



Instituto Geofísico del Perú

MAREMEX-Mantaro es un proyecto de investigación acción liderado por el Instituto Geofísico del Perú.

Este primer boletín semestral presenta la definición del proyecto, así como los principales avances logrados.

Este proyecto cuenta con el apoyo de:



Municipalidad Provincial de Concepción



GRUPO YANAPAI



y con financiamiento del International Development Research Centre



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú

Manejo de riesgo de desastres ante eventos meteorológicos extremos (sequías, heladas y lluvias intensas) como medida de adaptación ante el cambio climático en el valle del Mantaro

MAREMEX—Mantaro

N r o . 1

E n e r o 2 0 1 1



Antecedentes



Vista del valle del Mantaro.

El Perú es particularmente vulnerable al cambio climático debido a su gran diversidad ecológica y a la escasez de recursos económicos y tecnológicos con que cuenta su población.

Esto se pone en evidencia todos los años, cuando los eventos meteorológicos extremos como huaycos, heladas, sequías, etc. afectan recurrente y negativamente a la población y a sus actividades, sin que se tomen mayores medidas preventivas. Mas aún,

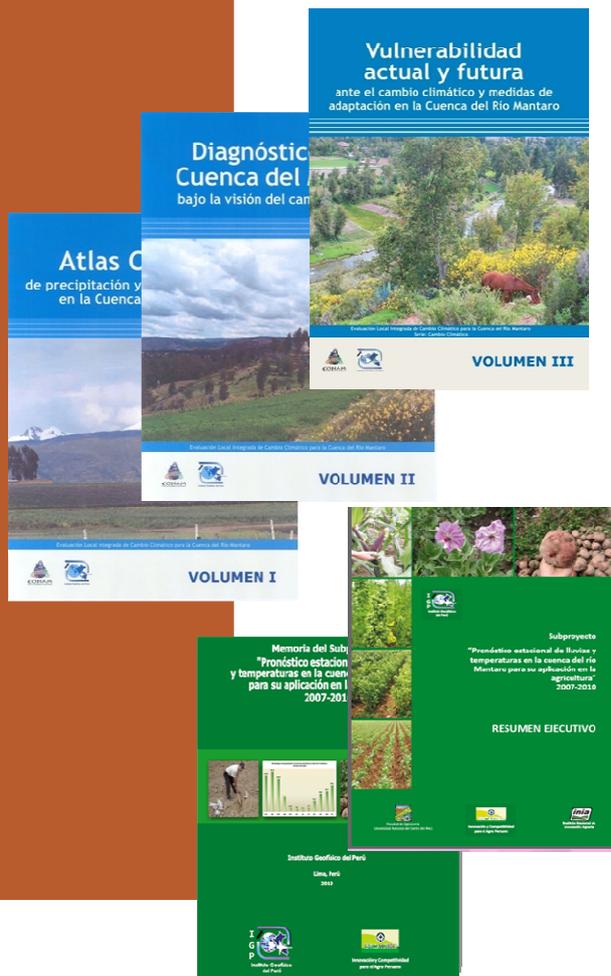
si se considera que uno de los posibles impactos negativos del cambio climático podría ser un aumento en la frecuencia o magnitud de dichos eventos extremos.

Por lo anterior, la idea fundamental del presente proyecto es la implementación de un sistema de gestión de riesgos, -ante fenómenos que nos afectan en la actualidad-, como un primer paso para la adaptación a cambios en el clima.

En febrero del año 2009 se dio inicio al proyecto MARE-

MEX-Mantaro. Este proyecto viene siendo ejecutado por el Instituto Geofísico del Perú, con financiamiento del International Development Research Centre (IDRC), y con una duración de 36 meses tiene por objetivo principal fortalecer la capacidad en el manejo del riesgo ante eventos meteorológicos extremos por parte de la población, instituciones y autoridades, a fin de disminuir la vulnerabilidad de la población urbana y rural en el valle del Mantaro.

Proyectos anteriores



Las investigaciones sobre cambio climático en la cuenca del río Mantaro se iniciaron en el año 2003 con el estudio "Evaluación local integrada de la cuenca del río Mantaro" a cargo del IGP, y en el marco del Programa de Fortalecimiento de Capacidades Nacionales para manejar el impacto del cambio climático y la contaminación del aire (PROCLIM), y que fue financiado por la Real Embajada de los Países Bajos.

Los objetivos centrales fueron:

- Ampliar el conocimiento sobre la variabilidad y cambio climático en la cuenca del río Mantaro.
- Evaluar los aspectos físicos y sociales de su vulnerabilidad ante el cambio climático.
- Identificar opciones viables de adaptación en los principales sectores socio-económicos de la región, para que pudieran ser incorporados en los planes de desarrollo local y regional.

Las propuestas fueron logradas dentro de un proceso participativo, que posteriormente contribuyó a la creación del Grupo Técnico Regional sobre Cambio Climático, y al primer documento de Estrategia Regional al Cambio Climático, ambos de la región Junín.

Los trabajos de investigación sobre el tiempo y el clima en la cuenca del río Mantaro continuaron con el subproyecto "Pronóstico estacional de lluvias y temperaturas en la cuenca del río Mantaro para su aplicación en la agricultura", que fue financiado por el Fondo para el Desarrollo de Servicios Estratégicos (FDSE) del programa de Innovación y Competitividad para el Agro Peruano (INCAGRO) entre los años 2007-2010. Este proyecto tuvo por objetivo principal el generar y usar pronósticos climáticos para la agricultura en la cuenca del río Mantaro.

Para mayor información sobre los resultados de ambos proyectos, y descarga gratuita de publicaciones relacionadas, visitar:

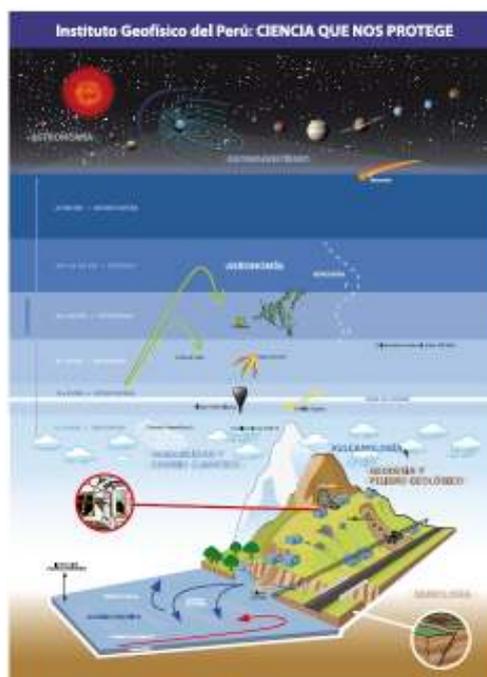
Sobre el Instituto Geofísico del Perú

El Instituto Geofísico del Perú (IGP) es una institución de investigación adscrita al Ministerio del Ambiente, que genera, utiliza y transfiere conocimientos e información científica y tecnológica en los campos de la Geofísica y ciencias afines, forma parte de la comunidad científica internacional y contribuye a la gestión del ambiente geofísico con énfasis en la prevención y mitigación de desastres naturales y de origen antrópico.

El IGP tiene como función primordial estudiar todos los fenómenos relacionados con la estructura y condiciones físicas de la Tierra, y tiene la capacidad de servir a las necesidades del país a través de nuestras actividades principales: la investigación científica, la educación y la prestación de servicios en Geofísica Aplicada.

La historia del Instituto Geofísico del Perú se remonta al año 1922, fecha en que se crea el Observatorio Geofísico de Huancayo (provincia de Huancayo, Departamento de Junín), sin embargo es necesario considerar que el Instituto Geofísico pasó por tres etapas antes de constituirse como tal.

En una primera etapa (1922-1947) el Observatorio magnético de Huancayo estuvo bajo la administración del Departamento de Magnetismo Terrestre del Instituto Carnegie de Washington; en un segundo periodo (1947-1962) funcionó bajo el nombre de Instituto Geofísico de Huancayo (IGH), siendo éste un organismo autónomo del Gobierno del Perú. Finalmente, en enero de 1962 y en reemplazo del IGH surge el Instituto Geofísico del Perú (IGP), con el acuerdo de trasladar la sede ejecutiva de Huancayo a Lima.



Infografía con los campos de acción del IGP.

