. Esta guía deberá contener al menos un grupo de aspectos (figura 13). A continuación se realiza una breve descripción de los componentes de la guía.

1. Presentar las prioridades de desarrollo en el sector y de respuesta al cambio climático

Se basa en la consideración de las prioridades nacionales en el ámbito ambiental-social-económico, expresadas en los documentos programáticos, estrategias de desarrollo del país y de los sectores. Por ejemplo, es una prioridad para el sector hídrico garantizar la disponibilidad y calidad del agua para el consumo de la población. Esta prioridad está asociada

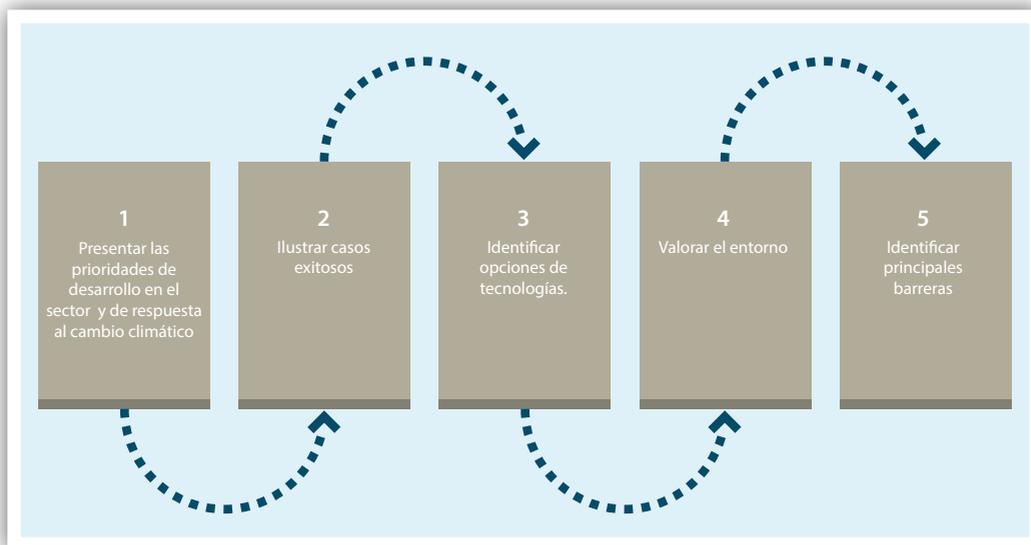


Figura 13. Componentes principales de la guía para la evaluación de la capacidad para la transferencia tecnológica.

a prioridades de otros sectores, como es el de salud, que pudiera expresarse en disminuir las enfermedades asociadas a la calidad del agua, o del sector industrial, reducir los consumos de agua a través de la reutilización de aguas residuales de proceso y en muchos casos bajar los costos de producción. Esta prioridad a nivel del país pudiera expresarse en la necesidad de incrementar la calidad de vida de los sistemas humanos y la sostenibilidad de los ecosistemas, los que a la vez de forma directa o indirecta sustentan el bienestar humano.

Es así, que transferir tecnologías asociadas a los recursos hídricos, en lo concerniente a buscar mayor eficiencia en el uso y distribución del agua o que conlleven al tratamiento apropiado de residuales industriales, agroindustriales y domésticos, es pertinente. Si a esto se le agregan las proyecciones asociadas al cambio climático, se hace esta transferencia impostergable. Se entrelazan entonces las dimensiones económicas, ambientales y sociales del desarrollo sostenible. Sobre la base de estos análisis se puede llegar a priorizar sectores y tecnologías.

2. Ilustrar los casos exitosos de transferencia de tecnologías en el sector

Permite examinar la experiencia y preparación real del sector y del país para la transferencia de tecnologías. Aquí se incluye: una breve descripción del proceso que dio lugar a esa transferencia, sus características principales, el tipo de tecnología, tiempo de explotación, actores involucrados, los conocimientos adquiridos, las competencias desarrolladas, los instrumentos establecidos, las redes creadas y sostenidas y las necesidades cubiertas a raíz de la demanda inicial.

3. Identificar opciones de tecnologías

Como resultado de este paso se debe lograr una caracterización del conjunto de opciones tecnológicas disponibles, para implementar las acciones estratégicas diseñadas por el sector incorporando el tema del cambio climático y los plazos establecidos para alcanzar su rea-

lización. Se especifica: ¿cuáles tecnologías son requeridas?, ¿por qué?, ¿están disponibles?, ¿en dónde?, ¿son asequibles?, ¿cuál de ellas de forma directa apunta a la solución del problema formulado en las prioridades? Se considera además, cómo estas tecnologías contribuyen a las metas de desarrollo sostenible siempre dando respuesta a la mitigación y/o adaptación al cambio climático. También se considera la contribución de esas tecnologías en otros sectores.

4. Valorar el entorno para la transferencia de tecnología

Comúnmente un entorno que habilita el proceso (entorno habilitante) se refiere a: las condiciones macroeconómicas nacionales; la articulación real de la dimensión ambiental y de cambio climático en las políticas públicas agregadas y sectoriales; la capacidad humana, organizativa e institucional existente; la capacidad

de investigación y tecnológica desarrollada; aspectos socio-culturales que pueden acelerar o desacelerar un proceso de transferencia de tecnología y a la disponibilidad de información sobre los principales recursos naturales (PNUD, 2010). Esta valoración se realiza tomando como referencia el entorno favorable que aparece de forma general descrito en el recuadro 2, del capítulo II.

Este entorno favorable expresa la variedad completa de condiciones institucionales, reguladoras y el marco político del país que conduce a la promoción y facilitación de la transferencia y difusión de tecnologías (IPCC, 2007a). Es así, que se tiene en cuenta, por ejemplo: la disponibilidad y acceso real a fuentes, tipos y sistemas de información; las capacidades técnicas, científicas, tecnológicas, de investigación, infraestructurales, organizacionales, educacionales y de difusión existentes y en desarrollo; los instrumentos jurídicos, económicos, comerciales, financieros y sociales actuales y prospectivos.



Febrero 2006, Foto: Carlos Díaz

5. Identificar las principales barreras para la transferencia de tecnología en el sector

Este paso tiene como propósito establecer los obstáculos existentes al desarrollo exitoso de los procesos de transferencia tecnologías en el sector. Se consideran las barreras relacionadas con el entorno y las capacidades existentes, teniendo en cuenta las características de las opciones tecnológicas identificadas.

Esta identificación se realiza generalmente en un ejercicio de grupo, en el cual participan expertos con conocimiento detallado del sector y representantes de otros actores que se involucren en el proceso de transferencia de tecnología. Los participantes deben ser capaces de discernir con claridad esas barreras, explicarlas, socializarlas y demostrarlas.

La aplicación de esta metodología en varios sectores, permite realizar un análisis de mayor integralidad y alcance. Se conforma una matriz donde se sitúan por sector los aspectos relevantes identificados para cada paso de la metodología (figura 14).

El análisis de la coincidencia de estos aspectos relevantes en los diferentes sectores evaluados, permitirá dar una visión general de la capacidad para la transferencia de tecnología en el país.

Este análisis aplicado en cada componente de la metodología contribuirá a:

- Establecer sinergias entre prioridades e interrelaciones entre sectores;
- Reconocer aspectos comunes y regularidades en cuanto a tecnologías, actores, conocimientos y competencias;
- Determinar la complementariedad de las diferentes opciones de tecnologías;
- Definir regularidades del entorno habilitante, permite reconocer aquellas que tienen implicación en varios sectores y por tanto relevancia nacional;
- Identificar barreras comunes, lo que facilita a los que toman decisiones establecer prioridades para su eliminación.

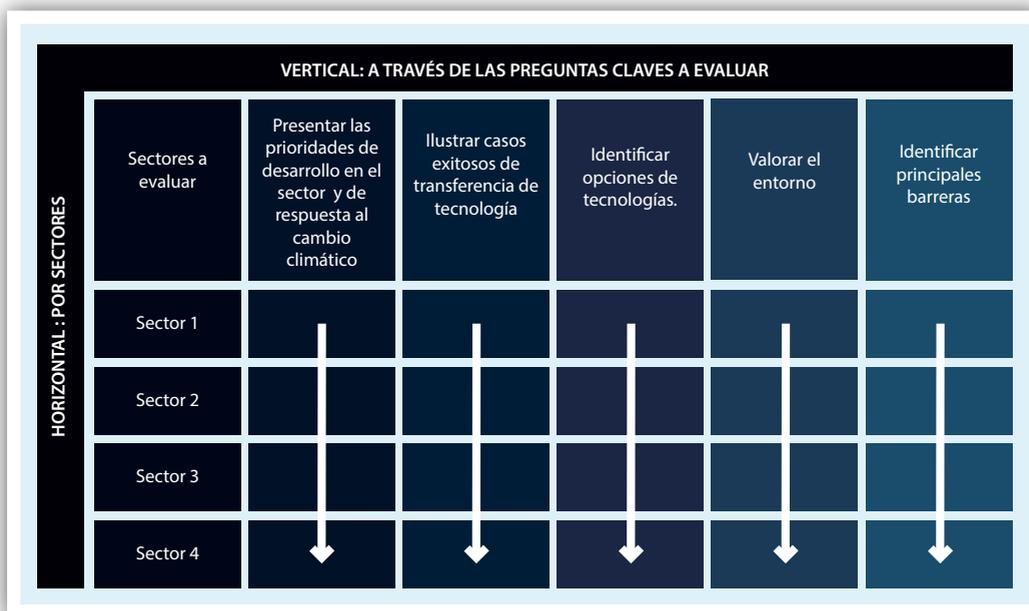


Figura 14. Interconexión de los análisis por preguntas claves y por sectores.



Río Canímar, Matanzas, diciembre 2004, Archivo CNAP

III.2 EJEMPLOS DE CASOS DE EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PARA LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

En el marco del proyecto 2da Comunicación Nacional a la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (INSMET, 2013) se llevó a cabo el proceso de “evaluar la capacidad para la transferencia de tecnología con vistas a mitigar y adaptarse al cambio climático”, utilizando los aspectos metodológicos descritos en el epígrafe anterior.

En los talleres participaron un grupo de reconocidos expertos y especialistas de instituciones y organismos de la Administración Central del Estado. Estos actores determinaron, que los sectores a evaluar debían ser el: energético, hídrico, forestal y agrícola por constituir sectores clave para materializar las estrategias principales de desarrollo en Cuba. Los resultados obtenidos siguiendo la guía metodológica se presentan a continuación.

III.2.1 Evaluación de la capacidad para la transferencia de tecnología en el sector hídrico

1. Presentar las prioridades de desarrollo en el sector y de respuesta al cambio climático

El agua es un recurso que tiene un carácter estratégico tanto cuando se habla de desarrollo sostenible como cuando nos referimos al cambio climático y sus impactos actuales y proyectados para Cuba.

Para determinar las prioridades del sector se tiene en cuenta los estudios realizados sobre el potencial hídrico; las características de las cuencas fluviales; las cantidades y particularidades de las obras construidas; la cantidad de agua aprovechable per cápita anualmente; el valor del Índice de Disponibilidad Específica de Agua y los usos predominantes del recurso por sectores; los posibles impactos asociados al cambio climático y a los fenómenos meteorológicos extremos (INSMET, 2013), (A. Centella, 2001).

Además se observa, la política para los recursos hidráulicos expresada en los Lineamientos (PCC, 2011) que entre otros aspectos señala, que el balance de agua constituirá el instrumento de planificación mediante el cual se mida la eficiencia en el consumo estatal y privado; se continuará desarrollando el programa hidráulico con inversiones de largo alcance para enfrentar mucho más eficazmente los problemas de la sequía y del uso racional del agua en todo el país; se priorizará y ampliará el programa de rehabilitación de redes, acueductos y alcantarillados hasta la vivienda, con el objetivo de elevar la calidad del agua, disminuir las pérdidas, incrementar su reciclaje y reducir consecuentemente el consumo energético y la atención a propiciar una cultura para el uso racional del agua, así como regular

de manera obligatoria la medición del gasto y el cobro a los clientes estatales y privados. Asimismo, otros lineamientos expresan prioridades para las investigaciones, destacando que sean integrales para que contribuyan a la conservación y uso del recurso, en su vínculo con el desarrollo sostenible y el cambio climático. Sobre esta base, el grupo de trabajo consideró los posibles impactos del cambio climático asociados al recurso agua, y estableció las prioridades (figura 15).

2. Ilustrar casos exitosos de transferencia de tecnologías en el sector

La experiencia de transferencia de tecnologías en este sector, como parte del desarrollo socioeconómico del país, data de los años 60 y

POSIBLES IMPACTOS	PRIORIDADES
Disminución de la disponibilidad y calidad del recurso	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar y diversificar la disponibilidad del recurso; • Elevar la calidad de las fuentes superficiales y subterráneas; • Ampliar la capacidad y forma de reutilizar las aguas residuales tratadas; • Diversificar, ampliar y elevar la eficiencia de las formas y la calidad para satisfacer las demandas locales y en particular de la población; • Renovar y elevar la eficiencia de los sistemas tecnológicos y de gestión de mantenimiento de las infraestructuras hidráulicas y disminuir las pérdidas de agua en éstas.
Mayores conflictos por el uso (nuevos y más agudos)	
Incremento de zonas con carencias relativas del recurso	
Disminución de las condiciones sanitarias	
Incremento del cuadro epidemiológico general y específico	

Figura 15. Principales prioridades para el sector hídrico en correspondencia con los posibles impactos del cambio climático en Cuba.



Taza de Vento, La Habana, septiembre 2012, Foto: Richard Molina

70 del siglo pasado, cuando se iniciaron grandes obras hidrotécnicas y se establecieron redes de observación dirigidas al manejo del agua con una visión integral. Desde hace más de cuatro décadas se acometen exitosamente obras de mantenimiento y rehabilitación de acueductos, plantas potabilizadoras, redes y conductoras, sistemas de alcantarillado y drenajes y las de rehabilitación de presas y obras de trasvase. Recientemente, la instalación de cientos de grupos electrógenos para disminuir

vulnerabilidades en el bombeo de agua y elevar la sostenibilidad de su distribución ante situaciones extremas, son ejemplos de tecnologías asimiladas y difundidas en todo el país.

3. Identificar opciones de tecnologías

Las opciones tecnológicas en el sector se agruparon en las de tecnologías y las de sistemas para la gestión del agua (figura 16).

PRINCIPALES NECESIDADES PARA EL SECTOR	
Tecnologías	<ul style="list-style-type: none"> • para construcción de presas y otras obras hidráulicas, entre ellas diques o barreras contra la intrusión marina; • para el diseño, construcción y explotación de pozos de bombeo poco profundo y pozos para la recarga al manto subterráneo; • que aumenten la efectividad de reducción de cargas contaminantes, principalmente orgánicas y biodegradables que se disponen en los cuerpos receptores superficiales, suelos y aguas subterráneas; • para el control de la intrusión salina en las cuencas hidrográficas superficiales y acuíferos; • dirigidas, según especificidades locales y alcance territorial, al abastecimiento de la población de manera alternativa y eficiente.
Sistemas	<ul style="list-style-type: none"> • de monitoreo y evaluación sistemática de aguas subterráneas en cuencas; • de alerta que conlleven a perfeccionar la prevención y la protección hidrológica; • para el procesamiento y representación de datos, índices, indicadores para el manejo del recurso; • tecnológicos para el mantenimiento de la infraestructura hidráulica y para la administración del agua empleada en diferentes usos.

Figura 16. Principales necesidades de tecnologías para el sector hídrico en correspondencia con las prioridades.

4. Valorar el entorno para la transferencia de tecnología

El entorno habilitante fue evaluado como propicio para el proceso de transferencia de tecnología. Esto se fundamenta en la existencia de un conjunto de programas del sector, de otros sectores y del país que coadyuvan a este proceso, por ejemplo:

- Programa de enfrentamiento al cambio climático (CITMA, 2012);
- Programa de desarrollo hidráulico;
- Programas de desarrollo local;
- Programa de desarrollo agroalimentario;
- Programa inversionista de alcance nacional para el fortalecimiento del sector hídrico, con prioridades según las necesidades territoriales.

Se consideró igualmente que dentro del marco regulatorio: ambiental, de transferencia de tecnología y del proceso inversionista, hay un grupo de regulaciones que favorecen la adquisición y difusión de tecnologías en el sector.

5. Identificar principales barreras para la transferencia de tecnología en el sector

Al evaluar la capacidad del sector para la transferencia de tecnología (ver figura 11), se identificó lo siguiente:

- a. Existen competencias para la evaluación y gestión del recurso, pero aún quedan espacios y formas de actuación coordinada entre sectores y dentro del propio sector que pueden ser perfeccionadas;
- b. Se han debilitado algunos dispositivos institucionales de diseño, construcción y supervisión de obras;



Taza de Vento, La Habana, mayo 2012, Foto: Richard Molina



Febrero 2004, Foto: Carlos Díaz

- c. Hay dispersión de conocimientos científicos y tecnológicos, no se forman en el país hidrólogos, lo que pone en riesgo conservar las competencias existentes y necesarias para el sector;
- d. Existe un aparato de inspección estatal de los recursos hidráulicos, en función del cumplimiento de la legislación vigente y del control de las medidas para su segura administración, pero este sistema debe fortalecerse;
- e. Es operativo el sistema para la gestión integrada del recurso hídrico (GIRH) en cuencas hidrográficas con una relación explícita con los otros componentes ambientales, pero, el mismo debe ser modernizado y potenciado como herramienta clave y segura para la toma de decisiones;
- f. La red de observación y los sistemas de control existentes han sido perfeccionados y modernizados como resultado de un conjunto de acciones entre las que se encuentran: la instalación y operación de 35 estaciones automáticas de medición y transmisión de datos e informaciones sobre lluvia, niveles y gastos; la ejecución

del proyecto PNUD-INRH de Alerta Temprana y Prevención Hidrológica en cuatro cuencas hidrológicas; la implementación del proyecto Caribe-Hycos de observaciones del ciclo hidrológico en ocho estaciones y con la nueva Red Informativa Diaria de Lluvia (775 estaciones). Se requiere extender este sistema y alcanzar su alta operatividad;

- g. Se desarrollan programas de educación y concientización, entre ellos el del "Uso Racional del Agua" (PAURA), pero no son suficientes, ya que se necesita una participación consciente a nivel local en la toma de decisiones para la transferencia de tecnologías;
- h. Existen legislaciones, marcos regulatorios generales y específicos para el sector, estos últimos contribuyen de manera moderada a incentivar transferencias de tecnologías asociado al ahorro del agua.

Como resultado del análisis se identificaron las barreras (figura 17).

Ejemplo de medidas para superar estas barreras serían:

- Interconectar con mayor direccionalidad las instituciones dentro del INRH y de este con otros sectores;
- Fortalecer las competencias incluyendo las técnicas para la evaluación del recurso y la implementación de los proyectos,
- Perfeccionar los mecanismos e instrumentos para los procesos de transferencia de tecnología, de manera que se garantice la integración de actores;
- Establecer incentivos económicos y de otra naturaleza que motive la estabilidad de especialistas y trabajadores en el sistema de inspección estatal y de mantenimiento de obras.

