



El Libro  
de la  
Vulnerabilidad  
Anexo

# Contenido

## 1

### 1. Plantilla para el plan de implementación para las evaluaciones de vulnerabilidad (plan de implementación para la EV) ..... 2

Plan de implementación para la EV: información general y ámbito de aplicación ..... 2

Plan de implementación para la EV: el conocimiento ..... 3

Plan de implementación para la EV: recursos y aliados ..... 4

Plan de implementación para la EV: procesos y acontecimientos externos ..... 5

Plan de implementación para la EV: objetivos y alcance ..... 6

Plan de implementación para la EV: cronograma y responsabilidades ..... 7

## 2

### 2. Muestras de las cadenas de impacto ..... 8

Muestra de la cadena de impacto para el sector agrícola (tal como se utilizó en una evaluación de la vulnerabilidad en Burundi) ..... 8

Muestra de la cadena de impacto para “el cambio de impacto en la mortalidad causada por la malaria” (tal como se utilizó en una evaluación de la vulnerabilidad en Burundi) ..... 9

Muestra de la cadena de impacto de una evaluación de la vulnerabilidad transfronteriza sobre el impacto potencial “cambio en la disponibilidad de agua” ..... 10

Muestra de la cadena de impacto de una evaluación de la vulnerabilidad transfronteriza sobre el impacto potencial “cambio en el área cubierta por bosques” ..... 11

Muestra de la cadena de impacto de una evaluación de la vulnerabilidad transfronteriza sobre el impacto potencial “cambio en el área cubierta por humedales” ..... 12

Muestra de la cadena de impacto de una evaluación de la vulnerabilidad transfronteriza sobre el impacto potencial “cambio de agua disponible para la producción agrícola” ..... 13

## 3

### 3. Indicadores seleccionados para las evaluaciones de vulnerabilidad ..... 14

Muestra de indicadores para las evaluaciones de vulnerabilidad ..... 14

Indicadores de la evaluación de la vulnerabilidad para Alemania ..... 15

## 4

### 4. Ejemplos de indicadores de la capacidad de adaptación ..... 17

## 5

## 5. Ejemplos de indicadores sensibles al género ..... 19

## 6

## 6. Ficha técnica de los indicadores ..... 21

Plantilla de las fichas técnicas de los indicadores ..... 21

Muestra de las fichas técnicas de los indicadores ..... 22

## 7

## 7. Ejemplos para la evaluación de los indicadores ..... 25

Ejemplo 1: Evaluación del indicador “tipo de cultivo” ..... 25

Ejemplo 2: Evaluación del indicador “densidad poblacional” ..... 26

Ejemplo 3: Evaluación del indicador “grado de pendiente” ..... 27

Ejemplo 4: Evaluación del indicador “cobertura vegetal” ..... 28

Ejemplo 5: Evaluación del indicador “ingreso familiar” ..... 29

## 8

8. Plantilla de Excel para la agregación de los indicadores de la exposición,  
la sensibilidad, la capacidad de adaptación y los componentes de la vulnerabilidad ..... 30

## 9

## 9. Muestra de la estructura de un informe de evaluación de la vulnerabilidad ..... 32

## 10

## 10. Aplicación del Libro de la Vulnerabilidad:

evaluación de la vulnerabilidad en Khyber Pakhtunkhwa, Pakistán ..... 35

Lista de contenidos ..... 36

Antecedentes de la evaluación de la vulnerabilidad ..... 36

Aplicación del Libro de la Vulnerabilidad en Pakistán ..... 37

Preparación de la evaluación de la vulnerabilidad (Módulo 1) ..... 38

Desarrollo de una cadena de impacto (Módulo 2) ..... 47

Identificación de indicadores y métodos para la cuantificación (Módulos 3 a 5) ..... 49

Agregación de los indicadores y los componentes de vulnerabilidad (Módulos 6 y 7) ..... 53

Resultados de la evaluación de la vulnerabilidad ..... 55

Anexo ..... 57

## 11

11. Aplicación del Libro de la Vulnerabilidad: evaluación de la vulnerabilidad  
de los pequeños agricultores en la comunidad de Chullcu Mayu, Bolivia ..... 59

Lista de contenidos ..... 60

Preparación de la evaluación de la vulnerabilidad (Módulo 1) ..... 60

Desarrollo de una cadena de impacto (Módulo 2) ..... 64

Metodología de evaluación (Módulos 3 a 7) ..... 66

Resultados de la evaluación de la vulnerabilidad (Módulo 8) ..... 77

# 1

## 1. Plantilla para el plan de implementación para las evaluaciones de vulnerabilidad (plan de implementación para la EV)

### Plan de implementación para la EV: información general y ámbito de aplicación

Hoja de Excel disponible en línea en:

<https://gc21.giz.de/ibt/var/app/wp342deP/1443/index.php/knowledge/vulnerability-assessment/vulnerability-sourcebook/>

Plan de implementación para la evaluación de la vulnerabilidad	
<b>Información general</b>	
Título de la EV	(Tentativo) Título de su evaluación de la vulnerabilidad
Contexto	<p>Describa el contexto general de su EV (Módulo 1; Paso 1) en términos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son los procesos relacionados?</li> <li>• ¿Qué conocimientos ya están disponibles?</li> <li>• ¿Qué instituciones juegan un papel?</li> <li>• ¿Qué recursos hay disponibles?</li> <li>• ¿Qué acontecimientos externos son importantes?</li> </ul>
Objetivos	<p>Describa el objetivo general de su EV (Módulo 1; Paso 2):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué proceso específico apoyará?</li> <li>• ¿Cuál es la brecha de información?</li> <li>• ¿Quién es el público objetivo?</li> </ul>
Resultados esperados	<p>Describa los resultados esperados de su EV (Módulo 1; Paso 2):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo se presentarán los resultados de su EV?</li> </ul>
<b>Alcance de la evaluación de la vulnerabilidad</b>	
Alcance temático	<p>Describa el tema específico de su EV (Módulo 1; Paso 3):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿De qué exactamente se trata su evaluación de la vulnerabilidad?</li> </ul>
Impactos/vulnerabilidades previamente identificados	<p>Posiblemente haga referencia a los impactos climáticos potenciales que se abordan en la EV (Módulo 1; Paso 3):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Ya tiene potenciales impactos climáticos y vulnerabilidades en mente?</li> </ul>
Alcance geográfico	<p>Describa el alcance espacial de su evaluación de la vulnerabilidad (Módulo 1; Paso 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es el ámbito geográfico de su evaluación?</li> </ul>
Alcance temporal	<p>Describa el ámbito temporal de su EV (Módulo 1; Paso 3):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es el periodo de tiempo abordado en la evaluación?</li> </ul>
Enfoque metodológico	<p>Describa los métodos previstos para la evaluación (Módulo 1; Paso 3):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son los métodos adecuados para su EV?</li> </ul>

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

## Plan de implementación para la EV: el conocimiento

Hoja de Excel disponible en línea en:

<https://gc21.giz.de/ibt/var/app/wp342deP/1443/index.php/knowledge/vulnerability-assessment/vulnerability-sourcebook/>

Plan de implementación para la evaluación de la vulnerabilidad						
Conocimiento existente (Módulo 1; Paso 1)						
		Fecha de publicación	Alcance/Sector de estudio	Información clave/Impactos	Vacios de conocimientos	Observaciones
Estudios e información existentes						
	Estudio 1					
	Estudio 2					
	Estudio 3					
	Estudio 4					
	Estudio 5					
	Estudio 6					
	Estudio 7					
	Estudio 8					
	Estudio 9					
	Estudio 10					

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

## Plan de implementación para la EV: recursos y aliados

Hoja de Excel disponible en línea en:

<https://gc21.giz.de/ibt/var/app/wp342deP/1443/index.php/knowledge/vulnerability-assessment/vulnerability-sourcebook/>

Plan de implementación para la evaluación de la vulnerabilidad						
Condiciones y recursos para la implementación (Módulo 1; Paso 1)						
		Financieros	Humanos	Técnicos	Tiempo disponible	
Recursos propios disponibles						
		Necesidades/intereses en la EV	Funciones	Recursos	Tiempo disponible	Posibles conflictos de interés
Aliados	Aliado 1					
	Aliado 2					
	Aliado 3					
	Aliado 4					
	Aliado 5					
	Aliado 6					
	Aliado 7					
Actores principales	Actor principal 1					
	Actor principal 2					
	Actor principal 3					
	Actor principal 4					
	Actor principal 5					
	Actor principal 6					
	Actor principal 7					
	Actor principal 8					

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

## Plan de implementación para la EV: procesos y acontecimientos externos

Hoja de Excel disponible en línea en:

<https://gc21.giz.de/ibt/var/app/wp342deP/1443/index.php/knowledge/vulnerability-assessment/vulnerability-sourcebook/>

Plan de implementación para la evaluación de la vulnerabilidad				
Procesos y acontecimientos externos (Módulo 1; Paso 1)				
		Objetivos principales	Posibles sinergias/ superposiciones	Observaciones
Procesos relacionados en el campo de la adaptación	Plan Nacional de Adaptation			
	Proceso 2			
	Proceso 3			
	Proceso 4			
	Proceso 5			
	Proceso 6			
	Proceso 7			
	Proceso 8			
Acontecimientos externos		Influencia sobre el tema de la EV	Observaciones	
	Acontecimiento externo 1			
	Acontecimiento externo 2			
	Acontecimiento externo 3			
	Acontecimiento externo 4			
	Acontecimiento externo 5			
	Acontecimiento externo 6			
	Acontecimiento externo 7			
	Acontecimiento externo 8			

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

## Plan de implementación para la EV: objetivos y alcance

Hoja de Excel disponible en línea en:

<https://gc21.giz.de/ibt/var/app/wp342deP/1443/index.php/knowledge/vulnerability-assessment/vulnerability-sourcebook/>

Plan de implementación para la evaluación de la vulnerabilidad	
<b>Objetivos y resultados esperados (Módulo 1; Paso 2)</b>	
Objetivos	¿Qué proceso específico(s) será respaldado por la evaluación de la vulnerabilidad?
	¿Cuál es la brecha de información?
	¿Quién es el público objetivo?
Resultados esperados	¿Cómo se presentarán los resultados de la evaluación de la vulnerabilidad?
<b>Alcance de la evaluación de la vulnerabilidad (Módulo 1; Paso 3)</b>	
Alcance temático	Describe el tema específico de su evaluación de la vulnerabilidad:
Impactos/vulnerabilidades previamente identificados	Posiblemente haga referencia a los impactos climáticos potenciales que se abordan en la evaluación de la vulnerabilidad:
Alcance geográfico	Describe el alcance espacial (geográfico) de su evaluación de la vulnerabilidad:
Alcance temporal	Describe el periodo de tiempo de su evaluación de la vulnerabilidad:
Enfoque metodológico	Describe los métodos previstos para la evaluación de la vulnerabilidad:

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

## Plan de implementación para la EV: cronograma y responsabilidades

Hoja de Excel disponible en línea en:

<https://gc21.giz.de/ibt/var/app/wp342deP/1443/index.php/knowledge/vulnerability-assessment/vulnerability-sourcebook/>

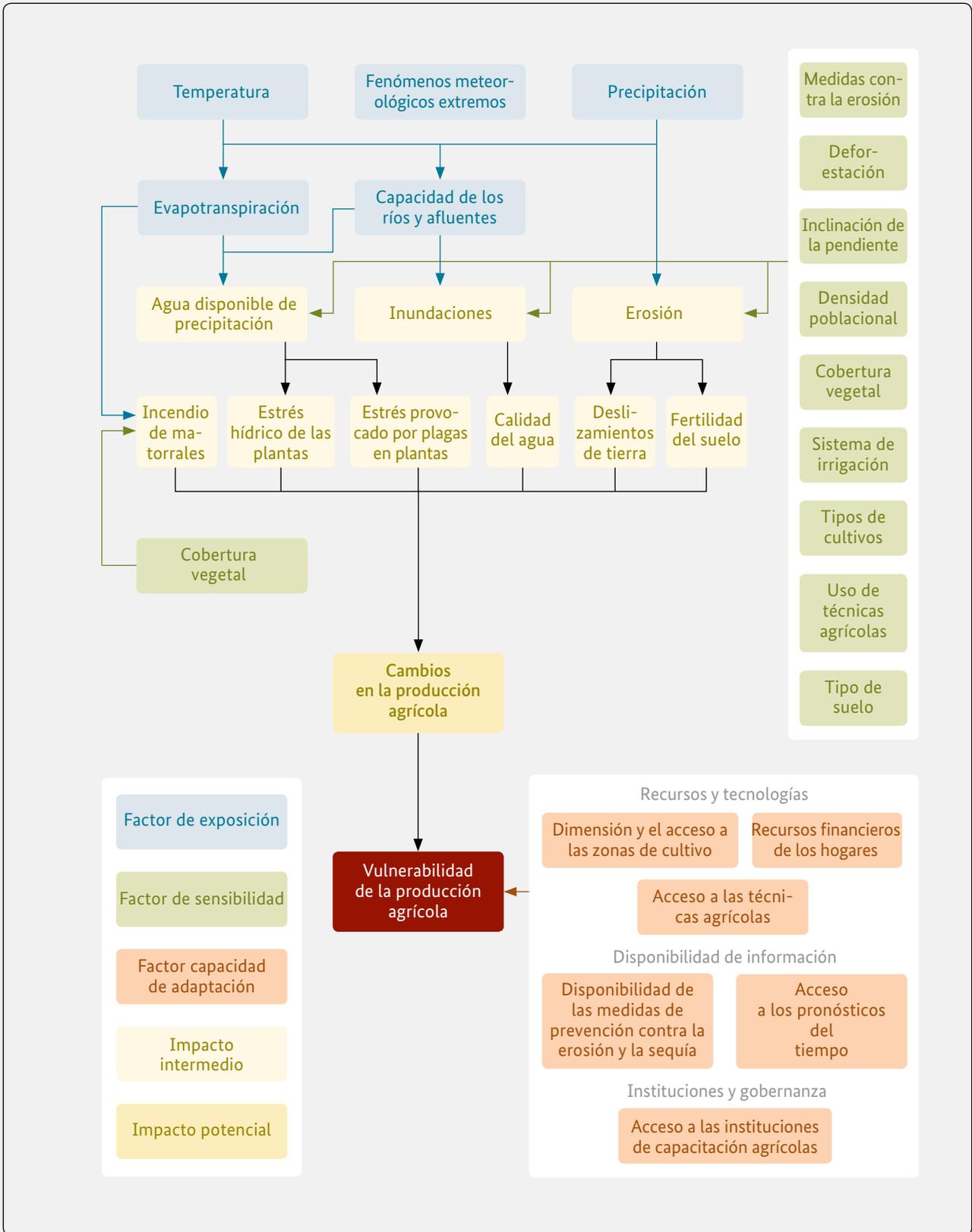
Plan de implementación para la evaluación de la vulnerabilidad														
Plan de actividades & cronograma														
Módulo 1: Preparación de la evaluación de la vulnerabilidad										Cronograma				
	#	Tarea	Estado	Fecha	Responsable	Partes interesadas	Entrada/ Recursos	Salidas		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	...
<b>Paso 1:</b> Entender el contexto de la EV	1.1									■	■	■	■	
<b>Paso 2:</b> Identificar objetivos y resultados	1.2									■	■			
<b>Paso 3:</b> Determinar el alcance de la EV	1.3										■	■		
<b>Paso 4:</b> Preparar el plan de implementación de la EV	1.4													
Módulo 2: Desarrollo de cadenas de impacto										Cronograma				
	#	Tarea	Estado	Fecha	Responsable	Partes interesadas	Entrada/ Recursos	Salidas		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	...
<b>Paso 1:</b> Identificar los impactos potenciales	2.1													
<b>Paso 2:</b> Determinar la exposición	2.2													
<b>Paso 3:</b> Determinar la sensibilidad	2.3													
<b>Paso 4:</b> Determinar la capacidad de adaptación	2.4													
<b>Paso 5:</b> Lluvia de ideas sobre las medidas de adaptación (opcional)	2.5													

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

# 2

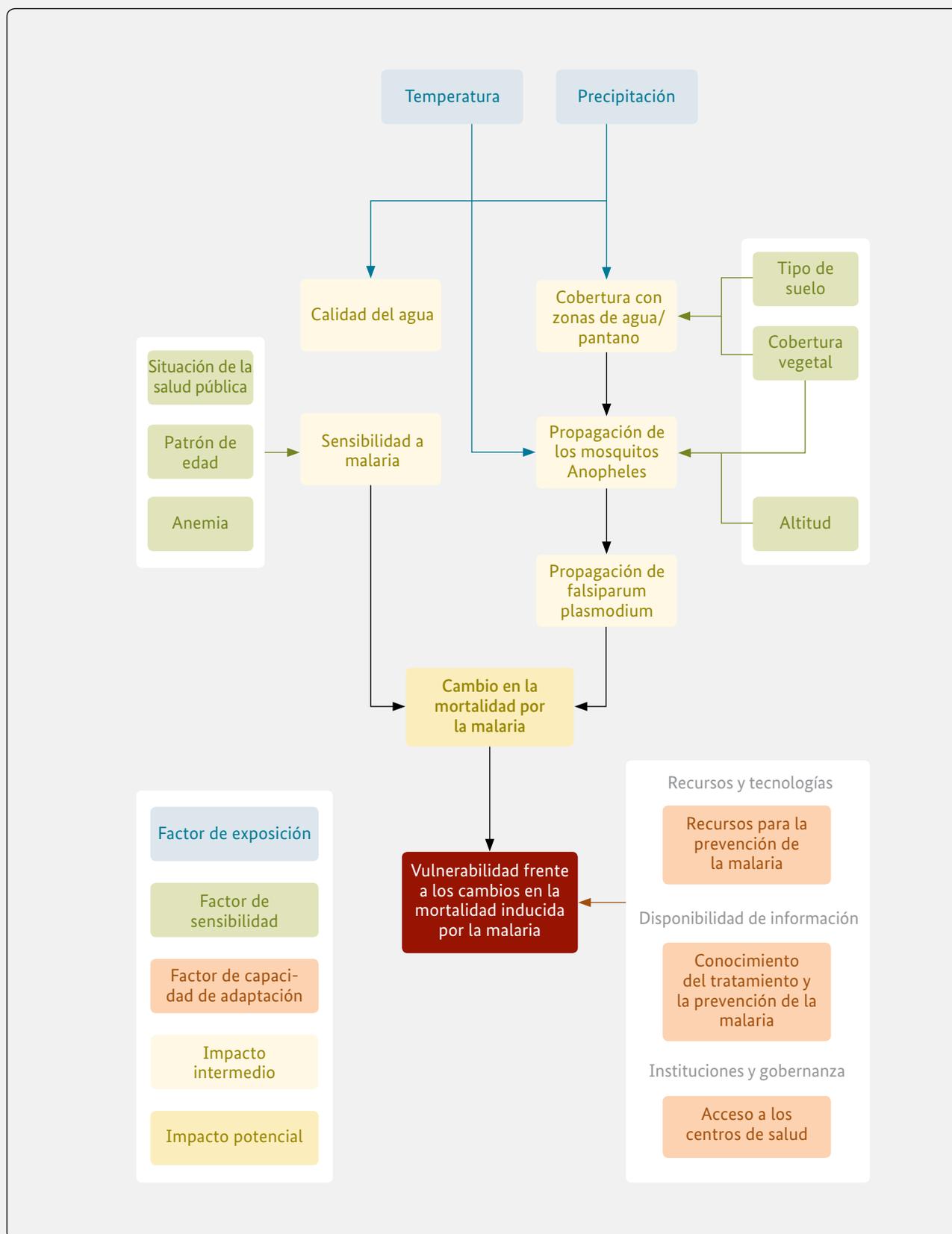
## 2. Muestras de las cadenas de impacto

Muestra de la cadena de impacto para el sector agrícola  
(tal como se utilizó en una evaluación de la vulnerabilidad en Burundi)



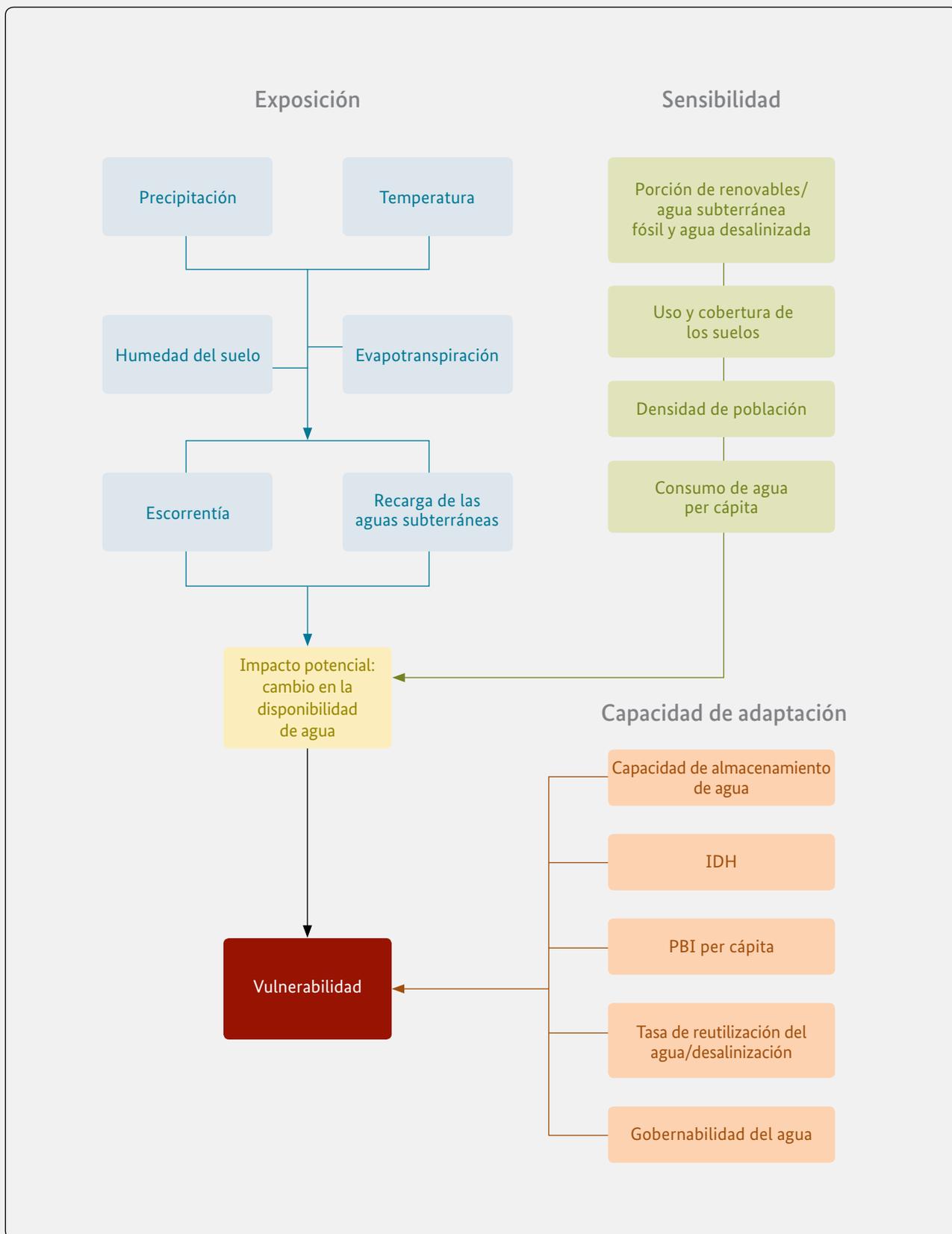
Fuente: adelphi/EURAC 2014.

Muestra de la cadena de impacto para “el cambio en la mortalidad causada por la malaria” (tal como se utilizó en una evaluación de la vulnerabilidad en Burundi)



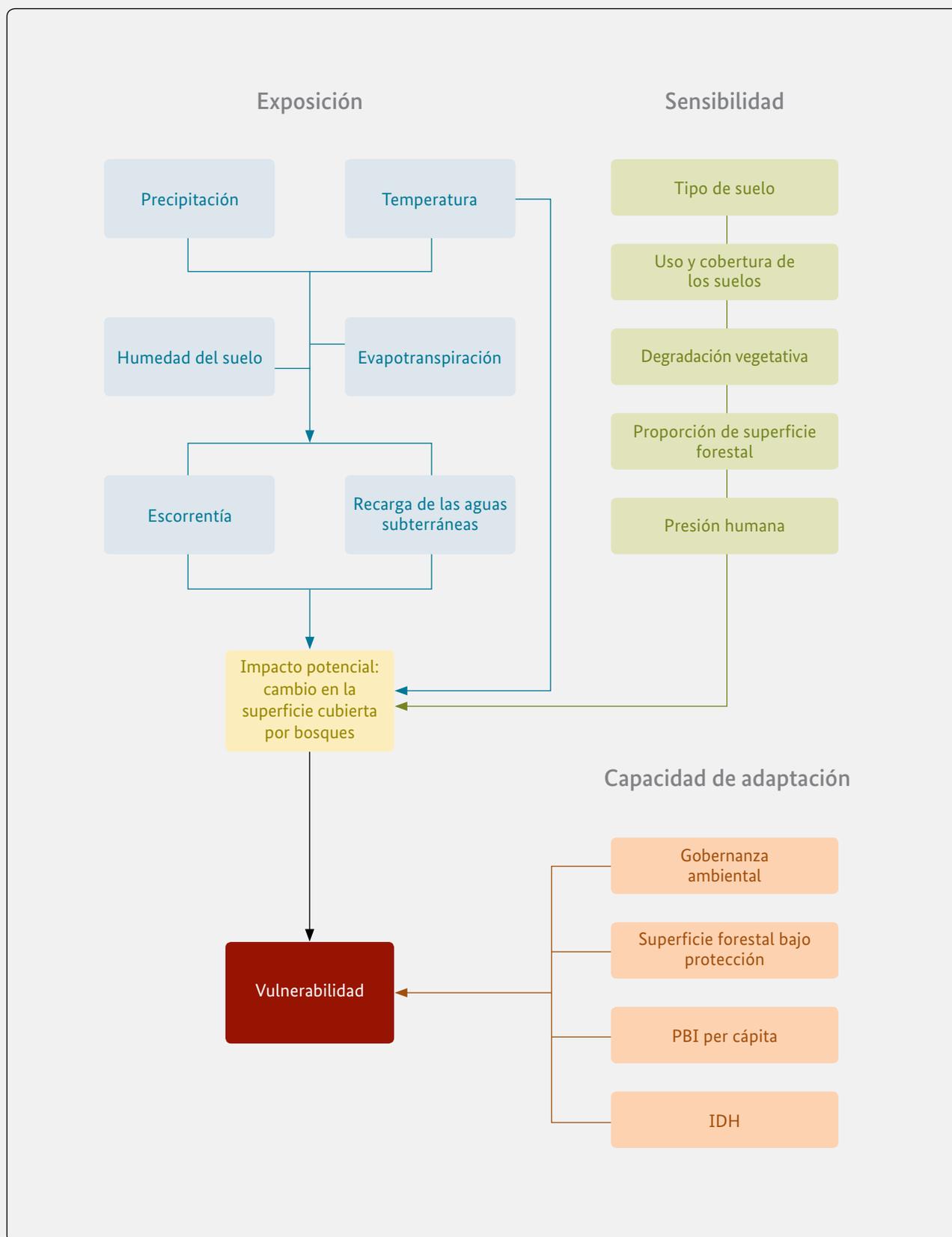
Fuente: adelphi/EURAC 2014.