La historia del Instituto Geofísico del Perú se remonta al año 1922, fecha en que se crea el Observatorio Geofísico de Huancayo

El Observatorio de Huancayo

El Observatorio de Huancayo es la cuna del IGP y uno de los observatorios más antiguos del hemisferio sur. La observación del campo magnético y su registro en papel fotográfico se inició en marzo de 1922, y se ha mantenido durante más de 85 años. El Observatorio de Huancayo elaboró la primera carta magnética del Perú con sus variaciones seculares. Durante décadas el IGP se encargó de actualizar este documento, que antes se utilizaba en la navegación y hoy ha sido casi totalmente reemplazado por el GPS (Global Positioning System).

Desde sus inicios, en el Observatorio de Huancayo se utilizaron diversas técnicas e instrumentos para registrar un abanico de fenómenos geofísicos. La observación meteorológica comenzó en Huancayo el día que se inició la construcción del observatorio en 1920. Este observatorio cuenta con una de las series más largas de datos meteorológicos de altura en América Latina. En la actualidad se continúan realizando registros geomagnéticos y meteorológicos, además se monitorea la actividad solar y cuenta con una estación sísmica.



Vista panorámica del Observatorio de Huancayo.

Desarrollo de tesis como estrategia de fortalecimiento de capacidades

El fortalecimiento de capacidades es sumamente importante para el proyecto, por lo que se ha adoptado la estrategia de contar con estudiantes que vienen desarrollando sus tesis en temas puntuales de interés para el proyecto.

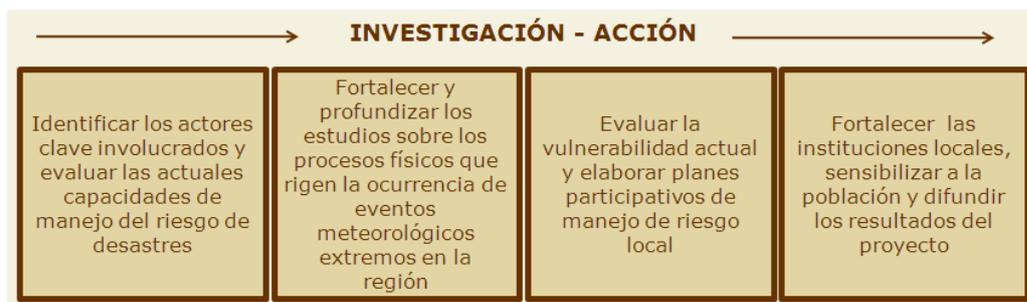
De esta forma se viene fomentando la investigación en temas relacionados con la variabilidad y el cambio climático entre los jóvenes egresados de las especialidades de Física, Ingeniería Geográfica, Geografía, Geología, Ingeniería Informática y Medicina Veterinaria de diferentes universidades nacionales y privadas del país.



Los objetivos de MAREMEX-Mantaro

El principal objetivo del proyecto es el de fortalecer la capacidad de manejo del riesgo a eventos meteorológicos extremos (sequías, heladas y lluvias intensas), a fin de disminuir la vulnerabilidad y mejorar la capacidad de adaptación de la población urbana y rural en el valle del Mantaro frente a cambios del clima.

Los objetivos específicos se han organizado a manera de componentes, en un marco de investigación-acción:



¿Por qué eventos meteorológicos extremos?

Tanto la población urbana como la rural son altamente vulnerables a los eventos meteorológicos extremos, que pueden convertirse en desastres de gran magnitud. Estos eventos han sido identificados usando diferentes fuentes de información, como datos meteorológicos, información de periódicos locales, entrevistas y encuestas. Los eventos meteorológicos identificados son: eventos de lluvias intensas, sequías y heladas, con impactos bien diferenciados para los entornos rural y urbano, los mismos que se ven agravados porque es frecuente que estos eventos ocurran simultáneamente. Entre estos impactos están: pérdida de vidas humanas, daños en casas e infraestructura urbana, pérdida de infraestructura agrícola, disminución en la producción agropecuaria, pérdidas en hombres/hora de trabajo, niño/horas de estudio, escasez de alimentos, cortes en el servicio de agua potable y energía eléctrica, etc., los mismos que no siempre son fácilmente cuantificables.

EVENTOS METEOROLÓGICOS IDENTIFICADOS EN EL VALLE DEL MANTARO Y SUS IMPACTOS NEGATIVOS			
Ámbito	Lluvias intensas que causan deslizamientos	Sequías	Heladas
Urbano	Pérdidas en infraestructura de transporte (puentes, caminos, etc.), vivienda y agua potable; pérdidas en vidas humanas	Cortes en el servicio de agua potable; reducción en la generación de energía hidroeléctrica, etc.	Enfermedades bronco pulmonares, especialmente en niños y ancianos
Rural	Pérdida de tierras agrícolas, semillas, infraestructura agrícola (canales, caminos rurales, etc.), erosión, etc.	Conflictos por el uso del agua, descenso en el rendimiento de los cultivos; incremento de plagas y enfermedades de los cultivos, etc.	Enfermedades bronco pulmonares, especialmente en niños y ancianos; descenso en el rendimiento de los cultivos, bajo rendimiento de leche y carne de vacunos y ovinos; muerte de animales

Heladas



Las heladas generalmente tienen lugar en horas de la madrugada. En la vista, toma de temperatura.

Las heladas son muy comunes en los Andes Centrales, sobre todo entre los meses de junio a agosto. Existen principalmente dos tipos de heladas, las advectivas y las radiativas. Las heladas advectivas son aquellas que se deben al desplazamiento de una masa de aire frío que se mueve de su lugar de formación a otra zona. Estas masas de aire frío pueden descender a temperaturas significativas, cercanas o por debajo de 0° C. Las heladas radiativas ocurren cuando existe una gran pérdida de calor por irradiación del suelo, y son más intensas durante las noches despejadas, sin viento y poca humedad en el ambiente.

Por otro lado, las heladas advectivas pueden ocurrir en épocas del año cuando no es común la ocurrencia de heladas y no se les espera, por lo que sus efectos en la agricultura son mucho más graves, sobre todo cuando ocurren durante la campaña "grande", es decir entre setiembre a abril. Además, debe considerarse que para el sector agricultura una helada no necesariamente significa 0°C de temperatura, ya que con temperaturas un poco mayores (1-2°C) se puede también afectar los cultivos y ganados. Otros factores importantes que hay que considerar son la duración del fenómeno, y las características propias de resistencia y condiciones de los sectores productivos analizados.

Lluvias intensas

El IGP (2005) ha identificado los periodos lluviosos ocurridos entre 1970 y 2004 para la cuenca del río Mantaro, y ha analizado la temporada de máximas lluvias de enero a abril, así como la temporada de inicio de las lluvias entre septiembre y diciembre.

Según IGP (2005c), las décadas de los 70 y 80 fueron los más lluviosos en la cuenca del Mantaro, tanto en la temporada de máximas lluvias como a inicio de las mismas. Se ha visto también que durante la década del 90 las lluvias mensuales han disminuido significativamente (Silva et al, 2008), sin embargo el régimen de lluvias ha cambiado en los últimos años, tanto en el inicio de la temporada de lluvias así como en la distribución temporal

Se están presentando más casos en los cuales no se dan cambios notables en el acumulado mensual o estacional, pero el análisis a nivel diario muestra que hay más días con ausencia de lluvias y menos días con lluvias; esto significa que esos pocos días de lluvia serían de mayor intensidad, causando con ello impactos negativos como inundaciones y/o deslizamientos. Esto es particularmente importante para los efectos que puedan tener las lluvias en los procesos de geodinámica externa.

Fuente:
IGP,
2005a.

