

PACC - Serie de investigación regional 21

Estudio de la Economía del Cambio Climático en las regiones de Cusco y Apurímac



"Luz en los Andes"



Liderando el Cambio



Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC - Perú

Informe final de investigación del estudio bi-regional disciplinario realizado, en el marco del PACC, por el **Instituto de Estudios Peruanos (IEP)** y **Libélula Comunicación, Ambiente y Desarrollo**, titulado “Economía del cambio climático en las regiones Cusco y Apurímac, Perú”.

www.paccperu.org.pe

www.noticias.paccperu.org.pe

Mayo 2012

PACC Cusco, Perú

Jirón José Santos Chocano H-10, Urbanización Santa Mónica, Wanchaq.

Telefax: (51)(84)235229

PACC Apurímac, Perú

Jirón Puno 107, Gobierno Regional de Apurímac

Teléfono: (51)(83) 322595

PACC Lima, Perú

Avenida Ricardo Palma 857, Miraflores, Lima 18.

Teléfono: (51)(1)4440493

Elaborado por:

Rosa Morales Saravia, Elizabeth Moreno, Viviana Cruzado, Rodrigo Montes (investigadores del Instituto de Estudios Peruanos-IEP), Ólger Dueñas (Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco), María Elena Gutiérrez (Libélula).

Corrección de estilos y diseño gráfico:

Yadira Hermoza Ricalde

Primera Edición.

Reproducción autorizada si se cita la fuente. Este libro deberá ser citado de la siguiente manera: Morales, R.; Moreno, E.; Cruzado, V.; Montes, R.; Dueñas, Ó.; Gutiérrez, M. 2012. “Economía del cambio climático en las regiones Cusco y Apurímac”. Serie de investigación regional # 21. Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC - Perú.





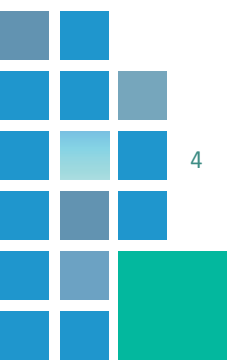
Estudio de la Economía del Cambio Climático en las regiones de Cusco y Apurímac

PACC - Serie de investigación regional 21

2012



PACCPERÚ
Programa de Adaptación al Cambio Climático



PRESENTACIÓN

El Programa de Adaptación al Cambio Climático - PACC, con el objetivo de desarrollar conocimiento sobre las manifestaciones locales y regionales del cambio climático en Apurímac y Cusco, y sus impactos en los medios de vida de las poblaciones rurales de estos territorios, para dar soporte técnico-científico al establecimiento de políticas públicas, programas, proyectos y medidas específicas de adaptación, por parte de actores regionales y locales; impulsó un proceso de investigación a dos niveles: regional, con alcance en las dos regiones antes citadas, y local, circunscrito a dos microcuencas, Huacrahuacho en la provincia de Canas-Cusco y Mollebamba en la provincia de Antabamba-Apurímac.

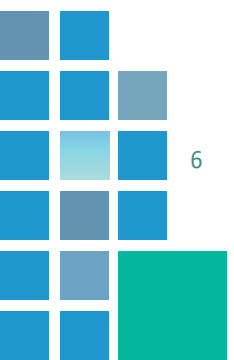
Este documento es el informe final de investigación del ***Estudio de Economía del cambio climático en las regiones Cusco y Apurímac***, elaborado el 2011 por el Instituto de Estudios Peruanos-IEP, Libélula Comunicación, Ambiente y Desarrollo, y forma parte de la serie de publicaciones digitales sobre las investigaciones realizadas en las regiones Apurímac y Cusco, ubicadas en los andes sur del Perú. Si bien, esta investigación fue llevada a cabo por la cooperación conjunta entre IEP-Libélula y PACC, los resultados, las conclusiones e interpretaciones presentes en este documento, son de estricta responsabilidad de IEP y Libélula.

Este estudio constituye una primera aproximación a una estimación de los potenciales y futuros impactos económicos del cambio climático al año 2030, en diferentes sectores priorizados en las regiones Apurímac y Cusco, como son: agricultura, transportes y comunicaciones, y restaurantes y hoteles (para el caso de Cusco). Este análisis también incluye, la valoración de las posibles medidas de adaptación.

El Programa de Adaptación al Cambio Climático a través de esta publicación, pone a disposición de las autoridades, funcionarios y profesionales de las instituciones públicas y privadas, centros de investigación y universidades, los resultados de esta investigación, que pueden ser representativos respecto a la problemática de la valoración económica de los impactos del cambio climático y de la vulnerabilidad de sectores productivos a nivel regional en relación al cambio climático, en otras regiones del sur del país.

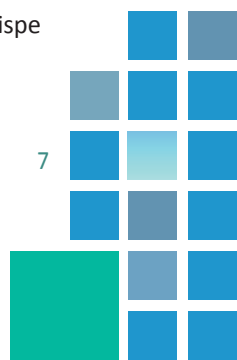
Esta publicación busca compartir el conocimiento desarrollado y coadyuvar a un proceso de adaptación basado en un entendimiento de esta realidad y de sus proyecciones.

Lenkiza Angulo Villarreal
Coordinadora Nacional
Programa de Adaptación al Cambio Climático-PACC





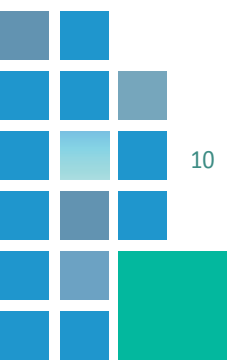
Se agradece los aportes de los participantes a los 4 talleres de consulta en Cusco en mayo del 2010, en Apurímac y Lima en julio, y Cusco en noviembre del mismo año: Darcy Abuhadba Hoyos, Carlos Amat y León, Lenkiza Angulo Villareal, Javier Baluarte Silva, Rubén Barrientos Checco, Heraclio Boza Murillo, Gilberth Chipana Huallpa, Wilmer Chuiquilín, María Paz Cigarán, Viviana Cruzado, Paul Cuentas Montes de Oca, Olger Dueñas, Freddie Dueñas O., Andrés Estrada Z., Maruja Gallardo, Álex Gómez Narváez, Raúl Gonzáles Aguirre, Efraín Gonzáles de Olarte, Erick Elinquirapa Rojas, Nilda Erika Guillen Quispe, Judith Huamán, Raúl Hurtado Núñez, Jaime A. Llosa, Edmundo López Vern, Roger Loyola, Rodrigo Montes M., Daniel Morari V. C., Joselyn Ostolaza, José Ramiro Pacheco Arias, Carlos Paredes Lanatta, Fernando Pereda, Roberto Piselli, Fernando Romero Neira, Eliana Rupa Rozas, Guido San Román Luna, Edgar Segovia Palomino, Ronald Sihuincha Loayza, Jacinto Manuel Sualgui Pezua, Luis Ugarelli, Máximo Vega-Centeno, Richard Webb, Philippe Zahner, Marcos Zeisser. Asimismo, se agradece los aportes de los entrevistados en Cusco en junio del 2011: Olger Dueñas, Victor Bustinza, Heraclio Boza, Hugo Casas Martínez, Alberto Morante, Livio Escobar, Tarcila Renee Quispe Rivas, César Medina Laura, Felix Hurtado, Antonio García, Gualberto Sallo, René Romero.





Contenido

<u>I. Objetivos y alcance del estudio</u>	4
<u>II. Metodología</u>	4
<u>III. Contexto socioeconómico y climático de las regiones</u>	5
<u>IV. Escenario futuro</u>	6
Parte A - Impacto del CC en el PBI proyectado	
<u>V. Marco analítico del impacto del CC en los sectores</u>	9
<u>VI. Resultados de la primera parte: Impacto del CC en el PBI proyectado</u>	11
i. Escenario económico sin cambio al 2030	11
ii. Escenario con factores de cambio al 2030	13
iii. Escenario con cambio climático al 2030	17
a. <i>Enfoque de arriba hacia abajo</i>	17
b. <i>Enfoque de abajo hacia arriba</i>	19
<u>VII. Conclusiones, limitaciones y recomendaciones de la primera parte</u>	27
Parte B - Adaptación del CC en el PBI proyectado	
<u>VIII. Consideraciones y alcance – Adaptación del CC en el PBI sectorial</u>	31
<u>IX. Adaptación en el sector de Agricultura</u>	33
<u>X. Adaptación en el sector de Transporte</u>	40
<u>XI. Conclusiones de esta parte del estudio</u>	43
<u>XII. Limitaciones y recomendaciones de esta parte del estudio</u>	47





I. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL ESTUDIO

El presente análisis se ha elaborado por encargo del Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC) -iniciativa de cooperación bilateral entre el Ministerio del Ambiente del Perú y la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), liderada por los Gobiernos Regionales de Apurímac y Cusco, y asesorada y facilitada por el Consorcio Intercooperation – Libélula – PREDES. Los objetivos de este trabajo son estimar los potenciales impactos económico del cambio climático en sectores priorizados en las regiones de Apurímac y Cusco al año 2030, así como valorar los efectos que puedan tener las medidas de adaptación.

Ambas regiones son altamente vulnerables a los efectos del cambio climático, tanto por su situación geográfica como por sus características demográficas de predominancia rural. Esta sensibilidad frente al cambio climático se debe, entre otros aspectos, a que las actividades económicas que sustentan estas regiones se basan en los recursos naturales, lo que combinado a una infraestructura poco preparada para enfrentar eventos climáticos extremos, producirán consecuencias graves para el desempeño económico y bienestar de las regiones mencionadas. Por esta razón, el presente análisis, exhaustivo y minucioso, se enfoca en tres sectores prioritarios en cada región, i) agricultura, ii) transportes y comunicaciones, y iii) restaurantes y hoteles en Cusco; y en Apurímac se analizan los dos primeros más el sector minero.

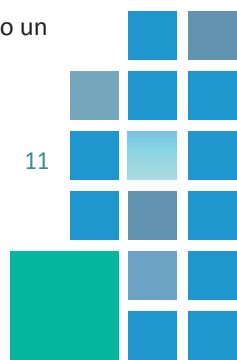
Este documento se elaboró a partir de información secundaria, revisando para ello estudios sobre Economía del cambio climático como el Reporte Stern (2006) sobre el costo mundial, el informe de la Comunidad Andina (2008) relativo al impacto en los países andinos, o el análisis del Banco Central de Reserva (2009) sobre el costo en el Perú. Se identificó bibliografía y modelos sectoriales agregados (por producto, por ingreso) y relaciones entre variables, además de realizar análisis desagregados en casos de estudio locales. Dado el nivel de incertidumbre sobre el futuro desempeño económico de los sectores priorizados, y especialmente sobre las proyecciones de las variables climáticas en ambas regiones, se realizaron diversos talleres de consulta en Apurímac, Cusco y Lima con expertos locales de los Gobiernos Regionales, equipo del PACC y reconocidos economistas en el país, a fin de discutir los supuestos socioeconómicos y climáticos a ser empleados (ver más en capítulo 3).



II. METODOLOGÍA

El estudio se condujo de acuerdo a las siguientes fases:

- i. Construcción de un escenario económico sin cambios al 2030: en este caso se usa la econometría de series de tiempo para realizar predicciones a futuro sobre los comportamientos históricos de los PBI sectoriales (usando datos desde 1970), y sin considerar los efectos del cambio climático, bajo un enfoque de arriba hacia abajo.



- ii. Construcción de un escenario económico con factores de cambio al 2030: sobre la base del punto (i), se añaden factores de cambio o *drivers* que pueden afectar de manera estructural el desempeño económico, también bajo un enfoque de arriba hacia abajo.
- iii. Construcción de un escenario económico con cambio climático al 2030: En este caso se usan dos enfoques:
 - a. Enfoque de arriba hacia abajo: sobre la base de (i) y (ii) se incluye, mediante modelos de comportamiento de las economías sectoriales, los impactos de las variables climáticas de temperatura y precipitación.
 - b. Enfoque de abajo hacia arriba: se estiman los impactos del cambio climático sobre componentes específicos del desempeño de la economía sectorial (producción de cultivos principales, beneficios de los pequeños productores agropecuarios, infraestructura de transporte, producción minera, número de turistas).
- iv. Construcción de un escenario económico con medidas de adaptación al cambio climático al 2030: considerando los escenarios del ítem (iii) se incluirán la valoración y efectos de las medidas de adaptación.

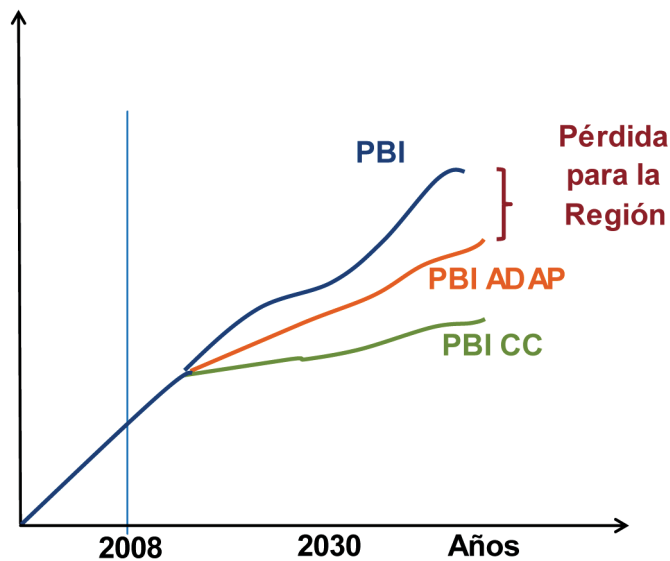


Figura RE.1. Proceso metodológico del estudio
Elaboración: Propia.

Las fases i al iii donde se proyectan los PBI sectoriales al 2030 de ambas regiones así como el impacto del CC en dicho PBI, se analizan en el Anexo A del presente documento, mientras que la fase iv sobre la proyección de cómo se afectaría el PBI si se invertiría en las medidas de adaptación se describe en el Anexo B. A continuación se presentan los resultados y conclusiones del estudio realizado.



III. CONTEXTO SOCIOECONÓMICO Y CLIMÁTICO DE LAS REGIONES

En la región Apurímac se ha observado una desruralización poblacional y que se encuentra en un proceso de integración intra e interregional. Asimismo se ha registrado un crecimiento sostenido durante el periodo 2001-2009, destacando el crecimiento de las actividades mineras y de servicios. El sector agrícola presenta una participación del 25% sobre el PBI regional, aunque se desarrolla básicamente con un bajo nivel tecnológico. En el sector minero destaca la futura puesta en marcha de las labores de explotación que realizará Xstrata Perú S.A en el yacimiento de Las Bambas cuyo principal mineral es el cobre. Por otro lado, se encuentra que de los 6,843 km de vías que conforman la Red Vial de esta región, sólo el 5.2% es asfaltado (Tramo de la interoceánica entre el puente Cunyac y el límite vial con Ayacucho), así, la articulación vial dentro del territorio ha avanzado pero aún es insuficiente.

En la región Cusco se aprecia un crecimiento promedio del 7.7% para el periodo 2001-2009, liderado por el crecimiento de los sectores minero, construcción, servicios y agricultura. Aunque su difícil topografía complejiza el estudio de la agricultura, se puede establecer que existen zonas especializadas en determinados cultivos y que los cultivos más importantes, tanto en volumen de la producción como en el valor de la misma, son el café, la papa y el maíz. Sin embargo, a pesar de su importancia en la economía regional (13% del PBI total cusqueño en el año 2009), la agricultura se encuentra retrocediendo frente a otras actividades como el turismo. Por su parte, el sector de restaurantes y hoteles (que es una medida parcial de la actividad turística), aporta el 6% de la riqueza regional. Este sector ha estado muy dinámico, y se ha visto incrementado durante los últimos años por el aumento del flujo de turistas. Igualmente el 8% de la red vial, que cuenta con 7,911.06 km de longitud, es asfaltada, no obstante se espera que la carretera interoceánica permita consolidar la integración regional del Cusco y permitirá la comunicación con el mercado brasileño.

De otro lado, ambas regiones presentan una alta variabilidad climática, según indica la caracterización climática realizada por el SENAMHI por encargo del PACC (SENAMHI, 2010). Por un lado, en el Cusco esto se debe a sus características topográficas, que llevan a que cuente con climas de tipo húmedos hasta climas fríos y semisecos. Aunque Apurímac es menos variable climáticamente que Cusco; posee cierta variabilidad climática que puede ir desde un clima semiseco hasta uno semifrío. En ambas regiones las precipitaciones se reducen significativamente durante el invierno, mientras que la estación más lluviosa es el verano. Asimismo, como consecuencia del fenómeno El Niño (1997-1998), se ha observado que las precipitaciones disminuyen, y que como efecto de La Niña (1999-2001) las temperaturas máxima y mínima disminuyen, mayormente al sureste de la zona sureste de Cusco y Apurímac.

El análisis de tendencias en el comportamiento climático indica una tendencia al incremento de las lluvias en la mayor parte de las estaciones analizadas y un incremento de las temperaturas máximas y mínimas en la mayoría de las estaciones meteorológicas estudiadas. De igual modo se observan días lluviosos con mayor intensidad pero de menor duración, y en líneas generales, que la temperatura está incrementándose.



SENAMHI también identificó sequías extremas con mayor frecuencia a partir de 1979 y una mayor probabilidad de eventos secos en una gran parte de las regiones de Apurímac y Cusco. Por otro lado, hallan que en la zona sur de Cusco la intensidad de las heladas ha sido elevada y menos días con heladas en la región Cusco. Más detalle sobre los principales indicadores climáticos, como temperaturas máximas y mínimas específicas por estaciones, precipitaciones, y eventos extremos, se encuentra en el capítulo 2.



IV. ESCENARIO FUTURO

El estudio del problema del cambio climático para las sociedades implica considerar a futuro dos aspectos: por un lado la dinámica socioeconómica y por otro, el comportamiento del clima a futuro. Para analizar el primer aspecto, se recurrió al enfoque de la prospectiva que nos permite seleccionar los factores que en el futuro cambiarán la dinámica socioeconómica que tomaremos en cuenta para las estimaciones. En el caso del segundo aspecto se cuenta con información de los estudios realizados en el marco del PACC y nos permite hacer los supuestos sobre las variaciones futuras sobre el clima (estos también toman en cuenta la caracterización climática presentada líneas arriba).

Factores de cambio económico

Así, sobre la prospectiva socioeconómica y mediante talleres participativos (ver anexos A, B y C del presente documento) se elaboró un listado de factores de cambio, con capacidad de moldear el desarrollo socioeconómico de ambas regiones hasta el 2030. Se entiende que un factor de cambio o *driver* es una fuerza que puede afectar el desarrollo futuro del sistema social objeto de estudio. Estas fuerzas pueden ser externas al sistema o darse dentro del mismo, producto de la combinación o conjunción de dos o más elementos.

En Apurímac se identificaron entre otros los siguientes factores de cambio: La construcción y/o mejoramiento de obras de infraestructura vial y de comunicaciones: la carretera Interoceánica (IIRSA Sur), el asfaltado de la carretera Abancay-Andahuaylas-Ayacucho y el mejoramiento del Aeropuerto de Andahuaylas. Además, el impulso a la agricultura: la ampliación de la frontera agrícola, el desarrollo de la agricultura orgánica de papas y menestras, el mejoramiento del manejo de alpacas y la agro-industrialización a pequeña escala. De otro lado, la explotación de los yacimientos de Las Bambas y el subsecuente incremento sustantivo de los fondos del gobierno regional y de los gobiernos locales por efectos del canon. Finalmente, se prevé un rápido crecimiento de las ciudades de Abancay y Andahuaylas; la puesta en valor del Centro Arqueológico de Choquequirao y la consolidación de las universidades regionales de Apurímac. Se entiende que estos *drivers* tienen alta probabilidad de ocurrencia al 2030, y que en general impactan positivamente al desarrollo económico regional.

En Cusco el escenario se fundamenta en diversos factores de cambio, entre ellos: la consolidación de Machu Picchu como atractivo turístico de calidad mundial; la diversificación turística y el aumento del flujo de



turistas; los mega proyectos de infraestructura energética; la construcción de nuevas vías de comunicación intrarregional, interregionales e internacionales; la ampliación de la frontera agrícola; el mejor uso del agua estacional en la agricultura; la consolidación de productos como el café, el maíz blanco y la fibra de camélidos; el crecimiento de los centros urbanos; el aumento del parque automotor; y el aumento de los recursos financieros de los gobiernos locales y regionales por concepto de canon. Se entiende que estos drivers tienen alta probabilidad de ocurrencia al 2030 y que, en general, impactan positivamente al desarrollo económico regional.