Muestra de la cadena de impacto de una evaluación de la vulnerabilidad transfronteriza sobre el impacto potencial “cambio en la disponibilidad de agua”



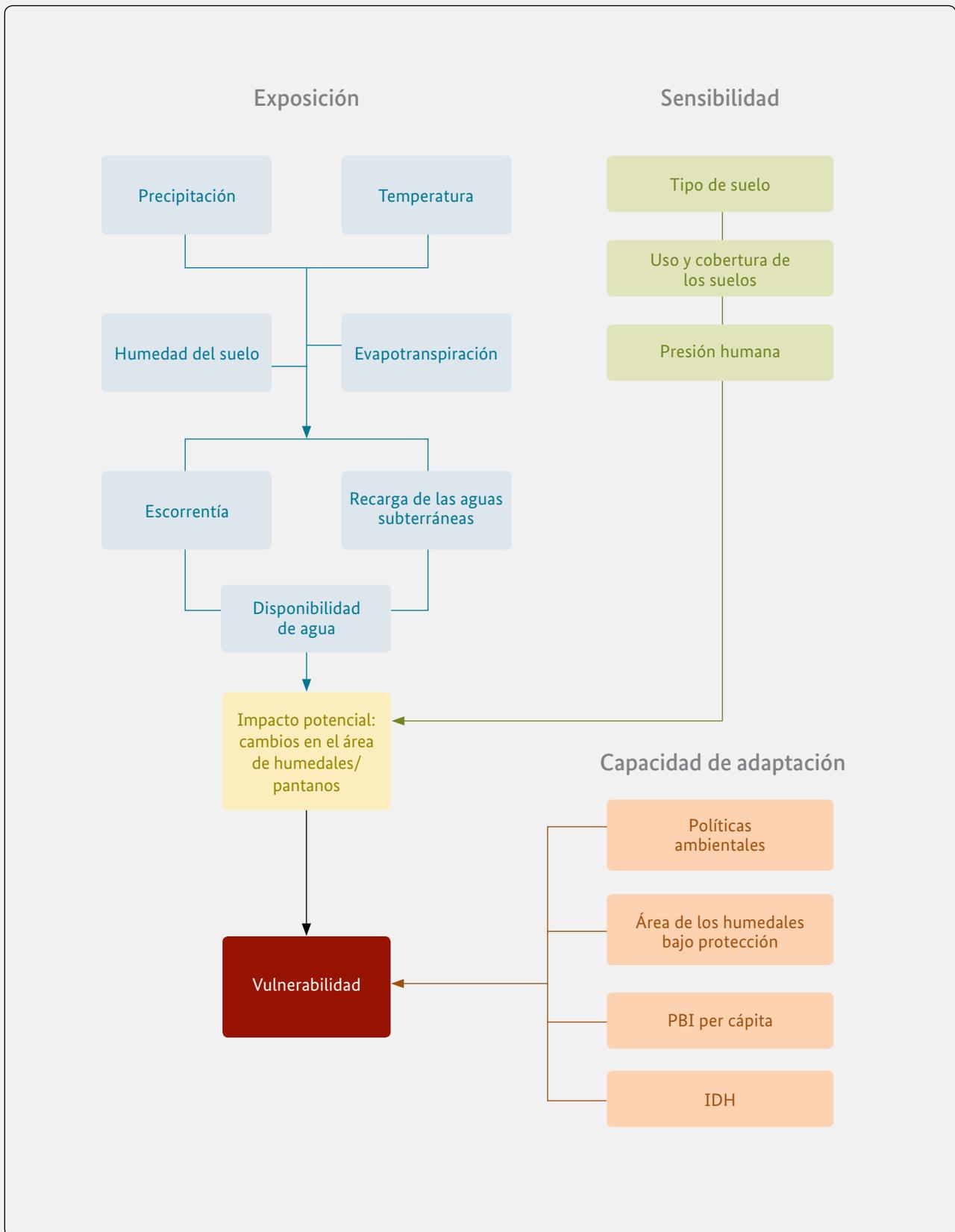
Fuente: adelphi/EURAC 2014.

Muestra de la cadena de impacto de una evaluación de la vulnerabilidad transfronteriza sobre el impacto potencial “cambio en el área cubierta por bosques”



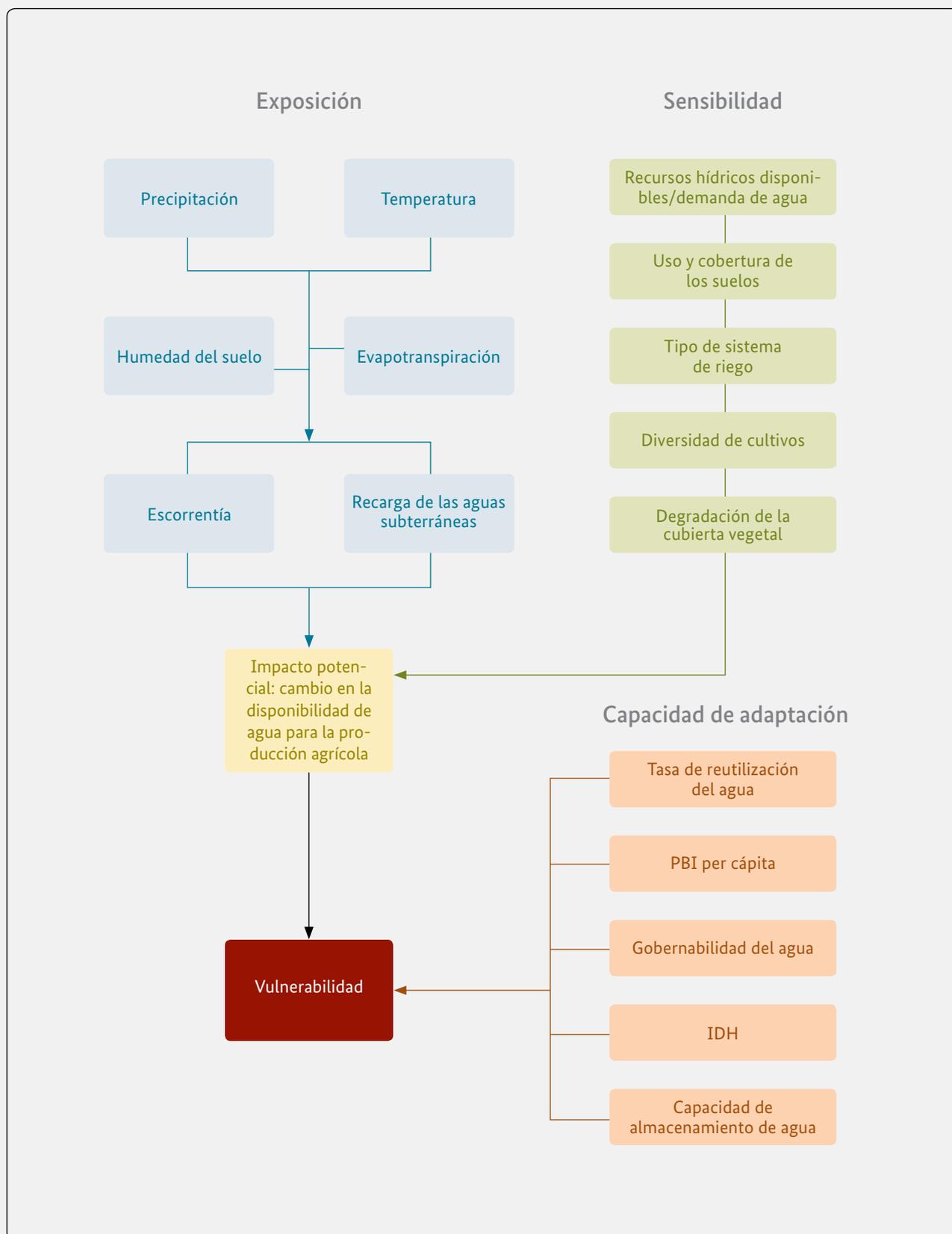
Fuente: adelphi/EURAC 2014.

Muestra de la cadena de impacto de una evaluación de la vulnerabilidad transfronteriza sobre el impacto potencial “cambio en el área cubierta por humedales”



Fuente: adelphi/EURAC 2014.

Muestra de la cadena de impacto de una evaluación de la vulnerabilidad transfronteriza sobre el impacto potencial “cambio de agua disponible para la producción agrícola”



Fuente: adelphi/EURAC 2014.

### 3. Indicadores seleccionados para las evaluaciones de vulnerabilidad

#### Muestra de indicadores para las evaluaciones de vulnerabilidad

Componente de la vulnerabilidad	Categorías de indicadores	Ejemplos de indicadores	Posibles fuentes de datos	Métodos
Exposición	Estímulo climático	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de noches con T (mín) por encima de 25 °C</li> <li>Número de eventos extremos de precipitación</li> <li>Número de días con T (máx) por debajo de 0 °C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oficinas meteorológicas, Modelos de Clima Global (MCGs), Modelos de Clima Regional (MCRs)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis de datos/MCGs, MCRs, análisis de tendencias</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Porcentaje de área inundada (evento cada 100 años)</li> <li>Frecuencia de tormentas (experimentadas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oficina de estadística, base de datos de desastres o pérdidas nacionales</li> <li>Oficinas met.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis de datos/análisis SIG/modelos de riesgo</li> <li>Análisis de datos/encuestas/modelos de riesgo</li> </ul>
Sensibilidad	Características biofísicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Datos de cobertura de suelo</li> <li>Tipo de cultivo</li> <li>Sistema de riego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oficina de estadística/institutos geodésico/organizaciones internacionales</li> <li>Institutos geodésicos/oficinas de estadística</li> <li>Oficina de estadística/expertos/población objetivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teledetección</li> <li>Teledetección/encuesta</li> <li>Encuesta</li> </ul>
	Características socio-económicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Densidad poblacional</li> <li>Número de personas en zonas de inundación de 100 años</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oficina de estadística</li> <li>Oficina de estadística/mapa de riesgo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis SIG</li> <li>Encuesta/análisis SIG</li> </ul>
Impacto	Indicador de pérdida	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de la producción agrícola</li> <li>Daños por inundación potencial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Funciones de valor (por ejemplo, la pérdida de la función)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empírico</li> <li>Sintético</li> </ul>
	Indicador de impacto potencial	<ul style="list-style-type: none"> <li>Impacto potencial de tormenta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indicadores de la EV: exposición y sensibilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Agregación geométrica</li> </ul>
Capacidad de adaptación	Características socio-económicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel de educación</li> <li>Ingresos</li> <li>Coefficiente de GINI</li> <li>Acceso a tecnología eficiente de riego</li> <li>Acceso a los servicios de salud</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oficina de estadística/población objetivo/orga. internacionales</li> <li>Oficina de estadística/población objetivo/orga. internacionales</li> <li>Banco Mundial</li> <li>Literatura/población objetivo</li> <li>Oficina de estadística/población objetivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encuesta/revisión de la literatura</li> <li>Encuesta/revisión de la literatura</li> <li>Análisis de datos/revisión de la literatura</li> <li>Revisión de la literatura/encuesta</li> <li>Análisis SIG/encuesta</li> </ul>
	Indicadores políticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cambio en las políticas de planificación del uso de la tierra</li> <li>Indicador de gobernabilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Literatura/entrevistas a expertos</li> <li>Literatura/entrevistas a expertos/orga. internacionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión de la literatura/cuestionario</li> <li>Revisión de la literatura/cuestionario</li> </ul>

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

## Indicadores de la evaluación de la vulnerabilidad para Alemania

(Por la Red de la Vulnerabilidad [Netzwerk Vulnerabilität])

Para el reporte de avance de la Estrategia de Adaptación de Alemania (DAS por sus siglas en alemán) en 2015 se necesitaba una evaluación estandarizada que cubra todo el país, la que fue puesta en marcha por el Grupo de Trabajo Interministerial sobre la adaptación en 2011. Abarca todos los sectores de la DAS y también investiga relaciones intersectoriales que permitan la comparación de las vulnerabilidades y la identificación de los puntos críticos territoriales y temáticos para la priorización de las necesidades de adaptación. Para iniciar este proceso, se fundó una red de 16 autoridades públicas y organismos diferentes, la llamada “Red de la Vulnerabilidad” (Netzwerk Vulnerabilität), apoyada por un consorcio científico. De manera colaborativa los científicos desarrollan la metodología, recogen los conocimientos disponibles, preparan la evaluación, y trabajan con los científicos responsables de las autoridades respectivas, que los apoyan con sus conocimientos especializados y mediante la adopción de las decisiones normativas enfocan la evaluación a los aspectos más pertinentes.

A continuación, un extracto de los indicadores de sensibilidad y de impacto utilizados para la evaluación alemana:

### Indicadores de sensibilidad por sector

Sector	Indicador
Industria de la construcción	Edificios e infraestructura en las zonas propensas a inundaciones
	Densidad de construcción
	Densidad poblacional
Transporte	Posición de los aeropuertos civiles
	Posición y cantidad de la infraestructura de transporte (carreteras y ferrocarriles) en las zonas propensas a inundaciones
	Posición y cantidad de carreteras, vías férreas y pistas de aterrizaje en las zonas propensas a heladas
Salud humana	Proporción de la población de 60 años o más (que es muy sensible al calor)
	Número de hospitales, médicos y ambulancias por condado
Protección marino costera	Uso de la tierra en la costa
Agua	Posición de presas
	Posición de plantas de tratamiento de aguas residuales
Energía	Posición y la salida de las centrales térmicas
	Proporción de la energía hidráulica
	Posición de las líneas de suministro de energía, gas y oleoductos
Turismo	Posición de la infraestructura turística
	Cantidad de lugares para pernoctar y alojamiento en los condados
	Posición de ciudades balnearios
Industria y comercio	Posición de los parques químicos
	Uso del agua industrial
	Porcentaje de industria y comercio del valor bruto total por condado

Fuentes: adelphi/EURAC 2014, Plan and Risk Consult 2013.

Sector	Indicador
Industria de la construcción	Cambio en los daños potenciales en los edificios y la infraestructura a través de la inundación
	Cambio de clima interior
	Cambio de la isla de calor urbano
Transporte	Cambio en el número de días con formación potencial de hielo en los aviones
	Daños potenciales causados por inundaciones en carreteras y vías férreas
	Daños potenciales causados por heladas carreteras, ferrocarriles y aeropuertos
Salud humana	Cambio en el número de días con potencial de estrés térmico para seres humanos
	Cambio en el número de días con tiempo causando dificultades respiratorias
	Cambio en el número de consultas médicas por condado
Protección marino costera	Cambio de cargas de construcción través del aumento de los niveles del mar
	Daños potenciales en costas debido al aumento de los niveles del mar
Pesquería	Cambio en la variedad de especies de peces
	Cambio del crecimiento, la reproducción y la mortalidad de los peces
	Cambios en las condiciones de pesca debido a eventos climáticos extremos
Agua	Cambio de caudales
	Cambio en el número y la amplitud de las inundaciones
	Calidad y disponibilidad de agua superficial
Energía	Cambio de la demanda de energía de calefacción/refrigeración
	Cambios en la capacidad de energía hidroeléctrica regional
	Cambio de la disponibilidad de agua de refrigeración de las centrales térmicas
	Daños potenciales en las líneas de suministro de energía, gas y oleoductos
Sector de banca y seguros	Importe de las pérdidas aseguradas debido a la tormenta y el granizo
	Cambio de los requisitos para el seguro y las primas
	Cambio de las decisiones relativas a las inversiones y créditos
Turismo	Cambio en el número de días de baño
	Daños potenciales en infraestructura turística debido a la tormenta
	Cambios en el número de días con temperaturas extremas en las ciudades balnearios
Industria y comercio	Inundaciones potenciales de los parques químicos
	Daños potenciales en la infraestructura de transporte de larga distancia debido a la tormenta
	Cambios en la disponibilidad de agua para la producción industrial
Biodiversidad	Distribución potencial de las especies invasoras
	Cambios en las áreas de los ecosistemas
	Cambios en los servicios ecosistémicos
Suelo	Cambios en el equilibrio de agua
	Cambios en la erosión y la deflación del suelo
	Cambios en las funciones del suelo
Silvicultura	Cambio en el número de días con el riesgo de incendios forestales
	Cambios en el calor y en el estrés hídrico
	Cambios en la producción de madera
Agricultura	Cambio de fase de crecimiento de las plantas
	Cambio de rendimiento
	Pérdidas potenciales debidas a fenómenos meteorológicos extremos

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

## 4. Ejemplos de indicadores de la capacidad de adaptación

Indicador	Descripción	Método/Fuente de datos
PBI per cápita (US\$/PPC)	La medición de la actividad económica/riqueza global económica total de un país. Indica la capacidad de financiar y sostener proyectos de adaptación.	Datos nacionales, Banco Mundial – indicadores del desarrollo mundial (WDI)
Coefficiente de GINI	La medición de la distribución de ingresos (desigualdad) de un país y la indicación de las asimetrías de distribución de la carga financiera y divisiones sociales.	Datos nacionales, Banco Mundial (WDI)
Índice de facilidad de hacer negocios ( <i>Ease of doing business index</i> )	Evaluación de las regulaciones económicas y los derechos de propiedad en un país y un ranking de los 189 estados. Indica el potencial de viabilidad económica y el potencial de desarrollo.	Datos nacionales, <a href="http://www.doingbusiness.org">www.doingbusiness.org</a>
Índice del volumen de las importaciones agrícolas	Índices de cantidad para las importaciones agrícolas y los productos alimenticios. Conduce a supuestos sobre la dependencia alimentaria y la vulnerabilidad frente a los precios del mercado mundial y la vulnerabilidad en casos de fenómenos meteorológicos extremos.	Datos nacionales, División de estadística de la FAO
Sectores de empleo por hogar, según el número relativo de los diferentes sectores de trabajo por hogar	Refleja la capacidad de los hogares para reaccionar a los cambios en su situación de ingresos. Además, ciertas industrias son, por naturaleza, más seguras y tienen más probabilidades de proporcionar una mejor organización social.	Encuesta a nivel de hogares
Suscripciones de celulares (por cada 100 personas)	El acceso a las redes de telefonía móvil celular sirve como proxy para el acceso a una infraestructura de servicios e información.	Datos nacionales y locales, el Banco Mundial (WDI) y el proveedor móvil local
Mejora de la fuente de agua (% de la población rural con acceso)	Porcentaje de la población rural con acceso a mejores fuentes de agua potable (tuberías, grifos públicos, manantiales protegidos, colección de agua de lluvia) evitando infecciones.	Banco Mundial (WDI)
Mejora de las instalaciones sanitarias (% de la población con acceso)	Porcentaje de la población rural con acceso a saneamiento mejorado (descarga de agua/con sifón, letrina, inodoro de compostaje) que indica la resistencia a las enfermedades.	Banco Mundial (WDI)
Acceso a la electricidad (% de la población)	Porcentaje de la población con acceso a la electricidad. El acceso a la electricidad es una necesidad básica para diversas actividades relacionadas con los esfuerzos de adaptación.	Banco Mundial (WDI)
Camas de hospital (por cada 1 000 personas)	Camas de hospital disponibles en los hospitales públicos, privados, generales o especializados sirven como sustituto de preparación contra las enfermedades y el acceso general a la atención curativa y preventiva.	Organización Mundial de la Salud (Repositorio de datos del Observatorio Mundial de la Salud), estadísticas nacionales
Valor perdido por cortes de electricidad (% de las ventas)	El valor perdido por cortes de electricidad es el porcentaje de las ventas perdidas por cortes de energía y sirve como un indicador de la vulnerabilidad de la red eléctrica y el potencial económico.	Banco Mundial (WDI), estadísticas nacionales
Tiempo promedio al mercado más cercano (minutos)	Tiempo promedio que tardan los hogares para llegar al mercado más cercano.	Datos locales, pregunta de la encuesta “¿Cuánto tiempo le toma llegar al mercado más cercano?”
Tiempo promedio al establecimiento de salud más cercano (minutos)	Tiempo promedio que tardan los hogares para llegar al centro de salud más cercano.	Datos locales, pregunta de la encuesta “¿Cuánto tiempo le toma llegar al establecimiento de salud más cercano?”
Índice de voz y responsabilidad	Parte de los “indicadores mundiales de buen gobierno” del Banco Mundial. Captura percepciones sobre los derechos básicos de libertad y participación.	Datos nacionales, Banco Mundial (WDI)

continúa en la siguiente página

Indicador	Descripción	Método/Fuente de datos
Índice de la sociedad civil	Evalúa la salud y la vitalidad de las sociedades civiles nacionales en un enfoque de 4 dimensiones (estructura, espacio/medio ambiente, valores, impacto) midiendo la cultura cívica política y la cultura política en general.	Datos nacionales, el índice de CIVICUS
Número de cooperativas locales/organizaciones sociales por cada 1 000 habitantes	Los hogares dependen de una red social que a menudo actúa como un sustituto de seguros, ahorros o como un sustento seguro durante la interrupción en caso de emergencia. Las organizaciones sociales actúan como un proxy para el nivel de la organización social y el potencial de proporcionar ayuda material o no material durante la recuperación.	Datos locales, bases de datos de proyectos de las instituciones que se ocupan del apoyo cívico, encuesta
Fracción de aldeas con actividad de las ONG	Las ONG se consideran parte de las organizaciones de la sociedad civil y sirven como un proxy para el medio ambiente participativo y el grado en que los distintos grupos de personas son capaces de dar forma a las prioridades del gobierno (local).	Datos locales, bases de datos de proyectos de las instituciones que se ocupan del apoyo cívico, encuesta
Los disturbios y conflictos, según la fracción de pueblos con al menos un motín	Medir la capacidad de una sociedad para resolver sus conflictos internos y sin presión externa (política, administrativa, militar). La resolución de conflictos internos es una razón principal de fuertes lazos sociales dentro de las comunidades y facilita otras formas de apoyo.	Datos locales, encuesta, CAST ( <i>Conflict Assessment Framework - Marco de evaluación de conflictos</i> ) del Fondo para la paz
Gasto en salud, total (% del PIB)	La suma de los gastos de salud pública y privada en relación con el PIB empleado como un proxy para el compromiso en el interés público en general.	Datos nacionales, el Banco Mundial (WDI), estadísticas nacionales
Deuda del gobierno central, total (% del PIB)	Todas las obligaciones y responsabilidades del gobierno a otros, que sirven como un indicador de libertad fiscal del país dado.	Datos nacionales, el Banco Mundial (WDI), estadísticas nacionales
Personas internas desplazadas (número, baja estimación)	Las personas que tienen que abandonar sus hogares y no han cruzado fronteras. Se utiliza como un indicador de los conflictos internos y las cargas administrativas.	Datos nacionales, Banco Mundial (WDI)
Tasa de dependencia	Proporción de población que no trabaja vs la que trabaja (< 15 años y > 65 años vs. 15 a 65 años), midiendo la carga económica de la política social, la atención, así como redes intrapersonales.	Datos nacionales, datos locales, pregunta de la encuesta "Por favor escriba la edad y el sexo de cada persona que duerme y come en esta casa."
Los usuarios de internet (por cada 100 personas)	El acceso a la WorldWideWeb sirve como un indicador para un acceso general a las redes de información.	Datos nacionales, Banco Mundial (WDI)
El gasto público en educación, total (% del PBI)	El gasto público total (corriente y de capital) en educación, expresado como porcentaje del Producto Bruto Interno (PBI) en un año determinado. Indica compromiso con la educación en general.	Datos nacionales, Banco Mundial (WDI)
Número de agricultores capacitados en técnicas mejoradas de riego	El número de agricultores capacitados en técnicas mejoradas de riego es un indicador de la disposición general y el mantenimiento de sistemas de riego mejorados. Sirve además como un proxy para la difusión de conocimientos y la sensibilización acerca de las técnicas y los problemas de riego.	Datos locales, bases de datos de proyectos de las instituciones que se ocupan de los problemas del agua, encuesta
% del ingreso disponible para la inversión en nuevos tipos de cultivos	Indicador de la capacidad para sembrar cultivos más resistentes. Invertir en nuevos tipos de cultivos es una habilidad importante para hacer frente a los cambios ambientales.	Datos locales, bases de datos de proyectos de las instituciones que se ocupan de los cultivos/temas agrarios, encuesta
Número de cooperaciones locales del agua	Un proxy para medir la capacidad institucional para mejorar la distribución del agua.	Datos locales, bases de datos de proyectos de las instituciones que se ocupan de los problemas del agua, encuesta
Número de hogares que practican métodos mejorados de gestión de la tierra, tales como la mejora de la labranza o las medidas contra la erosión	Un proxy para medir la capacidad de mejorar la gestión del suelo.	Datos locales, bases de datos de proyectos de las instituciones que se ocupan de suelo/temas agrarios, encuesta

continúa en la siguiente página

Indicador	Descripción	Método/Fuente de datos
Tasa de alfabetización de adultos, de ambos sexos (% de 15 años y más)	Porcentaje de la población de 15 años o mayores que pueden, con entendimiento, leer y escribir. Necesario para acceder a los canales de información de base y redes.	Informes de desarrollo humano del PNUD
Relación alumno-profesor, educación primaria	El número de alumnos matriculados en la escuela primaria dividido por el número de maestros de escuelas primarias. Dotación de las escuelas es un indicador principal de la escuela y educación.	Datos nacionales, datos locales, el Banco Mundial (WDI), estadísticas nacionales
Los gastos de investigación y desarrollo (I&D) (% del PBI)	Los gastos de investigación y desarrollo en relación con el PBI que mide el potencial de innovación en general y posibles capacidades de adaptación tecnológicas.	Datos nacionales, Banco Mundial (WDI)

Fuentes: adelphi/EURAC 2014, Plan and Risk Consult 2013.