PERIODOS LLUVIOSOS								
Ene-Abr	1972	1973	1974	1984	1986	1988	1989	1994
Set-Dic	1973	1975	1977	1981	1982	1990	1993	2002

Sequías



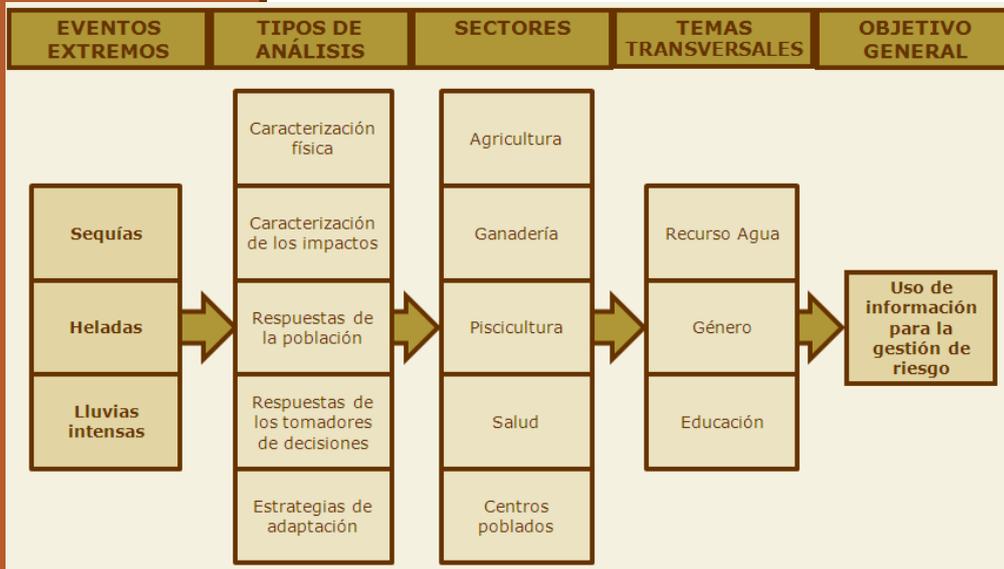
La falta de lluvias afecta tanto a los cultivos como al ganado.

El periodo de lluvias en el valle del Mantaro empieza en setiembre y terminan en abril, siendo las máximas precipitaciones entre enero y marzo. La estación de invierno (Hemisferio Sur), es considerada la estación de estiaje pues las lluvias son muy escasas o nulas. Existen tres tipos de sequías: meteorológica, hidrológica y agrícola. Las sequías meteorológicas involucran una reducción de lluvia en algunos periodos por debajo de su normal, y solo se considera en el análisis información de precipitación, dados en periodos que pueden ser: días, semanas, meses, etc..

La sequía hidrológica se refiere no solo a los datos de precipitación, sino involucra a otros parámetros: caudales del río, niveles de lagos, nivel de aguas subterráneas, etc., que disminuyen su volumen en comparación a un determinado nivel y en un determinado periodo. Esta definición incluye la información de oferta y demanda del recurso agua basada en su uso: doméstico, industrial, energético, etc. Finalmente la sequía agrícola se refiere a los impactos que las sequías meteorológica e hidrológica ocasionan sobre la agricultura.

Entre los principales impactos negativos de los eventos meteorológicos extremos están: pérdida de vidas humanas, daños en infraestructura urbana, pérdida de infraestructura agrícola, disminución de la producción agropecuaria, etc.

Organización de la investigación

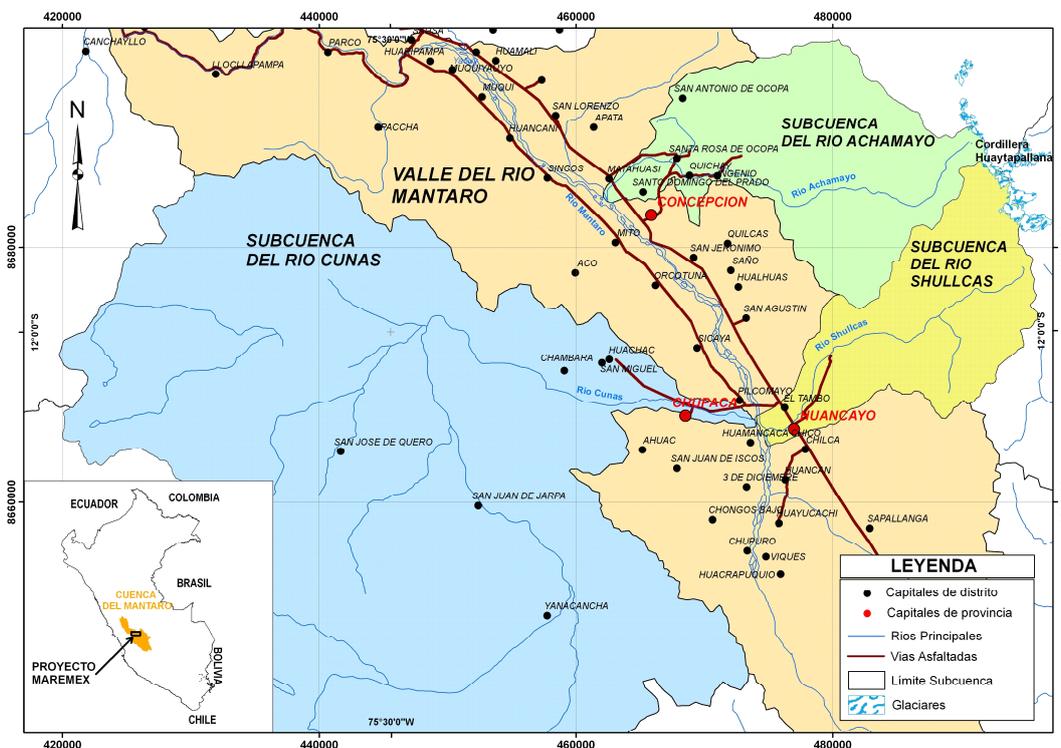


Para cada evento extremo identificado (sequías, heladas y lluvias intensas) se viene analizando tanto los aspectos físicos (caracterización física), como los aspectos socioeconómicos y culturales (caracterización de los impactos, respuesta de la población y de los tomadores de decisiones, así como las estrategias de adaptación utilizadas).

Los sectores económicos sobre los que se viene analizando la vulnerabilidad física y socioeconómica son: agrícola, ganadero y piscícola, a los que se suman el sector salud y los centros poblados. Paralelamente, se han identificado tres temas transversales de estudio: recurso agua, género y educación.

Zona de estudio

Se identificó un corte transversal al valle que finalmente sobrepasó sus límites generalmente reconocidos, y que incluyen a las subcuencas de Achamayo, Shullcas y Alto Cunus, correspondientes con las provincias de Concepción, Huancayo y Chupaca, respectivamente.



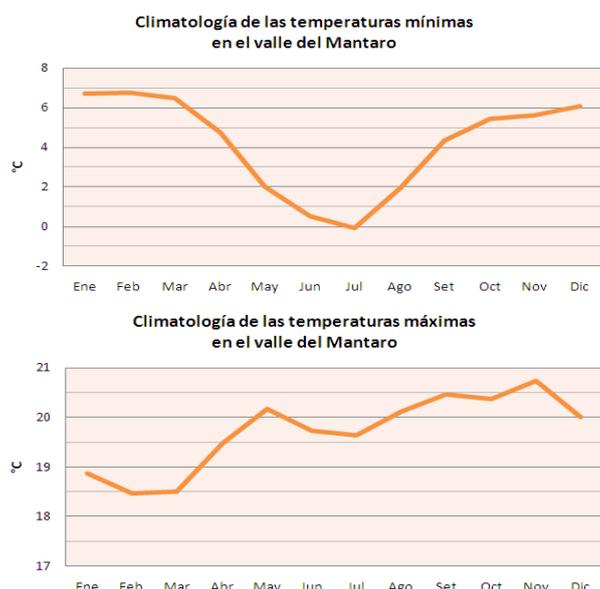
Las zonas urbanas priorizadas son las capitales de cada una de las provincias involucradas, y cuyos nombres son coincidentes.

En cada una de las subcuencas, las zonas puntuales de estudio se priorizaron tomando en cuenta varios factores: representatividad de ecosistemas, vulnerabilidad a la ocurrencia de los eventos meteorológicos identificados, accesibilidad, existencia de zonas urbanas de importancia, interés e intención de participar, etc.

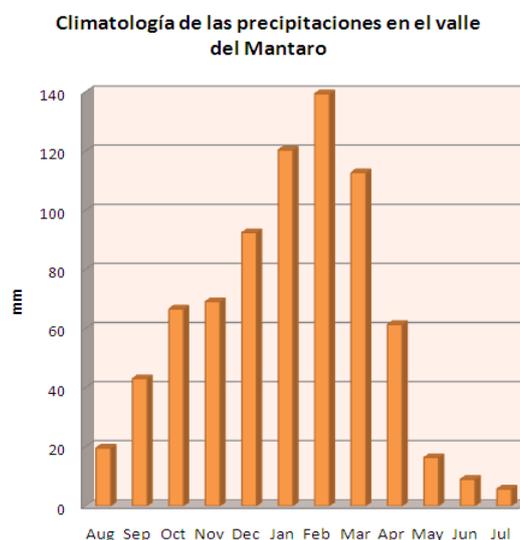
Asimismo, se han identificado centros poblados rurales, escogidos por su vulnerabilidad.