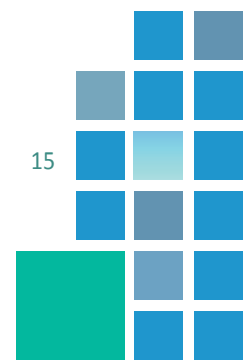
Un análisis exhaustivo sobre los factores de cambio que pueden tener efecto positivo o negativo de mediana o baja probabilidad se puede encontrar en el capítulo 3 del presente documento.

A partir de las mencionadas consultas y la disponibilidad de información robusta que permitiera obtener un análisis sólido, se identificaron aquellos factores de cambio que serían considerados en el presente análisis, los cuales tienen mayor probabilidad de ocurrencia y generarían mayor impacto, tal como se muestra en el siguiente cuadro. Asimismo, es necesario diferenciar los factores de cambio que se comportan como un proceso, es decir, que se desarrollan progresivamente en el tiempo; y los factores o drivers que suponen un cambio en el contexto socioeconómico; por ejemplo, la culminación de una carretera o apertura de una fábrica.

Cuadro N° RE.1. Factores de cambio identificados como más probables en las regiones de Apurímac y Cusco

Factor de cambio seleccionado	Tipo de factor
Apurímac	
La recomposición de la oferta laboral (fundamentalmente fuera de la agricultura) y el aumento de la población urbana debido al impulso a la minería, la integración comercial, el crecimiento del aparato estatal debido al canon, la demanda generada por la construcción de nueva infraestructura y la migración de la población joven.	Proceso
El crecimiento de la actividad minera y aumento de los ingresos regionales por concepto de canon.	Estructural
La integración intrarregional y extrarregional de Apurímac debido a las obras de infraestructura vial que se sostendrán en el futuro gracias a los ingresos del canon.	Estructural
La escasez de agua para riego.	Proceso
Cusco	
El acelerado crecimiento del turismo debido a la consolidación del icono internacional Machupicchu, así como de mejores vías de comunicación, diversificación turística y mayor capacidad instalada.	Proceso
El rápido aumento de la población urbana de las ciudades intermedias de la región y la escasez de servicios públicos adecuados; especialmente agua potable.	Proceso
El crecimiento de la industria transformación minera debido a la disponibilidad energética.	Estructural
La integración vial y el crecimiento acelerado de la agroexportación (café y maíz blanco).	Estructural
El ordenamiento territorial tiende a estar fuertemente anclado a los corredores económicos de Puno-Cusco-Abancay y Iñapari-Pto. Maldonado-Cusco-Abancay-Nazca.	Proceso

Elaboración: Propia.



Tendencias e impactos del cambio climático en Cusco y Apurímac

Dado que se trabaja con las variables climáticas, es necesario conocer el comportamiento de las mismas, para ello se recurrió a la caracterización climática realizada por el SENAMHI para las regiones de Cusco y Apurímac por encargo del PACC (SENAMHI, 2010). Uno de los primeros resultados es la constatación de la variabilidad climática de ambas regiones.

Por otro lado, el análisis de tendencias en el comportamiento climático, indica una tendencia al incremento de las lluvias en la mayor parte de las estaciones analizadas y un incremento de las temperaturas máximas y mínimas en la mayoría de las estaciones meteorológicas estudiadas. SENAMHI también encuentra que se presenciaron sequías extremas con mayor frecuencia y una mayor probabilidad de eventos secos en una gran parte de las regiones de Apurímac y Cusco.

Con la finalidad de proyectar cambios probables en el clima se elaboran escenarios climáticos, los mismos que estiman, por ejemplo, cambios futuros en la temperatura y precipitación en una región a partir de posibles tendencias en el crecimiento demográfico y económico, es decir, el patrón de producción y consumo que derivan en mayores o menores emisiones de CO² y otros gases de efecto invernadero en la atmósfera, así como los avances tecnológicos para reducir dichas emisiones. Uno de los escenarios comúnmente utilizado es aquel llamado situación sin cambio o *business as usual* que implica un comportamiento igual al actual. El IPCC ha estimado un incremento de la temperatura mundial al año 2100, bajo diversos escenarios, que van desde 2°C en los escenarios más conservadores hasta 6°C para los más pesimistas.

En el caso del Perú, se ha proyectado incrementos en la temperatura, alteraciones en la precipitación, e incremento en el nivel del mar, mayormente usando los escenarios A2 y B2, los cuales se encuentran resumidos en la Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático del Perú (MINAM, 2010). En particular se ha proyectado que:

- Al año 2030, se estimaría un aumento de la temperatura mínima del aire entre 0.4 y 1.4°C, en especial en la costa y selva norte, selva central y parte del sector surandino.
- Para el 2030, las precipitaciones anuales mostrarían deficiencias mayormente en la sierra entre -10% y -20% y en la selva norte y central (selva alta) hasta -10%, mientras que los incrementos más importantes se darían en la costa norte y selva sur entre +10% y +20%.
- Se estima que en los próximos 10 años todos los glaciares por debajo de los 5,000 metros podrían desaparecer. Considerando una pérdida del 22% de superficie glaciar en los últimos 30 años, se estima que para el 2030 la disponibilidad hídrica en la vertiente del Pacífico disminuiría en 6%, excepto en el extremo norte
- De acuerdo a los mejores modelos globales que simulan El Niño, se proyecta que hasta el año 2020 se presentaría al menos un evento de gran magnitud similar al de 1982/83.

No obstante, para la cuenca del río Urubamba, que atraviesa Cusco y parte de Apurímac, se ha proyectado que para el año 2100, las temperaturas máximas aumentarían entre 1.9 a más de 3.0°C especialmente en invierno y sobre los 2,800 msnm; mientras que las temperaturas mínimas aumentarían entre 2.3 a más de 3.1°C, especialmente en primavera. Por su parte, la precipitación se incrementaría entre 10 a 24% en verano, y para invierno la precipitación se reduciría en un 50% sobre los 3,000 msnm.

Teniendo en cuenta las proyecciones y escenarios anteriores, para fines del presente estudio se ha considerado que al año 2030 en las regiones de Cusco y Apurímac habrá un incremento de 1°C en promedio y constante, y para el caso de las precipitaciones se ha asumido una variación conservadora de 10%. Adicionalmente se ha considerado el supuesto que las regiones ocurrirían eventos extremos de inundaciones de la magnitud del evento ocurrido en enero del 2010, que afectarían los diversos sectores estudiados (transporte, turismo, minería).



PARTE A – IMPACTO DEL CC EN LOS PBI SECTORIALES



V. MARCO ANALÍTICO DEL IMPACTO DEL CC EN LOS SECTORES

La literatura internacional y peruana sobre los impactos del cambio climático en el desempeño de la actividad económica, ya sea agregada (por ejemplo a través del PBI) o sectorial presenta diversos modelos. Según el nivel de agregación de la actividad económica y la especificidad en la explicación del comportamiento económico, se pueden clasificar en modelos que tienen un enfoque agregado o de arriba hacia abajo (*top-down*) y en aquellos que tienen una perspectiva más desagregada o de abajo hacia arriba (*bottom-up*). En los primeros se proponen ecuaciones *ad hoc* para estimar relaciones directas entre el PBI (o la tasa de crecimiento), ya sea agregado o sectorial y las variables climáticas (Ej. Dell et al. 2008). En el segundo tipo de modelos se proponen diversas metodologías según el sector que se quiera estudiar y la disponibilidad de información (Ej. Deschênes et al. 2007 en agricultura y Hamilton et al. 2005 en turismo). Como ha sido mencionado, con el objetivo de



tener una visión comprehensiva de los efectos del cambio climático en las economías regionales estudiadas, se usarán ambos enfoques, es decir de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba.

En el caso de la metodología de arriba hacia abajo se usó el enfoque de Dell et al. (2008), pues parte de la formulación de una función de producción y cómo ésta es afectada por las variables climáticas. Dell, estimó a partir de una estimación de panel en 136 países, que en los países pobres un aumento de la temperatura en 1°C en un año reduce el crecimiento económico en 1.1 puntos porcentuales en promedio.

Por otro lado, el estudio desagregado de los sectores requirió la revisión de la literatura de las metodologías de abajo hacia arriba. En este sentido en el sector agricultura, Deschênes et al. (2007) estudian el impacto del cambio climático en las ganancias de los agricultores en Estados Unidos. Usando datos de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) del INEI y las variables climáticas de precipitación y temperatura del SENAMHI, aplicaremos esta metodología con el fin de determinar los efectos de las variaciones climáticas sobre las ganancias netas (ingresos menos costos) de los agricultores en las regiones de Apurímac y Cusco. Con esta metodología se pretende abarcar la característica de pluricultivo que tienen los agricultores de estas regiones del Perú. Mientras que con la metodología usada por Gay et al. (2006), la que trabaja exclusivamente sobre la producción de café en Veracruz (México), nos enfocaremos en los cultivos más importantes en las zonas estudiadas, que son: papa, maíz y café; determinando la sensibilidad de estos cultivos frente a las variaciones de clima.

Sobre el sector turismo, la literatura reconoce dos tipos de factores, los de demanda y los de oferta. Entre los factores de demanda, Hamilton et al. (2005) encuentran que para los países ricos, el ingreso per cápita y el crecimiento poblacional son los principales factores de cambio (o *drivers*), aunque se puede argumentar que por más que crezcan el PBI per cápita y la población, el número de vacaciones que una persona puede tener en un año está limitado, es decir, la demanda de turismo no podría crecer indefinidamente. Por el lado de la oferta es de especial importancia la frecuencia e intensidad de los desastres naturales y otros eventos nocivos relacionados con el calentamiento global (Viner y Agnew, 1999). Así, dado que el turismo que se dirige al Cusco es principalmente cultural y proveniente del hemisferio norte (aproximadamente el 77% de los turistas son internacionales y de ellos el 80% proviene de países desarrollados), y que por lo tanto depende de los ingresos per cápita de estos países, cuyas variaciones están muy relacionadas a las crisis económicas internacionales y añade grandes incertidumbres a las proyecciones, en el presente estudio se emplea un enfoque de oferta en el que la ocurrencia de eventos climáticos extremos puede afectar el desempeño del sector.

Sobre la industria minera, Irrázabal (2006) señala que el cambio climático puede incrementar los costos de operación de la misma: aparición de obligaciones derivadas de la regulación ambiental; tanto por incremento de los precios, como por las políticas de responsabilidad social. En ese sentido, sí existe una relación entre el cambio climático y la industria minera, pero la relación es indirecta. Al tratarse de impactos indirectos y difíciles de predecir, el estudio se basa en la experiencia peruana, así, nos enfocaremos en impactos directos, como pueden ser los producidos por días de paro en la actividad debido a la ocurrencia eventos climáticos extremos o a la existencia de conflictos socioambientales desatados por estrés hídrico.

Finalmente, Black y Sato (2007) analizan el impacto del cambio climático en el sector transportes. Sobre el transporte carretero (que es el más importante en las regiones objeto de estudio) argumentan que para las

vías y carreteras el impacto proviene principalmente de la afectación de la infraestructura debido a los eventos extremos, como inundaciones o lluvias intensas. Como consecuencia de estos impactos directos, el flujo de bienes, servicios y personas podría verse interrumpido de manera significativa, con los impactos económicos que esto supone. Estos impactos son de corto y mediano plazo, por lo que serán considerados en nuestro caso.



VI. RESULTADOS DE LA PRIMERA PARTE: IMPACTO DEL CC EN EL PBI PROYECTADO

i. Escenario económico sin cambio al 2030

De acuerdo al escenario sin cambios, o como se le conoce en el mundo anglosajón, *Business As Usual*, en las figuras RE.2 al RE.7 se puede apreciar tanto la trayectoria histórica que ha venido presentando la economía sectorial en la regiones (en negro) así como su futuro comportamiento económico (en azul). En algunos sectores, como el de transportes y comunicaciones y el de restaurantes y hoteles, se observa una clara tendencia positiva; mientras que en otros sectores, como el sector minero, se observa una gran incertidumbre en la tendencia con amplios intervalos de crecimiento, posiblemente por su alta dependencia a la variación de los precios internacionales. En el sector de agricultura se observa una tendencia constante para la región Cusco, mientras que para la región Apurímac se prevé un leve decrecimiento en su trayectoria al 2030.

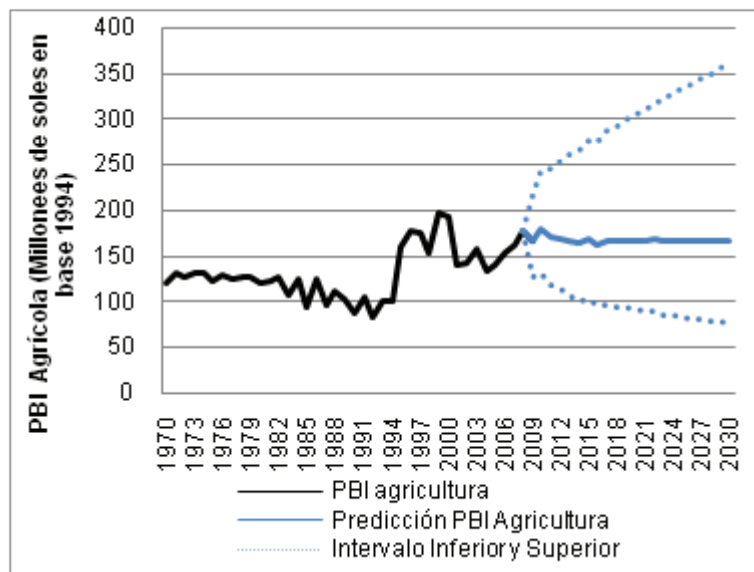


Figura N° RE.2. Proyección PBI Agrícola (Millones de Nuevos Soles de 1994) - Región Cusco

Elaboración: Propia.

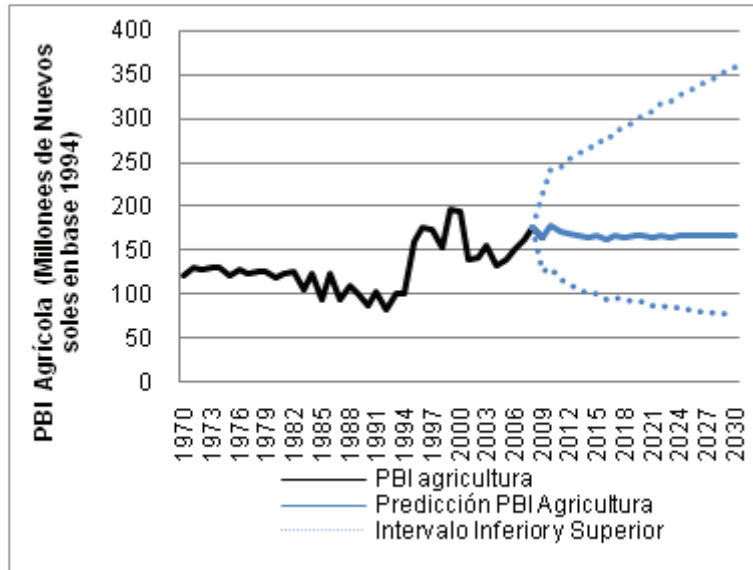


Figura Nº RE.3. Proyección PBI Agrícola (Millones de Nuevos Soles de 1994) - Región Apurímac
Elaboración: Propia.

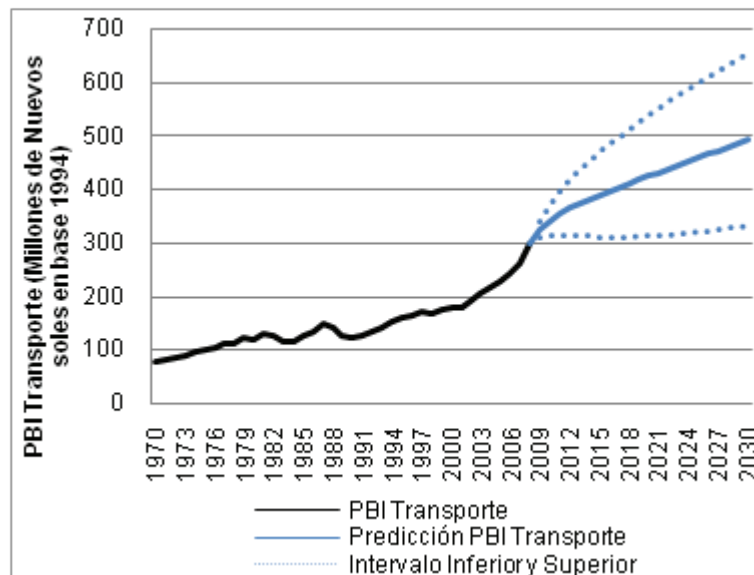


Figura Nº RE.4. Proyección PBI Transp. (Millones de Nuevos Soles de 1994) - Región Cusco
Elaboración: Propia.

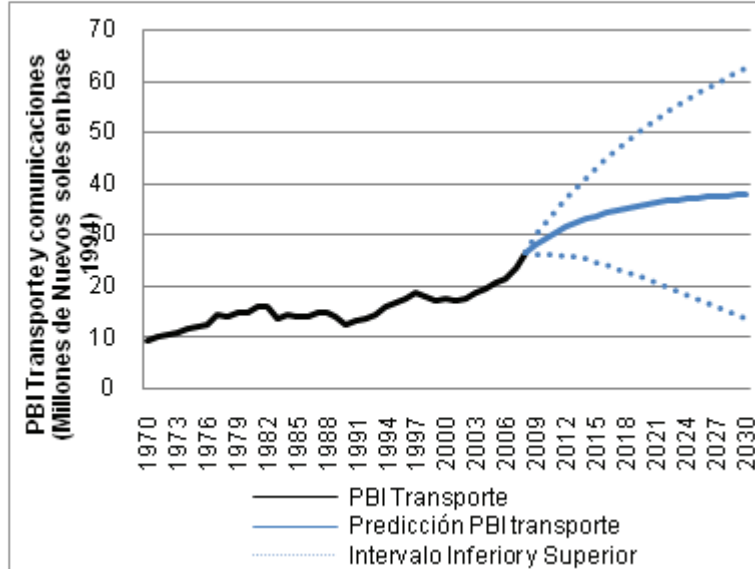


Figura N° RE.5. Proyección PBI Transp. (Millones de Nuevos Soles de 1994) - Región Apurímac
Elaboración: Propia.

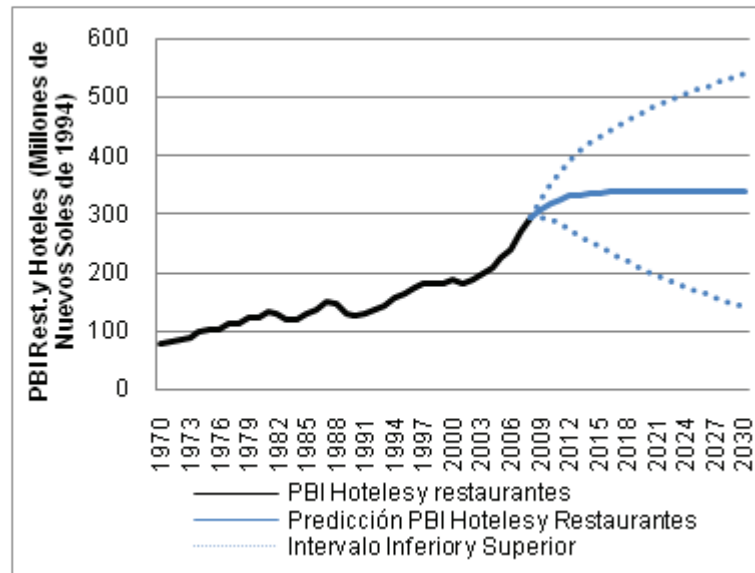


Figura N° RE.6. Proyección PBI Rest. y Hoteles (Millones de Nuevos Soles de 1994) – Región Cusco
Elaboración: Propia.

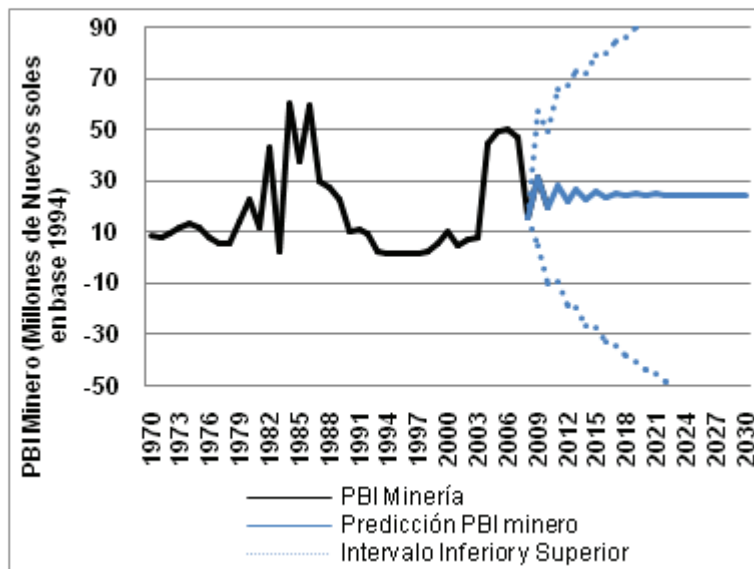


Figura N° RE.7. Proyección PBI Minero (Millones de Nuevos Soles de 1994) - Región Apurímac

Elaboración: Propia.