# 5

## 5. Ejemplos de indicadores sensibles al género

Indicador	Unidad	Descripción
Tasa de alfabetización: femenina	%	Porcentaje de mujeres capaces de leer y comprender textos.
Índice de Desigualdad de Género (IDG), 2012		Índice compuesto que mide la desigualdad de género a lo largo de tres dimensiones: salud reproductiva, empoderamiento y participación en el mercado laboral, ocupando todos los estados-naciones participantes. Pueden obtenerse a través del PNUD Índices de Desarrollo Humano.
Índice de Desarrollo Relacionado al Género (IDRG)		Índice compuesto que mide las brechas de género en la esperanza de vida, la educación y los ingresos. Pueden obtenerse a través del PNUD Índices de Desarrollo Humano.
Tasa de escolarización bruta - primaria + secundaria: femenina	%	Total de mujeres matriculadas en la enseñanza primaria + secundaria como porcentaje de la población femenina en edad de educación oficial. Los datos se pueden obtener por el Banco Mundial (WDI), la ONU y las estadísticas nacionales.
Relación entre el número de niñas y niños en la educación primaria y secundaria	%	Porcentaje de niñas vs niños matriculados en la enseñanza primaria y secundaria en escuelas públicas y privadas. Se pueden obtener los datos por el Banco Mundial (WDI)
Relación entre el número de mujeres y hombres en la educación superior	%	Porcentaje de hombres vs mujeres matriculados en la enseñanza superior en las escuelas públicas y privadas. Se pueden obtener los datos por el Banco Mundial (WDI)
Progresión de las mujeres a la escuela secundaria	%	Proporción de alumnas matriculadas en el último grado de la educación primaria progresando a la secundaria. Se pueden obtener los datos por el Banco Mundial (WDI).

continúa en la siguiente página

Indicador	Unit	Descripción
Mortalidad infantil	Total por 1 000 nacidos vivos	La alta mortalidad infantil tiene un impacto negativo en los ingresos del hogar, con efectos desproporcionados, en particular, sobre las mujeres (en comparación con los hombres). Los datos se pueden obtener a través de la base de datos de mortalidad de la Organización Mundial de la Salud (OMS).
Tasa de mortalidad materna	%	La tasa de mortalidad materna representa el riesgo asociado con cada embarazo debido a la atención médica insuficiente y/o información y priorización de género. Como tal, la exposición es un riesgo exclusivamente para las mujeres. Los datos se pueden obtener a través de la OMS.
Porcentaje de hogares encabezados por mujeres	%	Hogares encabezados por mujeres están sujetos a varios inconvenientes (mayor dependencia, menos activos y menos acceso a los recursos, una mayor historia de la ruptura, menos ingresos, diversificación y movilidad). Porcentaje de hogares en los que el adulto principal es femenino. Si un hombre, cabeza de familia, está lejos del hogar > 6 meses al año la mujer se cuenta como el jefe de la familia. Los datos se pueden obtener por encuesta o cuestionario.
Porcentaje de hogares con miembros de la familia con enfermedad crónica	%	Las enfermedades crónicas son un riesgo importante para la pobreza, por lo que las mujeres son muy vulnerables tanto como personas afectadas o en el cuidado de la familia. Porcentaje de hogares que reportan al menos 1 miembro de la familia con enfermedad crónica. La enfermedad crónica se define subjetivamente por encuestado. Los datos pueden obtenerse mediante una encuesta.
Porcentaje de hogares con trabajo familiar en una comunidad diferente	%	La migración del trabajo es una fuente importante de diversificación de los ingresos. Debido a una menor movilidad las mujeres tienen que hacer deberes adicionales. Porcentaje de hogares que reportan al menos 1 miembro de la familia que trabaja fuera de la comunidad por su actividad laboral principal. Los datos pueden obtenerse mediante una encuesta.
Porcentaje de hogares con huérfanos	%	Los huérfanos y su crianza imponen obligaciones y recursos adicionales a sus respectivos hogares. Porcentaje de hogares que tienen al menos 1 huérfano que vive en su casa. Los huérfanos son niños < 18 años de edad que han perdido a uno o ambos padres. Los datos pueden obtenerse mediante una encuesta.
Organizaciones cívicas y asociaciones activas en la zona (opc.: preocupadas por las cuestiones de género)	Número absoluto/ %	El número de asociaciones sirve como una aproximación a la capacidad de expresar opiniones y conceptos y de participar en la toma de decisiones y el establecimiento de la agenda en la esfera pública. Posible extensión podría ser el número de asociaciones dedicados a temas femeninos/género. Los datos se pueden obtener por encuesta o cuestionario.
Participación de los títulos de propiedad emitidos en poder de las mujeres	ha/ acres/ %	La medición de la proporción de títulos de propiedad emitidos que están en manos de mujeres. En algunos países o casos, es más difícil para las mujeres obtener o heredar los títulos de propiedad. Los datos pueden obtenerse mediante encuestas o estadísticas nacionales.
Proporción de mujeres entre los empleados remunerados en el sector no agrícola	%	La participación de las mujeres trabajadoras en el empleo asalariado en el sector no agrícola (industria y servicios), expresado como porcentaje del empleo total de los salarios en ese mismo sector. El empleo asalariado ha sido a menudo dominio exclusivo de los hombres en los países menos desarrollados, excepto en la agricultura. Los datos se pueden obtener por el Banco Mundial (WDI) y la FAO.
Participación de la fuerza laboral total de la mujer	%	La fuerza de trabajo femenina como porcentaje del total. Muestra el grado en que las mujeres son activas en la fuerza laboral. A la luz de la participación de las mujeres en el sector informal y el trabajo doméstico, la proporción de la fuerza de trabajo se utiliza como sustituto de la participación general en la vida social y puntos de entrada en la esfera pública. Los datos se pueden obtener por el Banco Mundial (WDI), la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y las estadísticas nacionales.

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

## 6. Ficha técnica de los indicadores

### Plantilla de las fichas técnicas de los indicadores

FICHA TÉCNICA: Número de ficha técnica (ejemplo: IMP #1)

Hoja de Excel disponible en línea en: <https://gc21.giz.de/ibt/var/app/wp342deP/1443/index.php/knowledge/vulnerability-assessment/vulnerability-sourcebook/>

Indicador	
Indicador:	Nombre del indicador <i>Agua disponible de la precipitación.</i>
Componente de vulnerabilidad:	¿Qué componente de vulnerabilidad se describe por el indicador? <i>Impacto.</i>
Descripción (posición en la cadena de impacto):	Descripción adicional del indicador <i>Indicador calculado del impacto para “agua disponible de la precipitación”. Resultado de: “el agua disponible de riego” y “suministro de agua para los cultivos”.</i>
Comentarios adicionales:	
Datos	
Fuentes de datos:	¿Quién proporciona los datos? <i>Universidad de La Paz, el Departamento de Agricultura.</i>
Disponibilidad y costos:	¿Cuáles son las condiciones para la obtención de los datos? <i>Solicitud oficial por el Ministerio de Agricultura; sin costos.</i>
Tipo de datos:	¿En qué formato están disponibles los datos? <i>Geo-datos (archivo de shape).</i>
Nivel espacial:	Cobertura y la escala de los datos <i>Cobertura nacional, 1 valor por distrito.</i>
Escala de estadística:	¿En qué escala estadística están los datos? <i>Métrica.</i>
Unidad de medida:	¿En qué unidad se proporcionan los datos? <i>Escorrentía en m<sup>3</sup>/seg.</i>
Método de cálculo:	¿Qué método se ha aplicado para el cálculo? <i>Modelo semi-físico basado en la metodología de Mello 2008.</i>
Indicadores de entrada necesarios:	¿Se necesitan subindicadores? ¿Cuáles? <i>Para la situación actual: no. Para 2050: volver a ejecutar el modelo necesario con nuevos valores de entrada para la precipitación y la evapotranspiración diaria.</i>
Tiempo de referencia y la frecuencia de medición:	¿Para qué año(s) están disponibles los datos? <i>1990-2010, annual.</i>
Tendencia esperada sin adaptación:	Tendencia de los efectos del cambio climático <i>Disminución.</i>
Las clases y los umbrales:	¿Qué clases o umbrales se proponen o determinan? ¿Esta es una clasificación comúnmente utilizada? <i>Umbrales propuestos: más de 100 mm; 100 a 0 mm; 0 a -100 mm; menos que -100 mm.</i>
Clasificación:	¿Qué escala o clases se deben utilizar para la evaluación? <i>Escala de 0 a 1 (usando 200 mm precipitación como de punto cero).</i>
Comentarios adicionales:	

Fuentes: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Minerales 2012, Plan and Risk Consult 2013.

## Muestra de las fichas técnicas de los indicadores

Utilizadas en una evaluación de la vulnerabilidad en Pakistán (ver Anexo 10)

Línea de pobreza

Indicador	
Indicador:	Nombre del indicador <i>Línea de pobreza.</i>
Componente de vulnerabilidad:	¿Qué componente de vulnerabilidad se describe por el indicador? <i>Capacidad de adaptación.</i>
Descripción (posición en la cadena de impacto):	Descripción adicional del indicador <i>La pobreza está aumentando en Pakistán. Impacto en las opciones de seguridad alimentaria y medios de vida.</i>
Comentarios adicionales:	<i>La pobreza aumentó de 23% en 2008 al 37.4% en 2011. El nivel de vida se ha reducido debido a un menor gasto en el sector social. Aumento de la inflación, los precios y la escasez de productos básicos han cargado aún más a millones de personas y les empuja por debajo de la línea de la pobreza.</i>
Datos	
Fuentes de datos:	¿Quién proporciona los datos? <i>1. Ministerio de Hacienda. 2. Comisión de Planificación de Pakistán. 3. División de Asuntos Económicos. 4. Instituto Pakistaní de Economía del Desarrollo (PIDE). 5. Informe Económico PFM, el Banco Mundial (2005).</i>
Disponibilidad y costos:	¿Cuáles son las condiciones para la obtención de los datos? <i>Solicitud por escrito. Coste normal de la copia del informe.</i>
Tipo de datos:	¿En qué formato están disponibles los datos? <i>Informes, tablas, gráficos.</i>
Nivel especial:	Cobertura y escala de los datos <i>Nacional, provincial.</i>
Escala estadística:	¿En qué escala estadística están los datos? <i>Métrica.</i>
Unidad de medida:	¿En qué unidad se proporcionan los datos? <i>% de la población.</i>
Método de cálculo:	¿Qué método se ha aplicado para el cálculo? <i>Estudio económico.</i>
Indicadores de entrada necesarios:	¿Se necesitan subindicadores? ¿Cuáles? <i>No aplicable.</i>
Tiempo de referencia y la frecuencia de medición:	¿Para qué año(s) están disponibles los datos? <i>2011. No se han hecho públicos los datos durante los últimos tres años.</i>
Tendencia esperada sin adaptación:	Tendencia de los efectos del cambio climático <i>Más personas empujadas hacia abajo por debajo del umbral de la pobreza.</i>
Clases y umbrales:	¿Qué clases o umbrales se proponen o determinan? ¿Esta es una clasificación comúnmente utilizada? <i>Sobre la base del salario mínimo mensual actual del gobierno de Rs 10 000 para una familia de 8 personas, lo que viene a ser RS 40 dólares por día.</i>
Clasificación:	¿Qué escala o clases se deben utilizar para la evaluación?
Comentarios adicionales:	<i>No existe una definición coherente para "línea de pobreza" en Pakistán y no hay datos auténticos y directos disponibles.</i>

Fuente: ADMC y adelphi/EURAC 2014.

## Acceso a los servicios de salud

Indicador	
Indicador:	Nombre del indicador <i>Acceso a los servicios de salud.</i>
Componente de vulnerabilidad:	¿Qué componente de vulnerabilidad se describe por el indicador? <i>Capacidad de adaptación.</i>
Description (posición en la cadena de impacto):	Descripción adicional del indicador <i>El acceso a los servicios de salud depende del número de centros de servicios de salud, el costo de la medicina, servicios conexos y la asequibilidad, que a su vez depende de la situación económica.</i>
Comentarios adicionales:	<i>Los centros de salud del gobierno están disponibles en todos los distritos de la provincia. El número similar de centros privados de servicios de salud ha aumentado, pero la calidad del servicio ha disminuido, como resultado de la cual una persona tiene que pagar las visitas una y otra vez. Además el costo y la calidad de los laboratorios y medicamentos también es cuestionable, generando una carga adicional a millones de personas y empujándolas por debajo de la línea de la pobreza.</i>
Datos	
Fuentes de datos:	¿Quién proporciona los datos? <i>1. Departamento provincial de salud. 2. Encuesta de la medición del nivel de vida y social de Pakistán. 3. Oficina provincial de estadísticas.</i>
Disponibilidad y costos:	¿Cuáles son las condiciones para la obtención de los datos? <i>Solicitud por escrito. Coste normal del informe.</i>
Tipo de datos:	¿En qué formato están los datos disponibles? <i>Informes, tablas.</i>
Nivel espacial:	Cobertura y escala de los datos <i>Nacional, provincial, local.</i>
Escala de estadística:	¿En qué escala estadística están los datos? <i>Métrica.</i>
Unidad de medida:	¿En qué unidad se proporcionan los datos? <i>% de personas que tienen acceso/no tienen acceso.</i>
Método de cálculo:	¿Qué método se ha aplicado para el cálculo? <i>Encuesta y los informes de desarrollo de infraestructura del sector público.</i>
Indicadores de entrada necesarios:	¿Se necesitan subindicadores? ¿Cuáles? <i>No aplicables.</i>
Tiempo de referencia y la frecuencia de medición:	¿Para qué año(s) están disponibles los datos? <i>Informe de revisión anual (2012-13). Monitoreo anual y reporte de evaluación (2011-12).</i>
Tendencia esperada sin adaptación:	Tendencia de los efectos del cambio climático <i>El acceso a los servicios de salud se verá seriamente afectado. Aumento de diversos tipos de enfermedades y crecimiento de la población provocará disminución en el acceso a los servicios de salud.</i>
Clases y umbrales:	¿Qué clases o umbrales se proponen o determinan? ¿Esta es una clasificación comúnmente utilizada? <i>% de personas cubiertas por la instalación. Control de las enfermedades contagiosas/infecciosas.</i>
Clasificación:	¿Qué escala o clases se deben utilizar para la evaluación?
Comentarios adicionales:	<i>Hay toda una gama de servicios de salud que van de alopática a indígena y todos tienen sus clientes en gran número.</i>

Fuente: ADMC y adelphi/EURAC 2014.

## Descarga de los ríos

Indicador	
Indicador:	Nombre del indicador <i>Descarga de los ríos.</i>
Componente de vulnerabilidad:	¿Qué componente de vulnerabilidad se describe por el indicador? <i>Impacto.</i>
Descripción (posición en la cadena de impacto):	Descripción adicional del indicador <i>La descarga de los ríos principales en desembocaduras dadas (de salida), en respuesta a las lluvias/nieve registrada en los observatorios a través de las cuencas (entrada) son pronosticadas por WAPDA a través del modelo estocástico por décadas de observación para gestionar/regular el agua para el riego y la inundación menguante.</i>
Comentarios adicionales:	
Datos	
Fuentes de datos:	¿Quién proporciona los datos? <i>WAPDA.</i>
Disponibilidad y costos:	¿Cuáles son las condiciones para la obtención de los datos? <i>Se debe hacer una solicitud oficial al WAPDA; sin costes.</i>
Tipo de datos:	¿En qué formato están los datos disponibles? <i>Hojas digitales.</i>
Nivel espacial:	Cobertura y la escala de los datos <i>Cobertura nacional (valores por mayor captación).</i>
Escala de estadística:	¿En qué escala estadística están los datos? <i>Métrica.</i>
Unidad de medida:	¿En qué unidad se proporcionan los datos? <i>Escorrentía en m<sup>3</sup>/seg.</i>
Método de cálculo:	¿Qué método se ha aplicado para el cálculo? <i>La serie de datos de lluvia-caudal registrada en las últimas décadas se correlacionan estadísticamente hacia el desarrollo de las relaciones de insumo-producto.</i>
Indicadores de entrada necesarios:	¿Se necesitan subindicadores? ¿Cuáles? <i>Para la situación actual: no.</i> <i>Para 2050 y 2100: re-ejecutar el modelo necesario con las nuevas variables de entrada de precipitación diaria y la evapotranspiración.</i>
Tiempo de referencia y la frecuencia de medición:	¿Para qué año(s) están disponibles los datos? <i>Actualizado una vez por década.</i>
Tendencia esperada sin adaptación:	Tendencia de los efectos del cambio climático <i>Variación estacional. Más agua en los primeros años puede caer después del retroceso de los glaciares.</i>
Clases y umbrales:	¿Qué clases o umbrales se proponen o determinan? ¿Esta es una clasificación comúnmente utilizada?
Clasificación:	¿Qué escala o clases se deben utilizar para la evaluación?
Comentarios adicionales:	

Fuente: ADMC y adelphi/EURAC 2014.

## 7. Ejemplos para la evaluación de los indicadores

Durante un taller en Bujumbura/Burundi con 10 expertos locales de diversas disciplinas, los valores de varios indicadores fueron asignados a cinco clases diferentes que representaban un rango de situaciones muy negativas a muy positivas. Esta clasificación fue apoyada por:

1. Un mapa de la visualización de la distribución de datos a través del país;
2. Una pregunta precisa que aseguró que los expertos evaluaran los indicadores en el contexto del impacto en cuestión;
3. Los valores mínimo y máximo del conjunto de datos (en su caso).

Las siguientes figuras muestran algunos de los indicadores evaluados utilizados en la evaluación de la vulnerabilidad de Burundi.

### Ejemplo 1: Evaluación del indicador “tipo de cultivo”

¿Qué tipo de cultivo es/  
no es resistente a la escasez de agua?

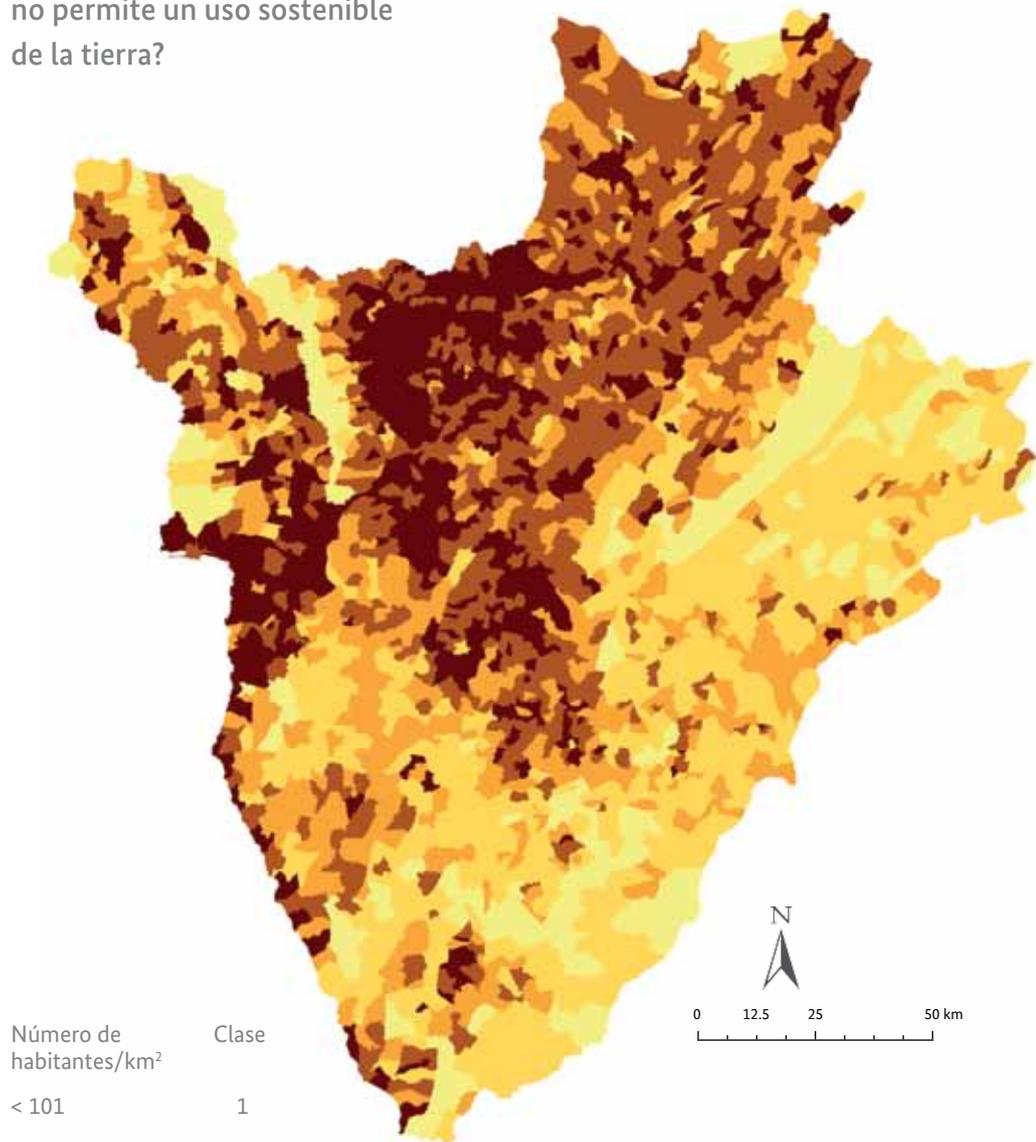
Tipo de cultivo	Clase	Tipo de cultivo	Clase
Bosque natural	1	Suelos degradados	1
Plantación	1	Cadenas de montañas rocosas	1
Plantas anuales	1	Pasto	2
Plantas perennes	1	Cultivo del arroz	5
Humedales	5	Caña de azúcar	5
Sabana	3	Urbano	4
Cuerpo de agua	4		

1 – muy resistente / 5 – no resistente

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

## Ejemplo 2: Evaluación del indicador “densidad poblacional”

¿Qué densidad poblacional permite/  
no permite un uso sostenible  
de la tierra?



Número de habitantes/km <sup>2</sup>	Clase
--------------------------------------	-------

< 101	1
-------	---

101 – 200	2
-----------	---

201 – 300	3
-----------	---

301 – 450	4
-----------	---

> 450	5
-------	---

1 - permite el uso sostenible de la tierra/

5 - no permite el uso sostenible

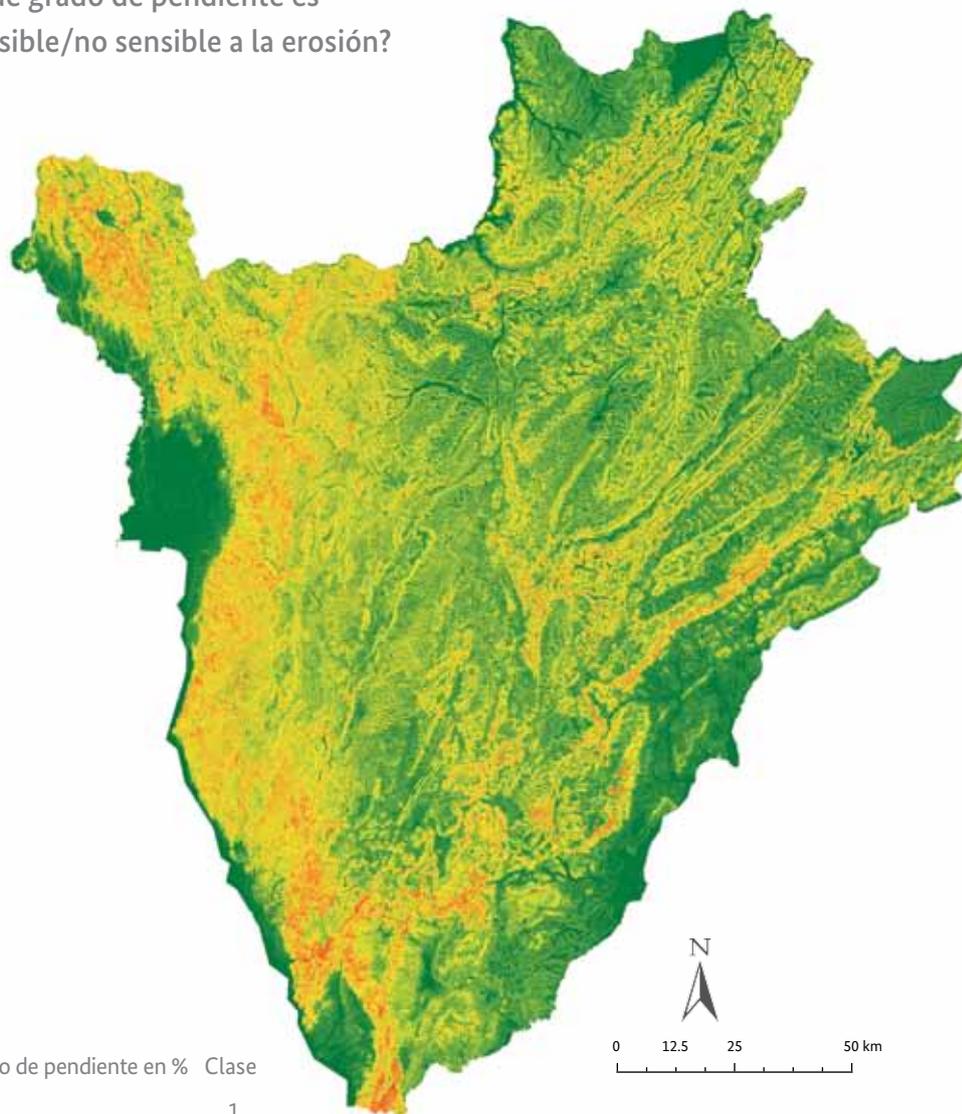
Densidad poblacional por km<sup>2</sup>, promedio por colina

< 50	50 – 100	101 – 200	201 – 400	401 – 500	> 500
------	----------	-----------	-----------	-----------	-------

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

### Ejemplo 3: Evaluación del indicador “grado de pendiente”

¿Qué grado de pendiente es sensible/no sensible a la erosión?



Grado de pendiente en %	Clase
< 6	1
6 - 10	2
11 - 30	3
31 - 60	4
> 60	5

1 - no sensible / 5 - muy sensible

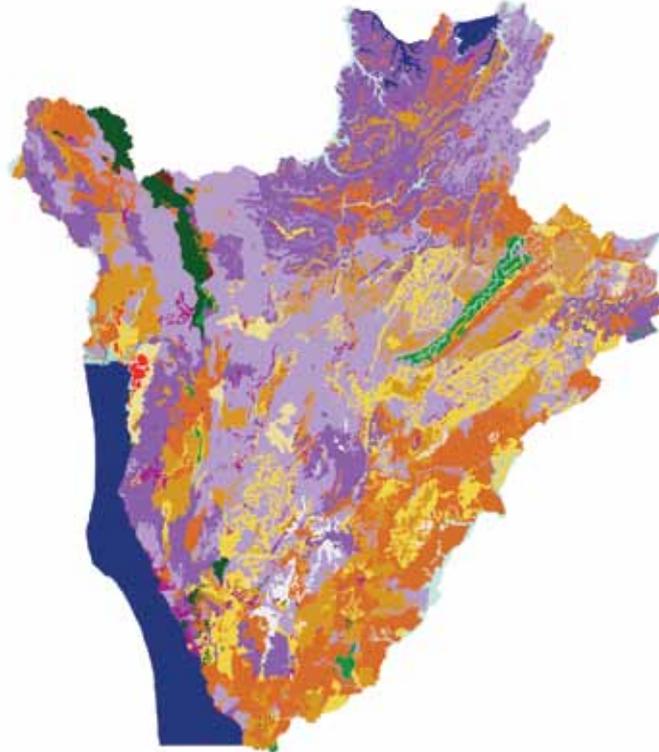
Tipo de pendiente en °



Fuente: adelphi/EURAC 2014.

Ejemplo 4:  
Evaluación del indicador “cobertura vegetal”

¿Qué tipo de  
vegetación  
permite la permanencia  
de los mosquitos?



- Plantaciones forestales
- Cultivos arbustivos
- Cultivo de herbáceas
- Zonas urbanas con vegetación
- Bosque
- Zona boscosa de baja densidad
- Vegetación leñosa cerrada
- Vegetación leñosa abierta
- Matorral
- Zona de arbustos
- Sabana de árboles
- Sabana de arbustos
- Pastizales
- Árboles dispersos
- Arbustos dispersos
- Vegetación herbácea dispersa
- Cultivos de arroz
- Pantano cerrado
- Pantano abierto
- Vegetación leñosa en  
tierras inundables
- Arbustos en tierras inundables

- Vegetación herbácea  
en terrenos inundables
- Superficies artificiales
- Suelo desnudo
- Cuerpos de agua
- Nieve

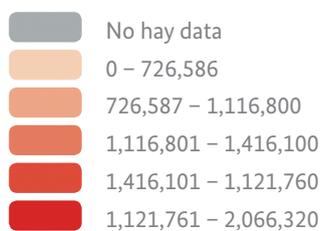
Cobertura vegetal	Clase
Bosque natural	1
Plantación	1
Plantas anuales	1
Plantas perennes	1
Humedales	5
Sabana	3
Cuerpo de agua	4
Suelos degradados	1
Cadenas de montañas rocosas	1
Pasto	2
Cultivo del arroz	5
Caña de azúcar	5
Urbano	4

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

## Ejemplo 5: Evaluación del indicador “ingreso familiar”

¿Qué ingresos mensuales permiten la adaptación?