Clima y cambio climático en el valle del Mantaro

Climatología en el valle del Mantaro



Climatologías de temperaturas máximas y mínimas (1970-2001), utilizando datos de las estaciones de Huayao, Jauja, Santa Ana, Ingenio y Viques. Fuente: IGP y SENAMHI. Elaboración G. Trasmonte.



Climatología de precipitaciones (1970-2001). Las precipitaciones en el valle del Mantaro tienen gran variabilidad estacional, observándose la estación seca de mayo a agosto y la estación lluviosa de setiembre a abril. Datos: Estaciones de Huayao, Jauja, Santa Ana, Ingenio y Viques. Fuente: IGP y SENAMHI. Elaboración Y. Silva.

Los escenarios climáticos desarrollados para la zona de estudio, estiman un aumento de la temperatura en 1.3°C, la disminución de la precipitación durante los meses de diciembre a febrero, y la disminución del 6% en la humedad relativa

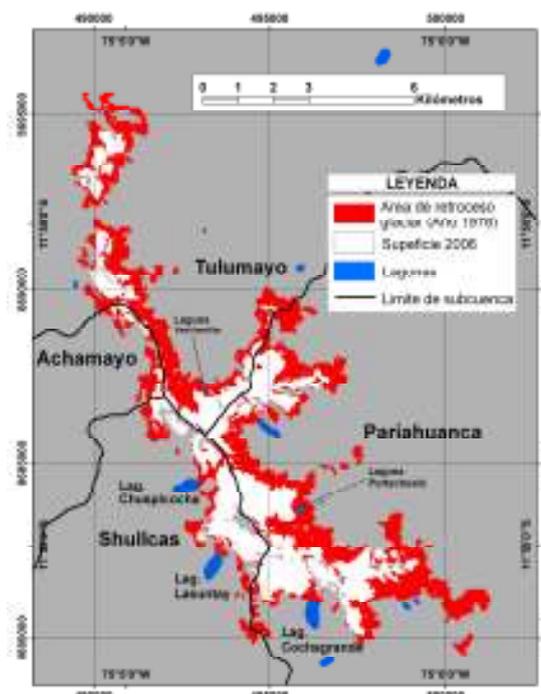
Escenarios de cambio climático

El desarrollo de escenarios climáticos futuros para la zona de estudio, presentan resultados que son coherentes con las tendencias de los datos meteorológicos observados y con la percepción de la población (IGP, 2005b). Los resultados para la zona central de la cuenca del río Mantaro, donde se encuentra localizado el valle, muestran para el 2050:

- Aumento de la temperatura en 1,3°C
- Disminución de un 19% de la precipitación durante los meses de diciembre a febrero.
- Disminución de 6% en la humedad relativa

Ya el glaciar Huaytapallana—que brinda agua potable a la ciudad de Huancayo y a los principales sectores económicos de la zona-, afronta un acelerado proceso de retroceso. Entre los años 1976 y 2006 su superficie se redujo de 35.6 a 14.5 km², lo que representa una disminución del 59.4% de su superficie total. Además, el ritmo de retroceso en el frente glaciar aumentó notoriamente de 5.6 m/año en el periodo 1976-1991 a 18.7 m/año en el periodo 1991-2006.

Además, el aumento en la temperatura del aire incrementaría la presencia de plagas y enfermedades en la agricultura; y la disminución de humedad relativa podría significar heladas más frecuentes e intensas. También deben tenerse en cuenta los aspectos socioeconómicos, tales como el incremento poblacional que aumentaría la presión sobre los recursos de la zona.



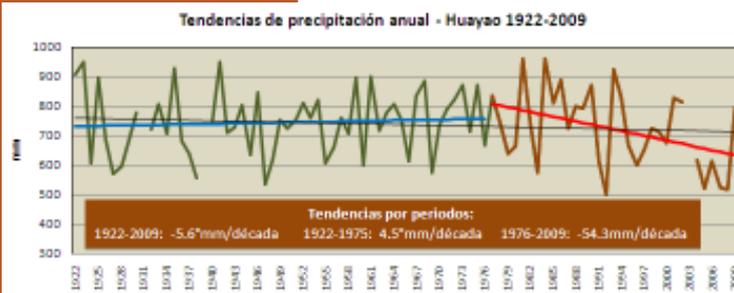
La Cordillera Huatapallana se redujo de 35.6 a 14.5 km² en el periodo comprendido entre los años 1976 y 2006 (59.4% de su superficie). Elaboración R. Zubieta.

Avance de estudios específicos sobre clima y eventos meteorológicos extremos

Análisis de tendencias

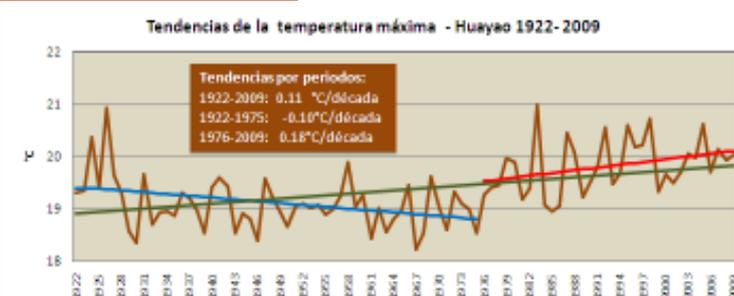
Responsables Yamina Silva y Grace Trasmonte

El objetivo del estudio es analizar las tendencias de la precipitación y temperaturas máximas y mínima de la estación de Huayao, ubicada en el Observatorio de Huancayo del IGP, una de las series más largas de los Andes Centrales Peruanos (1922-2010). Las tendencias climáticas indican las variaciones en el clima que son sostenidas en el tiempo, para lo cual se requieren contar con datos históricos de periodo largo.



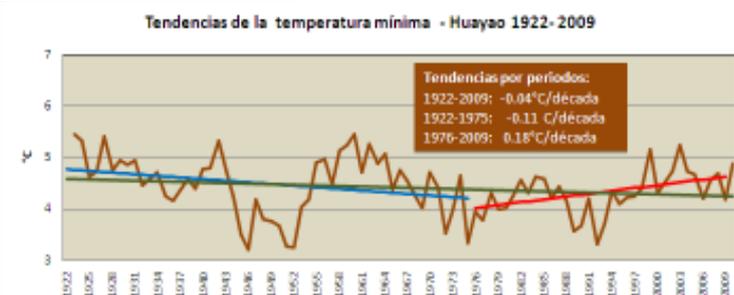
Tendencias de la precipitación en la estación de Huayao 1922-2009. Elaboración Y. Silva.

La precipitación en el valle del Mantaro presenta gran variabilidad interanual, con una tendencia de disminución ligera desde 1922 al 2009 (-5,2mm/década), pero que a partir de 1977 se hace mucho más significativa (-54,2mm/década), la tendencia entre 1922 y 1976 fue ligeramente positiva. En las dos últimas décadas fueron los periodos más secos.



Tendencias de las temperaturas máximas del aire en la estación de Huayao 1922-2009. Elaboración G. Trasmonte.

Las temperaturas máximas del aire en Huancayo presentan un marcado cambio especialmente a partir de mediados de los 70, con incrementos significativos de las temperaturas. Al tomar todo el periodo de registro desde 1922, se obtuvo que las temperaturas han ido aumentando en promedio a razón de +0,1° por década, sin embargo, a partir de 1976 se ha intensificado el aumento a +0,18°C por década.



Tendencias de las temperaturas mínimas del aire en la estación de Huayao 1922-2009. Elaboración G. Trasmonte.

Las temperaturas mínimas del aire han presentado gran variabilidad interanual y decadal, destacando periodos con oscilaciones de largo plazo, por lo general entre 10 a 12 años. En el periodo 1922-2009, la razón de cambio promedio de las temperaturas por década ha sido cercana a cero (-0,04°C/década), pero a partir de 1976 destaca una tendencia de incremento significativo (+0,18°C/década), muy similar a lo encontrado para la temperatura máxima.

