

# **Evaluación y priorización de tecnologías para la adaptación al cambio climático**

- *Una orientación práctica para un análisis multicriterio (AMC), identificación y evaluación de criterios relacionados*

**Asociación UNEP-DTU**

*Sara Trærup y Riyong Kim Bakkegaard*

***Programa de Desarrollo Resistente al Clima***

**Mayo 2015**

## Índice

Capítulo 1 Introducción	3
Capítulo 2 Análisis Multicriterio para priorizar las Tecnologías para la adaptación	4
Paso 1: Establecer un contexto de decisión	5
Paso 2: Identificación de tecnologías	7
Paso 3: Identificación de criterios	9
Paso 4: Clasificación de las tecnologías	11
Paso 5: Asignar ponderaciones a cada uno de los criterios	13
Paso 6: Combinar valores/ ponderaciones y puntuaciones	14
Paso 7: Examen de los resultados	15
Paso 8: Análisis de sensibilidad	15
Capítulo 3 Criterios de identificación y evaluación	16
3.1 Costo	17
3.2 Beneficios	20
3.2.1 Criterios institucionales/ políticos	20
3.2.2 Criterios medioambientales	21
3.2.3 Criterios sociales	23
3.2.4 Criterios económicos	26
3.2.5 Criterios relacionados con el clima	27
3.2.6 Criterios relacionados con la tecnología	28
Bibliografía	30
Anexo A. Ejemplo de Hoja Informativa de Tecnología	31

## Capítulo 1 Introducción

La identificación, valoración y evaluación de tecnologías para la adaptación al cambio climático es un proceso transversal complejo y dinámico que afecta escalas, sectores y niveles de intervención. La adaptación en sí se caracteriza por muchas incertidumbres y se extiende mucho más allá de los ciclos usuales de proyecto.

El desarrollo y la transferencia de tecnología son áreas de creciente prioridad en la agenda internacional sobre adaptación al cambio climático. Los aspectos metodológicos y operativos de las tecnologías en el ramo de la adaptación al cambio climático están relativamente menos desarrollados y aún enfrentan una serie de obstáculos: (a) definición y operativización del concepto de tecnologías para la adaptación de manera mucho más clara; (b) desarrollo de metodologías sobre cómo evaluar y priorizar mejor las tecnologías para la adaptación; y (c) asegurar que tanto la información como el conocimiento relevante disponible se utilicen e integren plenamente en los procesos.

En las transferencias de tecnologías para la adaptación es imperioso asegurar que se aborden los factores estresantes de fondo, frente a la vulnerabilidad al cambio climático (acceso a recursos básicos como agua, infraestructura y servicios públicos) y que se adecúen a las condiciones locales. Si uno ignora tales temas es posible que las tecnologías no sean efectivas y resulten inadaptadas si se implementan sin la identificación de los contextos sociales y procesos medioambientales relevantes. Por tanto, a la hora de priorizar tecnologías, es vital identificar y evaluar tecnologías respecto a los criterios adecuados.

El objetivo de esta guía es orientar a consultores, a encargados de tomar decisiones y a expertos técnicos sobre cómo facilitar el debate en torno a las tecnologías para la adaptación, y apoyar a los actores involucrados en la identificación de los criterios adecuados para este análisis.

La guía ha sido complementada con una hoja de cálculo de Excel que ofrece una plantilla para ello. La hoja de Excel se puede utilizar para clasificar las tecnologías y llevar a cabo análisis de sensibilidad.

### **¿Qué es una tecnología de adaptación?**

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2000), en su informe especial sobre Temas Metodológicos y Tecnológicos en la Transferencia de Tecnología, la define como "...equipo, técnica, conocimiento práctico o destrezas para realizar una actividad en particular". El *Manual para realizar una Evaluación de necesidades en materia de tecnología para el cambio climático del PNUD* (United Nations Development Programme [UNDP] 2010) define el concepto de tecnologías para la adaptación de manera muy genérica, como: "Todas las tecnologías que puedan aplicarse en el proceso de adaptación a la variabilidad del clima y al cambio climático" (UNDP, 2010). El informe de la Convención Marco de las Naciones Unidas (CMNUCC) sobre desarrollo y transferencia de tecnologías para la adaptación al cambio climático propone la siguiente definición: "aplicación de tecnología a fin de reducir la vulnerabilidad o incrementar la resiliencia de un sistema natural o humano a los impactos del cambio climático" (UNFCCC 2010).

## Capítulo 2 Análisis Multicriterio para priorizar las Tecnologías para la adaptación

Este capítulo ofrece una orientación básica, paso a paso, para conducir un análisis multicriterio (AMC) para la priorización de tecnologías de adaptación al cambio climático.

El AMC facilita la participación de los actores involucrados y por tanto permite juicios normativos, al mismo tiempo que incorpora especialidades técnicas en la evaluación de la tecnología para la adaptación. A partir de la evaluación se priorizan las tecnologías para la adaptación y se señala qué tecnologías deben implementarse primero. El AMC es útil a la hora de comparar varias opciones de una serie de múltiples criterios. Es posible realizar un ejercicio de priorización comparando múltiples tecnologías a fin de resolver este problema: desalinización, recuperación de agua y reutilización del agua de cosecha de lluvia de los tejados. El AMC puede utilizarse asimismo para priorizar tecnologías aplicadas para resolver diferentes problemas que, idealmente, funcionan para lograr el mismo objetivo.

Evaluar las tecnologías para la adaptación utilizando el AMC generalmente implica combinaciones de algunos criterios que son cuantificados en términos monetarios, y otros para los cuales no existen valuaciones monetarias. Permite asimismo una combinación de criterios cuantitativos y cualitativos, cuyo resultado posiblemente sea que la calidad, forma y formato de la información difieran incluso dentro de la misma evaluación de tecnologías. Estos datos deben formar parte del AMC siempre que sea posible cuantificar los costos y beneficios en términos monetarios.

El análisis multicriterio proporciona un marco estructurado para comparar una serie de tecnologías para la adaptación a través de múltiples criterios. Un beneficio importante de utilizar el AMC para priorizar las tecnologías para la adaptación es su capacidad de incluir las preferencias de los actores involucrados en el proceso, poniendo énfasis en la importancia de contar con una representación adecuada en el proceso de priorización.

Los pasos para emprender el AMC corresponden al método que se resume en Dogson et al. (2009):

1. Establecer el contexto de decisión. ¿Cuáles son los objetivos del AMC, y quiénes son los encargados de tomar decisiones y los otros actores clave?
2. Identificar las opciones.
3. Identificar los criterios.
4. Describir el rendimiento esperado de cada opción respecto a los criterios. (Si el análisis incluye los pasos 5 y 6, “calificar” asimismo las opciones; es decir, analizar el valor respecto a las consecuencias de cada opción).
5. “Ponderación”. Asignar ponderaciones para cada uno de los criterios a fin de reflejar su importancia respecto a la decisión.
6. Combinar las ponderaciones y puntuaciones para cada una de las opciones a fin de derivar un valor global.
7. Examinar los resultados.
8. Realizar un análisis de sensibilidad de los resultados respecto a cambios en las puntuaciones y ponderaciones.

Un aspecto importante del AMC es su capacidad de utilizar el juicio experto de las partes involucradas, p.ej., en un grupo de trabajo del sector, conformado para el proyecto de Evaluación de las Necesidades Tecnológicas (ENT). Esto comprende establecer metas y criterios, estimar ponderaciones de importancia relativa, y juzgar la contribución de cada tecnología a cada criterio de rendimiento. Se espera que el grupo de trabajo del sector logre tomar una decisión colectiva. Los pasos 3, 4 y 5 deben darse en un taller, donde se evalúen las tecnologías para la adaptación por grupo de trabajo del sector, junto a un facilitador que conduzca el debate. El facilitador puede pedir a uno de los expertos que conduzca los debates, pero él debe estar presente para asegurar que el proceso mantenga la estructura del AMC. Es importante que todos los miembros del grupo estén presentes y familiarizados con las hojas informativas de la tecnología para todas las opciones tecnológicas (lista larga) antes de la reunión (una semana antes como mínimo). Es responsabilidad del facilitador del AMC preparar y difundir estas hojas informativas (Anexo A).

Durante el proceso de priorización, la metodología de AMC se utiliza para estructurar el proceso de priorización.

A lo largo del presente capítulo se ofrece un ejemplo, en recuadros de texto, de cada paso del proceso de priorización sobre las experiencias de conducción de una Evaluación de las Necesidades Tecnológicas en República de Mauricio.

### **Paso 1: Establecer un contexto de decisión**

Como primer paso en el proceso de priorizar tecnologías se debe considerar el contexto en el cual se toman las decisiones. En el escenario específico de las evaluaciones de las necesidades tecnológicas es relevante considerar, por ejemplo, las prioridades nacionales y locales, así como los planes y proyectos que ya existen en el contexto en el cual se transferirán y difundirán las tecnologías. Es igualmente necesario obtener una visión general de las tecnologías presentes en el sector específico a fin de identificar las potenciales brechas.

Al mismo tiempo que se identifica el contexto en el cual se toma la decisión, es necesario explicar los objetivos más amplios del análisis. Por ejemplo, reducir la vulnerabilidad de la cosecha frente a periodos prolongados de sequía. Una forma de lograrlo es evaluar cuáles son los objetivos más amplios de las tecnologías. En muchos casos, el punto principal será responder a los objetivos específicos del desarrollo; las tecnologías deben evaluarse con relación a cómo pueden influir en las metas cruciales de las políticas del desarrollo en el contexto nacional/ local. Un ejemplo de objetivo general para el sector hídrico sería el *establecimiento y mantenimiento de un suministro estable de agua a distritos especificados, donde el 90 por ciento de población tenga acceso estable a una fuente de agua en 2020*. Con este objetivo general se pueden identificar las tecnologías necesarias para responder al objetivo.

El primer paso puede resumirse de la siguiente manera:

1. Decidir la estructura del AMC, partes involucradas/ compromiso requerido.
2. Describir el contexto.
3. Identificar los objetivos más amplios del análisis.

## Contexto y objetivos del AMC de tecnologías para la adaptación en el sector agrícola en República de Mauricio

El Proyecto para una Estrategia Diversificada Sostenible para Alimentos Agrícolas en República de Mauricio, 2008-15 aborda la seguridad alimentaria mejorando la autosuficiencia de una serie de cultivos estratégicos en el corto a mediano plazo. Su meta es reducir la brecha entre la producción y consumo de alimentos locales y la dependencia de alimentos importados por medio de inversión en las siguientes áreas prioritarias: técnicas modernas de producción, gestión sostenible de terrenos y conservación del agua, mejora de la calidad, manejo integrado de plagas, facilidades de riego y producción de carne y leche.

Se ha establecido un *Fondo de Seguridad Alimentaria* (instrumento político) para aumentar la resiliencia de República de Mauricio hacia la autosuficiencia y enfrentar las posteriores crisis de alimentos y nutrición, mediante el incremento de la producción de alimentos, local y regionalmente, en colaboración con países vecinos. La estrategia e instrumento de las políticas no estaban diseñados para abordar el nexo cambio climático-agricultura de manera directa. Pero estos abarcan varias medidas "útiles en todos los casos"<sup>1</sup> como la diversificación regional de la producción de alimentos que reducirá la vulnerabilidad frente a efectos adversos del cambio climático, y por tanto aumentará la resiliencia climática de este sector. Además, el Fondo ofrece promocionar la producción de semillas locales para mejorar su seguridad, fomentar la producción y mejorar genéticamente el ganado, además de investigación y desarrollo para crear variedades mejoradas de cultivos, capacitación en adición de valor al agroprocesamiento, producción de carne y leche, al igual que otras medidas de adaptación como el *Programa de Seguro para el Cultivo de Alimentos, Tratamiento Poscosecha e Instalaciones para Almacenamiento, y Agricultura Protegida*. El Fondo establece asimismo normas para modernizar los sistemas de riego para los pequeños propietarios de plantaciones.

