

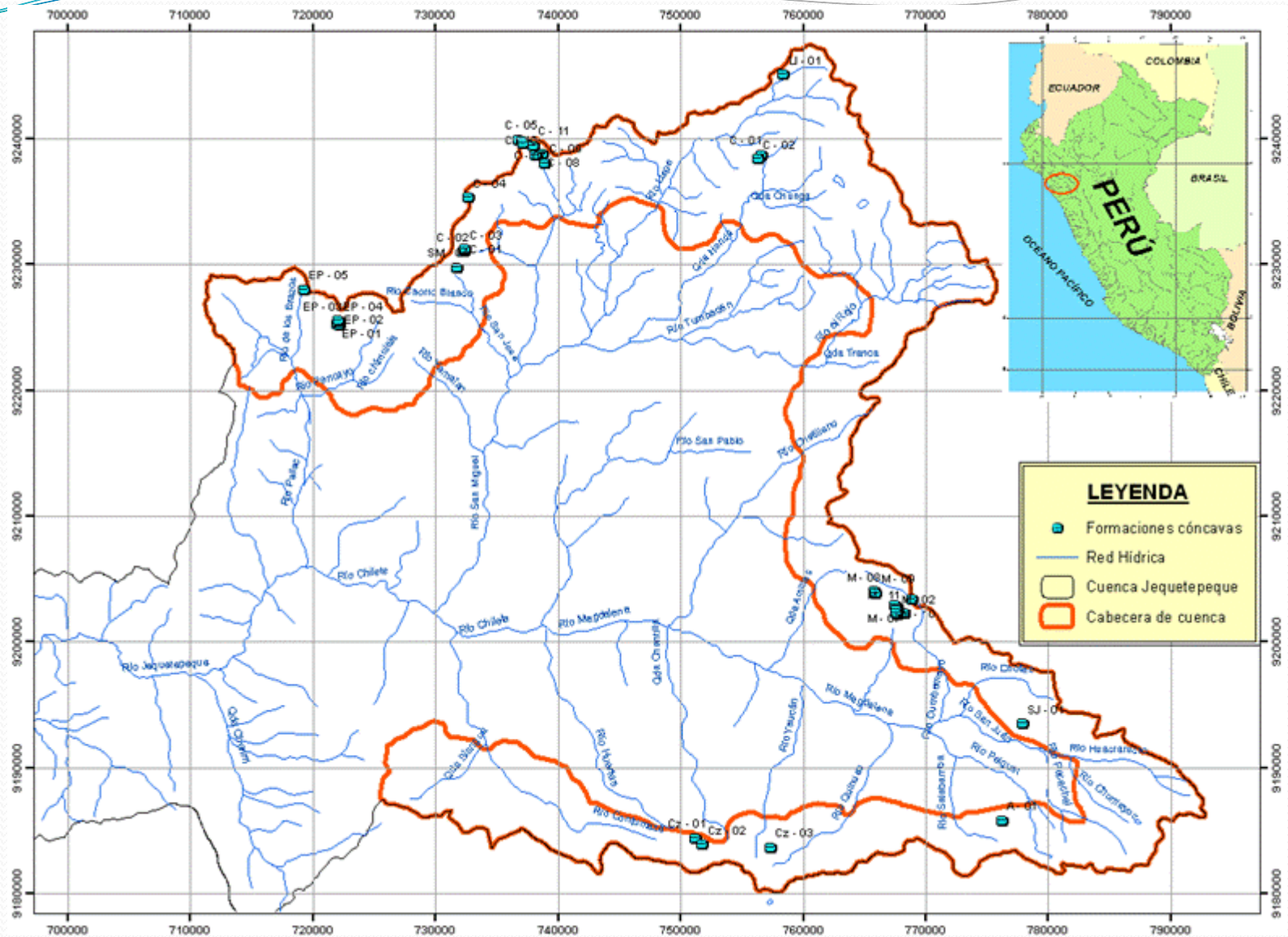
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

ESCUELA DE POST-GRADO
DOCTORADO EN RECURSOS HÍDRICOS

DÍA MUNDIAL DEL AGUA
FORO INTERNACIONAL

Marzo 2018

Dr. Ing.
Alejandro Alcántara Boza





[Listado](#) [Registrar](#) [Informe Técnico](#) [Informe Económico](#)

Alcantara Boza, Francisco Alejandro

Revise el instructivo de los Grupos de Investigación [aquí] / Revise las preguntas frecuentes de Grupos de Investigación [aquí]

Revise el instructivo del formulario de Proyectos de Investigación con Financiamiento [aquí] / Revise las preguntas frecuentes de Grupos de Investigación [aquí]

Grupo de Investigación

RESUMEN - CONSTANCIA DE INSCRIPCIÓN

Nombre del Grupo : CAMBIO CLIMÁTICO Y SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

Identificación Corta : ccsamb

Estado : Registrado

INTEGRANTES DEL GRUPO

Condición	Nombres	Tipo	Facultad
Coordinador	CABRERA CARRANZA CARLOS FRANCISCO	DOCENTE PERMANENTE	Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
Titular	CALDERON DE ALVARADO JULIA MARILU	DOCENTE PERMANENTE	Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
Titular	AREVALO GOMEZ WALTER APARICIO	DOCENTE PERMANENTE	Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
Titular	ALCANTARA BOZA FRANCISCO ALEJANDRO	DOCENTE PERMANENTE	Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
Titular	SANTOS RODRIGUEZ RICARDO RAMIRO	DOCENTE PERMANENTE	Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
Titular	GUADALUPE GOMEZ ENRIQUE	DOCENTE PERMANENTE	Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
Titular	MALDONADO DONGO JUAN MANUEL	DOCENTE PERMANENTE	Ciencias Sociales
Titular	IGLESIAS LEON SILVIA DEL PILAR	DOCENTE PERMANENTE	Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
Adjunto	CHAMBI ECHEGARAY GINA GABRIELA	DOCENTE PERMANENTE	Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica



Revistas de investigación
UNMSM

Revista del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas

Online ISSN: 1682-3087

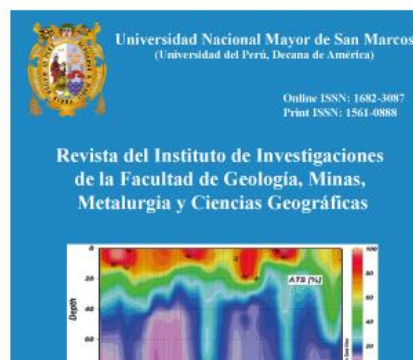
Print ISSN: 1561-0888

[Inicio](#) [Acerca de](#) [Iniciar sesión](#) [Registrarse](#) [Buscar](#) [Actual](#) [Archivos](#)

Inicio > **Vol. 20, Núm. 40 (2017)**

Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica

Es una publicación del Instituto de Investigación de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas de la UNMSM que publica resultados de investigaciones originales e inéditas en el área de Ciencias de la tierra.