BARRERAS	PRINCIPALES ESPECÍFICAS
Políticas, legales y reguladoras	<ul style="list-style-type: none"> Las legislaciones, marcos regulatorios generales y específicos para el sector contribuyen de manera moderada a incentivar transferencias de tecnologías asociado al ahorro del agua.
Falencias en la Red	<ul style="list-style-type: none"> Débil conectividad y estabilidad de los vínculos entre los diversos actores dentro y fuera del sector.
Capacidad institucional y organizativa	<ul style="list-style-type: none"> Los equipos para realizar las evaluaciones técnica-económicas, de mercado y para la negociación de tecnologías en diversos actores, no tienen suficiente experiencia. Dispersión de la capacidad científica y tecnológica. Débil capacidad de evaluación de los recursos hídricos. Debilitado algunos dispositivos de diseño, construcción y supervisión de obras.
Sociales, culturales y de comportamiento	<ul style="list-style-type: none"> Limitada la participación consciente de los niveles locales de toma de decisiones en los programas de educación y concientización
Información y sensibilización	<ul style="list-style-type: none"> Aún insuficiente el alcance y operatividad de la red de medición y transmisión de datos e informaciones sobre lluvia, niveles y gastos.
Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> Debilitado sistema de inspección estatal de los recursos hidráulicos, Baja modernidad tecnológica del sistema para la gestión integrada del recurso hídrico (GIRH). Aún insuficiente el alcance y operatividad de la red de medición y transmisión de datos e informaciones sobre lluvia, niveles y gastos

Figura 17. Principales barreras para el sector hídrico.

III.2.2 Evaluación de la capacidad para la transferencia de tecnología en el sector agrícola

1. Presentar las prioridades de desarrollo en el sector y de respuesta al cambio climático

La estrategia nacional en cuanto a producción de alimentos da prioridad a los cultivos varios con énfasis en el cultivo de la papa, el arroz y al desarrollo sostenible de la agricultura urbana y sub-urbana. Un factor importante que garantiza los rendimientos de esas producciones es el recurso hídrico. En los Li-

neamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, lineamiento 202, se expresa “reorganizar las actividades de riego, drenaje y los servicios de maquinaria agrícola para lograr un uso racional del agua, la infraestructura hidráulica y los equipos agrícolas disponibles..”. Esto constituye asimismo, una respuesta a las proyecciones del cambio climático en Cuba.

2. Ilustrar casos exitosos de transferencia de tecnologías referidas al riego y drenaje



Yaguajay, Sancti Spiritus, mayo 2013, Foto: Julio Antonio Alvite

Entre los ejemplos exitosos evaluados que muestran una experiencia para realizar transferencia de tecnología en el sector están:

- Paquete tecnológico para 23 cultivos de interés para la seguridad alimentaria, donde el régimen de riego respondió a la mayor eficiencia en el uso del agua;
- Desarrollo nacional de una tecnología de automatización para los sistemas de riego localizado, la cual además de incorporar los resultados de la investigación- desarrollo propios, tomó lo más de avanzada a nivel mundial y se creó una base industrial para estos fines;
- La tecnología cubana de máquinas de riego por aspersión de pivote central con boquillas difusoras y bajantes, la cual facilitó la introducción del fertirriego en los pivotes;
- Paquetes de manejo tecnológicos, resul-

tado de las investigaciones en drenaje superficial parcelario, soterrado y agrícola, los que repercutieron en el aumento de los rendimientos de los cultivos, las ganancias y rentabilidad de las empresas, y contribuyeron a la recuperación de suelos salinos mediante lavado.

3. Identificar opciones de tecnologías

Las principales opciones tecnológicas para el riego y drenaje, identificadas por el grupo de trabajo del sector son:

- Modernización de los sistemas de medición de agua, de riego por gravedad, de drenaje, de mantenimiento de canales y de nivelación de tierras y de las tecnologías para el re uso y recirculación del recurso hídrico en procesos productivos;
- Cambio de los sistemas de riego accio-

nados con motores diesel por motores eléctricos en los sistemas de riego y en particular en los de Pivote Central.

4. Valorar el entorno para la transferencia de tecnología para el riego y drenaje

Al analizar el entorno se constató que los programas de enfrentamiento al cambio climático, para el desarrollo agroalimentario y el desarrollo hidráulico, contribuyen a dar prioridad al sector. En la estrategia ambiental nacional (CITMA, 2010) todo lo relacionado al agua y uso del suelo, es clave. El propio plan de la economía prioriza la producción de alimentos.

5. Identificar principales barreras para la transferencia de tecnología en el sector agrícola referido al riego y drenaje

Un análisis detallado de la capacidad (ver figura 11) del sector agrícola, en particular para el riego y el drenaje, permitió caracterizar ésta como a continuación se refleja:

- a. Las vías existentes de información y las redes informáticas son insuficientes para facilitar el acceso a los diferentes usuarios y actores, lo que no contribuye entre otros aspectos a: dominar en toda su amplitud el estado del arte; conocer de la disponibilidad de tecnologías en el mercado internacional y poder actuar en consecuencia, lo que permitiría la introducción de forma coherente de algunas tecnologías o la multiplicación en otras áreas de las ya introducidas, reduciendo así esfuerzos, recursos y tiempo;
- b. Se ha debilitado la red de laboratorios y polígonos de prueba para evaluar las tecnologías adquiridas y/o generadas en Cuba;
- c. La infraestructura técnica para garantizar los sistemas de control y medición no está en el nivel requerido;

- d. No están suficientemente desarrolladas las competencias en los institutos de investigaciones y en los grupos empresariales para realizar las evaluaciones de las tecnologías disponibles y del mercado, y para la negociación de tecnologías y de búsquedas alternativas de financiamiento;
- e. Los vínculos entre las empresas y otras formas de producción, con las universidades, en relación con el pregrado, el posgrado académico, la capacitación y los servicios científicos técnicos, no son los necesarios ni poseen la estabilidad requerida;
- f. Existe un conjunto de regulaciones y normas jurídicas para los procesos asociados a la transferencia de tecnología, que en algunos casos no facilita el proceso y en otros hay bajo dominio de éste;
- g. Es baja la percepción de los beneficios económicos y simultáneamente la de los ambientales, que se pueden obtener mediante transferencias de tecnologías adecuadas;



Yaguajay, Sancti Spiritus, mayo 2013,

Foto: Julio Antonio Alvite

- h. Se manifiesta resistencia al cambio, y más si no se puede evidenciar las ventajas de la nueva tecnología o de los paquetes tecnológicos a través de las ganancias a muy corto plazo. Para muchos productores la “Mejor Tecnología Disponible” no incluye necesariamente lo asociado al ahorro del recurso o a otros problemas ambientales, subestimándose la importancia que esto requiere;
 - i. Son pocos los incentivos que favorecen el ahorro de los recursos, en particular los hídricos, y no se logra que los productores se beneficien con estos ahorros;
 - j. Existen fondos internacionales a los cuales el país no puede acceder debido al bloqueo económico – comercial de los Estados Unidos a Cuba, impuesto por más de 50 años.
 - k. Las competencias nacionales para buscar esquemas alternativos de financiamiento son limitadas.
- El análisis anterior llevó a identificar las barreras (figura 18)



Yaguajay, Sancti Spiritus, mayo 2013, Foto: Julio Antonio Alvite

BARRERAS	PRINCIPALES ESPECÍFICAS
Económicas y financieras	<ul style="list-style-type: none"> • Falta o acceso inadecuado a recursos financieros. • Costos de transacción elevados. • Pocos incentivos que favorecen el ahorro de los recursos.
Políticas legales y reguladoras	<ul style="list-style-type: none"> • Marco legal y normativo existente pero complejo que conlleva en algunos casos a trabas en la cadena de aprobación.
Falencias en la Red	<ul style="list-style-type: none"> • Débil conectividad y estabilidad de los vínculos entre los diversos actores
Capacidad institucional y organizativa	<ul style="list-style-type: none"> • Competencias limitadas para realizar las evaluaciones técnica-económicas, de mercado y para la negociación de tecnologías en diversos actores. • Baja capacidad para buscar alternativas o nuevos financistas con condiciones disímiles de negociación.
Sociales, culturales y de comportamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia al cambio por los productores, si no les quedan evidente las ganancias económicas a muy corto plazo
Información y sensibilización	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo de información insuficiente • Bajo acceso a las redes informáticas. • Limitado conocimiento sobre el cambio climático y los fenómenos meteorológicos extremos, por lo que hay baja percepción de que los beneficios económicos – ambientales a mediano y largo plazo.
Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de control que no siempre garantizan el monitoreo de la tecnología y de sus resultados. • Debilitado la red de laboratorios y polígonos de prueba para evaluar las tecnologías.

Figura 18. Principales barreras para el sector agrícola referidas al riego y drenaje.

Como resultados de estos análisis se propusieron un grupo de medidas para remover las barreras, a continuación se exponen algunas de ellas.

- Aumentar las acciones de información, capacitación y divulgación dirigida a todos los actores de la cadena productiva y del sistema de extensionismo agrario;
- Interconectar con mayor direccionalidad las instituciones científicas y de desarrollo tecnológico, las escuelas formadoras de especialistas y técnicos, y las universidades con los grupos empresariales y los actores bases del sector productivo.

Se debe evaluar de forma conjunta diferentes alternativas y proyecciones en cuanto a la asimilación de nueva tecnologías, asesoramiento técnico o algún otro conocimiento bien estructurado;

- Viabilizar el acceso a la información, dándole prioridad a esta acción y beneficiando a todos los actores que se involucran en el proceso;

- Incorporar como uno de los proyectos de desarrollo del sector, el rescate de la red de laboratorios y polígonos de prueba para evaluar las tecnologías adquiridas y/o generadas en Cuba;
- Fortalecer las sinergias con organizaciones no gubernamentales como la Asociación Cubana de Producción Animal y la Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales;
- Continuar con la reconstrucción y ampliación de la base industrial existente, haciendo énfasis en mejorar su operatividad;
- Crear dispositivos institucionales para evaluar y desarrollar de forma integral los procesos de transferencia de tecnología, involucrando directamente a productores para aumentar su comprensión y compromiso;
- Establecer incentivos dirigidos a incorporar tecnologías soportadas en el uso más racional de los recursos y a la aplicación de buenas prácticas de producción, controlando su implementación.



Granma, abril 2013, Foto: Julio Antonio Alvite

III.2.3 Evaluación de la capacidad para la transferencia de tecnología en el sector forestal

1. Presentar las prioridades de desarrollo en el sector y de respuesta al cambio climático

La estrategia productiva del sector se enlaza con las prioridades para la mitigación y la adaptación (figura 19).

2. Ilustrar casos exitosos de transferencia de tecnologías

El desarrollo del Sector Forestal aceleró y fortaleció los procesos de transferencia de tecnologías en la década del 60 al 70 del pasado siglo, con la asimilación de tecnologías para la: cosecha, beneficio y almacenamiento; certificación de semillas forestales; producción de plántulas en vivero; preparación de sitio y de plantación; aserrado, secado, aprovechamiento, transporte y preservación de la madera; así como para el control de plagas forestales. Fue muy importante también, la transferencia de toda la base metodológica para el desarrollo de la ordenación forestal del país.

Paralelamente se crearon capacidades científicas y tecnológicas:

- Formación de recursos humanos en el extranjero y en Cuba;
- Contratación de servicios de asistencia técnica de especialistas foráneos;
- Creación de centros de ciencia, formación académica y empresas especializadas, como son: el Instituto de Investigaciones Forestales y su red de estaciones, la Universidad de Pinar del Río, donde se forman los Ingenieros Forestales, y las empresas forestales con determinada infraestructura a lo largo del país.

Todos los procesos de transferencia de tecnología se caracterizaron por una fuerte colaboración internacional con países de diversas regiones del mundo y con apoyo de organizaciones y organismos internacionales.

3. Identificar opciones de tecnologías

En este sector los participantes en los diferentes talleres corroboraron las diferentes opciones de tecnologías previamente identificadas en el sector forestal asociadas a la transferencia de tecnología para mitigar y adaptarse al cambio climático (figura 20).



Figura 19. Prioridades para el sector forestal referido a la mitigación y adaptación al cambio climático.



Figura 20. Opciones tecnológicas para el sector forestal

4. Valorar el entorno para la transferencia de tecnología

El entorno en general es propicio para la transferencia de tecnología en este sector, de hecho en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, se expresa: “Desarrollar un programa

integral de mantenimiento, conservación y fomento de plantaciones forestales que propicie la protección de las cuencas hidrográficas; en particular, las presas, las franjas hidroreguladoras, las montañas y las costas”. Existe una Ley Forestal (República de Cuba, 1998) y un Programa de enfrentamiento al cambio climático (CITMA, 2012) en Cuba, el que reconoce explícitamente la importancia de este sector.



Junio 2006, Foto: Carlos Díaz

5. Identificar principales barreras para la transferencia de tecnología en el sector forestal

La evaluación de la capacidad para la transferencia de tecnologías para el sector forestal, mostró la siguiente situación:

- a. Baja disponibilidad de información sobre técnicas silvícolas e intensidad de manejo en función de los retornos económicos al término del turno;
- b. Limitados conocimientos sobre los procesos ecofisiológicos inherentes al desarrollo de las especies y genotipos y relacionados con la capacidad de adaptación de las especies arbóreas al estrés termo-hídrico.
- c. Débil infraestructura, en particular la relacionada con la disponibilidad de medios automatizados, de enlaces y de imágenes satelitales;
- d. La actividad científica y tecnológica está limitada por la falta de especialistas de diferentes disciplinas, que actúen con carácter inter y transdisciplinario;
- e. Ha disminuido la cultura y disciplina tecnológica, lo que puede afectar considerablemente el salto tecnológico, que conlleva pasar de aplicar prácticas tradicionales a de avanzada;
- f. Existe una percepción de que el sector forestal tiene un limitado impacto sobre el Producto Interno Bruto (PIB) nacional y la seguridad alimentaria;
- g. Baja disponibilidad financiera y el sector ha tenido poco acceso a tecnologías de punta, debido a que muchas de ellas tienen una importante composición en materiales, software y patentes norteamericanas. En la reciente publicación “El sector forestal cubano y el cambio climático” (Álvarez, 2012) se enfatizan algunos de estos aspectos.



Archivo CNAP

Las principales barreras fueron identificadas (figura 21).

Se concluyó, que pudieran ser tenidas en cuenta algunas de las siguientes acciones con el fin de remover las barreras antes expuestas.

- Crear capacidades para incrementar la cultura tecnológica en los actores del sector;

BARRERAS	PRINCIPALES ESPECÍFICAS
Económicas y financieras	<ul style="list-style-type: none"> • Falta o acceso inadecuado a recursos financieros. • Costos de transacción elevados. • Costo elevado de los recursos.
Fallos / imperfecciones en el mercado	<ul style="list-style-type: none"> • No se tiene acceso a muchas tecnologías de punta, con una importante composición en materiales, software y patentes norteamericanas.
Políticas legales y reguladoras	<ul style="list-style-type: none"> • Marco legal y normativo complejo para todos los procesos de transferencia de tecnologías a nivel nacional.
Capacidad institucional y organizativa	<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiente capacidad institucional vinculada con el empleo de tecnologías de punta. • Faltan especialistas de varias disciplinas actuando con enfoque sistémico
Sociales, culturales y de comportamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiente disciplina tecnológica.
Información y sensibilización	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo de información insuficiente y bajo acceso.
Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • Muy baja disponibilidad de medios automatizados, de enlaces y de imágenes satelitales.

Figura 21. Principales barreras para el sector forestal.

- Formar científicos y especialistas en las tecnologías nuevas y emergentes;
- Acceder por medio de la colaboración internacional a proyectos que faciliten integralmente la transferencia de tecnología en todas sus variantes;
- Reanalizar de forma ponderada el impacto del sector sobre el PIB y la seguridad alimentaria, bajo la óptica de que el bosque no solo es productor de madera y combustible, sino que además genera servicios ambientales vitales para la sociedad y el país, que no son valorados en toda su amplitud.
- Optar por la obtención de financiamiento mediante proyectos de desarrollo, de mitigación y de adaptación, aprovechando adecuadamente las diversas alternativas internacionales existentes.
- Formular una estrategia que permita la transferencia de tecnologías, cuya implementación podría ser conducida tanto por

la vía multilateral, como bilateral o con la cooperación de las ONGs, especialmente en el marco de la cooperación Sur-Sur.

- Realizar contactos comerciales con las empresas que en países latinoamericanos han hecho uso exitoso de esas tecnologías y como parte de una concertación económica, intercambiar experiencias y adiestrar personal en sus instalaciones e incluso, hacer uso de su asistencia técnica a proyectos nacionales que las empleen.

III.2.4 Evaluación de la capacidad para la transferencia de tecnología en el sector energético

1. Presentar las prioridades de desarrollo en el sector y de respuesta al cambio climático

La energía es un factor clave en el desarrollo socioeconómico de cualquier país. En el caso de Cuba los problemas prioritarios del sector están asociados a una estructura de genera-

ción de electricidad basada en combustibles fósiles, una parte importante de los cuales son importados y tienen una baja eficiencia energética en su uso. Una breve caracterización de la situación energética actual en Cuba (ONEI, 2013) se puede resumir en:

- La participación de las fuentes renovables de energía (FRE) en la generación de electricidad es de solo un 0,7% (dato 2012), aunque en la estructura de los portadores energéticos primarios las FRE alcanzan un 21,9% (ONEI, 2013) y se concentran en la Industria Azucarera.
- El consumo de combustibles líquidos se concentra en dos productos: fuel oil (71%) y diesel oil (17%) (dato 2011).
- El consumo del fuel oil está altamente concentrado en dos actividades (datos 2011): suministro de electricidad, agua y gas (74%) y en la explotación de minas y canteras (18%).



Enero 2004, Archivo CUBAENERGÍA

- El consumo del diesel es más disperso por actividades de la economía nacional (datos 2011) ya que los cinco sectores de mayor participación solo acumulan el 44% del consumo total. Estos son: transporte, almacenamiento y comunicaciones (17 %); en agricultura, caza, ganadería y silvicultura (11%); suministro de electricidad, agua y gas (9%); en industrias manufactureras que incluye la azucarera (9%) y en la construcción (8%).

Los resultados del inventario de emisiones de gases efecto invernadero GEI (Lopez, 2005) muestran que las principales opciones de mitigación en el país, están relacionadas precisamente con la disminución de emisiones en la actividad energética. Por otro lado, los estudios relacionados con los fenómenos meteorológicos extremos y el cambio climático en Cuba (A. Centella, 2001) hacen considerar para la actividad energética los siguientes impactos:

Por el aumento de la temperatura media del mar: Disminución de la eficiencia en la

generación de electricidad en las centrales termoeléctricas.