### Objetivos más amplios

Conscientes del impacto del cambio climático, variabilidad y extremos climáticos es necesario apoyar a los agricultores de República de Mauricio con tecnologías para la adaptación a fin de que puedan hacer frente al desafío del cambio climático (y variabilidad climática) e incrementar la resiliencia del sector.

### Información general de las tecnologías existentes en el sector agrícola

Con el conocimiento sobre el impacto del cambio climático, variabilidad y extremos climáticos se han identificado y propuesto varias tecnologías para la adaptación y así respaldar a los agricultores de República de Mauricio en su necesidad de hacer frente al desafío del cambio (y variabilidad climática) e incrementar la resiliencia del sector. Estas se resumen en el cuadro a continuación. Las opciones han sido implementadas con diverso grado y nivel de éxito, pero falta su aplicación sistemática.

#### Medidas para la adaptación en la agricultura, propuestas en documentos nacionales

Documentos nacionales	Opciones propuestas para la adaptación
<b>First Technology Need Assessment Report, 2004 (Primer Informe de Evaluación de las Necesidades Tecnológicas)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumentar la eficiencia en el uso de agua con sistemas de riego de mayor rendimiento;</li> <li>- Cobertura de residuos de cosecha / cosecha de caña verde (caña de azúcar);</li> <li>- Cambiar el periodo de cosecha;</li> <li>- Cambiar uso de la tierra (alternancia de áreas);</li> <li>- Cambio de cultivo adoptando cultivares tolerantes a la sequía;</li> <li>- Introducción de cultivares de mayor rendimiento;</li> <li>- Manejo Integrado de Plagas;</li> <li>- Uso racional de fertilizantes y herbicidas.</li> </ul>
<b>Second National Communication, 2010 (Segunda Comunicación Nacional)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción de nuevas variedades o cultivares;</li> <li>- Alternancia de la zona de producción;</li> <li>- Incremento del requerimiento de agua de riego;</li> <li>- Gestión sostenible de tierra/ suelo;</li> <li>- Promoción de la conservación y prácticas agrícolas sostenibles;</li> <li>- Combatir la degradación de la tierra;</li> <li>- Biotecnologías para mejorar la eficiencia en el uso del agua de los cultivos o plantar variedades de cultivos más resistentes;</li> <li>- Dotar a los agricultores de pólizas de seguro y seguridad en sus inversiones;</li> <li>- Aplicar nuevas tecnologías y más sostenibles, p.ej. cultivo protegido; y</li> <li>- Establecer un sistema de alerta temprana para manejo de plagas y enfermedades.</li> </ul>

<sup>1</sup> Definidas como opciones (o medidas) de adaptación que serían justificadas en todos los futuros escenarios plausibles, como la ausencia de cambio climático causado por el hombre (inglés *no-regrets*).

## Paso 2: Identificación de tecnologías

Para la identificación de tecnologías de adaptación al cambio climático es posible utilizar los resultados de otros procesos, p.ej., evaluaciones de la vulnerabilidad nacional y local frente al cambio climático y estudios de riesgo. Los consultores pueden realizar una revisión de tales estudios. Otra fuente de información sobre tecnologías son las guías de ENT para la adaptación. Además, las tecnologías deben identificarse en base a perspectivas de expertos, y lluvia de ideas con partes involucradas relevantes durante las sesiones de los grupos de trabajo del sector. El proceso de identificación de tecnologías podría dar lugar a una larga lista de tecnologías, y las identificadas podrían reagruparse en diferentes categorías. Por último, la lista de tecnologías debería depurarse sobre la base de discusiones entre el facilitador del AMC con los expertos del grupo de trabajo, a fin de incluir solo entre 6 y 15 opciones de tecnología para cada sector.

Sobre la base de las 6-15 tecnologías identificadas, el consultor/ facilitador del AMC debe preparar hojas informativas. El Anexo A ofrece una matriz de hojas informativas que se pueden utilizar en la preparación. El contenido de cada hoja informativa de la tecnología debe incluir: breve descripción de la tecnología, sus costos, su potencial aplicación en el país, y otros beneficios sociales, económicos y medio ambientales, entre otros.

### Identificación de una larga lista de tecnologías

Tomando en cuenta los actuales retos que enfrenta el sector agrícola –debido a los fenómenos climáticos durante la última década– y la vulnerabilidad del sector, frente al cambio climático previsto, se ha identificado una larga lista con 25 posibles tecnologías para la adaptación a fin de aumentar la resiliencia de los sistemas agrícolas y los medios de vida de los agricultores. Las tecnologías se identificaron a través de las opiniones de expertos y lluvia de ideas con partes involucradas clave durante la sesión del grupo de trabajo del sector durante el Taller de Incepción nacional. Mediante discusiones se decidió concentrarse en las tecnologías que beneficien a agricultores de pequeña escala de cultivos de alimentos vulnerables, a los ganaderos, y a la biodiversidad y recursos forestales locales.

El ejercicio de identificación de las tecnologías para la larga lista se basó en múltiples fuentes en el contexto nacional, que comprenden: (1) tecnologías para la adaptación propuestas en varios documentos nacionales anteriores; (2) tecnologías actualmente en práctica con apoyo de políticas agrícolas nacionales; (3) iniciativas en curso (p.ej., agricultura protegida y cosecha de agua de lluvia); (4) idoneidad de las tecnologías en el contexto local (p.ej., captación de agua de niebla, almacenamiento de granos); y (5) aceptabilidad social (p.ej., uso restringido de organismos genéticamente modificados), entre otros.

Las tecnologías para la adaptación identificadas fueron luego reagrupadas en diferentes categorías (o tipologías): uso y gestión sostenible de agua; planificación relacionada con la variabilidad y cambio climático, gestión de suelos, gestión sostenible de cultivos; gestión sostenible de ganado, sistema agrícola sostenible, gestión de uso del terreno, desarrollo de capacidad y partes involucradas. La clasificación de las tecnologías para la adaptación y su estatus se resumen en el cuadro que se presenta a continuación:

Categoría	Número de Serie	Tecnologías para la adaptación	Estatus de la tecnología en República de Mauricio
Uso y Gestión Hídrica Sostenible	1	Mejorar el sistema de canalización de agua.	Implementado por la Autoridad de Riego.
	2	Microriego (por goteo y por aspersión).	Su adopción por los agricultores de pequeña escala es baja debido a la inversión inicial.
	3	Cosecha de agua de lluvia y mejora de estanques para su almacenamiento.	Recientemente se ha lanzado un programa para ayudar a los agricultores en la inversión en infraestructura para la cosecha de agua.
	4	Uso de agua residual tratada para riego.	Actualmente puede utilizarse para riego de caña de azúcar, pero es necesario poner en vigencia una reglamentación.
Planificación relacionada con la variabilidad y	5	Mejorar la red de información agrometeorológica para predicciones y Alerta Temprana: recolección de datos,	Actualmente no se implementa.

<b>cambio climático</b>		procesamiento y difusión.	
	6	Refuerzo del monitoreo de plagas y enfermedades y sistema de alerta temprana.	Se limita a enfermedades de los principales cultivos, pero está disponible para un pequeño grupo de agricultores a través de mensajes de texto por teléfono celular.
<b>Gestión de suelos</b>	7	Manejo integrado de nutrientes (orgánicos, inorgánicos, biofertilizante, abono orgánico)	La implementación de tecnología es muy baja y es necesario reforzarla.
	8	Compostaje de desechos agrícolas en el hogar y propiedad agrícola.	Es necesario estimular todos los niveles y debe promoverse más el uso de abono orgánico.
<b>Gestión sostenible de cultivos</b>	9	Reforzar la conservación de variedades adaptadas localmente y producción de semillas de variedades de cultivos adaptados localmente.	Es necesario reforzarlos.
	10	Mejorar la investigación y desarrollo (R&D, por su sigla en inglés) en cultivo de variedades/ especies mejor adaptadas a la sequía, calor, enfermedad (cultivo con mejor vida útil/ de almacenamiento y valor nutricional)	Limitado solo a unos pocos cultivos debido a lo limitado de los recursos.
	11	Especies y variedades de cultivo que consumen bajos niveles de agua.	Aún no implementados.
	12	Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (uso de medidas de control físico y agentes de biocontrol/ biopesticida y gestión de cultivos).	Actualmente se implementa en pocos lugares, pero es necesario más reforzamiento.
	13	Cultivo protegido (integración de cosecha de agua de lluvia y reutilización de lixiviados).	El cultivo protegido se implementa pero no se integra con cosecha de agua de lluvia y reutilización de lixiviados.
	14	Reducir pérdidas poscosecha/ capacitación e instalaciones poscosecha.	Es necesario promover nueva tecnología para reducir las pérdidas de alimentos.
	15	Aumento de cultivo de alimentos y producción de alimentos/promover cultivos sin suelo y jardinería en tejados.	Actualmente es implementado y apoyado por el Fondo de Seguridad Alimentaria.
<b>Gestión sostenible de ganado</b>	16	Gestión de enfermedades del ganado/ capacitación.	Actualmente se implementa.
	17	Programa de seguro (póliza) para ganado.	Aún no implementa.
	18	Bioteχνologías / conservación de razas de ganado adaptadas para su uso a través de apareamiento controlado.	Necesidad de reforzar la conservación de razas locales
<b>Sistema de agricultura sostenible</b>	19	Agricultura mixta.	Practicada a escala limitada.
	20	Plantación y gestión de árboles/ poda.	Es necesario reforzar la nueva tecnología
<b>Gestión de uso de terreno</b>	21	Gestión de cuencas y agroforestería.	Tecnología nueva aún no implementada.
	22	Restauración de zona acuosa y repoblación forestal.	Es necesario reforzarlos.
	23	Monitoreo del cambio en el uso de la tierra/ banco agrario para gestión sostenible del terreno.	Aún no implementado.
	24	Mapeo de áreas vulnerables (sequía e inundaciones).	Mapeo de áreas propensas a inundación.
<b>Desarrollo de capacidad y partes involucradas</b>	25	Desarrollo de capacidad de la investigación y extensión para identificar y adaptar tecnologías ecológicas y sensibles al medio ambiente/ tecnologías nativas para su difusión entre agricultores/ escuelas.	Se han implementado pero es necesario reforzarla.

Con la finalidad de obtener una lista corta de las opciones de tecnología para adaptación tuvo lugar un proceso de preselección en el sector agrícola.

La preselección de las tecnologías se realizó durante una reunión del grupo de trabajo del sector, conducida por el consultor, e involucró discusiones con expertos sobre la factibilidad técnica y beneficios de la adaptación de cada una de las 25 tecnologías con potencial de adaptación. La discusión de las tecnologías se basó en los probables escenarios futuros de impacto climático en la agricultura de República de Mauricio, conocimiento especializado y criterios de preselección tal como prescribe la guía ENT: (i) potencial técnico de la tecnología; (ii) contribución al mejoramiento de la resiliencia climática; (iii) costo de la tecnología y (iv) coherencia de la tecnología con estrategia y políticas de desarrollo nacional.

