



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

Este segundo boletín semestral presenta los avances en las investigaciones, como un recuento de las actividades desarrolladas.

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

Nro. 2

Julio 2011



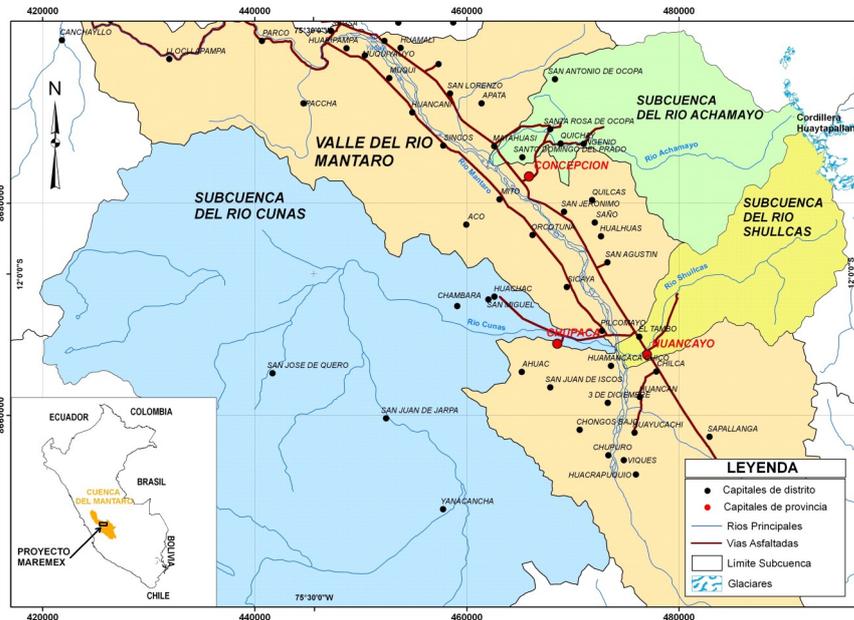
El proyecto MAREMEX-Mantaro

Este proyecto de investigación—acción que viene siendo ejecutado por el Instituto Geofísico del Perú (IGP) se inició en febrero del 2009 con el apoyo financiero del IDRC (www.idrc.ca).

Su principal objetivo es fortalecer la capacidad de manejo del riesgo ante 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, y se espera que los conocimientos generados sirvan como insumo en la preparación de los planes locales de adaptación.

Los objetivos específicos incluyen: i) Identificar los actores clave involucrados y evaluar las actuales capacidades de manejo del riesgo de desastres, ii) Fortalecer y profundizar los estudios sobre los procesos físico que rigen la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos en la región, iii) Evaluar la vulnerabilidad actual y elaborar planes participativos de manejo de riesgo local, y finalmente iv) Fortalecer las instituciones locales, sensibilizar a la población y difundir los resultados del proyecto.

Áreas de intervención del proyecto



Las áreas de intervención del proyecto MAREMEX-Mantaro incluyen - además de la estrecha franja que corresponde al valle del Mantaro -, las zonas urbanas y rurales de las subcuencas de los ríos Shullcas, Cunus y Achamayo.

La población del valle es de aproximadamente 500,000 habitantes, los cuales están principalmente localizados en tres ciudades: Huancaayo, Jauja y Concepción, con cerca del 70% del total de la población, mientras que en las zonas rurales se localiza el 30%. Sin embargo, estos porcentajes son relativos, dado que existe un continuo proceso de migración, en gran parte vinculado al ciclo agrícola.

Mapa de la zona de estudio: Subcuencas de los ríos Shullcas, Achamayo y Cunus. Elaboración: R. Zubieta.

Alianza estratégica

Con el fin de cumplir el objetivo de fortalecer el trabajo interinstitucional, sensibilizar a la población y difundir los resultados del proyecto, el IGP viene trabajando en la consolidación de una alianza estratégica que busca el trabajo colaborativo y complementario entre instituciones de alcance local y nacional, y de naturaleza tanto estatal como privada.

Por parte de autoridades regionales y locales se viene trabajando con el Gobierno Regional de Junín y el Gobierno Provincial de Concepción; por parte de ONG - que vienen apoyando sobre todo los temas de sensibilización-, se cuenta con el apoyo de CARE (subcuenca del río Shullcas), Grupo Yanapai (subcuenca del río Achamayo), y REDES (subcuenca del río Cunus). Por su parte el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), viene apoyando en las metodologías de estimación del riesgo, así como con su experiencia en la gestión de desastres.

Finalmente, por parte de instituciones dedicadas a la investigación se han incorporado recientemente el Instituto de Forestería Internacional y Productos Forestales de la Facultad de Forst-, Geo und Hydrowissenschaften, de la Technische Universität Dresden, (TUD) de Alemania, y la Facultad de Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM).

El Ministerio del Ambiente y su acción en relación al cambio climático

El Ministerio del Ambiente (MINAM) fue creado el 14 de mayo del 2008 mediante Decreto Legislativo N°1013 y es el Organismo Rector del Sector Ambiental en el país. Entre sus funciones están elaborar, coordinar e implementar la Estrategia Nacional de Cambio Climático y las medidas de adaptación y mitigación, así como supervisar su implementación, para este fin el MINAM cuenta con la Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos (DGCCDRH).

A la fecha, y en coordinación con la Comisión Nacional de Cambio Climático, viene actualizando la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) aprobada en el 2003 por el entonces Consejo Nacional del Ambiente. Dicha ENCC actualizada tiene como visión al 2021 que *"El Perú, país mega diverso y multicultural, ha adaptado su economía, infraestructura y ecosistemas al cambio climático, reduciendo significativamente su vulnerabilidad a los impactos negativos, en especial aquella de las poblaciones más pobres, y ha sentado las bases para un desarrollo sostenible bajo en emisiones de gases de efecto invernadero"*.

Para obtener mayor información sobre las acciones del MINAM en el tema de cambio climático, puede realizar sus consultas en:

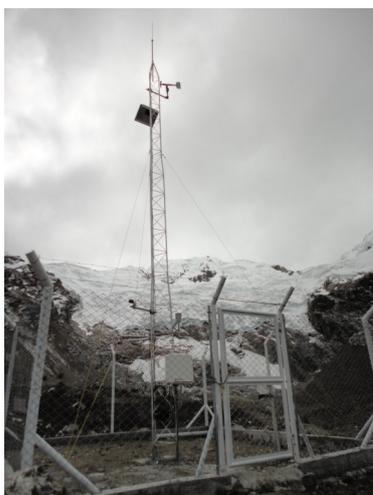
[http:// cambioclimatico.minam.gob.pe](http://cambioclimatico.minam.gob.pe)

El MINAM promueve la implementación de proyectos de adaptación con participación directa de los Gobiernos Regionales y Locales, tal como el Programa Conjunto "Gestión integral y adaptativa de recursos ambientales para minimizar vulnerabilidades al cambio climático en microcuencas altoandinas", el PACC en Cusco y Apurímac; el PRAA en Cusco y Junín, entre otros.



El IGP viene trabajando en la consolidación de una alianza estratégica que busca el trabajo colaborativo entre instituciones de alcance local y nacional, y de naturaleza tanto estatal como privada.

Otros proyectos sobre cambio climático en el valle del Mantaro



Estación climática instalada a 4,670 msnm cerca a la laguna Lazo Huntay, nevado Huaytapallana.

El proyecto "Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales" (PRAA), tiene como objetivo reforzar la resiliencia de los ecosistemas y economías locales ante los impactos del retroceso glaciar en los Andes Tropicales, a través de la implementación de actividades piloto que muestren los costos y beneficios de la adaptación al cambio climático. Este proyecto se implementa desde el 2008 en cuencas glaciares seleccionadas en Bolivia, Ecuador y Perú.

En el Perú una de las zonas priorizadas del PRAA es la subcuenca del río Shullcas; donde se vienen implementando medidas piloto de adaptación en la parte alta, media y baja de la subcuenca, con el fin de promover la gestión integrada de los recursos hídricos en el ámbito de la cuenca hidrográfica, tomando en consideración las implicancias del retroceso glaciar. Así, en colaboración con AGRORURAL actualmente se están ejecutando diversos proyectos para la implementación de medidas de adaptación, tales como la conservación de los pastos naturales en las zonas altas de la subcuenca, actividades de reforestación en la zona alta y media de la subcuenca, etc.

También como parte de las actividades del PRAA, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) viene generando escenarios de cambio climático al año 2030 para la cuenca del Mantaro, la determinación de la disponibilidad hídrica superficial y escenarios de disponibilidad hídrica al año 2030 para la subcuenca del Shullcas, etc. Asimismo, como parte del PRAA se ha instalado una estación hidrometeorológica cerca a la laguna Lazo Huntay la cual está generando datos desde noviembre del 2010.