Por incremento de la intensidad de los huracanes: Afectaciones a las instalaciones de extracción de petróleo y gas, con mayor efecto en las off shore y a las instalaciones energéticas fundamentalmente parques eólicos, paneles fotovoltaicos y colectores solares.

Por la variación en los regímenes de lluvia y viento: Cambios en el aprovechamiento de la capacidad instalada en parques eólicos e instalaciones hidroenergética.

Por el aumento de la temperatura media del aire y de los periodos de sequía: Afectaciones a la producción de biomasa para energía asociada a la producción de caña de azúcar y de biomasa forestal.

Significa entonces, que entre las prioridades de este sector para el desarrollo y el enfrentamiento al cambio climático estarían las que se muestran en la figura 22.



Figura 22. Prioridades para el sector energético referido a la mitigación y adaptación al cambio climático.



Santa Cruz, Mayabeque, octubre 2007,
Archivo CUBAENERGIA

Lo anterior está explícitamente reconocido en la formulación de las prioridades para el desarrollo socio económico del país (PCC, 2011), donde se indican un grupo de acciones en el campo de la gestión de la energía, la eficiencia energética y el uso de las fuentes renovables de energía.

2. Ilustrar casos exitosos de transferencia de tecnología

La evaluación de los casos exitosos de transferencia de tecnología en el sector energético muestra que en el país, desde la década de los 80 del siglo pasado, se desarrolló una política dirigida a incrementar la participación de las fuentes renovables de energía en el balance energético nacional. Esta política se materializó en acciones concretas para la asimilación de las tecnologías asociadas a estas fuentes de energía. El alcance de estas acciones dependió de la capacidad de asimilación y de la prioridad establecida en cada caso. En el campo de la eficiencia energética, las principales acciones se realizaron en la segunda mitad de la primera década del siglo XIX en el marco de la Revolución Energética (recuadro 4).

3. Identificar opciones de tecnología

La transferencia de tecnologías que potencien el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía, en particular para la generación de electricidad, es una prioridad para el desarrollo del sector de la energía. Las tecnologías a priorizar están asociadas a las siguientes fuentes renovables de energía: eólica, biomasa, hidráulica y solar. Esta selección está basada en la disponibilidad de estos recursos energéticos renovables y el desarrollo alcanzado por las tecnologías requeridas para su aprovechamiento comercial y las condiciones existentes para su asimilación en el país (Curbelo, A. y col, 2005b, 2009, 2010,

Recuadro 4. Ejemplos de transferencias de tecnologías en el sector energético.

EXPERIENCIA ACUMULADA EN LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS PARA EL INCREMENTO DE LA SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA DEL PAÍS.	
Casos	Descripción
Utilización de los sistemas fotovoltaicos para electrificación rural	Se inicia en los años 90 de manera masiva, dirigida a satisfacer necesidades sociales de electrificación (hospitales, escuelas rurales, consultorios médicos, círculos sociales en/y comunidades aisladas. Hoy existen 4717 instalaciones (dato inventario 2013). Un aporte de esta experiencia nacional es la institucionalización y creación de capacidades para el montaje, mantenimiento y producción de estas instalaciones. En el 2009 la planta de Paneles Solares del Combinado de componentes Electrónicos "Ernesto Che Guevara", amplía su capacidad de producción a 2 MWp anuales.
Calentamiento de agua sanitaria por medio de colectores solares.	Se inicia en los años 80 la utilización de colectores solares, predominando los termosifónicos planos, los que se instalan en círculos infantiles y escuelas, así como en algunas instalaciones turísticas. Se crea una capacidad nacional de producción en la Fábrica de Colectores Solares ubicada en la provincia de Ciego de Ávila. En la segunda mitad de los 90, se incrementan el número de instalaciones, utilizando además equipamiento importado. En segunda mitad de la primera década de este siglo, se financia un programa demostrativo de calentadores solares con tubos al vacío de fabricación China, instalándose 750 sistemas para evaluar su comportamiento en círculos infantiles, hogares de ancianos, edificios multifamiliares, hoteles, empresas porcinas. Los resultados positivos de este programa, conllevó a poner en marcha en el 2010 una planta de colectores solares con tubos al vacío importados de China con capacidad para producir 10000 colectores anuales en un turno de trabajo.
Producción de biogás a partir del tratamiento anaeróbico de residuales orgánicos	Se inicia en década de los 80: Introducción de biodigestores tipo chino e hindú, para el tratamiento de residuales fundamentalmente en empresas ganaderas, utilizando el biogás para la cocción de alimentos y la iluminación de la unidad productiva y de viviendas cercanas a ésta. En años recientes se incorporan además los reactores tubulares de PVC. En la industria azucarera se han instalado en varias fábricas de azúcar desde mediados de los 90, biodigestores de pequeño y mediano tamaño que utilizan la cachaza como sustrato.
Electrificación de comunidades rurales por medio de la hidroenergía.	Se inicia en la segunda mitad de la década de los 80: se desarrolla un programa intensivo para la electrificación de comunidades aisladas. Este programa se basó en la asimilación de la tecnología para el diseño y fabricación nacional de turbinas hidráulicas, instalándose mini y micro centrales hidroeléctricas. Se creó a vez la capacidad nacional de evaluación del recurso hídrico con fines energéticos y de diseño de las instalaciones para su aprovechamiento.
Generación de electricidad en parques eólicos	Se inicia en la década de los 90 con trabajos de prospección eólica y la elaboración de un primer atlas eólico utilizando el sistema WASp y se instala con carácter demostrativo, el primer parque eólico con dos aerogeneradores de 275 kW. Con la Revolución Energética en el 2006 se elabora un mapa eólico mucho más preciso y se identifican las zonas de mayor perspectiva, en éstas se hacen mediciones por medio de 86 torres anemométricas. Se han instalado tres parques eólicos: uno en el 2007 con 1,6 MW de potencia, utilizando torres abatibles en la Isla de la Juventud, otro en el 2009 5.1 MW de potencia y un segundo puesto en marcha en el 2010 con 4,8 MW ambos en Gibara. Se fortaleció la capacidad nacional para asimilar esta tecnología, se creó una unidad especializada en Energías renovables en la Empresa INEL.
Incremento de la eficiencia energética en el uso final de la energía	Se inicia en el 2006 con el programa de cambio de refrigeradores, aires acondicionados y lámparas eléctricas ineficientes por eficientes. El financiamiento es compartido entre gobierno y la población.
Incremento de la eficiencia energética en la generación, transmisión y distribución de electricidad.	Se inicia en el 2006 el programa de incremento de la generación distribuida por medio de la instalación de plantas eléctricas con grupos de fuel oil con capacidades de generación como promedio de 25 MW y compuestas de grupos electrógenos con potencias unitarias entre 1 MW y 6 MW. Como resultado la estructura de la capacidad de generación por tipo de planta eléctrica incorporo un 38% (2083 MW) de generación distribuida, responsable del 24% de la eléctrica generada en el 2009, disminuyendo en tres años en 23 g/kWh el índice de consumo específico de combustible equivalente. Se crean capacidades de formación y desarrollo para la operación del sistema eléctrico nacional: despacho de carga, logística de suministro de combustible, instalación y mantenimiento de este equipamiento. Disminuye así la vulnerabilidad de la garantía de suministro eléctrico ante fenómenos naturales extremos.
Programa de rehabilitación de redes eléctricas.	Su ejecución se realiza por medio de cerca de 660 000 acciones que incluyen cambio del calibre de conductores, de la capacidad de bancos de transformadores, mejoras en el aislamiento eléctrico, etc, con los objetivos de aumentar la fiabilidad del suministro eléctrico, disminuir las pérdidas eléctricas en la distribución y transmisión de electricidad. Las capacidades existentes son utilizadas con mayor efectividad tanto las materiales como de recursos humanos.
Acciones para el cambio de combustible.	Se incrementa la capacidad de generación de electricidad utilizando gas acompañante en plantas a ciclo combinado. En el 2009 se alcanzó 450 MW. Se preparan recursos humanos y se crean capacidades tecnológicas y de gestión empresarial.



Archivo CUBAENERGIA

2011b). Adicionalmente se identifican acciones de cambio de combustible para reducir las emisiones de GEI y para incrementar la eficiencia energética en la generación, transmisión y distribución de electricidad.

4. Valorar el entorno para la transferencia de tecnología

El entorno existente para la transferencia de tecnología es fundamental para que ésta sea exitosa. Es a través del entorno que se fortalecen las capacidades y se aceleran o desaceleran los procesos de transferencia de tecnología. Para el caso del sector energético hay elementos positivos y negativos; los fundamentales están vinculados a la información, educación, difusión y las distintas regulaciones. Por ejemplo:

Información

La Oficina Cubana de la propiedad industrial, oferta servicios de alta calidad, con bases de

datos bien estructuradas, pero no se le da en todos los casos la utilización requerida.

La Oficina Nacional de Estadística tiene un grupo de productos asociado a los temas energéticos y su uso por medio de su Anuario Estadístico y el Inventario Nacional de Fuentes Renovables de Energía. No obstante a esto, algunos de esos productos deberán ser mejorados.

Es limitado el acceso a INTERNET debido al estrecho ancho de banda al que se accede en el país, asociado a las restricciones establecidas por el Gobierno de EEUU a través del Bloqueo comercial, económico y financiero al que somete a Cuba. El propio bloqueo no permite el acceso a algunas bases de datos principales, por ejemplo la ETDE (Energy Technology Data Exchange).

Las restricciones financieras limitan también adquirir revistas internacionales y acceder a otras bases de datos sobre tecnologías.



Marco regulatorio.

Existe un grupo de regulaciones, que incluyen procedimientos para la evaluación de los estudios de factibilidad de las inversiones vinculadas a las esferas de la ciencia, la tecnología y el medio ambiente; indicaciones para el proceso inversionista; reglamento del proceso de evaluación de impacto ambiental; bonificaciones a tecnologías limpias; procedimiento para la evaluación de la transferencia de tecnología asociada a las inversiones nominales dirigidas a regular los procesos de transferencia de tecnología en general y que se aplican a las asociadas al desarrollo energético sostenible. No obstante, se necesita establecer un grupo de regulaciones, incluidas algunas con carácter de ley, para la transferencia de tecnologías en el campo de la energía en particular.

Educación y Difusión.

A nivel de pregrado y posgrado en la educación superior se forman profesionales en Energía Renovables y Eficiencia Energética.

En las universidades, centros de investigaciones y empresas se desarrollan cursos y diplomados para la capacitación técnica especializada.

Se han desarrollado cursos a través de la televisión nacional Universidad para Todos, entre ellos “Energía y Cambio Climático” y se fomenta la educación de las energías renovables en el nivel primario (Manual de Energía) y secundario.

Para este sector se realizó un análisis detallado de la situación existente en el país en relación con las fuentes de energía renovables, identificándose en cada una de ellas aquellos elementos que habría que tener en cuenta con la finalidad de lograr una mayor penetración en la matriz energética (recuadro 5). Para ello fue preciso valorar con qué contamos y cuáles son las tecnologías que se requieren.

Recuadro 5. Por fuentes y mirando al futuro

Fuente	¿Qué tenemos?	¿Qué falta?
Eólica	Es la de mayor perspectiva de rápido crecimiento en el corto plazo. Hay sitios de desarrollo comercial que tienen certificadas las evaluaciones energéticas del recurso eólico; se ha demostrado la viabilidad de la tecnología en condiciones de huracanes y creado un núcleo ingenieril con capacidad para apoyar un programa inversionista.	El desarrollo de un programa inversionista requerirá la formación y entrenamiento de técnicos para el mantenimiento e ingenieros para el diseño de parques y la interconexión a la red eléctrica. Se prevé igualmente completar capacidades productivas de la industria mecánica nacional para su participación en los suministros.
Hidro-energía	Posiblemente la que muestra mejores rendimientos económicos potenciales. El crecimiento en este sector está asociado a aprovechar el potencial hidro energético de las 220 presas construidas en el país con fines hidro reguladores y de abasto de agua.	Se requerirá de un fortalecimiento de la capacidad institucional de la Empresa de Hidroenergía existente y de las empresas de proyectos asociadas. Será necesario la recuperación y actualización tecnológica de la industria mecánica nacional para la construcción de turbinas hidráulicas y asimilar la producción comercial de equipos de regulación de voltaje y frecuencia. También, se deberán asimilar nuevos sistemas y software para re-evaluar o evaluar las actuales potencialidades hídricas.
Biomasa Cañera	Es la fuente de energía renovables con mayor tradición de explotación y potencial energético, capacidad de generación instalada y aporte a la red eléctrica nacional. Se trabaja en el proceso inversionista de las dos primeras plantas eléctricas anexas a centrales azucareros que utilizando biomasa como combustible tendrán una potencia instalada de más de 20 MW cada una.	Se requiere una adecuación sistemática de esquemas de venta de la electricidad que estimulen a la industria azucarera, asimilar tecnologías para la preparación y conservación de la biomasa combustible e introducir mejoras tecnológicas en el uso de la energía en las fábricas de azúcar y en la eficiencia de la generación de electricidad.
Biogás	Existe una experiencia práctica difundida en todo el país del uso del tratamiento anaeróbico de excretas vacuna y porcina. Tiene un impacto significativo en la disminución de la contaminación ambiental, para actividades productivas claves: producción animal, alimentos y alcohol.	Aún estando disponibles las tecnologías, hay limitaciones en el acceso a los materiales de construcción, insuficiente número de personas capacitadas para su diseño, construcción y posterior mantenimiento, no es práctica utilizar soluciones para intensificar los procesos de fermentación anaeróbica como son el uso de agitadores y separadores de sólidos, ni el uso de sensores y de automática para el control del proceso. Para residuales de las destilerías de alcohol su aplicación se limita por el alto costo de los reactores.

Recuadro 5. Por fuentes y mirando al futuro (continuación)

Fuente	¿Qué tenemos?	¿Qué falta?
Biomasa Forestal y residuos agroindustriales	Su aprovechamiento es aún incipiente y tradicional. Se ha avanzado en la evaluación energética y en la fundamentación técnico económica de su uso para la producción de electricidad y calor con tecnologías comerciales. Hay dos pequeñas planta de gasificación de la biomasa que se explotan comercialmente. Fuera de la Industria Azucarera son prácticamente inexistentes las calderas con este combustible, igualmente no existe una producción nacional de pellets de biomasa.	Se ha iniciado el proceso de transferencia de tecnología para la instalación de plantas eléctricas que utilizan este biocombustible el ritmo de introducción aún es limitado, por factores de capacidad tecnológica nacional y limitaciones económicas, así como por la percepción de que existe de su bajo desarrollo tecnológico y alto riesgo por la garantía de suministro de combustible. Desarrollar una capacidad nacional para la producción de partes y equipos basada en la capacidad ingenieril ya existente, sería muy favorable para su rápido desarrollo a corto plazo. Para el caso del marabú, arbusto invasivo que ocupa más del 4% de la superficie del país, de alto valor calórico, pero de gran dureza y carácter espinoso, se requiere la introducción de medios de corte mecanizados para su aprovechamiento en gran escala.
Solar Fotovoltaica	Se ha alcanzado un alto aprovechamiento de la capacidad de producción de la planta de paneles fotovoltaicos existente en el país Ya se instalan parques fotovoltaicos conectados a la red eléctrica con una potencia de 1 MW con una apropiada asimilación de las tecnologías de diseño y construcción.	Sería conveniente pasar de la importación de celdas fotovoltaicas a su producción nacional para ser incorporadas en la fabricación de paneles en el país. La sostenibilidad de la explotación de más de 2000 instalaciones existentes en el país, requiere de la sustitución periódica de baterías y el reemplazo de equipos electrónicos como cargadores de batería e inversores que se dañan. Se requiere incorporar a la industria nacional a la fabricación del equipamiento electrónico en la medida en que se incremente la rentabilidad económica de los mismos. Hay un potencial en la industria nacional y capacidades científico tecnológicas suficientes para desarrollar la producción nacional de parte de estos componentes
Solar Térmica para calentamiento	Está en explotación una fábrica de calentadores solares de agua utilizando tubos al vacío de fabricación china.	El nivel de introducción actual está muy por debajo de las potencialidades. Los sistemas tecnológicos que se utilizan para el calentamiento de agua en instalaciones de mediana capacidad aun son básicos, siendo necesario el aumento de la capacidad de ingeniería para lograr una mayor penetración en el país.

5. Principales barreras para la transferencia de tecnología en el sector energético

Para este sector quedaron precisadas las principales barreras relacionadas con la transferencia de tecnologías (figura 23).

Parte de las medidas fundamentales que se requieren ejecutar para superar estas barreras están en proceso de elaboración como resultado de la implementación de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución aprobados (PCC, 2011).

Entre las medidas necesarias se encuentran:

- a. La formulación de un marco regulatorio enfocado en el fomento de las fuentes renovables de energía.
- b. En particular crear condiciones en el campo económico financiero que esti-

mule la transferencia de tecnología y de financiamiento por empresas extranjeras, así como la participación activa del sector empresarial nacional en las inversiones de energía renovable.

- c. El incremento de la cultura en la población sobre la sostenibilidad del desarrollo, tanto en su enfoque global como local, destacando la contribución al mismo de la sostenibilidad energética (Curbelo, A. y B. Garea, 2013), basada en la eficiencia energética y las energías renovables.
- d. El perfeccionamiento del proceso inversionista para acortar los plazos desde formulación de las ideas conceptuales hasta la puesta en marcha de las inversiones.
- e. Avanzar en el fortalecimiento institucional del sector tecnológico y de soporte técnico ingeniero para la asimilación de nuevas tecnologías y la sostenibilidad de su explotación.



Septiembre 2007, Archivo CUBAENERGIA

BARRERAS	PRINCIPALES ESPECÍFICAS
Económicas y financieras	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso limitado a fuentes de financiamiento internacional (incluye créditos bancarios y ayudas de organismos internacionales) para nuevas inversiones y acceso a suministradores para garantizar partes y piezas de repuesto. • Falta de definición en precio de la energía.
Fallos / imperfecciones en el mercado	<ul style="list-style-type: none"> • No se tiene acceso a muchas tecnologías de punta, con una importante composición en materiales, software y patentes norteamericanas. • Carencia de un sistema institucional para proveer servicios de mantenimiento y suministro piezas de repuesto necesarias para las tecnologías implementadas en la actualidad.
Políticas legales y reguladoras	<ul style="list-style-type: none"> • Marco legal y normativo complejo para todos los procesos de transferencia de tecnologías a nivel nacional. • No existe el marco regulatorio que contribuya a aumentar la participación de las fuentes renovables de energía en la matriz energética. • Baja participación de las empresas y los ministerios en el proceso de transferencia de tecnología los que limitan la gestión empresarial.
Capacidad institucional y organizativa	<ul style="list-style-type: none"> • La capacidad para ejecutar los estudios de factibilidad y fundamentar las inversiones es limitada para algunas fuentes de energía renovable. • Baja especialización de las empresas de ingeniería e insuficiente número de instituciones especializadas que brinden servicios para los estudios de preinversión.
Sociales, culturales y de comportamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiente incorporación de los niveles locales a la toma de decisiones. • Existe rechazo hacia nuevas soluciones tecnológicas que se pretenden asimilar debido a que el proceso de adopción se considera una amenaza al status existente.
Información y sensibilización	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de información acerca de la aplicabilidad de tecnologías avanzadas para la mitigación del cambio climático en las condiciones de Cuba. • Insuficiente conciencia social sobre las consecuencias de los GEI sobre el medio ambiente y el bienestar humano. • Limitado acceso a la información e incipiente conciencia ambiental en la población y decisores.
Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • Baja capacidad técnica para servicios de mantenimiento a las instalaciones de algunos tipos de fuentes renovables de energía.