Usuario/a

Nombre de usuario/a

Contraseña

☐ No cerrar sesión

Iniciar sesión

Idioma

Escoge idioma

Español (España) ▼

Entregar

Contenido de la revista

Asesorías de Tesis

- Pre-grado UNMSM - UCSS
- Maestría FIGMMG – UNMSM
- Doctorado FIGMMG - UNMSM



Proyectos de Investigación





GRACIAS

Día Mundial del Agua

“Soluciones al tema del agua en armonía con la naturaleza”

‘Aplicaciones de la hidrología isotópica’

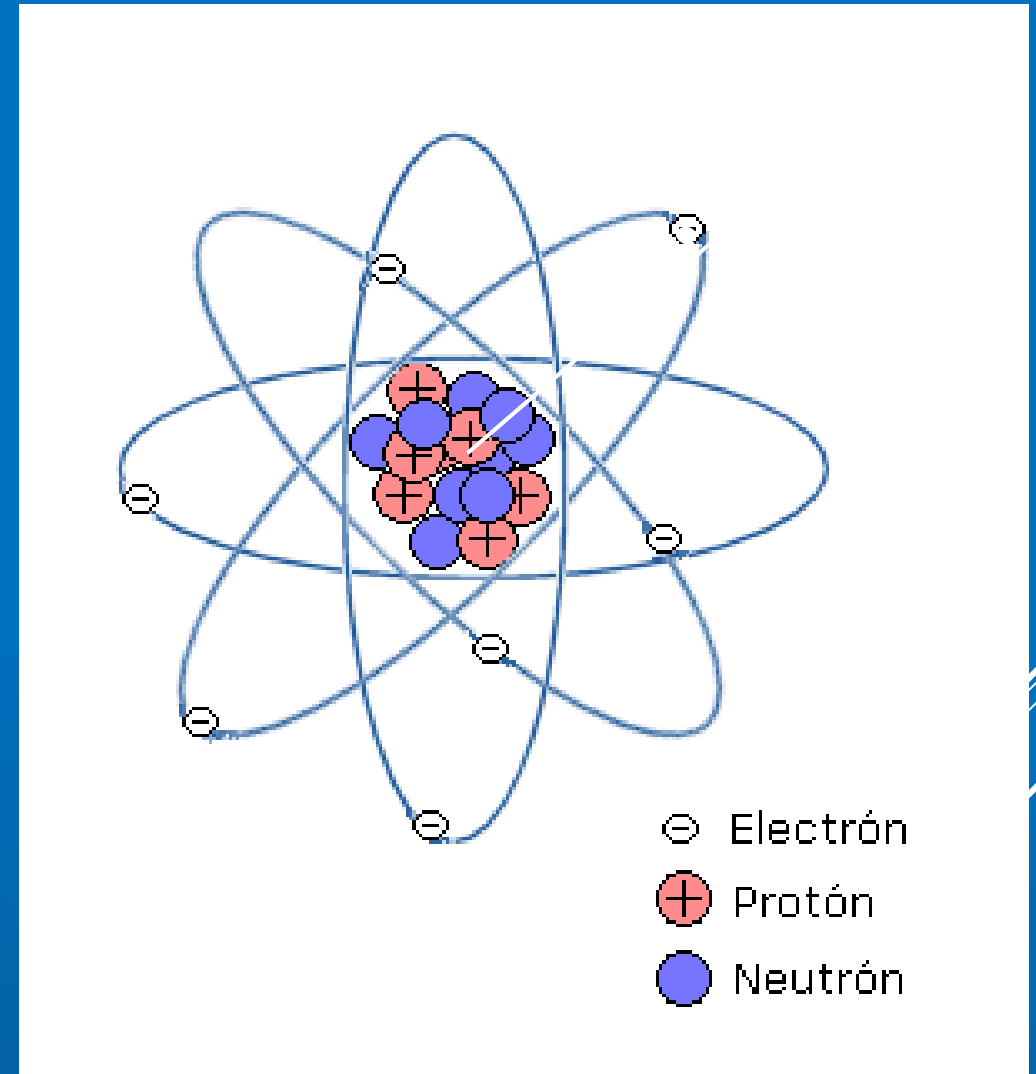
Eduardo A. Chávarri Velarde

Lima - Perú

CONCEPTOS

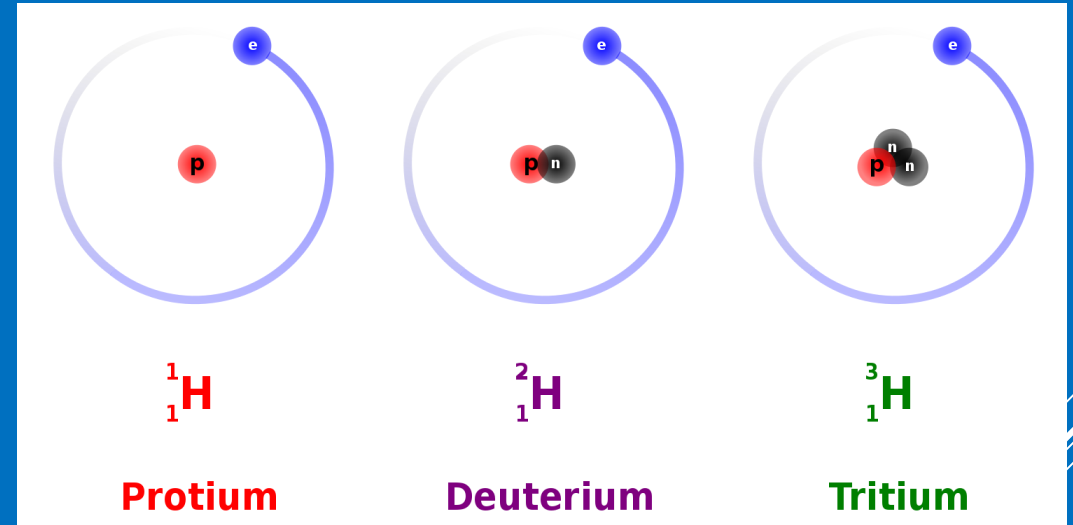
ESTRUCTURA DEL ATOMO

- ▶ Diámetro del átomo:
 - ▶ $10^{-10}\text{m} = 1\text{\AA}$ (1 Angstrom)
- ▶ Diámetro del Núcleo:
 - ▶ $10^{-15}\text{m} = 1\text{fm}$ (1 Femtometro)



ISOTOPOS

- ▶ Término que proviene del griego *isos* (ἴσος, "igual") y *topos* (τόπος "lugar"), significa que ellos están en la misma posición en la tabla periódica
- ▶ Notación (${}^2_1\text{H}$) o de manera simplificada ${}^2\text{H}$.