Como resultado de las discusiones del grupo de trabajo se obtuvo una lista de nueve tecnologías para el AMC.

1. Microriego (goteo alimentado por gravedad y riego por mini y micro aspersor)
2. Reforestación del área de captación de agua de los principales embalses de República de Mauricio.
3. Programa de seguro contra desastres naturales subvencionado en base a índices de cultivo de alimentos en el

sector agrícola.

4. Tecnología poscosecha de bajo costo (cajas y cámaras de refrigeración por evaporación).
5. Servicio descentralizado de diagnóstico rápido de plagas y enfermedades (clínica de plantas).
6. Refuerzo del programa de mejoramiento genético y conservación para cultivos adaptados a cambios climáticos.
7. Educación y sensibilización de la comunidad agrícola para promover la adaptación al cambio climático.
8. Mejora de la red de información agrometeorológica para predicción y para el Sistema de Alerta Temprana.
9. Actualización de las tecnologías de Manejo Integrado de Plagas (MIP), verificadas localmente, para el control de plagas de importancia económica.

Posteriormente, el consultor del sector desarrolló hojas informativas (TFS, por su sigla en inglés) para cada una de las nueve tecnologías incluidas en la lista. Las TFS contienen información relevante sobre los aspectos técnicos de la implementación, lo cual comprende su instalación, operación y mantenimiento, eficiencia, costo y beneficios/oportunidades, al igual que las barreras que enfrenta cada tecnología de adaptación en la lista corta. También sostuvo reuniones bilaterales con partes involucradas clave para recoger información, para las TFS, sobre el potencial de mercado y el estado de las tecnologías en República de Mauricio, así como obtener información técnica a fin de estimar el costo adicional de las tecnologías para la adaptación.

Las hojas informativas de tecnología fueron validadas luego de que se ofrecieron amplias oportunidades, a los miembros del grupo de trabajo, para que brinden sus comentarios y sugerencias. También se realizaron reuniones bilaterales con instituciones clave antes de completarlas.

### Paso 3: Identificación de criterios

Los criterios de identificación respecto a las tecnologías que se van a clasificar deben basarse en un proceso claro y transparente. Los miembros del grupo de trabajo técnico involucrados en el proceso de AMC deben comprender el significado de los criterios y cómo se enmarcan, al igual que los pros y contras implicados. Los criterios deben mostrar una variación entre las tecnologías. No sirve de nada seleccionar criterios, ya que estos no cambian entre las diferentes tecnologías.

Los criterios pueden derivarse de los objetivos y metas especificadas en el Paso 1.

Si las medidas de criterios son cualitativas y por tanto no pueden medirse en números, deben convertirse a una forma numérica en escala, p.ej., de 0 a 100, donde "0" se refiere a la opción de menos preferencia y "100" a la de mayor preferencia. Existen dos series amplias de criterios, una relacionada con los beneficios y la otra con los costos. Es importante asegurar que los criterios de selección:

- comprendan todos los aspectos relevantes;
- no sean redundantes, es decir que un criterio no repita lo que ya se evaluó en otro criterio y por tanto resulte innecesario;
- que estén bien definidos;
- sean mutuamente independientes, lo cual implica que dos criterios no comunican información acerca del otro y, consecuentemente, la información acerca de uno de los dos no cambia la evaluación del otro. Por ejemplo, costo-efectividad y costo de implementación están relacionados entre sí.
- no evalúan/ juzgan el mismo tema;

- toman en cuenta los impactos en el tiempo;

Para la priorización de tecnologías se recomienda seleccionar de entre 7 y 10 criterios; y posteriormente crear una matriz para tomar una decisión, ya sea utilizando un cuadro o, preferiblemente, una hoja de cálculo. Coloque los criterios en la línea superior. Las opciones de tecnología pueden agregarse en la primera columna.

**Cuadro 1. Ilustración de una matriz de decisión para el AMC.**

	<b>Criterio A</b>	<b>Criterio B</b>	<b>Criterio C</b>	<b>Criterio...</b>	<b>Criterio n</b>	<b>Puntuaciones totales</b>
<i>Tecnología 1</i>						
<i>Tecnología 2</i>						
<i>Tecnología 3</i>						
<i>Tecnología 4</i>						
<i>Tecnología...</i>						
<i>Tecnología...</i>						
<i>Tecnología n</i>						

#### **Selección de criterios**

En República de Mauricio se seleccionó una serie de criterios validados localmente a fin de priorizar las tecnologías para la adaptación. Antes de la reunión del grupo de trabajo del sector para priorizar tecnologías, el consultor preparó algunos criterios y recogió las perspectivas de expertos sobre la facilidad de la evaluación y disponibilidad de cada uno de los criterios medibles.

Se conservaron únicamente los criterios que son independientes entre sí (o mutuamente exclusivos). Asimismo se comprobó que el criterio económico, como la creación de empleo, es difícil de calcular.

#### **Criterios para el AMC de cara a la priorización de las tecnologías para la adaptación en el sector agrícola**

<b>Categoría de los criterios</b>	<b>Criterio</b>	<b>Escala de puntuación de los criterios</b>
<b>Institucional/ barrera a la implementación</b>	Facilidad de implementación.	0: Muy difícil → 100: Muy fácil
	Uso y mantenimiento / replicabilidad.	0: Muy difícil → 100: Muy fácil
<b>Necesidades de financiamiento público</b>	Costo de montaje y operación de la tecnología (recursos, destrezas, infraestructura...).	Costo adicional por beneficiario/ año (en MUR)
<b>Económico</b>	Catalización de la inversión privada.	0:- Muy baja → 100: Muy alto
	Mejora del ingreso del agricultor y la capacidad de reinversión.	0:- Muy baja → 100: Muy alto
<b>Medioambiental</b>	Contribución de la tecnología para proteger y sostener servicios del ecosistema.	0:- muy bajo → 100: Muy alta
<b>Relacionado con el clima</b>	Aumento de la resiliencia respecto al cambio climático (es decir, hasta qué punto la tecnología contribuirá a reducir la vulnerabilidad frente a los impactos del cambio climático).	0: Muy difícil → 100: Muy fácil
<b>Social</b>	Contribución al desarrollo social y sostenible (beneficio para la sociedad).	0:- muy baja → 100: Muy alta
<b>Político</b>	Coherencia respecto a las políticas de desarrollo nacional y prioridad.	0:- Muy baja → 100: Muy alta

Una de las tareas cruciales del consultor, al concluir los criterios del AMC, ha sido asegurar que todos los miembros del grupo de trabajo posean el mismo nivel de comprensión de los significados de los criterios. Era importante dar este paso antes de la puntuación de las tecnologías conservadas respecto a los criterios del AMC.

## Paso 4: Clasificación de las tecnologías

En este paso, se evalúa tanto el rendimiento como el desempeño de cada tecnología respecto a cada uno de los criterios. Se espera que el facilitador del AMC logre consenso en torno a una puntuación, en particular para cada tecnología sobre el respectivo criterio. La discrepancia debe registrarse posteriormente luego de un análisis de sensibilidad con diferentes puntuaciones (véase Paso 8). La escala de puntuación podría ser de 0 a 100, tomando 0 como la tecnología de menor preferencia y 100 como la de mayor preferencia; cada tecnología se evalúa respecto a cada criterio.

Cuadro 2.

Puntuación	Descripción general
0	Se utiliza cuando la información sobre una tecnología no se aplica al criterio específico
1-20	Rendimiento extremadamente débil: enfáticamente desfavorable.
21-40	Rendimiento deficiente: es necesaria una notable mejoría.
41-60	En un nivel aceptable o por encima de aceptable.
61-80	Rendimiento muy favorable, pero aún necesita mejorar.
81-100	Rendimiento claramente destacado, lo cual está muy por encima de la norma.

Para lograr una puntuación para cada uno de los criterios y tecnologías se recomienda que el grupo discuta y vote en torno a un criterio a la vez. Básicamente, el grupo experto debe discutir la importancia del criterio y luego obtener consenso en torno a la puntuación para cada tecnología respecto a este criterio. De manera alternativa, es posible obtener una puntuación experta individual y presentarla al facilitador del AMC en una hoja de puntuación, de modo que este pueda calcular la puntuación promedio.

Es esencial asegurar que se puedan agregar las puntuaciones ponderadas (véase paso 5). En otras palabras, todos los criterios deben formularse en términos positivos.

También es importante observar que siempre que algunos costos y beneficios *puedan* valorarse en términos monetarios, ya sea por observación directa de los precios –si corresponde– o indirectamente utilizando técnicas de valoración económica aceptadas en general (como el análisis de costo-beneficio, de costo-efectividad, etc.), estos datos evidentemente deberían utilizarse dentro del proceso de puntuación del AMC (Dodgson et al. 2009). Por ejemplo, quizás sería posible recoger información en torno a un criterio de costo de implementación de las tecnologías. Las estimaciones de costo deben luego convertirse a una escala de puntuación relativa a fin de compararlas con la puntuación de otros criterios. En el Cuadro 3 a continuación se ofrece un ejemplo:

Cuadro 3. Cuando el valor es menor, es preferible convertir los números absolutos en puntuaciones relativas

Tecnología...	Categoría de criterios: Necesidades de financiamiento público. Criterio específico: Costo del establecimiento y operación de la tecnología (rupias mauricias por beneficiario/ año)	Cálculo de puntuación relativa $=100*(x_{\max} - x)/(x_{\max} - x_{\min})$	Resultado en escala de puntuación relativa
Microriego (por goteo y por aspersión)	7585	$100*(7585-7585)/(7585-113)$	0

Seguro contra desastres climáticos basado en índice.	4660	$100 * (7585 - 4660) / (7585 - 113)$	39
Agrometeorología para predicción y Sistema de Alerta Temprana.	297	$100 * (7585 - 297) / (7585 - 113)$	98
Diagnóstico descentralizado de plagas y enfermedades.	234	$100 * (7585 - 234) / (7585 - 113)$	98
Mejoramiento de tecnología IPM verificada localmente.	2441	$100 * (7585 - 2441) / (7585 - 113)$	69
Conservación y reproducción.	1082	$100 * (7585 - 1082) / (7585 - 113)$	87
Tecnología poscosecha de bajo costo.	2703	$100 * (7585 - 2703) / (7585 - 113)$	65
Educación y sensibilización	847	$100 * (7585 - 847) / (7585 - 113)$	90
Reforestación de cuencas.	113	$100 * (7585 - 113) / (7585 - 113)$	100

En el ejemplo brindado en el Cuadro 3 es bueno contar con una baja puntuación, ya que se relaciona con bajo costo. No obstante, en algunos casos debe darse la mayor preferencia a una puntuación alta; en otras palabras, una puntuación alta sería positiva. Esto podría ocurrir en un caso en el cual el criterio refleje la cantidad de agua ahorrada; por tanto una puntuación alta es igual a una gran cantidad de agua guardada, lo cual es preferible. Para tal caso, la puntuación relativa puede calcularse como se muestra en el Cuadro 4.