Figura 23. Principales barreras para el sector energético.



IV. EVALUAR LAS NECESIDADES TECNOLÓGICAS PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

IV.1 EVALUACIÓN DE NECESIDADES TECNOLÓGICAS. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Evaluar necesidades en materia de tecnología, significa identificar, evaluar y ordenar por prioridad los medios tecnológicos tanto para la mitigación como para la adaptación, a fin de alcanzar fines de desarrollo sostenible (PNUD, 2010). La evaluación de una tecnología puede abordarse con dos propósitos; evaluar una tecnología ya implementada, aplicada y/o transferida con el objetivo de caracterizarla y establecer los aspectos positivos a fortalecer y los aspectos negativos a eliminar o minimizar; o evaluar qué tecnologías dan respuesta de una manera más eficiente y eficaz a las necesidades tecnológicas asociadas a las prioridades de desarrollo y a la mitigación y/o a la adaptación teniendo en cuenta los escenarios futuros del país. A continuación se expondrá este último propósito.

Con este fin se puede aplicar la metodología descrita en el “Manual para realizar una Evaluación de necesidades en materia de tecnología

para el cambio climático” (PNUD, 2010). Es posible que se requiera hacer ajustes a la misma, acorde a las características específicas de cada caso. Una representación esquemática de los pasos principales incluidos en esta metodología se resume en la figura 24.

1. Organizar la evaluación

Significa fundamentalmente: la planificación de las acciones principales del proceso de evaluación enmarcadas en el plazo destinado para el proceso; la definición precisa y consensuada de los objetivos de la evaluación; la selección de los participantes, cuáles son sus roles, cómo éstos se articulan y fluye la comunicación durante las diferentes etapas del proceso. Tradicionalmente los talleres constituyen una herramienta en este paso. Se invitan expertos y especialistas de diversos perfiles, de los sectores científicos, técnicos y productivos, aunque es imprescindible incorporar decisores de diferentes niveles. Se establecen grupos de trabajo que examinarán los resultados, decidirán sobre quiénes harán la revisión de los productos in-

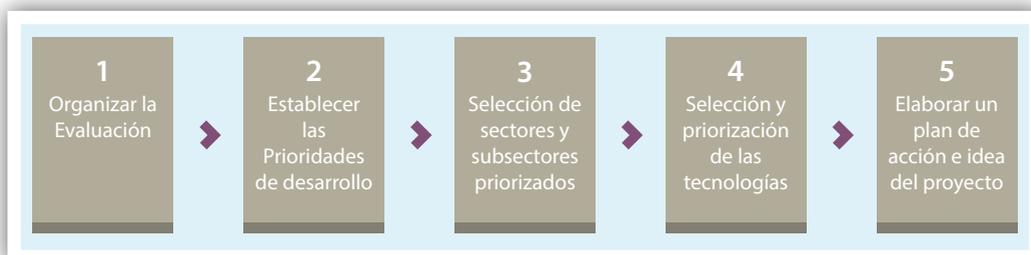


Figura 24. Representación esquemática de los 5 pasos principales para evaluar las necesidades tecnológicas.

termedios e irán tomando medidas hasta llegar al objetivo final de la evaluación y la redacción del informe.

2. Establecer las prioridades de desarrollo

Está asociado a un arduo proceso de: consultas bibliográficas, revisión de programas, resoluciones, lineamientos, entrevistas con expertos, especialistas y decisores. La competencia de los actores involucrados en el proceso de evaluación, la calidad de los materiales documentales disponibles y la literatura científica consultada, determinarán la calidad del proceso de formulación de las principales prioridades de desarrollo y su correspondencia con las condiciones actuales y los escenarios climáticos futuros. Por ejemplo, para estas evaluaciones se deben revisar los resultados de las comunicaciones nacionales, (Centella y col., 2001), (INSMET, 2013), otros documentos que responden a evaluaciones ambientales recientes (AMA-INSMET-GEF-PNUD, 2013) (Fernández, A. y R. Reyes, Ed., 2009), los Lineamientos de la política económica y social del país (PCC, 2011), programas para el enfrentamiento al cambio climático (CITMA, 2012) y la Estrategia Ambiental Nacional (CITMA, 2010).

3. Selección de sectores

Se parte de una lista de sectores que a criterio de los participantes en los grupos de trabajo, responden de manera general a las prioridades y necesidades ya establecidas para el desarrollo. Esta lista no debe ser muy extensa ya que pudiera complejizar en exceso los análisis posteriores. A partir de ese momento se construyen criterios que permitan la selección y posterior jerarquización de esos sectores. Por ejemplo: importancia económica, relevancia social y aporte ambiental del sector para responder a las prioridades establecidas. Igualmente, puede incorporarse como criterios barreras técnicas y la capacidad del sector para asimilar e instrumentar las tecnologías, según las experiencias previas de transferencias de tecnologías.

La metodología recomienda la selección de subsectores dentro de los sectores priorizados y se desarrolla un proceso similar al que se aplicó para la jerarquización de los sectores, e incluso pueden ser utilizados los mismos criterios. Para la jerarquización de sectores y subsectores es conveniente utilizar técnicas de Análisis de Decisión de Criterios Múltiples (ADCM) (Ramírez, M. 2004). Estas técnicas contribuyen considerablemente a obtener resultados consensuados respecto al objeto de análisis, incluso cuando existen diferentes juicios, perspectivas y experiencias sobre un mismo tema de los expertos y especialistas.

4. Selección y priorización de las tecnologías

Para este paso se reduce el grupo de expertos y especialistas en los temas de los sectores y subsectores priorizados, sin embargo, debe aumentar el número de decisores en los sectores y subsectores elegidos. Asimismo, cambian los criterios para priorizar las tecnologías respecto a los utilizados en la priorización de sectores y subsectores. Por ejemplo, para evaluar tecnologías para la adaptación al cambio climático la metodología de referencia (PNUD, 2010) propone cuatro criterios:

- C1 Contribución de la tecnología a las principales prioridades de desarrollo;
- C2 Mayor firmeza de adaptación;
- C3 Posibilidad técnica de la tecnología y su implementación;
- C4 Costo de la tecnología.

Nuestra experiencia nos hizo proponer una mayor desagregación de estos criterios, lo que contribuye a una mayor comprensión grupal del propio criterio y por tanto, aumenta la precisión de la valoración que realiza cada experto y el resultado se hace más fiable. Esta desagregación es también formulada por los expertos e incorpora el significado compartido por todos (figura 25).

C1: Contribución de la tecnología a las principales prioridades de desarrollo	C2: Mayor firmeza de adaptación	C3: Posibilidad técnica de la tecnología y su implementación	C4: Costo de la tecnología
IMPORTANCIA ECONÓMICA: Alcanzará la mayor puntuación aquella tecnología que más tribute a la economía nacional no solo desde una perspectiva de aporte de capital, sino además de un ahorro del mismo.	RESULTADOS DE EVALUACIONES SECTORIALES: La tecnología que haya sido identificada con potencialidades para la adaptación en el sector, como resultado de las evaluaciones sectoriales, será valorada como más importante, o sea, recibirá una mayor puntuación.	BARRERAS TECNOLÓGICAS: Aquella tecnología que sea de mayor interés para el país vencer sus barreras, en correspondencia con su importancia en la política de desarrollo nacional, recibirá la mayor puntuación.	COSTO DE INVERSIÓN: A partir de la estimación de este costo inicial. Tendrá mayor importancia la tecnología que menor costo de inversión requiera.
RELEVANCIA SOCIAL: Aquella tecnología que mayor transversalidad y alcance positivo en relación al bienestar humano, alcanzará la mayor evaluación por puntos.	REDUCCIÓN GRADO EXPOSICIÓN Y SENSIBILIDAD: La tecnología que logre reducir en mayor grado la exposición y la sensibilidad (impactos potenciales) recibirá una mayor puntuación.	CAPACIDAD DE ASIMILACIÓN E INSTRUMENTACIÓN: Se combinan las potencialidades del sector para asimilar la tecnología de acuerdo a sus capacidades profesionales con la capacidad de dicho sector de implementación de esa tecnología. En este caso recibirá mayor puntuación aquella tecnología que, como resultado de esta combinación, tenga la mayor capacidad.	
APORTE AMBIENTAL: Recibirá mayor puntuación aquella tecnología que tribute con más fuerza a disminuir los impactos sobre los servicios que brindan los ecosistemas y a hacer efectiva la estrategia ambiental nacional.	AUMENTO DE LA CAPACIDAD DE RESILIENCIA: La tecnología que contribuya en mayor medida a aumentar la capacidad de adaptación de los sistemas (humanos y ecosistemas) será más priorizada y tendrá mayor puntuación.	DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN E INVESTIGACIÓN: La tecnología para la cual se disponga de más información y de resultados de la I+D+i, recibirá mayor puntuación.	

Figura 25. Ejemplos de criterios a utilizar para priorizar tecnologías dentro de un sector o sub-sector.

Se recomienda aplicar igualmente que en el caso de los sectores y subsectores técnicas de Análisis de Decisión de Criterios Múltiples para la jerarquización de las tecnologías.

Una vez seleccionas y priorizadas las tecnologías, dentro de este mismo paso (figura 26) se:

- A. Fijan las metas que pudieran alcanzarse si se implementa debidamente el proceso de transferencia de la tecnología seleccionada;
- B. Establecen las condiciones del entorno que propician un ambiente para la transferencia de tecnología;
- C. Realiza el mapeo de mercado, que significa identificar los actores que intervienen en el proceso de asimilación y difusión de la tecnología, sus roles e interconexiones, por tanto incluye también a los proveedores de servicio;
- D. Identifican las barreras como los obstáculos que son necesarios superar o aminorar para lograr de manera eficaz realizar

el proceso de transferencia de esa tecnología, y se diseñan las medidas para superar esas barreras.

La tarea principal de los grupos de trabajo es entender la naturaleza y origen de cada una de las barreras, o sea, si éstas están asociadas al entorno, al sector, a la propia tecnología o constituyen condiciones de borde. Se consideran barreras de borde aquellas que no pueden ser eliminadas ni evitadas, por lo que se debe realizar el proceso de transferencia de tecnología con la presencia de éstas, por ejemplo el bloqueo de los Estados Unidos hacia Cuba es una condición de borde. Igualmente se revisa las relaciones que pueden existir entre las barreras, cuáles son las claves y las de mayor posibilidad de remover.

A partir de ahí, es que se elabora un paquete de medidas que permita superar las barreras o aminorar sus efectos. No es necesario que la cantidad de medidas se corresponda con la cantidad de barreras, puede ser el caso que una medida actúe sobre varias barreras o que una barrera necesite varias medidas.

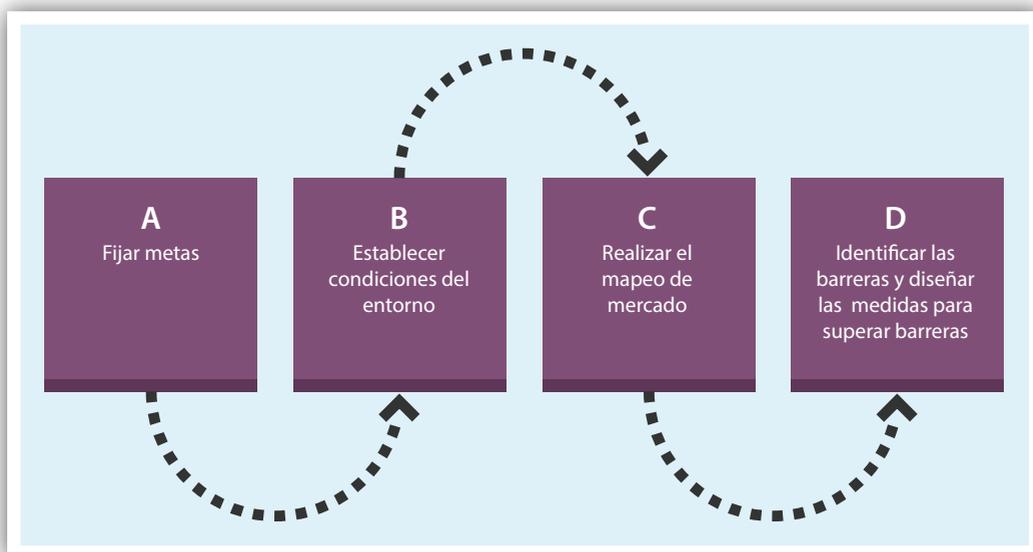


Figura 26. Acciones principales a desarrollar para seleccionar y priorizar una tecnología.

5. Elaborar un plan de acción e idea de proyecto

El objetivo principal de este paso es analizar nuevamente las medidas propuestas y convertirlas en acciones. Al construir la idea de proyecto para implementar la tecnología seleccionada, se deben al menos abordar los puntos que se muestran en la figura 27.

Los resultados finales se presentan en un taller, con los actores involucrados y se elaboran las recomendaciones. Resulta conveniente documentar todo el proceso y reflejarlo en un informe que sea de acceso y referencia para otras evaluaciones posteriores de nuevas necesidades tecnológicas.



Viñales, Pinar del Río, agosto 2010,
Foto: José Luis Corvea



Figura 27. Contenido de la idea de proyecto.

IV.2 EJEMPLOS DE CASOS DE EVALUACIÓN DE NECESIDADES TECNOLÓGICAS

En el proyecto “Evaluación de Necesidades Tecnológicas ante el Cambio Climático” (CITMA-CUBAENERGÍA-UNEP, 2012), se acometió el proceso de evaluación descrito en el epígrafe anterior.

Desde el punto organizativo se crearon dos grupos principales, uno para la mitigación y otro para la adaptación al cambio climático, que fueron parte constitutiva del Comité Técnico, coordinado por CUBAENERGIA en su carácter de centro ejecutor principal del

proyecto. Ambos grupos lograron una amplia participación de los principales actores en distintos talleres; en el estudio y análisis de la literatura científica nacional e internacional; de documentos programáticos y normativos; en la elaboración de los informes y en procesos de consulta y revisión de estos informes.

La revisión anterior fue planificada como una tarea inicial, y fue retomada de forma sistemática para cada taller y para cada decisión.

A continuación y a manera de ejemplo de aplicación de la metodología, sólo se describirán algunos de los resultados para la adaptación (Garea, B. y col, 2013).



La Palma, Pinar del Río, mayo 2013, Foto: Julio Antonio Alvite

IV.2.1 Selección de sectores

Para la selección de los sectores y subsectores se parte del análisis de las prioridades de desarrollo y las vulnerabilidades (paso 2, figura 24). Un documento base fue las prioridades establecidas en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución (PCC, 2011), documento que constituye la plataforma para proyectar el trabajo y organizar las acciones de todos los sectores, organismos, instituciones, organizaciones y de la sociedad civil mirando el desarrollo sostenible. Se vincularon los planes de desarrollo a corto,

mediano y largo plazo y las posibles respuestas de adaptación (AMA-INSMET-GEF-PNUD, 2013). Para facilitar el trabajo se agruparon las prioridades en económicas, sociales y ambientales, para lo que se tuvo en cuenta la Estrategia Ambiental Nacional (CITMA, 2010) (figura 28).

Se construyó una lista larga de sectores que incluyó: el agrícola, de recursos hídricos, energía y salud, e incorporó, para el análisis por su carácter transversal, aún no constituyendo sectores, la Biodiversidad, Zonas Montañosas, Zonas Costeras e Infraestructura.

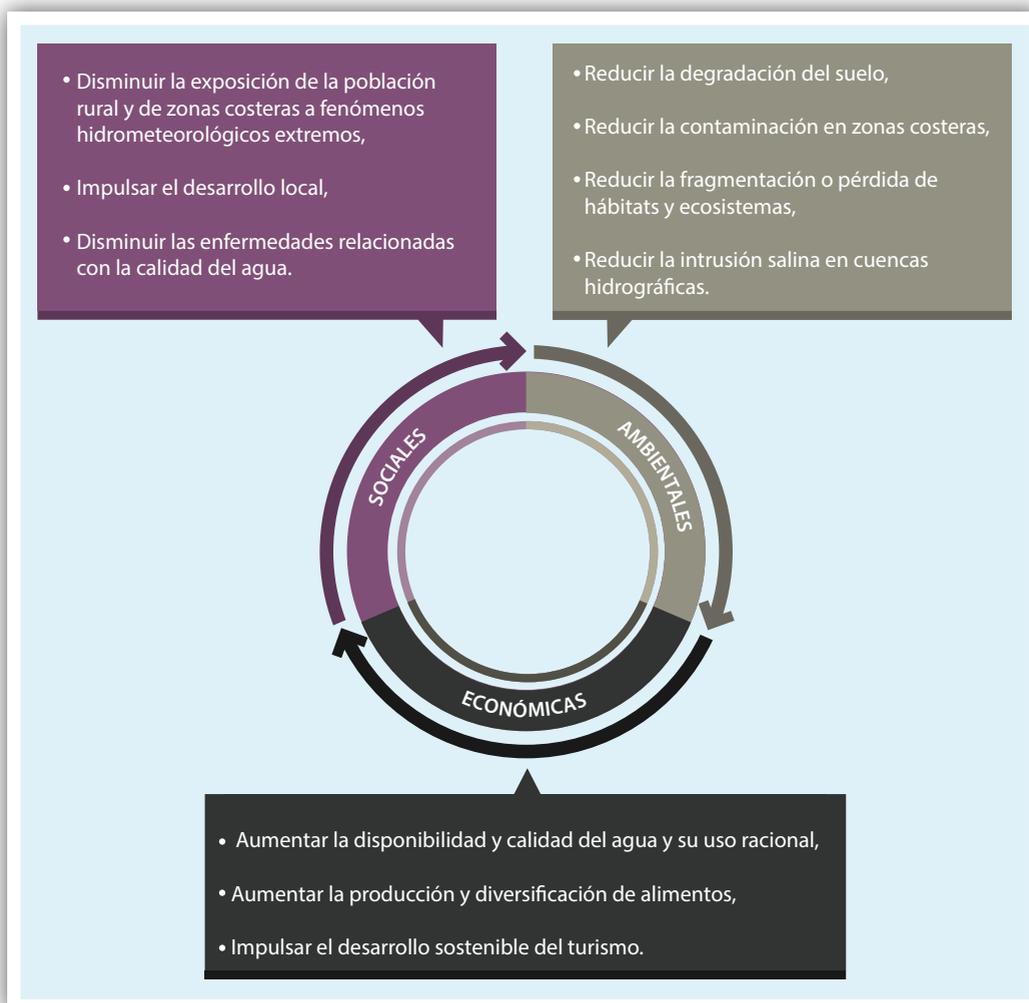


Figura 28. Ejemplo de organización de prioridades.