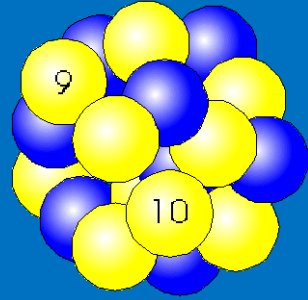




(Clark & Fritz 1997)

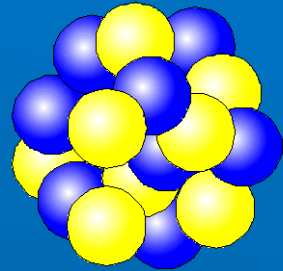
► ^{18}O : $2.0052 \cdot 10^{-3}$

► ^2H : $1.5575 \cdot 10^{-4}$



^{18}O

$\sim \frac{1}{2000}$



^{16}O

2000

ABUNDANCIA NATURAL

$(^2\text{H}/^1\text{H} \sim 1/15500)$
 $(^3\text{H}/^1\text{H} \sim 1/1 \times 10^{18})$

SOLUCIÓN: DELTA-VS- NOTACIÓN VSMOW

- ▶ Expresión de abundancia absoluta como proporción de un estandar conocido
 - ▶ Referencia global (comparabilidad)
 - ▶ Evita números muy pequeños
 - ▶ Simple asociación con el agua de mar (Fuente y sumidero del ciclo hidrológico)

$$\delta^{18}\text{O}(\text{‰}) = \frac{\left(\frac{{}^{18}\text{O}}{{}^{16}\text{O}}\right)_{\text{sample}} - \left(\frac{{}^{18}\text{O}}{{}^{16}\text{O}}\right)_{\text{VSMOW}}}{\left(\frac{{}^{18}\text{O}}{{}^{16}\text{O}}\right)_{\text{VSMOW}}} \times 1000$$

$$\delta^2\text{H}(\text{‰}) = \frac{\left(\frac{{}^2\text{H}}{{}^1\text{H}}\right)_{\text{sample}} - \left(\frac{{}^2\text{H}}{{}^1\text{H}}\right)_{\text{VSMOW}}}{\left(\frac{{}^2\text{H}}{{}^1\text{H}}\right)_{\text{VSMOW}}} \times 1000$$

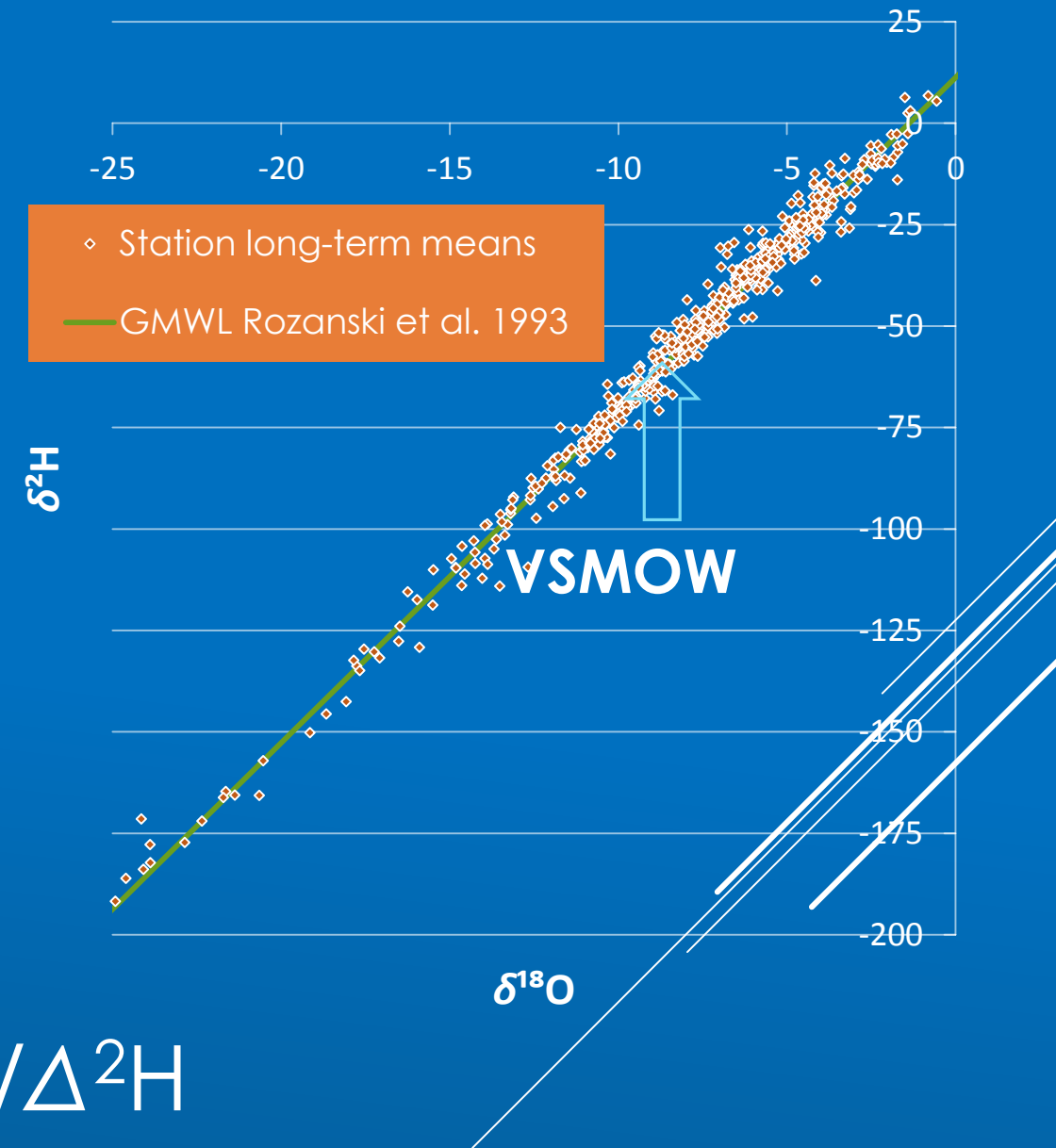
EL ESTANDAR VSMOW

- ▶ Introducido en 1961 como *SMOW* (*Standard Mean Ocean Water*)
- ▶ *VSMOW* (*Vienna SMOW*) es una mezcla de agua de mar destilada con una composición isotópica cercana a la original *SMOW*.