**Cuadro 4. Cuando el valor es mayor, es preferible convertir los números absolutos en puntuaciones relativas**

Tecnología...	<b>Categoría de criterios:</b> Contribución de la tecnología para proteger y sostener servicios del ecosistema <b>Criterio x:</b> agua entubada ahorrada (m <sup>3</sup> ) por beneficiario a lo largo de la vida útil de la tecnología.	Cálculo de puntuación relativa $= 100 * (x - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min})$	Resultado en escala de puntuación relativa
Programa de Sensibilización.	80	$100 * (80 - 40) / (120 - 40)$	50
Agua residual tratada para reutilización.	60	$100 * (60 - 40) / (120 - 40)$	25
Desalinización	40	$100 * (40 - 40) / (120 - 40)$	0
Cosecha de agua de tormenta.	70	$100 * (70 - 40) / (120 - 40)$	37,5
Cosecha de agua de lluvia.	120	$100 * (120 - 40) / (120 - 40)$	100
Accesorios y artefactos para Agua.	80	$100 * (80 - 40) / (120 - 40)$	50

Algunas recomendaciones generales para evaluar unas tecnologías respecto a otras, sin criterios específicos, son:

- las tecnologías deberían evaluarse sobre la base de un mismo escenario de cambio climático;
- las tecnologías podrían evaluarse en el proyecto o programa para adaptar los niveles variables de recursos transnacionales;
- las evaluaciones deben hacerse en un mismo marco temporal para todas las tecnologías consideradas.

#### **Hojas Informativas de Tecnología para el AMC**

En República de Mauricio, las hojas informativas de tecnología se distribuyeron entre todos los miembros del grupo de trabajo del sector para que se familiaricen con las opciones de la tecnología antes del ejercicio de priorización, lo cual involucró puntuar, ponderar y realizar un análisis de sensibilidad.

Puntuación: Luego de una profunda discusión con el grupo de trabajo técnico, durante dos sesiones del AMC de este grupo, se creó y llenó una tarjeta de puntuación del rendimiento, en la cual cada hilera describe una opción de tecnología y cada columna la puntuación de rendimiento respecto a cada criterio. Se discutieron las hipótesis formuladas y la metodología utilizada para la formulación de las necesidades financieras públicas (costo para establecer y operar la tecnología) y se acordó utilizar costo por beneficiario y año. Posteriormente el costo se estandarizó entre 1 (más costoso) y 5 (menos costoso). Para los otros criterios, las opciones de tecnología se puntuaron en una escala anclada en 1 (menor puntuación) y 5 (mayor puntuación), sobre la base de los méritos esperados de la tecnología.

### **Paso 5: Asignar ponderaciones a cada uno de los criterios**

Aún no es posible comparar las puntuaciones cuando todas las opciones de tecnologías han sido puntuadas respecto a todos los criterios, pues la preferencia por un criterio no necesariamente es igual a la preferencia por otro. Por tanto, es necesario asignar una ponderación a cada criterio específico para reflejar qué importancia le asignan los actores involucrados. Las puntuaciones respecto a todos los criterios pueden compararse una vez que los criterios han sido ponderados.

La ponderación puede hacerse como sigue: en primer lugar, ordenar la lista final de criterios en orden descendente de importancia relativa. Luego asignar una ponderación de 1 a 100 a cada criterio, asegurando que la suma de todas las ponderaciones sea igual a 100.

**Cuadro 5. Se espera que el facilitador del AMC cree consenso entre los expertos sobre una puntuación para cada criterio: una puntuación porcentual entre 0 y 100. Las puntuaciones deben sumar 100.**

<b>Criterios...</b>	<b>Ponderación (%)</b>
<b>1</b>	25
<b>2</b>	10
<b>3</b>	20
<b>4</b>	5
<b>5</b>	5
<b>6</b>	35
<b>Total</b>	<b>100</b>

La matriz de decisión que se muestra en el Paso 3 puede ahora ampliarse para incluir las puntuaciones ponderadas. La ponderación para cada criterio se agrega en la última línea de la

matriz, y se calcula el valor ponderado para cada punto; por ejemplo, si Tecnología 1 tiene una puntuación de 45 y la ponderación para el Criterio A es 10, entonces la puntuación ponderada de Tecnología 1 para el Criterio A es  $45 * 10\% = 4,5$ .

Es posible asignar una ponderación cero a los criterios y de ahí en adelante adoptar el mismo procedimiento para todos los criterios

**Cuadro 6.**

	<b>Criterio A</b>	<b>Criterio B</b>	<b>Criterio C</b>	<b>Criterio...</b>	<b>Criterio n</b>	<b>Puntuaciones ponderadas totales</b>
<i>Tecnología 1</i>						
<i>Tecnología 2</i>						
<i>Tecnología 3</i>						
<i>Tecnología 4</i>						
<i>Tecnología...</i>						
<i>Tecnología...</i>						
<i>Tecnología n</i>						
<i>Ponderación del criterio</i>						

**Asignando ponderaciones/ valores**

Para el proyecto ENT en República de Mauricio se buscaron juicios expertos de miembros del grupo de trabajo del sector agrícola para asignar una ponderación a cada criterio de modo que refleje su importancia relativa en el proceso de toma de decisiones. La suma acumulativa de ponderaciones de todos los criterios, era igual a 100.

**Paso 6: Combinar valores/ ponderaciones y puntuaciones**

En este paso se combinan todas las ponderaciones y las puntuaciones para cada una de las opciones a fin de derivar un valor global.

La puntuación ponderada total para cada opción de tecnología se calcula multiplicando su puntuación relativa (véase paso 5) para cada criterio por la ponderación correspondiente asignada a ese criterio.

**Cuadro 7. Combinación de ponderaciones y puntuaciones: ejemplo inspirado en el proyecto de ENT en el Líbano para el sector agrícola (MoE 2012)**

<b>Criterios</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Agricultura de conservación</b>	
		<b>Puntuación</b>	<b>Puntuación ponderada</b>
El presupuesto (costo de capital y costo operativo).	20	80	16
Impacto económico de la tecnología.	20	80	16
Aumentando la resiliencia respecto al cambio climático.	15	35	5,25
Efectividad e idoneidad de la tecnología	15	45	6,75
Idoneidad social (predisposición).	10	75	15
Requisito humano y de información (predisposición).	10	40	4

<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>355</b>	<b>55,5</b>
--------------	------------	------------	-------------

## Paso 7: Examen de los resultados

El proceso emprendido en el paso 6 dará lugar a una lista de tecnologías priorizadas, clasificadas de acuerdo a su puntuación respecto a los criterios y ponderaciones dadas a cada uno, tal como fueron identificadas por las partes involucradas y el facilitador del AMC.

La tecnología, cuyo puntaje es la puntuación ponderada relativa total más alta, puede clasificarse como la tecnología de mayor preferencia, mientras que la que tiene la puntuación relativa menor se clasifica como la opción menos preferida. La lista clasificada de tecnologías combina todos los criterios en la misma escala relativa, y presenta una preferencia general para las tecnologías.

### Lista de tecnologías prioritarias y depuración final

Los resultados del ejercicio de AMC fueron cuidadosamente examinados por miembros del grupo de trabajo del sector con objeto de verificar si las clasificaciones eran lógicas. En primer lugar, se aseguró que todas las puntuaciones dadas a diferentes criterios estén en concordancia y reflejen sus ventajas tecnológicas. Se volvió a discutir el alcance de las opciones de tecnología y posteriormente se incluyó la ampliación del uso de una tecnología MIP verificada –control de murciélagos frugívoros– debido al gran daño que ocasionan.

#### Orden de clasificación de tecnologías para la adaptación prioritaria para el sector agrícola

1. Reforestación del área de captación de agua de los principales embalses de República de Mauricio.
2. Actualización de las tecnologías de Manejo Integrado de Plagas (MIP), verificadas localmente, para el control de plagas de importancia económica.
3. Microriego (goteo alimentado por gravedad y riego por mini y micro aspersor).
4. Servicio descentralizado de diagnóstico rápido de plagas y enfermedades (clínica de plantas).
5. Refuerzo del programa de mejoramiento genético y conservación para cultivos adaptados al cambio climático.
6. Educación y sensibilización de la comunidad agrícola para promover la adaptación al cambio climático.
7. Tecnología poscosecha de bajo costo (cajas y cámaras de refrigeración por evaporación).
8. Mejora de la red de información agrometeorológica para predicción y para el Sistema de Alerta Temprana.
9. Desastre climático basado en índice, con subsidio de programa de seguro (póliza) agrícola para cultivo de alimentos.

Aunque la reforestación del área de la cuenca hidrográfica de las principales represas de la República de Mauricio se identificó como de más alta prioridad, no se consideró entre las tres primeras opciones de tecnología reservadas para un análisis ulterior. Esto se decidió luego de discusiones con partes involucradas relevantes y considerando que el financiamiento ya había sido destinado a la gestión de cuencas, el cual incluye la reforestación de las áreas de captación de agua en el ámbito nacional. Consecuentemente, las 3 tecnologías para la adaptación priorizadas que fueron reservadas para un análisis ulterior son:

1. **Mejora de las tecnologías de MIP verificadas para el control de plagas de importancia económica:** para reducir al mínimo el uso de pesticidas químicos y el riesgo de daño por plagas y enfermedades;
2. **Microriego (goteo por gravedad y riego por mini y micro aspersión):** para aprovechar al máximo el uso de agua de riego, mejorar la productividad de cultivo y reducir el riesgo de daños por sequía entre los agricultores de pequeña escala; y
3. **Servicio de diagnóstico descentralizado rápido de plagas y enfermedades (clínica de plantas):** para ofrecer un servicio de diagnóstico rápido y confiable para mejorar la capacidad del agricultor de atender daños debidos a plagas y enfermedades y así mejorar la productividad y calidad.

## Paso 8: Análisis de sensibilidad

Es posible asignar diferentes ponderaciones, a los criterios seleccionados, o bien utilizar diferentes puntuaciones para las opciones de tecnología; por ejemplo, si hubo desacuerdos entre los miembros del grupo de trabajo del sector al seleccionar criterios. El proceso de AMC de llenar la matriz de decisión puede repetirse de modo que las diferentes ponderaciones o puntuaciones reflejen tales opiniones diferentes.

Asimismo, es posible que la puntuación de las tecnologías en diferentes escenarios sean diferentes y sea útil estimar el rendimiento de las tecnologías en base, p. ej., a diferentes escenarios climáticos y

escalas temporales, y que el proceso del AMC funcione para estos escenarios de manera concordante.

Los marcos temporales múltiples podrían ser:

- Corto plazo: 2030
- Mediano plazo: 2050
- Largo plazo: 2100

#### **Análisis de sensibilidad**

Para investigar la sensibilidad de la clasificación de tecnologías en torno a las ponderaciones asignadas, se reevaluó la ponderación asignada a cada criterio, tomando en consideración cualquier incertidumbre y objetivos en conflicto de las múltiples partes involucradas. Por tanto, la clasificación de las tecnologías para la adaptación se realizó para varias series (o grupos) de ponderaciones. Sobre la base del análisis de sensibilidad, entre todas las partes involucradas y expertos técnicos, finalmente se acordó sobre la clasificación general de las opciones de adaptación.

## **Capítulo 3 Criterios de identificación y evaluación**

El objetivo de este capítulo es apoyar a los expertos técnicos y encargados de tomar decisiones sobre cómo seleccionar los criterios apropiados para priorizar y evaluar las tecnologías para la adaptación en el contexto de objetivos económicos, medioambientales y de desarrollo social más amplios. Su objetivo es apoyar el trabajo de evaluación de las necesidades tecnológicas, utilizando el AMC para priorizarlas, aunque también es posible aplicarlo a otros contextos.