Promedio de los ingresos del hogar campesino (Fbu)



Clasificación: Umbrales naturales (Jenks)

Provincia	FBU/año	FBU/día	Clase
Bubanza	1,090,582	3063	5
Bujumbura rural	1,479,129	4155	4
Bururi	1,072,687	3013	5
Cankuzo	1,584,383	4451	3
Cibitoke	1,416,099	3978	4
Gitega	1,532,542	4305	3
Karuzi	1,534,630	4311	3
Kayanza	726,586	2041	5
Kirundo	1,329,355	3734	4
Makamba	1,621,757	4555	3
Muramvya	1,070,867	3008	5
Muyinga	1,321,536	3712	4
Mwaro	2,066,318	5804	3
Ngozi	620,080	1742	5
Rutana	899,291	2526	5
Ruyigi	1,116,795	3137	4

1 – permite la adaptación / 5 – no permite la adaptación

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

# 8

## 8. Plantilla de Excel para la agregación de los indicadores de la exposición, la sensibilidad, la capacidad de adaptación y los componentes de la vulnerabilidad

	Descripción de factor	Indicador	Escala de evaluación		Valor observado	Valor normalizado	
			Valor más bajo	Valor más alto			
<b>Exposición</b>							
	<b>Ejemplo</b>	<b>Eventos de lluvia extrema</b>	<b>Número de eventos de lluvia extrema en los últimos 5 años</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>0.3</b>
	1						0
	2						0
	3						0
	4						0
	5						0
	6						0
	7						0
	8						0
<b>Sensibilidad</b>							
	<b>Ejemplo</b>	<b>Deforestación</b>	<b>% deforestación</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>20</b>	<b>0.2</b>
	1						0
	2						0
	3						0
	4						0
	5						0
	6						0
	7						0
	8						0
<b>Capacidad de adaptación</b>							
	<b>Ejemplo</b>	<b>Cumplimiento de la ley</b>	<b>Nivel de satisfacción</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0.25</b>
	1						0
	2						0
	3						0
	4						0
	5						0
	6						0
	7						0
	8						0

Plantilla de Excel disponible en línea en:

<https://gc21.giz.de/ibt/var/app/wp342deP/1443/index.php/knowledge/vulnerability-assessment/vulnerability-sourcebook/>

Factores de ponderación para cada indicador	Total	IMPACTO POTENCIAL	Factor de ponderación para el impacto potencial	CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN	Factor de ponderación de la capacidad de adaptación	IMPACTO DE VULNERABILIDAD
1	0.3					
	0					
1	0.2					
	0	0	1	0	1	0
1						

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

## 9. Muestra de la estructura de un informe de evaluación de la vulnerabilidad

### 1. Introducción (Consulte el Módulo 1)

- ¿Cuál es el contexto de la EV? (Módulo 1; Paso 1)
  - Por ejemplo, ¿la EV es parte de un proceso superior? ¿cuáles son las instituciones que quieren llevar a cabo la EV? ¿quiénes son los usuarios principales? ¿ya están identificados los desafíos particulares del cambio climático?
- ¿Cuáles son los objetivos de la EV? (Módulo 1; Paso 2)
  - Por ejemplo, ¿debe contribuir la EV a la planificación de la adaptación concreta? ¿El objetivo principal es de identificar los puntos críticos intersectoriales? o ¿debe identificar a los grupos de población especialmente vulnerables?
- ¿Cuáles son los tema(s), zonas y periodos de tiempo cubiertos por la EV (Módulo 1; Paso 3)?
  - En resumen: ¿Quién (o qué sistema) es vulnerable?, ¿A qué impacto del cambio climático y dónde? (El sistema puede ser entendido como un sector económico, los medios de vida, segmentos de la población etc.)
  - Por ejemplo ¿qué sectores, segmentos de la población, medios de vida, etc. son el centro de la EV? ¿en qué nivel espacial o administrativo tiene lugar la EV (por ejemplo, en el nivel de aldeas, comunidades, regiones, etc.)? ¿la EV se concentra en la vulnerabilidad presente o incluye un análisis de vulnerabilidad hacia el futuro?
- Comprendiendo la vulnerabilidad y sus componentes aplicados para la EV (consulte el Marco Conceptual)
  - ¿Cómo se entiende la vulnerabilidad en el análisis? Aquí, por favor consulte el enfoque a la vulnerabilidad del Libro de la Vulnerabilidad y destaque y explique las diferencias en el concepto utilizado (si es aplicable).
- Las partes interesadas que participan en la preparación y ejecución de la EV (Módulo 1; Paso 1)
  - ¿Quiénes contribuyeron a la EV, qué instituciones participaron, qué actores de la sociedad civil o de las comunidades afectadas, estuvieron involucrados, etc.?

### 2. La comprensión de los impactos del cambio climático (Consulte el Módulo 2)

- ¿Cuáles son los factores que contribuyen a la vulnerabilidad al cambio climático? (Específico para el sistema en que la EV se está concentrando) (Módulo 2; los Pasos 1 a 4)
  - Los factores deben ser agrupados (de acuerdo con el enfoque del Libro de la Vulnerabilidad) en la exposición, la sensibilidad, el impacto potencial y la capacidad de adaptación.

- Aplicar y describir cadenas de impacto como herramientas de análisis y visualización.
- ¿Cuáles son las relaciones causa-efecto subyacentes? Por ejemplo, ¿cómo están relacionados, la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación entre sí para formar la vulnerabilidad del sistema? (Módulo 2; los Pasos 1 a 4)

### 3. Metodología de evaluación (Consulte los Módulos 3 a 7)

- Información clave sobre el proceso general de la aplicación de la EV
  - Por ejemplo, el plan de trabajo, el tiempo necesario para la puesta en práctica, el número de misiones sobre el terreno realizado.
- ¿Qué indicadores se seleccionaron para qué factores de vulnerabilidad? (Módulo 3)
  - ¿Cómo se seleccionaron los indicadores? (Por ejemplo, basado en las cadenas de impacto utilizando un enfoque participativo, basado en una revisión de la literatura).
  - ¿Qué expresa el indicador?
- ¿Cuál es la base de datos/información de la EV? (Módulo 4)
  - ¿Qué métodos se utilizan para cuantificar los indicadores (por ejemplo, los modelos, las estadísticas, encuestas, pero también la opinión de expertos)/conjuntos de datos e información que fueron utilizados?
  - ¿Cuáles fueron los retos de calidad de datos y cómo fueron enfrentados?
- ¿Cómo se normalizan los datos? (Módulo 5)
  - Explicar la técnica de normalización (por ejemplo, normalización mín-máx)
- ¿Qué umbrales fueron identificados para los diferentes indicadores? (Módulo 5)
  - ¿Cómo fueron determinados estos umbrales? Por ejemplo la opinión de expertos, los umbrales de la literatura.
- ¿Cómo se ponderaron los indicadores? (Módulo 6)
  - Explique si a los indicadores se le asignaron pesos iguales (“misma ponderación también es ponderar”) o diferentes.
  - Describa el método para la ponderación, por ejemplo, utilizando un enfoque participativo determinado, basado en el conocimiento de expertos, revisión de la literatura.
- ¿Cuáles son las reglas de agregación en el nivel de los componentes de vulnerabilidad? (por ejemplo, la agregación aritmética como se recomienda en el Libro de la Vulnerabilidad) (Módulo 6)
- ¿Cuál es la regla de agregación para el cálculo de la vulnerabilidad desde sus componentes? (Módulo 7)

#### 4. Resultados de la EV (Consulte el Módulo 8)

- ¿Cuáles son las principales conclusiones de la EV relacionadas con su objetivo?
- ¿Qué recomendaciones se pueden extraer de los resultados de la EV?
  - Por ejemplo, para la planificación de la adaptación, el desarrollo de estrategias, las áreas prioritarias de acción.
- ¿Cuáles son las lecciones principales aprendidas de la implementación de la EV?
  - ¿Cuáles son los límites y oportunidades de la EV?
  - ¿Qué consejos se puede dar a la futura utilización de la EV en procesos similares?

#### 5. Anexo

- Documentos y archivos clave utilizados para la ejecución, por ejemplo, documentación de los talleres, transcripciones de entrevistas, cuestionarios utilizados, tablas y mapas desarrollados.
- Lista de datos utilizada incluyendo metadatos (ver modelo de datos informativos de arriba)
- Antecedentes adicionales y la literatura.

## 10. Aplicación del Libro de la Vulnerabilidad: evaluación de la vulnerabilidad en Khyber Pakhtunkhwa, Pakistán

---

Los participantes de la evaluación de la vulnerabilidad en Pakistán



Fuente: adelphi/EURAC 2014.

---

**adelphi**

Dr. Philip Bubeck  
Gerente de Proyecto  
adelphi consult GmbH

**EURAC.research**

Dr. Marc Zebisch  
Jefe del Instituto de Teledetección Aplicada  
Investigación EURAC

## Lista de contenidos:

<b>Antecedentes de la evaluación de la vulnerabilidad</b> .....	36
<b>Aplicación del Libro de la Vulnerabilidad en Pakistán</b> .....	37
<b>Preparación de la evaluación de la vulnerabilidad (Módulo 1)</b> .....	38
Entender el contexto de la evaluación de la vulnerabilidad (Módulo 1; Paso 1) .....	38
Objetivo de la evaluación de la vulnerabilidad (Módulo 1; Paso 2) .....	43
Determinar el alcance de la evaluación de la vulnerabilidad (Módulo 1; Paso 3) .....	44
<b>Desarrollo de una cadena de impacto (Módulo 2)</b> .....	47
<b>Identificación de indicadores y métodos para la cuantificación (Módulos 3 a 5)</b> .....	49
<b>Agregación de los indicadores y los componentes de la vulnerabilidad (Módulos 6 y 7)</b> .....	53
<b>Resultados de la evaluación de la vulnerabilidad</b> .....	55
Principales conclusiones, recomendaciones y los próximos pasos (Módulo 8) .....	55
Lecciones aprendidas .....	56
<b>Anexo</b> .....	57

## Antecedentes de la evaluación de la vulnerabilidad

Pakistán es ecológicamente única y es uno de los principales puntos críticos de biodiversidad en todo el mundo. Es el hogar de muchas variedades de la fauna endémica y es rica en diversidad de cultivos indígenas con un estimado de 3 000 taxones y plantas cultivadas.

Los ecosistemas y su biodiversidad no sólo son ecológicamente importantes, pero también desempeñan un papel esencial para el desarrollo económico. Los ecosistemas y los servicios que prestan a los seres humanos son cruciales para los más de 3.5 millones de personas que viven en Khyber, provincia de Pakhtunkhwa. Sin embargo, estos recursos están seriamente amenazados por factores antropogénicos, como el uso excesivo de los recursos naturales, que se ve reforzado por el crecimiento de la población, así como la afluencia de refugiados y desplazados internos. Además, los riesgos naturales, como los terremotos, y los efectos negativos del cambio climático, tales como eventos de lluvias fuertes e inundaciones afectan considerablemente los medios de vida en Khyber provincial de Pakhtunkhwa. Los impactos del cambio climático sobre las condiciones de vida de la población y la pérdida de biodiversidad también han sido reconocidos por el gobierno paquistaní y se perciben como una amenaza para el desarrollo económico y social nacional.

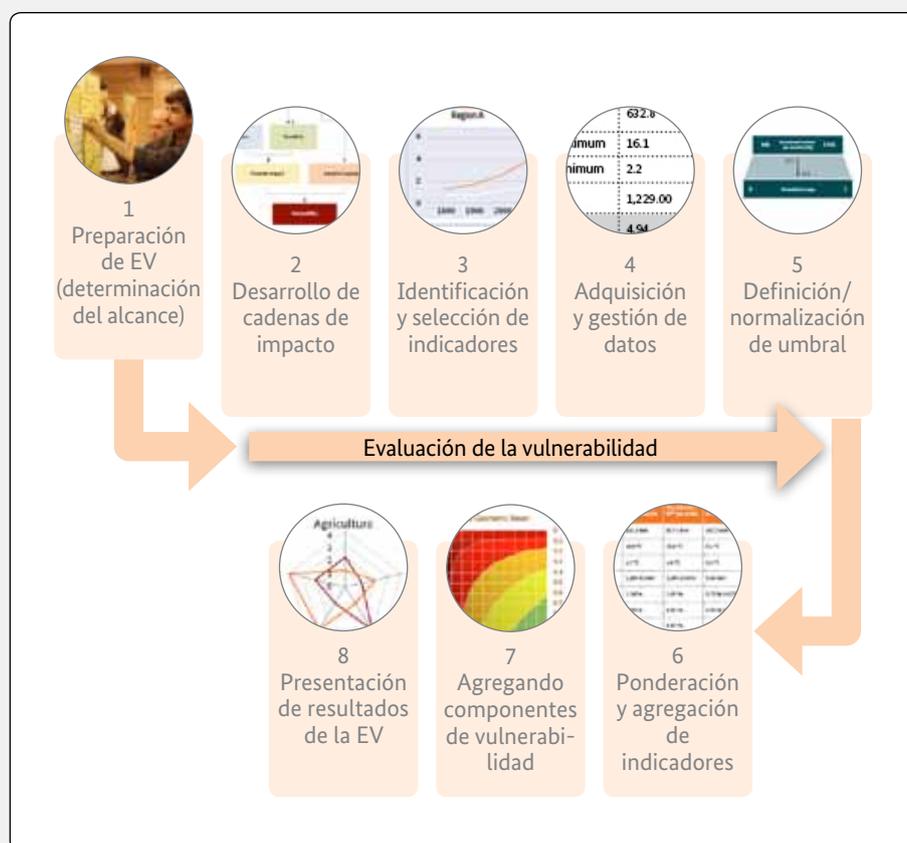
En este contexto, la GIZ está implementando el proyecto “Conservación y Manejo Sostenible de la Biodiversidad en Khyber Pakhtunkhwa (BKP)”, en nombre del Ministerio Federal

de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ). El proyecto tiene como objetivo mejorar la capacidad del gobierno de la Pakhtunkhwa Khyber, en consideración de la diversidad biológica (biodiversidad agrícola), como un elemento central de la política de desarrollo sostenible. Además, comprende la identificación e implementación de medidas de adaptación al cambio climático impulsados por la comunidad y basados en los ecosistemas. El proyecto se centra específicamente en los dos distritos de Swat y Chitral, donde la implementación de medidas piloto y las mejores prácticas tengan intención de beneficiar directamente a las comunidades locales.

## Aplicación del Libro de la Vulnerabilidad en Pakistán

Se llevó a cabo una evaluación de la vulnerabilidad exploratoria que evaluó la vulnerabilidad climática de Swat y Chitral de una manera estandarizada. El objetivo de la EV en los dos distritos era (a) crear conciencia, (b) identificar medidas de adaptación adecuadas a nivel comunitario, supervisar y evaluar su eficacia y (c) proporcionar asesoramiento sobre políticas. La evaluación siguió principalmente los módulos descritos en el Libro de la Vulnerabilidad y se describen en mayor detalle en las secciones siguientes (ver también la Figura 1).

Figura 1: Los ocho módulos de una evaluación de la vulnerabilidad de acuerdo con el Libro de la Vulnerabilidad



Fuente: adelphi/EURAC 2014.

La EV exploratoria fue implementada durante un taller de partes interesadas por tres días en diciembre en Islamabad, conformado por dos partes. Durante el primer día y medio, el concepto del Libro de la Vulnerabilidad se introdujo a una amplia gama de alrededor de 35 interesados de nivel nacional, provincial y de distrito, y su experiencia en las vulnerabilidades del cambio climático y las posibles fuentes de datos para dicha evaluación fue recopilada. Durante el último día y medio, la EV exploratoria fue preparada junto con los equipos de implementación y el personal del proyecto BKP para las dos áreas piloto. Los equipos de implementación consistieron en expertos agrícolas y forestales de las administraciones distritales. Estos equipos de implementación serán responsables de llevar a cabo las EVs exploratorias adicionales junto con las comunidades locales en Swat y Chitral posterior al taller y de supervisar la aplicación de las medidas de adaptación identificadas.

## Preparación de la evaluación de la vulnerabilidad (Módulo 1)

***En línea con el Módulo 1 del Libro de la Vulnerabilidad, se preparó la evaluación de la vulnerabilidad explorativa mediante la evaluación del contexto del análisis, la definición de sus objetivos y la toma de decisiones clave sobre el alcance y los temas.***

Para obtener una comprensión sólida del contexto en el que se llevó a cabo la EV, un consultor local fue contratado con antelación para preparar un estudio del alcance. Esto proporcionó información sobre las áreas de estudio del caso de Chitral y Swat y sus vulnerabilidades climáticas. Además, cubrió las actividades en curso sobre la adaptación y la vulnerabilidad y las posibles fuentes de datos ya identificadas y disponibles. En total, se invirtieron unos 30 días-persona en el estudio del alcance para sentar las bases para la evaluación de la vulnerabilidad. Resultó ser un aporte muy útil para el taller y la conducción de la EV.

Durante el taller, se definieron aún más los atributos clave de la EV en Pakistán junto con los equipos de implementación de Swat y Chitral y el personal del proyecto GIZ. Esto incluyó la definición del objetivo de la EV, su escala espacial y temporal, grupo de referencia, enfoque metodológico, recursos requeridos, socios y partes interesadas, así como los temas clave.

## Entender el contexto de la evaluación de la vulnerabilidad (Módulo 1; Paso 1)

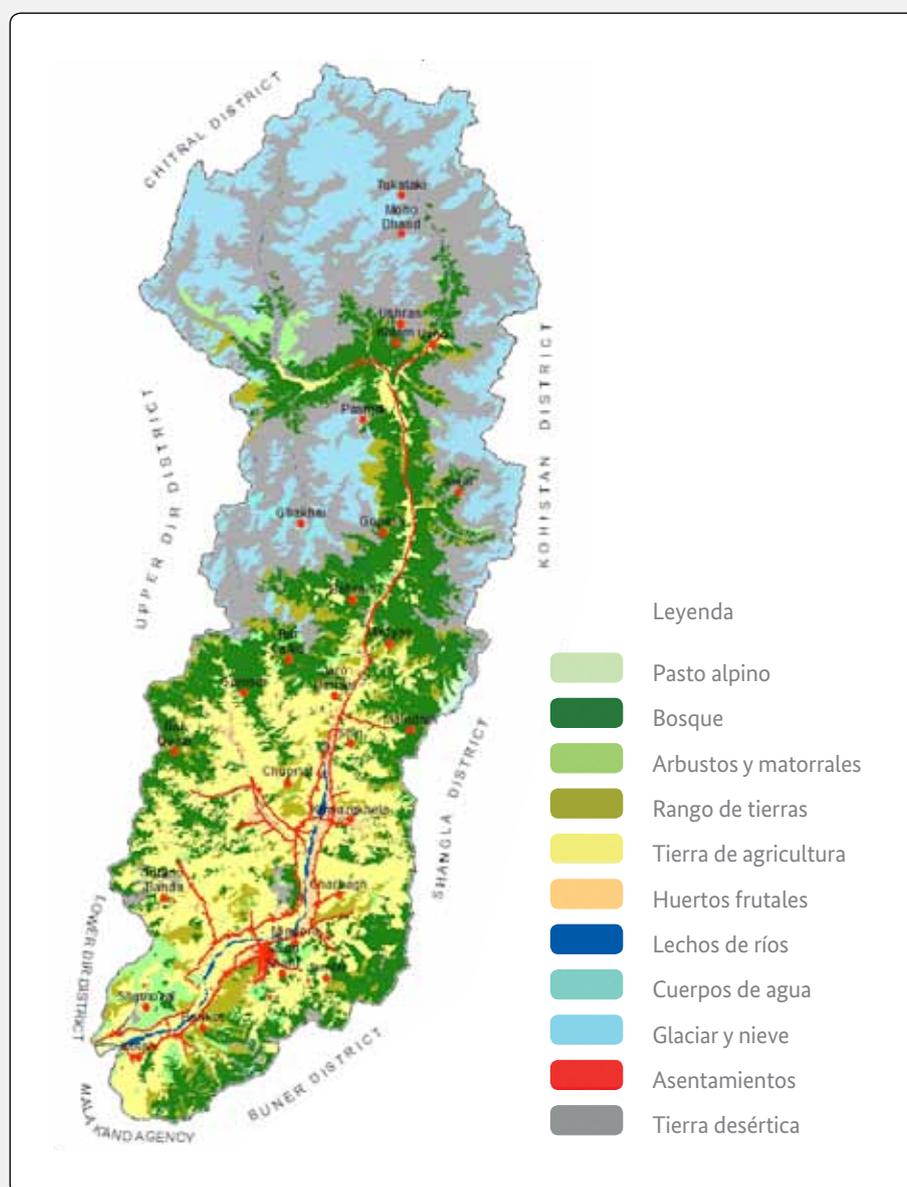
### Áreas de estudio del caso

Se puede dividir el distrito de Swat (ver Figura 2) en Bajo Swat y Alto Swat. Bajo Swat se ve afectada por los monzones y ofrece un clima sub-tropical a templado clima. Se cultivan todo tipo de cultivos, especialmente las verduras y frutas. Esta parte de Swat es conocida por sus nueces de alta calidad y se considera particularmente apta para la agricultura comercial. Con la introducción de las nuevas especies, exclusivamente comerciales, existe el temor de que las especies indígenas pueden extinguirse. Además de eso, hay crecientes preocupaciones acerca de nuevas enfermedades y parásitos (especialmente las nuevas moscas de la fruta). Ambos acontecimientos

son también en parte causados por cambios en las condiciones climáticas, como las temperaturas más cálidas.

Por el contrario, el Alto Swat es muy rico en biodiversidad, en su mayoría compuesto por altas montañas y valles remotos. Es una región seca que principalmente experimenta lluvias en invierno, ya que está protegida de los monzones por las montañas de Pamir. El Alto Swat tiene agricultura mayormente de subsistencia y hortalizas (productos fuera de temporada) y también es conocido como un famoso coto de caza para los animales de trofeo. Ambas regiones difieren sustancialmente en sus condiciones topológicas, meteorológicas y por lo tanto biológicas. Sin embargo, comparten similitudes, siendo la más notable la disminución en el rendimiento, un cambio en los patrones de cultivo y el aumento de las especies invasoras.

Figura 2: El distrito de Swat



Fuente: adelphi/EURAC 2014.

Por último, pero no menos importante, las dos zonas de Swat incorporan un gran número de ríos, afluentes y agua de deshielo, que son responsables de varias inundaciones en los últimos años, creando preocupación por la erosión y el creciente daño como resultado de tales inundaciones. El riesgo de inundación podría aumentarse aún más debido a los cambios en los patrones de precipitación, así como el cambio del uso del suelo antropogénico.

Chitral es un distrito de valle alto que limita con Afganistán. Es una de las zonas más remotas de Pakistán y casi inaccesible durante el invierno. Excepto por una autopista, sus carreteras están cerradas durante el invierno, reclusando el valle desde el exterior. Famosa por su vida silvestre, es rico en biodiversidad pero comparativamente pobre en términos económicos. La economía está determinada por la agricultura de subsistencia y la caza de trofeos. El 9% de su superficie está cubierta por bosques (un famoso bosque de robles se encuentra en Chitral), proporcionando un hábitat para una gran diversidad de especies autóctonas y componiendo hasta una quinta parte de los bosques de toda la provincia de Khyber Pakhtunkhwa.

---

Figura 3: Experto regional mostrando fuertes pendientes con deforestación y cultivos inadecuados que son propensos a la erosión



---

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

Las partes inferiores de Chitral sólo reciben una fracción de la lluvia del monzón, dejando la parte norte bastante seca. Los patrones de cultivos incluyen mono-cultivos situados arriba de Buni/Booni y doble-cultivos situados debajo de esta planicie fértil a orillas del río Mastuj. Hay algunos lugares en Chitral que son adecuados para el crecimiento de las hortalizas de invierno, pero la agricultura a pequeña escala (0.5 acres/hogar) es la predominante en el distrito, con las especies más destacadas de las frutas siendo peras y nueces. La baja densidad poblacional, la escasez de tierras de cultivo y las condiciones de trabajo difíciles hacen de Chitral un área afectada por altos niveles de pobreza y dominado por terratenientes. Los altos costos de transporte son la

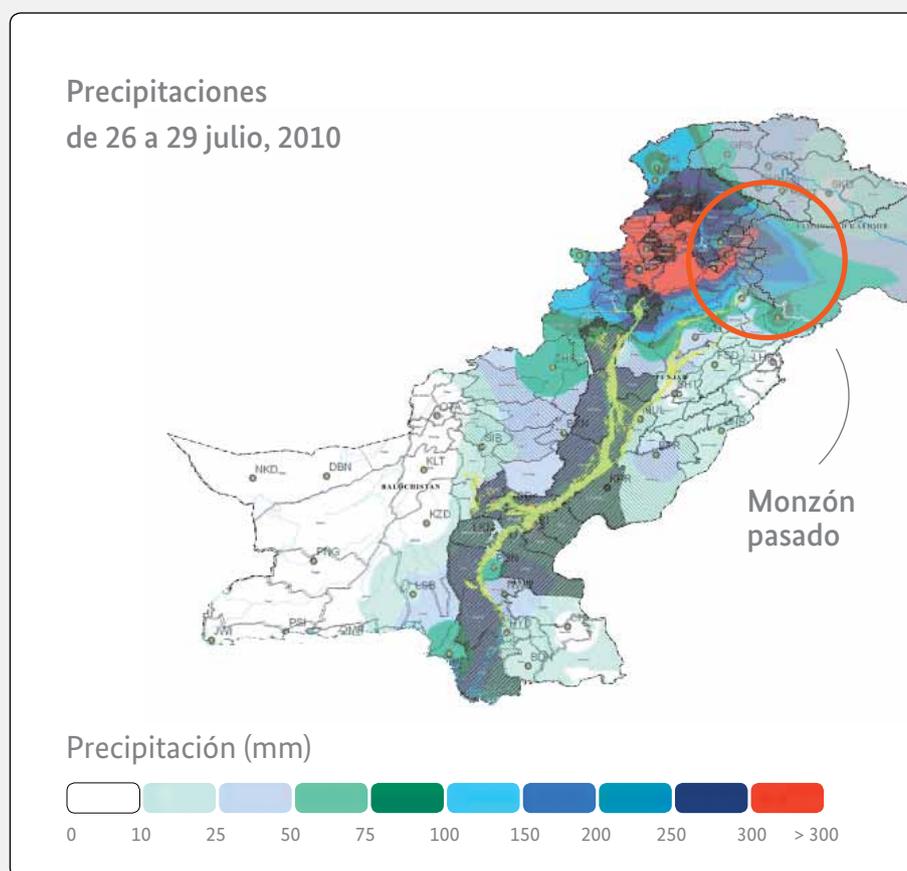
razón principal para la baja orientación de la exportación de los productos agrícolas. Chitral por lo tanto puede ser caracterizada como una región de alta inseguridad alimentaria, especialmente debido a los cierres estacionales de carreteras y túneles. La deforestación y el cultivo de plantas inadecuadas plantean una amenaza adicional para el ecosistema que se acelera debido al cambio climático haciendo la necesidad de adaptación, incluso más importante (ver Figura 3). Además, Chitral experimenta deslizamientos, erosión y degradación que representan una amenaza para los ecosistemas y para la agricultura de subsistencia.