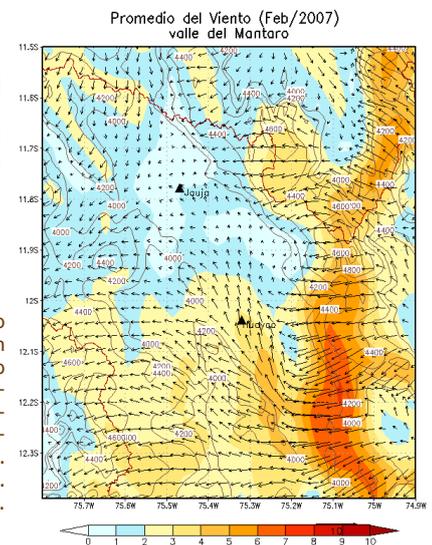
Estudios sobre vientos

Descripción del viento superficial en el valle del Mantaro—Responsable Dalma Mamani

El estudio tiene por objetivo realizar una caracterización del viento cerca a la superficie durante verano e invierno, para lo cual se hace uso de datos observados de las estaciones meteorológicas de Jauja, Huancayo y Lircay y el modelo atmosférico MM5.

El modelo MM5 ha sido modificado en las características topográficas y uso de suelo para representar mejor las condiciones locales del valle, y con una resolución espacial de 3x3 km permite generar campos de vientos.

Promedio del viento superficial (m/s) en el valle del Mantaro en el mes de febrero 2007, representativo de la estación de verano. Elaboración: D. Mamani.

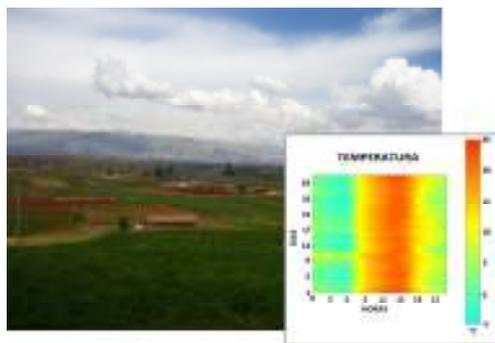


Heladas radiativas

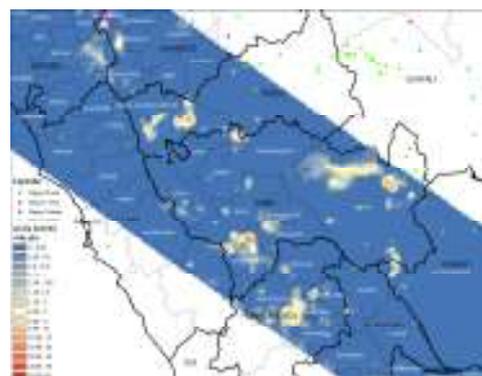
Análisis físico de las heladas radiativas en el valle del Mantaro. Responsable Miguel Saavedra

El objetivo del estudio es determinar las condiciones físicas asociadas a eventos de heladas radiativas tales como cobertura nubosa, temperatura, radiación infrarroja, etc..

Una parte importante de este estudio es tratar de estimar la cantidad de energía radiativa emitida por las nubes que está involucrada en la generación de una helada radiativa. Adicionalmente, se simularán las temperaturas mínimas en superficie en base a la radiación emitida por la atmósfera en días nublados y despejados mediante un modelo numérico unidimensional.



Vista panorámica del valle del Mantaro y parte de su atmósfera baja. Adjunto gráfico de temperaturas tomadas en la madrugada por encima de 5°C, que estarían asociados a noches nubladas.



Precipitación estimada en la superficie según los datos del PR 2A25 para el 07 de Febrero del 2006 a las 2:53 pm hora local y la posición de los rayos para distintos tiempos respecto a esa hora. Elaboración S. Chávez

Lluvias intensas

Caracterización de las tormentas intensas mediante sensoramiento remoto— Responsable Steven Chávez

El objetivo del estudio es obtener la distribución espacial de precipitación en tres dimensiones y la posición de los rayos más intensos pues solo estos son detectados, para ello nos valdremos de los datos del producto 2A25 del Radar de Precipitación (PR) a bordo del satélite TRMM y de la información proporcionada por la WWLL (World Wide Lightning Location Network).

Asimismo como parte del estudio se buscará calcular algunos parámetros físicos utilizados en los algoritmos del producto 2A25 como la distribución de tamaño de gota para la zona de los andes y de esta manera poder validar los valores de precipitación del TRMM comparando con los medidos en tierra.

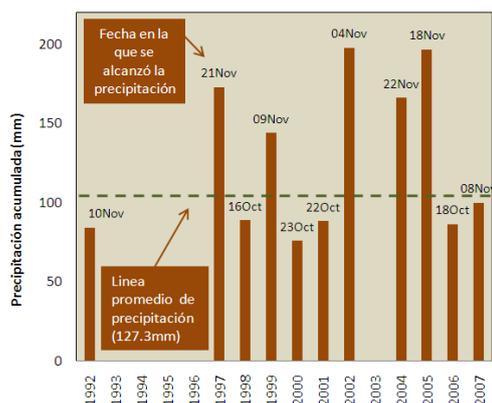
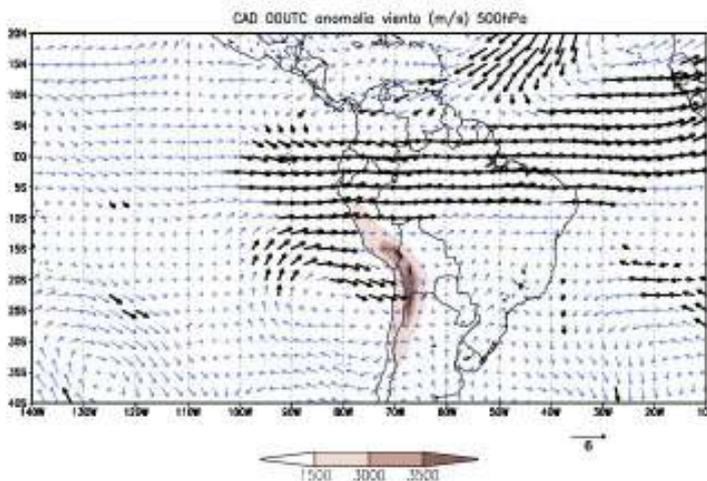
Los principales eventos extremos identificados son sequías, heladas y lluvias intensas

Veranillos

Caracterización de veranillos en el valle del Mantaro—Responsable Juan Sulca

El objetivo del estudio es definir e identificar fechas de ocurrencia de los veranillos, caracterizando espacialmente las lluvias, así como la circulación atmosférica asociada a un veranillo en el valle mediante el uso de datos del Reanalysis I del NCEP-NCAR y datos del CMAP.

Anomalías de vientos (m/s) a 500hPa por el método de anomalías diarias (CAD) durante los veranillos en el valle del río Mantaro. Fuente: Reanalysis I. Elaboración J. Sulca.



Inicio de temporada de lluvias

Responsables Yamina Silva y Kobi Mosquera

La fecha de inicio de temporada de lluvias (FITLL) es una información que no está bien definida, a pesar de ser de suma importancia para la agricultura de secano. Conociendo esta variable se podrían emprender estudios más avanzados como es el pronóstico de la FITLL, el cual sería de mucha utilidad para la planificación de las actividades agrícolas. Se vienen realizando estudios para determinar la cantidad de precipitación acumulada necesaria para la remoción de la tierra para el sembrado.

Precipitación acumulada desde el 01 de julio de cada año hasta la fecha en la que se removió la tierra para sembrar las semillas del tarwi. Datos Estación Santa Ana—INIA. Elaboración K. Mosquera.

Mini red meteorológica en el valle del Mantaro



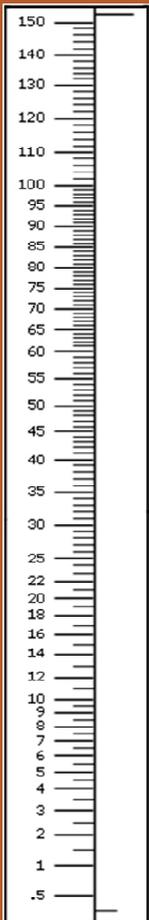
Nubosidad sobre el valle del Mantaro.

Responsables: Raquel Orozco y Ken Takahashi

Existen dos grandes tareas en el marco del proyecto MAREMEX Mantaro: El estudio de los aspectos físicos de los eventos meteorológicos, y mejorar la capacidad de gestión de riesgos ante estos eventos. Una estrategia que permite desarrollar ambos temas a la vez es la implementación de una red meteorológica básica (temperatura y lluvia) de alta densidad espacial en la zona de interés. Esto mejoraría la caracterización espacial de los eventos extremos y permitiría a los miembros de las comunidades tener un mejor conocimiento de su ambiente, lo cual, a su vez, mejorará su capacidad de gestión.