Los criterios están destinados a abarcar aspectos que se consideran necesarios para realizar un sólido análisis multicriterio para la evaluación de las necesidades de tecnología. En la Figura 1 se muestra un árbol multicriterio ceñido al MCA4Climate de UNEP (2011). En el primero y segundo nivel se presentan insumos que caracterizan los costos o gastos que implica la transferencia de tecnología y los resultados que corresponden al alcance de la serie de criterios económicos, sociales, políticos/ institucionales y medioambientales utilizados para evaluar las alternativas de tecnología. El tercer nivel muestra los criterios específicos para cada área de evaluación. Estos criterios pretenden ser lo suficientemente genéricos como para aplicarlos en la evaluación de las alternativas para las tecnologías de adaptación en los principales sectores con necesidades de tecnología.

En este capítulo, cada una de las categorías de criterios de tercer nivel se desglosa por sector y, siempre que sea pertinente, se asignan criterios específicos del sector relacionados con la transferencia de tecnología. El enfoque está en 4 sectores principales: agrícola, hídrico, costero y salud. Los sectores se seleccionaron al recopilar los informes de ENT anteriores, y estos sectores eran los más sobresalientes en las necesidades de tecnología relacionadas con la adaptación climática. Otros ejemplos de análisis multicriterio, principalmente el MCA4Climate de UNEP (2011), también contribuyeron al desarrollo de esta lista exhaustiva de criterios. Los usuarios que prefieren utilizar una herramienta AMC más compleja y exhaustiva, remítanse a la herramienta MCA4Climate<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> <http://www.mca4climate.info/>

Además de esta guía, se ha creado una hoja de cálculo AMC de Excel donde se han desarrollado criterios, de modo que los usuarios puedan seleccionar criterios de acuerdo al sector, e incluirá una función para asegurar independencia mutua de preferencias (es decir, asegurar que los criterios sean independientes entre sí). *[Más sobre hoja de cálculo al finalizar]*

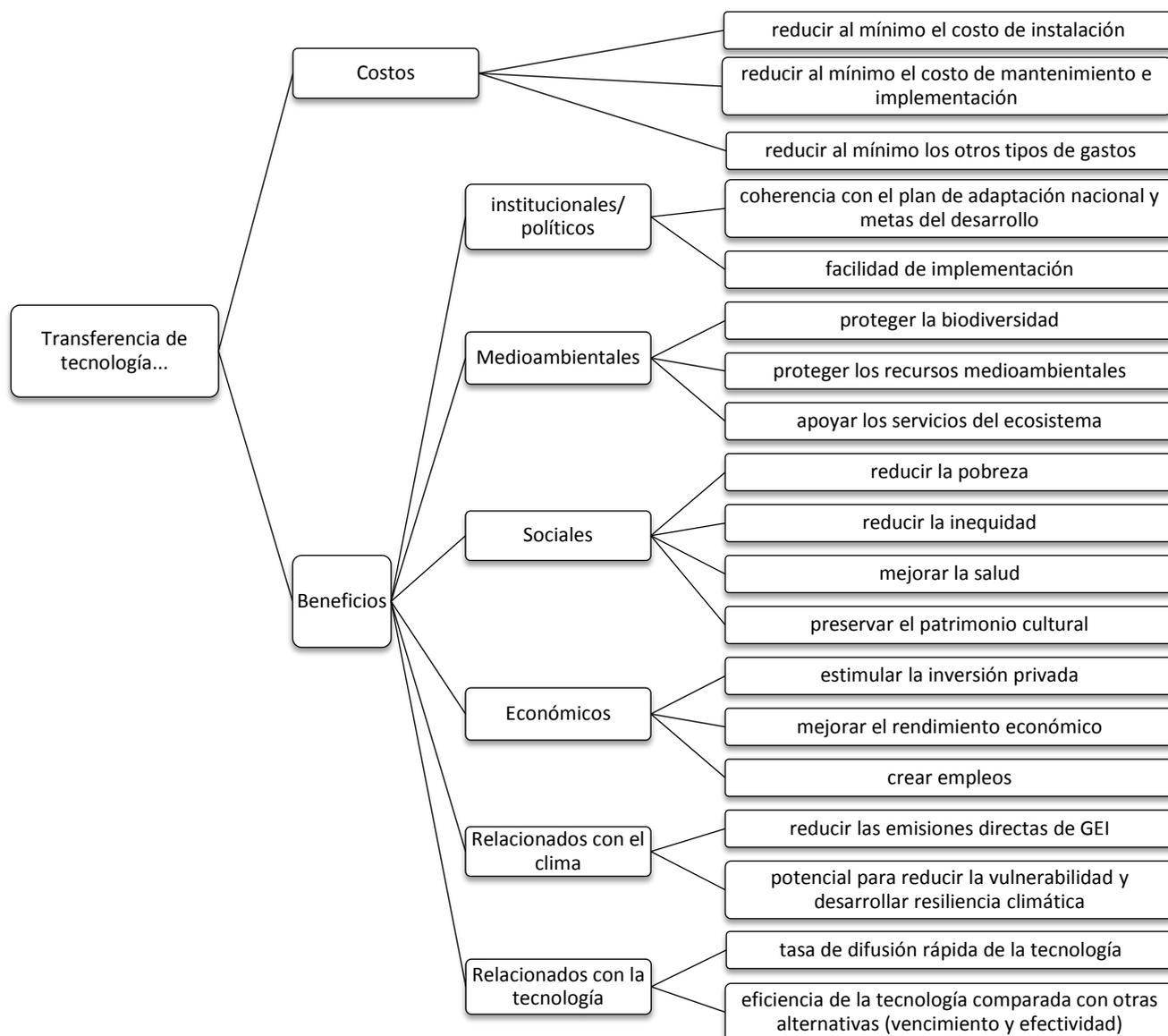


Figura 1: Árbol de criterios de AMC (adaptado de MCA4Climate UNEP, 2011)

### 3.1 Costo

Este grupo de criterios contiene los insumos que se espera estén asociados con la transferencia de tecnología. Los costos de la transferencia de tecnología constituyen el factor principal a la hora de seleccionar las alternativas de tecnología y requieren equilibrarse con los beneficios obtenidos de las alternativas. Considerada aisladamente, una alternativa de preferencia podría ser la que tuvo un costo mínimo de instalación, un costo mínimo de mantenimiento e implementación, y también la

que redujo al mínimo el gasto en otras áreas que serían necesarias para la implementación de la tecnología (es decir, costos de creación del marco habilitante).

**Criterio 1: Reducir al mínimo el costo de montaje**

Este criterio se ocupa de los costos de montaje de la tecnología en los que se incurre a menudo durante la fase de su puesta en marcha; y pueden aplicarse a tecnologías de adaptación de cualquier sector. Los costos de montaje de una tecnologías generalmente son los más elevados, y muchas veces involucra costos de importación de una tecnología, su instalación (y con ello, una dependencia de recursos que probablemente no estén disponibles en el país); o bien costos de replicación en otras áreas con tecnologías que ya existen en el país. Los criterios pueden incluir costo por unidad, que puede obtenerse de las cuentas del proveedor de la tecnología; costos de importación (p.ej. impuestos) que se derivarían de las cuentas gubernamentales; costos de instalación, que se calcularían a partir de la mano de obra utilizada en la instalación de la tecnología; y otros costos transaccionales que incluirían consulta a la comunidad, permisos gubernamentales, capacitación de la población local para el uso de la tecnología, etc.

Sector	Criterios	Fuentes de datos/ métodos
hídrico, agrícola, costero, salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>costo de capital por unidad de tecnología</li> <li>costos de importación (p.ej. impuestos)</li> <li>costo de instalación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>cuentas del proveedor de tecnología</li> <li>costos de mano de obra y recursos de cuentas relevantes relacionadas con la instalación e importación</li> </ul>

**Criterio 2: Reducir al mínimo el costo de mantenimiento/ implementación**

Este criterio abarcará los costos de funcionamiento de la tecnología, durante un periodo que comprende costos de implementación al igual que de mantenimiento de la tecnología. Es necesario calcular los costos a lo largo de la vida útil de la tecnología y se debe utilizar una tasa de descuento<sup>3</sup> apropiada para comparar los valores actuales y futuros. Esto requiere asimismo incorporar los costos de transacción relacionados con la investigación, diseño, apoyo y monitoreo de la tecnología. Los criterios adecuados para medir esto pueden dividirse por sector, como en el siguiente cuadro. En el sector hídrico, por ejemplo, un criterio podría ser asimismo el volumen de almacenamiento promedio anual o el volumen de almacenamiento crítico mensual, que no es un ítem de costo sino un criterio de capacidad.

Para agricultura, el costo por unidad de la producción incrementada refleja el costo marginal del rendimiento de la tecnología, y puede calcularse en base a los datos de producción, recolectados de una variedad de métodos que se especificarán a continuación. En el sector costero, se podrían examinar los costos de inversión en infraestructura asignados al desarrollo de tecnología costera en otras regiones. Si la tecnología costera es nueva, es posible utilizar el costo unitario por área protegida contra inundaciones.

Sector	Criterios	Fuentes de datos/ métodos
hídrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>costos de operación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>cuentas del proveedor de</li> </ul>

<sup>3</sup> Véase la nota de orientación sobre evaluación económica para la adaptación donde se examina el uso de la tasa de descuento

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• costos de mantenimiento</li> <li>• costos por unidad de capacidad de almacenamiento</li> <li>• promedio anual/ volumen de almacenamiento mensual decisivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tecnología</li> <li>• especificaciones de tecnología</li> </ul>
agrícola	<ul style="list-style-type: none"> <li>• costos de operación</li> <li>• costos de mantenimiento</li> <li>• costo por unidad de incremento de la producción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cuentas del proveedor de tecnología</li> <li>• datos de producción del proveedor de tecnología agrícola/ recolección de datos primarios/ juicio del experto</li> </ul>
costero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• proporción de la inversión en infraestructura gubernamental total asignada</li> <li>• costo unitario por área protegida de inundación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• costos en presupuestos gubernamentales</li> <li>• panel de expertos para juicio cualitativo</li> </ul>
salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• costos de operación</li> <li>• costos de mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cuentas del proveedor de la tecnología</li> </ul>

***Criterio 3: Reducir al mínimo otro tipo de gastos en ausencia de la tecnología climática y/o crear un marco habilitante***

En ausencia de tecnologías para la adaptación climática es probable que los impactos climáticos afecten a la población local mucho más intensamente, lo cual involucra gastos en otros sectores para hacer frente a ese impacto. Un ejemplo está en el sector agrícola, donde menores precipitaciones debido al cambio climático podrían ocasionar el malogro de la cosecha y de esa manera llevar a la necesidad de gastos gubernamentales para apoyar a la población que enfrenta escasez de alimentos.

Por otra parte, para que una alternativa de tecnología sea adoptada con éxito se requiere incurrir en gastos relacionados con la creación de un marco habilitante (tanto físico como normativo), pero lo ideal es que no sea muy grande. Por tanto, el criterio se refiere a cómo reducir al mínimo todas las necesidades de financiamiento requeridas de la cartera pública a fin de apoyar la introducción de la tecnología de adaptación climática y todos los costos relacionados con su falta de implementación. A continuación se ofrecen ejemplos por sector de otro tipo de gastos, junto a los criterios para medirlos.