Los resultados observados en los gráficos previamente mostrados presentan la trayectoria de un escenario o situación sin cambio (i), cuya tasa de crecimiento sectorial puede ser creciente o decreciente para el periodo de predicción, dependiendo del desempeño histórico desarrollado durante el periodo de análisis (1970-2008) para cada sector. En Apurímac el PBI del sector agrícola decrecería a una tasa de -0.28% por año; el sector de transporte y comunicaciones crecería a una tasa promedio anual de 1.65% , que acumulado al 2030 representa un 36.20% de crecimiento total; el sector minero crecería en 2.15% por año, que alcanza el crecimiento más elevado dentro de la región llegando en total a un aproximado de 47% de crecimiento total.

Por otro lado, en Cusco el sector agrícola presentaría una tasa de crecimiento de 0.25% por año hasta el 2030, que a nivel agregado representa un crecimiento del 5.44% del total del sector; el PBI de restaurantes y hoteles crecería a una tasa de 0.68% por año, 14.95% en total. Por último, el sector de transporte y comunicaciones de Cusco crecería a una tasa anual del 2.30% que al 2030 implica el crecimiento más elevado dentro de la región y las economías sectoriales analizadas de aproximadamente el 50.6% .

ii. Escenario con factores de cambio al 2030

Sobre la base de los resultados en el escenario anterior (sin cambio o proyecciones *business as usual*) y considerando los dos factores de cambio estructurales identificados, la carretera IIRSA Sur y la explotación del yacimiento minero Las Bambas, se estimó un significativo impacto en la trayectoria de crecimiento de los PBI sectoriales de ambas regiones.

• Sector agricultura

El sector agrícola de las regiones Apurímac y Cusco sería afectado por el factor de cambio estructural IIRSA Sur, puesto que incrementaría las relaciones comerciales con el mercado del Brasil. Así también IIRSA Sur,

es un *driver* del sector restaurantes y hoteles de la región del Cusco, gracias a que permitiría la integración regional y por tanto la llegada de turistas del Brasil. Por otro lado, el factor de cambio Las Bambas afectaría el PBI minero y de transportes y comunicaciones de la región Apurímac, por el aumento de la producción minera y por el incremento del canon recibido por la región que es destinado al financiamiento de proyectos de infraestructura regional y local.

Con respecto al efecto de la inversión IIRSA Sur sobre el sector agrícola, se toman como referencia los estudios sobre la contribución del IIRSA en un 1.5% por año en el PBI nacional (Adex), así como un estudio realizado sobre el impacto de la infraestructura vial en el crecimiento económico del Perú (Vásquez y Bendezú, 2008), que indica que cada 10% de incremento en la inversión vial generaría un crecimiento económico nacional de 0.46%, y uno regional de 1.46%. De esta última tasa de crecimiento, el sector agrícola es responsable del 0.3% del crecimiento regional.

Por consiguiente, una inversión en infraestructura vial como la es IIRSA Sur impactaría positivamente sobre el PBI regional agrícola en 0.98% cada año, que se observan en los gráficos RE.8 y RE.9, donde la línea verde muestra la trayectoria del PBI ante un escenario con factor de cambio y la línea azul la trayectoria del PBI en uno sin cambio.

• Sector transporte y comunicaciones

El PBI del sector Transporte y comunicaciones de Apurímac se incrementará a partir del 2018, como consecuencia del inicio de las actividades extractivas del proyecto minero Las Bambas, el cual empezará a operar el año 2014, y a través del incremento en los ingresos percibidos por la región por concepto de canon minero. Este pago, se asume, se efectuará después de tres años luego de iniciadas las operaciones extractivas (2018), periodo necesario de recuperación de la inversión inicial. El canon beneficia al sector transporte puesto que son transferidos como ingresos al gobierno local y regional para el desarrollo de proyectos de infraestructura local y regional.

Para poder calcular el impacto del factor de cambio Las Bambas sobre el sector transporte se tomaron los siguientes supuestos, que a su vez también serán utilizados para elaborar la metodología del sector minero.

En resumen, los supuestos más importantes son:

- Las Bambas será al menos 4 veces más grande que Tintaya en cuanto a tamaño y a nivel de producción.
- Se espera que la producción y ventas de Las Bambas se mantengan constantes.

La metodología consistió, en primer lugar, en encontrar la relación entre los ingresos por canon y el PBI del sector transporte

Para ello se decidió calcular la sensibilidad del segundo indicador respecto al primero. Así, para el periodo 2004 – 2008 se encontró que el PBI transportes guardaba una elasticidad positiva con el canon minero de dicha región. Específicamente, se halló que la elasticidad entre el canon minero recibido por la región y el PBI transportes de cada periodo era positiva y de 0.18. Esta elasticidad indica cuantos puntos porcentuales



en promedio aumentará el PBI de Transporte y comunicaciones de la región si es que el canon minero se incrementara en un punto porcentual.

Asimismo, es necesario resaltar que la empresa encargada del proyecto Las Bambas es Xstrata Copper, la cual actualmente también es dueña de la mina Tintaya

Tanto Tintaya como Las Bambas guardan ciertas similitudes que las hacen comparables; es decir, ambos yacimientos pertenecen a la misma empresa minera, por lo que se puede suponer que compartirán las mismas políticas sobre la operación (o, al menos muy similares) y de responsabilidad social, así como los mismos objetivos, intereses y rubro principal de operación (extracción de cobre).

Por tal motivo, y tomando la información del canon pagado por Tintaya el 2008 el cual ascendió a S/. 84,434,730 (Nuevos soles constantes al 2001). En base a ello, y al supuesto de que Las Bambas será 4 veces Tintaya, se estima que el canon que pagaría Las Bambas ascendería aproximadamente a S/.168, 869, 460 (nuevos soles constantes al 2001) al 2018, asumiendo un nivel de producción constante y sin pérdidas. Las Bambas empezaría a pagar canon a partir del año 2018, dado que necesita un promedio de 3 años de iniciadas sus operaciones para recuperar la inversión. Consecuentemente el PBI transportes de Apurímac en ese año, medido en nuevos soles constantes de 1994, subiría de 35 millones de nuevos soles a 85 millones de nuevos soles.

• Sector minería

El PBI del sector minero de la región de Apurímac se incrementará a partir del tercer trimestre del año 2014 año en el que el yacimiento minero de Las Bambas iniciará sus operaciones. Esta actividad es un factor de cambio estructural de la economía tal y generará un aumento significativo del nivel de producción, elevando significativamente el PBI minero.

Para proyectar el PBI minero de Apurímac se utilizó el dato de la producción anual proyectada para Las Bambas a un precio del cobre de US\$ 8,377 dólares por tonelada. El VBP anual de Las Bambas será de aproximadamente de US\$ 3,351,026,385 dólares que equivalen a S/. 4,668,451,101 nuevos soles constantes del 1994. Estos ingresos serán sumamente significativos para la actividad minera, de los cuales el 60% VBP anual son el pago por el consumo intermedio o valor de los bienes y servicios utilizados en la producción del mineral, y el 40% del VBP anual es la contribución al PBI minero que asciende a S/.1,867,380,440 nuevos soles del 1994 hasta el final de su vida operativa.

• Sector turismo

El sector turismo se verá afectado positivamente por la construcción de la carretera Interoceánica IIRSA Sur al aumentar el flujo de turistas que llegarán vía terrestre al Cusco. El objetivo del corredor interoceánico es la integración de la infraestructura interregional de los departamentos por los que pasa permitiendo además la comunicación con el Brasil. Según las declaraciones del presidente de Cámara Nacional de Turismo (CANATUR) atraerá unos 120,000 turistas provenientes de ese país.

Según el MINCETUR (2010), el flujo actual de turistas que llegaron a la ciudad Inka Machupicchu es de

aproximadamente 716,289 llegadas (tanto nacionales como extranjeros). En base a ello se toma en cuenta que éstos se incrementarían en 96 mil

Sobre la base de los datos sobre visitas a la ciudad Inka Machupicchu y del PBI de restaurante y hoteles, se halla la elasticidad entre estas dos variables y que resulta ser de 0.75. Ello muestra que ante un aumento en 1% del número de llegada de visitas a la ciudad de Machupicchu, el PBI de Restaurantes y hoteles aumenta 0.75 puntos porcentuales. Así, dado que el aumento en el número de turistas es de 13.4%, el incremento del PBI sería de 10.05%.

• Síntesis

Los resultados de esta selección de factores de cambio estructural o *drivers* y su impacto sobre el PBI sectorial regional se muestran en los gráficos RE.8 – RE.12. En azul se tiene el escenario sin cambio y en verde el escenario con factor de cambio. Como se puede apreciar, los impactos sobre los sectores son variados. En primer lugar, los sectores minero y transportes y comunicaciones de la región de Apurímac se verían beneficiados con el inicio de las operaciones de Las Bambas, cuyo nivel de producción e ingresos proyectados permitirían en un futuro el aumento significativo de ambos PBI sectoriales; en segundo lugar, también con un alto impacto, se tiene al sector de restaurantes y hoteles de la región Cusco, gracias a la implementación de la carretera IIRSA Sur. Por último y en menor medida, se presentaría un impacto de la carretera IIRSA Sur sobre el sector agrícola, debido a que las relaciones comerciales con el mercado del Brasil se incrementarían a través de la carretera interoceánica.

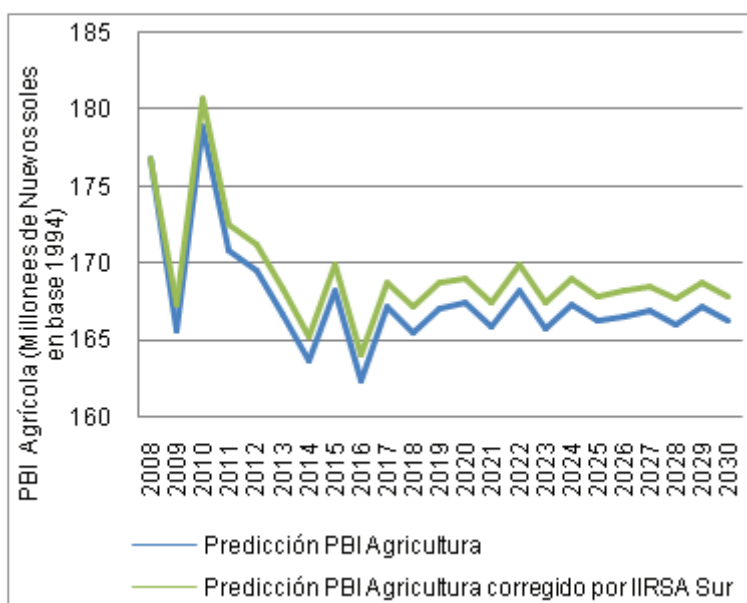


Figura N° RE.8. Proyección PBI Agrícola con factor de cambio (Millones de Nuevos Soles de 1994) – Región Apurímac

Elaboración: Propia.

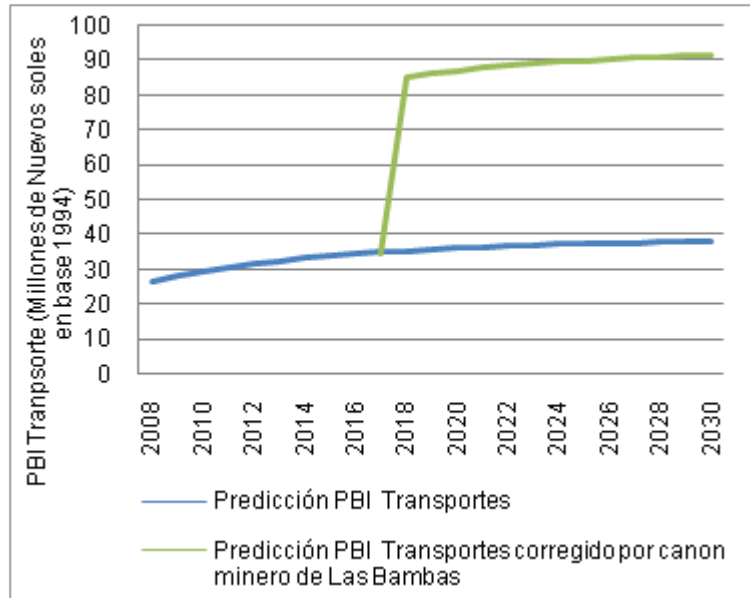


Figura N° RE.9. Proyección PBI Transportes con factor de cambio (Millones de Nuevos Soles de 1994) – Región Apurímac
Elaboración: Propia.

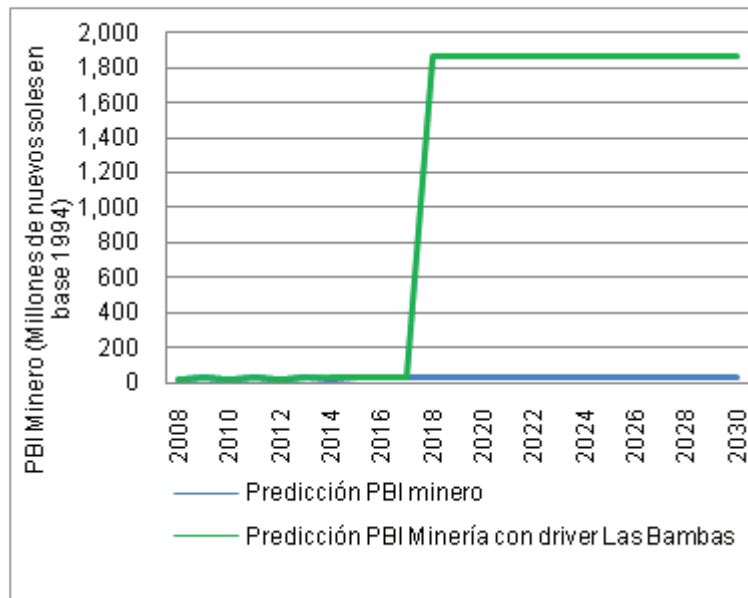
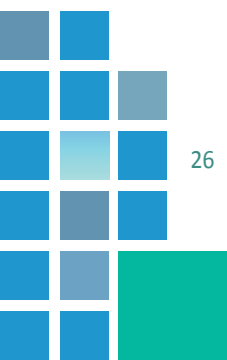


Figura N° RE.10. Proyección PBI Minero con factor de cambio (Millones de Nuevos Soles de 1994) – Región Apurímac
Elaboración: Propia.



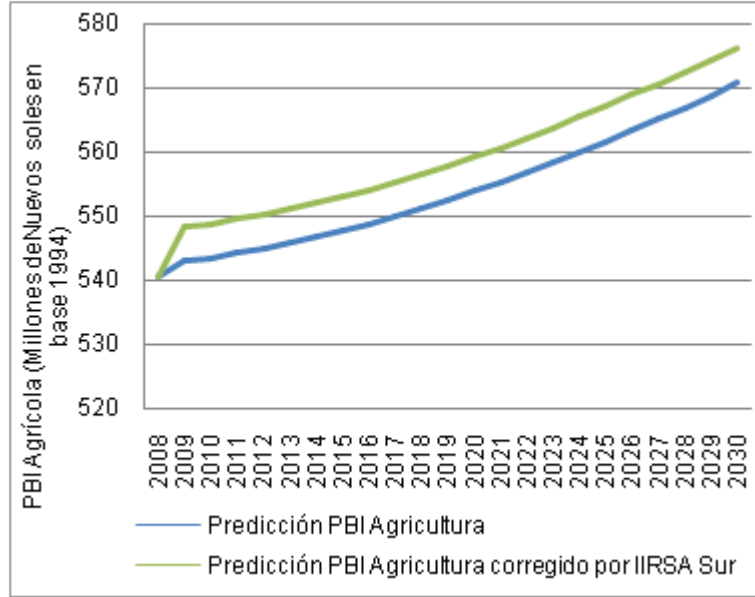


Figura N° RE.11. Proyección PBI Agrícola con factor de cambio (Millones de Nuevos Soles de 1994) – Región Cusco
laboración: Propia.

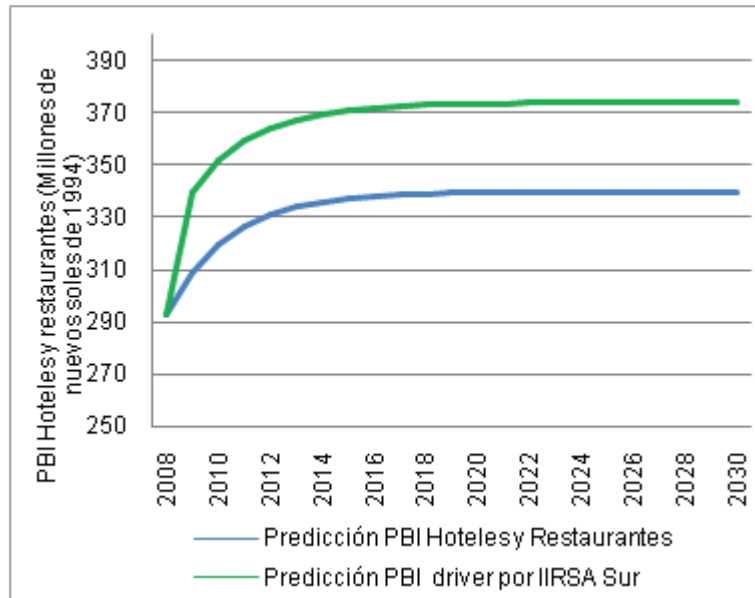


Figura N° RE.12. Proyección PBI Rest. y hoteles con factor de cambio (Millones de Nuevos Soles de 1994) – Región Cusco
Elaboración: Propia.

Usando los resultados, se calculan la tasa de crecimiento anual y acumulada para el periodo de predicción 2009 - 2030. En base a estos indicadores se comparan ambos escenarios, el de situación sin cambio (i) y el de factor de cambio estructural (ii). Ante un escenario con factor de cambio, el sector agricultura se elevaría en 0.04 puntos porcentuales por año para ambas regiones y que acumulado al 2030 representa un aumento aproximadamente de un punto porcentual del PBI. El sector de transportes y comunicaciones de la región de Apurímac incrementaría su tasa de crecimiento por año en 4.15 puntos porcentuales, que acumulado al 2030 implica un ascenso del 91.3 puntos porcentuales sobre el escenario (i); mientras que el sector minero de la misma región incrementaría su tasa de crecimiento anual en 22 puntos porcentuales, que acumulado asciende a 482.5 puntos porcentuales. Por otro lado, el sector de restaurantes y hoteles se incrementa a una tasa anual de 0.44 puntos porcentuales por año que acumulado al 2030 es un crecimiento de 9.66 puntos porcentuales.

iii. Escenario con cambio climático al 2030

a. Enfoque de arriba hacia abajo

A continuación se presentan los resultados del escenario con cambio climático al 2030, en el que se estima el impacto del cambio climático sobre el PBI sectorial de las regiones de Apurímac y Cusco. La metodología usada se basa en el modelo propuesto por Dell et al. (2008), que parte de la formulación de una función de producción propuesta por la literatura de crecimiento neoclásico (en el capítulo 4 se presenta el detalle de esta metodología).

El modelo estima la tasa de crecimiento per cápita regional que depende de las variables climáticas de temperatura y precipitación, y de sus retardos, así como también de los efectos no observables a nivel regional (características específicas a cada región, como calidad de la tierra o tipo de riego, la especialización en ciertos cultivos) y temporal (características comunes a todas las regiones pero que varían en el tiempo, como variaciones del precio internacional de ciertos cultivos o crisis internacionales o el fenómeno de El Niño).

Dado el amplio abanico de supuestos requeridos para hacer las proyecciones, los resultados deben considerarse con cuidado. Se pretende obtener una medida aproximada del efecto del cambio climático sobre la tasa de crecimiento del PBI sectorial a partir de los efectos marginales estimados de las variables climáticas. Se toma como supuesto que las temperaturas máximas, mínimas y promedios se comportan de manera similar y aumentan en 1 °C y que las precipitaciones fluctúan en 10% respecto a su media histórica (1990-2008). Esto equivale en el caso de Cusco a un aumento de 136.77 mm en el nivel de precipitaciones y de 160.81 mm en el nivel de precipitaciones en Apurímac en el 2030.