El PRAA es liderado en el Perú por el Ministerio del Ambiente y la Secretaría General de la Comunidad Andina está a cargo de la gestión administrativa-financiera y la coordinación entre los países participantes. Las actividades en la región Junín se ejecutan a través de CARE y AGRORURAL como socios estratégicos del PRAA, en colaboración con los actores clave de la región como el Gobierno Regional de Junín, Municipalidad Provincial de Huancayo, Municipalidad Distrital de El Tambo, SEDAM Huancayo, IGP, ALA Mantaro, entre otros. Para obtener mayor información sobre el proyecto PRAA, puede escribir al siguiente correo:

aiju@comunidad andina.org



Zanjas de infiltración instaladas como parte de las actividades de conservación de praderas naturales en la subcuenca del Shullcas.

Nuevos temas de estudio en MAREMEX-Mantaro

La flexibilidad de MAREMEX-Mantaro ha permitido que algunos temas de investigación originalmente no incluidos en el proyecto puedan ser incorporados. Los nuevos temas de investigación han surgido principalmente a partir del interés de estudiantes e instituciones que encontraron en MAREMEX-Mantaro una plataforma en la cual desarrollar temas de investigación vinculados a la variabilidad y el cambio climático poco desarrollados en el país.

Inclusión del tema de Hidrogeología en los estudios geológicos

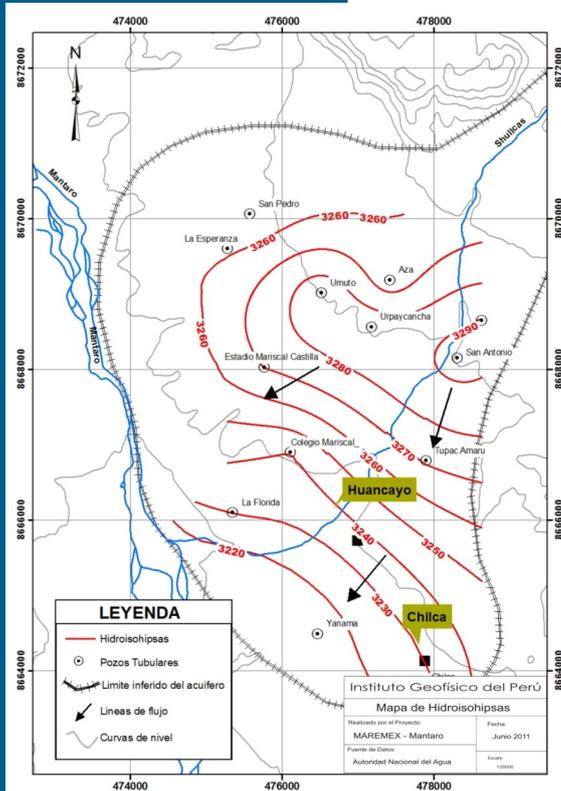
Responsable Franklin Blanco

La ciudad de Huancayo - la más poblada de los Andes Centrales - se abastece de agua potable a través del río Shullcas, el cual nace en el nevado Huaytapallana, distante a escasos 35 kilómetros de la ciudad. En los últimos años, la construcción de pozos para el aprovechamiento de las aguas subterráneas por parte de las empresas prestadoras de servicios de agua potable ha cobrado auge como una forma de "incrementar" el recurso. Adicionalmente es poco lo que se sabe sobre los pozos clandestinos y su uso en el valle.

Cuando existe descenso del nivel freático debido a la sobre explotación del agua subterránea se produce una reducción de la presión del agua en los poros del suelo, por lo que éstos se cierran progresivamente, causando un reajuste - reacomodo de las partículas y una disminución del volumen del suelo generando así los asentamientos o hundimientos. En tal sentido, es importante evaluar los posibles escenarios de asentamientos que podrían ocurrir al incrementarse la población y la extracción del agua.

En la primera etapa de este estudio se realizó una carta de hidroisohipsas (líneas con igual cota del nivel freático) que permite reconocer la dirección del flujo subterráneo. Para realizar esta carta se utilizó información del nivel freático del año 2002, obteniendo una dirección del flujo NE a SW con gradientes de 1° a 1.7°.

Carta de hidroisohipsas, muestra la dirección del flujo NE a SW, con gradientes de 1° a 1.7° Elaboración F. Blanco.



Inclusión del Sector Forestal

Responsable Technische Universität Dresden

Los sectores productivos sobre los que se viene trabajando en el análisis de vulnerabilidad física y socioeconómica son: Agricultura, Ganadería y Piscicultura. Además se vienen trabajando Salud y Centros Poblados (infraestructura), que si bien no son productivos si son considerados como críticos para el bienestar de la población.

A ellos se ha agregado el análisis del Sector Forestal, gracias a un convenio firmado entre el IGP y el Instituto de Forestería Internacional y Productos Forestales de la Facultad de Forst-, Geo und Hydrowissenschaften, de la Technische Universität Dresden, (TUD) de Alemania.

Los estudios se centrarán en las relaciones agrosilvopastoriles en el valle, con énfasis en la subcuenca del río Achamayo, y se realizarán a través del desarrollo de cinco tesis de maestría y doctorado. Los estudiantes del TUD iniciaron sus trabajos de campo en el mes de abril, y tienen como sede de trabajo el Observatorio de Huancayo, aprovechando las facilidades para el desarrollo de investigaciones que brinda el IGP.

Estas investigaciones se desarrollarán en el marco del International Network on Climate Change—Understanding adaptation and mitigation strategies of Andean people (INCA). Mayor información sobre INCA puede ser revisada en la base de datos del Postdam Institute for Climate Impact Research (PIK):

<http://cigrasp.pik-potsdam.de/adaptations/inca-adaptation-and-mitigationstrategies-of-andean-people>



Árbol de Quinual utilizado como barreras vivas para protección de cultivos en la subcuenca del Achamayo.

Evaluación agrostológica en las subcuencas de Cunas, Shullcas y Achamayo



Responsables Raúl Yaranga y Ricardo Zubieta

Los pastos naturales como toda especie vegetal que se nutre de los contenidos minerales del suelo y el agua disponible, juega un rol muy importante en la disponibilidad hídrica del subsuelo; si los pastos son vigorosos y cubren casi la totalidad del suelo, entonces mantienen la humedad y retiene el agua superficial por periodos prolongados; este hecho es considerado como "efecto esponja", en el caso de los pastos depredados, estos dejan descubierto porcentaje considerable de suelo, lo que favorece la escorrentía superficial del agua de lluvias y los acción de los factores de erosión del suelo.

Batenbaum (2010) comenta que, la pradera es muy útil para la "regulación de los ríos, incluyendo la prevención de inundaciones", añadiendo que, parece ser la mejor herramienta para la gestión ambiental y de mantenimiento aplicables a los humedales.

Metodología

Se realizó una evaluación por muestreo de pastos naturales, que consistió en un recorrido o "transecto" a través de las áreas más representativas de las tres subcuencas en estudio, donde se realizaron lecturas de la frecuencia de participación de especies. En total se realizaron 48 muestreos en la subcuenca del Achamayo, 34 en la del Cunas y 18 en la del Shullcas.

Esto permitió identificar las áreas por condición de vegetación, teniendo en cuenta el índice de calidad, índice forrajero, índice suelo, índice de vigor una especie predominante, etc.

Avances

Se logró la identificación de áreas de pastizal según condición agrostológica para cada una de las subcuencas en estudios, según la clasificación de: excelente, bueno, regular, pobre y muy pobre.

Se encontraron notables diferencias entre las subcuencas del Shullcas, Achamayo y Cunas, debido entre otras razones a cantidad y tipo de ganado; tipo de suelos; tipo de organizaciones actualmente existentes; etc. Por ejemplo, en la subcuenca del Cunas, la existencia de organizaciones como la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochac, y las unidades de producción Consac y Pucará de la SAIS Tupac Amaru -que aplican algunas buenas prácticas de producción-, condicionan la existencia de pastos de calidad excelente y buena.

En base a esta información se vienen preparando mapas de situación agrostológica para cada una de las subcuencas mencionadas.

Medidas de adaptación identificadas

Entre las prácticas identificadas que podrían ser aplicadas para el mejoramiento de pastizales están: manejo de aguadas, retención de agua mediante zanjas de infiltración; repoblamiento con especies nativas, clausuras temporales, etc. Además, es clave el entendimiento de que el pasto natural es parte del ecosistema que integra al suelo y el agua, la alimentación del ganado y el almacenamiento de carbono.

De arriba hacia abajo: a) Pastos en condición excelente—Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochac; b) Pasto en condición buena—Consac, Cunas; c) Pasto en condición regular—Ingahuasi, Cunas; d) Pasto en condición pobre—Llamancacha, Shullcas; e) Pasto en condición muy pobre—Cebollayoc, Achamayo.