### Vulnerabilidades del clima

En línea con la terminología del Libro de la Vulnerabilidad, se evaluó la vulnerabilidad climática con respecto a la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación para obtener una comprensión más clara de la zona bajo examinación.

En términos de exposición, durante el siglo pasado, se ha observado en Pakistán un aumento de temperatura de alrededor de 0.06 °C por década, mostrando una mayor aceleración durante las últimas décadas. Las tendencias de precipitación también parecen haber cambiado, como se indica por las lluvias invernales tardías, fuertes nevadas y un cambio en los patrones de los monzones. Durante los últimos 60 años, los monzones se han desplazado en aproximadamente 80-100 km del noroeste del país hacia el noreste del país (ver Figura 4).

Figura 4: Cambio del monzón en Pakistán en base a los registros de los últimos 60 años



Fuente: Departamento meteorológico de Pakistán.

Diversos estudios del Centro de Estudios de Impactos de Cambio Globales (GCISC por sus siglas en inglés) y el Departamento Meteorológico de Pakistán (PMD por sus siglas en inglés) indican que las temperaturas en las zonas de montaña están aumentando a un ritmo más rápido que en las otras partes del país. Si bien esto puede ser visto como una oportunidad más que una amenaza, sobre todo porque estas áreas tienen poco calor, cualquier aumento en la temperatura será beneficioso para mejorar la productividad agrícola y el crecimiento de la vegetación. Sin embargo, el aumento de las temperaturas puede desplazar coníferas hacia el norte y por lo tanto podrían ser reemplazados por especies invasoras de rápido crecimiento que ocupan un área mayor y pueden poner en peligro la biodiversidad. Al mismo tiempo, se espera que el patrón de precipitación cambie con monzones más intensos y nevadas invernales causando riesgos que incluyen la erosión del suelo, inundaciones, avalanchas e inundaciones repentinas provocadas por las crecidas de los lagos glaciares (GLOF por sus siglas en inglés). La frecuencia de los desastres hidrometeorológicos ya ha aumentado en Pakistán, especialmente en las regiones de montaña, que son frágiles y de difícil acceso, y bajo una presión creciente debido al aumento de la población y las prácticas agrícolas insostenibles. Por lo tanto, las comunidades de montaña ya están sufriendo en la actualidad los altos riesgos climáticos.

---

Figura 5: Deslizamiento de tierra y la erosión del suelo en el área de estudio de caso



---

Fuente: GIZ 2013.

En términos de sensibilidad, el país sufrió una reducción de cerca del 25% de sus bosques durante las dos últimas décadas, sobre todo en las zonas de montaña, lo que agrava el problema de la erosión del suelo (ver Figura 5). Además, hay una pérdida continua de la capa superior del suelo fértil debido a la erosión superficial y en cárcavas debido a las fuertes lluvias y los eventos que causan la extinción auxiliar de las especies, hábitat y productividad de la tierra agrícola. Este patrón de degradación general de los recursos naturales no sólo está afectando a los medios de vida de las

personas pobres que dependen de ellos, pero también plantea amenazas medio ambientales graves a los ecosistemas de montaña.

Mientras que Pakistán está fuertemente afectado por los impactos del cambio climático, tiene una capacidad de adaptación baja debido a su alta dependencia de los recursos naturales que en gran parte están degradados y la capacidad de carga de estos recursos ha disminuido con el tiempo. Además, la mayoría de los pobres rurales viven en zonas de alta vulnerabilidad, por lo que a menudo los mecanismos tradicionales de supervivencia se han convertido en ineficaces debido a las cambiantes condiciones climáticas, la tenencias propiedades pequeñas y la carencia de fuentes alternativas de ingresos para los pobladores de las montañas. Las inundaciones recurrentes han deteriorado aún más la base de los recursos. Además, los recursos asignados a la investigación y la extensión en los aspectos relacionados con el clima son limitados, y la capacidad institucional para hacer frente a los desafíos asociados son bajos. Todos estos aspectos son especialmente ciertos para las zonas de montaña, como Swat y Chitral.

### Recursos

Los siguientes recursos estaban disponibles para la preparación e implementación de la EV en Pakistán (segunda parte del taller). Durante el taller con las partes interesadas en Islamabad, se preparó una evaluación de la vulnerabilidad en las dos regiones piloto, además de la implementación de una EV exploratoria. Participaron extensionistas rurales y asesores técnicos de GIZ BKP. Además, un consultor local y dos consultores internacionales de Adelphi y EURAC estaban involucrados.

Después del taller, se llevarán a cabo EV exploratorias adicionales en las áreas piloto, centrándose en temas adicionales relacionados con la biodiversidad en un periodo de tres a cuatro meses. Los equipos de implementación responsables de la realización de la EV, que también participaron en el taller, se componen de aproximadamente 16 miembros, incluyendo los asesores técnicos del equipo del proyecto GIZ BKP, así como expertos técnicos de las autoridades e instituciones locales. Además, un consultor local y posiblemente dos expertos internacionales de adelphi/EURAC proporcionarán apoyo. Se estimó que el plazo general para los estudios de campo era de aproximadamente 2 días por valle. Dos a tres años después de la finalización del proyecto BKP, se evaluará el éxito de las medidas aplicadas mediante la repetición de las evaluaciones de vulnerabilidad al final del proyecto.

### Objetivo de la evaluación de la vulnerabilidad (Módulo 1; Paso 2)

El objetivo de la EV en los dos distritos era (a) crear conciencia, (b) identificar medidas de adaptación adecuadas a nivel comunitario, seguir y evaluar su eficacia y (c) proporcionar asesoramiento sobre políticas. Los objetivos generales de la EV se derivaron de los objetivos determinados por el proyecto y el acuerdo entre las partes interesadas, que se logró durante el taller.

a)

El principal objetivo fue la sensibilización, ya que sirvió de base para la acción sobre la adaptación. El objetivo era hacer comprender a las partes interesadas el diferente



Usando esta gran colección de posibles impactos como base, a todos los participantes del taller se les pidió identificar los principales impactos de las dos áreas de estudio de caso. Para ello, cada participante recibió tres puntos rojos significando impactos priorizados para Swat y tres puntos azules significando impactos priorizados para Chitral (ver Figura 7). Este ejercicio dio como resultado la identificación de los siguientes impactos clave (ver también la Figura 8) de los participantes:

- La degradación del suelo: erosión, deslizamientos, inundaciones repentinas
- Agricultura: el cambio en el rendimiento (+ y -), el cambio de los forrajes para el ganado, las opciones para nuevos cultivos debido a los cambios climáticos
- Efectos indirectos del cambio climático sobre la población y el comportamiento: la migración debido al clima en la región de Swat/Chitral, aumento de las necesidades de madera para combustible, movimiento de las llanuras de inundación a laderas debido al aumento del riesgo de inundaciones
- Ecosistemas: cambio en ecosistemas, especies invasoras, la reducción de las especies indígenas, cambio en la riqueza de las especies
- Agua: sequías estacionales, sequías críticas

---

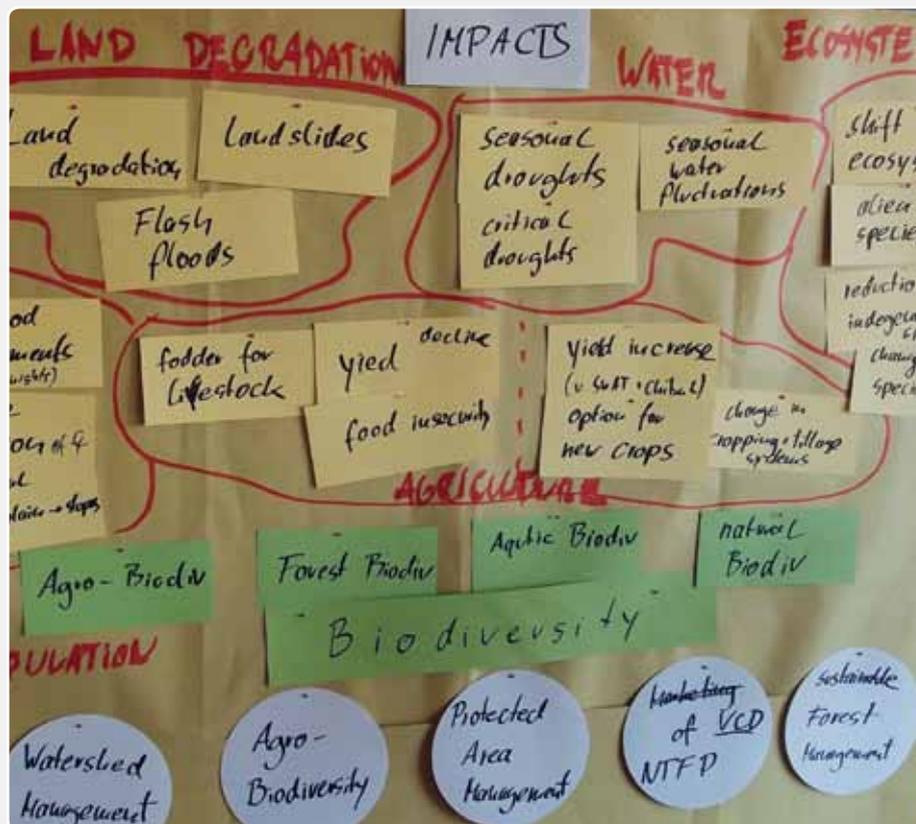
Figura 7: Los participantes evalúan y presupuestan los impactos




---

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

Figura 8: El resultado de la selección de los posibles impactos a considerar dentro de la evaluación de la vulnerabilidad



Fuente: adelphi/EURAC 2014.

### Escala territorial y temporal y grupos de referencia

Como se mencionó anteriormente, la EV analizó comunidades (valles) a nivel local en dos distritos de Pakistán. Durante el taller se centraron en dos valles piloto, uno en Swat y otro en Chitral. Dos o tres comunidades políticas (valles) serán examinadas en las EV que serán llevadas a cabo por los equipos implementadores, posterior al taller. También se decidió que el ámbito temporal de la EV cubra la vulnerabilidad actual y por lo tanto tome los datos climáticos de los últimos 30 años en consideración. El grupo de referencia es la población total del respectivo valle/pueblo, aunque subgrupos y los aspectos de género también deben tenerse en cuenta.

### Enfoque metodológico

Teniendo en cuenta el objetivo de la EV, su marco de tiempo y los recursos disponibles, se decidió implementar una EV exploratoria que se basa principalmente en la opinión de expertos y los enfoques participativos. Durante el taller, se utilizó la experiencia de los actores participantes para llevar a cabo la EV. Para la futura implementación de las EV exploratorias adicionales en los valles piloto, se utilizarán cuestionarios y técnicas de evaluación rural participativa, tales como las reuniones del pueblo y discusiones de grupo focal, posiblemente incluyendo los datos censales disponibles, así como los datos territoriales (como el uso de la tierra o los mapas de suelos).

## Desarrollo de una cadena de impacto (Módulo 2)

***En línea con el Módulo 2 del Libro de la Vulnerabilidad, se utilizaron cadenas de impacto para visualizar y estructurar las relaciones causa-efecto de vulnerabilidad a la erosión del suelo en las dos regiones piloto. También se utilizaron las cadenas de impacto para generar una lluvia de ideas sobre las posibles medidas de adaptación.***

Durante la segunda parte del taller, una cadena de impacto fue desarrollada para uno de los impactos prioritarios: la vulnerabilidad hacia la degradación del suelo, la erosión y los deslizamientos de tierra. Como se describe en el Libro de la Vulnerabilidad, se utilizan cadenas de impacto para sistematizar los supuestos factores que afectan la vulnerabilidad de un sistema y visualizar las relaciones de causa-efecto. Por lo tanto, todos los factores que contribuyeron a los diferentes componentes de la vulnerabilidad (exposición, sensibilidad, capacidad de adaptación) fueron identificados y ordenados sistemáticamente en términos de las relaciones de causa-efecto, tal como se describe en los Pasos 1 a 4 del Módulo 2 del Libro de la Vulnerabilidad.

Una vez más, seguimos un procedimiento por pasos. Comenzando por el impacto potencial, los diferentes factores de la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación que contribuyen a la vulnerabilidad hacia la erosión del suelo fueron discutidos en los equipos de implementación. El conocimiento de expertos, los conocimientos específicos y las diferentes perspectivas de las partes interesadas demostraron ser un activo muy valioso. La Figura 9 representa la cadena de impacto posteriormente desarrollada para la vulnerabilidad a la erosión del suelo, deslizamientos de tierra y la degradación de la tierra. La exposición está ligada al factor “precipitaciones erráticas pero intensas”. Se pensaba que la sensibilidad hacia la erosión del suelo estaba influenciada principalmente por los factores de la “deforestación”, “sobrepastoreo”, “el cultivo inadecuado de fuertes pendientes” y “el tipo de suelo”. Se definió la capacidad de adaptación por los factores “la aplicación efectiva de gestión de la tierra”, “alta dependencia de los recursos naturales”, “pequeñas tenencias de la tierra” y “conocimientos de los agricultores sobre una gestión adecuada de la tierra”.

### **Lluvia de ideas sobre las medidas de adaptación (Módulo 2; Paso 5)**

Las cadenas de impacto son actualmente un resultado importante de una evaluación de la vulnerabilidad, ya que representan un modelo conceptual de todas las relaciones importantes identificadas y que permiten planificar la adaptación y la sensibilización. Las opciones de adaptación pueden disminuir la sensibilidad o aumentar la capacidad de adaptación. En nuestro caso, los participantes hicieron una lluvia de ideas sobre las medidas de adaptación potenciales que podrían reducir la deforestación y los cultivos inadecuados, o aumentar la aplicación de la ley y/o el conocimiento de los agricultores sobre el manejo adecuado de la tierra. Las opciones de adaptación propuestas para disminuir los factores de sensibilidad fueron:

- Bosque/deforestación: Forestación con especies autóctonas
- Pastizales/sobrepastoreo: Plan de manejo del pasto para restringir el pastoreo
- Cultivo inadecuados en fuertes pendientes: Plantar cultivos adecuados, como el rui-barbo salvaje

Las opciones de adaptación propuestas para aumentar la capacidad de adaptación fueron la capacitación a los agricultores, el asesoramiento sobre políticas, las emisio-



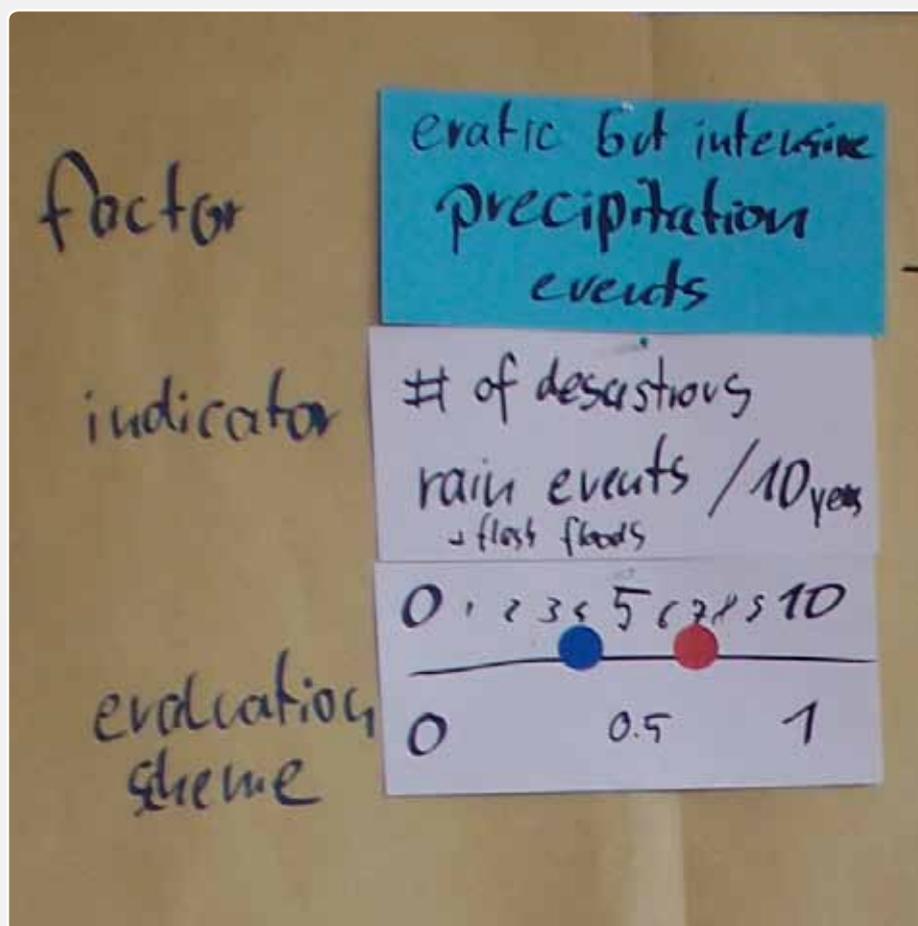
## Identificación de indicadores y métodos para la cuantificación (Módulos 3 a 5)

*En línea con el módulo 3 del Libro de la Vulnerabilidad, la creación de cadenas de impacto permitió la selección de indicadores y la preparación de los datos de los indicadores según los métodos descritos en el Módulo 4.*

### Selección de indicadores para los tres componentes de vulnerabilidad (Módulo 3; Pasos 1 a 4)

Un paso más fue identificar los indicadores adecuados que se pueden utilizar para cuantificar los factores de la cadena de impacto (ver Figura 11). De nuevo, esto se llevó a cabo a través de la consulta intensiva con los equipos de implementación. Además, se decidió desarrollar indicadores solamente para los dos factores más importantes que influyen en la sensibilidad (deforestación/cultivos inadecuados) y la capacidad de adaptación (cumplimiento de la ley/conocimiento de agricultores). Se consideró que estos dos factores capturan suficientemente la sensibilidad y la capacidad de adaptación, respectivamente, hacia la erosión del suelo.

Figura 11: Ejemplo de un factor de exposición, un indicador adecuado y el respectivo esquema de evaluación



Fuente: adelphi/EURAC 2014.

Durante la selección de los indicadores, se mantuvo en cuenta que como se cuantificaron a través de conocimientos o enfoques participativos de expertos, debían por lo tanto ser formulados de una manera fácil y completa. Se identificaron los siguientes indicadores que fueron acordados por los participantes del taller (ver Figura 12):

Exposición:

- Número de días de eventos de lluvia catastróficos ocurridos en los últimos 10 años

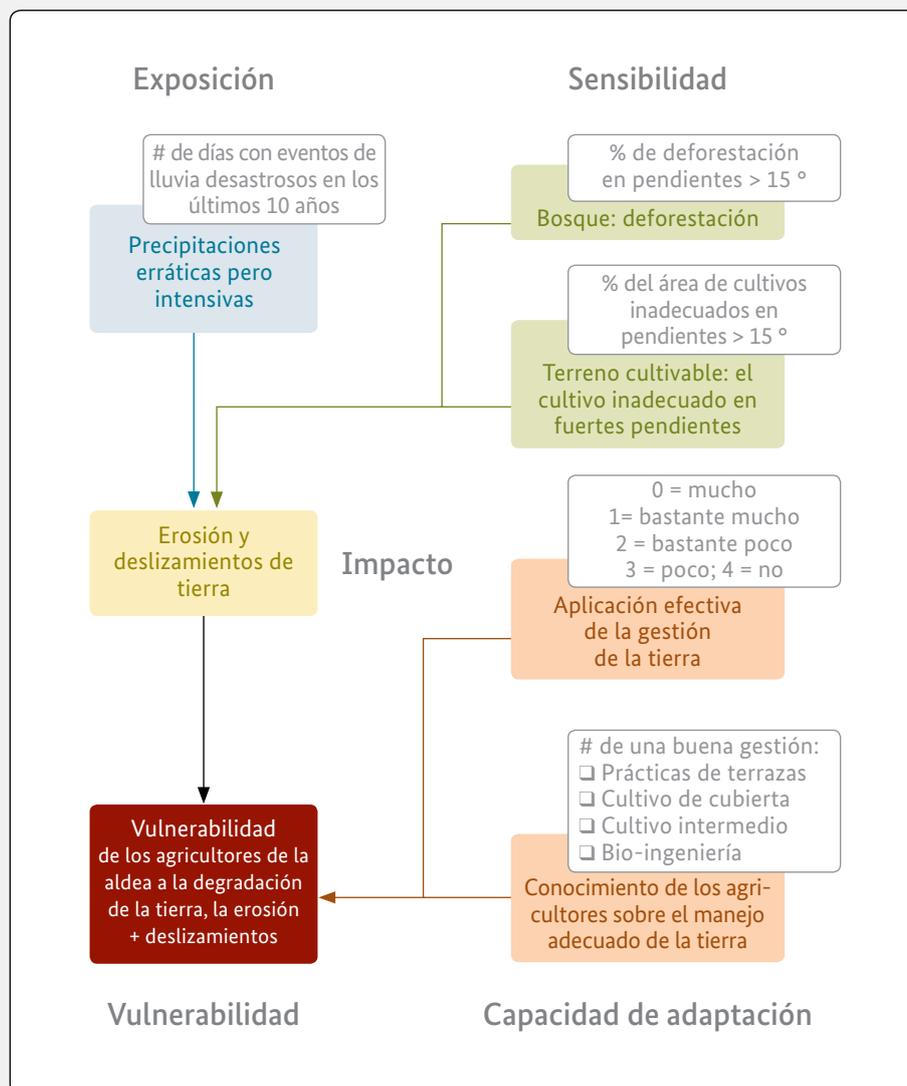
Sensibilidad:

- % deforestación en pendientes > 15 °
- % área de cultivo inadecuados en pendientes > 15 °

La capacidad de adaptación:

- Satisfacción de aldeanos con el cumplimiento de la ley
- # buenas prácticas de gestión

Figura 12: Indicadores para la cadena de impacto “degradación de la tierra, la erosión y los deslizamientos de tierra”



Fuente: adelphi/EURAC 2014.

## Evaluación de indicadores (Módulo 5)

***En línea con el Módulo 5 del Libro de la Vulnerabilidad, los indicadores se normalizaron a una escala común sin unidades de 0 a 1.***

Para poder realizar una evaluación de la vulnerabilidad, cada indicador necesitaba ser evaluado de acuerdo con un esquema de evaluación estandarizado de 0 a 1 con:

- "0" en el contexto de la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación:
  - Un valor de exposición (clima, el tiempo) que no suponga un riesgo para el sistema.
  - Un valor de sensibilidad, que no sensibiliza al sistema a la exposición relacionada al clima o el tiempo bajo condiciones medias (el sistema es "a prueba del clima").
  - Una capacidad de adaptación que indica las condiciones sociales o económicas, o las opciones de adaptación disponibles, que no permiten la adaptación y que dañarían un sistema en una magnitud tal que amenaza seriamente el sistema.
  
- "1" en el contexto de la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación:
  - Un valor de exposición (clima, el tiempo), que perjudica a un sistema en una magnitud tal que amenaza seriamente al sistema, y no puede ser totalmente compensado por la baja sensibilidad o la alta capacidad de adaptación. Los eventos/años extremos en el pasado, donde el impacto catastrófico ha ocurrido, podría servir de referencia.
  - Una sensibilidad, que no proporciona cualquier amortiguamiento a la exposición y conduce a un alto impacto potencial, incluso en condiciones de baja exposición.
  - Una capacidad de adaptación que indica una capacidad óptima de adaptación, es decir, las condiciones sociales o económicas, o las opciones de adaptación disponibles, que permiten la adaptación sin dañar el sistema (pero que todavía no pueden compensar un impacto muy alto).

Para ello, fue desarrollado un esquema de evaluación para cada indicador en conjunto con los participantes. En cuanto al indicador de la capacidad de adaptación "gestión de la tierra, cumplido con eficacia" se acordó, por ejemplo, que se aplicará una calificación de 0 (= alto cumplimiento) a 4 (= no cumplimiento), que ha sido luego transferido (normalizado) a la escala de 0 a 1 (ver "cumplimiento de la ley" en la Figura 13). Los esquemas de evaluación para todos los indicadores se proporcionan en la siguiente ilustración (ver Figura 13).

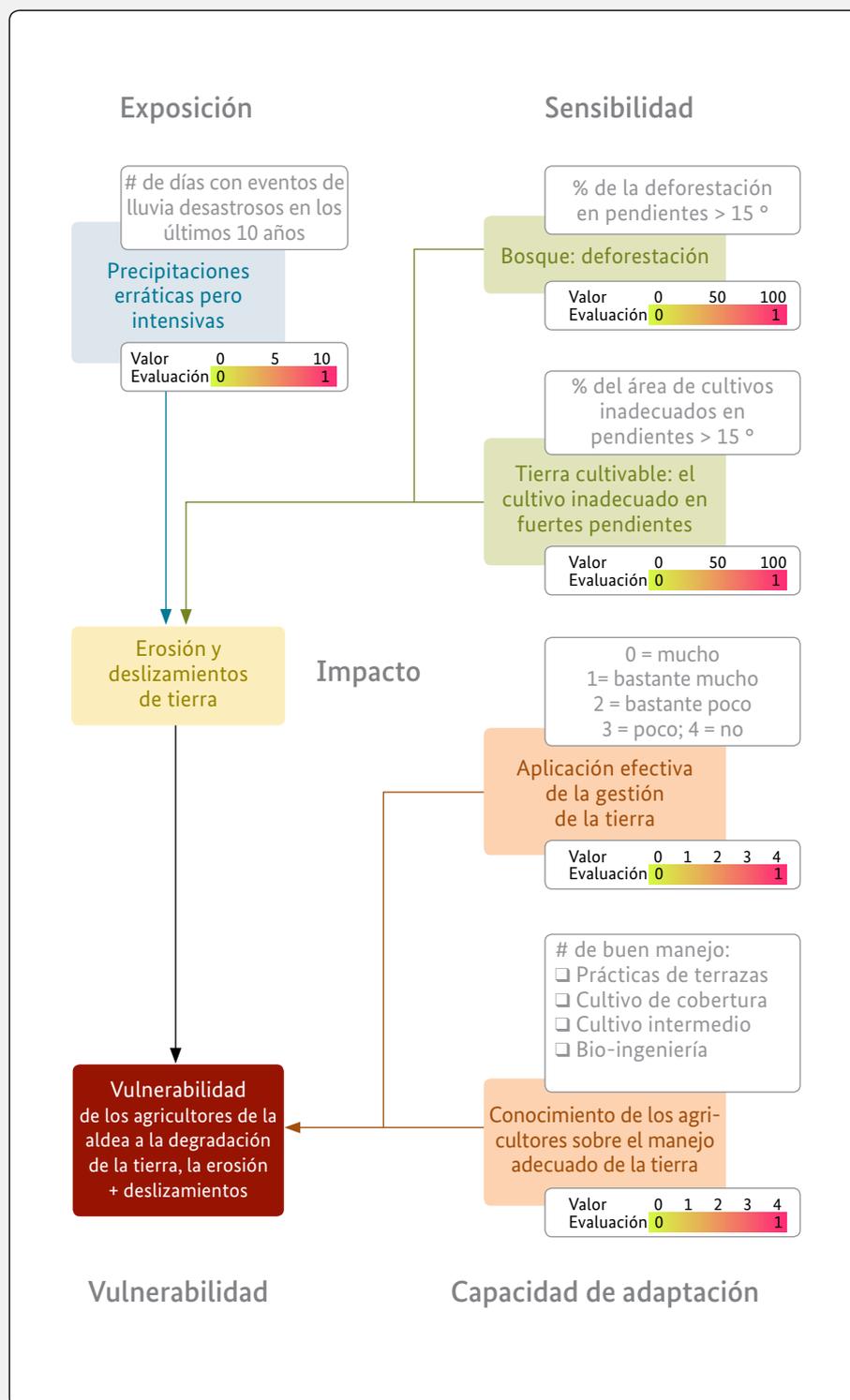
Posteriormente, los equipos de expertos de ambos distritos evaluaron cada indicador para los dos valles seleccionados: El Valle Chel en Swat y el Vale Rambur en Chitral. La evaluación proporcionada por los participantes se muestra en la Figura 14.