El impacto de las variables climáticas en la tasa de crecimiento del PBI dependerá directamente del valor de la elasticidad estimada. El rango de fluctuaciones de los impactos estimados entre los modelos es bastante amplio en algunos casos dependiendo de los valores obtenidos con la especificación elegida y los distintos métodos de estimación. Los resultados, se observan en los gráficos RE.19 a RE.24. En ellos se hace evidente el impacto negativo que traería consigo el cambio climático sobre el desempeño económico regional sectorial.

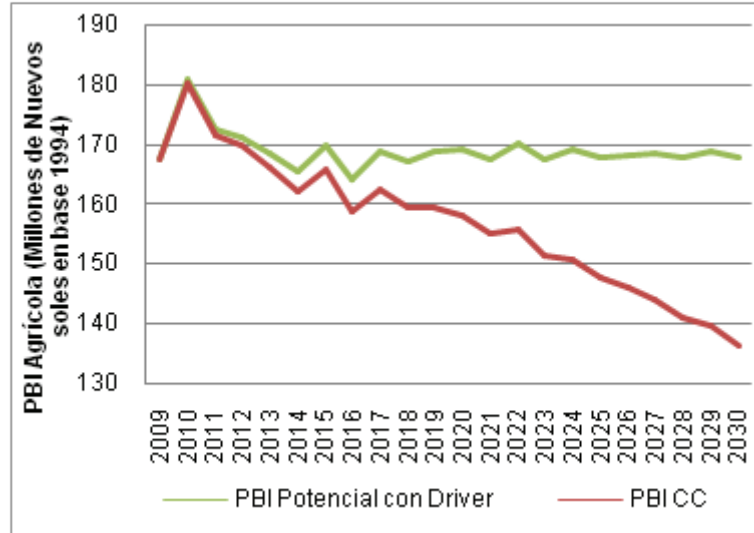


Figura Nº RE.19. Proyección PBI Agrícola con CC y factor de cambio, y PBI con factor de cambio (Millones de Nuevos Soles de 1994) – Región Apurímac
Elaboración: Propia.

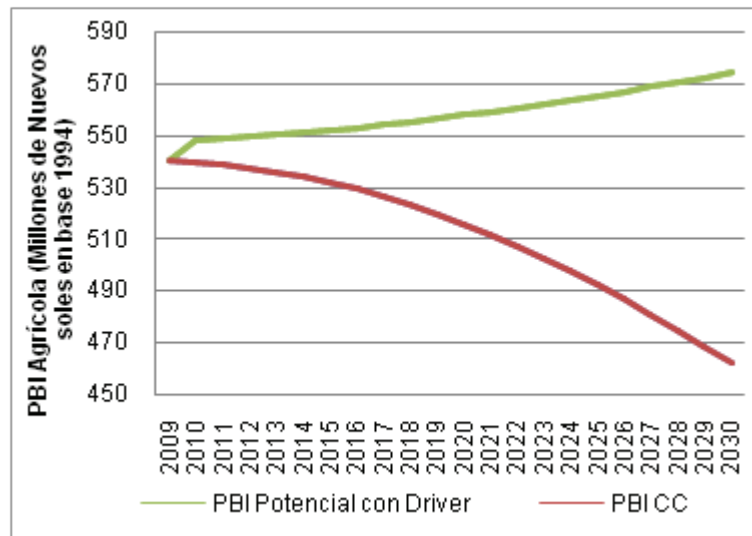


Figura Nº RE.20. Proyección PBI Agrícola con CC y factor de cambio, y PBI con factor de cambio (Millones de Nuevos Soles de 1994) – Región Cusco
Elaboración: Propia.

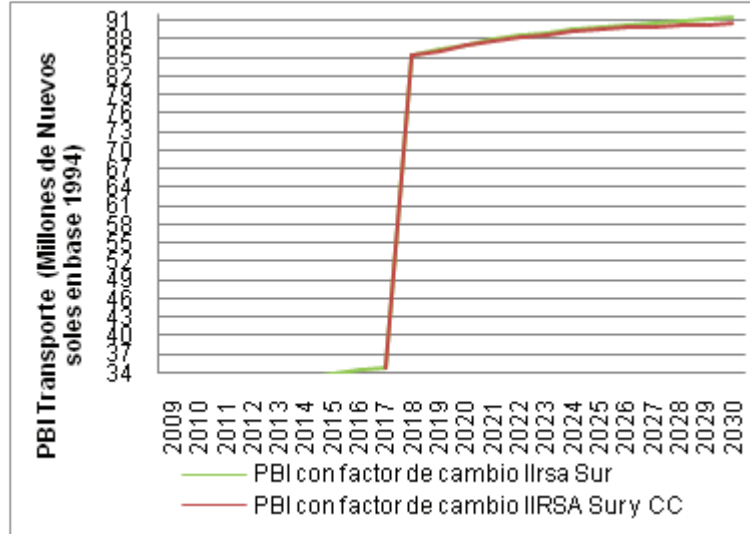


Figura N° RE.21. Proyección PBI Transporte con CC y factor de cambio, y PBI con factor de cambio (Millones de Nuevos Soles de 1994) – Región Apurímac} Elaboración: Propia

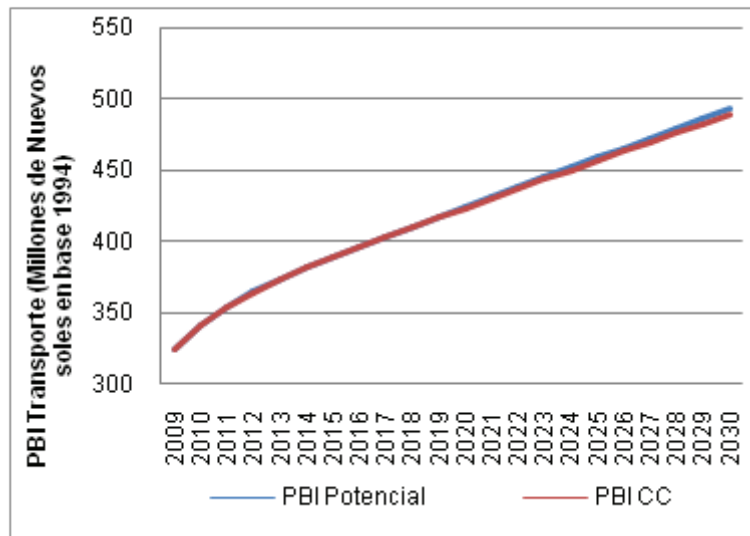


Figura N° RE.22. Proyección PBI Transporte con Cambio Climático (Millones de Nuevos Soles de 1994) – Región Cusco Elaboración: Propia.

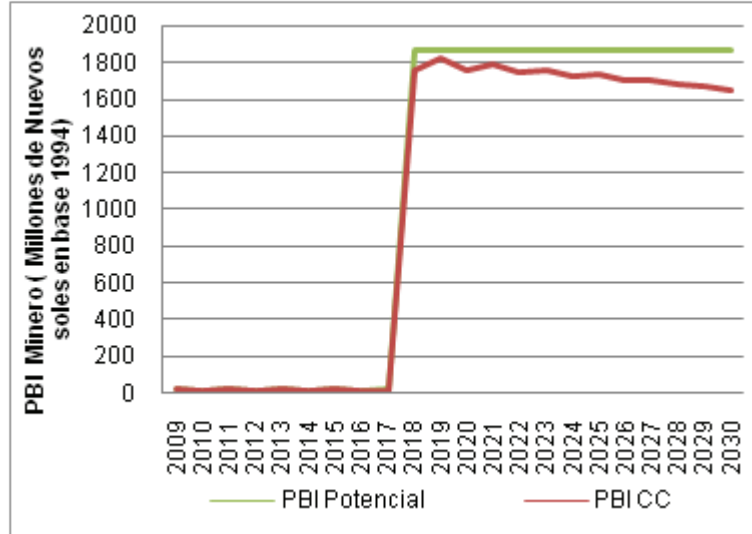


Figura N° RE.23. Proyección PBI Minero con CC y factor de cambio, y PBI con factor de cambio (Millones de Nuevos Soles de 1994) – Región Apurímac
Elaboración: Propia

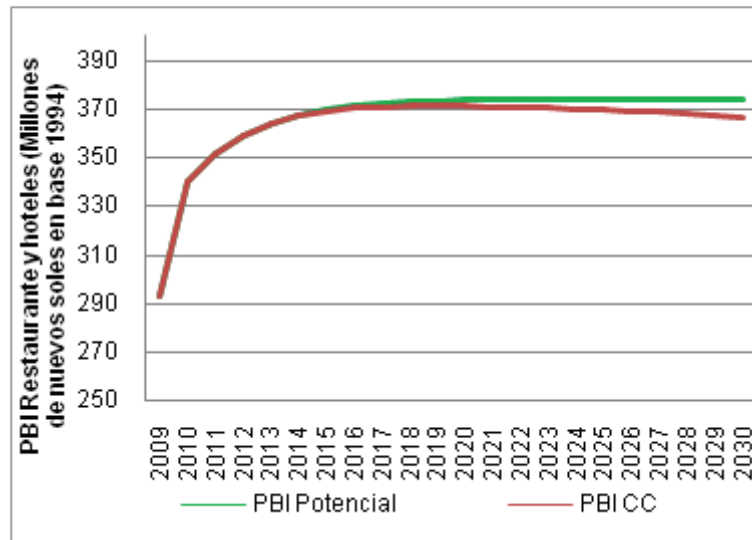


Figura N° RE.24. Proyección PBI Rest. y hoteles con CC, y PBI con factor de cambio (Millones de Nuevos Soles de 1994)- Región Cusco
Elaboración: Propia.

Los resultados observados en los gráficos anteriores se manifiestan en la caída de las tasas de crecimiento, tanto la anual como la acumulada al 2030. El sector agrícola presentará una caída de su tasa de crecimiento por año de 0.73% para Apurímac y 1.04% para Cusco, debido al cambio climático. Al 2030, esta pérdida ascenderá a 15.17% y 22.09% en cada región, respectivamente. Para Apurímac, el sector transportes y comunicaciones tendrá una pérdida acumulada al 2030 del 6.82%; mientras que el sector minero presentaría la pérdida más elevada de todos los sectores analizados en este estudio, que asciende a 90.52% del PBI del sector sin cambio climático. En Cusco la pérdida acumulada del PBI restaurantes y hoteles es del 1.97%.

b. Enfoque de abajo hacia arriba

Este enfoque metodológico pretende ser un complemento para el mejor entendimiento del proceso detrás del impacto del cambio climático sobre el PBI sectorial. Cabe ser mencionado, que para el análisis del sector agrícola, se aplicaron únicamente modelos econométricos con el fin de calcular la sensibilidad del cultivo a las variaciones climáticas y su impacto sobre la producción del cultivo en específico al 2030 (series temporales) y un análisis específico de la sensibilidad de los beneficios agropecuarios por agricultor (corte transversal) ante las variaciones climáticas al 2030 por efecto del cambio climático. Mientras que en los sectores económicos de transporte, minería y turismo se cuantificó el costo específico por evento extremo y/o conflicto socio ambiental generado por efecto del cambio climático y cómo este efecto negativo es trasladado al PBI, para lo cual se asume la ocurrencia de dos ellos, uno el 2020 y otro el 2030.

Sector agrícola

Producción de cultivos principales (Series de tiempo)

El objetivo de esta metodología es estimar el impacto de las condiciones meteorológicas sobre la producción y el rendimiento de los cultivos analizados. Para ello se han estimado modelos de regresión lineal que tratan de determinar qué variables climáticas explican parte de la variación de la productividad agraria. Los cultivos fueron seleccionados en función a su importancia en el Valor Bruto de la Producción (VBP) de la región, así como por la superficie dedicada al cultivo y el volumen de producción.

En Apurímac, el cultivo de la papa es el más representativo, en el 2008 representa el 51.85 del VBP, donde el sector agrícola tiene un gran peso dentro de la economía regional presentando una participación del 25.2%. Así también, esta región es la séptima productora de papa a nivel nacional con un 15.34% de las tierras cultivables dedicadas a este cultivo y un volumen de producción de 211,623 TM.

En Cusco, se seleccionaron el café, el maíz amiláceo y la papa. El principal cultivo dentro de su estructura agrícola es el café, el cual cuenta con una participación del 25.7% dentro del VBP agrícola; en segundo lugar la papa con una participación del 23% y por último el maíz amiláceo con el 7.8% del VBP al 2008. Esta región es considerada el sexto productor de papa y el primero de maíz amiláceo a nivel nacional y el cultivo del café es considerado el primer cultivo de agro exportación a nivel nacional. Cusco cuenta con el 9% del total de tierras cultivables respecto al cultivo de la papa y el 7% del total de tierras cultivables de maíz.

Esta metodología consistió en generar series temporales de frecuencia anual sobre las variables de producción y climáticas. Las variables de producción, como lo son la superficie total cultivada y producción agrícola, se obtienen a partir de los Anuarios de Estadística del Ministerio de Agricultura (MINAG, 2009 MINAG-DGIA) para el periodo 1970-2000. Las series son de frecuencia anual debido a la propia naturaleza de los datos ya que éstos se refieren necesariamente a cosechas completas. Las variables climáticas proceden en su totalidad del SENAHMI y se dispuso de las medias estacionales de la temperatura mínima, temperatura media, temperatura máxima, precipitación total acumulada por estaciones climáticas: primavera, verano, otoño invierno para cada estación meteorológica de cada región. En algunos casos se incluyó también un componente de tendencia temporal que permite captar posibles tendencias derivadas, por ejemplo de la evolución del progreso tecnológico.

Las estaciones meteorológicas de las que se dispuso los datos, de las variables climáticas históricas por región se obtuvieron gracias a la información proporcionada por el SENAMHI.

Las estaciones meteorológicas tomadas como representativas de cada uno de los cultivos analizados en cada región, han sido escogidas según su cercanía a los valles donde se concentra la producción de cada cultivo.

En cuanto a la metodología en sí misma, se siguió la literatura (Estrada 2006, Chang 2002) que utiliza modelos de regresión para integrar variables climáticas y económicas sobre la producción del cultivo. El objetivo es estimar la respuesta de la producción agrícola ante los movimientos en las variables climáticas, controlando por el resto de factores (de producción, como mano de obra, superficie cosechada, precios, etc.). Es decir, como se ha explicado, la especificación de la oferta (o producción) dependerá del precio, las variables de producción (superficie cosechada, mano de obra, etc.) y otros factores ligados a la producción, y a las variables climáticas. El estudio se centra en la sensibilidad de producción de los cultivos a cambios de temperatura y precipitación así como a cambios en las variables económicas.

Los resultados obtenidos de las estimaciones econométricas se resumen en el cuadro RE.2. Debido al limitado número disponible de observaciones (30) no fue conveniente incluir todas las variables explicativas al mismo tiempo, por lo que consideramos diferentes modelos usando la misma especificación para diferentes combinaciones de variables a los cuales aplicamos los test de diagnósticos para poder validarlos¹. Escogimos así el modelo con mejor calidad estadística y mayor poder explicativo. Así también en el cuadro RE.2 se puede apreciar a partir de las elasticidades estimadas y los escenarios climáticos al 2030 se puede observar la variación porcentual en la producción de cada cultivo al 2030 ante variaciones en las variables climáticas. Estos cálculos se realizan sobre los supuestos de un aumento de la temperatura en 1°C y de la precipitación en un 10%.

1 Se aplicaron test de variables omitidas, de multicolinealidad, de heterocedasticidad, de correlación serial, de cambio estructural y variables influyentes.

Cuadro N° RE.2. Sensibilidad significativa a las variaciones de las variables climáticas y caída de la producción del cultivo al 2030

Región / Cultivo	Sensibilidad a las variables climática	Sensibilidad a las variables económicas	Variación (%) del producto al 2030
Región Apurímac			
Papa	- Temperatura media de otoño (-) - Precipitación primavera (+)	- Tendencia tecnológica en la producción del cultivo	12%
Región Cusco			
Café	- Precipitación de otoño(-)	- Mano de obra	-22%
Papa	- Precipitación de invierno (-) - Precipitación de otoño (+) - Temperatura mínima de verano (-)	- Mano de obra	-5%
Maíz amiláceo	- Precipitación verano (-) - Temperatura media verano (-) - Temperatura media invierno (+)		-60%

Elaboración: Propia.

Beneficios de los productores agropecuarios (Corte transversal, ENAHO)

Otro enfoque para calcular el impacto climático en el PBI agrícola, consiste en estimar el efecto de la variación climática sobre los beneficios de los productores agrarios siguiendo la metodología propuesta por Deschenes (2007).

Por tanto, se estima la relación entre las variables climáticas y los beneficios agrícolas para una muestra transversal de productores agropecuarios a partir del módulo agropecuario de la Encuesta de Hogares (ENAHO) del año 2007 y un promedio de las variables climáticas a nivel distrital². De esta manera, este método explota la variación transversal en la temperatura y precipitación para estimar si los beneficios agrícolas son mayores o menores en los distritos más cálidos o más fríos, o con mayor o menor precipitación.

La estrategia consiste en estimar el efecto marginal de la temperatura y precipitación en los beneficios agrícolas, y luego multiplicar dicho efecto por el cambio predicho en las variables climáticas al 2030 para inferir el impacto económico de cambio climático en el sector agrícola.

Los resultados de esta estimación muestran que en Apurímac la temperatura máxima en verano tiene un

² Como utilizamos un promedio de las principales variables climáticas (1970 – 2007) para cada distrito, debemos suponer que las diferencias climáticas entre los distritos se han mantenido constantes durante los últimos 30 años.

impacto positivo en los beneficios, mientras que la temperatura máxima en otoño tiene un impacto negativo y mayor sobre dicha variable, de manera que el impacto neto de la temperatura es negativo. Este resultado es esperable pues coincide con los períodos de tuberización y cosecha de la papa, que es un cultivo predominante en la zona. Una temperatura alta en otoño perjudica el proceso de tuberización.

Los valores obtenidos indicarían que si la temperatura máxima en verano aumenta en 1°C, los beneficios del productor agropecuario aumentarían en 47%; pero si la temperatura máxima en otoño aumentara 1°C los beneficios disminuirían en 56%³.

En Cusco, en cambio, la variable climática que determina los beneficios son las precipitaciones, las precipitaciones parecen generar mayor vulnerabilidad y más riesgo a los productores agropecuarios. Un aumento de 1 mm cúbico en las precipitación mínima aumentaría los beneficios en 0.8%, mientras que un aumento de 1mm cúbico en la precipitación máxima en invierno (eventos extremos) disminuirá los beneficios en 0.5%. Si para el 2030, la precipitación máxima aumentara en 74.29 mm cúbicos, implicaría una disminución de 37% en los beneficios de los productores agropecuarios.

Sector transporte

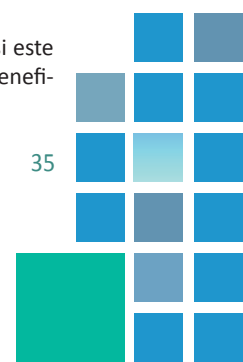
En el sector transporte la literatura revisada (Ver Mill, Andrey, Atkins) señala que los estudios del cambio climático y transporte se han volcado principalmente en la incidencia del sector sobre el calentamiento global a partir de las emisiones que genera, y en ese sentido se centran en las medidas de mitigación. Algunos países del hemisferio norte, por el contrario, han realizado estudios sobre los impactos del cambio climático en el transporte considerando las amenazas para este tipo de territorios, como lo son la pérdida del permafrost, el incremento de humedad y su relación con el smog.

En el caso de Sudamérica y en especial del Perú, de geografía accidentada asociada a una precaria infraestructura vial; los efectos del cambio climático, como las intensas lluvias, huaycos, inundaciones o heladas pueden causar un severo impacto sobre todo el sector transporte y los servicios asociados a éste. En el Perú, se cuenta con estudios sobre el impacto económico del cambio climático en el sector, como es el caso del reporte elaborado por el Ministerio de Transporte en el marco de la Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático, en el cual se estimó la pérdida económica de la interrupción de un tramo del Corredor Vial Amazonas Norte (Puente El Silencio).

En base al anterior estudio, y considerando el mapa de zonas de riesgos de la Comisión Multisectorial de Reducción de Riesgos y Desastres, 2004, así también a las consultas realizadas a expertos de la región, se pudo identificar ciertos tramos propensos a daños materiales en las carreteras (interrupciones, destrucción de tramos, etc.) debido a eventos climáticos extremos, los cuales probablemente se incrementarían en frecuencia e intensidad debido al cambio climático.

Considerando estos estudios, y la importancia de la carretera Interoceánica (IIRSA) para el desarrollo del transporte y sectores asociados, se logró identificar 4 tramos propensos a desastres, 3 de ellos a lo largo del

³ Los términos cuadráticos de las variables climáticas no resultaron significativos, por lo que no se comprueba si este impacto es constante o no, ni la presencia de un valor óptimo de dichas variables que maximice o minimice beneficios.



tramo 3 del IIRSA, y el 4to en la vía hacia la Concepción (ver cuadro RE.3). Solo fue posible extraer información importante para trabajar con el tramo 1.