- ▶ VSMOW 2 (presente) es idéntica al VSMOW.
- ▶ $\delta^{18}\text{O} = 0 \text{ ‰}$
- ▶ $\delta^2\text{H} = 0 \text{ ‰}$

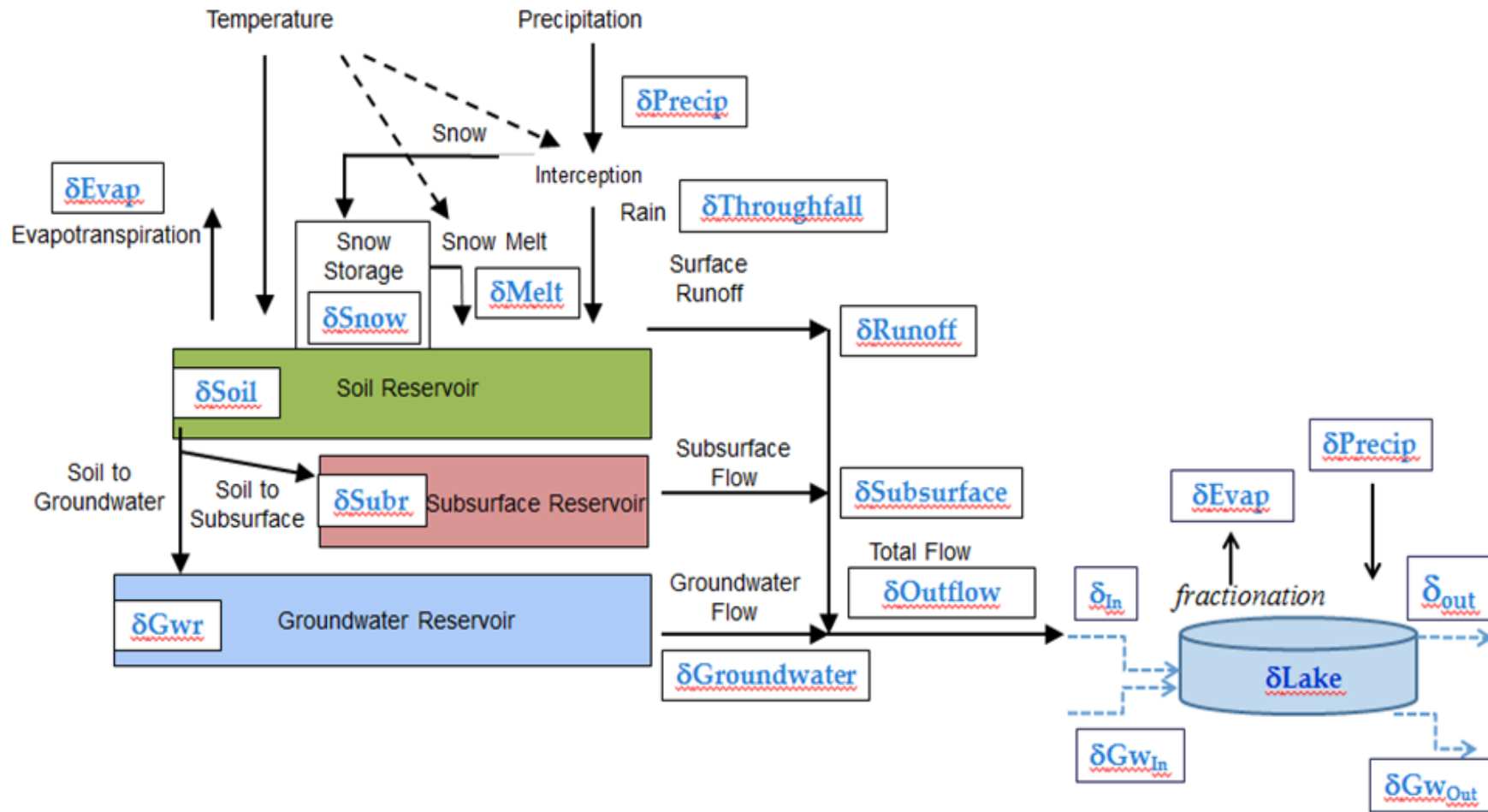
- ▶ Oxígeno-18 en eje X
- ▶ Deuterio en eje Y
- ▶ Global Meteoric Water Line (GMWL)
 - ▶ $\delta^2\text{H} = 8 \delta^{18}\text{O} + 10$
(Craig y Gordon 1961)
 - ▶ $\delta^2\text{H} = 8.2 \delta^{18}\text{O} + 11.27$ (Rozanski et al. 1993)