La evaluación reveló que los factores individuales de los dos valles de Swat y Chitral difieren significativamente: Mientras que la exposición a eventos intensivos de lluvia es mayor en la región de Swat, que se ve afectada por los monzones, en Chitral la sensibilidad es mayor debido a las altas tasas de deforestación y altos porcentajes de cultivos inadecuados en pendientes pronunciadas.

En cuanto a la capacidad de adaptación, ambas regiones alcanzaron evaluaciones similares, con una moderada a baja capacidad de adaptación debido al único

conocimiento moderado de buenas prácticas de manejo de la tierra y los bajos niveles de satisfacción con el cumplimiento de la ley en el campo de la gestión de la tierra.

Figura 13: Esquema de evaluación e indicadores para la cadena de impacto simplificada “degradación de la tierra, erosión y deslizamientos de tierra”



Fuente: adelphi/EURAC 2014.

## Agregación de los indicadores y los componentes de vulnerabilidad (Módulos 6 y 7)

**De acuerdo con el concepto del Libro de la Vulnerabilidad, la ponderación y agregación de indicadores individuales a los componentes de vulnerabilidad (Módulo 6) a la vulnerabilidad general (Módulo 7) se llevó a cabo en tres etapas.**

### Primer Paso:

La agregación de los indicadores individuales de los componentes de la vulnerabilidad (exposición, sensibilidad, capacidad de adaptación)

- Todos los indicadores de exposición individuales fueron agregados a un valor para el componente de vulnerabilidad “exposición”.
- Todos los indicadores de sensibilidad individuales fueron agregados a un valor para el componente de vulnerabilidad “sensibilidad”.
- Todos los indicadores de la capacidad de adaptación se agregaron a un valor para el componente de vulnerabilidad “capacidad de adaptación”. Dado que se aplicó el mismo peso a todos los indicadores, la ecuación de la agregación fue simplemente:

.....  
Fórmula 1:

$$\text{Índice componente de vulnerabilidad} = \frac{I_1 + I_2}{2}$$

.....

### Segundo Paso:

La agregación de la exposición y la sensibilidad al posible impacto (de nuevo usando la media aritmética ponderada de agregación).

### Tercer Paso:

La agregación del impacto y capacidad de adaptación a la vulnerabilidad. Aquí, de nuevo se aplicó una media aritmética ponderada de agregación.

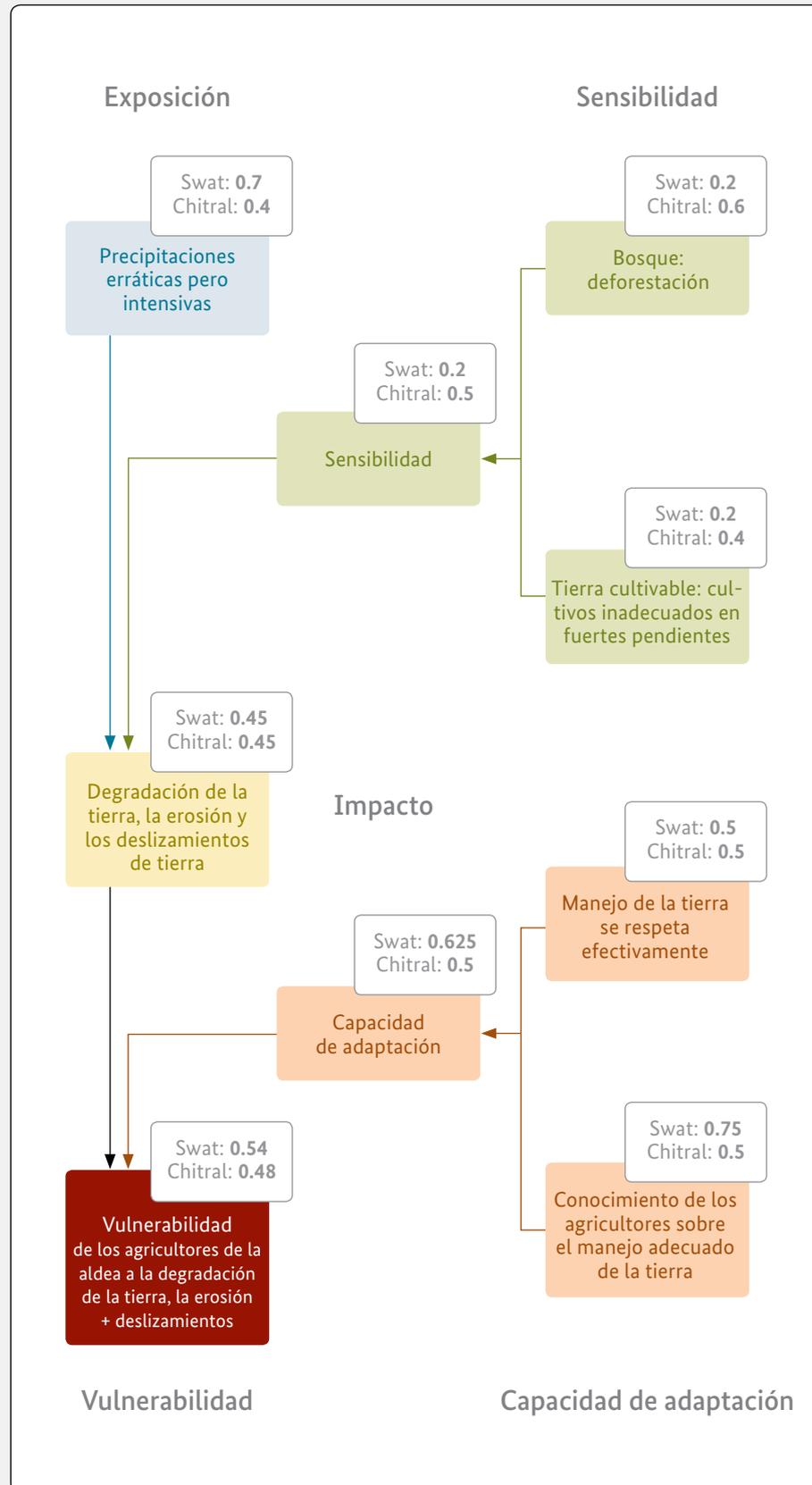
.....  
Fórmula 2:

$$V = \frac{I + CA}{2} \quad \text{con } V = \text{Vulnerabilidad}, I = \text{Impacto}, CA = \text{Capacidad de Adaptación}$$

.....

El resultado del procedimiento de agregación se presenta en la Figura 14.

Figura 14: La agregación de los indicadores y los componentes de vulnerabilidad para evaluar la vulnerabilidad a la erosión del suelo en Pakistán



Fuente: adelphi/EURAC 2014.

## Resultados de la evaluación de la vulnerabilidad

### Principales conclusiones, recomendaciones y los próximos pasos (Módulo 8)

La EV exploratoria en Pakistán proporcionó varias ideas clave: El valle de Chel en Swat es más expuesto a las lluvias erráticas pero intensas que el valle de Rambur en Chitral. Al mismo tiempo, el valle de Chel es menos sensible, ya que ha sufrido menos deforestación e incluso el grado de cultivo inadecuado en pendientes pronunciadas es menor. Las variaciones dentro de los dos componentes de vulnerabilidad “sensibilidad” y “exposición” entre los dos distritos resulta en un impacto potencial idéntico para ambos valles. Esto resalta una vez más la importancia de considerar también los componentes individuales de la vulnerabilidad e incluso indicadores individuales, al interpretar los resultados de una EV. La capacidad de adaptación es algo mayor en Rambur, debido a un nivel ligeramente más alto del cumplimiento de la ley. La vulnerabilidad general en ambas regiones es media con un nivel ligeramente más alto de vulnerabilidad en el valle de Chel.

Lo más interesante es la identificación de los puntos débiles en el sistema, ya que estos son los puntos de entrada para las opciones de adaptación. Por ejemplo, se debe mencionar el alto grado de deforestación en Rambur, que podría ser abordado por la reforestación, por ejemplo, con plantas autóctonas. Las prácticas inadecuadas en pendientes pronunciadas podrían abordarse mediante la organización de cursos de formación, o mediante la difusión de información sobre las prácticas sostenibles en las radios de los agricultores. El seguimiento de los pasos para los equipos de implementación en línea con la EV explorativa incluyen:

- Desarrollo de cadenas de impacto para otros impactos relacionados con la biodiversidad
- Encontrar indicadores apropiados que se puedan incluir en la Evaluación Rural Participativa (ERP) en las aldeas
- Ponerse de acuerdo en un esquema de evaluación para cada factor/indicador de las cadenas de impacto recién desarrolladas
- Realización de estudios de campo
- Análisis y revisión de los resultados
- Documentación de los resultados de la EV
- Comunicación de resultados
- Identificación de las medidas de adaptación
- Implementación de medidas de adaptación adecuadas

Una vez que se han implementado las medidas, la eficacia de la adaptación será monitoreada y evaluada (M&E) repitiendo la evaluación de la vulnerabilidad al final de la vida útil del proyecto BKP. Se pueden encontrar los requisitos de documentación para el monitoreo y evaluación en explicaciones detalladas en el capítulo de M&E del Libro de la Vulnerabilidad e incluyen:

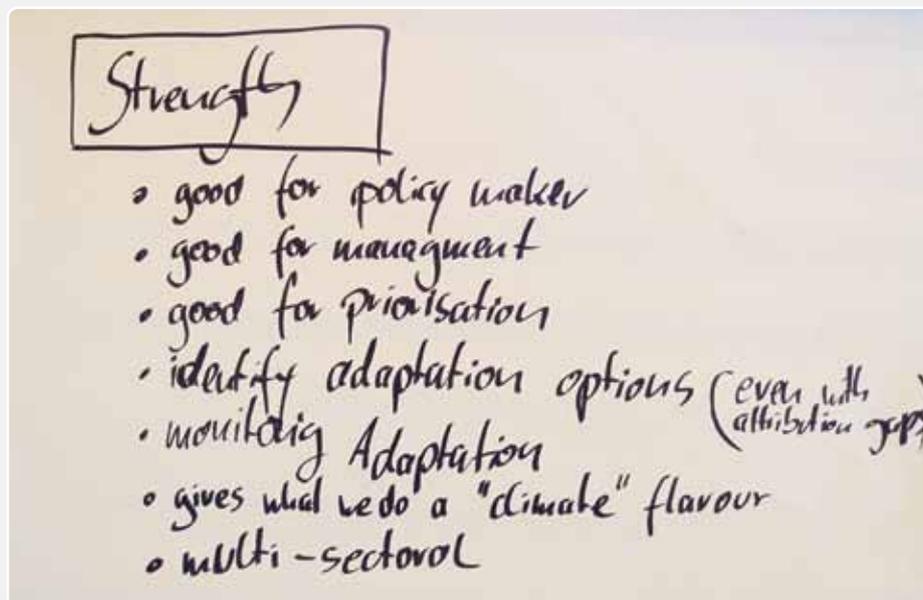
- Una documentación completa de toda la EV y sus procesos relacionados
- Garantizar la fiabilidad de los indicadores
- Describir los procedimientos para la cuantificación de los indicadores
- Mantener normas de evaluación constante

## Lecciones aprendidas

Varias de las lecciones aprendidas surgieron como resultado de la aplicación del Libro de la Vulnerabilidad en Pakistán. En particular, la aplicación del Libro de la Vulnerabilidad puede generar resultados valiosos para la planificación de la adaptación dentro de un corto periodo de tiempo. En Pakistán, fue posible implementar una EV exploratoria, basado en un enfoque participativo, en un taller de 3 días y medio. Esta EV exploratoria, si corresponde, puede ser realizada en mayor escala y ampliada aún más mediante la inclusión de factores adicionales, fuentes de datos y cadenas de impacto. Mientras que la primera EV exploratoria se basó principalmente en juicios de expertos, se podría decidir más tarde, por ejemplo, utilizar los datos de las oficinas de estadística y las oficinas meteorológicas. Ya han sido identificadas las posibles fuentes de datos e instituciones de almacenamiento de datos en el estudio de alcance.

Las cadenas de impacto demostraron ser una herramienta muy útil y un resultado en sí mismo. La herramienta permite acceso a información intuitiva, aunque sustancial y fácil, sobre la vulnerabilidad en un área determinada. Su uso en la identificación de posibles puntos de entrada para las medidas de adaptación fue evaluado por los participantes del taller. Además, se percibe como una muy buena herramienta para crear conciencia y estimular discusiones tanto entre los responsables políticos, como dentro de las comunidades locales (ver Figura 15).

.....  
 Figura 15: Retroalimentación de los participantes del taller en las fortalezas del enfoque de evaluación de la vulnerabilidad



(\* Bueno para formuladores de políticas, \* bueno para la gestión, \* bueno para priorización, \* identificación de las opciones de adaptación [incluso con brechas de atribución], \* monitoreo de la adaptación, \* da a lo que hacemos un sabor de "clima", \* multisectorial).

.....  
 Fuente: adelphi/EURAC 2014.

Un inconveniente señalado por un participante, desde el nivel de la formulación de políticas, fue que la EV no cuantifica en términos monetarios, sólo brinda un “mero” número de vulnerabilidad. Se argumentó que esto puede dificultar el convencimiento de los responsables políticos para la asignación de financiamiento a un proyecto de adaptación. En el caso de Pakistán, esta decisión se basa en gran medida en el costo y los beneficios asumidos. Por otro lado, se argumentó que la EV puede ayudar a superar este enfoque muy técnico de planificación con el fin de lograr una planificación más integral y orientada a los resultados. Este es precisamente el objetivo del proyecto BKP.

## Anexo

### Lista de participantes y las organizaciones respectivas

N°	Nombre	Posición	Organización
1	Sr. Naveed Mustafa	Oficial Científico	CAEWRI, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (NARC por sus siglas en inglés), Islamabad
2	Sr. Muhammad Ijaz	Oficial Científico	Centro de Estudios de Impacto del Cambio Global (GCISC por sus siglas en inglés), Centro Nacional de Física, Islamabad
3	Srta. Nuzba Shaheen	Oficial Científico	Centro de Estudios de Impacto del Cambio Global (GCISC por sus siglas en inglés), Centro Nacional de Física, Islamabad
4	Dr. A. D. Khan	Director (Hidrólogo)	Consejo Pakistán de Investigación del Agua (PCRWR por sus siglas en inglés)
5	Dr. Mona Hagra	Becario Postdoctoral	Consejo Pakistán de Investigación del Agua (PCRWR por sus siglas en inglés)
6	Dr. Muhammad Abdullah	Director (Agricultura salina)	Consejo Pakistán de Investigación del Agua (PCRWR por sus siglas en inglés)
7	Dr. Shaukat Zaman	Director	Oficina de Estadísticas de Pakistán, Islamabad
8	Sr. Syed Zuhair Bokhari	Director General Adjunto	Comisión de Investigación del Espacio y la Atmósfera Superior (SUPARCO por sus siglas en inglés), Agencia Espacial Nacional de Pakistán, Islamabad
9	Sra. Annette Lisy	Gerente de Proyecto	Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales, Evaluación de Riesgos Geológicos en Pakistán, c/o Servicio Geológico de Pakistán
10	Sr. Simon Sadiq	Subgerente	Servicio Geológico de Pakistán
11	Sr. Tayyab Shahzad	Coordinador de Ordenamiento del Territorio	Proyecto de Manejo Sostenible de la Tierra, la División de Cambio Climático, Islamabad
12	Sr. Khurshed Ahmed	Oficial de Proyectos	Cooperación Suiza para el Desarrollo (SDC por sus siglas en inglés)

continúa en la siguiente página

N°	Nombre	Posición	Organización
13	Sr. Mohmand Hidayatullah	Director	Oficina Regional para la Encuesta del Suelo, Peshawar
14	Sr. Fazli Rabbi	Comisión de Censo Provincial	Oficina de Estadísticas de Pakistán, Peshawa
15	Sr. Syed Mushtaq Ali Shah	Director	Centro Meteorológico Regional Peshawar
16	Dr. Ishaq A. Mian	Sub Director	Ciencias Ambientales y Edafológicas, Universidad de Agricultura KP, Peshawar
17	Sr. Tehsil Zaman	Jefe Asistente de Agricultura y Medio Ambiente	Ciencias Ambientales y Edafológicas, Universidad de Agricultura KP, Peshawar
18	Sr. Sanaullah Khan	Director/Conservador de Bosque	Departamento de Planificación y Desarrollo, Peshawar
19	Sr. Shabir Hussain	Sub Jefe en Conservación	Departamento Forestal, Peshawar
20	Dr. Ehsan Ullah	Oficial Superior de Investigación	Instituto de Investigación de Agricultura, Mingora
21	Sr. Syed Fazal Baqi	Diputado Conservador de Vida Silvestre	Departamento de Vida Silvestre
22	Sr. Sher Zada Khan	Director de Distrito	Departamento de Extensión Agrícola, Gestión del agua en la granja
23	Sra. Shamsu Nihar	Movilizador social	Parque nacional del Chitral Gol, Departamento Forestal
24	Sr. Jan Mohammad	Director de Distrito	Departamento de Extensión Agrícola
25	Dr. Mohammad Naseer	Director	Centro de Investigación para la Agricultura
26	Dr. Marc Zebisch	Jefe del Departamento	EURAC
27	Dr. Philip Bubeck	Gerente de Proyecto	Adelphi
28	Dr. Syed Sajidin Hussain	Consultor	ADMC
29	Sr. Shaukat Ali		ADMC
30	Sr. Wolfgang Hesse	BKP	GIZ
31	Srta. Veronika Utz	BKP	GIZ
32	Sr. Asghar Khan	BKP	GIZ
33	Sr. Fayaz Muhammad	BKP	GIZ
34	Srta. Nighat Ara	BKP	GIZ
35	Srta. Shaista Zarshad	BKP	GIZ

## 11. Aplicación del Libro de la Vulnerabilidad: evaluación de la vulnerabilidad de los pequeños agricultores en la comunidad de Chullcu Mayu (Bolivia)



---

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable  
(PROAGRO) GIZ Bolivia

Claudia Cordero  
Jose Luis Gutiérrez

Feb, 2014

## Lista de contenidos:

<b>Preparación de la evaluación de la vulnerabilidad (Módulo 1)</b> .....	60
Entender el contexto de la evaluación de la vulnerabilidad (Módulo 1; Paso 1) .....	60
Objetivos de la evaluación de la vulnerabilidad (Módulo 1; Paso 2) .....	61
Determinar el alcance de la evaluación de la vulnerabilidad (Módulo 1; Paso 3) .....	61
<b>Desarrollo de una cadena de impacto (Módulo 2)</b> .....	64
<b>Metodología de evaluación (Módulos 3 a 7)</b> .....	66
Información clave sobre el proceso general de la implementación de la evaluación de la vulnerabilidad .....	66
Identificación de indicadores (Módulo 3) .....	67
Identificación de métodos para la cuantificación de los indicadores (Módulo 4) .....	67
Ponderación de los indicadores (Módulo 6) .....	72
Normalización y evaluación de indicadores (Módulo 5) .....	74
Agregación de los indicadores y los componentes de vulnerabilidad (Módulo 7) .....	76
<b>Resultados de la evaluación de la vulnerabilidad (Módulo 8)</b> .....	77
Conclusiones principales .....	77
Impacto climático en condiciones de precipitación extrema .....	78
El impacto potencial del cambio climático en el futuro .....	79
Recomendaciones extraídas de la evaluación de la vulnerabilidad .....	82
Lecciones aprendidas de la aplicación de la evaluación de la vulnerabilidad .....	83

## Preparación de la evaluación de la vulnerabilidad (Módulo 1)

### Entender el contexto de la evaluación de la vulnerabilidad (Módulo 1; Paso 1)

El Programa de Desarrollo Agrícola Sostenible (PROAGRO) es implementado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) en Bolivia. El programa, cofinanciado por la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional durante su segunda fase que abarca 2011-2014, se centra en el fortalecimiento de la resiliencia de pequeños propietarios agrícolas al cambio climático en las zonas secas de Bolivia.

En este contexto, el programa promueve junto con las partes interesadas nacionales y subnacionales, la implementación de los llamados modelos de gestión, experiencias exitosas en el desarrollo agrícola a nivel local, documentados para promover su ampliación y gestión del conocimiento. Uno de estos modelos de gestión es el “riego tecnificado para un uso más eficiente del agua en la agricultura” (de ahora en adelante, riego

tecnificado), como una respuesta a la escasez de agua y bajas eficiencias de los sistemas de riego tradicionales en las comunidades rurales de zonas seca. Aún más, las lluvias erráticas reducen el potencial de la producción agrícola, en consecuencia los pequeños agricultores que viven en zonas secas son muy vulnerables al cambio climático y la sostenibilidad de sus medios de vida está en riesgo debido a los bajos niveles de producción, por lo tanto ingresos agrícolas bajos. Para hacer frente a este reto, el modelo de gestión tiene como objetivo aplicar las nuevas tecnologías para mejorar la ingesta, transporte, distribución y aplicación del agua en los cultivos con riego localizado, para aumentar el área de riego con la misma fuente de agua, y para aumentar la frecuencia de riego, lo que permite finalmente la diversificación de cultivos, el aumento de los rendimientos e ingresos más altos.

Los proyectos de desarrollo agrícola necesitan integrar la adaptación al cambio climático en su planificación, con el fin de reducir la vulnerabilidad climática de los agricultores, especialmente en las regiones áridas y semiáridas, donde los productores de escasos recursos están muy expuestos a los riesgos climáticos debidos a las lluvias erráticas y el aumento de la temperatura. Con el fin de mejorar la comprensión de los componentes de vulnerabilidad en estas áreas agrícolas para una mejor planificación de la adaptación, PROAGRO está interesado en aprender hasta qué punto se reduce la vulnerabilidad de los pequeños agricultores al cambio climático mediante la implementación del modelo de gestión de riego tecnificado.

## **Objetivos de la evaluación de la vulnerabilidad (Módulo 1; Paso 2)**

PROAGRO promueve un modelo de gestión de riego tecnificado para un uso del agua más eficiente en la agricultura, como medida de adaptación al cambio climático a la vulnerabilidad de los pequeños agricultores al cambio climático.

Los agricultores de la comunidad Chullcu Mayu han implementado este tipo de proyecto, por lo tanto, el objetivo de la evaluación es cuantificar en qué medida la vulnerabilidad al clima se redujo con la tecnificación del sistema de riego de la comunidad.

## **Determinar el alcance de la evaluación de la vulnerabilidad (Módulo 1; Paso 3)**

Las tierras en Chullcu Mayu son aptas para la agricultura (ver Figura 1), sin embargo, la baja disponibilidad de agua para el riego es un obstáculo para el aumento de la producción agrícola. Por lo tanto, en el año 2005 se diseñó un sistema de riego por gravedad con el fin de mejorar los medios de vida de las familias. Esta comunidad se encuentra en la región de los valles interandinos que se caracterizan por una fisiografía desigual, con niveles de precipitación entre 400 a 800 mm, y pérdidas de suelo debido a la erosión. La escasez de agua es un obstáculo para esta parte fértil del país.

El problema para la producción agrícola en esta región es la escasez de agua debido a la irregularidad de las lluvias y la baja eficiencia en sus sistemas de riego tradicionales. Por lo tanto, el principal impacto potencial del cambio climático es la reducción del área de cultivo bajo riego óptimo.

---

Figura 1: Vista de la comunidad Chullcu Mayu (Cochabamba, Bolivia)



---

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

En este contexto, se llevó una evaluación semi-cuantitativa de la vulnerabilidad en la comunidad, teniendo en cuenta los factores de vulnerabilidad antes y después de la implementación del sistema de riego tecnificado. La evaluación se centra en la vulnerabilidad actual, teniendo en cuenta las condiciones climáticas promedio antes de la ejecución del proyecto (periodo 1960-1990), y después (periodo 1991-2011). En este estudio de caso especial se llevó a cabo la evaluación de la vulnerabilidad para comparar dos periodos históricos, una con y otra sin adaptación como un enfoque para evaluar el éxito de la medida de adaptación (ver Módulo 1; Paso 3 sobre los posibles periodos de tiempo diferentes para las evaluaciones de vulnerabilidad y Capítulo IV para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación con una EV).

Con el fin de desarrollar una mejor comprensión del sistema, se hicieron evaluaciones adicionales sobre el impacto de la variabilidad climática en el sistema de riego tradicional, teniendo en cuenta los eventos extremos de precipitación más baja (año 2000) y de precipitación más alta (año 1986). Así mismo, se realizó una evaluación en cuanto a cómo las futuras condiciones climáticas (las tendencias para 2030), de acuerdo con el modelo climático regional PRECIS (por sus siglas en inglés), podrían afectar el sistema de riego. El Cuadro 1 explica las escalas temporales de la EV.

El ámbito territorial es la comunidad Chullcu Mayu, que forma parte del municipio de Tiraque, ubicada en el departamento de Cochabamba (Bolivia). Su ubicación geográfica es entre 65°32'30" y 65°33'30" de longitud oeste y entre 17°29'55" y 17°27'30" latitud sur, ubicado a 3 486 metros sobre el nivel del mar (ver Figura 2), a una distancia de la ciudad capital del departamento más cercano (Cochabamba) de 75 kilómetros a través

de una carretera asfaltada. El ámbito espacial de la evaluación específicamente incluye el área potencial agrícola de 61 hectáreas en la comunidad Chullcu Mayu, que está habitada por 97 familias campesinas.

Cuadro 1: Escalas temporales de la evaluación de la vulnerabilidad

Periodo o año	Explicación
2000	Las condiciones climáticas del evento extremo con precipitación inferior (percentil 10 de datos históricos de precipitación)
1986	Las condiciones climáticas del evento extremo de mayor precipitación (percentil 90 de datos históricos de precipitación)
1960 – 1990	Condiciones climáticas promedio en la comunidad Chullcu Mayu, antes de la ejecución del proyecto de riego tecnificado
1991 – 2011	Condiciones climáticas promedio en la comunidad Chullcu Mayu, después de la ejecución del proyecto de riego tecnificado
2030	Las condiciones climáticas futuras <sup>1</sup> generadas por el modelo climático regional PRECIS (“Providing Regional Climates for Impacts Studies” - “Proporcionar climas regionales para estudios de impacto”) desarrollado por el Centro Hadley de la Oficina Meteorológica del Reino Unido. Los datos se basaron en ECHAM4, bajo el escenario de emisiones A2 (considerando el periodo de 2001 a 2030 como tiempo futuro y el periodo de 1961 a 1990 como tiempo presente). Este modelo proporciona los siguientes cambios climáticos para 2030: Aumento de la temperatura en 1.6 °C Variaciones en las precipitaciones: Durante los periodos de sequía, reducción de la precipitación de 26%. Durante los periodos húmedos, aumento de precipitación de 26%.

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

Las partes interesadas en los resultados de la evaluación son los siguientes: Los pequeños agricultores de los valles interandinos, instituciones públicas y privadas de la región que trabajan en el desarrollo agrícola con sistemas de riego, las autoridades y los técnicos locales del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego de Bolivia, personal de PROAGRO, así como otras organizaciones y agencias de cooperación internacionales.