<b>Sector</b>	<b>Criterios</b>	<b>Fuentes de datos/ métodos</b>
hídrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inversiones en infraestructura de gestión hídrica</li> <li>• costos del apoyo a la resolución de conflictos</li> <li>• costos del apoyo a la gestión de instituciones</li> <li>• costo de implementar una reforma de la política hídrica, lo cual incluye poner en vigencia los derechos hídricos</li> <li>• costo de monitoreo adicional y análisis de los ecosistemas acuáticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• presupuesto gubernamental en gestión hídrica</li> <li>• juicio del panel de expertos</li> <li>• juicio del panel de expertos</li> <li>• juicio del panel de expertos/ presupuestos gubernamentales</li> <li>• juicio del panel de expertos/ asignaciones del presupuesto actual al monitoreo</li> </ul>
agrícola	<ul style="list-style-type: none"> <li>• costos de mantener acopio de alimentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• juicio del panel de expertos/</li> </ul>

	para emergencias <ul style="list-style-type: none"> <li>• costos del apoyo a la resolución de conflictos</li> <li>• costos del apoyo a la gestión de instituciones</li> <li>• costo de implementar una reforma a la política agrícola</li> </ul>	costos durante periodos anteriores de escasez de alimentos (gobierno) <ul style="list-style-type: none"> <li>• juicio del panel de expertos</li> <li>• juicio del panel de expertos</li> <li>• juicio del panel de expertos/ presupuestos gubernamentales</li> </ul>
costero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• costos de fortalecimiento de la capacidad de gestión costera/ instituciones</li> <li>• costo de implementar una reforma a la política costera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• presupuestos gubernamentales/ cuentas/ costos operativos para gestión de instituciones costeras</li> <li>• juicio del panel de expertos/ presupuestos gubernamentales</li> </ul>
salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• costos de fortalecimiento del sistema de salud</li> <li>• costos de evaluación de la vulnerabilidad de la salud</li> <li>• costos de formación del personal en adaptación y resiliencia</li> <li>• costos de gestión de brotes de enfermedades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• juicio del panel de expertos/ presupuestos gubernamentales</li> <li>• juicio del panel de expertos/ costos durante brotes de enfermedades anteriores (gobierno)</li> </ul>

## 3.2 Beneficios

El siguiente grupo de criterios comprende los beneficios relacionados con la transferencia de tecnología climática. Estos van más allá de los beneficios económicos cuantificables, que son una marca de fábrica en el análisis del costo-beneficio, pero su objetivo es abarcar otras áreas como los criterios institucionales y políticos, medioambientales, sociales, relacionados con el clima y criterios relacionados con la tecnología. Específicamente, son estos criterios "más blandos" los que juzgan y evalúan los grupos de trabajo de expertos durante el proceso de AMC, de modo que puedan compararse con costos y beneficios cuantitativos.

### 3.2.1 Criterios institucionales/ políticos

El grupo de criterios aborda los factores institucionales y políticos relacionados con la decisión de seleccionar una tecnología para la adaptación específica por encima de otra alternativa. Lo ideal es que una tecnología alternativa sea coherente con el plan de adaptación y metas del desarrollo nacionales. Con ello se asegura que las acciones de transferencia de tecnología estén en concordancia con las prioridades establecidas por el gobierno en su plan nacional para la adaptación y en sus esfuerzos hacia sus metas de desarrollo. Por otra parte, la introducción de nuevas tecnologías no debería requerir un reacondicionamiento de la actual infraestructura normativa y física. Por tanto, debe haber el mayor número posible de normas y leyes de apoyo a la alternativa tecnológica en funcionamiento para respaldar la facilidad de su implementación.

#### *Criterio 1: Coherencia con el plan nacional de adaptación y metas del desarrollo*

El plan nacional de adaptación (NAP, por su sigla en inglés) es un proceso nacional participativo e iterativo para identificar las necesidades de adaptación a mediano y largo plazo y el desarrollo e implementación de estrategias y programas para abordar tales necesidades (UNFCCC, 2015). Por tanto, es imperativo ajustarse a este plan para la selección e implementación de la tecnología de

adaptación. Igualmente, lo ideal es que la tecnología esté en concordancia con el cumplimiento de las metas del desarrollo establecidas por un país. Por lo tanto, los criterios apropiados son el grado de coherencia con el NAP y las metas del desarrollo.

Sector	Criterios	Fuentes de datos/ métodos
hídrico, salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>grado de coherencia con el plan nacional de adaptación</li> <li>grado de coherencia con las metas nacionales del desarrollo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>panel de expertos para juicio cualitativo</li> </ul>
agrícola, costero	<ul style="list-style-type: none"> <li>grado de coherencia con el plan nacional de adaptación</li> <li>grado de coherencia con las metas nacionales del desarrollo</li> <li>tipo, longitud y seguridad de tenencia de la tierra y derechos de uso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>panel de expertos para juicio cualitativo</li> </ul>

### **Criterio 2: Facilidad de implementación**

Sería excelente que las normas y políticas existentes estén en vigencia antes de lanzar una nueva tecnología para asegurar la facilidad de implementación y que la velocidad de difusión de tecnología esté respaldada (véase el criterio 6.2). A menudo, habiendo normativas y políticas vigentes significa que las comunidades locales están familiarizadas con ellas. Dentro de este criterio, la utilización de los recursos locales es asimismo un factor. Como se mencionó en virtud de los criterios de costos, tener capacidad técnica en el país para montar e implementar una tecnología sería ventajoso y descartaría la necesidad de contratar a costosos expertos externos.

Sector	Criterios	Fuentes de datos/ métodos
hídrico, agrícola costero, salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>nº de leyes/ reglamentaciones de apoyo a la tecnología</li> <li>nº de enmiendas en los marcos reguladores necesarios</li> <li>grado de aceptación de la comunidad</li> <li>nº de gente con capacidad local</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>análisis de políticas</li> <li>panel de expertos para juicio cualitativo</li> </ul>

### **3.2.2 Criterios medioambientales**

Es necesario considerar cuidadosamente los beneficios para el medioambiente a la hora de elegir alternativas tecnológicas. Las tecnologías perjudiciales para el medioambiente actúan en contra de proteger la integridad de la naturaleza y sus recursos; por tanto, es necesario considerar aspectos como la protección de la biodiversidad, de los recursos medioambientales y de los servicios del ecosistema.

#### **Criterio 1: Protección de la biodiversidad**

Las tecnologías deben asegurar la protección de la biodiversidad en el área real de implementación y en los hábitats circundantes. En agricultura, esto incluye la diversidad, por ejemplo, de semillas y razas de ganado. En áreas hídricas y costeras, esto comprende diversidad de especies encontradas en las áreas. La diversidad de los hábitats y ambientes circundantes también serán relevantes para

estos tres sectores. Incorporada bajo este criterio estará la protección del hábitat, ya que a menudo la protección de la biodiversidad necesariamente conlleva la protección de hábitats.

Sector	Criterios	Fuentes de datos
hídrico, costero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nº de especies</li> <li>• área (ha) bajo protección</li> <li>• nº de políticas de conservación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• datos de monitoreo de la biodiversidad</li> </ul>
agrícola	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nº de especies en los hábitats circundantes</li> <li>• nº de variedades de semillas locales utilizadas</li> <li>• calidad de los hábitats naturales y ecosistema alrededor de las áreas agrícolas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• datos de monitoreo de la biodiversidad</li> <li>• juicio cualitativo por el panel de expertos</li> </ul>
salud	n/a	

### ***Criterio 2: Protección de los recursos medioambientales***

Las tecnologías muchas veces pueden afectar los recursos naturales circundantes y a menudo recurren a ellos para funcionar de manera efectiva, p.ej., las tecnologías de cosecha de agua de lluvia podrían afectar el ciclo de agua natural que afecta los niveles de aguas subterráneas. Por tanto, es necesario que la calidad e integridad medioambiental se mantenga intacta y, en el mejor de los casos, mejore después de la introducción de la tecnología. Varios criterios miden esto.

Sector	Criterios	Fuentes de datos
hídrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• calidad y cantidad del agua subterránea</li> <li>• calidad y cantidad del agua superficial</li> <li>• menor degradación por escorrentía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• datos de monitoreo del medioambiente</li> </ul>
agrícola	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tasa reducida de erosión del suelo/escorrentía y sedimentación</li> <li>• área reducida de pérdida/degradación de terreno debido a inundación, salinidad</li> <li>• cambios en los niveles de aguas subterráneas</li> <li>• calidad del agua y del aire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• datos de monitoreo del medioambiente</li> </ul>
costero,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• reducción de la erosión costera</li> <li>• área protegida de hábitat costero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• datos de monitoreo de las zonas costeras</li> </ul>
salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• calidad del aire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• datos de monitoreo del medioambiente</li> </ul>

### ***Criterio 3: Apoyo a los servicios del ecosistema***

Este criterio evalúa cómo contribuye la tecnología dada a respaldar los servicios del ecosistema: categorizados ampliamente en servicios de suministro, regulación, apoyo y servicios culturales. Los servicios de suministro tienen relación con la producción de alimentos y agua. Los servicios de

regulación se relacionan con el control climático y de enfermedades/ plagas. Los servicios de apoyo se relacionan con ciclos de nutrientes, dispersión de semillas, y polinización, mientras que los servicios culturales del ecosistema están relacionados con los beneficios espirituales y de recreación. Los criterios pueden variar transversalmente a los sectores, ya que los servicios del ecosistema que se proporcionan en estos hábitats son notablemente diferentes.

Sector	Criterios	Fuentes de datos/ métodos
hídrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>grado de purificación del aire y el agua</li> <li>calidad y cantidad de aguas subterráneas/ agua superficial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>análisis de detección remota de cambios al alcance y calidad</li> <li>juicios cualitativos por expertos sobre tendencias futuras</li> </ul>
agrícola	<ul style="list-style-type: none"> <li>cambios en la polinización de cultivos</li> <li>cambios en plagas y enfermedades</li> <li>cambios en dispersión de semillas</li> <li>cambios en la descomposición de basura</li> <li>cambios en la purificación del aire y el agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>análisis de detección remota de cambios en el alcance y la calidad</li> <li>juicios cualitativos por expertos sobre tendencias futuras</li> </ul>
costero	<ul style="list-style-type: none"> <li>calidad y grado del sistema acuático costero</li> <li>cambios en los servicios del ecosistema debidos a las políticas de gestión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>modelado</li> <li>juicios cualitativos por expertos sobre tendencias futuras</li> </ul>
salud	(beneficios indirectos)	

### 3.2.3 Criterios sociales

Esta serie de criterios abordan los aspectos sociales que deben considerarse a la hora de seleccionar una alternativa de tecnología. Puesto que la adaptación al cambio climático afecta a la sociedad, las tecnologías para remediar los impactos también deben dejar beneficios positivos para la población local. Esto podría comprender efectos que contribuyan a la reducción de la pobreza y de la inequidad, mejoras para la salud, y preservación del patrimonio cultural.

#### *Criterio 1: Reducción de la pobreza*

Las tecnologías pueden afectar el bienestar de la población local durante su implementación. Este criterio evalúa el efecto de las tecnologías en lograr la reducción de la pobreza en las comunidades y hogares afectados, si se implementa la tecnología climática. Si bien el efecto puede que no sea directo, es importante asegurar que al menos no ocasione que más hogares estén por debajo de la línea de la pobreza y, en el mejor de los casos, saque a la población de la pobreza. La pobreza aquí se mide en varias dimensiones, entre ellas pobreza de ingresos, pobreza de acceso y pobreza de bienes; puede medirse comparando datos recolectados en el censo nacional, p.ej., porcentaje por debajo de la línea de la pobreza, ingreso per cápita respecto a predicciones sobre futuras tendencias en estos criterios.