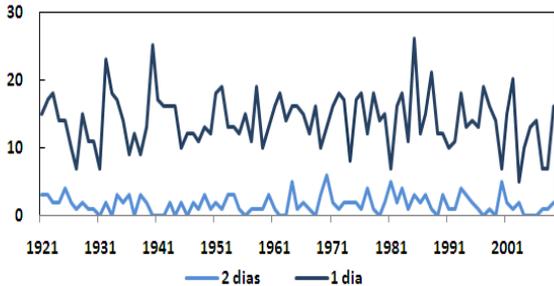
El estudio muestra la alta fragilidad de los pastizales ante las actuales formas de aprovechamiento aplicado por los ganaderos locales, situación que podría agravarse en los próximos años por cambios en la variabilidad y el cambio climático.

Análisis de tendencias de eventos extremos

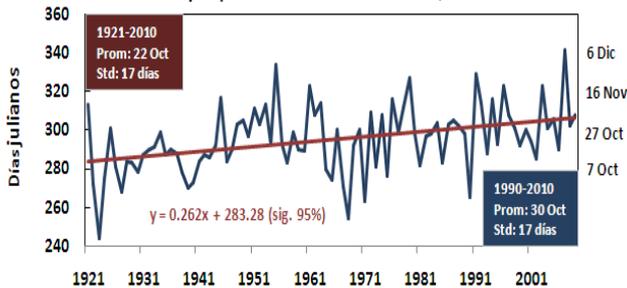
Responsables Yamina Silva, Grace Trasmonte y Kobi Mosquera

Utilizando datos diarios de lluvias y temperaturas mínimas y máximas del aire de la estación de Huayao (periodo 1921-2010), se calcularon las tendencias en las precipitaciones intensas, fecha de inicio de la temporada de lluvias y heladas, y del número de días cálidos extremos por año.

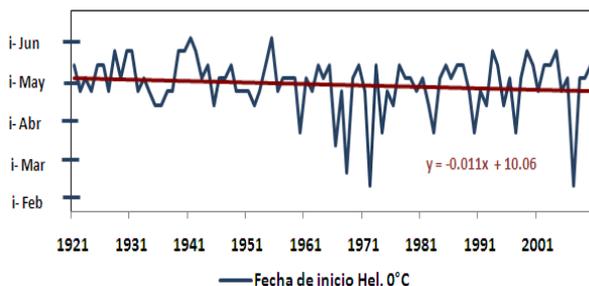
Número de eventos con lluvias mayor o igual a 10.7mm/día (P95)



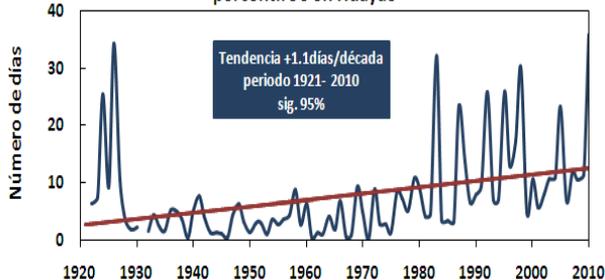
Variabilidad interanual de la fecha de inicio de las lluvias en Huayao para un valor umbral de 88,6 mm



Inicio de Temporada de Heladas ($\leq 0^{\circ}\text{C}$) - Huayao



Número de eventos con temperaturas máximas mayor a percentil 90 en Huayao



Lluvias intensas

Las lluvias intensas se identifican cuando la precipitación en un día es igual o supera el percentil 95 (lluvias en el 5% de valores más altos que se han presentado), se ha calculado el número de eventos por año (considerando desde el 1° de julio al 30 de junio del siguiente año) en las cuales la precipitación diaria sobrepasa el mencionado umbral.

Se ha encontrado que en promedio se presentan 14 eventos por año, con una variabilidad de +/- 4 días, habiéndose reducido a 11,6 eventos por año en la última década. En la Figura, número de días por año con lluvias diarias iguales o superiores al percentil 95 en Huayao.

Inicio de temporada de lluvias

Tomando como valor umbral el percentil 10 (P10) de las lluvias acumulada para el periodo julio-octubre (lluvias en el 10% de valores más bajos que se han presentado) de la lluvia acumulada para el periodo julio-octubre, se ha calculado la fecha de inicio de la temporada de lluvias para cada año.

Los resultados muestran una gran variabilidad de año a año, con una tendencia promedio positiva, que indica que en general hay un retraso de la fecha de inicio de las lluvias, de aproximadamente 20 días desde los años 20 del siglo pasado. En la figura, fecha (en días julianos) en que las lluvias acumuladas en Huayao superaron los 88,6 mm. (P10).

Inicio de temporada de heladas

Para las heladas de intensidad menor o igual a 0°C, se encontró que entre la década del veinte y cincuenta, la primeras heladas se presentaban sólo entre abril y junio, pero a partir de 1960 pueden iniciarse también entre mediados de febrero y fines de marzo.

Para todo el periodo (1921-2010) se ha obtenido una tendencia negativa, indicando, que durante las últimas 5 décadas la primera helada del año se está presentando más temprano. En la figura, fecha de inicio de temporada de heladas (menor igual a 0°C) en Huayao.

Temperaturas máximas extremas

En las temperaturas máximas se observa desde los ochentas, un fuerte incremento del número de días cálidos extremos, que superan el percentil 90 del período base 1971-2000, con valores por encima de los 10 días por año, hasta el valor histórico de 36 días ocurrido el 2010.

La tendencia promedio desde el año 1921 a la fecha, es de un día de incremento de día cálido por década, pero si se toma desde 1976 a la fecha, la tendencia promedio se ha duplicado (+2.3 días/década). En la figura, número de días por año con temperaturas máximas en Huayao, con valores superiores o iguales al percentil 90 (periodo base 1971-2000).

Avances de estudios específicos sobre clima y eventos meteorológicos extremos

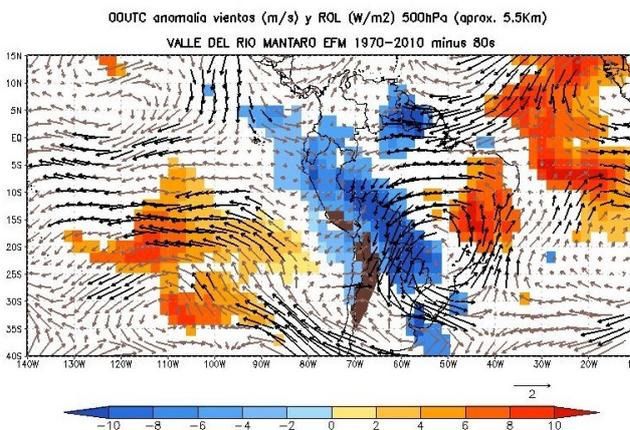
Caracterización de lluvias intensas en el valle del Mantaro

Responsable Juan Sulca

El objetivo del estudio es identificar los eventos de lluvias intensas en el valle del Mantaro durante el pico de la estación de lluvias (enero-marzo) ya al inicio de éstas (octubre-diciembre), así como la circulación atmosférica asociada a dichos eventos.

Se utilizan datos observados de lluvias de estaciones meteorológicas ubicadas en el valle y datos del Reanalysis I del NCEP- NCAR.

Se espera que este estudio siembre las bases teóricas para desarrollar a futuro un pronóstico de lluvias intensas en la zona del valle del Mantaro.



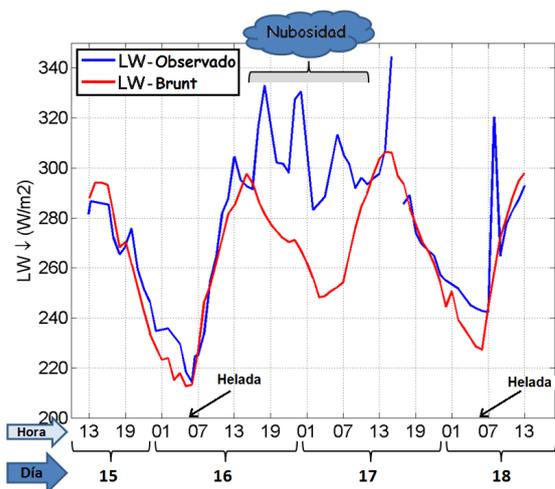
Anomalías de vientos (flechas) y radiación de onda larga ROL (colores) a aproximadamente 5km sobre la superficie durante un evento de lluvias intensas. Fuente: Reanalysis-NCEP-NCAR. Elaboración J. Sulca.

Cálculo de la cantidad de radiación infrarroja asociada a heladas mediante métodos empíricos

Responsable Miguel Saavedra

Se han aplicado diversos métodos empíricos para el cálculo de radiación infrarroja atmosférica en superficie ($LW\downarrow$). Para horas en que el cielo se encuentra despejado, estos se aproximan mejor a los datos observados.