Cuadro N° RE.3 Longitud por tramo propenso a desastre climático - carretera IIRSA SUR

Tramo	Nombre	Km. aprox.
1	Limatambo-Puente Cunyac	18
2	Subcuenca Huatanay, Cusco-Lucre	25
3	Quincemil-Puente Iñapari	20
4	Abra Málaga-Carrizales-Alfamayo	17
Total		80

Elaboración Propia.

En general para el sector transportes se asumen dos eventos extremos, uno en el 2020 y otro en el 2030. Por tal motivo y dada la incertidumbre con al que se generan los eventos extremos o desastres se deberán asumir ciertos supuestos asociados al daño del tramo 1:

- Un evento extremo sobre el Puente Cunyac que se encuentra ubicado en el primer tramo identificado (Limatambo-Puente Cunyac) que mide aproximadamente 18 km y está ubicado entre los kilómetros a 98 de Abancay y 99 de Cusco.
- El costo promedio de rehabilitación efectuado en las regiones Cusco y Apurímac el cual asciende a S/.51 mil nuevos soles de 1994; el costo promedio de atender la emergencia por metro, asociado a la construcción de puentes colgantes que asciende a unos S/.308 mil nuevos soles de 1994 para los 110 metros que mide el puente que se asume como afectado por el desastre; y por último el costo promedio de incremento por tiempo adicional de viaje que asciende a unos S/.2.44 por hora por pasajero. Los supuestos de los dos primeros costos fueron recogidos de la base de datos del SNIP y el supuesto del costo por incremento en tiempo de viaje se recogió del Anexo 9 del SNIP.
- Se tomó como dato para el cálculo del flujo de personas que transitan por el puente Cunyac por día, el índice medio vehicular que asciende a 1800 vehículos por día. De ello se calcula que al menos 8 personas se trasladan por vehículo cada día.
- Se asumen dos escenarios respecto al periodo de días de interrupción. Uno optimista que asume 2 días de paralización y otro pesimista que asume 7 días de paralización.

En base a ello se utiliza una metodología acumulativa de los diversos daños que una carretera puede sufrir debido a eventos extremos derivados del cambio climático junto a los gastos de reparación de los tramos afectados, así como al presupuesto adicional que se incurre por atender una emergencia y el mayor tiempo de viaje de los pasajeros. Los costos tomados en cuenta en son los siguientes:

- **Costo de Reparación:** Se consideraron en base a los supuestos antes presentados, el costo por metro o kilómetro reparado promedio⁴, la distancia dañada y días de paralización.
- **Costo de atención de la Emergencia:** Gastos para dar una solución rápida para el traslado de los pasajeros

4 Se cuantificó en base a la inversión promedio de proyectos públicos para la reparación o rehabilitación de las carreteras en las regiones de Cusco y Apurímac, teniendo como la fuente el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP).

(como la instalación de puentes colgantes, vías aledañas, entre otros) que dependerá de la distancia del puente colgante de acuerdo al tramo seleccionado.

- **Costo de mayor tiempo de viaje:** Este costo está relacionado al valor social del tiempo adicional de los pasajeros que se vieron afectados por la interrupción y el flujo de pasajeros en el tramo seleccionado.

En el siguiente cuadro RE.4 se observan los gastos totales que generaría un evento extremo sobre el PBI de transportes en el año 2020 y en el 2030, evento que dañaría en ambos años el puente Cunyac. Los costos asociados como consecuencia de un desastre o evento extremo, son los que se desprenden por reparación y tiempo de interrupción. Los resultados de este análisis revelarían que un impacto sobre el puente, a nivel agregado generarían una pérdida entre 0.5% y 1.25% del PBI transportes en la región Cusco.

Cuadro N° RE.4. Costo Total por evento extremo a causa del cambio climático

Componente	Considerando:		Considerando:	
	- Promedio de costos de rehabilitación Cusco -Apurímac		- Sólo de costos rehabilitación de Cusco	
	- 2 días de interrupción		- 7 días de interrupción	
	Nuevos soles corrientes	Nuevos soles constantes de 1994	Nuevos soles corrientes	Nuevos soles constantes de 1994
Costo de rehabilitación o reparación de la vía	1,631,559	926,800	4,644,727	2,609,708
Costo evitado de atender la emergencia	308,000	176,132	308,000	176,132
Costo evitado de aumento de tiempo de viaje	35,136	17,927	122,976	62,743
Costo de impacto de un evento extremo sobre el sector transporte	1,974,695	1,120,859	5,075,703	2,848,583

Elaboración: Propia.

Sector minería

Por otro lado, para el análisis de abajo hacia arriba de este sector se hizo un análisis por eventos extremos climáticos (como eventos de remoción de masa producidos por el aumento en la intensidad) y/o por conflictos socio ambientales (ocurrencia de conflictos socioambientales con la población debido a la escasez del recurso hídrico). Para ello se utilizó el supuesto de la ocurrencia de cada uno de ellos por efecto del cambio climático al 2030. Uno en el año 2020 y otro en el 2030.

En términos económicos y a nivel macro, Las Bambas tendrá diversos beneficios, empezando por la generación de divisas, el aumento de los ingresos recibidos por el gobierno local y regional por concepto de canon y regalías, así como el aumento significativo de PBI minero y de transportes y comunicaciones.

Sin embargo, según la literatura revisada (Gouley, 2005), se espera que a estos conflictos sociales generados por las actividades pre y post exploración/explotación de Las Bambas; se sumen los conflictos por la contaminación del agua y la falta de inclusión e información de las comunidades, Gouley señala que muchos de los pobladores de la comunidad se sienten excluidos del proceso de decisión y denuncian no tener acceso a la información, ellos tienen por seguro que sus aguas se contaminarán afectando su producción agrícola y ganadera.

La contaminación que genera la mina, sumada a la insatisfacción y desconfianza de las comunidades ante su gestión y los eventos extremos generados por el cambio climático principalmente por el aumento de las precipitaciones, puede generar paralizaciones en la actividad minera, no sólo por paros o manifestaciones en contra de la actividad minera; sino también por eventos extremos que dañen la infraestructura y/o carreteras por efecto del cambio climático.

En este sentido, al ser el proyecto minero Las Bambas el factor de cambio más importante en la región Apurímac, se estudiarán los efectos de los eventos y/o conflictos socioambientales antes mencionados. En este sentido se procederá a estimar la pérdida diaria por parar las operaciones de extracción del mineral por parte de la empresa minera Xstrata. Actualmente el precio del cobre es de 4.32 dólares por libra, equivalente a \$ 9.5 mil por tonelada⁵ enero del 2011. Las proyecciones de producción de Xstrata indican una producción anual de 400,000 TM a partir del 2014. Así, manteniendo el precio constante⁶ se generarían ingresos brutos de aproximadamente \$3.8 mil millones. Usando un factor de 60% para obtener el ingreso neto a partir del ingreso bruto⁷, se tiene que los ingresos netos anuales de esta mina serían de 1.5 mil millones de dólares equivalentes a 2.4 mil millones de nuevos soles constantes de 1994 y que considerando 365 días representan alrededor de 6.5 millones de nuevos soles por día.

En base a ello, ya sea por un evento extremo o por la existencia de conflictos, se asume que tanto en el 2020 como en el 2030 se producirán interrupciones en la producción. Estas interrupciones van desde los 4 a los 8 días y se proyecta que producirían una pérdida de ingresos entre S/. 26 y S/.52 millones de nuevos soles del 1994. Estos montos representan una caída en el PBI minero de Apurímac⁸ del año 2020 (que asciende a S/. 1,867,380,440 de nuevos soles de 1994), de entre 1.4% y 2.8% del PBI.

Sector turismo

El turismo al igual que la agricultura o el transporte, es un sector económico altamente vulnerable al cambio climático, no sólo por su fragilidad frente a los efectos de la alta variabilidad climática y los impactos de los eventos extremos, sino también debido a que puede influir en las decisiones de los turistas y generar así mayores pérdidas económicas.

Se han realizado diversos estudios que analizan los impactos del cambio climático en el turismo, así como las medidas de adaptación y mitigación que se vienen emprendiendo en las economías (ver por ejemplo

5 Al 7 de enero de 2011, www.metalprices.com.

6 Las variaciones de los precios de los metales son muy grandes. Hemos preferido mantener el precio constante por cuanto una proyección del precio futuro del cobre escapa al alcance de este estudio.

7 Orihuela (2008).

8 Al haberse calculados los ingresos netos, éstos son una aproximación al valor agregado, por tanto al aporte de esta actividad minera al PBI.

Curtis, S. et al, 2009; Simpson, et al, 2008, Jackson, 2003). Principalmente los impactos en el turismo se presentan de forma directa en los daños en la infraestructura hotelera (capital) y en los lugares de interés como son los espacios naturales o ecosistemas ecoturísticos (servicios ambientales), y de forma indirecta, en los flujos de los bienes y servicios necesarios para realizar la actividad turística, desencadenándose pérdidas en ingresos, utilidades en puestos de trabajo, repercusiones en sectores y actividades económicas conexos, y en la economía en su conjunto.

La metodología aplicada en esta sección del estudio implicó evaluar en primer lugar la contracción de la economía del turismo en Cusco frente a la crisis económica internacional, a fin de poder comprobar la sensibilidad del sector frente a alternaciones no sólo de la oferta turística, sino también del comportamiento de la demanda. La segunda parte relativa a los ingresos no percibidos, consistió en realizar cálculos propios de las pérdidas por el cierre de la ciudadela de Machupicchu debido a la inundación de enero de 2010, pérdidas que se proyectarán para los años 2020 y 2030 donde se asume que ocurrirán eventos extremos similares al ocurrido el 2010. Es de anotar que dichos cálculos tendrán como base un supuesto en la ocurrencia de inundaciones y su intensidad con respecto al daño o días de cierre de la ciudadela.

La metodología utilizada para el cálculo de las pérdidas ante un próximo evento de igual magnitud que el ocurrido el año 2010, se resume en:

- a. Estimación de la cantidad de visitantes extranjeros y nacionales que hubiera recibido la región Cusco en el año 2010 de no haberse producido el evento extremo.
- b. Estimación de la cantidad de visitantes extranjeros y nacionales, que recibió la región Cusco en el año 2010 al haberse producido el evento extremo.
- c. Estimación de la pérdida de visitantes extranjeros y nacionales que sufrió la región Cusco en el año 2010 al haberse producido el evento extremo.
- d. Valoración de la pérdida producida por la reducción de visitantes en el año 2010.

Debido a la falta de datos no se estimó el gasto de reparación o daños en la infraestructura turística. De igual forma, no se realizó el cálculo de la pérdida en el efecto multiplicador del turismo, como son las actividades colaterales del turismo, es decir, pequeños comerciantes, artesanías, servicios de transporte, etc.

Como resultado de las estimaciones de abajo hacia arriba se obtiene que la pérdida total de ingresos por la reducción del número de turistas nacionales y extranjeros, ascendería a US\$ 119.6 millones, equivalentes a 334.9 millones de nuevos soles corrientes o 173.5 millones de nuevos soles constantes de 1994 (ver cuadro RE.5). Esta es una pérdida de ingresos brutos, y como se desea comparar con el valor agregado del sector o PBI, al menos se debe contar con los ingresos netos. Asumiendo que la ganancia neta es del 20% en la actividad turística (PROMPERU y UNALM, 2002), se obtiene los ingresos netos equivalentes a 66.9 millones de nuevos soles corrientes o 34.7 nuevos soles constantes de 1994. Esto equivale a unas pérdidas del PBI de Hoteles y Restaurantes en el Cusco de 9.29% para el 2020 y de 9.28% para el 2030. Tanto si se impactara el PBI en un escenario con factor de cambio, como en un escenario con factor de cambio y cambio climático, es claro que a las pérdidas asociadas por el impacto del cambio climático por variaciones en las variables climáticas que afectan progresivamente el desempeño económico del sector, se le añadiría el costo por evento extremo o desastre originado a su vez también por el cambio climático.

Cuadro Nº RE.5. Pérdida total en los ingresos por la reducción del flujo de turistas y caída del PBI turismo

Rubro	Pérdida bruta total		Pérdida neta ^{2/}			Como % de caída del PBI turismo ^{3/}	
	US\$	Nuevos soles corrientes ^{1/}	Nuevos soles constantes de 1994	Nuevos soles corrientes	Nuevos soles constantes de 1994	2020	2030
Turistas extranjeros	113,270,102	317,156,285	164,329,681	63,431,257	32,865,936	8.79%	8.79%
Turistas nacionales	6,349,869	17,779,634	9,212,246	3,555,927	1,842,449	0.49%	0.49%
Total turistas	119,619,971	334,935,919	173,541,927	66,987,184	34,708,385	9.29%	9.28%

Elaboración: Propia.

Fuente: MINCETUR, 2010 y PROMPERU y UNALM, 2002



VII. CONCLUSIONES, LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES DE LA PRIMERA PARTE

Conclusiones

Después de realizar la elaboración de los escenarios económicos indicados en los objetivos del estudio, podemos afirmar lo siguiente: los comportamientos históricos de los productos brutos internos PBI de los sectores seleccionados de las regiones de Apurímac y Cusco son variados y consecuentemente se mantienen en las proyecciones al 2030. Mientras que el sector agricultura de ambas regiones y restaurantes y hoteles en Cusco, crecen muy poco anualmente – menos del 1%. Los de transportes y comunicaciones (para las dos regiones) y el sector minero en Apurímac lo hacen en alrededor del 2% anual. Asimismo, los intervalos de confianza de las proyecciones son diversos, siendo el sector minero el que presenta la mayor incertidumbre.

La introducción de los dos factores de cambio estructural identificados; la carretera Interoceánica o IIRSA Sur y la explotación minera de Las Bambas, impacta de manera significativa en los sectores de transporte y minero, incrementándose en 482 y 91 puntos porcentuales, los respectivos PBI sectoriales en la región Apurímac. Mientras que el PBI de restaurantes y hoteles de Cusco se incrementa en 10 puntos porcentuales. El sector agricultura es menos sensible al factor de cambio, este PBI cambia en menos de un punto porcentual respecto al escenario situación sin cambio (Business as usual). Asimismo se puede afirmar que el factor de cambio Las Bambas tiene un mayor impacto que el factor IIRSA Sur, aunque esta carretera tiene impactos en ambas regiones.

La médula del presente trabajo, y su aporte al conocimiento de los impactos del cambio climático, está en estudiar la economía del cambio climático, en el sentido de estimar los costos del mismo sobre la economía. De esta manera encontramos que:

• Sector agricultura

- El sector agricultura es sensible a los cambios en la temperatura y la precipitación en el corto plazo (efecto nivel), pero es solo sensible a los cambios en temperatura en el largo plazo (efecto crecimiento). En este último caso, por cada grado de incremento en la temperatura máxima, la tasa de crecimiento del PBI agrícola se reduce en -1.7 puntos porcentuales respecto a su tasa potencial. Así suponiendo que la temperatura crecerá gradualmente hasta el año 2030 en un grado centígrado, la tasa de crecimiento de este PBI será cada vez menor. En acumulado, al 2030 se registra una caída del 23% del PBI para ambas regiones. Así es el sector más impactado por las variaciones en el clima.
- El enfoque específico o de abajo hacia arriba, confirman el orden de magnitud de los estimados en el enfoque agregado de PBI agropecuario (arriba hacia abajo). Así se encontró una pérdida de 5% en el volumen de producción de papa, 60% en maíz, y 22% en café (caso Cusco).
- Los beneficios de los productores agropecuarios muestran una sensibilidad a las variaciones en las variables climáticas de temperatura y precipitación, a nivel de distrito. Esta metodología aplicada a una muestra de productores agropecuarios recogida por la ENAHO confirman los resultados obtenidos a nivel agregado sobre el PBI sectorial. En Apurímac, se encuentra que el efecto neto de la temperatura incidirá negativamente sobre los beneficios agrícolas hasta el 56%. En cambio Cusco muestra mayor sensibilidad a las precipitaciones, pudiéndose ver disminuidos los beneficios agrícolas en un 37% al 2030.
- Se concluye entonces que las tendencias de la pérdida en el sector agrícola son marcadas. Si no se implementan medidas de adaptación puede impactar drásticamente el sector.

• Sector transporte

- El sector transporte, al igual que el sector agricultura, es sensible a las variaciones tanto en temperatura como en precipitación (efecto nivel), pero a largo plazo (efecto crecimiento) sólo será sensible ante las variaciones de la precipitación, esto debido a los fenómenos de remoción de masa que producen las precipitaciones, como los huaycos, los aludes, etc. Así, por cada incremento en 1 mm de precipitación, el PBI se reduce en 0.01 puntos porcentuales. Esto implica que al 2030 en agregado, asumiendo que al final de este periodo la precipitación se habrá incrementado en un 10%, el PBI tendría una caída de alrededor del 1.14% en ambas regiones.
- Por otro lado, el sector transporte es sensible a los impactos del cambio climático, a través de la mayor frecuencia en la ocurrencia de los eventos extremos o desastres naturales. Se estimó que los costos directos asociados a los daños sobre el transporte carretero (costo de reparación, costo de la atención de la emergencia y del mayor tiempo de viaje) ante la ocurrencia de eventos extremos bajo el supuesto de que se producen en los años 2020 y 2030, producirían una pérdida de 0.5% y 1.25% del PBI transportes, respectivamente.

• Sector minero

- El sector minero es sensible tanto al corto y largo plazo a la variable climática precipitación. Por cada incremento en 1 mm en la precipitación, el PBI minero se reduce en -0.076 puntos porcentuales respecto a su tasa potencial. En acumulado al 2003 la pérdida sería de 11%.
- El sector minero es sensible tanto a los eventos extremos como a los conflictos socioambientales. Sobre ello se estima que cada evento extremo que origine una paralización de entre 2 y 8 días afectaría al PBI en una caída entre 1.4% y 2.8%.
- De las consultas con expertos locales, la preocupación con respecto al impacto del cambio climático en la minería sería mucho menor que por el impacto de la minería en el bienestar de la región Apurímac, surgiendo de este modo un llamado hacia la realización de un estudio de otra naturaleza.

• Sector turismo

- En el caso del sector turismo, medido con la variable PBI de Restaurantes y hoteles, la variable climática que lo impacta es la variable precipitación en el largo plazo. Un incremento de 1mm en la precipitación implica una caída de 0.0022 puntos porcentuales, que en acumulado al 2030 representa una reducción del 2% del PBI Restaurantes y hoteles respecto a su potencial.
- Los impactos de eventos extremos en el sector turismo repercutiría en pérdidas del PBI de Restaurantes y hoteles en el Cusco de 9.29% para el 2020 y de 9.28% para el 2030.
- Así, el turismo no reflejaría una pérdida marcada debido a la precipitación; aunque si lo tendría con respecto a eventos extremos exacerbados por el CC.
- Es importante anotar que la crisis financiera internacional influenciaría más en las visitas de turistas extranjeros que los mismos eventos climáticos extremos estudiados.

En general se puede indicar que el transporte, el turismo y la minería tendrían mayor sensibilidad a los impactos por eventos extremos exacerbados por el CC que a las otras variables climáticas estudiadas, por lo que escenarios para proyectar sus ocurrencias y frecuencias serían muy importantes en la planificación y desarrollo de dichos sectores.

Limitaciones del estudio

Una de las principales limitantes de este estudio ha sido la falta de información sistemática a nivel regional, tanto de las variables climáticas como de las socioeconómicas. El esfuerzo que realizan el PACC y el SENAMHI para elaborar escenarios climáticos a nivel de las regiones de Apurímac y Cusco, es por tanto, esencial para la planificación.

En este sentido, los supuestos realizados sobre los cambios en el clima futuro (temperatura, precipitación, frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos), son inherentemente inciertos. En efecto, las proyecciones de los escenarios climáticos al 2030 se basaron en aproximaciones hechas en otros estudios, a la espera de las proyecciones que SENAMHI viene preparando en el marco del PACC. Asimismo, la disponibilidad de información sobre las variables de temperatura y precipitación anual por región sólo cuenta con datos desde 1990, lo que afecta la eficiencia y potencia de las estimaciones y proyecciones obtenidas. Esto obligó a construir un panel con todas las regiones del Perú para aumentar el número de observaciones y la eficiencia de

las estimaciones. De este modo, la frecuencia temporal y desagregación geográfica de las variables climáticas limita el tipo de análisis y metodologías a aplicar.