EL ESPACIO DE DATOS $\Delta^{18}\text{O}/\Delta^2\text{H}$

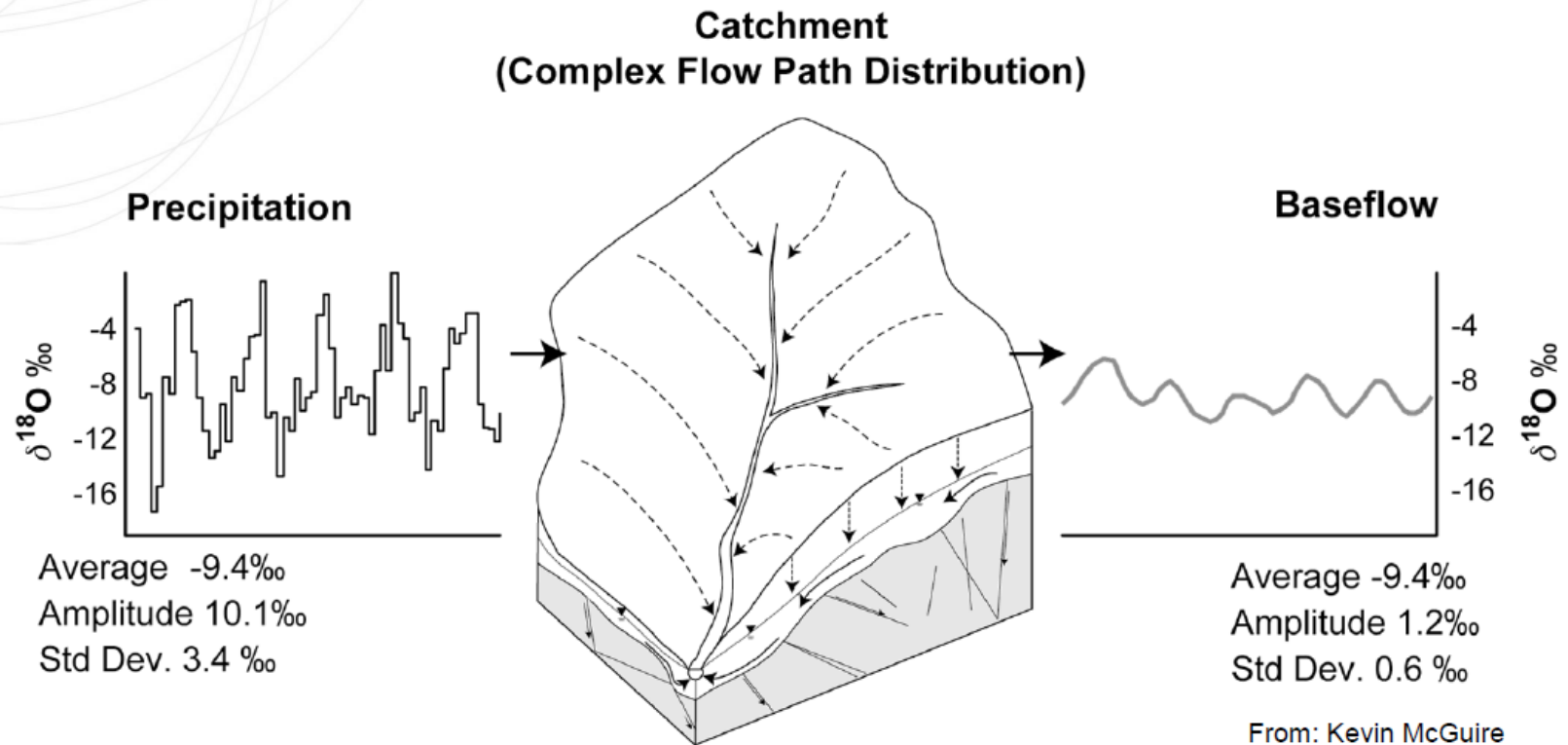
IWBMIso

IAEA Water Balance Model with Isotopes



Water isotopes in catchments

Catchment as filter



Isotopes: Particle Transport through the catchment

Día Mundial del Agua

“Soluciones al tema del agua en armonía con la naturaleza”

Proyecto IAEA/ ARCAL Project RLA5077

‘Mejora de los medios de subsistencia mediante una mayor eficiencia en el uso del agua vinculada a estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático en la agricultura’

Eduardo A. Chávarri Velarde

Coordinador Grupo de Investigación

INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LOS RECURSOS
HIDRICOS

Lima - Perú

1. INTRODUCCION

- La primera semana de marzo/2018, se llevo a cabo en Costa Rica, la primera reunión de coordinación del Proyecto RLA5077 titulado: “Mejora en la eficiencia en el uso del agua asociada a estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático en la agricultura (ARCAL CLVIII)”, en el cual se involucran investigadores de 15 países: Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, México, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.
- Dicha reunión tuvo como objetivo definir el plan trabajo del proyecto RLA5077, que busca investigar diferentes técnicas de manejo productivo en al menos un cultivo por cada país, para mejorar la eficiencia en el uso del agua, reduciendo costos para la economía y el ambiente.

1. INTRODUCCION

- Para alcanzar dicho objetivo, se hará uso de técnicas isotópicas como la determinación de ^{18}O y ^2H .
- El proyecto peruano se titulara ' Uso de ^{18}O y ^2H para evaluar la eficiencia en el uso del agua y energía en el cultivo de maíz para diferentes sistemas de riego

2. JUSTIFICACION

- Escasa información y formación académica científica en técnicas isotópicas (e.g. ^{18}O , ^2H) en estudios hidrológicos que incluyan la humedad del suelo, el balance de agua subterránea, la infiltración y la evapotranspiración, calidad del agua, etc.
- Insuficiente desarrollo en la investigación de modelos aplicados en la agricultura como el AQUACROP y SWAT.

3. ANALISIS SITUACIONAL

En el presente, el Perú participa en doce proyectos ARCAL

Código	Título	Contraparte	Inicio
RLA/1/012	Developing a Capacity Building Programme to Ensure Sustainable Operation of Nuclear Research Reactors through Personnel Training (ARCAL CLI)	Condori Ocari, Jorge Leonidas	2016
RLA/1/013	Creating Expertise in the Use of Radiation Technology for Improving Industrial Performance, Developing New Materials and Products, and Reducing the Environmental Impact of the Industry (ARCAL CXLVI)	Calvo, Carlos Sebastian Raul Vargas Rodriguez, Johnny Humberto	2016
RLA/2/015	Supporting the Development of National Energy Plans with the Purpose of Satisfying the Energy Needs of the Countries of the Region with an Efficient Use of Resources in the Medium and Long Term (ARCAL CXLIII)	Ávila López, Juan	2016

RLA/5/064	Strengthening Soil and Water Conservation Strategies at the Landscape Level by Using Innovative Radio and Stable Isotope and Related Techniques (ARCAL CXL)	Rojas Molina, Ruben Teofilo	2014
RLA/5/068	Improving Yield and Commercial Potential of Crops of Economic Importance (ARCAL CL)	Gomez Pando, Luz Rayda	2016
RLA/5/070	Strengthening Fruit Fly Surveillance and Control Measures Using the Sterile Insect Technique in an Area Wide and Integrated Pest Management Approach for the Protection and Expansion of Horticultural Production (ARCAL CXLI)	Manrique Linares, Jorge Antonio	2016
RLA/5/071	Decreasing the Parasite Infestation Rate of Sheep (ARCAL CXLIV)	Hung Chaparro, Armando Luis	2016
RLA/6/072	Supporting Capacity Building of Human Resources for a Comprehensive Approach to Radiation Therapy (ARCAL CXXXIV)	Sarria Bardales, Gustavo Javier	2014
RLA/6/074	Supporting the Development of Regionally Produced Radiopharmaceuticals for Targeted Cancer Therapy through the Sharing of Capabilities and Knowledge, and Improvement of Facilities, Networking and Training (ARCAL CXXXVII)	Aliaga Rojas, Eleazar	2014
RLA/6/075	Supporting Diagnosis and Treatment of Tumours in Paediatric Patients (ARCAL CXXXIII)	Sarria Bardales, Gustavo Javier	2014
RLA/6/077	Taking Strategic Actions to Strengthen Capacities in the Diagnostics and Treatment of Cancer with a Comprehensive Approach (ARCAL CXLVIII)	Guerrero León, Paola Carolina	2016
RLA/7/016	Using Isotopes for Hydrogeological Assessment of Intensively Exploited Aquifers in Latin America (ARCAL CXXXVII)	Maghella Seminario, Gerardo Antonio	2012

3. ANALISIS SITUACIONAL

- Se cuenta con un convenio de cooperación interinstitucional entre la UNALM y el IPEN, firmado en Marzo/2015 y con una validez de 05 años. El objetivo del convenio es establecer la colaboración conjunta en el campo de la hidrología isotópica.
- Durante Noviembre 2017, se asistió al curso 'Training course on advanced approaches in data processing and interpretation applied to isotope hydrology studies', en la sede del IAEA en Viena, Austria.
- Dentro de pocos meses, la UNALM comprará un analizador de ^{18}O y ^2H para el Laboratorio de Recursos Hídricos.