La estrategia es similar a la utilizada en el proyecto PACS-SONET de la NOAA, el cual ha instalado pluviómetros de bajo costo en redes operadas localmente en experimentos de campo en Piura, Puno, Bolivia y México. Similarmente, dicho proyecto también ha implementado termómetros de bajo costo, pero estos sí operados por el personal del proyecto. Una diferencia importante con la estrategia dentro de MAREMEX Mantaro es el énfasis que se le da a los aspectos de apropiación de los instrumentos, sensibilización y capacitación de las comunidades locales.

Un agradecimiento especial es para las Comunidades Campesinas de Quilcas, Aco palca y San Juan de Jarpa, ubicadas en las subcuencas de los ríos Achamayo, Shullcas y Cunas respectivamente, quienes vienen colaborando activamente en esta iniciativa.



Para facilitar la toma de datos pluviométricos, la planilla consta de figuras que reproducen los pluviómetros (uno por día), donde el observador solo tiene que realizar una marca en el nivel correspondiente. Elaboración R. Orozco.

Equipamiento e instalación



Pluviómetros instalados en Chaquicocha (arriba izquierda), 9 de Julio (arriba derecha), y toma de datos de temperatura en la subcuenca del Cunas (abajo).

El bajo costo y simplicidad del instrumental (pluviómetro y termómetro) permite hacer instalaciones sin mayor reparo y la multiplicidad de estas aumenta la probabilidad de tener información útil.

Se han instalado 40 pluviómetros montados en postes de tornillo de 170 cm de largo, los cuales se han enterrado en el suelo de manera que 130 cm sobresalgan y el pluviómetro quede aproximadamente a la altura de los ojos. Por su operación, necesitan ser desmontados diariamente, por ello se sujetan a dos alcajates clavados a menos de 1 cm del tope del poste.

También se ha instalado 10 termómetros, con una consola que mide temperatura y humedad relativa para colocarse en un ambiente interior y un sensor de temperatura con un cable de 3m para ser colocado al exterior (a la intemperie), con una pantalla (plancha de Onduline de 30x30 cm pintado con esmalte blanco) para protegerlo de la radiación solar.

Las mediciones se realizan una vez al día, a las 7:00 am., utilizando planillas especialmente preparadas para facilitar la toma de datos y minimizar los errores.

Capacitación sobre el uso de los instrumentos de la mini-red meteorológica

A las comunidades- observadores se les capacitó tanto en forma teórica – explicando la importancia de las mediciones-, como en forma práctica con casos reales y utilizando el instrumental instalado. Además se les entregó un juego de manual+planillas tanto para los pluviómetros como para los termómetros.

Se debe notar que las condiciones de cada instalación fue bastante diferente con respecto a los lugares y a las personas con las que se trabajó, lo cual le da riqueza a la experiencia desde la perspectiva sensibilización y estudio de la gestión de riesgo.



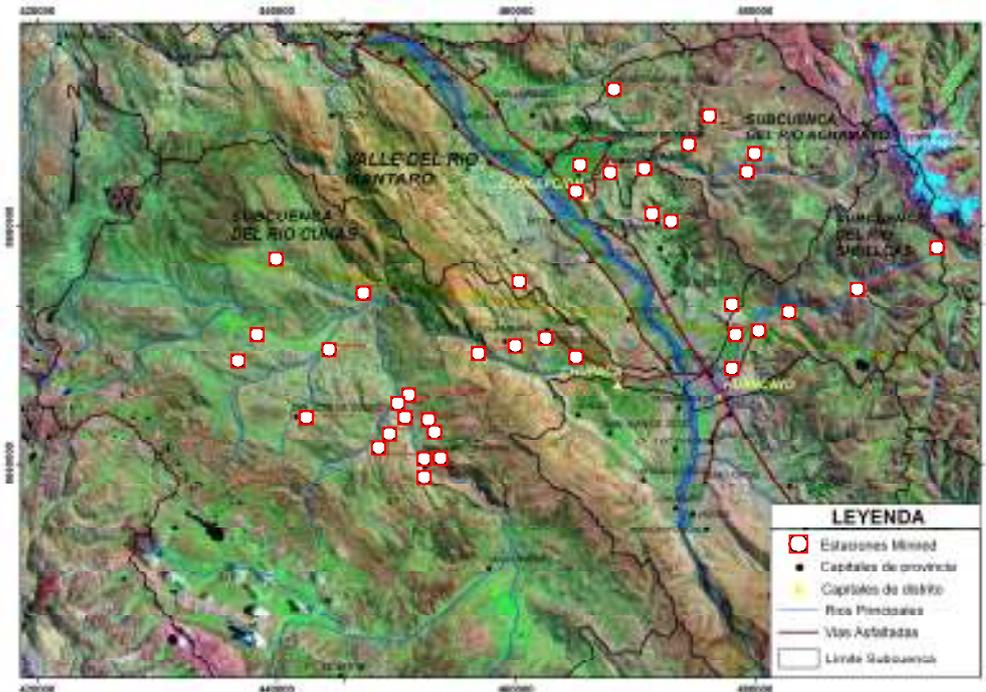
Capacitación en Aca Bellavista – Casa comunal de REDES (izquierda) y Capacitación en Chamisería – Casa Comunal (derecha) por parte del equipo técnico del proyecto.

Se viene dando énfasis a la capacitación y a la apropiación del tema por parte de las comunidades

Distribución de la mini-red meteorológica

Las campañas de instalación han incluido las subcuencas de los ríos Cunas, Achamayo y Shullcas, y se ha contado con el apoyo de diversas instituciones, tales como REDES, CARE, Grupo Yanapai, y la concurrencia de las comunidades campesinas beneficiarias.

Cabe resaltar que los equipos quedan en poder de las comunidades beneficiadas, las que se convierten en responsables de la toma de datos.



Mapa de ubicación de las mini-estaciones meteorológicas en las 3 subcuencas de interés. Elaboración R. Zubieta.

Mayor información sobre la mini-red meteorológica en:

www.met.igp.gob/proyectos/maremex/minired

Eventos extremos no meteorológicos: Sismicidad en el Mantaro

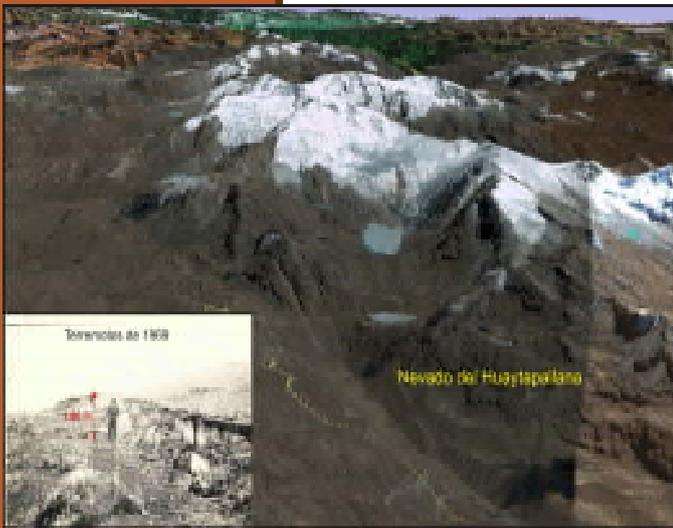


Figura 1. Imagen del Nevado del Huaytapallana en Huancayo. La foto inferior muestra la traza de la falla producida por los terremotos de 1969, el bloque del lado derecho se levantó sobre el bloque izquierdo

El valle del Mantaro es una zona altamente sísmica, donde muchos autores han indicado la presencia de importantes estructuras como (Megard, 1978): Los Altos del Mantaro, el sistema de Fallas de los Altos del Mantaro de tipo inversa y con inclinación en dirección SO, la Cuenca del Mantaro con una geometría muy heterogénea y fuertemente afectada por el levantamiento de la Cordillera Occidental, y la Falla del Huaytapallana con una longitud de 30 km en dirección NO-SE ubicada en el borde occidental del nevado del mismo nombre (Figura 1).

El 24 de julio y el 01 de octubre de 1969, dos terremotos reactivaron la falla del Huaytapallana, y produjeron daños importantes en las localidades de Acopalca, Chilifruta y Pariahuanca ubicadas entre 20 a 40 km al Este de la ciudad de Huancayo, falleciendo aproximadamente 130 personas. Estos dos terremotos evidenciaron el levantamiento de la Cordillera Oriental sobre la cuenca del Mantaro.