Los criterios utilizados para la jerarquización de estos “sectores” (recuadro 6), fueron valorados por los expertos. Esta valoración corresponde al nivel de importancia que tiene cada criterio para el sector. En la tabla 2 se muestra la puntuación según niveles de importancia. La importancia de un criterio emitido es mayor en la medida que el puntaje otorgado lo sea. La categoría “Absolutamente Importante” correspondiente al puntaje

Tabla 2. Puntuación para los niveles de importancia.

Puntuación	Categorías
1	Igualmente importante
3	Ligeramente más importante
5	Notablemente más importante
7	Demostablemente más importante
9	Absolutamente importante

Recuadro 6. Criterios para la priorización de sectores.

Criterio	Contenido del criterio
Representación en el Programa integral cubano de enfrentamiento al cambio climático	De acuerdo a este documento nacional será priorizado aquel sector que más se halle representado en dicho documento, por lo que recibirá una mayor puntuación.
Importancia económica	Alcanzará la mayor puntuación aquel sector que más tribute a la economía nacional, no solo desde una perspectiva de aporte de capital, sino además como ahorro, combinando el corto y largo plazo. Fue considerado en qué medida su importancia está expresado en los lineamientos de la política económica y social del país.
Relevancia social	Aquel sector de mayor transversalidad y que influye de forma determinante en el bienestar humano, alcanzará la mayor puntuación.
Aporte ambiental	Mayor puntuación tendrá aquel sector en el cual los posibles cambios tecnológicos en el mismo, contribuirán fuertemente a disminuir las vulnerabilidades y a cumplir con las prioridades en el Programa de enfrentamiento al cambio climático y en la Estrategia Ambiental Nacional.
Resultados evaluaciones sectoriales	El sector que mayor número de resultados científicos y técnicos haya incorporado a sus evaluaciones, recibirá mayor puntuación.
Barreras sectoriales	Aquel sector que sea de mayor interés para el país vencer sus barreras, en correspondencia con la importancia del sector en la política de desarrollo nacional, será el que reciba una mayor puntuación.
Capacidad de asimilación e instrumentación	Se combinaron las potencialidades de un sector para asimilar conocimientos de acuerdo a sus capacidades profesionales, con la capacidad de dicho sector de implementación de determinada tecnología. En este caso recibirá mayor puntuación aquel sector que, como resultado de esta combinación, tenga la mayor capacidad.

de nueve puntos, se otorga para los casos en que no hay lugar a dudas sobre la importancia del criterio.

La categoría “igualmente importante” tiene su significación de un peso mínimo del criterio de selección. Al finalizar, se suman los puntos obtenidos por criterios y aquel sector que posea la mayor puntuación será el priorizado.

Bajo esta forma de análisis los tres sectores priorizados fueron: sector agrícola, sector hídrico y zonas costeras (figura 29).

IV2.2 Evaluación de las Necesidades tecnológicas para el sector hídrico

Para este sector (Garea, B. y col, 2013) se identificaron por los expertos los siguientes

subsectores: Suministro de Agua (SA), Gestión de Cuencas Hidrográficas (GCH), Manejo de Humedales (MH) y Gestión de la Calidad del Agua (GCA); todos encargados de mantener y asegurar la disponibilidad, calidad y

gestión de los recursos hídricos. Como resultado del proceso de priorización de subsectores fueron seleccionados el de Suministro de Agua y Gestión de Cuencas Hidrográficas (figura 30).

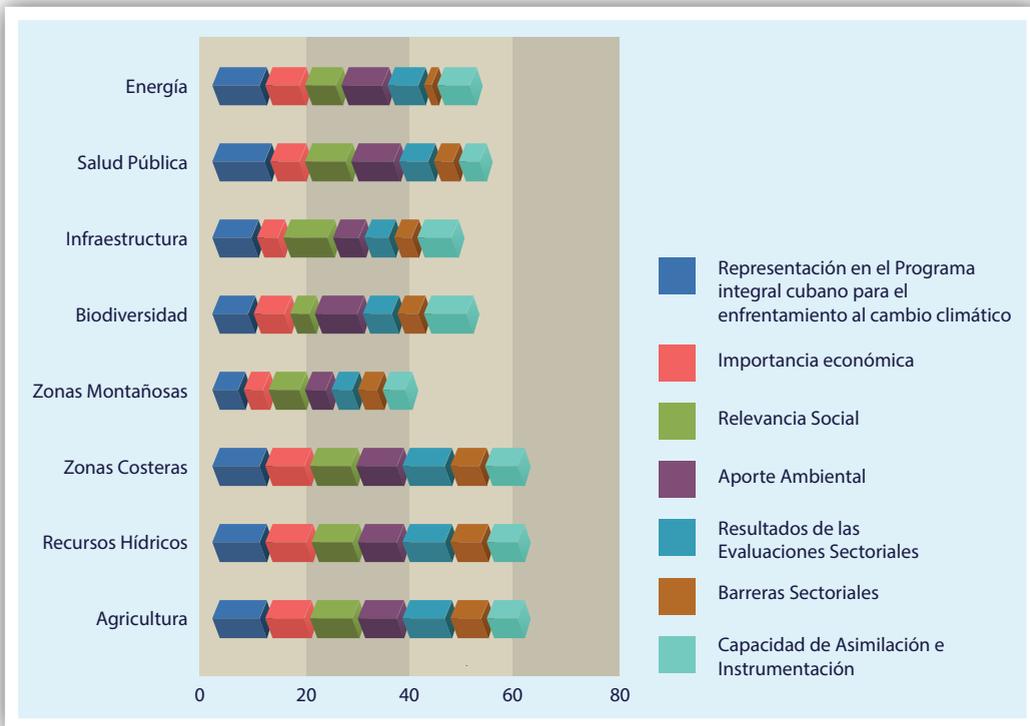


Figura 29. Resultados de la priorización de sectores.

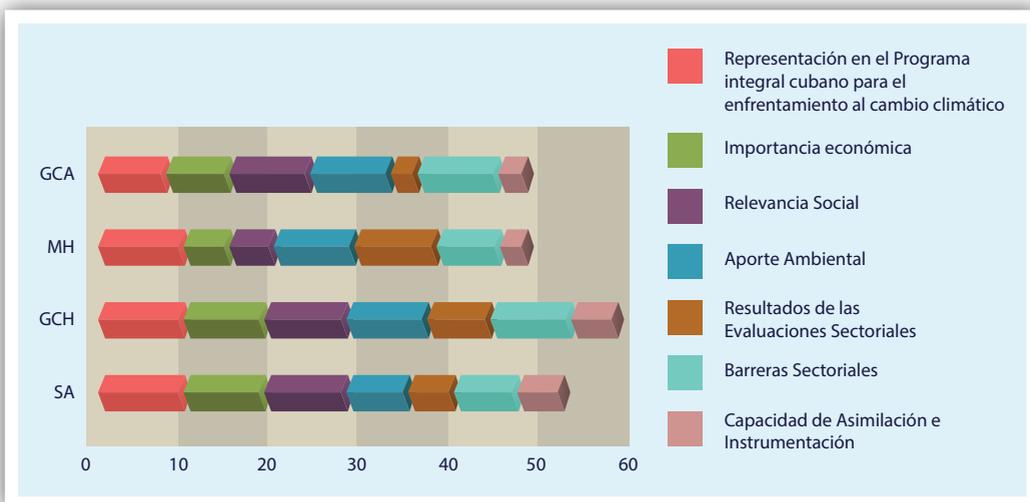


Figura 30. Resultados de la priorización de subsectores para el sector recursos hídricos.

A manera de ejemplo tomaremos dentro del sector recursos hídricos, el subsector suministro de agua, para mostrar el proceso de priorización de tecnologías.

Se elaboró por los expertos una lista larga de tecnologías. Estas fueron:

SA1: Tecnologías para el diseño, construcción y explotación de pozos de bombeo poco profundos y pozos para la recarga del manto subterráneo.

SA2: Tecnologías que permitan aumentar la efectividad de reducción de cargas contaminantes, principalmente orgánicas y biodegradables que se disponen en los cuerpos receptores superficiales.

SA3: Tecnologías que permitan aumentar la efectividad de reducción de cargas contaminantes, principalmente orgánicas y biodegradables que se disponen en aguas subterráneas.

SA4: Tecnologías para el mantenimiento de la infraestructura hidráulica.

Estas tecnologías contribuyen fuertemente a prepararse ante los fenómenos meteorológi-

cos extremos y al cambio climático, la mayoría juega un papel determinante en la diversificación de los suministros de agua, favorecen el aumento de la capacidad del país y de las localidades para enfrentar los problemas relacionados con la calidad del agua, permiten la captación del recurso y la recarga de los acuíferos.

Para priorizar las tecnologías, se ponderaron para el subsector los criterios de priorización (ver figura 25), lo que significa dar un valor por los expertos entre cero y uno, ya que cada uno no tiene igual influencia en el propio subsector. A esos criterios, los expertos le asignan un valor determinado por la importancia (tabla 2). Este valor se multiplica por el valor de la ponderación otorgado al subsector y es entonces el valor final que se toma para la acumulación de puntos.

Como resultado de este proceso de priorización de tecnologías, para el subsector suministro de agua del sector recursos hídricos, quedaron priorizadas: SA1 y SA3 (figuras 31 y 32). La diferencia entre estas figuras es que en la figura 31 se utiliza los criterios propuestos por la metodología del PNUD (PNUD, 2010) y en la figura 32 son los formulados por los expertos (ver figura 25).

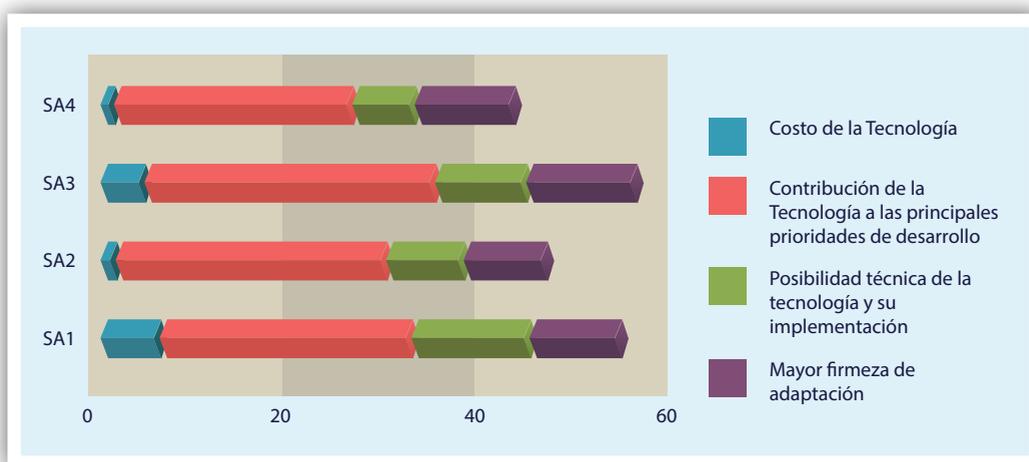


Figura 31. Resultados de la priorización de tecnologías con criterios integrados para el subsector suministro de agua del sector recursos hídricos.

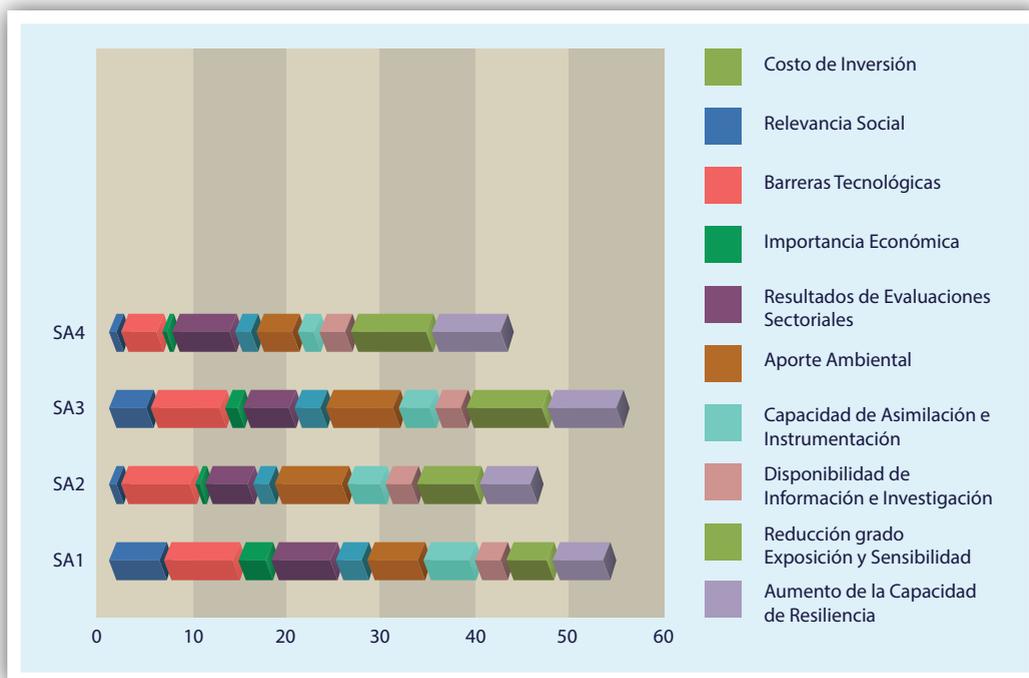


Figura 32. Resultados de la priorización de tecnologías con criterios detallados para el subsector suministro de agua del sector recursos hídricos.

Se ilustrará con la “Tecnologías para el diseño, construcción y explotación de pozos de bombeo poco profundos y pozos para la recarga del manto subterráneo” (SA1), los resultados principales de las acciones: fijar metas, establecer condiciones del entorno, realizar el mapeo de mercado e identificar las barreras (ver figura 26).

A. Fijar metas

Esta tecnología constituye un paquete tecnológico compuesto por:

- Equipo de alta eficiencia y productividad para la perforación de pozos poco profundos (hasta 100m).
- Equipamiento para verificar “in situ” los volúmenes estimados de extracción de agua y determinar su calidad.
- Sistema computarizado para establecer los

regímenes de explotación, ya sea extracción o recarga según el objetivo del pozo.

Su transferencia tiene como meta:

Disponer de una tecnología que permita con alta eficiencia y efectividad, perforar, recubrir y diseñar la explotación de pozos poco profundos, destinados a disminuir el probable déficit de agua en períodos en que el régimen de lluvia no garantice el suministro de agua para diferentes usos (doméstico, agropecuario, industrial) a partir de las fuentes superficiales y recargar el manto freático en períodos de grandes precipitaciones o mediante el empleo de aguas debidamente tratadas para estos fines.

Está orientada a sectores económicamente clave para el país y a las prioridades del sector hídrico. Clasifica por su estado de desarrollo y disponibilidad en el mercado en de corto plazo (ver figura 7) y su alcance es nacional, o sea, a gran escala.

B. Establecer condiciones del entorno

Las condiciones del entorno (figura 33) son propicias para la transferencia de esta tecnología, ya que existen en el país y en el sector políticas, leyes, regulaciones e institucionalidad, que intervienen directamente en el mercado. Se confiere al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) un rol central. A través de las regulaciones y el papel que juegan los diferentes ministerios como responsables de controlar políticas, son parte del entorno habilitante los siguientes: de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA); el ya mencionado INRH; de Economía (MEP); de Finanzas y Precios (MFP). También la Defensa Civil y los Gobiernos locales por el papel que juegan en los programas de reducción de desastres, que se expresan a nivel nacional, territorial y en las instituciones. Los gobiernos locales son clave, ya que tienen la responsabilidad de formular y dirigir las acciones vinculadas con las estrategias de desarrollo del territorio, en la cual el tema agua es un eje transversal.



Presa La Coca, octubre 2010,
Foto: Rolando Fernández



Figura 33. Principales componentes del entorno habilitante para la tecnología priorizada.

C. Realizar mapeo de mercado

El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos y sus empresas son casi dominantes en la cadena de mercado (figura 34). Los principales servicios de apoyo también lo realizan en su

mayoría instituciones del INRH (figura 35). Desde ese punto de vista, fue menos complejo construir el mapa de mercado, sin embargo este ofreció la oportunidad de visualizar algunas barreras clave para esta tecnología, comunes para todo el sector hídrico.

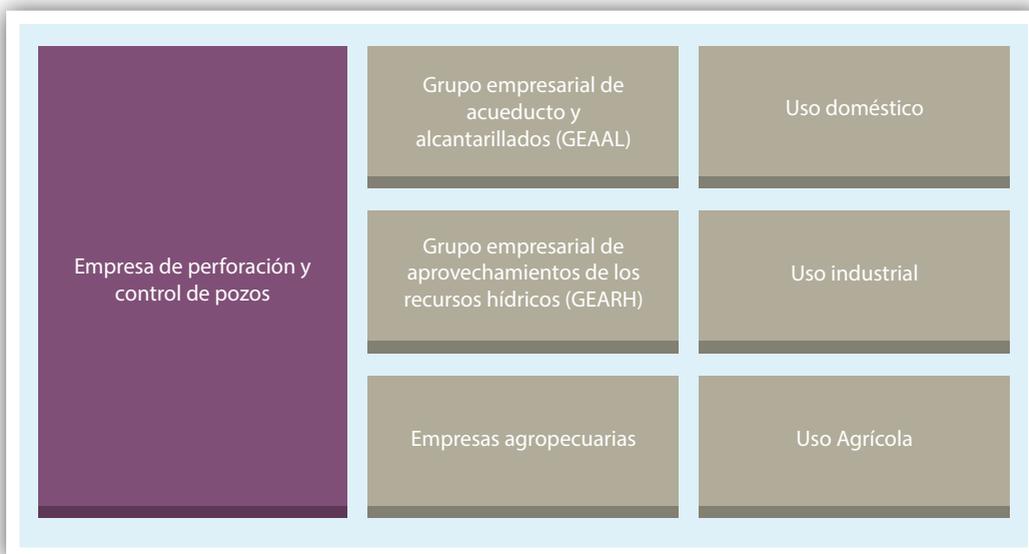


Figura 34. Principales actores de la cadena de mercado para la tecnología priorizada.



Figura 35. Principales proveedores de servicios.

D. Identificar las barreras

El análisis de las barreras conllevó a identificar nueve (figura 36). En el recuadro 7 se explica para el mejor entendimiento qué significa cada barrera.

La secuencia metodológica (ver figura 24), indica elaborar un plan de acción. Este plan de acción se conforma en correspondencia con las barreras y posibles medidas para superar o mitigar esas barreras. Estas medidas se traducen en acciones, y no siempre tienen que coincidir el número de acciones y con el número de barreras. Si se logra un plan de acción concreto, real, donde haya interconexión

entre algunas acciones, se aumentará su efectividad. En el caso de esta tecnología, fueron identificadas, como ya se vio, nueve barreras y el número de acciones que conforman el plan son 15 (figura 37).