4. CAPACIDADES

La capacidad del país para tratar estos problemas esta constituido por los trabajos que realizan instituciones como:: Ministerio de Agricultura (Autoridad Nacional del Agua – ANA, Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA), Ministerio del Ambiente (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI, Instituto Geofísico del Perú - IGP), Ministerio de Energía y Minas (Instituto Peruano de Energía Nuclear)

Por otra parte, existen instituciones académicas publicas y privadas como universidades que tienen facilidades para realizar trabajos de campo, laboratorio y capacidad humana: Universidad Nacional Agraria La Molina – UNALM, Universidad de Ingeniería – UNI, Universidad Nacional Mayor de San Marcos – UNMSM, Pontificia Universidad Católica del Perú - PUCP.



Water Resources Laboratory

4. CAPACIDADES

El Departamento de Recursos Hídricos – UNALM, tiene cuatro laboratorios y una área demostrativa

- Laboratorio de Recursos Hídricos (Autorizado por CONCYTEC como Centro de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico)
- Gabinete de Topografía
- Laboratorio de calidad del agua
- Laboratorio de riegos y drenaje.
- Área demostrativa de Riego (En construcción)



- Irrigation demonstrative área (In construction)

5. PLAN DE TRABAJO PARA LOS PROXIMOS TRES ANOS (2018 – 2020)

- Definición de prioridades del proyecto
- Capacitación en metodos analíticos relacionados con el análisis de los isotopos estables (^{18}O , ^2H).
- Compra de equipo para la extracción de muestras de suelo y planta para los laboratorios
- Capacitación para medir la eficiencia en el uso del agua por la planta - WUE
- Capacitación en el uso del modelo AQUACROP, para entender el crecimiento del cultivo y su respuesta a la disponibilidad de agua.
- Capacitación en el cálculo del costo/beneficio, relacionada con la salida del AQUACROP

GRACIAS

The image features a solid blue background. In the center, the word "GRACIAS" is written in a large, white, serif font. On the right side of the image, there are several thin, white, diagonal lines that extend from the bottom towards the top right corner, creating a sense of movement and modern design.

Ricardo Zubieta Barragán

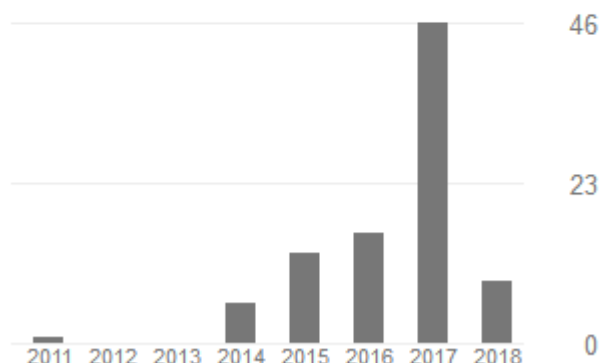


Phd Recursos Hídricos	UNALM 2018
Msc. Ingenieria de Recursos Hídricos	UNALM 2013
Especializacion Teledetección Territorial	UPM -Madrid 2010
Titulo Profesional-Ingeniero Geógrafo	UNFV 2007
Bachiller en Ingeniería Geográfica	UNFV 2005

6 participaciones en proyectos de investigación de SCAH
Representante del Instituto Geofísico del Perú frente a la
CAN, MINAM



	Total	Desde 2013
Citas	93	91
Índice h	4	4
Índice i10	2	2



Calificado como
Investigador CONCYTEC

Registro: 1062 | Vigencia: 26/02/2016 -
26/02/2018



**Conducta Responsable
en Investigación**

Fecha: 02/08/2017

MISION IGP : Desarrollar investigación científica y tecnológica en geofísica y ciencias afines para el bienestar de la sociedad de manera eficiente y eficaz

Medición de resultados

**Research Publishing, H index Mentorías:
Tesis sustentadas y aprobadas**



Impacts of satellite-based precipitation datasets on rainfall-runoff modeling of the Western Amazon basin of Peru and Ecuador

Ricardo Zubietta^{a,b,*}, Augusto Getirana^{b,c}, Jhan Carlo Espinoza^{a,d}, Waldo Lavado^{a,e}

^a Instituto Geológico del Perú (IGP), Lima, Perú
^b Centro Científico Tecnológico de Valparaíso, Valparaíso, Chile
^c Earth System Science Remote Sensing Center, College Park, MD, USA
^d Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú
^e Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMH), Lima, Perú

ARTICLE INFO

Article history:
Received 9 January 2015
Received in revised form 24 June 2015
Accepted 27 June 2015
Available online 2 July 2015

SUMMARY

Satellites are an alternative source of rainfall data used as input to hydrological models in poorly gauged or ungauged regions. They are also useful in regions with highly heterogeneous precipitation, such as the tropical Andes. This paper evaluates three satellite precipitation datasets (TMPA, CHIRPS, PERSIANN), as well as a dataset based only on rain gauge data (HYDAM), and their impacts on the water balance of the

Mejora permanente

**Liderazgo,
Adaptación a
cambios**

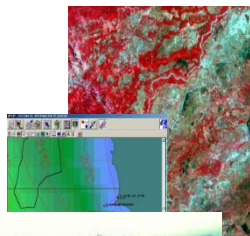


**Calidad en
nuestros
Resultados
como
INVESTIGADOR**



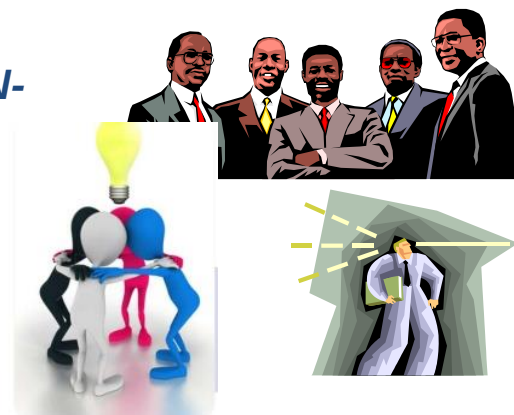
Investigación con enfoque para la sociedad