Estudios de Microsismicidad

Responsable Hernando Tavera

Durante los meses de julio y agosto de 1985 en la región del Nevado Huaytapallana se realizó el monitoreo de la actividad sísmica utilizando 20 estaciones. Durante este periodo se registraron hasta 90 eventos sísmicos con magnitudes menores a 3.8ML y profundidades de hasta 27 km. De estos sismos, 40 tuvieron sus epicentros en la falla del Huaytapallana y el resto en las fallas de Los Altos del Mantaro y Pampas. Esta importante microsismicidad permitió interpretar y conocer los procesos sismotectónicos presentes en dicha región (Dorbath et al, 1991).

En la Figura 2, se muestra la región del Nevado del Huaytapallana y sobre ella la ubicación de los epicentros de los dos terremotos de 1969 (círculos negros) y la microsismicidad registrada durante una campaña realizada en el año 1980 (círculos abiertos), en ambos casos los epicentros se ubican sobre las trazas de las fallas (inclinación en dirección Este, ver extremo dentado de las trazas de falla).

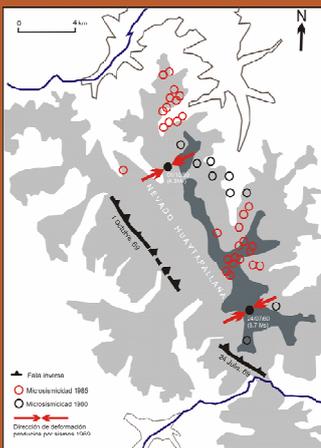


Figura 2. Ubicación del Nevado Huaytapallana, trazas de falla producidas por los terremotos de 1969 (círculos negros), distribuciones espacial de la microsismicidad registrada en los años 1980 y 1985.

La microsismicidad registrada durante los meses de julio y agosto de 1985 (círculos rojos) presenta sus epicentros sobre los tramos de la falla que no muestran trazas en superficie, lo cual evidencia una clara migración de la sismicidad y sugiere que en ellas se ha producido mayor acumulación de energía y deformación pudiendo dar origen a futuros terremotos.

La microsismicidad registrada permitió proponer, para la región del Mantaro, el esquema sismotectónico mostrado en la Figura 3. Se observa que el régimen de deformación local es netamente por compresión en dirección perpendicular a la Cordillera Andina, lo cual propicia el levantamiento de la Cordillera Occidental por un extremo de la cuenca del Mantaro y por el otro, el levantamiento de la Cordillera Oriental.

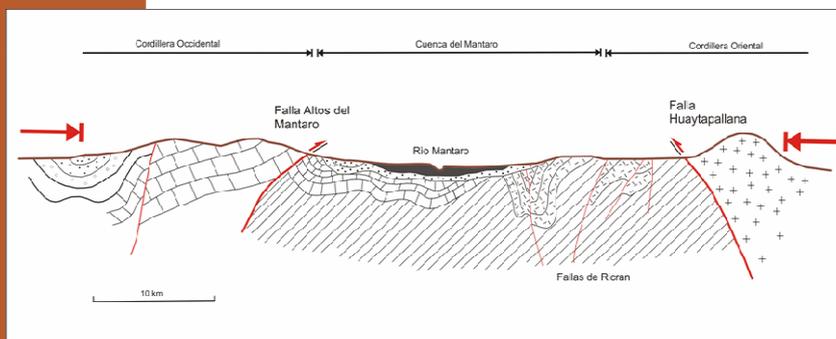


Figura 3. Esquema para la cuenca del Mantaro que muestra el proceso de deformación regional (flechas rojas) y local con la presencia de las fallas de Altos del Mantaro y Huaytapallana (Dorbath et al, 1991).

Después de 25 años desde la última campaña de microsismicidad, el Instituto Geofísico tiene entre sus metas para el año 2011, promover la ejecución de un nuevo monitoreo sísmico a fin de evaluar el estado actual de la deformación en la región del Nevado Huaytapallana.

Percepción de la población sobre eventos meteorológicos extremos



Parte importante de la información básica necesaria para trabajar el tema de gestión de riesgos relacionados a eventos meteorológicos extremos, es conocer la percepción de la población.

Para ello se realizaron talleres participativos—tanto a nivel rural como urbano—, con el fin de cubrir una serie de interrogantes: ¿cuáles son los eventos extremos que la población considera como más dañinos?, ¿cuáles son los impactos negativos de tales eventos?, ¿existen diferencias entre las percepciones en cada una de las tres subcuencas estudiadas?, ¿cuáles son las acciones que toma la población ante tales eventos?, etc.

Durante los talleres participativos se trabajó con papelógrafos (calendarios de eventos e impactos), así como con encuestas semi-estructuras desarrolladas en entrevistas grupales. Posteriormente la información se complementó con entrevistas y testimonios a personajes claves de las comunidades.

Los resultados permitieron conocer mejor la forma en que la población ve y entiende la ocurrencia de estos eventos y sus impactos, así como rescatar las semejanzas y diferencias que efectivamente existen en cada una de las tres subcuencas estudiadas. Por ejemplo, es común a las tres zonas de estudio la asociación entre festividades y la ocurrencia de eventos extremos (carnavales, Compadre y Comadre, etc., San Juan, etc.), que las heladas sean consideradas como los eventos extremos más temidos por la población; y que existe una marcada disminución del recurso agua.

Talleres participativos de toma de información sobre percepciones de la población realizados en Acopalca (arriba), Quilcas (centro) y San Juan de Jarpa (abajo), que corresponden a las subcuencas de Shullcas, Achamayo y Cunas, respectivamente.



Existen tres tipos de conocimiento local relacionado a la variabilidad y el clima en el valle: pronóstico del clima, pronóstico de eventos extremos, y conocimiento sobre como aminorar/evitar eventos extremos

Conocimiento local sobre clima y variabilidad climática en el valle del Mantaro

Responsables Alejandra Martínez y Enma Núñez

Las comunidades del valle del Mantaro, especialmente en zonas rurales, mantienen algunos conocimientos sobre pronóstico y control y/o respuesta ante la ocurrencia de eventos meteorológicos adversos, siendo los comuneros de mayor edad los principales depositarios de estos conocimientos.

El conocimiento local sobre sobre clima y variabilidad puede ser clasificado en tres grandes tipos: pronóstico del clima, pronóstico de eventos extremos, y conocimiento sobre como aminorar/evitar eventos extremos. A su vez, en cada uno de ellos se han identificado y clasificado grupos de indicadores; por ejemplo, para el pronóstico del clima se han identificado tres tipos: biológicos, astronómicos e hidrometeorológicos.

Además de hacer una recolección de información sobre conocimiento local, el proyecto busca responder la interrogante ¿tienen los conocimientos locales bases científicas en las cuales se apoyan?. Para ello se vienen realizando estudios complementarios sobre la naturaleza física de dicho conocimiento.



La abundancia de las algas conocidas como cushuro (*Nostoc commune*) son consideradas como indicadores de "años buenos" (años de lluvia) por las poblaciones rurales del valle del Mantaro (indicador biológico).



Evaluación de zonas de peligro frente a inundaciones por máximas avenidas—Responsable Ricardo Zubieta

El objetivo del estudio es evaluar el peligro al cual están expuestas las llanuras de inundación durante máximas descargas, a diferentes tiempos de retorno, utilizando el modelo hidráulico HECRAS (Hydrological Engineering Center – River Analysis System), a través de la construcción de una base de datos provenientes de la simulación estadística de descargas, de un modelo de elevación digital detallado (DEM), y de la cobertura de uso de la tierra deducida de imágenes Quickbird.

Las inundaciones son un constante peligro para las zonas urbanas y rurales.



Ocurrencia de aluviones en la subcuenca del río Shullcas – Responsable Luis Ocampo

Los aluviones son uno de los eventos más peligrosos en zonas de alta montaña y su ocurrencia estaría relacionada al incremento del volumen de agua de las lagunas glaciares debido al acelerado retroceso glaciar. El objetivo de este estudio es identificar y ubicar depósitos de aluviones en la subcuenca del Shullcas dentro de la columna estratigráfica del Cuaternario, con el fin de entender la magnitud de los aluviones ocurridos durante los periodos de deglaciación e inferir las condiciones geológicas en las que se formaron.

Vista del nevado Huaytapallana cuya fusión alimenta a la laguna Lazohuntay. Esta laguna se desembalsó en diciembre de 1969 originando un aluvión que causó graves pérdidas económicas y humanas.



Determinación de umbrales de precipitación para la activación de deslizamientos y flujos torrenciales - Responsable: Marco Moreno

El objetivo del estudio es determinar la cantidad de lluvia que se necesita como mínimo para la activación de los deslizamientos y flujos torrenciales. Estos umbrales se calcularán en base a los registros de precipitaciones de las estaciones meteorológicas disponibles, y un análisis estadístico.