Sector	Criterios	Fuentes de datos/ métodos
hídrico, agrícola, costero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• porcentaje de población por debajo de la línea de pobreza</li> <li>• ingresos per cápita</li> <li>• nº de empleos creados</li> <li>• nº y tamaño de las propiedades agrícolas (acceso a la tierra)</li> <li>• nº de habitantes/domicilios sin tierra (acceso a la tierra)</li> <li>• nº de habitantes con acceso a agua potable (acceso al agua)</li> <li>• nº de habitantes y área con riego (acceso al agua)</li> <li>• cambios en acervo de activos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos socioeconómicos (p.ej. censo)</li> <li>• Juicios cualitativos por expertos sobre tendencias futuras</li> </ul>
salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (todo lo anterior)</li> <li>• nº de habitantes con acceso a servicios de salud</li> <li>• declinación en gastos de tratamiento de enfermedades</li> </ul>	

### ***Criterio 2: Reducción en la inequidad***

En la misma línea del criterio de reducción de la pobreza, las alternativas de tecnología seleccionadas deben tener como objetivo reducir la inequidad entre clases sociales, género, grupos étnicos, etc. En particular considera las disparidades y diferencias en los ingresos, y acceso a recursos entre estos grupos. Una vez más los datos socioeconómicos, p.ej. un censo nacional, podrían ser una importante fuente de información y esto podría desagregarse por grupos para observar cómo es la situación de referencia. Estos datos pueden luego compararse con las predicciones efectuadas por expertos sobre futuras tendencias luego de la introducción de tecnología. Puesto que estos criterios se superponen con el criterio de reducción de la pobreza, el usuario necesitará optar entre ambos. De manera alternativa, el criterio que utiliza el coeficiente de Gini para diferentes grupos podría ser el criterio maestro para evaluar la reducción en la inequidad, y se podría utilizar otros para juzgar la reducción en la pobreza.

Sector	Criterios	Fuentes de datos/ métodos
hídrico, agrícola, costero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• porcentaje de población por debajo de la línea de pobreza</li> <li>• ingresos per cápita</li> <li>• nº de empleos</li> <li>• nº y tamaño de las propiedades agrícolas (acceso a la tierra)</li> <li>• nº de sin tierras (acceso a la tierra)</li> <li>• nº de habitantes/domicilios con acceso a agua limpia (acceso al agua)</li> <li>• nº de habitantes/domicilios y área con riego (acceso al agua)</li> <li>• coeficiente de Gini para grupos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la información puede compararse utilizando datos socioeconómicos (p.ej. censo) entre: <ul style="list-style-type: none"> <li>- pobres y ricos</li> <li>- género</li> <li>- diferentes grupos étnicos</li> <li>- rural urbano</li> </ul> </li> <li>• juicios cualitativos por expertos sobre tendencias futuras</li> <li>• análisis económico del coeficiente</li> </ul>

salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (todo lo anterior)</li> <li>• nº de habitantes/domicilios con acceso a servicios de salud</li> <li>• alcance de los gastos (en salud) entre grupos</li> </ul>	de Gini por expertos
-------	--	----------------------

### ***Criterio 3: Mejoras en la salud***

Este criterio está relacionado con las mejoras de salud para la población que se ve afectada por las mejoras de tecnología. Lo ideal es que tal tecnología reduzca las tasas de morbilidad y mortalidad debidas al cambio climático. Es más, en el sector agrícola debería llevar a un aumento de la disponibilidad de alimentos per cápita y reducir la cuota de desnutrición entre el total de la población.

<b>Sector</b>	<b>Criterios</b>	<b>Fuentes de datos/ métodos</b>
agrícola	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aumento en la disponibilidad de alimentos per cápita</li> <li>• reducción de la proporción de personas desnutridas en la población</li> <li>• cambio en la salud humana (tasas de morbilidad y mortalidad)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• datos y estadísticas socioeconómicas (p.ej. censo)</li> <li>• juicios cualitativos por expertos</li> </ul>
hídrico, costero, salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cambio en la salud humana (tasas de morbilidad y mortalidad)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estadísticas de salud</li> </ul>

### ***Criterio 4: Preservación del patrimonio cultural***

El patrimonio cultural es una parte importante de la historia humana formado a través de siglos por las poblaciones locales. La introducción de nuevas tecnologías, por ejemplo las tecnologías más blandas y la difusión de nuevas tecnologías duras podrían deteriorar las prácticas culturales y tradicionales. De hecho, la coherencia y preservación de la cultura y tradiciones puede facilitar la implementación de algunas de estas tecnologías.

<b>Sector</b>	<b>Criterios</b>	<b>Fuentes de datos/ métodos</b>
agrícola	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nº de razas animales tradicionales, fruta, variedades de cultivos</li> <li>• coherencia con los derechos de uso consuetudinarios</li> <li>• tasa de participación de pueblos indígenas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• datos agrícolas</li> <li>• Datos socioeconómicos (p.ej. censo)</li> <li>• juicio cualitativo experto</li> </ul>
hídrico, costero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• grado de utilización de tecnologías y métodos consuetudinarios</li> <li>• coherencia con los derechos de uso consuetudinarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• juicio cualitativo experto</li> </ul>
salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• coherencia con el uso de las plantas medicinales consuetudinarias</li> <li>• grado de utilización de plantas medicinales locales y conocimientos curativos locales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• juicio cualitativo experto</li> </ul>

### 3.2.4 Criterios económicos

Los criterios económicos representan la otra cara de los criterios de costos, puesto que encarnan los beneficios económicos que se obtendrán seleccionando alternativas tecnológicas. Lo ideal es que las tecnologías para la adaptación al clima impulsen la inversión privada para incentivar la innovación local y asegurar la sostenibilidad financiera del producto. El rendimiento económico en ese sector debería mejorar con el incremento de la productividad y el desarrollo del mercado, y al mismo tiempo dar lugar a la creación de empleo.

#### *Criterio 1: Estimular la inversión privada*

La inversión privada en la tecnología es esencial para asegurar la sostenibilidad financiera de la tecnología y su uso. Esto asegurará que el costoso peso de mantener, implementar y reemplazar tecnologías no incida en el presupuesto público sino más bien que la tecnología pueda atraer interés e inversión suficientes para estimular la innovación local y el desarrollo de la tecnología. El monto de inversión privada que las tecnologías podrían atraer puede calcularse sobre la base de los actuales inversionistas privados en el sector y de inversiones similares conocidas.

Sector	Criterios	Fuentes de datos/ métodos
hídrico, agrícola, costero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• monto de inversión privada/ financiamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estudio de factibilidad con actuales inversionistas</li> <li>• inversiones documentadas</li> <li>• escala cualitativa por el panel de expertos</li> </ul>
salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• monto de inversión privada/ financiamiento en servicios de atención primaria de salud, hospitales</li> </ul>	

#### *Criterio 2: Mejorar el rendimiento económico (productividad, desarrollo de mercado)*

En general, las tecnologías deberían tener como objetivo mejorar el rendimiento económico en ese sector. Esto incluye aspectos relacionados con el aumento de la productividad, al igual que generar interés y demanda en el mercado para su producto. Este criterio, por tanto, comprende todos estos factores y se esfuerza por asegurar que los productos se mantengan o sean más competitivos vis-à-vis alternativos.

Sector	Criterios	Fuentes de datos/ métodos
hídrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cambios en los daños al valor de la actividad económica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• juicios cualitativos por expertos</li> </ul>
agrícola	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cambios en la productividad agrícola medidos por: <ul style="list-style-type: none"> <li>- producto total y producción por área unitaria</li> <li>- ingresos netos del rendimiento de la cosecha por área unitaria</li> <li>- cambios en los mercados para productos agrícolas</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• modelaje a partir de estadísticas</li> <li>• juicios cualitativos por expertos</li> </ul>
costero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cambios en la productividad de industrias basadas en área costera</li> <li>• cambios en los mercados para productos agrícolas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• análisis económico bajo diferentes políticas de gestión costera/ opciones de tecnología, o</li> <li>• juicios cualitativos por expertos</li> </ul>
salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cambios en la productividad debido a menos días de enfermedad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• juicios cualitativos por expertos</li> <li>• cuentas públicas</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cambios en el resultado económico debido a menos días de enfermedad</li> </ul>	
--	---	--

### 3.2.5 Criterios relacionados con el clima

Es vital considerar los criterios relacionados con el clima a la hora de seleccionar alternativas de tecnología ya que la meta misma de transferencia de tecnología es mitigar los impactos del cambio climático. Los dos criterios principales comprenden el potencial de adaptación y mitigación de las tecnologías climáticas. Específicamente, se refiere al potencial de la tecnología para reducir la vulnerabilidad y desarrollar resiliencia frente a los impactos del clima entre las comunidades y alguna disminución en la emisión directa de gases de efecto invernadero.

#### *Criterio 1: Potencial para la reducción de la vulnerabilidad y resiliencia climática*

La adaptación al cambio climático sirve para reducir la vulnerabilidad de las poblaciones que se enfrentan al cambio climático y desarrollar su resiliencia para hacer frente a los impactos. Esto puede lograrse por medio, p.ej., del fortalecimiento de los actuales estándares de vida, de modo que los hogares puedan afrontar el impacto frente a la adversidad. Aborda las capacidades financieras de las poblaciones afectadas (ingresos y activos), pero también comprende el desarrollo de redes de seguridad social y otros mecanismos de seguro (póliza) que ayudarían a los hogares a recuperarse del impacto; en este aspecto está estrechamente relacionado con los criterios sociales, p.ej. reducción de la pobreza.

Sector	Criterios	Fuentes de datos/ métodos
hídrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nº de hogares con acceso a agua potable</li> <li>• área no dañada por inundación</li> <li>• capacidad de almacenamiento de agua</li> <li>• nº de hogares con capacidad financiera y redes sociales para hacer frente a los impactos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• datos socioeconómicos (p.ej. censo)</li> <li>• datos sobre la infraestructura de la ciudad</li> <li>• paneles cualitativos de expertos</li> </ul>
agrícola	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nº de hogares que no experimentan pérdidas en cultivos</li> <li>• nº de hogares que no experimentan enfermedades en cultivos</li> <li>• grado de diversificación de cultivos y ganado</li> <li>• nº de hogares con capacidad financiera y redes sociales para hacer frente a los impactos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• datos agrícolas</li> <li>• datos socioeconómicos (p.ej. censo)</li> <li>• paneles cualitativos de expertos</li> </ul>
costero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• área no dañada por inundación</li> <li>• nº de hogares con capacidad financiera y redes sociales para hacer frente a los impactos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• paneles cualitativos de expertos</li> </ul>
salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nº de hogares con acceso a servicios de salud</li> <li>• nº de servicios de salud disponibles</li> <li>• alcance de los sistemas de alerta temprana para las enfermedades infecciosas</li> <li>• nº de hogares con capacidad financiera y</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• datos socioeconómicos (p.ej. censo)</li> <li>• datos sobre infraestructura</li> <li>• paneles cualitativos de expertos</li> </ul>

	redes sociales para hacer frente a los impactos	
--	---	--

### ***Criterio 2: Reducción de las emisiones directas de gases de efecto invernadero (GEI)***

E Aunque el enfoque de esta guía está en la tecnología para la adaptación, este criterio es esencial a la hora de evaluar las tecnologías climáticas en general. El logro de beneficios conjuntos de adaptación y mitigación de cualquier tecnología climática dada es ventajoso. Por tanto, este se considera un criterio importante en la evaluación de alternativas, ya que la oportunidad de lograr sinergias entre adaptación y mitigación no debe pasarse por alto.