**Se investiga lo que el
Perú necesita**

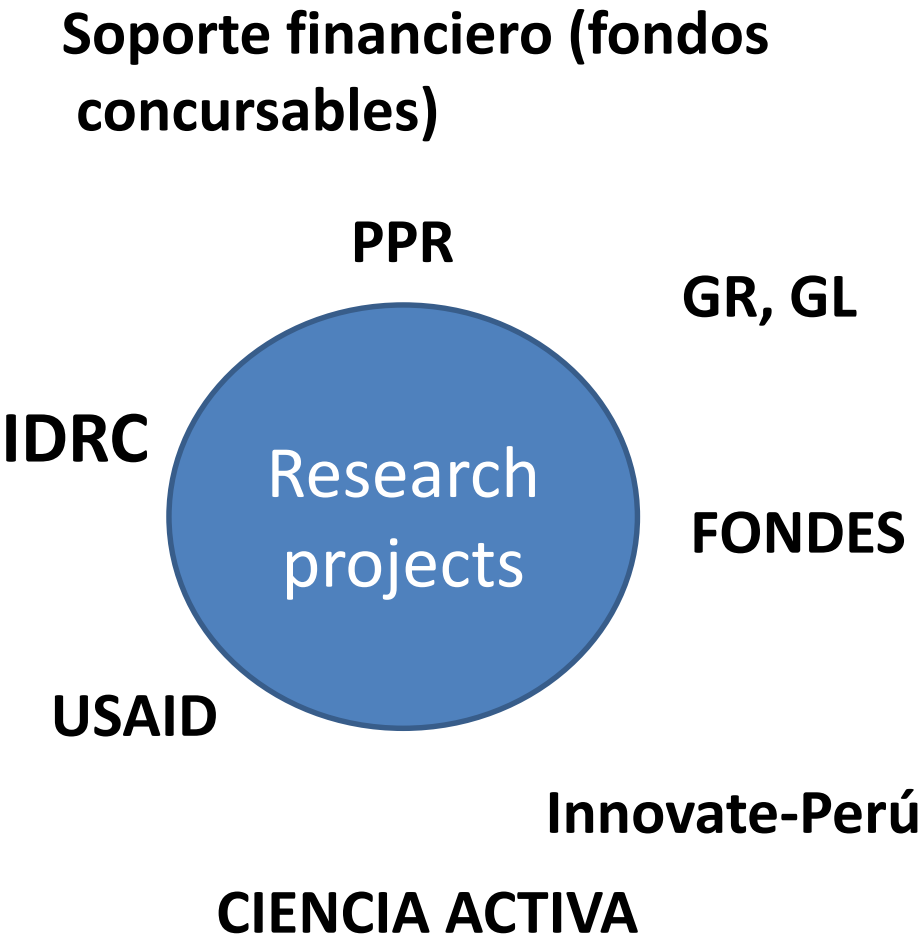


ORGANIZATION- TEAMWORK

**Efficiency
Effectiveness**

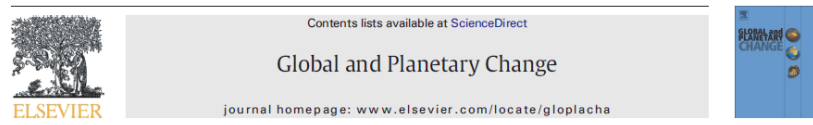


Proyecto	Cargo
Estudio de los procesos físicos que controlan los flujos superficiales de energía y agua para el modelado de heladas, lluvias intensas y evapotranspiración en la sierra central del Perú. 2015-junio 2018	Investigador Asociado
Glacier retreat and water resource sustainability in the Peruvian Andes: Informing adaption startegies through collaborative science. 2015-2017	Investigador Asociado
Sistema de previsión de eventos hidrológicos extremos estacionales en la cuenca amazónica peruana. 2015.2017	Investigador Asociado
Manejo de desastres ante eventos meteorológicos extremos (sequías, heladas y lluvias intensas) como medida de adaptación al cambio climático.2009-2012	Investigador Asociado
Pronostico estacional de lluvias y temperaturas en la cuenca del río Mantaro para su aplicación en la agricultura.2007-2010	Investigador Asociado



2014 (Co-autor)

Global and Planetary Change 112 (2014) 1–11



Recent glacier retreat and climate trends in Cordillera Huaytapallana, Peru

J.I. López-Moreno^a, S. Fontaneda^a, J. Bazo^b, J. Revuelto^a, C. Azorin-Molina^a, B. Valero-Garcés^a, E. Morán-Tejada^a, S.M. Vicente-Serrano^a, **R. Zubieta**^c, J. Alejo-Cochachin^d^a Instituto Pirenaico de Ecología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Zaragoza, Spain^b Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), Lima, Peru^c Instituto Geofísico del Perú, Lima, Peru^d Unidad de Glaciología, Autoridad Nacional del Agua (ANA), Huaraz, Peru

ARTICLE INFO

Article history:
Received 29 July 2013
Received in revised form 21 October 2013
Accepted 30 October 2013
Available online 7 November 2013

Keywords:
glacier retreat
snow line
climate change

ABSTRACT

We analyzed 19 annual Landsat Thematic Mapper images from 1984 to 2011 to determine changes of the glaciated surface and snow line elevation in six mountain areas of the Cordillera Huaytapallana range in Peru. In contrast to other Peruvian mountains, glacier retreat in these mountains has been poorly documented, even though this is a heavily glaciated area. These glaciers are the main source of water for the surrounding lowlands, and melting of these glaciers has triggered several outburst floods. During the 28-year study period, there was a 55% decrease in the surface covered by glaciers and the snowline moved upward in different regions by 93 to 157 m. Moreover, several new lakes formed in the recently deglaciated areas. There was an increase in precipitation during the wet season (October–April) over the 28-year study period. The significant increase in maximum temperatures may be related to the significant glacier retreat in the study area. There were significant differences

2016 (Primer autor)



Stoch Environ Res Risk Assess (2017) 31:1305–1318
DOI 10.1007/s00477-016-1235-5

ORIGINAL PAPER

Spatial analysis and temporal trends of daily precipitation concentration in the Mantaro River basin: central Andes of Peru

Ricardo Zubieta^{1,2} · Miguel Saavedra¹ · Yamina Silva¹ · Lucy Giráldez¹

Published online: 15 March 2016
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016

Abstract The analysis of annual or seasonal data can lead to misinterpretation of spatio-temporal rainfall distribution. A high percentage of total annual precipitation can fall in just a few days, causing floods or landslides. Large economic losses from these events are particularly com-

significant change toward a weaker seasonality of daily precipitation distribution over high-mountain regions.