En la Figura se observan los datos obtenidos durante una campaña de tres días realizadas en julio de 2010. En este periodo se presentaron dos heladas en las madrugadas del día 16 y 18 con temperaturas en superficie de -6 y -3 °C. Horas antes de estos eventos los métodos empíricos han aproximado con errores menores a 20 W/m^2 los datos observados, aun cuando la mitad del cielo se presentaba nublado. Adicionalmente, la investigación ha mostrado indicios de que las temperaturas mínimas puedan estar asociadas a vientos relativamente fuertes provenientes del Este.



Comparación entre los datos observados de $LW\downarrow$ y calculados de mediante el método empírico de Brunt. Entre los días 15 y 18 de Julio de 2010. Los datos fueron obtenidos mediante el pirgeómetro instalado durante el 2010 en el Observatorio de Huayao. Elaboración M. Saavedra.

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.

Relación entre precipitación e imágenes del satélite GOES

Responsable Jackelin Chacaltana

El presente estudio busca determinar si existe una relación directa entre la cantidad de precipitación que ocurre en el valle del Mantaro con la tipificación de nubosidad observada a través de imágenes del satélite GOES.

Este satélite está ubicado a 75° oeste a 36000 km de altura. Tiene dos funciones principales: como sondaje y como imagen que recoge la radianza atmosférica y terrestre en diferentes canales: visible, infrarroja y vapor de agua, y la información que genera se relacionará con los datos sobre nubosidad tomados en el Observatorio de Huancayo del IGP. La técnica con la que se trabajará será la de redes neuronales artificiales.



Vista de la nubosidad en el valle del Mantaro.

Mini red meteorológica en el valle del Mantaro: Primeros resultados



Observador meteorológico de la mini red, realizando mediciones en Rangra, subcuenca del río Achamayo.

Responsables: Raquel Orozco, Ken Takahashi, Miguel Saavedra, Franklin Blanco y Luis Ocampo

La mini red meteorológica básica (temperatura y lluvia) de alta densidad en las zonas de interés del proyecto MAREMEX se encuentra consolidada. Esta mini red busca apoyar la capacidad de gestión de riesgos ante eventos meteorológicos extremos por parte de las comunidades, y paralelamente contribuir con información de primera mano para el estudio de los aspectos físicos de dichos eventos, y está formada por instrumentos sencillos, económicos y fáciles de operar por personal no técnico.

Se ha continuado contando con el apoyo de las Comunidades Campesinas de Quilcas, Acopalca y San Jarpa, ubicadas en las subcuencas de los ríos Achamayo, Shullcas y Cunas, respectivamente. Asimismo con el apoyo de REDES, CARE y Grupo Yanapai.

Experiencia con la operación

La implementación de la mini red meteorológica en la región de estudio de MAREMEX Mantaro ha resultado exitosa. En octubre 2010 se instalaron 40 estaciones pluviométricas, principalmente en centros poblados rurales, se capacitó a los pobladores y se les proporcionó el material necesario para poder llevar el registro de las observaciones.

Hubo gran diversidad en las condiciones bajo las que se hicieron las instalaciones, en varios casos centros comunales y escuelas, pero también en otros ambientes públicos o privados, como patios de viviendas o tierras de cultivo. Un 10% de las estaciones instaladas tuvieron que ser reubicadas posteriormente a su instalación debido a que los observadores encargados de su control consideraron que no tendrían suficiente tiempo para llevar a cabo las mediciones. Adicionalmente solo uno de los pluviómetros (2.5%) se perdió sin poder recuperarlo.

Además de los pluviómetros se instalaron 10 termómetros, pero debido a la complejidad de su uso, su operación no ha sido tan exitosa, por lo que se está replanteando la metodología de medición para la próxima campaña de instalación de termómetros para la temporada de heladas que ya empieza.



Personal del proyecto capacita a los promotores rurales de la subcuenca del Cunas en el uso de los termómetros.

Control de las estaciones y toma de datos

El personal del IGP viene recorriendo las estaciones cada uno o dos meses para recoger las mediciones de lluvia, reforzar la capacitación en la toma de datos, así como recoger los comentarios de los pobladores.

Hacia el final de la temporada de lluvias, más de 30 estaciones continuaban operativas, superando las expectativas iniciales, y los registros en general fueron de buena calidad, aunque se continúa realizando el control de calidad detallado en coordinación con los observadores correspondientes.

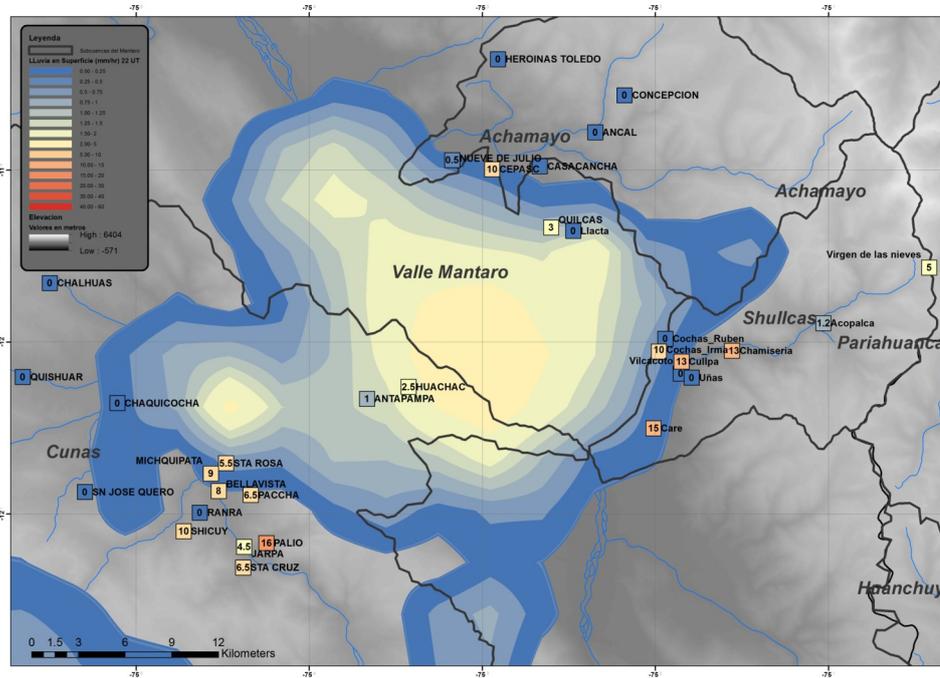
Algunas de las estaciones se encuentran en comunidades aisladas a las que son difíciles de llegar durante la temporada lluviosa, por lo que aún no se han recogido los registros correspondientes.

Se capacitó en la toma de datos a hombres, mujeres y niños; pero inicialmente fueron mayoritariamente varones los que asumieron el rol de observadores meteorológicos. Posteriormente, y debido a la continuidad necesaria para la toma de datos, muchos de los observadores empezaron a encargar la función a sus hijos, esposas y otros familiares, por lo que en vez de contar con observadores, se cuenta en muchos casos con "familias observadoras".



Pluviómetros en Quishuar (San José de Quero) y Paccha (San Juan de Jarpa), ambos en la subcuenca del río Cunas.

A grandes rasgos se observó coherencia entre los datos registrados, particularmente en relación a periodos secos o veranillos, confirmando que estos eventos abarcan una escala al menos del tamaño del valle. Sin embargo, un aspecto bastante interesante de los datos fue la gran variabilidad espacial de las lluvias intensas. Poblaciones alejadas pocos kilómetros entre sí pudieron confirmar diferencias en las decenas de milímetros.



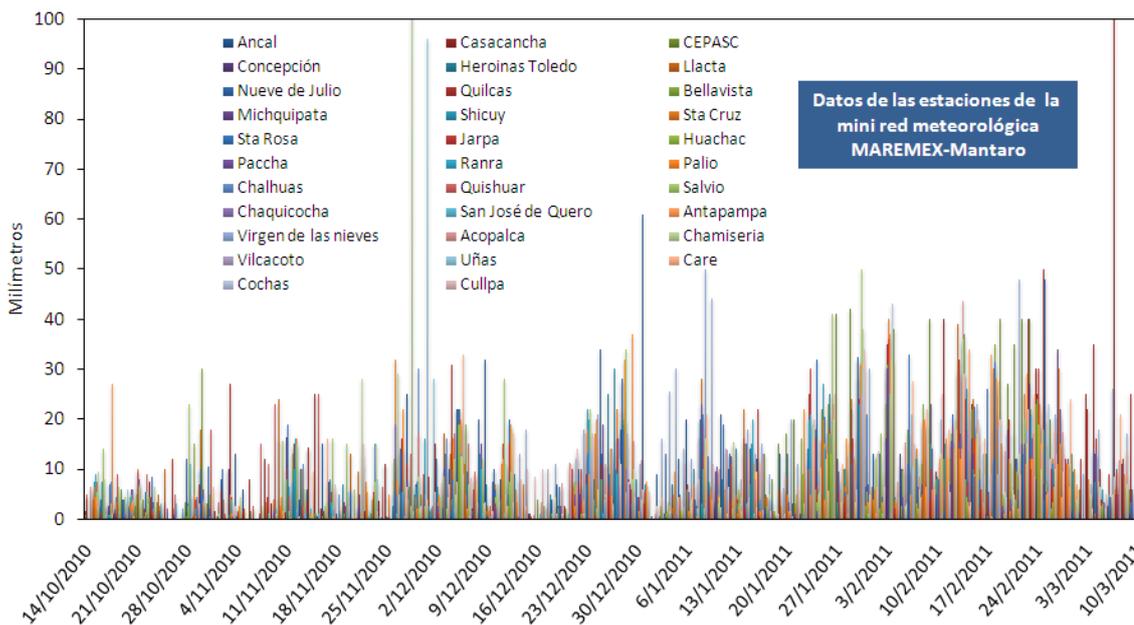
Esta variabilidad incluso supera la resolución espacial del radar TRMM (ver figura) y enfatiza la necesidad de tener una alta densidad de mediciones para reproducir adecuadamente los eventos intensos.