<b>Sector</b>	<b>Criterios</b>	<b>Fuentes de datos/ métodos</b>
hídrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cambios en la huella de carbono neta (emisiones por la implementación - aumento en la captura y almacenamiento de carbono)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• presupuestos de emisiones de GEI</li> <li>• paneles cualitativos de expertos</li> </ul>
agrícola	<ul style="list-style-type: none"> <li>• los cambios en la huella neta de carbono (emisiones de la implementación más emisiones de la actividad agrícola - aumentos en la captura y almacenamiento de carbono de los sistemas agrícolas)</li> </ul>	
costero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• los cambios en la huella neta de carbono (emisiones de la implementación más emisiones de la actividad costera - aumentos en la captura y almacenamiento de carbono de los sistemas costeros)</li> </ul>	
salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cambios en la huella neta de carbono de los servicios de salud</li> </ul>	

### **3.2.6 Criterios relacionados con la tecnología**

Esta serie particular de criterios ha sido desarrollada especialmente para el AMC en la Evaluación de las Necesidades Tecnológicas y abarca elementos básicos de la transferencia de tecnología. Asumiendo que las tecnologías climáticas serán fácilmente aceptadas y difundidas entre la población afectada, la velocidad de difusión de tecnología –que está estrechamente vinculada con la aceptación del agricultor– es un criterio decisivo a considerar. Por otra parte, se debe asimismo tomar en cuenta la eficiencia de la tecnología respecto a otras alternativas, y los aspectos principales que se examinan aquí se relacionarán con la madurez tecnológica y efectividad de la tecnología para ayudar a las poblaciones a adaptarse al cambio climático.

#### ***Criterio 1: Velocidad de difusión de la tecnología/ aceptación del agricultor***

Este criterio mide la velocidad de difusión de la tecnología entre la población meta. Esto puede medirse a través de un análisis de la proporción de usuarios meta que utilizarán la tecnología en los años siguientes. Otros criterios podrían incluir el grado de coherencia o similitudes con las tecnologías y tradiciones vigentes y se vincula estrechamente con el criterio 3.4 sobre preservación del patrimonio cultural.

Sector	Criterios	Fuentes de datos/ métodos
hídrico agrícola, costero, de salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>proporción de usuarios meta que utilizan la tecnología (nº de usuarios meta/ nº de usuarios introducidos a la tecnología) después del primer año</li> <li>proporción de usuarios meta que utilizan la tecnología (nº de usuarios meta/ nº de usuarios introducidos a la tecnología) después del segundo, tercer año</li> <li>grado de coherencia con las tecnologías / tradiciones vigentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>recolección de datos primarios</li> <li>juicio cualitativo del panel de expertos</li> </ul>

***Criterio 2: Eficiencia de la tecnología comparada con otras alternativas (madurez y efectividad)***

La madurez de una tecnología se vinculará estrechamente con su eficiencia y efectividad en el logro de los resultados deseados. Las tecnologías que se han probado y verificado en otras regiones a menudo son menos problemáticas en su implementación. Dicho esto, es posible que las tecnologías probadas y verificadas no logren la misma efectividad que las nuevas tecnologías en su apoyo a las comunidades para superar los impactos del cambio climático.

Sector	Criterios	Fuentes de datos/ métodos
hídrico agrícola, costero, salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>grado de madurez tecnológica</li> <li>efectividad en el logro del efecto/ resultado deseado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>juicio cualitativo por el panel de expertos</li> </ul>

## Bibliografía

CIFOR (1999) Guidelines for Applying Multi-Criteria Analysis to the Assessment of Criteria and Indicators. 9. The Criteria & Indicators Toolbox Series. Center for International Forestry Research (CIFOR). Disponible en: [http://www.cifor.org/livesinforessts/publications/pdf\\_files/toolbox-9c.pdf](http://www.cifor.org/livesinforessts/publications/pdf_files/toolbox-9c.pdf)

Dodgson, JS, Spackman, M, Pearman, A y Phillips, LD (2009) Multi-criteria analysis: a manual. Department for Communities and Local Government: Londres. Disponible en: [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/7612/1132618.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/7612/1132618.pdf)

UNFCCC (2002) Annotated guidelines for the preparation of National Adaptation Programmes of Action. Least Developed Countries Expert Group. Disponible en: [http://unfccc.int/resource/docs/publications/annguid\\_e.pdf](http://unfccc.int/resource/docs/publications/annguid_e.pdf)

Ministry of Environment, MoE (2012) Lebanon Technology Needs Assessment report for Climate Change. Ministry of Environment, Beirut.

UNEP, 2011. MCA4climate. En línea en: < <http://www.mca4climate.info/> >

## Anexo A. Ejemplo de Hoja Informativa de Tecnología

<b>Tecnología: Riego por goteo</b>	
<b>Sector: Agrícola</b>	
<b>Subsector: Gestión hídrica para la producción</b>	
<b>Características de la tecnología</b>	
Introducción	<p>Los sistemas de riego presurizado pueden mejorar la eficiencia hídrica y contribuir de manera substancial a mejorar la producción de alimentos. El riego por aspersión es un tipo de riego presurizado que consiste en aplicar agua a la superficie del suelo utilizando dispositivos mecánicos e hidráulicos que simulan lluvia natural.</p> <p>El riego por goteo se basa en la aplicación constante de una cantidad específica y calculada de agua a los cultivos de suelo. El sistema utiliza ductos, válvulas y pequeños accesorios para goteo o emisores que transportan agua de las fuentes (es decir, pozos, tanques u otras represas) al área de la raíz y la aplican bajo cierta cantidad y especificaciones de presión.</p>
Características/ detalles de la tecnología	<p>Algunos puntos importantes: es decir, bajo/ alto costo, tecnología avanzada, tecnología simple.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Altos costos iniciales si es necesario establecer la fuente de agua (p.ej. manantial o pozo) al mismo tiempo.</li> <li>• La tecnología es adecuada tanto para el clima actual como futuro, y tiene el significativo potencial de reducir la vulnerabilidad de los agricultores frente al aumento de la variabilidad en lluvias y sequías prolongadas.</li> <li>• Mantener la producción de los cultivos, ingresos y empleos en los sectores agrícola y de procesamiento de alimentos.</li> </ul>
Requisitos institucionales y organizativos	Se necesitará inversión para desarrollar las capacidades de los obreros a fin de que puedan manejar con precisión el mantenimiento y control de flujo de agua.
Operación y mantenimiento	La cinta o ducto de goteo debe someterse a un cuidadoso mantenimiento a fin de evitar fugas o tapones, y los emisores deben limpiarse regularmente para evitar obstrucciones por depósitos químicos. En ciertos casos, será necesario rediseñar el programa de control de hierbas en la propiedad agrícola.
Aprobación por expertos	Es una tecnología ampliamente reconocida por expertos en agricultura.
Idoneidad para el clima actual	La tecnología es adecuada tanto para el clima actual como futuro. Sin embargo, el riego por goteo es más apropiado donde hay (o se

	espera) suministro limitado o irregular de agua para uso agrícola. Pero, la tecnología por goteo utiliza incluso menos agua que, p.ej., el riego por aspersión, ya que el agua se aplica directamente a los cultivos de acuerdo a los requerimientos de las plantas. Además, el sistema por goteo no se ve afectado por viento o lluvia (como en la tecnología por aspersión).
Escala/ tamaño del grupo de beneficiarios	Gran potencial en el país.
Desventajas	El costo inicial de los sistemas de riego por goteo puede ser superior al de otros. Los costos finales dependerán de las características en el terreno, estructura de suelo, cultivos y fuente de agua. Los costos mayores generalmente están relacionados con los costos de las bombas, ductos, cañerías, emisores e instalación. La precipitación inesperada puede afectar los sistemas por goteo ya sea por los emisores de inundación, movimiento de ductos, o el flujo de contenido de sal del suelo. Los sistemas por goteo también están expuestos a daño por roedores y otros animales. Podría ser difícil combinar el riego por goteo con producción mecanizada como tractores y otra maquinaria agrícola que daña los ductos, cañerías o emisores.
Costos de capital	
Costo de implementar la tecnología para la adaptación	La tecnología varía ampliamente, pero el costo de un sistema de riego por goteo oscila entre 800 y 2.500 USD por hectárea, dependiendo del tipo específico de tecnología, dispositivos automáticos, y materiales utilizados, al igual que de la cantidad de mano de obra requerida. El financiamiento para el equipo podría estar disponible en instituciones financieras vía operaciones de leasing o crédito directo. Los agricultores generalmente cubren los costos de instalación, diseño y capacitación; los cuales representan entre el 30 y 40 por ciento de los costos finales, dependiendo del tamaño del terreno, sus características y forma, cultivos y tecnología específica aplicada.
Impactos del desarrollo, beneficios directos e indirectos	
Reducción indirecta de la vulnerabilidad frente al cambio climático	Entre los impactos soslayados están mantenimiento e incluso aumento en la producción de cultivos en curso. Los ingresos de agricultores de pequeña escala pueden mantenerse, al igual que las oportunidades de empleo, tanto en el sector agrícola como de procesamiento de alimentos.
Beneficios ambientales	Reducción en las emisiones de GEI, contaminantes locales,

indirectos	degradación del ecosistema.
Contexto local	
Oportunidades y barreras	<p><u>Barreras:</u> la tecnología de riego por goteo enfrenta algunas posibles barreras a su implementación, entre ellas la falta de acceso a financiamiento para la adquisición de equipo, un monto mayor de inversión inicial involucrada que para otros sistemas, y mercado limitado para equipo de segunda mano. Si bien podría haber varios proveedores con amplia experiencia, estas firmas generalmente se enfocan en proyectos con gran extensión de terreno y no tienen en cuenta mercados para agricultores pequeños o medianos. Las condiciones técnicas como la presencia de arcilla en el suelo, precipitaciones irregulares o laderas empinadas pueden aumentar los costos de implementación y mantenimiento o afectar la eficiencia del sistema por goteo. Asimismo, los rendimientos de los cultivos actuales pueden verse afectados por gravedad u otro sistema abierto, al cambiar al sistema de riego por goteo.</p> <p><u>Oportunidades:</u> El riego por goteo es especialmente idóneo para utilizar con aguas subterráneas de manantiales. Requiere arreglos institucionales y desarrollo de capacidad en los usuarios del agua para evitar un uso excesivo de los recursos acuíferos y potenciales conflictos. Las tecnologías de riego por goteo pueden implementarse a través de la asociación de usuarios del agua para mejorar los beneficios económicos y reducir los costos iniciales de inversión. El riego por goteo es una tecnología versátil e idónea para su aplicación en una amplia gama de contextos. Puede implementarse en pequeña y gran escala, a bajo costo o con componentes más sofisticados. Esta tecnología puede emplearse en conjunto con otras medidas de adaptación, como el establecimiento de tableros para el usuario de agua, cultivos múltiples y manejo de fertilizantes. Promover el riego por goteo contribuye a un uso eficiente del agua, reduce los requerimientos de fertilizantes y aumenta la productividad del suelo. Es particularmente adecuada en áreas con escasez permanente o estacional de agua, ya que las variedades de cultivo para plantas también pueden adaptarse a estas condiciones.</p>
Potencial del mercado	Tiene un potencial nacional.
Estatus	Limitado a agricultores de gran escala.
Marco temporal	Corto plazo: preparado para su implementación.
Aceptabilidad para las partes involucradas locales.	Las partes involucradas no se muestran renuentes respecto a la tecnología de riego por goteo.