Por otro lado, por el lado de las variables económicas, el alcance temporal de los datos de PBI sectorial por región es limitado, pues sólo se dispone de datos del PBI sectorial regional desde 1970. Así, en el caso de las predicciones del PBI se debe predecir a 20 años con una muestra de 40 observaciones históricas (la varianza de las predicciones aumenta considerablemente).

Todos los impactos referidos en el estudio, son de carácter directo. Los impactos indirectos que tienen que ver con la articulación hacia delante y hacia atrás de las actividades económicas no han sido considerados; en parte por la falta de información, y en parte por estar fuera del alcance del estudio.

A través de los procesos participativos se han identificado una serie de factores de cambio en ambas regiones. No todos estos factores han sido introducidos en el análisis por dos motivos: por un lado, la información es limitada y por otro, introducir demasiadas variables de cambio estructural reduce la certidumbre sobre los impactos, y sería muy difícil aislar e identificar los impactos individuales, sobre todo por las interacciones que se pueden producir entre los factores.

Si bien se ha tratado de complementar el análisis agregado o de arriba hacia abajo, con una mirada más desagregada al interior de los sectores estudiados, esto no logra abarcar una visión completa e integral de las dinámicas existentes a nivel local. Los estudios que realiza el PACC en las microcuencas serán de mucha utilidad para tener una visión a este nivel.

Recomendaciones

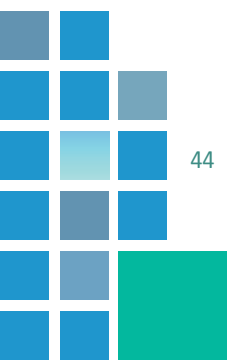
La evaluación de los impactos del cambio climático realizada en este estudio es básicamente de carácter económico. Son necesarios otros tipos de análisis para capturar de manera adecuada los impactos a nivel de los indicadores de pobreza, de desarrollo humano, de necesidades básicas, así como de los impactos biofísicos, ecosistémicos, fenológicos, entre otros. En este mismo sentido se deberían conducir estudios sectoriales específicos que complementen este esfuerzo, como en el caso del sector salud, comercio, infraestructura, entre otros, sobre todo porque este es un pedido explícito de los participantes de los talleres que se han conducido a lo largo de la realización de este trabajo.

Se considera necesario además, desarrollar estudios que se enfoquen hacia los principales factores de cambio estructural en ambas regiones, como lo son la carretera IIRSA y el proyecto minero Las Bambas, que marcarán un cambio en la configuración de la realidad socioeconómica de ambas regiones, y sobre esta base realizar escaneos climáticos que evalúen tanto los impactos que estos proyectos pueden sufrir debido al cambio climático, como, viceversa, los que podrían éstos causar en estas regiones vulnerables ante el cambio climático (mala-adaptación).

Incentivar que las universidades e institutos de investigación tomen la posta en la investigación sobre los impactos del cambio climático en los sectores económicos y bienestar de la población, ya sea a través de desarrollo de tesis, voluntariado en instituciones especializadas, o desarrollo de investigaciones.

Es importante además, promover la canalización de recursos financieros para la coordinación de la investigación en temas relativos al impacto del cambio climático y su relación con el desarrollo socioeconómico de las regiones.

Con el objetivo que este estudio pueda tener repercusiones como parte del análisis integral que realizará el PACC sobre la toma de decisiones, se deberá difundir sus resultados entre los tomadores de decisiones de Cusco y Apurímac, en el sector público como privado, de tal manera que puedan incorporar previsiones en la planificación de los proyectos o programas de inversión o desarrollo, a la luz del cambio climático. Asimismo, se sugiere socializar los resultados y metodologías del presente estudio a nivel nacional y con el Gobierno Central de tal manera que se pueda replicar y mejorar estos esfuerzos en otras regiones del Perú, en especial las más vulnerables ante el cambio climático.





PARTE B – ADAPTACIÓN DEL CC EN LOS PBI SECTORIALES



VIII. CONSIDERACIONES Y ALCANCE – ADAPTACIÓN DEL CC EN LOS PBI SECTORIALES

En esta parte del estudio se realizó una valoración económica de medidas de adaptación al cambio climático y su impacto sobre el PBI de las regiones de Apurímac y Cusco, para los sectores agrícola y transporte. Asimismo se tiene como objetivos específicos, determinar las medidas de adaptación, calcular sus costos y beneficios y sobre la base de este análisis, realizar la valoración de las mismas para el periodo de estudio. Así, el análisis de este estudio se centra en las regiones de Apurímac y Cusco, y tiene como propósito la implementación de medidas de adaptación que abarquen y beneficien a la economía de toda la región. Se centra en los sectores económicos agrícola y de transportes de cada región. En el caso del sector agrícola se consideran medidas de adaptación de afianzamiento hídrico, recuperación de suelos, buenas prácticas agrícolas y reforestación con fines de prevención de riesgos. En el caso del sector transporte, se trata de la implementación de medidas de prevención de riesgos climáticos en las carreteras, correspondientemente a los productos 5 y 6 en los que se evalúan los impactos del cambio climático sobre estos sectores en ambas regiones.

No ha sido posible identificar los costos y beneficios de medidas que reduzcan los impactos del cambio climático en los sectores de turismo y minería (que fueron los otros sectores económicos que se analizaron en los productos 5 y 6; esto por falta de identificación de cuantificaciones plausibles para los beneficios, de por ejemplo, las propias medidas de prevención de riesgos climáticos sobre las carreteras. Es decir, en la medida en que la reducción de interrupciones en el flujo de bienes y servicios, así como de personas, afecta negativamente (productos 5 y 6) a estos sectores; un aminoramiento de estas perturbaciones reduce las pérdidas producidas. Para ello se requeriría, por ejemplo, de información sobre las cantidades de flujos diarios

de personas por las carreteras que tienen como fin el turismo⁹, los flujos de bienes y servicios relacionados a las actividades mineras¹⁰. Por otro lado, debido a los conflictos socio ambientales (por ejemplo por el uso del recurso hídrico), la actividad minera podría enfrentar paralizaciones totales o parciales de sus actividades, cada día que se suspenden la producción produce pérdidas, sin embargo, los beneficios de la solución de conflictos también debieran ser tomados en cuenta (en caso que el conflicto se solucione con medidas que incluyan las de largo plazo). Ponerle un valor a las pérdidas debidas a los conflictos, no es tarea difícil¹¹, sin embargo, hacerlo con los potenciales beneficios sí lo es. Asimismo, establecer la periodicidad y cantidad de estos conflictos presentaba serias dificultades; la información que existe de la Defensoría del Pueblo es parcial y muy variable, y sin antecedentes en la zona de Apurímac, no pudiendo por tanto basarnos en ella para realizar alguna inferencia plausible.

De acuerdo al IPCC (2007), la adaptación al CC es el ajuste en los sistemas naturales y humanos en respuesta a los estímulos climáticos actuales o esperados, con el fin de moderar el daño o aprovechar las oportunidades y beneficios. Por ello se considera que la adaptación puede ser de diferentes tipos, no solo estructurales sino también relacionados a las reglamentaciones, a los instrumentos financieros, a la capacitación, entre otras medidas. Se conoce además que para implementar medidas de adaptación se requiere resolver barreras de información, normativas o de gestión del sector, por lo que la adaptación debe incluir esfuerzos, entre otros, en la investigación, formulación de políticas y fortalecimiento de las capacidades de gestión pública. Asimismo, es importante mencionar que el ejercicio que aquí se realiza presenta la dificultad de tratar de integrar los análisis de “arriba hacia abajo” que hemos realizado para medir el impacto del CC en los PBI sectoriales, con el análisis de “abajo hacia arriba” que se ha hecho con las medidas de adaptación en el que las familias, las comunidades, y municipios aplican las medidas de adaptación.

En la región Cusco se señalan como impactos importantes las inundaciones, lluvias torrenciales, huaycos y deslizamientos de tierra entre otros. Estos específicamente afectan a la población y a las viviendas ubicadas en las riberas y las partes bajas, así también dañando cultivos cercanos a las quebradas y las vías de comunicación y acceso, así como las actividades productivas. Dentro de las estrategias que se señalaron en las provincias del Cusco resalta la importancia de la reforestación como una medida de conservar la biodiversidad, pero también como una estrategia que permitirá la recuperación y mejoramiento de suelos, así como el control de los deslizamientos ante eventos climáticos extremos. Por otro lado, se presentan otras medidas como: la realización de una zonificación de áreas vulnerables a huaycos y derrumbes y ordenamiento territorial mejorará la relación societaria entre empresas mineras y las comunidades, el mejoramiento de las zonas de drenaje en las áreas de cultivo y el mejoramiento de semillas.

Por su parte en la región de Apurímac se identifican como impactos del CC: el aumento de las lluvias intensas y torrenciales, el incremento de la temperatura, pérdida y disminución de los cultivos, erosión de suelos y desertificación, erosión e infertilidad de la tierra entre otros. A partir estos impactos se identifican medidas de adaptación o de capacidad adaptativa generales, como el uso de semillas mejoradas y resistentes y la diversificación de cultivos, así también coinciden en que es necesario adoptar políticas que promuevan la reforestación.

9 Se entiende que esto además debiera estar detallado según los destinos turísticos.

10 Tanto de insumos, maquinaria, personas (trabajadores), salida de productos, etc. Aunque este flujo no es constante, la actividad puede verse afectada parcialmente.

11 En este caso, éstos serían los beneficios de la medida, pues serían los costos evitados, pero estos beneficios debieran ser netos y es allí donde se presenta la dificultad que se menciona.

Teniendo en cuenta las características del estudio de la economía del cambio climático (tipo macroeconómico, a nivel agregado y escala regional) y el tiempo e información disponible, se considera apropiado abordar las medidas de adaptación a nivel de programas o políticas que si bien partan del nivel desagregado (a nivel de unidades productivas, por ejemplo), puedan tener impacto a escala regional en los distintos sectores, así como considerando las recomendaciones de las ERCC de las regiones de Cusco y Apurímac.

Por tal motivo, para los efectos del estudio económico del PACC se propone analizar los siguientes 4 programas o medidas de adaptación¹², que en algunos casos son transversales a todos los sectores estudiados, y que apuntan a reducir el riesgo de las amenazas y potenciales impactos del CC descritos en el punto anterior (ver en el diagrama 1 con el enfoque que se ha seguido).

- a) Recuperación y gestión de acuíferos en las cabeceras de las cuencas altoandinas para contribuir a la seguridad hídrica.
- b) Reforestación con fines de prevención de riesgos y conservación de suelos.
- c) Recuperación de suelos.
- d) Mejores prácticas agrícolas.
- e) Inversión pública en gestión de riesgos en la infraestructura de transporte terrestre para reducir los impactos de inundaciones, huaycos y/o deslizamientos.

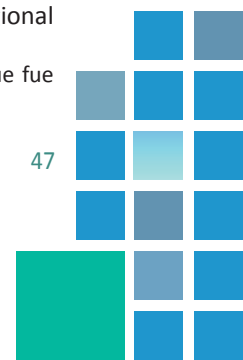


IX. ADAPTACIÓN EN EL SECTOR DE AGRICULTURA

Como resultado del análisis de las medidas de adaptación en el sector agrícola se obtuvo una integración del efecto de éstas sobre el PBI agrícola (recuperación y gestión de acuíferos, recuperación de suelos agrícolas y buenas prácticas agrícolas). La medida de reforestación con fines de prevención de riesgos no se pudo incorporar a este cálculo debido a la falta de datos adecuados sobre los múltiples beneficios que presentan un mayor impacto a largo plazo, y por ello son de difícil valoración, es decir, bienes y servicios ambientales que influyen indirectamente en los beneficios netos del sector agrícola. No obstante, en el estudio si se realizó un ejercicio para valorar los costos de dicha medida, aunque no se puede evaluar en forma agregada su impacto al PBI agrícola pues estaría incompleto al no considerar sus beneficios económicos.

Para dimensionar el efecto de la medida de recuperación y gestión de acuíferos en las cabeceras de cuencas altoandinas para contribuir a la seguridad hídrica sobre el PBI agrícola, se toma como base el proyecto SNIP 151913, titulado Recuperación y gestión de acuíferos como medida que contribuye a la seguridad hídrica en escenario de cambio climático y pobreza rural: Comunidades del distrito de Túpac Amaru, Pomacanchi, Accha, Omacha, Pillpinto y Chinchaypuquio de la cuenca alta del río Apurímac, presentado por la Gerencia Regional

¹² El proceso de determinar las medidas proviene de una propuesta inicial (considerando medidas idóneas) que fue consultada con el PACC y con entrevistas a expertos en las Regiones (ver anexo 1).



de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente del Gobierno Regional del Cusco al Ministerio de Economía y Finanzas en el año 2011. Asimismo, se asume que al 2030 se implementará este proyecto al 50% de las comunidades campesinas de Apurímac y Cusco, y esto es posible pues se encontró una relación directa entre la aplicación de la medida y el número de comunidades campesinas presentes en la regiones.

Por ello, si al 2030 se cumple con este objetivo se podrá reducir la pérdida generada por efectos del CC, aunque el impacto positivo sobre la reducción de las pérdidas debido al CC de esta medida se estima debe ser de mayor magnitud que la calculada, pues solo se consideraron los beneficios que en el Proyecto SNIP se contemplaron sobre valor del agua que se tendría como excedente y los servicios ecosistémicos, pero no se pudo estimar por falta de datos el efecto de la recarga de los acuíferos que incrementan el volumen de agua y benefician la producción agrícola.

Para poder calcular el impacto agregado de la medida sobre el PBI agrícola se asume que los beneficios ambientales generados por la aplicación de esta medida impactarán directamente el PBI agrícola. Se asume que los beneficios netos calculados serán progresivos en el tiempo ya que la medida se aplicará progresivamente al 50% del total de comunidades presentes en la región (se toma como supuesto que se beneficiará en promedio a 6 comunidades en Apurímac y 12 en Cusco por año, sin distinguir su ubicación por la falta de datos geográficos específicos). Para efectos de la Figura se distribuyen uniformemente los beneficios netos totales de la medida a lo largo del periodo proyectado hasta el 2030, tomando en cuenta los costos de inversión, mantenimiento y operación y el flujo de ingresos económicos.

Cuadro RE.6. Supuestos: Comunidades a beneficiarse por región.

Total de comunidades campesinas en Cusco	Porcentaje de Comunidades Beneficiadas al 2030	Total de comunidades a Beneficiarse	Periodo Inicial	Periodo Final
Apurímac				
442	50%	221	2012	2030
Cusco				
886	50%	443	2012	2030

Elaboración: Propia.

Cuadro RE.7. Beneficios Netos por año y totales al 2030, según número de comunidades beneficiadas.

Comunidades Beneficiadas por año	Beneficios Netos por año (millones de nuevos soles constantes del 94)	Beneficios Netos Total al 2030 (millones de nuevos soles constantes del 94)
Apurímac		
6	0.06	1.05
Cusco		
12	0.13	2.34

Elaboración: Propia.

La medida de recuperación de suelos agrícolas se basa en la implementación de técnicas mecánico estructurales destinadas a recuperar tierras de uso agrícola que presentan un alto grado de erosión por lo cual han dejado de ser productivas. Para esta medida se uso la información del INRENA sobre la clasificación de suelos por nivel de erosión, considerando para la medida la tierra con erosión moderada y severa. Esta medida impactará

directamente el PBI agrícola, ya que con ellas se podrá recuperar la productividad de los suelos con altos niveles de erosión, donde la productividad era deficiente o casi nula. Se asume como supuesto, que indistintamente de la ubicación geográfica del proyecto de recuperación de suelos, la producción se recuperará en un 40% y los beneficios netos de aplicar la medida se repartirán uniformemente a lo largo del periodo evaluado (2010-2030), ya que se asume que los suelos recuperarán su nivel de producción año por año a una tasa del 2.5% anual.

Cuadro RE.8. Supuestos: Suelos de uso agrícola a ser recuperados.

Total de hectáreas	Porcentaje de hectáreas recuperadas	Total de Hectáreas a recuperar al 2030	Periodo Inicial	Periodo Final
Apurímac				
131,437	25%	32,859	2012	2030
Cusco				
452,803	25%	113,201	2012	2030

Elaboración: Propia.

Cuadro RE.9. Beneficios Netos por año y totales al 2030, según número de hectáreas de suelo agrícola a ser recuperados.

Beneficio Neto (miles de nuevos soles de 1994)	Total de hectáreas beneficiadas	Beneficios por hectárea recuperada (millones de nuevos soles de 1994)
Apurímac		
14,624	32,859	0.0004
Cusco		
383,182	113,201	0.0034

Elaboración: Propia.

Cuadro RE.10. Región Apurímac: Beneficios Netos por año, según número de hectáreas de uso agrícola recuperadas.

Años	Beneficio por año (millones de nuevos soles)	Total hectáreas según Beneficio Neto anual
2012	0.077	173
2013	0.154	346
2014	0.231	519
2015	0.308	692
2016	0.385	865
2017	0.462	1,038
2018	0.539	1,211
2019	0.616	1,384
2020	0.693	1,556
2021	0.770	1,729
2022	0.847	1,902
2023	0.924	2,075
2024	1.001	2,248
2025	1.078	2,421

2026	1.155	2,594
2027	1.231	2,767
2028	1.308	2,940
2029	1.385	3,113
2030	1.462	3,286
Total	14.624	32,859

Elaboración: Propia.

Cuadro RE.11. Región Cusco: Beneficios Netos por año, según número de hectáreas de uso agrícola recuperadas.

Años	Beneficio por año (millones de nuevos soles)	Total hectáreas según Beneficio Neto anual
2012	2	596
2013	4	1,192
2014	6	1,787
2015	8	2,383
2016	10	2,979
2017	12	3,575
2018	14	4,171
2019	16	4,766
2020	18	5,362
2021	20	5,958
2022	22	6,554
2023	24	7,150
2024	26	7,745
2025	28	8,341
2026	30	8,937
2027	32	9,533
2028	34	10,128
2029	36	10,724
2030	38	11,320
Total	383.182	113,201

Elaboración: Propia.

Las buenas prácticas agrícolas tienen por objetivo el mejoramiento de las semillas del cultivo de la papa, que se refiere al mal uso actual que tienen de semillas de cosechas pasadas o de baja calidad y que afectan su rendimiento, lo cual se detalla en el apartado 3.3. Sobre la base del documento Sistematización de experiencias de agroforestería, manejo integrado de cultivos y manejo de semilla de papa en Cusco y Puno (FAO, 2010); que recoge experiencias en agroforestería, manejo integrado de cultivos y mejoramiento de semilla de papa implementadas en Cusco y Puno, se toma como supuesto que en el periodo 2012 al 2030 se alcanzará al 25% del total de tierras cultivables agrícolas de la papa en cada región con la aplicación de esta medida. Los beneficios netos del uso de semillas mejoradas para el cultivo de la papa en ambas regiones, según la experiencia previa

que tuvieron las comunidades de Jullicunca y Cuyuni en Cusco, las cuales vieron incrementada su producción 3 ó 4 veces del rendimiento promedio. Sin embargo, para este estudio se asumirá que el nivel de producción se incrementa en 1.5, ya que se toma en consideración la posibilidad de que la implementación de la medida no sea exitosa en el 25% de las tierras agrícolas que se implementan. Es así que se calcularon los beneficios netos (los cuales incluyen los ingresos por la producción del cultivo de la papa, los costos de inversión y los costos de producción que implica el implementar la medida) y se repartieron uniformemente a lo largo del periodo, para ello se asume que se incrementará la implementación de la medida sobre los suelos agrícolas de papa de 30 hectáreas por año para Apurímac y 201 hectáreas por año para Cusco, hasta abarcar el 25% de hectáreas para el cultivo de papa de cada región.

Cuadro RE.12. Supuestos: Hectáreas a implementar el uso de semillas mejoradas en el cultivo de la papa

Total de hectáreas de uso agrícola	Porcentaje de hectáreas de cultivo de Papa a aplicar BPA	Total de Hectáreas a recuperar al 2030	Periodo Inicial	Periodo Final
Región Apurímac				
8,997	25%	2,249	2012	2030
Región Cusco				
61,063	25%	15,266	2012	2030

Elaboración: Propia.

Cuadro RE.13. Beneficios Netos según número de hectáreas en que se implementa el uso de semillas mejoradas de la papa

Beneficio Neto (miles de nuevos soles de 1994) ^{1/}	Total de hectáreas beneficiadas	Beneficios por hectárea recuperada (millones de nuevos soles de 1994)
Región Apurímac		
16,163	8,997	0.0018
Región Cusco		
75,337	61,063	0.0012

Elaboración: Propia.