Lluvia diaria registrada el día 28 de enero de 2011, junto con la lluvia instantánea medida por el radar TRMM a las 5 pm del día anterior. Elaboración S. Chavez.

Debido a la continuidad necesaria para la toma de datos, muchos de los observadores empezaron a encargar la función a sus hijos, esposas y otros familiares, por lo que en vez de contar con observadores, se cuenta en muchos casos con "familias observadoras".

Temporada de lluvias 2010-2011

La temporada de lluvia 2010-2011 presentó varios impactos asociados a lluvias en el valle del Mantaro. El Instituto de Defensa Civil (INDECI) registró más de 60 emergencias en la zona, principalmente por inundaciones. Los datos de lluvia de la minired sugieren, sin embargo, que estas emergencias no estuvieron asociadas con días específicos anormalmente lluviosos, sino con la persistencia de las lluvias. Es interesante que la comunidad de Ranra usó las mediciones de lluvia realizadas como sustento para una demanda de ayuda ante INDECI, hecho que muestra cómo el acceso a información base local incrementa la capacidad de gestión de las poblaciones.



Lluvia diaria (en milímetros) medida en las 40 estaciones de la minired de MAREMEX-Mantaro entre octubre 2010 y marzo 2011. La variabilidad entre una estación y otra es muy alta. Elaboración K. Takahashi.

Características de los sectores productivos priorizados

Como parte del análisis socioeconómico de vulnerabilidad, se han priorizado 4 sectores productivos: Agricultura, Ganadería, Forestales y Piscicultura. En esta sección se presenta información básica sobre cada uno de ellos, que permita un mejor entendimiento del contexto en el cual se viene desarrollando MAREMEX-Mantaro.



Cosecha de papa en la localidad de Huachac.



Vista superior: Plantones de pino del vivero del "Comité Conservacionista" de la Comunidad de San Antonio en la subcuenca de Achamayo.
Vista inferior: El Eucalipto es la principal fuente de leña para las familias del valle.

Agricultura

Responsable Lucy Giraldez

La agricultura del valle del Mantaro provee con importantes productos (papa, maíz, zanahoria, arveja, habas, cebolla serrana y olluco (BCRP, 2010) a las principales ciudades de la costa, como la capital del país, Lima; y se caracteriza por la estratificación en niveles de explotación agrícola: alta, media y baja según los tres pisos altitudinales que presenta: zona agrícola (3200 - 3500 msnm), donde el maíz es el principal cultivo y se concentra la mayor población; zona mixta agrícola/pecuaria (3500 - 3950 msnm), sembrándose papa y otros cultivos andinos; y sobre los 3950 msnm una zona principalmente ganadera (Mayer, 1981).

Existe además una gran parcelación de la tierra, con cerca de un 80% de parcelas pertenecientes a muy pequeños, pequeños y medianos productores, que tienen como característica la diversificación de cultivos, lo que impide su inserción en mercados muy grandes (por ejemplo para exportación). Por otro lado, esta diversificación es un mecanismo de protección ante eventos climáticos y meteorológicos extremos (Torres, 2008) y variaciones en el mercado.

La producción de los cultivos está fuertemente influenciada por la incidencia de factores como el comportamiento climático, suelo, agua, nivel de erosión, escasa inversión en insumos (GRA-J, 2008), etc. Además la superficie agrícola está compuesta por un 25% de tierras bajo riego y un 74.9% de tierras de secano (INEI, 1994).

Forestal

Responsables Mariana Vidal, Claudia Zuleta, Francois Jost, Gregory Amos y Fernando Medina

Las primeras plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en el Perú, fueron realizadas por la Iglesia Católica en terrenos de la Misión de Ocopa, cercana a la ciudad de Huancayo, valle del río Mantaro (INFOR, 1985). El éxito de dichas plantaciones marcó un hito en la reforestación moderna en el país. Esta especie fue adoptada rápidamente por el poblador andino, siendo distinguida por su rápido crecimiento, sus múltiples usos y el atractivo valor comercial de la madera. Hoy en día, el eucalipto predomina en el paisaje forestal del Mantaro. Este es plantado en pequeñas plantaciones familiares o plantaciones de tipo comunales, con el fin de obtener leña, material de construcción, y para vender la madera, como una forma de ingreso económico para los pobladores locales.

Otras especies forestales valiosas para el poblador del Mantaro son el Pino (*Pinus radiata*), Quenuel (*Polylepis spp.*), Ciprés (*Cupressus sp.*), Aliso (*Alnus jorullensis*), Mutuy (*Cassia hookeriana*), Qolle (*Buddleja Coriacea*) y Ceticio (*Cytissus racemosa*). De ellas obtienen productos maderables (tanto para venta como para construcción de casas, herramientas, etc.), además de productos no maderables (leña, frutos, medicinas, etc.), también se utilizan asociados a sistemas de producción como la agroforestería y en obras mecánicas de conservación de suelos, tales como las terrazas de formación lenta y zanjas de infiltración.

El objetivo general de la investigación es evaluar el componente forestal como complemento a las actividades económicas de los pobladores, y como proveedor de diversidad de bienes y servicios. En el marco del cambio climático, se estudia la contribución de los árboles para la adaptación de diferentes sistemas productivos y protección de éstos frente a fenómenos climáticos extremos como heladas y sequías en la Región. Con alrededor de 1'190,673.75 has. de tierras con aptitud forestal solo en el departamento de Junín (INIA, 2005), las plantaciones forestales en el Mantaro tienen gran potencial para crecer en importancia y en beneficios para los pobladores de la región.

Responsable Enma Núñez

El sistema de producción ganadero predominante en el ámbito de trabajo del Proyecto MAREMEX-Mantaro, es el sistema de crianza familiar e interfamiliar que manejan un rebaño mixto, conformado por vacunos y ovinos criollos principalmente, con buena rusticidad y adaptación al medio, pero bajos niveles de producción de leche, lana, y carne. Pastoreado en determinadas áreas de propiedad comunal, los mismos que se encuentran con pastizales depredados y suelos erosionados y son los que ocupan el mayor porcentaje de las áreas de pastoreo en las subcuencas. En caso de las empresas comunales y la gran empresa como la SAIS, el pastoreo es rotativo y con manejo tecnificado.

El ganado vacuno en el valle del Mantaro y algunas zonas alto andinas, han alcanzado cierto nivel tecnológico, con la introducción de pastos cultivados y la utilización de la inseminación artificial en el mejoramiento ganadero y como consecuencia se ha visto un incremento de la producción lechera, siendo en promedio de 10 a 15 Lts/día por animal.

Para los ganaderos, es importante tener animales sanos y en buen estado ya que da múltiples beneficios al sistema productivo: contribuye a la seguridad alimentaria de la familia, es fuente de ahorro y capitalización (fácilmente movable para enfrentar situaciones difíciles), tracción y transporte y provisión de estiércol.

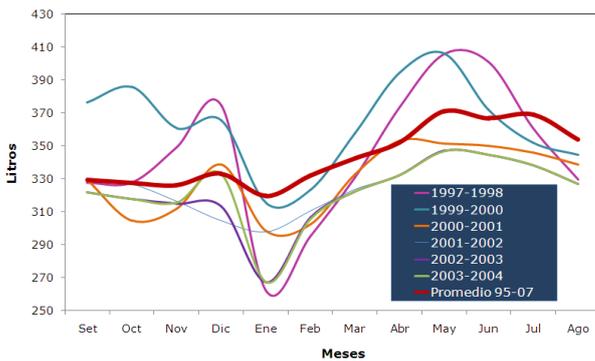
El objetivo de la investigación es evaluar el efecto de los eventos meteorológicos extremos en la ganadería, así como identificar la vulnerabilidad de estos sistemas productivos para mejorar su capacidad de adaptación y gestión frente a estos riesgos. La metodología tiene dos fases: Primero un trabajo de campo (transecto y línea de base), análisis de la información relevante sobre la población, producción de ganado vacuno y ovino; y en segundo lugar la caracterización de las variables temperatura y precipitación y su correlación con variables productivas (leche y lana).