Los aliados que participaron directamente en el EV dentro de este estudio de caso fueron PROAGRO, GIZ y el Instituto Europeo de Investigación (EURAC por sus siglas en inglés).

<sup>1</sup> Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Agua (2009), Segunda Comunicación Nacional del Estado Plurinacional de Bolivia ante la CMNUCC, página 133.

---

Figura 2: Mapa de ubicación de la comunidad Chullcu Mayu



---

Fuente: © Fotolia - Arid Ocean, Guillaume Le Bloas.

## Desarrollo de una cadena de impacto (Módulo 2)

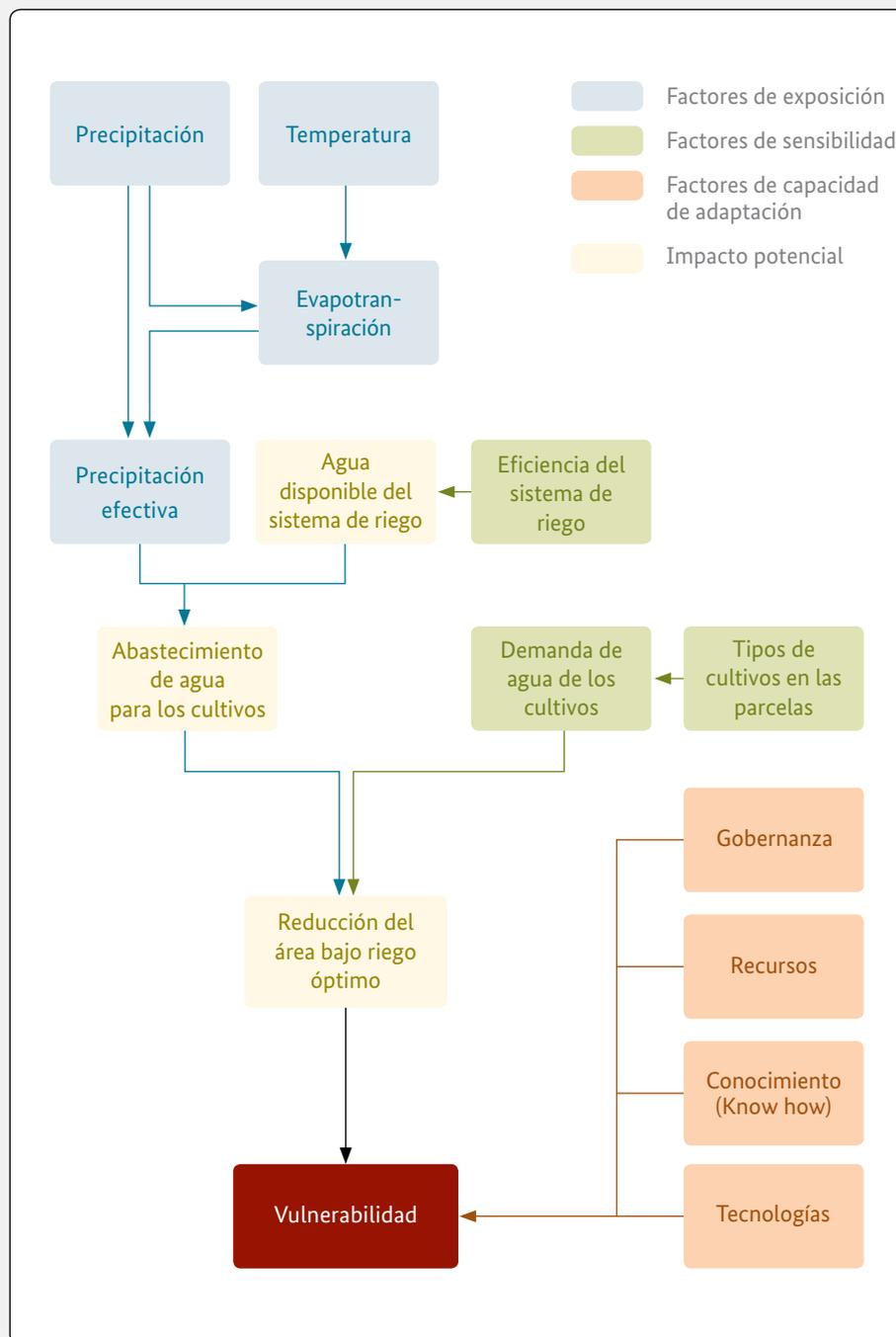
El marco conceptual para la EV sigue el IPCC (AR4), donde la vulnerabilidad es el grado en que un sistema es susceptible de, o incapaz de, enfrentar los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad es una función del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático, así como las variaciones a las que el sistema está expuesto, su sensibilidad y capacidad de adaptación.

Con el fin de comprender el impacto potencial del cambio climático en la comunidad, se desarrolló una evaluación de la cadena de impacto, siendo una herramienta analítica que sistemáticamente permite una evaluación de los factores de vulnerabilidad y sus relaciones de causa-efecto. La evaluación se inicia con la identificación del principal impacto potencial al sistema en evaluación, tal como se indica a continuación, siguiendo los Pasos 1 a 4 del Módulo 2.

Durante un proceso de consultas con expertos de PROAGRO en sistemas de riego, se identificó que los pequeños agricultores son vulnerables a la baja disponibilidad de agua para los cultivos. Esto implica que los cambios en las condiciones climáticas podrían afectar el suministro de agua para los cultivos que requieren de una mayor demanda de agua; por lo tanto, reduciendo el área de cultivo bajo riego óptimo.

Una vez que el impacto climático potencial se había evaluado, se identificaron los factores relacionados con la capacidad de adaptación de los agricultores. Estos factores se agruparon en las siguientes categorías: gobierno, recursos, conocimientos y tecnologías. Para cada categoría, fueron seleccionados sub-factores para evaluar la capacidad de adaptación en esta comunidad específica, teniendo en cuenta la actividad productiva analizada. La Figura 3 muestra la cadena de impacto para este estudio de caso.

Figura 3: Cadena de impacto para el estudio de caso en la comunidad Chullcu Mayu



Fuente: adelphi/EURAC 2014.

De acuerdo con esta cadena de impacto, la vulnerabilidad climática en la comunidad Chullcu Mayu está determinada por:

- **Exposición:** Las variaciones de temperatura y precipitación afectan la evapotranspiración y los niveles de precipitación eficaces.
- **Sensibilidad:** El sistema de producción agrícola en Chullcu Mayu es sensible a las variaciones del clima debido a la baja eficiencia del sistema de riego tradicional y los tipos de cultivos en las parcelas, siendo estos los aspectos que determinan la demanda de agua.
- **Impacto potencial del cambio climático:** La reducción del área bajo irrigación óptima (la humedad del suelo) es el principal impacto climático identificado en la comunidad de Chullcu Mayu, que depende del equilibrio entre el abastecimiento del agua y la demanda de agua para cultivos. De acuerdo con este equilibrio, el área de cultivo bajo riego óptimo en el sistema puede ser estimado.
- **Capacidad de adaptación:** Aspectos como el nivel de gobernanza u organización social, los recursos disponibles en la comunidad, los conocimientos específicos de los agricultores sobre la gestión de los cultivos y los sistemas productivos o tecnologías disponibles para la producción agrícola son los factores que determinan la capacidad de los agricultores de hacer frente a los posibles impactos del cambio climático en su sistema.

## Metodología de evaluación (Módulos 3 a 7)

### Información clave sobre el proceso general de la implementación de la evaluación de la vulnerabilidad

Este tipo de evaluación de la vulnerabilidad implementada por el piloto Chullcu Mayu se centra en un tema muy específico y utiliza un enfoque de método mixto. Se aplica un enfoque puramente cuantitativo para la evaluación de la exposición, la sensibilidad, y los impactos. Se aplica un enfoque semi-cuantitativo para evaluar la capacidad de adaptación, basada en los criterios de la “opinión de expertos”, utilizando indicadores representativos que consideran aspectos agrupados en las siguientes categorías: gobernanza, recursos, conocimientos y tecnología.

El proceso se inició con la visita del equipo de investigación de EURAC a Bolivia con el fin de explorar las oportunidades para una implementación piloto del Libro de la Vulnerabilidad, donde se desarrolló un taller con personal de PROAGRO. Como resultado de ello, se seleccionó el proyecto de riego en Chullcu Mayu para la EV, ya que se había implementado hace unos años, y sería interesante medir o cuantificar los resultados en cuanto a la vulnerabilidad de los agricultores beneficiarios.

Los recursos utilizados para la EV incluyeron el software ABRO (Área Bajo Riego Óptimo), una herramienta que se utiliza oficialmente en el sector del agua de Bolivia para el diseño de proyectos de riego financiados con fondos públicos, el modelo climático regional PRECIS y registros meteorológicos históricos. Después de una primera evaluación de los datos disponibles, se contrató a un consultor para apoyar

la modelación estadística de los datos meteorológicos, introducir nuevos datos sobre el clima, ejecutar el software de ABRO, y evaluar la capacidad de adaptación. Se llevaron a cabo tres talleres y una visita de campo incluyendo entrevistas personales con los agricultores ejecutadas con el equipo PROAGRO vinculados con el proyecto de riego tecnificado en esta comunidad. Dos talleres adicionales se llevaron a cabo para presentar los resultados al mismo equipo. Además, el equipo de investigación de EURAC hizo una segunda visita a Bolivia para respaldar el proceso y conocer los resultados en la aplicación del Libro de la Vulnerabilidad. En total, se necesitaron unos cuatro meses para implementar la EV.

## **Identificación de indicadores (Módulo 3)**

Junto con los equipos de investigación de PROAGRO y EURAC, se realizó una visita a la comunidad Chullcu Mayu para conocer la zona y obtener información clave de los agricultores locales involucrados. Con esta información, fue construida una primera cadena de impacto. A partir de esta propuesta, el equipo PROAGRO finalizó la construcción de la cadena de impacto basada en los factores que determinan la vulnerabilidad de los pequeños agricultores en esta comunidad.

De acuerdo con las percepciones locales de los agricultores entrevistados en la visita de campo, en esta comunidad las principales amenazas climáticas son las precipitaciones, deficientes y erráticas, así como los eventos extremos como el granizo, heladas y olas de calor. De todos estos, el déficit de precipitación tiene el impacto más significativo debido a la baja disponibilidad de agua para la agricultura, y en consecuencia una reducción en los niveles de producción, la seguridad alimentaria y los niveles de ingresos agrícolas. Por lo tanto, se identificó que el principal impacto potencial era la reducción de la disponibilidad de agua para la agricultura en la comunidad.

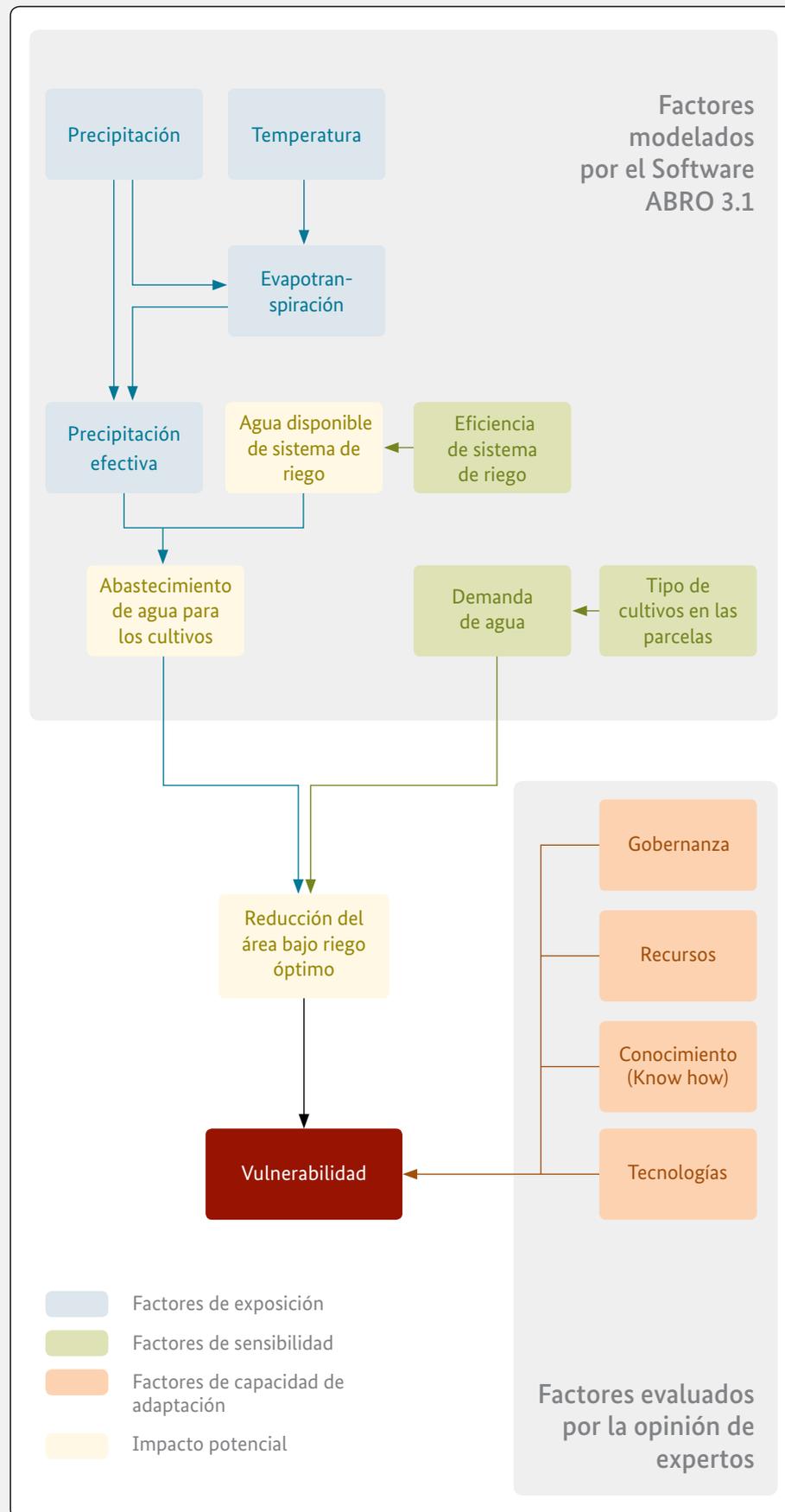
Una vez que se identificó el impacto potencial a ser evaluado, el equipo se dio cuenta de sus dificultades para medirlo directamente; por lo tanto, un indicador indirecto fue identificado: el área bajo riego óptimo (humedad del suelo). La razón de esto es que una reducción en la disponibilidad de agua debido a la menor precipitación implica que el área bajo riego óptimo se reduciría.

## **Identificación de métodos para la cuantificación de los indicadores (Módulo 4)**

Los métodos para evaluar los componentes de la vulnerabilidad al clima se presentan en la siguiente ilustración (ver Figura 4): para evaluar el impacto, se utiliza el software ABRO; para evaluar la capacidad de adaptación, se utiliza la opinión de expertos.

Los Cuadros 2 y 3 proporcionan información detallada sobre cada uno de los componentes de vulnerabilidad (exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación), incluyendo su cálculo y la información adicional, como la medición, la frecuencia, la fuente y el propietario de los datos.

Figura 4: Métodos para evaluar los componentes de vulnerabilidad



Fuente: adelphi/EURAC 2014.

Cuadro 2: Factores relacionados con la exposición

Factor (Unidad de medida)	Método de cálculo	Comentarios
Precipitación (mm)	Medidas directas	Se necesitan estos dos factores como datos de entrada con el fin de ejecutar el modelo ABRO 3.1.
Temperatura (máx y mín) (°C)	Medidas directas	La frecuencia de la medición es mensual. El titular de los datos es SENAMHI (Servicio Nacional de Información de Meteorología e Hidrología). Para utilizar los registros de temperatura y precipitación de más de 30 años, estos datos se estimaron con modelos estadísticos (regresión lineal) de la estación meteorológica Tiraque (con datos de 1960 a 2011) para completar el mismo número de registros para la estación meteorológica de Toralapa (utilizado para el diseño del proyecto).
Evapotranspiración (mm/día)	Modelo ABRO 3.1	Calculado por ABRO 3.1, con temperaturas min y max, los datos modelados para la Estación Toralapa, basado en datos de la estación de Tiraque.
Precipitación efectiva (mm)	Modelo ABRO 3.1	Calculado por ABRO 3.1, de acuerdo a las condiciones climáticas de las tierras altas, donde se encuentra la comunidad Chullcu Mayu. Datos de entrada para el modelo ABRO 3.1
Agua disponible en el sistema de riego (m <sup>3</sup> )	Modelo ABRO 3.1	La información utilizada para el cálculo deriva de mediciones de flujo de agua en el año 2007, en las fuentes de agua del sistema de riego existente y las fuentes proyectadas que aumentarían el flujo de agua para el riego.
Agua disponible para los cultivos	Modelo ABRO 3.1	Corresponde a la suma de la precipitación efectiva y la disponibilidad de agua en el sistema, destinada al riego de cultivos.

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

Cuadro 3: Factores relacionados con la sensibilidad

Factor	Método de cálculo	Comentarios
Parcelas de cultivos	Datos de entrada para ABRO 3.1	La información proporcionada es el tipo de cultivo, el mes de la siembra y la superficie cultivada.
Demanda de agua del cultivo	Modelo ABRO 3.1	Cálculo basado en la composición de los cultivos en las parcelas.
Eficiencia del sistema de riego	Datos de entrada para ABRO 3.1	Cálculo basado en la eficiencia de los componentes del sistema de riego: admisión, transporte, distribución y aplicación de agua en las parcelas.

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

El impacto climático potencial para los pequeños agricultores en Chullcu Mayu se evalúa en base a los indicadores mencionados anteriormente para la exposición y la sensibilidad. El indicador de referencia para este propósito (área bajo riego óptimo) se valida con los criterios explicados a continuación (ver Cuadro 4):

Cuadro 4: Criterios para verificar la idoneidad del indicador indirecto

Criterio	Comentarios
Validez	La superficie de tierras bajo riego óptimo depende del agua suministrada por el sistema de riego, los niveles de precipitación y la temperatura (máxima y mínima), por lo tanto, se nota el impacto de las variables climáticas en la cantidad de hectáreas que pueden recibir riego óptimo. Esta cantidad de hectáreas se reducirá cuando haya menos precipitaciones de las esperadas y temperaturas más altas que aumentan la demanda de agua, independientemente de la fuente que proporciona el agua para el sistema.
Significado preciso	Los técnicos que elaboran los proyectos de riego utilizan el área bajo riego óptimo como parámetro de diseño de los proyectos, aplicando el software ABRO. Expertos de PROAGRO coinciden en que este indicador proxy es útil, considerando que no existen las mediciones directas que representan de mejor manera las variaciones climáticas en la producción agrícola con la información disponible en Bolivia.
Aplicabilidad	El software ABRO, que calcula el área bajo riego óptimo, tiene la versatilidad para mantener constante algunos parámetros de la operación del sistema de riego (por ejemplo, composición de los tipos de cultivos en la parcela, cantidad de agua para alimentar el sistema, etc.) y permite cambiar las condiciones climáticas como la precipitación y la temperatura, por lo tanto, muestra cómo el sistema responde a las diferentes condiciones climáticas a través del tiempo.
Confiable	El software ABRO ha sido desarrollado sobre la base de diversas experiencias en el diseño de sistemas de riego en Bolivia, y su uso está extendido en todo el territorio nacional. Por lo tanto, la medición de la superficie de la tierra bajo riego óptimo calculado por este software es confiable.
Practicabilidad	El uso del software ABRO para calcular el área bajo riego óptimo como un indicador indirecto del cambio climático cumple con los criterios de viabilidad, asequibilidad y simplicidad, ya que es un software de sencilla aplicación que incluye un manual para la instalación en cualquier ordenador que tiene una configuración de hardware básico. Es asequible, ya que se puede descargar desde la web de forma gratuita.
Sensibilidad	La sensibilidad del software ABRO para detectar pequeñas variaciones de las condiciones del clima no es muy alta, lo cual es una limitación para evaluaciones de vulnerabilidad al cambio climático. Sin embargo, debido a la falta de información para alimentar los modelos más sofisticados y posiblemente más sensibles, el estudio de caso actual está obligado a utilizar el software ABRO, teniendo en cuenta esta limitación.

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

Los factores de capacidad de adaptación han sido seleccionados, teniendo en cuenta cómo estos aspectos ayudan a los agricultores a hacer frente a la escasa disponibilidad de agua para la agricultura en la comunidad de Chullcu Mayu. Los factores son los siguientes (ver Cuadro 5):

Cuadro 5: Factores relacionados con la capacidad de adaptación

Factor	Método de cálculo	Observación
Gobernanza	Opinión de experto	Evaluación de las condiciones de organización social y productiva de los agricultores Chullcu Mayu en lo que concierne al sistema de riego, incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Organización de productores relacionados con los derechos al acceso al agua del sistema de riego, como se ha definido por ellos</li> <li>· Los derechos de acceso al agua (según la definición de organización de los productores)</li> </ul>
Recursos	Opinión de experto	Evaluación de los recursos disponibles de la comunidad que pueden mejorar la producción agrícola, incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>· La disponibilidad de tierras de los productores Chullcu Mayu</li> <li>· El acceso de los productores Chullcu Mayu al apoyo institucional (referido principalmente a la asistencia técnica)</li> <li>· El acceso de los productores Chullcu Mayu a la tecnología y los servicios de información</li> <li>· La proximidad de la comunidad a los canales comerciales</li> </ul>
Conocimiento	Opinión de experto	Evaluación de los conocimientos (know how) de los productores Chullcu Mayu, lo que puede mejorar la producción agrícola, ya sea tradicional o introducida (a través de técnicas contemporáneas), incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Introducción de nuevos cultivos</li> <li>· Manejo del cultivo</li> <li>· Ajuste al calendario agrícola</li> </ul>
Tecnologías	Opinión de experto	Evaluación de las técnicas de aplicación de los productores Chullcu Mayu para mejorar la producción agrícola, incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Tecnología para el manejo del suelo</li> <li>· Tecnología para el manejo de semillas</li> <li>· Tecnología para el control de plagas y enfermedades</li> </ul>

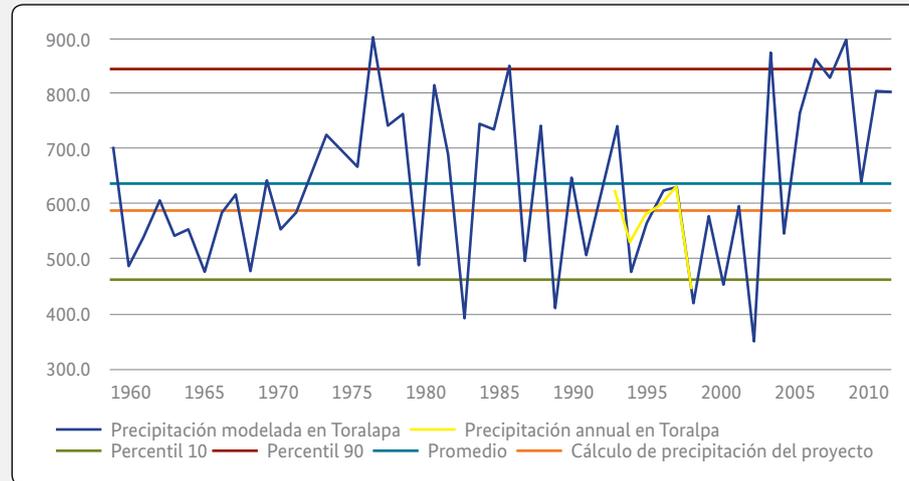
Fuente: adelphi/EURAC 2014.

Es importante mencionar las limitaciones que enfrentan al acceder a datos para la evaluación. El proyecto utiliza principalmente datos de la estación meteorológica en Toralapa, que sólo tenía registros por un periodo de 10 años. Por lo tanto, un modelo estadístico fue desarrollado para aumentar el número de registros. Por lo tanto, la información sobre el clima utilizada corresponde a las series históricas estadísticamente modeladas con técnicas de regresión lineal para la Estación Toralapa; habiendo utilizado la precipitación y la temperatura (máximo y mínimo) de la Estación Tiraque, situada en la misma cuenca, con registros histórico de 52 años. Se verificó que los coeficientes de correlación y el valor de p tienen una asociación estadística significativa entre los registros de ambas estaciones, que garantiza la confianza de los datos modelados de la Estación Toralapa.

La Figura 5 muestra los registros históricos de las precipitaciones anuales modelados para la Estación Toralapa. El gráfico muestra una alta variabilidad con cinco picos,

donde el nivel de precipitación es mayor que el percentil 90 de los registros totales (850 mm) o por debajo del percentil 10 (461 mm) de registros de precipitación. Además, se puede observar que la precipitación anual utilizada para diseñar el sistema de riego (590 mm) está por debajo del promedio de precipitación anual para el periodo entre 1960 y 2011 (640 mm). Por lo tanto, el sistema de riego puede ser considerado adaptado incluso a años bajos de precipitación.

Figura 5: Precipitaciones anuales modeladas por la estación meteorológica Toralapa



Fuente: adelphi/EURAC 2014, sobre la base de datos del Servicio Nacional de Información sobre Meteorología e Hidrología Boliviano - SENAMHI.

## Ponderación de los indicadores (Módulo 6)

Se utilizó el software ABRO para calcular el impacto climático potencial antes de la aplicación de la medida de la irrigación y después de la aplicación (ver Cuadro 6). Los resultados del modelo muestran que con condiciones climáticas promedio y sin la ejecución del proyecto, el sistema de riego tradicional de agua suministró agua para sólo 4.94 hectáreas de superficie de cultivo; y con la ejecución del proyecto de riego tecnificado, el área de cultivo se incrementó hasta en 56.12 hectáreas bajo riego óptimo.

Con el fin de estimar la capacidad de adaptación en la comunidad de Chullcu Mayu, se utilizó la opinión de expertos, mediante la asignación de un peso específico a cada factor de acuerdo a la experiencia y criterios de los expertos que participaron en la evaluación. Con este propósito, se realizó una reunión con cuatro técnicos de PROA-GRO para analizar las capacidades existentes para la producción agrícola entre los productores de la comunidad; sobre la base de ciertos elementos mencionados de gobernanza, recursos, tecnologías y conocimientos aplicados a la producción agrícola. Se hizo un análisis para cada uno de estos factores para averiguar cuáles son los aspectos más importantes que determinan una mayor área bajo riego óptimo, en una escala entre 0 y 100 (escala: 0 = capacidad de adaptación inexistente, 100 = alta capacidad de adaptación). Basado en la opinión de los expertos se definió que el factor de la “gobernanza” valía 35 puntos (elemento principal), ambos “recursos” y “tecnologías” valían 25 puntos y “conocimiento” 15 puntos. Estos grupos de valores son los criterios utilizados para evaluar la capacidad de adaptación.