Se elabora entonces la idea proyecto, que tiene como objetivo mostrar de qué manera y a qué costo aproximado se pudiera lograr la transferencia de la tecnología seleccionada. La idea de proyecto, que como ya se explicó tiene ocho momentos principales (ver figura 27). La idea de proyecto para la tecnología “diseño, construcción y explotación de pozos de bombeo poco profundos y pozos para la recarga del manto subterráneo” se muestra de forma condensada en el recuadro 8a y 8b.



BARRERAS	PRINCIPALES ESPECÍFICAS
Barreras económicas y financieras	<ul style="list-style-type: none"> • Falta o acceso inadecuado a recursos financieros. • Costos de transacción elevados
Fallos/ imperfecciones en el mercado.	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso restringido a la tecnología.
Fallos en la Red	<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiente conexión entre actores que favorecen la nueva tecnología.
Capacidad institucional y organizativa	<ul style="list-style-type: none"> • Limitada capacidad científica y tecnológica para el sector hídrico.
Calificación humana	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo completamiento del personal del sistema de inspección estatal de los recursos hídricos. • Falta de especialistas en servicio técnico y mantenimiento.
Información y sensibilización	<ul style="list-style-type: none"> • Limitada sensibilización de todos los actores sobre temas relacionados con el cambio climático y los impactos esperados por la implementación de la tecnología.
Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • Se carece de instalaciones para pruebas y certificación.

Figura 36. Barreras identificadas.

Recuadro 7. Significado de cada barrera.

Barreras específicas	Significa
Falta o acceso inadecuado a recursos financieros	Acceso limitado a fuentes de financiamiento internacional (incluye créditos bancarios y ayudas de organismos internacionales) para nuevas inversiones. La situación económica del país no permite disponer de todos los recursos financieros en la magnitud requerida.
Costos de transacción elevados	Lo que se traduce en costos elevados para la preparación de la documentación, debido a procesos largos para identificar y determinar los proveedores y llegar a adquirir la tecnología.
Acceso restringido a la tecnología	Problemas en la importación de la tecnología, partes y componentes, en lo que tiene gran influencia las políticas restrictivas asociadas al bloqueo de EE.UU contra Cuba, por lo que se dificulta adquirir equipos y componentes para las tecnologías ya introducidas.
Insuficiente conexión entre actores que favorecen la nueva tecnología	La coordinación de las actividades de los principales actores institucionales generalmente no ocurre de manera eficiente y consensuada, lo que limita la eficiencia y eficacia de este proceso. Es necesario analizar los actores de la cadena de mercado y los proveedores de servicio.
Limitada capacidad y dispersión de la capacidad científica y tecnológica para el sector hídrico	Las capacidades están limitadas como resultado de la obsolescencia tecnológica y relativo deterioro de la infraestructura que se dispone en las empresas de ingeniería y proyecto y en los centros de investigación y universidades que aportan al sector hídrico, así como por la pérdida o envejecimiento del personal técnico capacitado y entrenado en las mismas. Esta situación se da en particular en la evaluación del recurso agua y en la implementación de las tecnologías.
Insuficiente o está poco desarrollado el sistema de inspección estatal de los recursos hídricos	El cumplimiento cabal de la legislación vigente y el control de las medidas para la segura operación de los pozos según parámetros técnicos de explotación está comprometido, debido a que el sistema establecido con este fin no cuenta con todo el personal necesario para ejecutar estas funciones. El personal que pudiera dedicarse a esta labor no está en muchos casos identificado y motivado.
Falta de especialistas en servicio y mantenimiento que garanticen las acciones locales	La falta de los especialistas que realizan servicios técnicos y de mantenimiento, limita en gran medida la sostenibilidad de la utilización de este tipo de tecnología y alcanzar los impactos positivos previstos.
Limitada sensibilización de todos los actores sobre temas relacionados con el cambio climático	Aunque se desarrollan programas de educación y concientización, entre ellos el Programa de Ahorro y Uso Racional del Agua (PAURA), estos no son suficientes para lograr el efecto esperado en los principales actores del proceso, debido a que su alcance temático se enfoca en los aspectos relacionados ante todo con el ahorro.

BARRERAS	ACCIONES
Barreras económicas y financieras	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las fuentes financieras y buscar créditos blandos. • Modificar procedimientos y regulaciones para la transferencia de tecnología y la inversión.
Fallos/ imperfecciones en el mercado.	<ul style="list-style-type: none"> • Lograr la producción nacional de componentes de la tecnología. • Crear sistemas de bases de datos para identificar proveedores.
Fallos en la Red	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer mecanismos de dirección que potencien la interconexión de instituciones dentro del INRH. • Establecer mecanismos de dirección que potencien la interconexión de instituciones del INRH con otros actores clave y beneficiarios.
Capacidad institucional y organizativa	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer contratos y acuerdos de cooperación para servicios científicos técnicos y la capacitación entre INRH, las Universidades y centros de investigación. • Promover la entrada e incentivar la permanencia de graduados universitarios y de técnicos medios en carreras identificadas afines. • Modificar los planes de estudio de las carreras afines.
Calificación humana	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer un programa para lograr el completamiento del personal (motivado y capacitado) para la evaluación del recurso hídrico. • Creación de empresas de servicios técnicos y de mantenimiento especializado. • Establecer la certificación del grupo empresarial que evalúa el recurso agua antes de iniciar la ejecución de la perforación de los pozos.
Información y sensibilización	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer y ampliar el alcance y contenido de los programas de educación y concientización, entre ellos el del "Programa de Ahorro y Uso Racional del Agua" (PAURA).
Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar proyecto y buscar financiamiento para modernizar la capacidad de evaluación del recurso agua. • Restablecer el sistema metrológico.

Figura 37. Acciones posibles en correspondencia con las barreras identificadas.

Recuadro 8a. Idea de proyecto para la transferencia de la tecnología “diseño, construcción y explotación de pozos de bombeo poco profundos y pozos para la recarga del manto subterráneo”.

OBJETIVO DEL PROYECTO: Fundamentar un programa inversionista dirigido a la perforación, diseño y explotación de pozos poco profundos para favorecer la recarga del manto freático y asegurar la disponibilidad de agua ante los efectos del cambio climático, contribuyendo al desarrollo sostenible y a la seguridad alimentaria de la nación.				
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Contribuir a la implementación de la Política Nacional del agua, así como los programas de desarrollo hidráulico del país. • Favorecer el uso racional y eficiente del recurso hídrico. • Contribuir al uso eficiente de la infraestructura hidráulica existente en el país. • Favorecer la disminución del estrés hídrico en los cultivos, apoyando así la producción de los alimentos necesarios en la nación y la disminución de importaciones de origen agrícola. 			
PRODUCTOS ESPERADOS EN RELACIÓN CON LAS PRIORIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Disponer de equipos más eficientes para la perforación de pozos poco profundos, • Implementar tecnologías que permitan monitorear el funcionamiento, las variaciones de caudales y niveles de las aguas, • Implementar tecnologías para las determinaciones de los parámetros físicos, químicos y biológicos de las aguas, • Contar con un sistema más eficiente para la administración del recurso hídrico, • Ofrecer oportunidades de capacitación al personal relacionado con todas las operaciones vinculadas al sistema hidráulico. 			
RESULTADOS ESPERADOS	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor disponibilidad y calidad de agua en el país. • Establecer un control eficiente para el manejo de la disponibilidad y calidad del recurso. • Suministro eficiente de agua para la población y el sector agrícola. 			
ACTIVIDADES DEL PROYECTO Y CALENDARIO	No.	Actividades del proyecto	Duración de la actividad	Etapa
	1	Diagnóstico hidrogeológico, que incluye el conocimiento geológico y geofísico de la zona posible para perforación de pozos con diferentes objetivos: recarga, observación y explotación para diversos usos.	6 meses	1er año
	2	Desarrollo del programa de investigación en las áreas seleccionadas de mayor perspectiva hidrogeológica para la ubicación de pozos.	3 meses	
	3	Perforación de pozos con diferentes objetivos: recarga, observación y explotación para diversos usos.	3 meses	
	4	Evaluación hidrogeológica e hidroquímica para la validación de los diferentes pozos perforados.	2 meses	2do año
	5	Monitoreo y evaluación de indicadores de calidad de las aguas para la operación de cada tipo de pozos.	3 meses	
	6	Suministro, construcción e instalación para la puesta en explotación de cada tipo de pozo.	4 meses	
	7	Acciones de capacitación del personal que participa en la implementación del programa de construcción de pozos.	3 meses	
	8	Acciones de fortalecimiento institucional para la implementación del programa y el aseguramiento de la operación y mantenimiento de los pozos.	2 meses	3er año
	9	Monitoreo y evaluación de la variación temporal de indicadores del nivel de las aguas subterráneas y su calidad durante la operación de cada tipo de pozo.	6 meses	
10	Actualización del programa de desarrollo.	4 meses		
MEDIDAS COMPLEMENTARIAS	Para optimizar los resultados previstos, se requiere del control de los niveles de los pozos de observación y de recarga del acuífero, el conocimiento sobre las precipitaciones tanto en intensidad como en duración en el área del proyecto, así como la revisión periódica de la calidad de las aguas para asegurar que el acuífero mantiene sus volúmenes de uso. Ello se traduce en la existencia de una estación hidrometeorológica en el área.			

Recuadro 8b. Idea de proyecto para la transferencia de la tecnología “diseño, construcción y explotación de pozos de bombeo poco profundos y pozos para la recarga del manto subterráneo”.

POSIBLES COMPLICACIONES Y DESAFÍOS	La negociación del financiamiento requerido para la ejecución del proyecto, es un aspecto sensible. Es importante realizar una selección muy adecuada del paquete tecnológico. Se requiere de capacitación para lograr la sensibilización adecuada y una ejecución exitosa del proyecto.				
RESPONSABILIDADES Y COORDINACIÓN	La coordinación de este proyecto es del INRH. El diseño y validación de los pozos poco profundos se realizará por la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos y la perforación de pozos se ejecutará a través de la Empresa Nacional de Perforación y Construcción.				
PRESUPUESTO Y REQUERIMIENTOS	Equipos, sistemas	Componentes	Presupuesto		
	Equipo para la perforación de pozos poco profundos.	Equipo de perforación rotaria	288 000 USD		
		Equipo de medición del nivel de las aguas subterráneas	5 900 USD		
		Sensores para el análisis químico del agua	17 800 USD		
		Equipo geofísico de pozos	125 355 USD		
		Equipo de estación total para la referenciación geodésica y nivelación del pozo	18 000 USD		
		GPS fijo o estacionario, GPS de navegación y software	25 870 USD		
	Equipamiento para verificar “in situ” los volúmenes estimados de extracción de agua y determinar su calidad	Equipo de bombeo	25 070 USD		
		Equipo de medición del nivel de las aguas	1 700 USD		
		Equipo de muestreo vertical de las aguas	1 570 USD		
Laboratorio portátil para las determinaciones de los parámetros físicos y químicos de las aguas y su composición iónica		25 070 USD			
Sistema computarizado para establecer los regímenes de explotación, ya sea extracción o recarga	Control automatizado, sensores para monitorear el funcionamiento, las variaciones de caudales y niveles del agua	14 400 USD			
Se le debe sumar el valor que poseen las construcciones de pozos para distintos usos por cada metro de perforación.					
Total			542 835 USD		
PRESUPUESTO Y REQUERIMIENTOS	Tipos de pozos	Profundidad (Media)	Costo por metro (moneda total)	Valor (45% de este valor corresponde a la moneda en CUC)	
	Observación	50	1 130	56 500	
	Recarga	15	1 130	16 950	
	Abasto (Población)	100	1 130	113 000	
	Agricultura	100	1 130	113 000	
Total				299 450	
PRESUPUESTO Y REQUERIMIENTOS	Estudios realizados para la construcción de cualquier tipo de pozo		CUP	CUC	Total
	Geología		67 773,12	17 826,90	85 600,02
	Geofísica		18 958,00	4 711,00	23 669,00
	Hidrogeología		41 171,77	9 420,23	50 592,00
	Laboratorio		63 327,60	27 770,40	91 098,00
Total				250 959,2	
TOTAL				1 093 244,02	

IV.2.3 Evaluación de las necesidades tecnológicas para el sector agrícola

Para la priorización de los subsectores en el sector agrícola, se partió de una lista larga subsectores, los cuales fueron considerados según el grupo de actores involucrados en el proceso (Garea, B. y col., 2013). Posteriormente la lista fue reducida a un conjunto de cinco subsectores de acuerdo a las líneas de producción de dicho sector, los criterios de expertos y las necesidades económicas, sociales y ambientales del país: Producción Animal (PA), Cultivos Varios, Granos y Arroz (CVA), Producción Silvícola (PS), Agroindustria (AI) y Prácticas para el uso de tierras (PT). Siguiendo la metodología ya explicada para jerarquizar, resultaron priorizados: Cultivos Varios, Granos y Arroz (CVA) y Producción Silvícola (PS) según se muestra en la figura 38.

Para los subsectores seleccionados se construyó la lista larga de tecnologías, las cuales se enuncian a continuación:

Cultivos Varios, Granos y Arroz:

CVA1: Manejo del agua en sistemas de producción de arroz.

CVA2: Automatización de la medición del uso del agua en sistemas de producción de arroz.

CVA3: Tecnologías para el reúso del agua para el riego, fundamentalmente en sistemas de la agricultura urbana y suburbana.

CVA4: Modernización de tecnologías para la nivelación de tierras y la reparación y mantenimiento de canales de riego y drenaje, fundamentalmente en sistemas de producción de arroz.

CVA5: Introducción de tecnologías de drenaje sub superficial en áreas con problemas de sobre humedecimiento y salinidad.

CVA6: Sustitución de sistemas de riego por aspersión de alto consumo de energía y/o agua

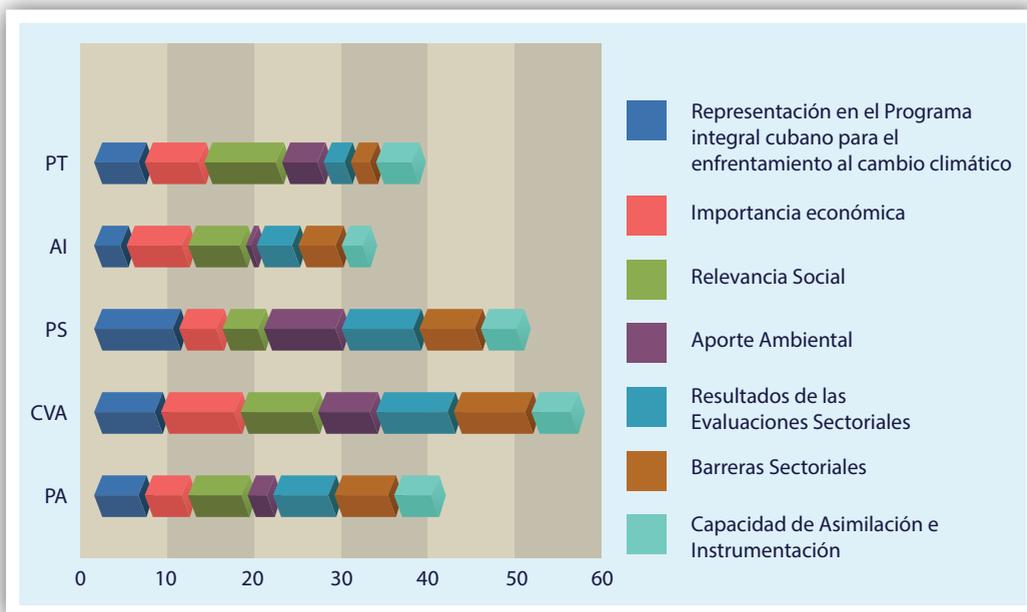


Figura 38. Resultados de la priorización de subsectores para el sector agrícola.

por tecnologías de mayor eficiencia como las máquinas de pivote central o los sistemas de aspersión de baja intensidad.

CVA7: Sustitución o introducción de tecnologías de riego localizado en áreas de baja disponibilidad del recurso hídrico.

Producción Silvícola:

PS1: Silvicultura intensiva con empleo de material genético de alto valor y especialmente adaptado a zonas mayoritariamente llanas.

PS2: Silvicultura de precisión, con programas de modelos espaciales de información y sistema automatizados.

PS3: Tecnologías de producción de vivero, el reforzamiento de los requisitos nutricionales de las especies mediante la fertilización.

PS4: Metodologías para establecer en un corto tiempo, la capacidad de adaptación de las especies arbóreas al estrés termo-hídrico en diferentes condiciones ambientales.

Como resultado de la priorización (figuras 39 y 40), alcanzaron mayor puntuación la de “Manejo del agua en sistemas de producción de arroz”, subsector cultivos varios, granos y arroz y la tecnología “Silvicultura intensiva con empleo de material genético de alto valor y especialmente adaptado a zonas mayoritariamente llanas”, subsector Producción Silvícola.

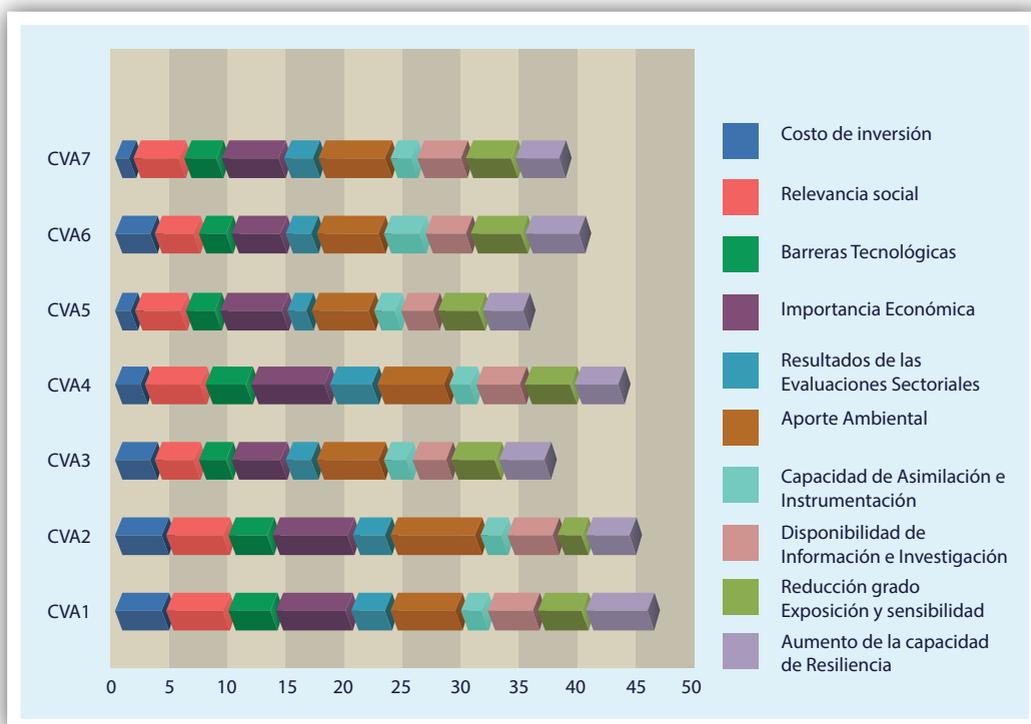


Figura 39. Resultados de la priorización de tecnologías del subsector Cultivos Varios, Granos y Arroz.