Ganado ovino en Ñahuinpuquio, Anexo de Rangra, distrito de Quilcas, en la subcuenca del río Achamayo.

El sistema de producción ganadero predominante es el sistema de crianza familiar e interfamiliar que maneja un rebaño mixto - principalmente vacunos y ovinos- con buena rusticidad y adaptación al medio, pero bajos niveles de producción.

Comportamiento anual de la producción de leche



Un análisis preliminar permite identificar una correlación múltiple alta entre las variables temperatura, precipitación y producción de leche. Al analizar el comportamiento de la producción de leche promedio de 13 años, se observa que entre los meses de enero-febrero donde puede descender de un 12 a 15% si las lluvias son intensas. Elaboración E. Núñez.

Piscicultura

Responsable Jahir Anicama

La trucha ha alcanzado un importante desarrollo en diversas regiones, principalmente en zonas altoandinas y su cultivo está dirigido al mercado local como para la exportación. La región Junín, en la sierra central del Perú, es una de las más importantes zonas de producción de truchas del país, está conformada por asociaciones y piscifactorías; las cuales lograron producir en el año 2003, 1337 TM; en el año 2006, 1651 TM y en el año 2008, 2078 TM (PRODUCE, 2008). La mayoría de las truchas cultivadas se comercializan en estadio fresco.

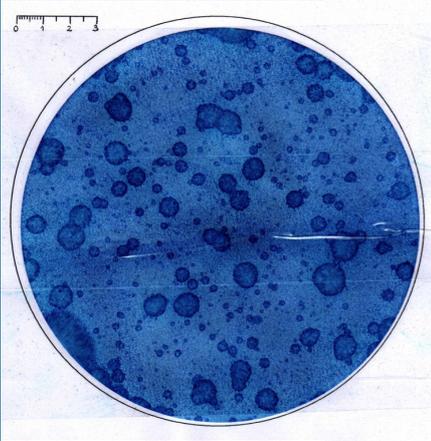
En el valle del Mantaro se presenta dos tipos de sistemas acuícolas: en pozas o en jaulas. Los factores que más influyen sobre la temperatura de las pozas son la radiación solar, temperatura del aire, velocidad del aire, humedad, turbidez del agua y la morfología de la poza. La mayoría de los tipos de desarrollo de las piscigranjas son: de subsistencia y menor escala.

El tipo de piscigranja que se encuentra más extendida es la de menor escala y de monocultivo, teniendo una presencia muy representativa la crianza de truchas. Las piscigranjas son desarrolladas en ecosistemas de ríos y lagunas, y su manejo sanitario obedece a una conducta reactiva ante la emergencia de signos clínicos en las truchas de las piscigranjas del valle. El estudio busca determinar los impactos de eventos meteorológicos extremos en la producción de truchas.



Vista de una piscigranja en la subcuenca de Achamayo.

Algunas técnicas y metodologías utilizadas en los estudios de MAREMEX-Mantaro



Muestra de papel de filtro con las marcas de las gotas de lluvias tomadas durante 20 segundos en una lluvia fuerte el 24/01/2011 en la ciudad de Huancayo. Toma de muestras S. Chávez, J. Chacaltana

Medición de la distribución del tamaño de gotas de lluvia

Responsable Steven Chávez

La técnica de papel de filtro para la medición de la distribución del tamaño de gotas de lluvia permite obtener una distribución del tamaño de gotas (DSD), - en este caso para los Andes Centrales Peruanos -, con el fin de utilizar la DSD en los algoritmos que determinan la lluvia a partir de mediciones de radar y validarlas. Esta técnica permite además calcular directamente la razón de lluvia y la reflectividad, que son función del radio de las gotas.

La técnica es relativamente simple: un papel de filtro teñido con azul de metileno y expuesto al agua cambiará a un color azul oscuro. Si dejamos caer gotas de agua de sobre el papel de filtro previamente teñido, podemos determinar la relación entre el tamaño de las manchas oscuras y los diámetros de las gotas de agua incidentes, donde el tamaño de la mancha azul oscura es relacionada con el volumen de agua de una gota dada. Para las mediciones se ha utilizado papel Watman Nro. 1, el cual ha sido calibrado y usado en estudios previos (Rinehart, 1998).

Las mediciones se llevaron a cabo durante la temporada de lluvias 2010-2011 en las tres subcuencas de estudio: Shullcas, Achamayo y Cunas.

Las mediciones se llevaron a cabo durante la temporada de lluvias 2010-2011 en las tres subcuencas de estudio: Shullcas, Achamayo y Cunas.

Mediciones de perfil de vientos en el valle del Mantaro

Responsables Ken Takahashi y Luis Flores

El IGP ha instalado en el Observatorio de Huancayo un radar BLTR ("Boundary Layer-Troposphere Radar") que mide continuamente el perfil de los vientos hasta una altitud de cerca de 8 km sobre el nivel del mar.

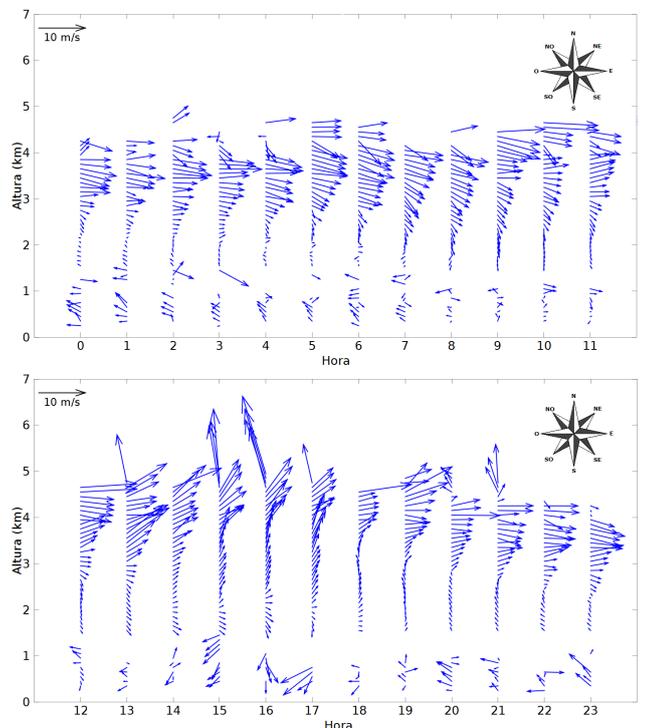


Vista parcial del radar BLTR, el cual está conformado por un arreglo de 27 dipolos.

Estas mediciones están siendo analizadas dentro del proyecto MAREMEX Mantaro con el propósito entender los mecanismos físicos responsables de eventos extremos como sequías, heladas y lluvias intensas, además de ser utilizados para la validación de

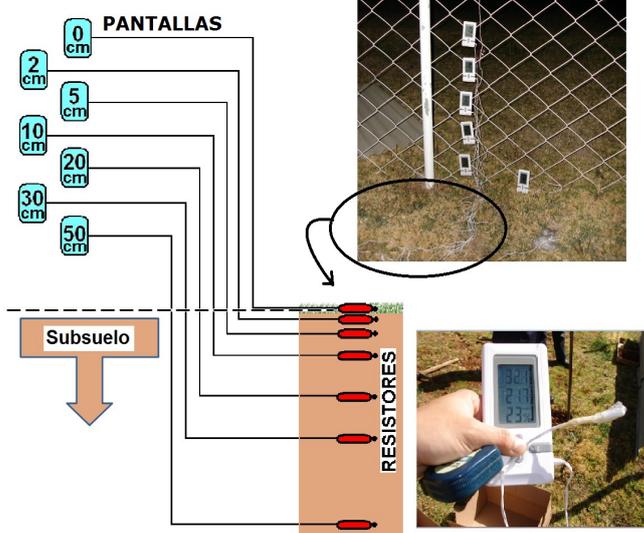
los modelos numéricos atmosféricos de alta resolución.

Próximamente, estos datos serán accesibles en tiempo casi real, lo cual será de utilidad para el monitoreo y predicción de los eventos extremos, así como para aplicaciones aeronáuticas, entre otras.



Ciclo diario del viento horizontal (u,v) a diferentes alturas. Los datos corresponden al mes de Julio de 2010 y fueron registrados. Elaboración M. Saavedra

Esquema del arreglo para medir temperaturas del subsuelo



Esquema del método utilizado para la medición de temperaturas del subsuelo. Elaboración M. Saavedra.