Los deslizamientos y flujos torrenciales, conocidos como movimientos en masa, representan un peligro para las poblaciones urbanas y rurales del valle del Mantaro.



Determinación de la Vulnerabilidad Física de los principales centros poblados rurales y urbanos del área del proyecto MAREMEX-Mantaro – Responsable Luis Céspedes

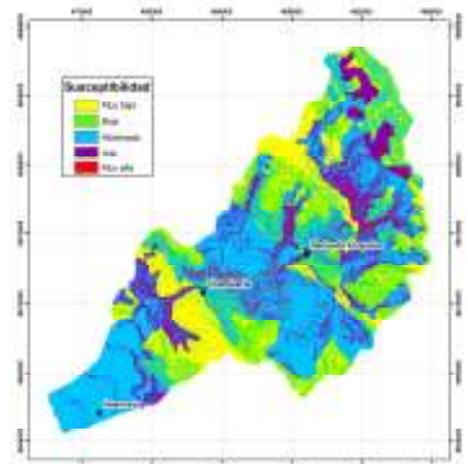
El principal objetivo de la investigación es determinar la vulnerabilidad física de las principales comunidades ante la probabilidad de ocurrencias de peligros al cual se encuentra expuesta tanto la población como la infraestructura pública.

El estudio de suelos es una de las variables importantes de la investigación en curso.

Evaluación de la potencialidad a generar deslizamientos en zonas de interés del proyecto MAREMEX-Mantaro —Responsable Franklin Blanco

El estudio busca determinar las zonas con mayor potencialidad a desarrollar deslizamientos en las tres proyecto: Subcuencas de interés del proyecto: Shullcas, Achamayo, y Cunas.

Para ello se vienen evaluando los parámetros que lo condicionan, mediante la aplicación de un análisis heurístico del tipo jerárquico y estadístico de tipo discriminante.



Susceptibilidad a deslizamientos en la subcuenca del río Shullcas.

Estudios sobre vulnerabilidad socioeconómica



La agricultura del valle provee de productos a las principales ciudades de la costa.

Agricultura

Responsable Lucy Giraldez

La agricultura del valle del Mantaro es una actividad sumamente importante para sus pobladores, y provee de productos como papa, haba, maíz, kiwicha, etc. a las principales ciudades de la costa, incluyendo la capital del país.

Probablemente este es el sector productivo que se ve más perjudicado por los eventos meteorológicos extremos; su alta dependencia de la lluvias (aproximadamente entre el 70-75% de la agricultura se hace bajo el sistema de secano) lo hacen particularmente vulnerable a las sequías ó veranillos; por otro lado las heladas afectan particularmente a las plantas en crecimiento.

Salud

Estimación del riesgo en la salud de la población infantil en el Valle del Mantaro, subcuenca del río Achamayo—Responsable Lidia Enciso

El objetivo del estudio es determinar el riesgo en la ocurrencia de enfermedades respiratorias agudas asociadas a bajas en los rangos de temperaturas atmosféricas en niños menores de 5 años.

La ocurrencia de infecciones respiratorias agudas es más frecuente en niños que en personas adultas mayores, presentándose mayor número de casos en el invierno, debido a diversos factores de riesgo.



Personal de salud revisa a un niño de pocos meses de nacido en la posta de salud de Quilcas.

Entre el 70-75% de la agricultura se hace bajo el sistema de secano (dependiente de las lluvias)



Vista de una piscigranja en la subcuenca del río Achamayo.

Acuicultura

Acuicultura en la subcuenca del río Achamayo —Responsable Jahir Anicama

El sector de la acuicultura en la región de Junín juega un papel importante y de altas potencialidades de desarrollo por la abundancia de los recursos hídricos en el territorio. El objetivo del estudio es evaluar la evolución de la prevalencia de la enfermedad conocida como Boca Roja causada por la bacteria *Yersinia ruckeri* dentro de un periodo de tres meses en una piscigranja de la asociación de piscicultores de la región del centro en la cuenca río Achamayo.

Ganadería

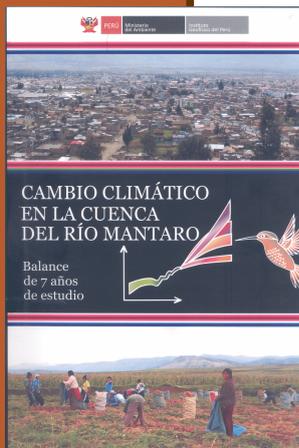
Responsable Enma Núñez

La ganadería es una de las principales fuentes de ingresos económicos para las familias, y cumple una función de ahorro y contribuye a satisfacer las necesidades inmediatas (autoconsumo, intercambio y venta). En estos últimos años debido al crecimiento demográfico de la población se ha hecho un uso intensivo de los pastos naturales ocasionando sobrepastoreo y pérdida de especies naturales con alta potencialidad forrajera, lo que ocasiona menor soportabilidad de estas áreas. Por otra parte, los eventos meteorológicos extremos se han hecho más intensos y evidentes ocasionando graves pérdidas debido a la escasez de pasto y la incidencia de enfermedades, afectando la viabilidad de los ganados.



La ganadería es una de las principales fuentes de ingresos económicos para las familias del valle.

Difusión



Libro "Cambio climático en la cuenca del río Mantaro: 7 años de estudios", publicado el año 2010

Una de las de las principales estrategias del proyecto es la amplia difusión de los resultados en tres niveles:

- Científico,
- Institucional— el que incluye a las autoridades y tomadores de decisiones—,
- Población en general

La socialización de los resultados con la población se viene realizando a través de talleres participativos, en una suerte de "acompañamiento" a lo largo de la realización del proyecto, y se espera que los resultados puedan ser usando como insumo para el manejo del riesgo a los principales eventos meteorológicos extremos que afectan el valle.

La participación del equipo técnico del proyecto en seminarios y conferencias nacionales e internacionales viene permitiendo la difusión de resultados del proyecto, y se espera que esta experiencia pueda ser duplicada en otras zonas de alta montaña con características similares. Por otra parte, se tiene programada la publicación de los resultados tanto a través de libros de difusión como en artículos publicados en revistas científicas internacionales indexadas.

Mayor información sobre el proyecto
MAREMEX-Mantaro:

www.met.igp.gob.pe/proyectos/maremex



Este proyecto tiene el apoyo financiero del
International Development Research Centre



Referencias

- Dorbath, L., Dorbath, C., Jimenez, E. and Rivera, L., (1991) Seismicity and tectonics deformation in the Eastern cordillera and the sub-andean zone of central Peru. *Journal of South American Earth Sciences.*, 4, 13-24.
- Instituto Geofísico del Perú, 2005a: Diagnóstico de la cuenca del Mantaro bajo la visión del cambio climático. Fondo Editorial CONAM.
- Instituto Geofísico del Perú, 2005b: Vulnerabilidad actual y futura ante el cambio climático y medidas de adaptación en la cuenca del río Mantaro. Fondo Editorial CONAM.
- Martínez, A., 2007: Análisis de la vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático y propuestas de adaptación en la ciudad de Huancayo – Junín: Recurso agua y género". En *Género y Medio Ambiente*, pp 87-124. Fondo Editorial del Seminario Permanente de Investigación Agraria, SEPIA, Lima, Perú.
- Silva, Y.; Takahashi, K. and R. Chávez, 2008: Dry and wet rainy seasons in the Mantaro river basin (Central Peruvian Andes). *Advances in Geosciences* 14, 261-164.

Antonio Brack Egg
Ministro del Ambiente

Ronald Woodman
Presidente Ejecutivo
IGP

Jorge Chau
Director Técnico IGP

Ken Takahashi
Director Investigación
en Prevención
de Desastres IGP

Alejandra Martínez
Directora Proyecto
MAREMEX-Mantaro

Créditos de fotografías: Carátula: A. Martínez; Pág. 2: A. Martínez; Pág. 3: J. Arroyo; Pág. 4.: A. Martínez; Pág. 5: M. Saavedra, A. Martínez; Pág. 9: M. Saavedra; Pág. 10: A. Martínez, R. Orozco, F. Blanco, E. Núñez; Pág. 11: R. Orozco, E. Núñez; Pág. 13: E. Núñez y V. Beraún; Pág. 14: GORE Junín, L. Ocampo, M. Moreno y L. Céspedes; Pág. 15: L. Giráldez, L. Enciso, J. Anicama y A. Martínez