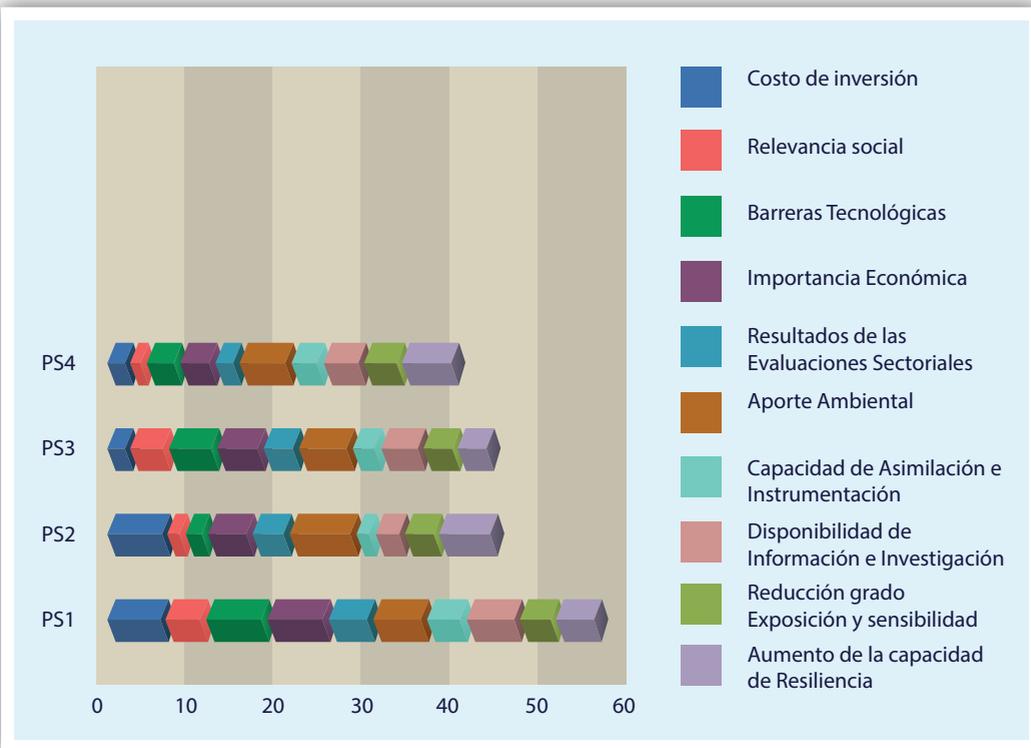


Figura 40. Resultados de la priorización de tecnologías del subsector Producción Silvícola.

Como ejemplo se analizará la tecnología “Manejo del agua en sistemas de producción de arroz”, siguiendo los pasos ya descritos (ver figura 26).

A. Fijar metas

La tecnología manejo del agua en sistemas de producción de arroz constituye un paquete tecnológico compuesto por:

- El uso del riego intermitente o por pulsos para los sistemas de riego superficial a pequeña y mediana escala.
- La aplicación de tecnologías para la automatización de la medición y el control del uso del agua en sistemas de producción de arroz a mediana y gran escala.
- La introducción de tecnologías más modernas y de mayor efectividad y productividad en la nivelación y/o alisamiento del



La Palma, Pinar del Río, mayo 2013,
Foto: Julio Antonio Alvite

suelo, la reparación y mantenimiento de los canales y en los sistemas de medición y control del uso del agua de riego.

La tecnología “manejo del agua en sistemas de producción de arroz” se puede considerar como un bien de mercado, específicamente un bien de capital. Esta tecnología es de alcance nacional y está orientada no solo a las empresas estatales de producción de arroz, sino para estimular y mejorar la producción de este producto en sectores no estatales, ya sean cooperativas y/o pequeños productores. Resulta válido aclarar que esta tecnología se encuentra en etapa de difusión, lo que corrobora el hecho de que sea una tecnología de corto plazo para Cuba (ver figura 7).

Constituye una meta la aplicación de sistemas de riego más eficientes y efectivos en las actuales áreas dedicadas al cultivo de arroz y en las nuevas 40000 ha proyectadas nacionalmente, para contribuir al incremento de los rendimientos agrícolas en el período 2012-2016. Esto debe garantizar la reducción gradual de las im-



Río Cauto, Granma, abril 2013,

Foto: Julio Antonio Alvite

portaciones de arroz, a la vez que se mantiene el consumo per cápita en Cuba.

B. Establecer condiciones del entorno

Al analizar el entorno habilitante se observa que esta tecnología está en correspondencia con los lineamientos de la política económica y social del país, y se expresa también en los programas de: enfrentamiento al cambio climático, desarrollo agroalimentario y desarrollo hidráulico. Se refrenda a través de la ley del medio ambiente y la estrategia ambiental nacional en todo lo relacionado al agua y uso del suelo. El propio plan de la economía prioriza la producción de alimentos (figura 41).



Figura 41. Principales componentes del entorno habilitante para la tecnología priorizada.

C. Realizar el mapeo de mercado

Esta tecnología se ha considerado para el análisis como un bien de capital debido a las siguientes características de mercado: los principales consumidores son las empresas estatales (Complejos Agroindustriales Arroceros (CAA)), es una inversión relativamente alta por su alcance territorial, la cadena de mercado es simple y existe un número limitado de proveedores locales de tecnologías.

No fue complejo identificar los actores de la cadena de mercado (Figura 42). Los productores de arroz son:

- Empresas estatales (CAA), que se caracterizan por cultivar grandes extensiones de tierras, un uso elevado de la mecanización, y se concentran fundamentalmente en cuatro provincias del país: Granma, Camagüey, Sancti Spiritus y Pinar del Río.
- Cooperativistas (UBPC, CPA, CCS), que se caracterizan por extensiones de tierras limitadas, media penetración de la mecanización y una mayor distribución geográfica

- Privados, son pequeños productores agrícolas, alto peso en las atenciones manuales al cultivo, distribuidos en todo el país.

Entre los productores y los consumidores, están las empresas distribuidoras de alimentos que pertenecen al Ministerio de Comercio Interior (MINCIN) y las de transporte del Ministerio de Transporte (MITRANS).

En muchos casos las funciones son realizadas por los propios productores o personal contratado por ellos, fundamentalmente cuando va el producto a los mercados de oferta y demanda, donde los consumidores son los privados o la población, excepto cuando esta última lo adquiere por la canasta básica.

Al analizar precisamente las instituciones que hacen posible el funcionamiento del sistema agropecuario, las que regulan el mercado y las que brindan el servicio para que el mercado funcione, fue precisamente en los proveedores de servicio donde se encontraron las principales debilidades para lograr una transferencia exitosa de esta tecnología (figura 43).

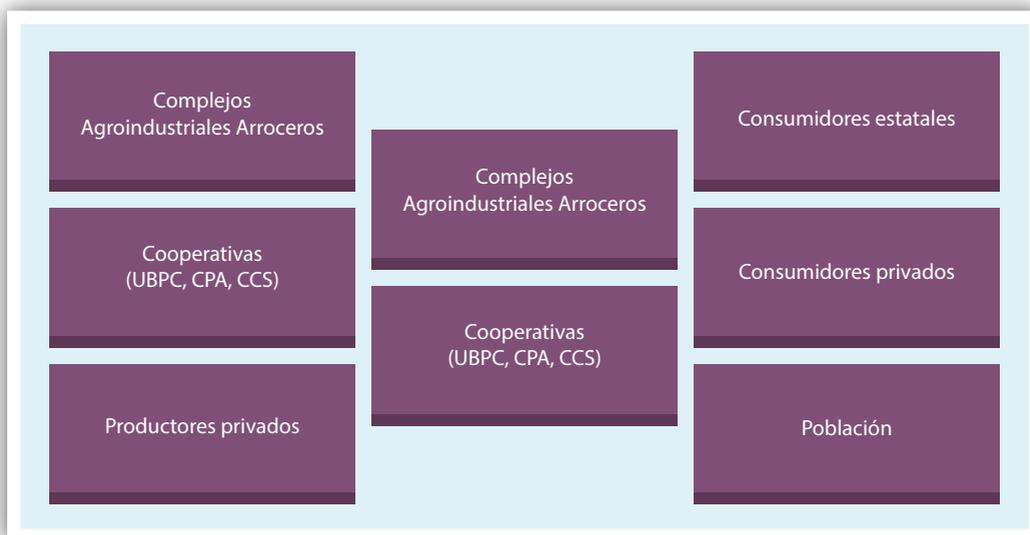


Figura 42. Principales actores de la cadena de mercado para la tecnología "Manejo del agua en sistemas de producción de arroz".



Figura 43. Principales proveedores de servicios.

D. Identificar las barreras

Fueron entonces identificadas 16 barreras (figura 44). A continuación se elaboró un plan de acción que contiene 15 acciones para las 16 barreras identificadas (figura 45).

La idea proyecto elaborada (recuadro 9a y 9b), como resultado de todo el trabajo y la experiencia de los expertos participantes, muestra por sus resultados y alcance, que esta tecnología a la vez que favorece el desarrollo sostenible, garantiza respuestas de adaptación adecuadas ante el cambio climático.



Río Cauto, Granma, abril 2013, Foto: Julio Antonio Alvite

BARRERAS	PRINCIPALES ESPECÍFICAS
Barreras económicas y financieras	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios de viabilidad económica financiera de las inversiones para la transferencia de tecnología pocos desarrollados en el sector agrícola. • Costos de transacción elevados.
Políticas legales y reguladoras	<ul style="list-style-type: none"> • Marco legal y normativo complejo para todos los procesos de transferencia de tecnologías a nivel nacional. • Insuficientes los incentivos jurídicos desarrollados e implementados, dirigidos al uso más racional de los recursos para la producción sostenible de arroz.
Fallos/ imperfecciones en el mercado	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura de mercado deficiente. • Acceso restringido a la tecnología.
Fallos en la Red	<ul style="list-style-type: none"> • Débil conexión entre actores que favorecen la nueva tecnología. • Insuficiente sinergias entre diferentes formas de producción (estatal, cooperativista, privado).
Capacidad institucional y organizativa	<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiente capacidad institucional para realizar los estudios para la transferencia de la tecnología. • Limitada capacidad a nivel productivo para formular las demandas que le permitan resolver sus principales problemas. • No están adecuadamente desarrolladas las instalaciones para la capacitación técnica y profesional según necesidades actuales. • Es aún insuficiente o está poco desarrollado el sistema estructurado de extensión agraria.
Calificación humana	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de especialistas en servicio y mantenimiento que garanticen las acciones locales.
Información y sensibilización	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo de información insuficiente. • Limitada sensibilización en los productores sobre temas relacionados con el cambio climático y las soluciones tecnológicas.
Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • La red de laboratorios y polígonos de prueba para evaluar las tecnologías adquiridas se ha debilitado.

Figura 44. Barreras identificadas para la tecnología manejo del agua en sistemas de producción de arroz.

BARRERAS	ACCIONES
Barreras económicas y financieras	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar y ajustar criterios de viabilidad para la aprobación de las transferencias de tecnología según las especificidades de las inversiones en el sector agrícola. • Revisar y actualizar los procedimientos para las evaluaciones de inversiones asociadas a transferencia y adquisición de tecnología.
Políticas legales y reguladoras	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar y adaptar leyes, procedimientos y regulaciones para la transferencia de tecnologías. • Establecer incentivos dirigidos a estimular el uso más racional de los recursos y a la aplicación de buenas prácticas de producción.
Fallos en la Red	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer mecanismos para exigir que los resultados del sector científico, tecnológico y educativo se vinculen al productivo. • Fortalecer y desarrollar el sistema de extensión agraria en el MINAG con énfasis en la producción de arroz. • Establecer el marco legal que viabilice alianzas entre los productores estatales, cooperativistas y privados.
Capacidad institucional y organizativa	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer contratos y acuerdos de cooperación para servicios científicos-técnicos y de capacitación entre instituciones que participan en los procesos de transferencia de tecnología. • Implementar el sistema de extensión agraria y grupos especializados para brindar servicios técnicos y de mantenimiento de la tecnología.
Calificación humana	<ul style="list-style-type: none"> • Captación de graduados universitarios y de técnicos medios en carreras identificadas afines.
Información y sensibilización	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer diferentes mecanismos de acceso a la información tecnológica y comercial requerida. • Desarrollar programas de educación y concientización ambiental insertando el factor tecnológico y rol de la tecnología.
Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • Rescatar y modernizar la red de laboratorios y polígonos de prueba para evaluar y certificar las tecnologías.

Figura 45. Posibles acciones en correspondencia con las barreras identificadas.

Recuadro 9a. Idea de proyecto para la transferencia de la tecnología “Manejo del agua en sistemas de producción de arroz”

OBJETIVOS DEL PROYECTO:	
<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar sistemas de riego más eficientes y efectivos en las actuales áreas dedicadas al cultivo de arroz y en las nuevas 40 000 hectáreas proyectadas nacionalmente para contribuir al incremento de los rendimientos agrícolas en el período 2012-2016. • Introducir tecnologías modernas y de mayor efectividad y productividad en la nivelación y/o alisamiento del suelo, la reparación y mantenimiento de los canales y en los sistemas de medición y control del uso del agua de riego. • Reducir gradualmente las importaciones de arroz, a la vez que se mantiene el consumo per cápita en Cuba. • Contribuir a la disminución del consumo de agua por parte del sector agrícola, ya que es el sector que mayor consumo de este recurso manifiesta (entre un 55 y 60% del consumo total de agua en el país). • Mejorar los sistemas tecnológicos para el cultivo de arroz. 	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentar en al menos un 20% la eficiencia de aplicación del agua para el riego. 2. Disminuir entre un 15%-20% el consumo de agua en los sistemas de producción de arroz. 3. Incrementar la productividad del agua (t/m³) de hasta un 40%. Esto se comprende como el caudal de agua ahorrado que se podrá disponer para otros usos. 4. Incrementar la productividad del arroz aproximadamente en un 15%.
PRODUCTOS ESPERADOS EN RELACIÓN CON LAS PRIORIDADES	<ol style="list-style-type: none"> a. Aplicar tecnologías para automatizar la medición y el control del uso del agua en sistemas de producción de arroz a mediana y gran escala. b. Utilizar el riego intermitente o por pulsos en los sistemas de riego superficial a pequeña y mediana escala. c. Contar con un sistema más eficiente para la nivelación y/o alisamiento del suelo, la reparación y mantenimiento de los canales y en los sistemas de medición y control del uso del agua de riego. d. Poseer capacidades locales que garanticen acciones en los servicios de mantenimientos. e. Contar con resultados técnicos que permitan evaluar las tecnologías adquiridas mediante la red de laboratorios y polígonos de prueba.
ALCANCE DEL PROYECTO	<ul style="list-style-type: none"> • Permite el ahorro de un 30 a un 50% de agua, respecto a los sistemas gravitacionales tradicionales. • Se puede utilizar en cualquier sistema de labranza. • Se controla el problema de la erosión. • Se puede reducir notablemente el uso de mano de obra. • Requieren bajo consumo energético, debido a que son sistemas de baja presión. • Se puede automatizar el sistema. • Se logran eficiencias de aplicación similares a la aspersión. • Permite disponer de mayores longitudes de surco que las tradicionales, variando según textura y pendiente entre 200 y 800 metros.
PRESUPUESTO Y REQUERIMIENTOS	<p>Presupuesto general teniendo en cuenta: la nivelación y/o alisamiento del terreno, la reparación y mantenimiento de los canales y en los sistemas de medición y control del uso del agua de riego; el uso del riego intermitente o por pulsos para los sistemas de riego superficial a pequeña y mediana escala y la automatización de la medición y el control del uso del agua en sistemas de producción de arroz a mediana y gran escala, es de 112 036 USD.</p> <p>Debe tenerse en cuenta además lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El costo operativo es de aproximadamente 0.2 USD por mm de agua aplicada por ha., debido a la reducción notable de energía y mano de obra necesarias, • El costo de mantenimiento es prácticamente nulo si lo comparamos con los sistemas de riego presurizados, • Los canales promedio poseen aproximadamente 10 km de longitud. Por tanto, el costo capital asciende a 170 000 USD.
MEDIDAS COMPLEMENTARIAS	<p>Para optimizar los resultados previstos para la aplicación de la tecnología “manejo del agua en sistemas de producción de arroz” se puede ejecutar como medida complementaria la fertirrigación. Este proceso consiste en introducir fertilizante en forma de diluyente por una toma en la válvula, de esta manera se realizan dos procesos simultáneos, el de riego y el de fertilización.</p>
POSIBLES COMPLICACIONES Y DESAFÍOS	<p>Calidad de productos importados, esto depende del proveedor del equipo; la reposición de las mangueras (mangueras) para el riego; los terrenos dispuestos no resultan óptimos para la nivelación y/o el alisamiento; falta conocimiento de nuevas tecnologías y la falta de cultura de explotación en sistemas avanzados. Por último, deben tenerse en cuenta las fallas humanas asociadas a operación y mantenimiento como una las principales complicaciones, por lo que se necesita una fuerte capacitación a los involucrados.</p>
RESPONSABILIDADES Y COORDINACIÓN	<p>La coordinación de este proyecto estará a cargo del MINAG. La capacitación del personal se realizará con el apoyo del IIAgri y con otros centros de I+D+i y Universidades. El resto de las actividades aún cuando puedan ser ejecutadas por otros organismos y empresas o proveedores de servicios, serán coordinadas por el propio MINAG.</p>

Recuadro 9b. Idea de proyecto para la transferencia de la tecnología “Manejo del agua en sistemas de producción de arroz”

ACTIVIDADES DEL PROYECTO Y CALENDARIO	Componentes	Actividades del proyecto	Duración de la actividad	Etapa
	Preparación y capacitación técnica y organizativa para la nueva tecnología	Selección de los terrenos (áreas de trabajo).	1 mes	1er año
		Identificar el personal técnico adecuado.	2 meses	
		Cursos de capacitación para el personal técnico relacionados con la tecnología que se va a difundir o transferir.	6 meses	
	Preparación, nivelación y/o alisamiento del terreno (área seleccionada)	Análisis topográfico del terreno.	2 meses	2do año
		Ejecución del proyecto de nivelación y alisamiento propuesto por los topógrafos.	2 meses	
		Definición de la entrada del agua al terreno desde un canal terciario y ubicación de la válvula para el riego por pulsos en el lugar adecuado del terreno.	2 meses	
	Preparación, reparación y mantenimiento de los canales	Reparación y mantenimiento del canal terciario (canal encargado de suministrarle el agua a la válvula para el riego).	4 meses	3er año
		Reparación y mantenimiento del canal secundario (canal encargado de suministrarle agua al canal terciario).	4 meses	
		Reparación y mantenimiento del canal primario (canal principal, encargado de distribuir la mayor cantidad de agua, suministra agua al canal secundario).	6 meses	
		Colocar los medidores de caudales (caudalímetros o fluxómetros) en los canales correspondientes.	1 mes	
		Ejecutar los programas de mantenimiento.	1 mes	
	Instalar el sistema de riego por pulsos y automatizar la medición y el control del uso del agua	Realización del procedimiento para la instalación de la toma de agua desde el canal terciario hasta la válvula.	15 días	4to año
		Acondicionamiento del lugar donde se instalará el equipo de automatización.	1 mes	
		Ubicación adecuada del medidor de flujo en las paredes del canal.	15 días	
		Adquisición de los datos.	Según lo programado	
Automatización de las compuertas de entrega de agua en el canal terciario.		2 meses		
Automatización de las compuertas de entrega de agua en el canal secundario.		2 meses		
Automatización de las compuertas de entrega de agua en el canal primario.		2 meses		
Mantenimiento de los sistemas de medición y riego.		3 meses	5to año	
Diseño del programa de mantenimiento para los sistemas de medición y riego.	3 meses			



CONCLUSIONES

El contenido de este trabajo aunque no abarca las múltiples complejidades del proceso de transferencia de tecnología, sí representa una aproximación colegiada de las cuestiones más significativas que a nuestro juicio no se deben obviar, al decidir qué capacidades para la transferencia de tecnología se deben crear en el país y en qué prioridad, o a qué tecnologías necesitamos acceder por medio de acciones dirigidas a su adquisición, asimilación y difusión.