Cuadro 6: Área bajo riego óptimo para las condiciones climáticas antes y después de la implementación del proyecto

Factor		1960 – 1990 (sin el proyecto)	1991 – 2011 (con el proyecto)
Precipitación anual (mm)		632.8	650.8
Temperatura promedio anual (°C)	Máximo	16.1	17.0
	Mínimo	2.2	1.9
Evapotranspiración anual (mm)		1 229.00	1 295.77
Área bajo riego óptimo (ha)		4.94	56.12

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

Como siguiente paso, los elementos de capacidad de adaptación se determinaron para cada una de las categorías definidas (por ejemplo, gobierno, recursos, ver Cuadro 7). Por ejemplo, para evaluar las “tecnologías”, se considera que los productores de Chullu Mayu que practican manejo de suelos y semillas, así como el control de plagas pueden hacer frente mejor a los impactos climáticos adversos. A cada uno de estos factores se les ha dado un peso como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 7: Ponderación de los factores para la capacidad de adaptación

Factor	Peso	Comentarios	Peso
Gobernanza	35	Organización de riego de los agricultores	100
Recursos	25	Disponibilidad de tierras	40
		Apoyo institucional (asistencia técnica)	10
		Acceso a la información	25
		Proximidad a los canales comerciales	25
Conocimiento (know how)	15	Conocimiento sobre la introducción de nuevos cultivos	30
		Conocimiento del manejo del cultivo	30
		Ajustes al calendario agrícola	40
Tecnologías	25	Manejo del suelo	30
		Manejo de semillas	35
		Control de plagas y enfermedades	35

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

## Normalización y evaluación de indicadores (Módulo 5)

Una vez que los factores, los indicadores y parámetros de cálculo fueron establecidos, el siguiente paso fue de normalizar los datos con el fin de transformarlos en unidades agregadas comparables de medición. Dado que el cálculo del impacto potencial se hace en una escala métrica y el cálculo de la capacidad de adaptación se hace en una escala ordinal, los datos tuvieron que ser normalizados a fin de lograr una medida de vulnerabilidad que es a la vez estandarizada y comparable en el tiempo (ver Módulo 5 del Libro de la Vulnerabilidad). Por lo tanto, se utilizó una técnica de normalización en el cálculo del impacto del cambio climático en el sistema productivo de Chullcu Mayu, antes y después de la implementación del sistema de riego tecnificado.

Reconociendo el hecho de que Chullcu Mayu tiene 61 hectáreas para la producción agrícola, el impacto climático fue analizado utilizando la Fórmula 1:

Fórmula 1:

$$\text{Impacto Climático} = \frac{61 \text{ ha} - \text{Área bajo riego óptimo en ha}}{61 \text{ ha}} * 100$$

El valor de 61 corresponde a la superficie total de la tierra disponible para la producción agrícola. Por lo tanto, el mayor impacto esperado es igual a 100 puntos, lo que implicaría que el área bajo riego óptimo sería 0 hectáreas, ya que las condiciones climáticas serían tan adversas que no habría suficiente suministro de agua para un riego óptimo. Por el contrario, un resultado de 61 hectáreas bajo riego óptimo implicaría que las condiciones climáticas tienen ningún impacto (igual a 0 puntos). El Cuadro 8 muestra la aplicación de esta ecuación.

Cuadro 8: Evaluación del impacto climático en Chullcu Mayu

Situación	Periodo (años)	Área bajo riego óptimo (ha)	Impacto Climático (puntos)
Sin el proyecto	1960 – 1990	4.9	91.9
Con el proyecto	1991 – 2011	56.1	8.0

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

Esto implica que sin el proyecto, en el pasado, hubo un alto impacto climático (91.9 puntos). En la actualidad, a partir de la implementación del proyecto, el impacto climático es menor en Chullcu Mayu (sólo 8 puntos), porque hay una mayor superficie de tierra bajo riego óptimo (56.1 ha en lugar de 4.9 ha).

Cuadro 9: La normalización de datos para el cálculo de la capacidad de adaptación en la comunidad Chullcu Mayu

Factor	Valor	Sub-factor	Peso	Evaluación (escala de 0 a 3)		Normalización (escala de 0 a 100)		Agregación aritmética	
				Antes IT	Después IT	Antes IT	Después IT	Antes IT	Después IT
<b>Gobernanza</b>	35	Organización de riego de los agricultores	100	1	3	33.3	100.0	<b>33.3</b>	<b>100.0</b>
<b>Recursos</b>	25	Disponibilidad de tierras	40	1	1	33.3	33.3	<b>50.0</b>	<b>50.0</b>
		Apoyo institucional (asistencia técnica)	10	1	1	33.3	33.3		
		Acceso a la información	25	1	1	33.3	33.3		
		Proximidad a los canales comerciales	25	3	3	100.0	100.0		
<b>Conocimiento (know-how)</b>	15	Conocimiento de introducción de nuevos cultivos	30	1	2	33.3	66.7	<b>33.3</b>	<b>66.7</b>
		Conocimiento sobre el manejo de los cultivos	30	1	2	33.3	66.7		
		Ajuste al calendario agrícola	40	1	2	33.3	66.7		
<b>Tecnologías</b>	25	Manejo del suelo	30	1	1	33.3	33.3	<b>33.3</b>	<b>33.3</b>
		Manejo de semillas	35	1	1	33.3	33.3		
		Control de plagas y enfermedades	35	1	1	33.3	33.3		
<b>Total</b>	<b>100</b>			<b>Capacidad de adaptación</b>				<b>37.5</b>	<b>65.8</b>

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

Sobre la base de los factores identificados y el establecimiento de criterios para su evaluación, la capacidad de adaptación se estimó para la situación antes de la implementación del proyecto y la situación después de su aplicación. Para ello, se evaluó cada uno de los sub-factores en una escala de 0 a 3. Los valores correspondientes son 0 = “capacidad adaptativa inexistente”, 1 = “capacidad de adaptación baja”, 2 = “capacidad de adaptación media” y 3 = “capacidad de adaptación alta”. La calificación para cada factor fue desarrollada en conjunto con el equipo de PROAGRO discutiendo los argumentos a favor de las calificaciones asignadas. Los resultados se presentan en el Cuadro 9. Una vez que los valores fueron evaluados, de acuerdo a la escala ponderada, se normalizaron y combinaron los datos utilizando la agregación aritmética. Esto permite tener un valor absoluto de la capacidad de adaptación de los casos con y sin la implementación del proyecto de riego tecnificado.

La información del cuadro anterior indica que antes de la implementación del sistema de riego tecnificado, hubo una baja capacidad de adaptación entre los productores de la comunidad, que se incrementó con la implementación del proyecto. Esto debido a que el proyecto fortaleció la organización de los agricultores por el sistema de riego, promovió la introducción de nuevos cultivos, la gestión de los cultivos, y los ajustes al calendario agrícola. No obstante, los agricultores de la comunidad necesitan mejorar sus conocimientos y prácticas en lo que respecta a la gestión del suelo, y, probablemente, el acceso a las semillas, así como el control de plagas y enfermedades.

### **Agregación de los indicadores y los componentes de vulnerabilidad (Módulo 7)**

Para el cálculo de la vulnerabilidad climática, con y sin la aplicación del sistema tecnificado de riego, se identificó una relación matemática para vincular los datos sobre el impacto del cambio climático y la capacidad de adaptación, ambos medidos en una escala de 1 a 100. La ecuación matemática es la siguiente (ver Fórmula 2):

.....  
Fórmula 2:

$$\text{Vulnerabilidad} = \text{Impacto} - \text{Capacidad de adaptación}$$

.....  
Cuando se agregan los efectos del cambio climático y la capacidad de adaptación, se debe considerar que ambos factores tienen direcciones diferentes en términos de influencia en la vulnerabilidad (alta capacidad de adaptación reduce la vulnerabilidad, alto impacto aumenta la vulnerabilidad). Por lo tanto, el ajuste de esta ecuación es como sigue (ver Fórmula 3):

.....  
Fórmula 3:

$$\text{Vulnerabilidad} = 100 - \frac{((100 - \text{Impacto}) + \text{Capacidad de adaptación})}{2}$$

Nota: De acuerdo con el Libro de la Vulnerabilidad, todos los indicadores están ya alineados en la dirección en el Módulo 5. En este caso, no hay necesidad de calcular la inversa del “impacto” como se hace en la Fórmula 3. El Cuadro 10 muestra los resultados de la aplicación de la fórmula en este estudio de caso.

Cuadro 10: Cálculo de la vulnerabilidad al cambio climático

Situación	Impacto	Capacidad de adaptación	Vulnerabilidad
Antes del riego tecnificado	92	38	77
Después del riego tecnificado	8	66	21

Fuente: adelphi/EURAC 2014.

Con la implementación del riego tecnificado, la vulnerabilidad de los pequeños agricultores de Chullcu Mayu se ha reducido debido a que, por un lado, la capacidad de adaptación se ha incrementado, y por otro lado, el impacto se ha reducido en una gran magnitud con el suministro de agua segura a través de la tecnificación del sistema de riego.

Es importante señalar que para la situación de “con proyecto”, a pesar de que la capacidad de adaptación mejoró aún más (lo que implicaría 100 puntos), la vulnerabilidad no se ha reducido a cero. La vulnerabilidad se reduce en magnitudes de 77 a 21 puntos; mostrando que para hacer frente al cambio climático, es importante implementar estrategias para reducir la sensibilidad al clima. Por ejemplo, es importante implementar estrategias para reducir la sensibilidad del sistema, como el ajuste del tipo de cultivos, con el fin de reducir el déficit de agua, y por lo tanto reducir la vulnerabilidad climática de los productores a los eventos extremos.

## Resultados de la evaluación de la vulnerabilidad (Módulo 8)

### Conclusiones principales

El modelo de gestión de riego tecnificado ha contribuido eficazmente a reducir la vulnerabilidad climática de los pequeños agricultores en la comunidad de Chullcu Mayu a través de lo siguiente:

- Reducción de la sensibilidad en el sistema, a través de ajustes en el tipo de cultivo y las fechas de siembra, con la certeza del suministro de agua segura y con una mayor eficiencia en las parcelas, que ha incrementado la superficie de tierra bajo riego óptimo.
- Aumento de la capacidad de adaptación, mediante el fortalecimiento de la organización de los agricultores para el sistema de riego, un uso eficaz de los recursos disponibles (uso óptimo de la tierra, la proximidad a los canales de comercio), un mayor ac-

ceso al conocimiento (introducción de nuevos cultivos, ajustes al calendario agrícola), y la aplicación de tecnologías de producción (con gestión del suelo y de las semillas, y control de plagas).

En el pasado, la variabilidad del clima tuvo un impacto más grave que el cambio climático en las actividades agrícolas de la comunidad Chullcu Mayu. Este impacto climático negativo se redujo sustancialmente con la ejecución del proyecto de Riego Tecnificado, debido a que el mayor suministro de agua aumentó el área de cosecha bajo riego óptimo, y esto contribuyó a mejorar la seguridad alimentaria y el ingreso agrícola. Como se observa en el Cuadro 10, después de haber reducido la vulnerabilidad de los productores (77-21 puntos), el proyecto ha demostrado ser una medida eficaz para la adaptación al cambio climático.

La reducción de la vulnerabilidad a los impactos climáticos de los pequeños agricultores con riego tecnificado se debe a un aumento en la capacidad de adaptación y la reducción del impacto climático potencial. Como esta situación, es conocida las siguientes secciones muestran los resultados en cuanto a cómo el proyecto ha reducido el impacto climático potencial a los fenómenos extremos y al cambio climático futuro.

### **Impacto climático en condiciones de precipitación extrema**

El impacto de la variabilidad climática se analizó en el área de producción de la comunidad Chullcu Mayu, con una serie de datos históricos meteorológicos, donde se identificó que en el año 2000 el área tenía el nivel de precipitación más bajo (cerca del percentil 10), y por el otro extremo, en 1986 los registros muestran el nivel de precipitación más alto (cerca del percentil 90). Estos datos fueron introducidos en el software ABRO para modelar la superficie de tierra bajo riego óptimo (indicador indirecto del impacto del cambio climático), en ambos eventos extremos. Los resultados se muestran en el Cuadro 11.

En Chullcu Mayu, los eventos climáticos extremos son causados por las variaciones en los niveles de la precipitación (entre los dos eventos extremos ocurridos en 1986 y 2000 hay una diferencia de 402 mm, equivalente a 88%). Las variaciones de temperatura (y evapotranspiración) son muy leves.

Al analizar la situación en Chullcu Mayu sin el proyecto, se observa que las variaciones extremas en la precipitación determinan el aumento o disminución de la superficie de tierra bajo riego óptimo. Para la situación con la ejecución del proyecto, por otro lado, la superficie de tierras bajo riego óptimo no se ve afectada por el nivel de precipitación, ya sea alta o baja, ya que el sistema de riego tecnificado se encuentra en funcionamiento, que complementa el suministro de agua bajo cualquier déficit de precipitación. De hecho, el proyecto de riego tecnificado aumenta la eficiencia del sistema de riego, y por lo tanto reduce la sensibilidad al clima del sistema.

En conclusión, el proyecto permite la reducción del impacto de la variabilidad del clima: variaciones en la precipitación no afectan el área bajo riego óptimo. Al aumentar la eficiencia del sistema de riego con tecnificación, la sensibilidad del clima del sistema se reduce, y no hay suministro de agua disponible y seguro para la producción agrícola.

Cuadro 11: Área bajo riego óptimo para las condiciones de precipitación extrema en Chullcu Mayu

Año		A. 1986	B. 2000	C. Diferencia
Análisis		Precipitación – Percentil 90	Precipitación – Percentil 10	(1986 respecto a 2000)
Precipitación anual		857.5 mm	455.3 mm	-402.2 mm
Temperatura promedio anual	Máximo	16.8 °C	16.9 °C	0.1 °C
	Mínimo	1.4 °C	1.7 °C	0.3 °C
Evapotranspiración anual		1 300.25 mm	1 294.81 mm	-5.44 mm
Área bajo riego óptimo <u>sin el proyecto</u>	Papa (temprano)	1.85 ha	1.14 ha	-0.71 ha (-62.28%)
	Haba (seco)	0.80 ha	0.49 ha	-0.31 ha (-63.27%)
	Zanahoria	0.43 ha	0.27 ha	-0.16 ha (-59.26%)
	Avena (forraje)	0.80 ha	0.49 ha	-0.31 ha (-63.27%)
	Gladiolo	0.49 ha	0.30 ha	-0.19 ha (-63.33%)
	Papa (tarde)	4.37 ha	2.69 ha	-1.68 ha (-62.45%)
Área bajo riego óptimo <u>con el proyecto</u>	Papa (temprano)	18.61 ha	18.51 ha	-0.10 ha (-0.54%)
	Haba (verde)	10.15 ha	10.10 ha	-0.05 ha (-0.50%)
	Zanahoria	5.92 ha	5.89 ha	-0.03 ha (-0.51%)
	Avena (forraje)	8.46 ha	8.41 ha	-0.05 ha (-0.59%)
	Gladiolo	8.46 ha	8.41 ha	-0.05 ha (-0.59%)
	Área Total	51.60 ha	51.32 ha	-0.28 ha (-0.55%)

Fuente: adelphi/EURAC 2014, basado en el software ABRO y datos modelados de la Estación Toralapa.

## El impacto potencial del cambio climático en el futuro

La información del modelo regional PRECIS (“Proporcionar climas regionales para estudios de impacto”) se utilizó para analizar el futuro impacto potencial del cambio climático en la actividad productiva de Chullcu Mayu. Éste modelo considera la época 1961-1990 como presente y 2001-2030 como periodo futuro. En el momento actual, se hizo un promedio de la precipitación y la temperatura y se calcularon las

futuras condiciones climáticas. El modelo proyecta un aumento de temperatura de 1.6 °C y una tendencia mixta para la precipitación. Se proyectó la reducción de la precipitación en un 26% durante la estación seca y un aumento de 26% en la temporada de lluvias.

Debe tenerse en cuenta, que la información sobre el clima proyectado hacia el futuro muestra una buena consistencia tanto en aumento y la magnitud de la precipitación y la temperatura máxima en relación con los datos registrados históricamente. Sin embargo, la tendencia de la temperatura mínima es contraria en relación con los datos registrados. En el futuro, la temperatura mínima tiene una tendencia a aumentar, sin embargo, los registros históricos muestran una tendencia a descender. A pesar de este hecho y la incertidumbre que implica del modelo de cambio climático, los resultados del modelo PRECIS fueron presentados en la II Comunicación Nacional de Bolivia a la CMNUCC; por lo tanto, hasta este momento los datos se refieren a la información oficial del país. Los datos climáticos para el presente y el futuro han sido introducidos en el modelo ABRO con el fin de observar el impacto del cambio climático sobre la superficie de la tierra bajo irrigación óptima para Chullcu Mayu.

El Cuadro 12 muestra que las condiciones climáticas futuras proyectadas son: una mayor precipitación promedio anual de 129 mm, el aumento de la temperatura media mínima de 2.2 °C a 3.8 °C, y un aumento de la temperatura media máxima de 16.1 °C a 17.7 °C. En general, esto podría significar la mejora de las condiciones climáticas generales para la producción agrícola en Chullcu Mayu. Sin embargo, el aumento de la temperatura implica un incremento en la evapotranspiración, lo que aumentará la demanda de agua para los cultivos, y a su vez compensa el aumento de precipitación, lo que resulta en un aumento neto de sólo 72 mm.

El aumento de evapotranspiración en el futuro implica una atención especial considerando que son cultivos adecuados para las condiciones climáticas futuras que optimizarán el agua y el uso del suelo para una producción agrícola sostenible. Por lo tanto, en el futuro, una estrategia para reducir la vulnerabilidad al cambio climático consiste en sembrar diferentes tipos de cultivos, teniendo en cuenta la demanda de agua, con el fin de reducir la sensibilidad climática del sistema agrícola.

Sin el proyecto de riego tecnificado, en la actualidad la comunidad Chullcu Mayu poseería solamente 5 hectáreas para la producción bajo riego óptimo, y en el futuro podría alcanzar hasta 6 hectáreas (columna A y B, a mediados de la sección), debido al aumento de la precipitación, la cual es casi proporcional al aumento de la zona de cultivo.

La situación con la implementación del proyecto muestra que en las actuales condiciones climáticas, habrían 57.9 hectáreas bajo riego óptimo; sin embargo, con las condiciones futuras del clima habrían sido logrados solamente 52.1 ha (columna A y B, sección inferior). Incluso si la precipitación media anual ha aumentado en un 20%, a lo largo del año y sobre todo durante la época de lluvias, hay varios meses en los que el nivel de precipitación mensual proyectado será menor que en los mismos meses de la actualidad. De acuerdo con esta precipitación más baja y una mayor evapotranspiración debido a los niveles altos de temperatura en el futuro, el área bajo riego óptimo con el proyecto sería casi un 10% menos en el futuro que en el momento actual.

Cuadro 12: Área bajo riego óptimo con el clima presente y futuro

Nota: Los recuadros sombreados corresponden a casos simulados que no existen en la realidad.

Año o periodo		A. 1960 – 1990	B. 2001 – 2030	C. Diferencia
Razón para el análisis		Condiciones climáticas actuales	Condiciones climáticas futuras	(Futuro en relación con el presente)
Precipitación anual		632.7 mm	752.4 mm	128.7 mm
Temperatura media anual	Máximo	16.1 °C	17.7 °C	1.6 °C
	Mínimo	2.2 °C	3.8 °C	1.6 °C
Evapotranspiración anual		1 229.00 mm	1 285.62 mm	56.62 mm
Área bajo riego óptimo <u>sin el proyecto</u>	Papa (temprano)	2.09 ha	2.55 ha	0.46 ha (+22.01%)
	Haba (seco)	0.90 ha	1.11 ha	0.21 ha (+23.33%)
	Zanahoria	0.49 ha	0.60 ha	0.11 ha (+22.45%)
	Avena (forraje)	0.90 ha	1.11 ha	0.21 ha (+23.33%)
	Gladiolo	0.56 ha	0.68 ha	0.12 ha (+21.43%)
	Papa (tarde)	4.94 ha	6.05 ha	1.11 ha (+22.47%)
Área bajo riego óptimo <u>con el proyecto</u>	Papa (temprano)	20.87 ha	18.79 ha	-2.08 ha (-9.97%)
	Haba (verde)	11.38 ha	10.25 ha	-1.13 ha (-9.93%)
	Zanahoria	6.64 ha	5.98 ha	-0.66 ha (-9.94%)
	Avena (forraje)	9.48 ha	8.54 ha	-0.94 ha (-9.92%)
	Gladiolo	9.48 ha	8.54 ha	-0.94 ha (-9.92%)
	Área Total	57.85 ha	52.10 ha	-5.75 ha (-9.94%)

Fuente: adelphi/EURAC 2014, basado en el software ABRO, datos modelados de la Estación Toralapa y proyecciones del modelo regional PRECIS.

Además, el ejercicio ABRO para el futuro no ajustó la introducción de diferentes tipos de cultivos para las nuevas condiciones climáticas, y, como consecuencia el agua disponible no está optimizada. Por lo tanto, parecería que el área bajo riego se reduce en el futuro, cuando en realidad sólo responde a haber utilizado los mismos tipos de cultivos en el sistema ABRO como en la actualidad. Si se hubieran tomado en cuenta las medidas de adaptación tecnológicas en el modelo, habría una mayor área bajo riego óptimo; sin embargo, en este caso de estudio, se observó un efecto climático en el área de recorte.

Esto demuestra que una estrategia para reducir los posibles impactos del cambio climático en el área de cosecha, consistiría en la reducción de los efectos del aumento de la evapotranspiración y el aprovechamiento de aumento de las precipitaciones en algunos meses del año, a través de lo siguiente: i) los ajustes en los tipos de cultivos sembrados, la introducción de cultivos con menos necesidad de agua y adecuados a las condiciones climáticas futuras, y ii) ajustes al calendario agrícola.

### **Recomendaciones extraídas de la evaluación de la vulnerabilidad**

En base en los registros climáticos de la precipitación y la temperatura utilizados en este estudio de caso, es evidente el cambio constante de las condiciones climáticas, y a menudo estos tienen impactos negativos para la actividad agrícola. Sin embargo, siempre y cuando el sistema de riego tecnificado esté funcionando, y las capacidades de adaptación están fortalecidas (por ejemplo, haciendo el ajuste al calendario agrícola), estos impactos no serían significativos para los agricultores de Chullcu Mayu. Una estrategia para reducir el impacto climático potencial en el área de cosecha sería reducir los efectos del aumento de la evapotranspiración, y tomar ventaja del aumento de la precipitación en algunos meses del año, a través de lo siguiente: i) los ajustes en los tipos de cultivos sembrados, la introducción de cultivos con menos necesidad de agua, y ii) ajustes en el calendario agrícola. Esto demuestra la necesidad de incluir una asistencia técnica integral en el diseño de los proyectos con el fin de hacer los ajustes de acuerdo a las variaciones del clima, así como la importancia del monitoreo de las condiciones climáticas para ajustar las medidas para el desarrollo agrícola y optimizar los recursos.

A pesar de que la implementación del riego tecnificado en Chullcu Mayu, ha reducido la vulnerabilidad climática a niveles más bajos, todavía hay un impacto residual en las actuales condiciones climáticas, que podrían reducirse a través de ajustes en los tipos de cultivos sembrados y las medidas adoptadas para reforzar la capacidad de adaptación de los agricultores en la comunidad.

Por lo tanto, es importante reconocer los factores determinantes de la vulnerabilidad del sistema analizado, ya que el proceso de adaptación al cambio climático requiere varias estrategias en diferentes áreas, tales como: i) la gestión productiva del sistema (a nivel de infraestructura y capacidades humanas para mantener un sistema eficiente), ii) en el área de organización productiva para mejorar la capacidad de negociación que permiten el acceso del grupo a los recursos, tecnologías y conocimientos, y iii) en el área de asistencia técnica integral a los agricultores alrededor de diversas infraestructuras que normalmente consisten en servicio externo

(municipal o nacional) con el fin de garantizar la asistencia técnica a las inversiones del sector público.

Por lo tanto, la ejecución de proyectos productivos requiere un enfoque integrado que mejora la capacidad de adaptación y reduce la sensibilidad al clima, teniendo en cuenta los factores climáticos y su influencia en la producción de los recursos naturales (agua, suelo, cultivos). Por lo tanto, monitorear estos factores climáticos y los resultados alcanzados es esencial para hacer los ajustes necesarios en el sistema y optimizar los recursos.

Con el fin de aprovechar las ventajas del sistema de riego tecnificado en la comunidad, la capacidad de adaptación de los agricultores debe ser fortalecida. Esto puede no ser posible en algunas áreas, por ejemplo, los agricultores de Chullcu Mayu tienen acceso limitado a la tierra disponible y esto no va a cambiar en el futuro. Sin embargo, aspectos como el conocimiento y las tecnologías, así como el acceso a la asistencia técnica, podrían ser optimizados, lo que reduciría la vulnerabilidad de los agricultores al cambio climático. Esto no implica que requieren asistencia externa, pero que los agricultores necesitan fortalecer sus redes y alianzas para lograr mejores condiciones de negociación con la municipalidad, las entidades no gubernamentales y programas rurales gubernamentales, con el fin de tener mejores servicios para sus cultivos. Además, requieren más información sobre precios y mercados, productos e insumos agrícolas, lo que podría lograrse a través de una fuerte organización social-productiva en la comunidad.

A pesar de que el sistema de riego reduce la vulnerabilidad a la precipitación y los cambios de temperatura, tiene un efecto limitado en evitar o reducir los impactos negativos de heladas en la producción agrícola. Por lo tanto, es necesario establecer estrategias de adaptación con el fin de evitar daños y pérdidas debido a las heladas. Del mismo modo, se debe hacer un análisis similar para granizada.

Teniendo en cuenta que en éste estudio de caso el área bajo riego óptimo se ha utilizado como un indicador indirecto del cambio climático, manteniendo el resto de variables del sistema de riego constante, es necesario monitorear periódicamente los siguientes: la eficiencia y la cantidad de agua que alberga el sistema de riego tecnificado, verificando que éstos no están por debajo de los niveles de diseño.

## **Lecciones aprendidas de la aplicación de la evaluación de la vulnerabilidad**

Para el desarrollo de la evaluación de la vulnerabilidad, es importante entender la cadena de impacto, ya que proporciona una visión clara sobre la relación causa-efecto en el sistema analizado, y permite la identificación de puntos de entrada para las medidas de adaptación. Por lo tanto, este análisis de la cadena de impacto con métodos participativos para involucrar a diversos actores es útil en la mejora de la comprensión con respecto a la vulnerabilidad del sistema y la necesidad de adaptar. Es decir, que esta herramienta no sólo proporciona la guía para avanzar en la evaluación, identificando los factores de vulnerabilidad, pero también se puede utilizar para aumentar la conciencia sobre la necesidad de adaptarse al cambio climático y el desarrollo de capacidades.

Para enfoques cuantitativos impulsados por los datos normalmente habrá una brecha entre la información necesaria para llevar a cabo una evaluación de la vulnerabilidad y la información disponible, ya sea de modelos históricos o futuros. Además, el nivel de incertidumbre será alto. Por lo tanto, es importante encontrar un equilibrio entre el esfuerzo de un enfoque basado en los datos y el poder explicativo de los resultados cuantitativos. A menudo, el valor añadido de la evaluación será la comprensión de la vulnerabilidad del sistema, la identificación de los puntos de entrada para la adaptación y la definición de los indicadores para el monitoreo y seguimiento de las medidas de adaptación.

Un elemento pendiente en el estudio de caso Chullcu Mayu era dar retroalimentación de los resultados de la evaluación a los agricultores que se beneficiaron del proyecto de riego tecnificado, lo que no fue posible debido a la falta de tiempo. Sin embargo, la recomendación es considerar la retroalimentación a los actores locales como una contribución fundamental para obtener resultados que sean implementados por los usuarios involucrados en el sistema analizado.

Comentarios o sugerencias sobre el estudio de caso:  
[till.below@giz.de](mailto:till.below@giz.de)