Cuadro RE.14. Región Apurímac: Beneficios Netos por año, según número de hectáreas en que se implementa el uso de semillas mejoradas de la papa

Años	Beneficio por año (millones de nuevos soles)	Total hectáreas según Beneficio Neto anual
2012	0.085	47
2013	0.170	95
2014	0.255	142
2015	0.340	189
2016	0.425	237
2017	0.510	284
2018	0.595	331
2019	0.681	379
2020	0.766	426

2021	0.851	474
2022	0.936	521
2023	1.021	568
2024	1.106	616
2025	1.191	663
2026	1.276	710
2027	1.361	758
2028	1.446	805
2029	1.531	852
2030	1.616	900
Total	16,163	8,997

Elaboración: Propia.

Cuadro RE.15. Región Cusco: Beneficios Netos por año, según número de hectáreas en que se implementa el uso de semillas mejoradas de la papa

Años	Beneficio por año (millones de nuevos soles)	Número de hectáreas beneficiadas por el uso de BAP
2012	0	321
2013	1	643
2014	1	964
2015	2	1286
2016	2	1607
2017	2	1928
2018	3	2250
2019	3	2571
2020	4	2892
2021	4	3214
2022	4	3535
2023	5	3857
2024	5	4178
2025	6	4499
2026	6	4821
2027	6	5142
2028	7	5464
2029	7	5785
2030	8	6106
Total	75.337	61,063

Elaboración: Propia.

Luego de estimar los beneficios netos de las medidas de adaptación (costos menos beneficios) se procedió a agregar el impacto de dicha medidas sobre el PBI agricultura (en el escenario al 2030 que es afectado por el

cambio climático). En efecto, como se puntualiza en los productos 5 y 6 de esta consultoría, se presentaron diversos escenarios de los PBI sectoriales. Se realizaron proyecciones bajo un escenario habitual (*business as usual*) y un escenario basado en el anterior pero incluyendo factores de cambio importantes (*drivers*). Sobre ambos se calculó el impacto del CC, resultando éste negativo. Así, en los gráficos RE.26 y RE.27 se muestran el escenario habitual con factor de cambio y el escenario con impacto del cambio climático. Adicionalmente, se añade el efecto de las medidas de adaptación aquí planteadas, a saber, recuperación y gestión de acuíferos en las cabeceras de cuencas altoandinas para contribuir a la seguridad hídrica, recuperación de suelos agrícolas y buenas prácticas agrícolas¹³. Así (en ambos gráficos), la línea superior es el PBI agrícola, en el escenario habitual (con driver) y la línea inferior refleja el impacto del cambio climático. Obsérvese el impacto paliativo que tienen las medidas de adaptación (línea del medio).

Para la construcción de esta curva se ha tenido en cuenta que como se sabe, metodológicamente el PBI se puede medir por el método de la distribución (o del ingreso). De este modo, entendiendo que los productores agropecuarios funcionan como pequeñas unidades productivas, es posible hacer, basados en la medida de los ingresos netos de una unidad productiva¹⁴, una equivalencia con las cuentas nacionales. De esta manera es posible que las medidas de adaptación que impactan a los productores agropecuarios directamente, se vean reflejadas en el PBI regional agropecuario.

Es necesario mencionar, que en general y dado que no se han estimado todos los beneficios de cada medida de adaptación, lo que se presenta aquí es una cota inferior de lo que podrían ser los impactos de la adaptación.

Los resultados observados en los gráficos RE.26 y RE.27 permiten concluir que al 2030, debido al CC (línea inferior comparada con la línea superior) el PBI sectorial presentaría una reducción acumulada de 7.2 y 8.3% en Apurímac y Cusco, respectivamente (periodo 2010 – 2030). Aplicando las medidas de adaptación mencionadas, el impacto sería de 6.4 y 4.0% respectivamente para cada región (comparando la línea intermedia con la superior).

Este impacto se debe principalmente al mayor beneficio que la recuperación de suelos agrícolas le estaría aportando a la productividad del sector, debido al supuesto que se utilizó en el que los suelos recuperados corresponden a suelos usados específicamente para la actividad agrícola, y que la utilización de estas tierras era cero, por lo que su recuperación e ingresos se destinarán principalmente a la producción de los cultivos de mayor importancia y participación en el VBP de la región.

Como se ha mencionado, si se hubiera podido calcular los beneficios de la medida de reforestación con fines de prevención de riesgos en el PBI, muy probablemente el impacto de la adaptación hubiera sido mayor. De allí la importancia de incluir en futuros estudios una valoración económica de los beneficios indirectos o servicios ecosistémicos de la reforestación en la agricultura.

13 Recuérdese que al no haber sido posible calcular los beneficios de la reforestación con fines de protección, esta medida no ha sido incluida para el análisis de este apartado.

14 Esta metodología se puede revisar en el Manual sobre las relaciones y equivalencias entre las cuentas individuales de una unidad productiva o empresa y las cuentas nacionales de las Naciones Unidas -ver en bibliografía Naciones Unidas (2000). Asimismo, en nuestro caso se ha calculado, cómo los ingresos netos o beneficios son afectados.

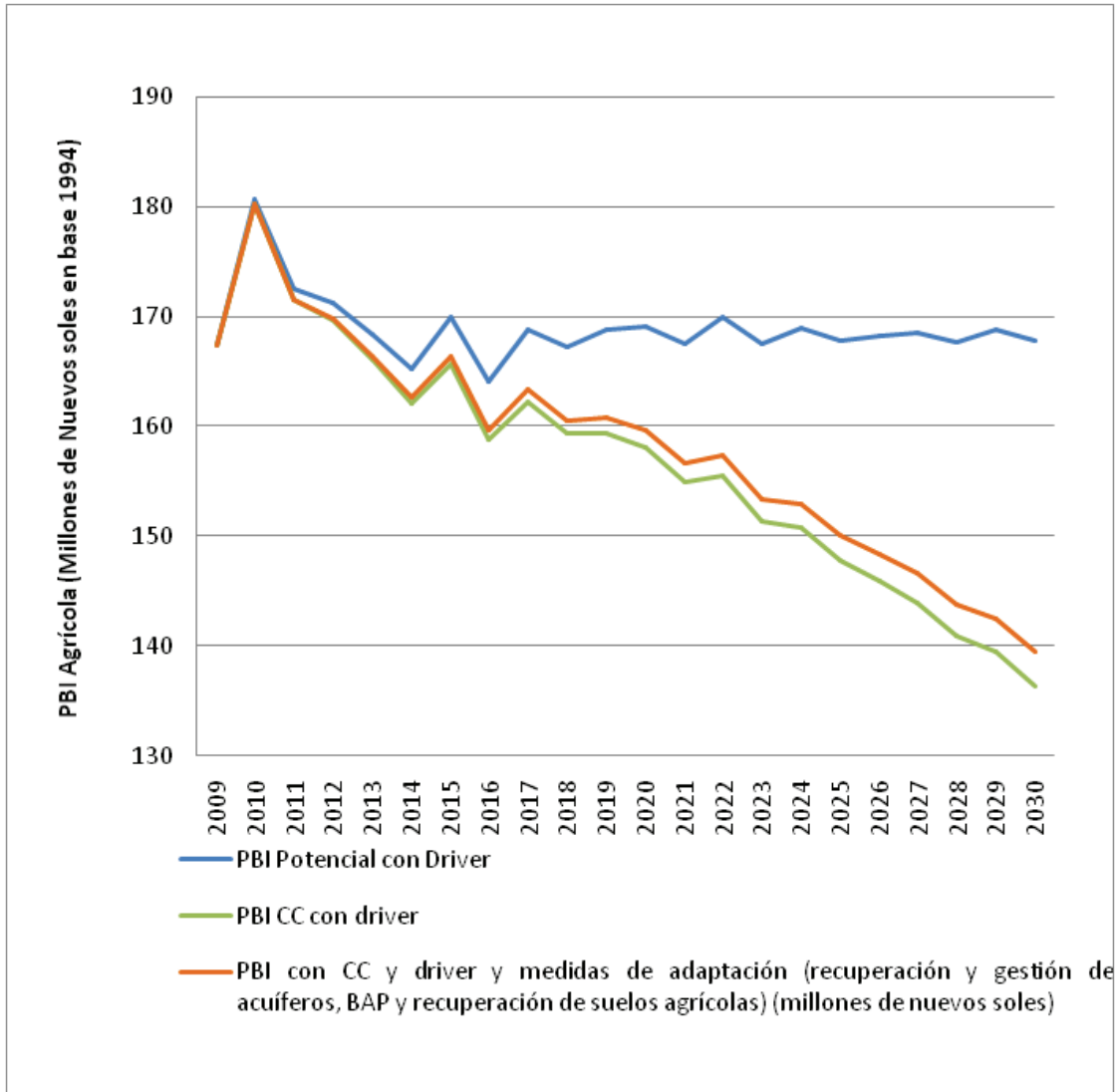


Figura RE.26. PBI agrícola con CC y driver y PBI agrícola con CC, driver e impacto de las medidas de adaptación: Región Apurímac
Elaboración: Propia.



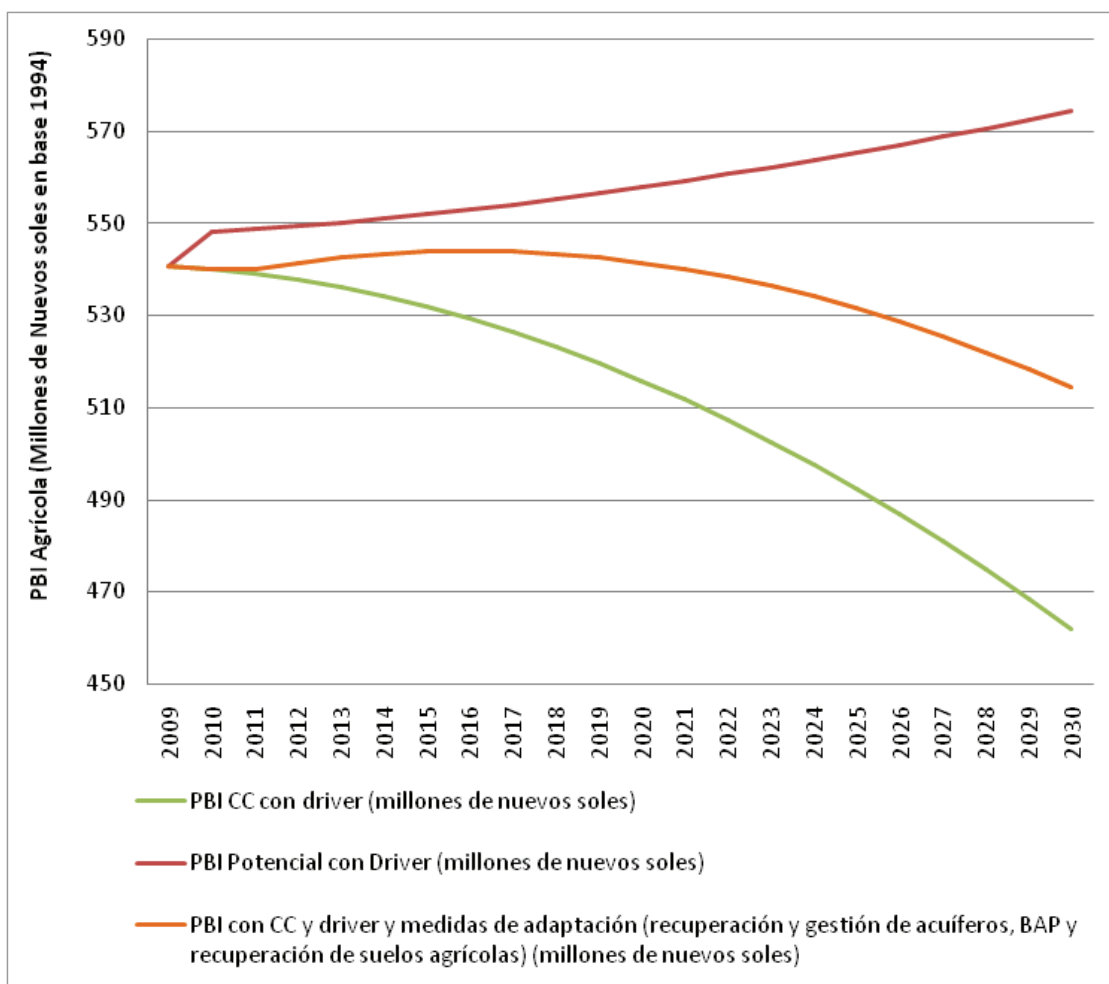


Figura RE.27. PBI agrícola con CC y driver y PBI agrícola con CC, driver e impacto de las medidas de adaptación: Región Cusco
Elaboración: Propia.



X. ADAPTACIÓN EN EL SECTOR DE TRANSPORTE

El objetivo de la medida de inversión pública en gestión de riesgos en la infraestructura de transporte terrestre para reducir los impactos de inundaciones, huaycos y/o deslizamientos, es incorporar medidas de reducción de riesgo en el mejoramiento y construcción de infraestructura para proteger las vías (medidas para desastres en taludes). Con ello se busca reducir el impacto que ocasionan los desastres naturales, específicamente de aquellos generados por las lluvias intensas que impactan sobre el sector transporte, pues generan remoción de masa e inundaciones que interrumpen de manera parcial o total el flujo del transporte terrestre, generando pérdidas económicas para el sector y a su vez afectando a otras actividades económicas (como la minería, el turismo y el comercio).



En su estudio en el marco del PACC, PREDES ha determinado la cantidad de kilómetros de vía terrestre (nivel nacional y nivel provincial o secundario) y ferroviaria que están en riesgos por nivel de exposición ante peligros en las regiones de Apurímac y Cusco. Los peligros trabajados son tres: inundaciones, huaycos y deslizamientos. Asimismo, se determinaron los niveles de exposición que son cuatro: muy alto, alto, medio, y bajo. Esta clasificación permite identificar cuán susceptibles son las vías terrestres de Apurímac y Cusco en función a estos tres posibles peligros (huaycos, deslizamientos e inundaciones). Así, se consideran para la aplicación de la medida, las vías con muy alta y alta exposición

La valoración de esta medida se estima utilizando como base el proyecto de inversión pública (PIP) “Mejoramiento de La Carretera Santa Teresa-Santa María en la Provincia de la Convención-Cusco” desarrollado por el Gobierno regional de Cusco – GORE (2008)¹⁵. Adicionalmente se recurrió al estudio titulado “Sistema Nacional de inversión pública y cambio climático - una estimación de los costos y beneficios de implementar medidas de reducción de riesgos (MRR)”¹⁶. Del primero se usó el valor actual neto de aproximadamente 179 mil nuevos soles que implica el mejoramiento de un tramo de carretera de 22 kilómetros. Del segundo se usó el ratio beneficio/costo de una medida de reducción de riesgos que asciende a 9.2 (escenario en que un evento extremo sucederá con 100% de probabilidad de ocurrencia y 100% de efectividad de la MRR).

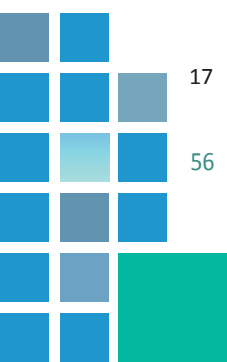
A partir de ese valor actual neto de 179 mil nuevos soles, de los beneficios netos sociales incrementales del proyecto PIP mencionado con un horizonte de tiempo de 10 años y utilizando el ratio costo beneficio de 9.2, se obtiene los beneficios sociales incrementales y los costos sociales incrementales¹⁷. Los beneficios son aproximadamente 201 mil nuevos soles (es decir aquella ganancia producida debido a la implementación del proyecto PIP), éstos consideran los costos de inversión, de mantenimiento y de operación; así como los beneficios producidos por el flujo normal del tránsito y el costo es de 22 mil nuevos soles, esto para 22 kilómetros de carretera. Así se debe anualizar este resultado y además considerar los datos por kilómetro.

Como se mencionó anteriormente, sobre la base de la información de PREDES que identifica la cantidad de kilómetros de vía (carretera y férrea) según evento (inundación, huayco y deslizamiento) y nivel de exposición, se consideran sólo aquellos kilómetros que poseen muy alta o alta probabilidad de susceptibilidad:

15 Es claro que los costos de inversión de este tipo de medidas varía según las condiciones particulares de la ubicación de las mismas, por ejemplo la geografía. En este sentido, estos costos corresponden a una provincia particular que no necesariamente recoge el comportamiento promedio de las regiones analizadas. Sin embargo, no se pudo encontrar mejores datos, por lo que los resultados deben ser tomados con cautela.

16 Dirección General de Programación Multianual del Sector Público – DGPM y Ministerio de Economía y Finanzas - MEF (2010). Sistema Nacional de Inversión Pública y cambio climático. Una estimación de los costos y los beneficios de implementar medidas de reducción del riesgo.

17 Se debe recordar que los análisis costo – beneficio de los proyectos SNIP consideran el análisis social de las medidas (y no solo el privado) pues estos proyectos son en beneficio de la población.



Cuadro RE.16. Región Apurímac: Kilómetros de mayor vulnerabilidad a los peligros

Tipo de vía	Número de kilómetros afectados	Número de Kilómetros totales de carreteras	Porcentaje del total de kilómetros
Inundaciones: defensa ribereña			
MRR: mejoramiento y sistema de defensa ribereña			
Asfaltadas	136	269	51%
Sin asfaltar	423	1,609	26%
Huaycos y/o deslizamientos ^{1/} : muros de contención			
MRR: mejoramiento y construcción de muros de contención			
Asfaltadas	211	269	78%
Sin asfaltar	1,025	1,609	64%

Elaboración: Propia.

^{1/}Dado que el peligro de huayco y deslizamiento, utiliza la misma medida de reducción de riesgo (MRR), de construcción de muros de contención, es que se selecciona el peligro que posea mayor impacto sobre la región.

Cuadro RE.17. Región Cusco: Kilómetros de mayor vulnerabilidad a los peligros

Tipo de vía	Número de kilómetros afectados	Número de Kilómetros totales de carreteras	Porcentaje del total de kilómetros
Inundaciones: defensa ribereña			
MRR: mejoramiento y sistema de defensa ribereña			
Asfaltadas	862	1,480	58%
Sin asfaltar	1,344	2,352	57%
Vía Férrea	247	272	91%
Huaycos y/o deslizamientos ^{1/} : muros de contención			
MRR: mejoramiento y construcción de muros de contención			
Asfaltadas	866	1,480	58%
Sin asfaltar	1,662	2,352	71%
Vía Férrea	102	272	38%

Elaboración: Propia.

^{1/} Dado que el peligro de huayco y deslizamiento, utiliza la misma medida de reducción de riesgo (MRR), de construcción de muros de contención, es que se selecciona el peligro que posea mayor impacto sobre la región.

Así, considerando estas cantidades de kilómetros, y considerando escenarios de alcance de la medida de mejoramiento de la carretera con MRR, al 2030 se asume que se llegará a mejorar el 50% de los kilómetros más vulnerables a ser afectados por huaycos y/o deslizamientos en cada región, es decir, aquellos que fueron clasificados como de muy alta y alta probabilidad, se calculan los costos y beneficios que aplican a esta medida en particular.

Como ya fue mencionado se debe anualizar los beneficios y costos, obteniéndose un beneficio por año de 20 mil nuevos soles corrientes y un costo anual corriente 2.2 mil nuevos soles. En los siguientes cuadros se puede observar los costos y beneficios en nuevos soles corrientes para cada región, de implementar el mejoramiento de las carreteras entre un 10% y 50% de las carreteras más vulnerables (exposición alta y muy alta) a huaycos y/o deslizamientos.

Cuadro RE.18. Región Apurímac y Cusco: Costos y Beneficios netos, bajo escenarios

Porcentaje de carreteras vulnerables atendidas	Número de Kilómetros	Costo Neto (Miles de nuevos soles)	Costo Neto Anual (Miles de nuevos soles)	Beneficio Neto (Miles de Nuevos soles)	Beneficio Neto Anual (Miles de Nuevos soles)
ProyectoSNIP ^{1/}	22	22	2	201	2
Apurímac					
10%	124	124	12	1129	12
20%	247	247	25	2,259	25
30%	371	371	37	3,388	37
50%	618	618	62	5,646	62
Cusco					
10%	124	113	11	1,129	113
20%	247	226	23	2,259	226
30%	371	339	34	3,388	339
50%	618	565	56	5,646	565

Elaboración: Propia.