La evaluación de capacidades para la transferencia de tecnología realizada en diversos sectores nos llevó a encontrar regularidades que se manifiestan en el entorno habilitante que poseen relevancia nacional. Igualmente se aprecian barreras comunes, por lo que éstas son las prioritarias al establecer planes de acción que permitan sortearlas o eliminarlas. A modo de resumen señalaremos algunas de ellas:

- I. Limitado acceso a fuentes de financiamiento para nuevas inversiones y a suministradores de tecnologías y de piezas de repuesto.
- II. Elevados costos de transacción, en muchos casos como consecuencia de la complejidad del marco legal y normativo existente para los procesos de transferencia de tecnología o a vacíos en éste.
- III. Pocos incentivos que favorecen el ahorro de los recursos y la implementación de la tecnología más adecuada.
- IV. Irregularidades en la infraestructura de mercado, que restringe el acceso a la tecnología, y que se agrava por la insuficiente sinergia e interconexión de los diversos actores que participan en la cadena de mercado.
- V. Debilitada la red de laboratorios e instalaciones para pruebas y certificación de tecnologías.
- VI. Insuficiente flujo de información, que en algunos casos se debe a la falta de acceso a la información disponible o por no utilizar adecuadamente la existente.
- VII. Limitada sensibilización de los actores sobre temas relacionados con el cambio climático y los impactos positivos esperados por la implementación de la tecnología. Existe en sentido general una visión más a corto plazo que a largo plazo.

Muchas de estas barreras se hallan identificadas (PCC, 2011) y se acometen acciones para minimizarlas o erradicarlas definitivamente. La sensibilización de los actores relevantes, en los procesos de transferencia de tecnología, es clave para lograr que éstos jueguen el papel que les corresponde como vía real de enfrentar el cambio climático y avanzar de manera segura hacia el desarrollo sostenible en Cuba.



BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, A y A. MercadeT (2012). *“El Sector Forestal Cubano y el Cambio Climático”*. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, MINAG, La Habana: 248pp.

AMA-INSMET-GEF-PNUD (2013). *CAMBIO CLIMÁTICO EN CUBA. “Vulnerabilidad, Impacto y Adaptación”*. Multimedia, La Habana: Ed. AMA.

Castro Díaz-Balart, F. (2002). *“Ciencia, innovación y futuro”*. 1ra edición. Barcelona: Ed. Grijalbo

Castro Díaz-Balart, F. (2002). *“Cuba. Amanecer del Tercer Milenio”*. 1ra edición. La Habana: Ed. Científico-Técnica..

Castro Díaz-Balart, F. (2004). *“Ciencia, tecnología y sociedad”*. 1ra edición. La Habana: Ed. Científico-Técnica.

Centella, A., L. Paz, C. López, J. Llanes, M. Limia (2001). *“Primera Comunicación Nacional de la República de Cuba a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático”*. INSMET, La Habana.

CITMA (2012). *“Informe de Cuba a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible”*. La Habana.

CITMA (2010). *“Estrategia Ambiental Nacional (ciclo 2011 - 2015)”*.

CITMA-CUBAENERGÍA-UNEP (2012). *“Proyecto: Evaluación de Necesidades Tecnológicas ante el Cambio Climático”*. (Technology Needs Assessments). La Habana.

COP 18 CMNUCC (2012). *“Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 18º período de sesiones. FCCC/CP/2012/8/Add.2”*.

COP16 CMNUCC (2010). *“Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 16º período de sesiones. FCCC/CP/2010/7/Add.1”*.

COP 7 CMNUCC (2002). *“Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 7º período de sesiones. FCCC/CP/2001/13/Add.1”*.

Curbelo, A. y B. Garea (2013). *“Bases metodológicas para los estudios energía – adaptación al cambio climático”*. Memorias IX Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo. III Congreso de cambio climático. La Habana: Ed:AMA.

Curbelo, A, O. Jiménez,Y. Suarez y B. Garea (2012). *“Costos de la generación de electricidad utilizando fuentes renovables de energía”*. Memorias de la VI Conferencia Internacional Ingeniería Mecánica, Eléctrica e Industrial. CIMEI. La Habana. Cuba. Abril, 2012.

Viñales, Pinar de Río, octubre 2010, Foto: Rolando Fernández

Curbelo, A, O. Jiménez y Y. Suarez. (2011b). *“Casos de Estudio de Proyectos MDL programáticos en Cuba”*. Memorias de la VIII Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo. La Habana. Cuba. Julio, 2011.

Curbelo, A. y col. (2011a). *“Evaluación preliminar de la contribución potencial de la biomasa al balance energético a nivel municipal”*. Memorias de la VII Conferencia Internacional sobre Energía Renovable, Ahorro de Energía y Educación Energética. CIER 2011. La Habana, Cuba. Junio del 2011.

Curbelo, A. , B. Garea, M.E. Montesino y D. González (2011). *“Evaluación de la capacidad nacional para la transferencia de tecnologías para el cambio climático en el sector de las energías renovables en Cuba”*. II Congreso sobre los Cambios Climáticos. Memorias de la VIII Convención Internacional sobre medio Ambiente y Desarrollo. La Habana, Cuba. Julio, 2011.

Curbelo, A. y col. (2011). *“Oportunidades para el uso de la tecnología de gasificación de biomasa en sectores seleccionados en Cuba”*. VII Conferencia Internacional sobre Energía Renovable, Ahorro de Energía y Educación. CIER 2011. La Habana, Cuba. Junio del 2011.

Curbelo, A. y col. (2010). *“Contribución Potencial de la Biomasa a la generación distribuida de electricidad en Cuba”*. Memorias de la 15 Convención Internacional de Ingeniería y Arquitectura. La Habana, Cuba. Noviembre 2010.

Curbelo, A. y col. (2010). *“Sistemas de Generación distribuida de electricidad basados en Fuentes renovables de energía, Caso Isla de la Juventud”*. Memorias de la 15 Convención Internacional de Ingeniería y Arquitectura. La Habana, Cuba. Noviembre 2010.

Curbelo, A. y col. (2009). *“Biomass, an underestimated Renewable Energy Resource in Latin America and the Caribbean”*. ENERLAC, Year 1, No 1, October 2009.

Curbelo, A. y col. (2005a). *“New scenarios for RES. The Cases of Cuba and Sta. Lucia”*. Libro *“100% RES. A challenge for Island Sustainable Development”*. Editado por el Centro UNESCO de Islas Canarias. España. 2005.

Curbelo, A. y col. (2005b). *“Use of renewable energy for the provision of modern energy services on Isla de la Juventud, Cuba”*. Libro *“100% RES. A challenge for Island Sustainable Development”*. Editado por el Centro UNESCO de Islas Canarias. España. 2005.

Curbelo, A. (2005). *“Oportunidades de Mercado para las tecnologías de gasificación de biomasa en Cuba”*. Taller Regional *“Barreras y Oportunidades para la generación de electricidad a partir de biomasa in América Latina y el Caribe”*. PNUD. La Habana. Octubre 2005.

Curbelo, A. (2005). *“Uso final de la energía y oportunidades actuales en tecnologías energéticas basadas en la biomasa en países de América Latina”*. Taller Regional *“Barreras y Oportunidades para la generación de electricidad a partir de biomasa in América Latina y el Caribe”*. PNUD. La Habana. Octubre 2005.

Department of Energy and Climate Change (2012). *“The Energy Efficiency Strategy: The Energy Efficiency Opportunity in the UK”*. November 2012.

Department of Energy and Mine (2008). *“National Energy Efficiency Strategy of the Republic South Africa”*. First review. October 2008.

Duarte, C. (2009). *“Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra”*. CSIC. España, Ed: Los Libros de la Catarata.

Faloh Bejerano, R. (2006). *“Gestión de la Innovación. Una visión actualizada para el contexto iberoamericano”*. La Habana: Ed. Academia.

Faloh Bejerano, R. F. (2004). *“Gestión del conocimiento. Un nuevo enfoque gerencial. 1ra edición”*. La Habana: Ed. Academia.

Fernández, A. y R. Reyes (Editores) (2009). *“GEO Cuba 2007. Evaluación del Medio Ambiente Cubano”*. La Habana.

Garea, B., I. Relova, S. Orúe, y col. (2013). *“Evaluación de Necesidades Tecnológicas ante el Cambio Climático”*. Informe final TNA Adaptación. La Habana: CITMA- CUBAENERGÍA.

Garea, B., D. Rodríguez, Z. González, O. Laíz, I. Relova, (2013a). *“Jerarquizando tecnologías para su transferencia. Herramienta viable y necesaria para responder al desarrollo sostenible y al cambio climático en el sector hídrico”*. Memorias IX CONVENCIÓN INTERNACIONAL SOBRE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO. III CONGRESO DE CAMBIO CLIMATICO. La Habana, Cuba, Ed. AMA.

Garea, B. D. Rodríguez, Z. González, G. Cid, I. Relova (2013b). *“Manejo del agua en sistemas de producción de arroz, una tecnología necesaria para responder al desarrollo sostenible y al cambio climático en Cuba, en el sector agrícola”*. Memorias IX CONVENCIÓN INTERNACIONAL SOBRE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO. III CONGRESO DE CAMBIO CLIMATICO. La Habana: Ed. AMA.

Garea, B. y L. Fernández (2010). *“Ejemplo de Buenas Prácticas en evaluaciones ambientales integrales en América Latina y el Caribe. Trabajo para una orientación metodológica”*. PNUMA.

Garea, B. y L. Fernández (2009). *“Evaluación de las interrelaciones. Importancia para la toma de decisiones”*. En Capítulo 4 GEO Cuba 2007. La Habana.

Garea, B. (2008). *“Los cambios globales y proyecciones de las investigaciones en Cuba”*. En Memorias del Taller Cambios Globales y Medio ambiente. Tendencias mundiales, resultados y proyecciones de trabajo. Acuario Nacional, La Habana.

Gómez Sal, A.y B. Garea (2013.). *“Estrategias para avanzar hacia un desarrollo sostenible”*. En Referencias para un Análisis del Desarrollo Sostenible. Obras colectivas de Ciencias 10. Alcalá de Henares, España: UAH, 2013.

Ilija Vujošević,, Igor Vuksanovic, Dejan Vojinovic, Mr. Franck Daganand (2005). *“Energy efficiency strategy for Montenegro”*. 2005.

INSMET (2013). *“Segunda Comunicación Nacional de la República de Cuba a la Convención Marco de las Naciones Unidas. Documento en proceso de elaboración”*.

IPCC (2007a). *“Climate Change 2007: The Physical Science Basis”*. United Kingdom and New York: Cambridge University Press.

IPCC (2007b). Climate Change 2007: *“Impacts, Adaptation and Vulnerability”*. United Kingdom and New York: Cambridge University Press.

IPCC (2007c). Climate Change 2007: *“Mitigation of Climate Change. Summary for Policy Makers and Technical Summary”*.

IPCC-OMM-PNUMA (2012). *“Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático. Resumen para responsables de políticas”*.

Jiménez, O., A. Curbelo y Y. Suarez (2012). *“Biomass based gasifier for providing electricity and thermal energy to off-grid locations in Cuba”*. Conceptual design. Energy for Sustainable Development (ELSEVIER) 16, 98-102.

Jiménez, O., A. Curbelo y Y. Suarez (2012). *“Oportunidades para la aplicación de tecnologías de energía renovables basadas en los agros residuos en sectores agroindustriales”*. Memorias de la VI Conferencia Internacional de Ingeniería Mecánica, Eléctrica e Industrial. CIMEI. Abril 2012.

Jiménez, O., A. Curbelo y Y. Suarez (2011). *“Evaluación de la biomasa como recurso energético sustentable en regiones aisladas de Cuba”*. Memorias de la VIII Convención Internacional sobre medio Ambiente y Desarrollo. La Habana, Cuba. Julio, 2011.

López, C. y col (2005). *“Emisiones y Absorciones de Gases Efecto Invernadero en Cuba durante el año 2002”*. INSMET.

McLennan Magasanik Associates Pty Ltd (2008). *“Defining a national energy efficiency strategy. Stage 1”*. Report. July 2008.

Núñez Jover, J. (2013). *“Referentes para un debate sobre el papel de la ciencia universitaria, en La ciencia universitaria en el contexto del modelo económico cubano”*. La Habana: Ed.Félix Varela.

ONEI (2013). *“Anuario Estadístico de Cuba”*.

ONEI (2013). *“Energía Renovables, Cuba 2012”*.

PCC (2011). *“Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución”*. VI Congreso del PCC.

PNUD (2010). *“Manual para realizar una Evaluación de necesidades en materia de tecnología para el cambio climático”*.

PNUMA - IIDS (2007). *“EAI. Manual de capacitación GEO para la realización de evaluaciones ambientales integrales y la elaboración de informes”*.

PNUMA (2007). *“Perspectivas del Medio Ambiente Mundial GEO 4. Medio Ambiente para el Desarrollo. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente”*. Phoenix Design Aid, Dinamarca, 2007.

PNUMA (2012). *“Perspectivas del Medio Ambiente Mundial GEO 5. Medio ambiente para el futuro que queremos”*. Editorial Novo Art, S.A.

Ralf Schüle, Vera Höfele, Stefan Thomas, Daniel Becker (2012). *“Improving national energy efficiency strategies in the EU framework findings from energy efficiency watch analysis”*. March 2012.

Ramírez, M. (2004). *“El método de jerarquías analíticas de Saaty en la ponderación de variables”*.

República de Cuba (1998). *“Ley No. 85: Ley Forestal”*. Gaceta Oficial de la República de Cuba

UNEP. (2009). *“Integrated Assessment: Mainstreaming sustainability into policymaking. A guidance manual”*.

UNEP / WMO (1999). *“Convention on Climate Change”*. Published for the Climate Change Secretariat by UNEP’s Information United for Conventions (IUC).

UNISDR. (2009). *“Estrategia Internacional para la reducción de Desastres de las Naciones Unidas. Terminología sobre reducción del riesgo de desastres”*.



ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

- ACPA: Asociación Cubana de Producción Animal.
- ACTAF: Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales.
- ADCM: Análisis de Decisión de Criterios Múltiples.
- AMA: Agencia de Medio Ambiente.
- °C: Grado Celsius.
- CAA: Complejos Agroindustriales Arroceros.
- CFCS: Clorofluoro-carbono.
- CH₄: Metano.
- CITMA: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.
- CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.
- CNAP: Centro Nacional de Áreas Protegidas.
- CO₂: Dióxido de carbono.
- COP: Conferencia de las Partes.
- CPA: Cooperativa de Producción Agropecuaria.
- CSS: Cooperativa de Créditos y Servicios.
- CUBAENERGÍA: Centro para la Gestión de la Información y el Desarrollo de la Energía.
- ETDE: Intercambio de Datos de Tecnologías para Energía (Energy Technology Data Exchange por sus siglas en inglés).
- FMAM: Fondo para el Medio Ambiente Mundial.
- FRE: Fuentes Renovables de Energía.
- GEAA: Grupo Empresarial de Acueductos y Alcantarillados.
- GEAM: Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña.
- GEARH: Grupo Empresarial de Aprovechamientos de los Recursos Hídricos.
- GEF: Fondo Mundial para el Medio Ambiente (Global Environmental Facility por sus siglas en inglés).
- GEI: Gases de Efecto Invernadero.
- GEIPI: Grupo de Investigaciones de Proyectos e Ingenierías.
- GEO: Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (Global Environmental Outlook por sus siglas en inglés).
- GETT: Grupo de Expertos en Transferencia de Tecnología.
- GIRH: Gestión Integrada del Recurso Hídrico.
- ha: hectáras.
- IDICT: Instituto de Documentación e Información Científico Técnica.
- IIAgri: Instituto de Investigaciones e Ingeniería Agrícola.
- INRH: Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.
- INSMET: Instituto de Meteorología.

- InSTEC: Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas.
- IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.(International Panel of Climate Change por sus siglas en inglés).
- kW: kilo Watt.
- MEP: Ministerio de Economía y Planificación.
- MES: Ministerio de Educación Superior.
- MFP: Ministerio de Finanzas y Precios.
- MINAG: Ministerio de la Agricultura.
- MINBAS: Ministerio de la Industria Básica. (Actual Ministerio de Energía y Minas).
- MINCEX: Ministerio del Comercio Exterior.
- MINCIN: Ministerio de Comercio Interior.
- MINEM: Ministerio de Energía y Minas.
- MITRANS: Ministerio de Transporte.
- MW: mega Watt.
- N₂O: Óxido nitroso.
- OCPI: Oficina Cubana de la Propiedad Industrial.
- OMM: Organización Mundial de Meteorología.
- ONEI: Oficina Nacional de Estadísticas e Información.
- ONGs: Organizaciones No Gubernamentales.
- PAURA: Programa de Ahorro y Uso Racional del Agua.
- PCC: Partido Comunista de Cuba.
- PNUD: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.
- PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- UBPC: Unidad Básica de Producción Cooperativa.
- UNEP: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (United Nations Environment Programme por sus siglas en inglés).



Esta edición de LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO. Un enfoque metodológico. se terminó de imprimir en el mes de noviembre del 2013 en los talleres de GEOCUBA, La Habana Cuba.