Método alternativo para la medición de temperaturas del subsuelo

Responsable Miguel Saavedra

Como parte complementaria de la investigación relacionada a heladas, se necesitaba hacer mediciones de temperaturas sub superficiales. Ante la falta de suficientes termómetros especializados para realizar esta tarea, se acudió a un método alternativo.

Se utilizaron termómetros caseros de muy bajo costo. Estos estaban compuestos de una pantalla, un termistor incorporado en la parte posterior de este y de otro que se ubicaba al extremo de un cable de 3 m. La pantalla mostraba los valores de temperatura registrados por los termistores, los cuales fueron enterrados a siete diferentes profundidades del subsuelo.

El método constó principalmente en medir, en intervalos de una hora, las temperaturas instantáneas de los termistores ubicados al extremo de los cables. Se espera que los datos obtenidos sean utilizados como condiciones iniciales de un modelo para pronóstico de heladas para el valle del Mantaro.

El radar BLTR instalado por el IGP en el Observatorio de Huancayo permite la medición continua del perfil de los vientos hasta una altitud de cerca de 8 km sobre el nivel del mar.

Avances de los estudios sobre geodinámica superficial el valle del Mantaro

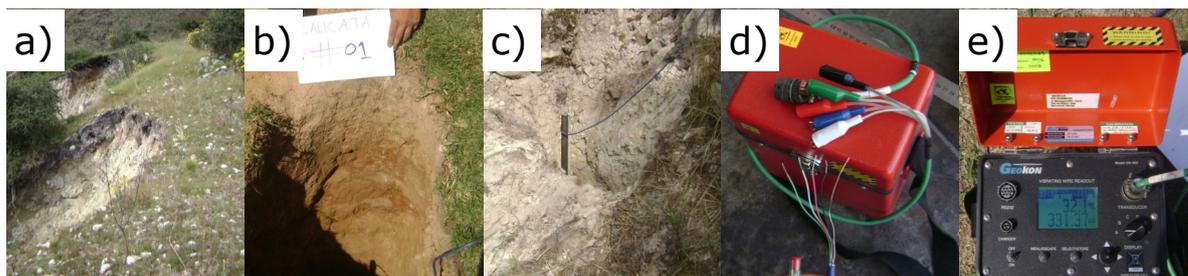
Vulnerabilidad física: Umbrales de precipitación como detonantes de deslizamientos y flujos torrenciales

Responsables Marco Moreno y Luis Céspedes

La presencia de precipitación intensa en las laderas o zonas de alta pendiente produce efectos negativos en la estabilidad de las mismas, ya que disminuye la resistencia a la rotura de determinadas superficies, siendo la presión del agua en los poros la que incrementa las fuerzas que tienden al deslizamiento. Para la medición de estas presiones en el valle del Mantaro, se utilizaron piezómetros de hincado, que indican la presión que ejerce el agua en los poros a una profundidad previamente determinada.

Estas mediciones se están llevando a cabo en zonas como la comunidad campesina de Rangra, donde toda el área, donde la comunidad está asentada, es susceptible a generar deslizamientos, situación que incrementa significativamente su nivel de vulnerabilidad por las condiciones de suelo y geomorfología que posee el lugar, afectando tanto infraestructura de vivienda como de comunicación. Para esta zona la evaluación de vulnerabilidad física, tienen mayor importancia las características geomorfológicas y tipo de suelo.

La comunidad campesina de Rangra se encuentra en la subcuenca del río Achamayo, y se espera que la información generada pueda ser utilizada en la elaboración de planes locales de gestión de riesgos.



Metodología a seguir para la obtención de los datos de las presiones intersticiales o de poros: a) Localización del escarpe, b) Elaboración de la calicata c) Instalación del piezómetro de hincado d) Acoplar los alambres del piezómetro con el cable transductor del lector de datos e) Toma de datos de la presión de poros que se muestra en el lector de datos. Elaboración M. Moreno

Eventos extremos no meteorológicos: Enfoque desde la Geodesia espacial



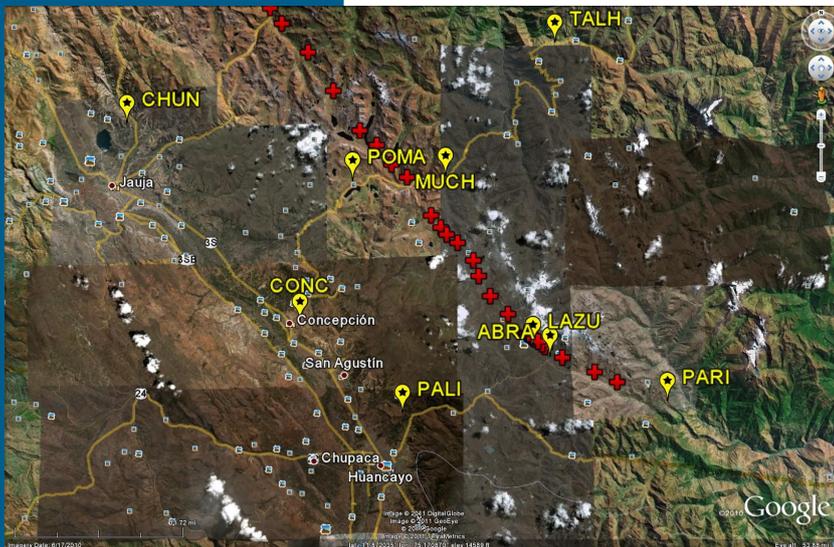
Estación GPS típica instalada en los Andes Centrales Peruanos.

La Dirección de Geodesia Espacial y Peligros Geofísicos del IGP realiza actividades de investigación que contribuyen a ampliar el conocimiento que se tienen sobre el ciclo de eventos geofísicos extremos en el Perú, como son terremotos, erupciones volcánicas, deslizamientos naturales y antrópicos, etc. El objetivo principal es identificar indicadores que anticipen la ocurrencia de estos eventos extremos.

Los estudios se realizan utilizando técnicas de geodesia espacial (GPS e INSAR), geodesia marina, redes micro-sísmicas locales y análisis de perturbaciones electromagnéticas en la atmósfera y métodos de prospección geofísica. En particular, la prospección geofísica también es aplicada en la evaluación de recursos naturales y conservación del ambiente en actividades económicas extractivas.

Algunas de las instituciones con las que se colabora en materia de investigación incluyen al Instituto Tecnológico de California (CALTECH), a la Carnegie Institution of Washington (CIW/DTM), la Universidad de Miami (UM), la Universidad de California San Diego (UCSD) y Penn State University.

A continuación se describen las actividades específicas que se vienen realizando en la cuenca del Mantaro utilizando estas técnicas.



Distribución de monumentos de control geodésico en la Falla del Huaytapallana. La secuencia de cruces rojas blancos representa la extensión de la falla y los globos de color amarillo los monumentos geodésicos instalados. Elaboración E. Norabuena.

súbitamente con respecto a la otra originando la resistencia de contacto entre ambas.

Tradicionalmente la actividad de las fallas geológicas era registrada mediante sismógrafos que detectan las ondas sísmicas generadas por el sismo y sus réplicas. Sin embargo, la existencia de nuevas tecnologías satelitales como el Sistema Global de Navegación Satelital (GNSS) y Sistemas de Radar Satelital (SAR) es posible medir el grado de desplazamiento en la falla a la precisión de milímetros por año antes de que ocurra el evento extremo del sismo: el Terremoto. Estos eventos extremos son procesos recurrentes en el tiempo y su magnitud se puede estimar mediante modelos matemáticos utilizando los desplazamientos horizontales alrededor de la falla medidos con el GPS o la interferometría satelital.

Por este motivo, la Dirección de Geodesia Espacial y Peligros Geofísicos en coordinación con el proyecto MAREMEX, han iniciado una vigilancia de los desplazamientos horizontales en la Falla del Huaytapallana mediante la instalación de un red geodésica de 09 puntos de control, con lo que se espera que pronto se provea de información que contribuya a mitigar los impactos negativos de un evento sísmico extremos en esta región.

Para mayor información, contactar:

edmundo.norabuena@igp.gob.pe

www.igp.gob.pe/geodesy

Geodesia espacial en la cuenca del Mantaro

A 20 km al NE de la ciudad de Huancayo, yace un peligro geológico de alto potencial destructivo para toda la región: la Falla del Huaytapallana. Esta falla se ubica sobre los 4,400 m de altura, a los pies de la cordillera del mismo nombre, es de tipo inverso y tiene una extensión aproximada de 100 km. Su más reciente actividad se remonta a 1969 cuando dos sismos de magnitudes 5.9 y 6.2 sacudieron toda esta región ocasionando desplazamientos horizontales de terreno de 0.70m y verticales de hasta 2.0 metros.