Idealmente, se pretendió en un inicio realizar el mismo ejercicio que se ha realizado para el sector agricultura, es decir, obtener la reducción del impacto del CC (calculado en los productos 5 y 6) debido a la medida de adaptación. Esto implica necesariamente que las cifras obtenidas con la medida de adaptación (análisis de abajo hacia arriba) sean comparables a los datos del análisis de arriba hacia abajo (cálculo de la pérdida del PBI por efecto del CC). Es importante notar que mientras que en el caso de la estimación de pérdida del PBI (análisis de arriba hacia abajo), se está estimando la pérdida en la capacidad de generar valor agregado, en el análisis de la medida de adaptación se está hablando de protección de infraestructura. Esta infraestructura es la que permite la generación del valor agregado; en este sentido el mantenimiento, protección y generación de infraestructura, es la base para la generación del valor agregado en el sector (y por supuesto es base para la generación de valor agregado en otros sectores). Así tenemos claro que no es posible, a partir de la medida de adaptación analizada y para la que se hizo un análisis costo-beneficio, comparar el beneficio neto a los diversos escenarios del PBI transporte. Con el objetivo de hacerlo, se ensayó un ejercicio que pretendía analizar en qué medida las empresas de transporte (tanto de pasajeros como de carga) eran afectadas por la pérdida de la infraestructura vial, para ello se contó con información sobre el número de empresas que operan en las zonas estudiadas y número de vehículos. Sin embargo, esta información no sólo estaba desactualizada e incompleta, sino que no fue posible determinar la frecuencia de los viajes. Asimismo, y más importante, requeríamos la información de diversos estados financieros de las empresas con el fin de calcular el valor agregado generado por sus actividades (las que son posibles si la infraestructura existe y funciona mínimamente). Esta información no pudo encontrarse por lo que se optó por realizar un análisis costo beneficio como el mostrado.



XI. CONCLUSIONES DE ESTA PARTE DEL ESTUDIO

Si se implementaran medidas de adaptación para el sector agrícola como las 3 medidas estudiadas: la recuperación y gestión de acuíferos, la recuperación de suelos, y las buenas prácticas agrícolas (uso de semillas de calidad), la pérdida acumulada ya no sería de 8.3% en el PBI de los próximos 20 años, sino de 4%, es decir, S/. 485.7 millones de soles (constantes del 1994), versus los S/. 1,024.7 millones de soles en Cusco. En otras palabras, se evitaría perder casi el 50% del PBI agrícola, y esto es sin considerar los otros beneficios económicos que generarían las medidas de adaptación hacia otros sectores del desarrollo (por ejemplo, la provisión de agua y el manejo de suelos generan mejores condiciones para los servicios de los ecosistemas), pero que escapan al alcance del presente estudio. En el caso de Apurímac, si se invirtiera en adaptación bajo las 3 medidas estudiadas, la pérdida acumulada no sería del 7.2% (S/. 268.23 millones de soles) sino del 6.4% (S/. 236.33 millones de soles constantes del 1994). Como se aprecia, el ahorro generado en Apurímac no sería tan significativo como en el caso de Cusco, debido posiblemente a que el impacto de las medidas de adaptación en Cusco podría ser mayor, pues presenta más hectáreas degradadas y con mayor capacidad de recuperación.

El análisis de la reforestación con fines de prevención de riesgos ha sido considerado en este estudio como una medida de adaptación adicional. Específicamente, se estimó el costo promedio por reforestar en zonas altoandinas considerando diferentes escenarios para aumentar la cobertura forestal como medida para controlar la degradación de los recursos naturales y a su vez hacer frente al cambio climático. Sin embargo, no se pudo incorporar este cálculo al impacto en el PBI del sector debido a la falta de datos adecuados sobre los múltiples beneficios de la reforestación en el largo plazo, y por ende la dificultad en su valoración económica, es decir, bienes y servicios ambientales que influyen indirectamente en los beneficios netos del sector agrícola.

El costo de la implementación de las 3 medidas de adaptación al cambio climático (ACC) se calculó en base a supuestos. Por ejemplo, en el caso de Cusco el costo de las medidas de ACC ascendería a S/. 639.6 millones de soles corrientes si la medida de recuperación de acuíferos se aplicara para el beneficio del 10% de las comunidades estudiadas, si la medida sobre recuperación de suelos se implementara para cubrir un 10% de las hectáreas degradadas, y si en la medida de buenas prácticas agrícolas se decidiera mejorar la calidad de las semillas en un 10% de las áreas de cultivo de papa. Por el contrario, si las medidas fueran más ambiciosas (aplicando las tres medidas mencionadas en mayores porcentajes de 50%, 25% y 25%, respectivamente), el costo de la adaptación ascendería a S/. 2,748 millones de nuevos soles corrientes.

Cabe preguntarse si este cálculo para la adaptación es muy grande o muy pequeño, o si es un orden de magnitud razonable. En un reciente proyecto sobre los Flujos Financieros y de Inversión (FFI) para la Adaptación al Cambio Climático (Ver Recuadro N°1), se estimó de forma agregada que el costo de implementar 12 medidas de ACC en el sector de agricultura, en la región de Junín en los próximos 20 años equivaldría a US\$ 1,039 millones de dólares (dólares del 2005, tipo de cambio 3.33) (Gutiérrez, ME., et al, 2011). Resulta interesante



que al comparar en promedio para el proyecto FFI, cada medida costaría US\$ 288 millones de dólares, mientras que para el presente estudio el costo de cada medida estaría entre US\$ 78.9 y 305.9 millones de dólares (S/. 213 y 826 millones de soles). Así se puede comprobar que los órdenes de magnitud son similares a pesar que el estudio del FFI fue mucho más agregado.

Recuadro N° 1 Inversión al 2030: Adaptación al Cambio Climático de la Agricultura en Junín

Entre los años 2010 y 2011 se realizó una Evaluación de los Flujos Financieros y de Inversión (FFI) necesarios para lograr la adaptación al cambio climático del sector de agricultura, pesca y agua y saneamiento en el Perú entre los años 2010 y 2030. Dicho estudio se ejecutó en el marco del proyecto global del PNUD “Fortalecimiento de las capacidades de los encargados de la formulación de políticas para hacer frente al cambio climático, el cual fue desarrollado por el equipo de consultores de la empresa LIBELULA, liderado por un Comité Directivo del MINAM, MEF, MINAG, PRODUCE y ANA, quienes junto a un Grupo Consultivo Gradual conformado por más de 50 expertos del país, validaron los supuestos y elaboraron los resultados.

Específicamente, dentro del subsector de agricultura se enfocó el estudio en la agricultura convencional (tradicional) de la Región de Junín y San Martín, por su relevancia para la producción agrícola y su nivel de vulnerabilidad frente al CC. Junín es una de las primeras regiones productoras de papa en el país y es la principal abastecedora de cultivos a Lima, sin embargo, presenta bajos rendimientos en cultivos y una expansión agrícola desordenada, es decir, sin seguir un plan establecido e incluso ocupando tierras no aptas para la agricultura como bosques o praderas, lo cual genera tierras en conflicto, presiones sobre el ecosistema y los recursos naturales que, junto a la creciente incertidumbre sobre los caudales de los ríos, hace que su agricultura sea un sector especialmente vulnerable. El CC exacerba su vulnerabilidad considerando el probable estrés hídrico al que se vería expuesta la agricultura en Junín, los aumentos observados en la temperatura, que a su vez generan aumentos de plagas y cambios fenológicos en los cultivos, el aumento en la intensidad y frecuencia de eventos climáticos extremos como inundaciones, heladas o sequías, que finalmente provocarían la pérdida de cosechas, entre otros factores.

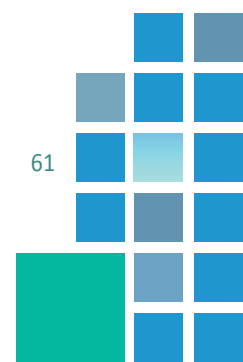
Considerando un ejercicio amplio y agregado, y a pesar de la gran incertidumbre sobre los datos y proyecciones meteorológicas locales, se estimaron los costos en que se incurrirían entre los años 2010 y 2030 para lograr reducir la vulnerabilidad del sector de agricultura en la región, mediante el cálculo de 12 medidas de adaptación, ascendiendo a US\$ 1,039 millones de dólares (dólares del 2005). Dichas medidas fueron: 1) Pg. Mejora de rendimientos de cultivos, 2) Pg. Mejoramiento genético, 3) Pg. Conservación de suelos, 4) Pg. infraestructura y tecnologías de riego, 5) Pg. protección de cabeceras de cuenca (reforestación y manejo de praderas), 6) Pg. defensa ribereña y protección de cauces, 7) Sistemas de alerta temprana ante el CC, 8) Seguros agrarios comerciales, 9) Pg. Difusión sobre adaptación del CC en la agricultura, 10) Pg. de investigación y monitoreo del CC y agricultura, 11) Zonificación Ecológica y Económica y Ordenamiento Territorial, y 12) Gobernanza para la adaptación al CC.

El estudio, como muchos que se relacionan a construcción de escenarios y proyecciones, presenta incertidumbres y limitaciones. En particular, no se contó con estudios de la región sobre el impacto del CC en los cultivos estudiados (papa, maíz amiláceo, café y cebada) ni en la región, ni del comportamiento del caudal en los principales valles (solo estudios pilotos que muestran reducción de rendimientos en ciertas especies); hubo una ausencia de estudios que cuantifiquen los potenciales beneficios del CC en ciertos cultivo y de un plan de adaptación sectorial que pueda ser usado como base para definir y valorar las medidas. Igualmente, las cifras de la inversión necesaria para lograr la adaptación del sector agricultura en Junín podrían ser menores si, por un lado, se pudiera diferenciar la contribución que otros sectores del desarrollo deberían realizar pues se verían beneficiados por la implementación de ciertas medidas de adaptación (por ejemplo el desarrollo de la Zonificación Económica Ecológica local), y por otro lado, si se realizase una discriminación entre las medidas de adaptación y las acciones que promueven el desarrollo del sector.

Por otro lado, en un estudio de INDECI sobre los costos de reconstrucción de la infraestructura de transporte ocasionada por las lluvias de 2010 en Cusco (Ver Recuadro N°2), se estimó que la pérdida fue alrededor de S/. 338 millones de soles corrientes, equivalente a S/. 169 millones de soles constantes de 1994. Como se puede apreciar, las pérdidas estimadas en el estudio de INDECI por las lluvias de enero del 2010 (S/. 169 millones) son mucho mayores a las estimadas en 20 años por el presente estudio (S/.32 millones), y superior aún a la posible pérdida por la obstrucción de 18km de un tramo de carretera asfaltada (S/.2.8 millones). Esto se debe principalmente a que no sólo se consideraron los costos de la reconstrucción y reparación de muchos más kilómetros de carretera asfaltada, sino que incluyeron las afirmadas y trochas carrozables, puentes, caminos rurales y vía férrea. En cualquier caso, se puede apreciar que los shocks externos, tales como los eventos climáticos extremos, representan mayores pérdidas que el modelo econométrico usado no pudo capturar debido que no se contó con proyecciones climáticas futuras al respecto.

A pesar de la falta de datos se ha podido observar que prevenir resulta más económico que pagar las consecuencias. En efecto, se analizó la implementación de una medida de adaptación ante el impacto del CC en el transporte terrestre, relativa a la inversión pública para la gestión de riesgos, que consiste en un proyecto para el mejoramiento de la infraestructura de carreteras, tomando en cuenta un estudio de PREDES en el marco del PACC, que identifica los kilómetros de vía carretera y férrea susceptibles ante un evento extremo como inundación, huayco y deslizamiento. Igualmente se tomó en cuenta una estimación del MEF sobre los costos y los beneficios de implementar medidas de reducción del riesgo (MEF, 2010). Asumiendo que al 2030 se mejoraría el 50% de los kilómetros más vulnerables de dichas carreteras en cada región, se estimó que la protección de 618 km de carreteras en Cusco costaría S/. 0.56 millones de soles corrientes, es decir, S/. 0.28 millones de soles constantes de 1994, mientras que en Apurímac ascendería a S/. 0.6 millones de soles corrientes.

Resulta pues evidente cómo prevenir a través de la medida de adaptación equivalente a más de medio millón de soles, resulta más rentable que pagar las potenciales consecuencias, estimadas en casi S/. 96 millones de soles constantes de 1994 (considerando que la pérdida por la destrucción de 18km implicaría S/.2.8 millones). Esta amplia brecha se debe en parte a que la medida de adaptación se enfoca hacia la protección o mejoramiento de las carreteras, mientras que los daños por la paralización de una carretera incluirían además la atención de la emergencia y el costo de mayor tiempo de viaje. No obstante, en el caso de transporte, no se pudieron integrar los cálculos de la medida de adaptación en el PBI sectorial, dado que ésta mide solo la protección de la infraestructura carretera, y no se pudo estimar la capacidad de dicha infraestructura en buen estado de generar valor agregado en el PBI sectorial, debido a la falta de datos, como el número de vehículos transitables por las zonas de estudio, frecuencia de los viajes y los estados financieros de dichas empresas de transporte que permitan estimar el valor agregado de sus actividades en el sector.



Recuadro No 2 Pérdidas económicas en Cusco debido a las lluvias extremas del 2010

En el año 2010, la región Cusco fue azotada por fuertes lluvias entre los meses de enero a marzo.

Las lluvias se hicieron continuas y se intensificaron, superando los valores diarios normales (llegaron a 140 mm/cm²/día). El nivel extremo de lluvias en enero no se había visto en 15 años. Estas lluvias, exacerbadas por la deforestación de las partes altas donde nacen los ríos y el sobrepoblamiento de las partes bajas donde el terreno se hace plano, trajo como consecuencia desbordes de ríos e inundaciones que produjeron daños personales y materiales, destrucción de infraestructura, de la plataforma de la línea férrea en un tramo de 600 metros lineales, el corte de la vía hacia la ciudadela Machupicchu, obstrucción de la ruta alternativa de salida de esta zona hacia el norte y 4000 personas evacuadas del pueblo de Aguas Calientes. Resultaron afectadas principalmente 8 provincias de la región: Anta, Calca, Canchis, Quispicanchi, La Convención, Paruro, Paucartambo y Urubamba. Se registraron 382 heridos, 26 fallecidos y 10 desaparecidos.

El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), a través de la Dirección Nacional de Prevención, realizó la “Evaluación del Impacto Socioeconómico de la temporada de lluvias 2010 en la región Cusco” con el fin de valorizar los daños y pérdidas para brindar información valiosa que permita enriquecer las estrategias y planes de acción para la reducción y prevención de desastres, para lo cual utilizó la metodología establecida en el Manual para la Evaluación del Impacto Socioeconómico y Ambiental de los Desastres, propuesta por la Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL).

El monto estimado de los daños y pérdidas ocasionadas por la temporada de lluvias del 2010 ascendió a S/. 635.8 millones de nuevos soles, calculado en base a la información remitida por las instituciones públicas y privadas hasta diciembre del 2010, representando el 70% de la información disponible. Se estimó que el 35% de daños se concentró en el sector social (vivienda, educación y salud), el 54.8% en la infraestructura (de agua y saneamiento, transporte y electricidad), mientras que el 8.4% en los sectores económicos (agropecuario, comercio, industria, turismo), además de un 1.4% de gastos de emergencia.

Los S/. 224 millones de soles de pérdidas en el sector social (35%) se calcularon en base a: i) los costos estimados para reparar las viviendas afectadas e inhabitables (28%); ii) los gastos para la implementación de aulas temporales prefabricadas con equipamiento educativo en los centros educativos que se vieron afectados o colapsados (3.7%); iii) los gastos para la reparación y rehabilitación en los centros y puestos de salud (1.7%); y iv) a los ingresos dejados de percibir por la paralización de la actividad económica (1.6%).

Las pérdidas de S/. 348.9 millones de soles (54.9% del monto total) en el sector infraestructura se calcularon a partir de la reparación de la infraestructura eléctrica debido a la destrucción de los centros de distribución, redes de transmisión, postes y otros equipos dañados en las localidades donde se quedaron sin fluido eléctrico (0.95% del monto total), y a la destrucción total o parcial de los sistemas de agua potable y saneamiento ubicados en las zonas urbanas y rurales de las zonas afectadas (0.59% del monto total), y principalmente a los costos estimados para la reconstrucción de la infraestructura de transportes y comunicaciones (53.3%). Específicamente, se estimaron los costos para la reconstrucción de carreteras asfaltadas y afirmadas, trochas carrozable, puentes, vía férrea y caminos rurales que fueron destruidos y afectados por el desastre valorizado en S/. 328 millones, y por los costos estimados de proyectos de reconstrucción de carreteras y puentes del Gobierno Regional de Cusco (Plan de Reconstrucción Post Desastre 2010) que ascienden a S/. 10 millones.

En particular, en el sector agropecuario, se registraron daños en grandes áreas de cultivo y sistemas de riego, así como un alto número de animales mayores, menores y aves muertos y afectados. Por ello, se calcularon pérdidas por S/.22 millones de soles en el subsector de agricultura debido a la estimación de proyectos de rehabilitación para la activación agraria (Servicio del sistema de riego en las provincias de Calca, Anta, Canchis, Quispicanchi, Paucartambo y Urubamba; Recuperación de la capacidad productiva de papa, maíz, habas, trigo, cebada, arveja, maíz amarillo, frijol y quinua en la región Cusco; Defensas ribereñas en la región) y proyectos de reconstrucción de la infraestructura agrícola (sistema de riego de Yucay, y de Huandar– Huallabamba).

De igual forma, en el subsector de turismo se estimó una pérdida de S/. 29.8 millones a partir de: i) los ingresos dejados de percibir por la no visita de los turistas internacionales y nacionales a la ciudadela de Machupicchu (S/. 18 millones), ii) la ausencia de turistas a otros centros turísticos, iii) las pérdidas por los acervos de capital destruidos y colapsados en las zonas más afectadas de la región, y iv) el costo requerido para la reparación y reconstrucción de la infraestructura turística afectada.

Fuente: Extraído de INDECI, 2012. Cuaderno Técnico N°7.



XII. LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES DE ESTA PARTE DEL ESTUDIO

El presente estudio ha llevado ineludiblemente a las autoras a plantearse muchas preguntas respecto a la pertinencia y posibilidad de valorar determinados beneficios asociados a las diversas medidas de adaptación. De este modo es claro que la falta de información secundaria que es necesaria para realizar este tipo de trabajos (los que no cuentan con los medios para realizar levantamientos de información primaria para realizar valoraciones económicas de beneficios) es una gran limitación del estudio.

En consecuencia, los beneficios presentados son una base mínima, lo que lleva a interpretar los beneficios netos como órdenes de magnitud que ejemplifican la bondad de las medidas de adaptación para las poblaciones beneficiarias. Son necesarias por tanto, investigaciones y estudios que recogiendo información de primera fuente, puedan dar valor económico a los beneficios ambientales y sociales de determinadas acciones de reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático.

Por otro lado, una de las metas iniciales del estudio era trabajar medidas para todos y cada uno de los sectores estudiados en los productos 5 y 6, es decir agricultura, transporte, minería y turismo. Sin embargo, nuevamente por falta de información no ha sido posible trabajar los sectores de minería y turismo, y se han analizado los sectores más relevantes y factibles de cuantificar, es decir, agricultura y transporte.

En cuanto a las medidas de adaptación del sector agrícola, las limitaciones que se han identificado implican: desconocimiento de cuántos manantes y acuíferos se pueden encontrar en los territorios de estas poblaciones, en este sentido, no se ha registrado la existencia de un inventario de recursos hídricos en estas comunidades;



no se cuantifica otro tipo de beneficios, como el aumento de la productividad o la producción de ciertos cultivos debido al aumento del flujo del agua como consecuencia de la implementación de un proyecto de afianzamiento hídrico; la clasificación a nivel nacional en intensidad de erosión de los suelos clasifica los suelos por región natural, ello no permite identificar la intensidad de erosión que presentan los suelos de las regiones de Apurímac y Cusco, por ello se deberá inferir cuáles son los suelos de mayor erosión en Apurímac y Cusco; no se cuenta con información de dónde se localizan los suelos degradados que se destinan a la agricultura, por lo que se tuvo que realizar un supuesto al respecto, y además suponer que estas tierras se destinarán principalmente a la producción de los cultivos de mayor importancia y participación en el VBP de la región. Es importante que se realicen otros estudios que puedan investigar en cuánto se incrementa el rendimiento de otros cultivos (diferentes de la papa) por el uso de semillas de calidad o certificadas, para así poder cuantificar los beneficios económicos generados por ello. Finalmente, no se pudo cuantificar los beneficios de la reforestación para fines de protección, pues se necesitaría un estudio biológico-técnico más detallado sobre los diversos servicios ecosistémicos que ofrece para ambas regiones y su valoración económica. Si se hubiera tomado en cuenta estos beneficios, el escenario del PBI con ACC sería mucho más elevado.

En el caso del sector transporte, la principal limitante está relacionada a la imposibilidad de valorizar los diversos impactos positivos que tiene la medida de inversión pública en gestión de riesgos en la infraestructura de transporte terrestre para reducir los impactos de inundaciones, huaycos y/o deslizamientos, sobre todo los impactos sobre la minería y el turismo en las regiones de Apurímac y Cusco, respectivamente.