Una falla geológica puede ser descrita—de una manera simple—, como dos superficies en contacto (discontinuidad) que están sometidas a fuerzas tectónicas de igual magnitud y opuestas en dirección. Cuando estas fuerzas exceden la resistencia de contacto entre ellas, una de ellas se desplaza

Información periodística como insumo para la investigación sobre impactos

Los medios de comunicación tienen un papel muy importante en la difusión de información sobre eventos meteorológicos extremos y sus impactos en la población, y los periódicos tienen el valor adicional de dejar un testimonio escrito al respecto. La información que brindan sirven para contrastar los datos meteorológicos existentes, que de esta forma pueden asociarse con los impactos que ocasionan a la población, tanto en términos de afectados y damnificados, como de infraestructura afectada.

Una de las bases de datos sobre noticias que se empleó en el marco de las investigaciones en curso fue DESINVENTAR (www.desinventar.org), de fácil uso y accesibilidad, y con la información suficiente para permitir un primer acercamiento general a las estadísticas sobre desastres, en esta caso causados por los eventos meteorológicos identificados en el proyecto (Gigandet, 2010).

Base de datos de diarios locales

Responsable Marco Poma

Con el fin de contar con información más detallada sobre los eventos extremos y sus impactos a nivel del valle del Mantaro, se construyó una base de datos de noticias locales obtenidas de periódicos regionales, principalmente de El Correo de Huancayo.

La base de datos se construyó en el programa Access, y además de los principales datos (tipo de evento, fecha, lugar de ocurrencia, etc.) se cuenta con una imagen de la noticia en pdf. Si bien la base de datos tiene como principal limitación la presencia de vacíos de información, ha resultado ser una herramienta útil para la identificación de eventos y sus impactos, así como la forma en que población y autoridades reaccionan ante eventos de esta naturaleza.

La base de datos puede descargarse en:

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



La identificación de eventos extremos y sus impactos ha facilitado el análisis de eventos puntuales. Fuente El Correo de Huancayo.

Determinación de umbrales de eventos extremos y los medios de comunicación

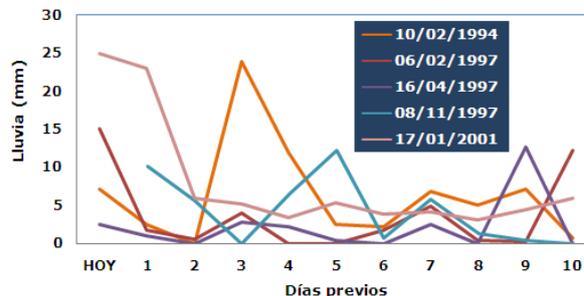
Responsable Karen Latinez

En el marco de esta investigación se planteó la pregunta ¿Qué determina que un evento extremo meteorológico aparezca como una noticia en los diarios?. Para ello se decidió determinar un umbral para cada evento meteorológico extremo que sea determinante para la aparición de éstas en los diarios locales: heladas, sequías y lluvias intensas, así como eventos asociados. Asimismo, determinar un umbral tomando en cuenta el sector, llámese agricultura, salud, ganadería, etc., limitándose la información al valle del Mantaro, principalmente en las provincias de Chupaca, Concepción y Huancayo.

La principal base de datos utilizada fue DESINVENTAR, y en forma complementaria la base de datos de noticias del diario El Correo de Huancayo, preparada en el marco de las actividades del proyecto MAREMEX-Mantaro; de ellas se obtuvieron las fechas más relevantes para cada uno de los eventos meteorológicos extremos. Entre algunas de las consideraciones que se han tenido para el análisis están: eventos extremos de importancia que no aparecen en los diarios y que por lo tanto no ingresaron al análisis; datos meteorológicos perdidos; subjetividad del periodista; etc.

Para la determinación de los umbrales de cada uno de los tipos de eventos se vienen realizando análisis específicos. Por ejemplo, para el caso de lluvias extremas, la mayor cantidad de eventos se relacionan a lluvias continuas que debilitan las estructuras (casas, escuelas, etc.) y finalmente colapsan. Por ello los eventos identificados fueron la fecha de inicio para determinar el punto de acumulación de lluvias a 5, 10 y 15 días anteriores del evento en cada distrito, determinar la cantidad estimada de lluvia que se acumula en esos días, y ver si esa cantidad esta relacionada con el evento mencionado.

Lluvia registrada en el Observatorio de Huayao, 10 días previos al evento



Lluvia registrada en el Observatorio de Huayao, 10 días antes de ocurridos eventos que ocasionaron impactos negativos en localidades aledañas. Datos: Estación de Huayao—IGP. Elaboración K. Latinez.

La información que brindan los medios de prensa sirven para contrastar los datos meteorológicos existentes, que de esta forma pueden asociarse con los impactos ocasionados a la población.

Otras facilidades del Instituto Geofísico del Perú en los Andes Centrales



Vista del Radio Observatorio Astronómico de Sicaya—ROAS

A las facilidades del Observatorio de Huancayo descritas en el Boletín Nro. 1, se suman las facilidades del Radio Observatorio Astronómico de Sicaya - ROAS. Los terrenos e instalaciones del ROAS fueron donados al IGP por Telefónica del Perú el 2008, y cuenta con una antena parabólica de 32 metros de diámetro, la que se ha transformado en un potente Radio Telescopio con el apoyo del Observatorio Astronómico Nacional del Japón.

El 25 de febrero del 2011 se logra recibir la primera señal de un objeto estelar que tiene en su atmósfera los maser de metanol, son nubes de moléculas de metanol que emiten señales a 6.7 GHz. Este acontecimiento marca el inicio de las observaciones que permitirán conocer de los procesos físicos y químicos que ocurren en las estrellas en formación, contribuyendo al conocimiento del pasado de los sistemas planetarios como el nuestro. Desde el ROAS se podrán hacer observaciones que conducirán a importantes investigaciones en Astrofísica.

En un país como el nuestro donde las ciencias y especialmente la Astronomía está completamente relegada, un instrumento de esta naturaleza nos ubica a la par de muchos otros países que tienen la Radio Astronomía bien desarrollada. Así, el ROAS está en camino de convertirse en un laboratorio nacional de investigación a disposición de las universidades del país que cuenten con programas de postgrado en Astronomía, Electrónica, Física, Informática, etc.

Antonio Brack
Ministro del Ambiente

Ronald Woodman
Presidente Ejecutivo
IGP

Jorge Chau
Director Técnico IGP

Ken Takahashi
Director Investigación
en Variabilidad y
Cambio Climático IGP

Alejandra Martínez
Directora Proyecto
MAREMEX-Mantaro

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

Créditos de fotografías: Carátula: A. Martínez; Pág. 3: L. Avellaneda, A. Iju; Pág. 4.: C. Zuleta; Pág. 5: R. Yaranga ; Pág. 7: K. Takahashi; Pág. 8: M. Saavedra; Pág 10: L. Giráldez, C. Zuleta; Pág. 11: E. Núñez, J. Anicama; Pág. 12: L. Flores; Pág. 13: M. Moreno, L. Céspedes; Pág. 14: E. Norabuena; Pág. 16 J. Ishitsuka.

- Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), 2010. Caracterización del departamento de Junín, Departamentos de estudios económicos - Sucursal Huancayo, Pag. 4.
- Batenbaum, J. C., 2010 :Les prairies pourraient lutter contre le changement climatique. En línea disponible en: www.actualites-news-environnement.com/22609-prairies-changement-climatique.html 03-12-2010, Consulta: 02 de diciembre de 2010.
- De la Cadena, M. 1988: Comuneros en Huancayo: Migración campesina a ciudades serranas. Documento de trabajo Nro. 25. Instituto de Estudios Peruanos.
- Gerencia Regional de Agricultura Junín (GRA-J), 2008. Portal Agrojunin – temática agrícola. <http://www.agrojunin.gob.pe/agrojunin/temas/agricola/>
- Gigandet, S. 2010: "Análisis of disaster database Desinventar used for the quantification of extreme meteorological events in the Mantaro valley, Central Peruvian Andes. Instituto Geofísico del Perú. 77-82 pp.
- INEI, 1994. III Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO - Perú).
- INFOR (1985). Ensayos de especies forestales exóticas y guía para su zonificación en la sierra peruana". Instituto Nacional Forestal y de Fauna/MINAG/FAO Holanda/INFOR.
- INIA(2005) Zonificación del Cultivo de Alcachofa en el Departamento de Junin. Disponible en: www.inia.gob.pe/notas/nota029/
- Mayer E., 1981. Uso de la tierra en los andes. "Ecología y Agricultura en el valle del Mantaro del Perú con referencia especial a la papa". CIP, Departamento de ciencias sociales, Lima - Perú.
- PRODUCE, 2008: Información sectorial— Cifras estadísticas Acuicultura. Lima—Perú.
- Rinehart, R., 1998: Radar for Meteorologist. Rinehart Pub; 3rd edition Appendix F.