Keywords Daily precipitation · Concentration index · Peruvian Andes · Extreme events

2015 (Primer autor)



Impacts of satellite-based precipitation datasets on rainfall-runoff modeling of the Western Amazon basin of Peru and Ecuador

Ricardo Zubieta^{a,d,*}, Augusto Getirana^{b,c}, Jhan Carlo Espinoza^{a,d}, Waldo Lavado^{d,e}^a Instituto Geofísico del Perú (IGP), Lima, Peru^b NASA Goddard Hydrological Sciences Laboratory, Greenbelt, MD, USA^c Earth System Science Interdisciplinary Center, College Park, MD, USA^d Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Peru^e Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), Lima, Peru

ARTICLE INFO

Article history:
Received 9 January 2015
Received in revised form 24 June 2015
Accepted 27 June 2015
Available online 2 July 2015

SUMMARY

Satellites are an alternative source of rainfall data used as input to hydrological models in poorly gauged or ungauged regions. They are also useful in regions with highly heterogeneous precipitation, such as the tropical Andes. This paper evaluates three satellite precipitation datasets (TMPA, CMORPH, PERSIANN), as well as a dataset based only on rain gauge data (HYBAM), and their impacts on the water balance of the

2017 (Primer autor)

Hydrol. Earth Syst. Sci., 21, 3543–3555, 2017
https://doi.org/10.5194/hess-21-3543-2017
© Author(s) 2017. This work is distributed under the Creative Commons Attribution 3.0 License.



Hydrology and
Earth System
Sciences



Hydrological modeling of the Peruvian–Ecuadorian Amazon Basin using GPM-IMERG satellite-based precipitation dataset

Ricardo Zubieta^{1,2}, Augusto Getirana^{3,4}, Jhan Carlo Espinoza^{1,2}, Waldo Lavado-Casimiro^{5,2}, and Luis Aragon²¹Subdirección de Ciencias de la Atmósfera e Hidrosfera (SCAH), Instituto Geofísico del Perú (IGP), Lima, Peru²Programa de Doctorado en Recursos Hídricos, Universidad Nacional Agraria La Molina, Peru³Hydrological Sciences Laboratory, NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD, USA⁴Earth System Science Interdisciplinary Center, College Park, MD, USA⁵Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), Lima, Peru

Correspondence to: Ricardo Zubieta (rzubieta@igp.gob.pe)

Received: 12 December 2016 – Discussion started: 14 December 2016

Revised: 7 March 2017 – Accepted: 1 June 2017 – Published: 14 July 2017

Difusión de resultados científicos

- World Water Congress
- HYBAM *Scientific* Meeting - IRD
- Gobiernos Regionales
- Congreso Nacional del Agua
- Congreso Peruano de Geología
- Congreso de Geografía
- Encuentro Científico Internacional,
- UNMSM, UNFV, UNALM, UCV.



Thanks

rzubieta@igp.gob.pe





DÍA MUNDIAL DEL AGUA

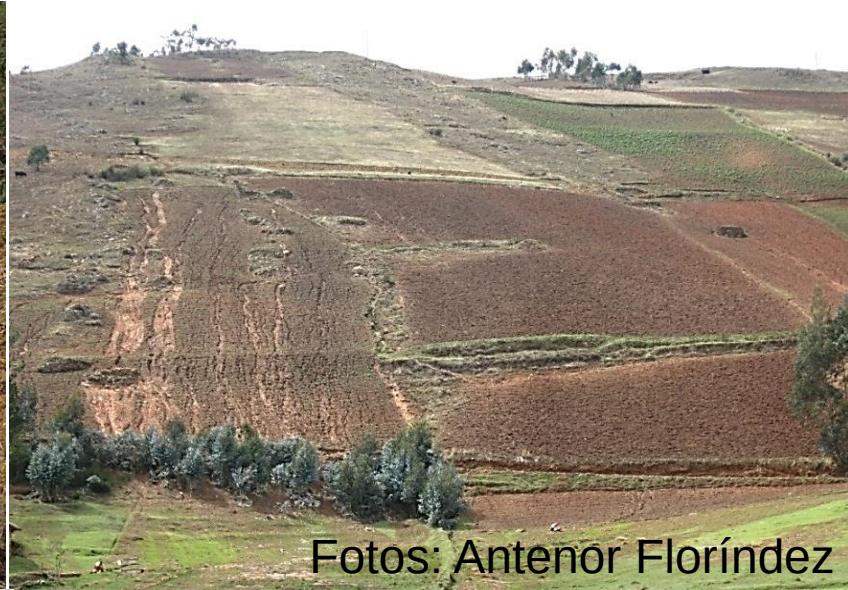
I ENCUENTRO DE GRADUADOS DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN RECURSOS HÍDRICOS

“Erosión y transferencia de los sedimentos en los Andes Occidentales (Perú)”

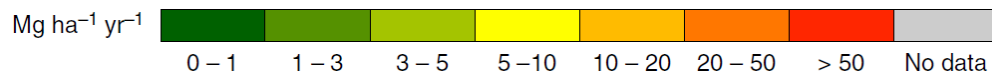
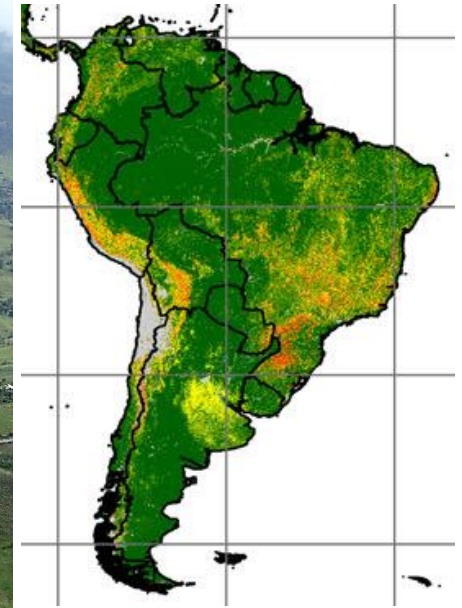
Sergio Morera Julca.
INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ

Lima - Perú, marzo de 2018

Erosión del suelo



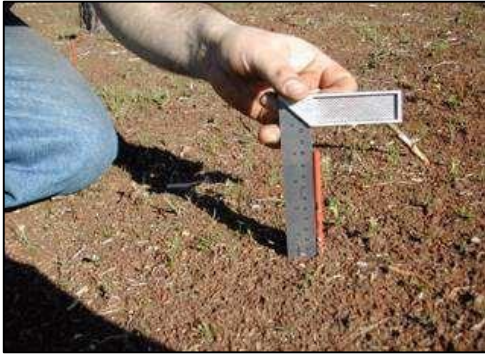
Fotos: Antenor Floríndez



Borrelli et al., 2017. Nature.

Métodos para medir la erosión del suelo

☐ Método de las estacas

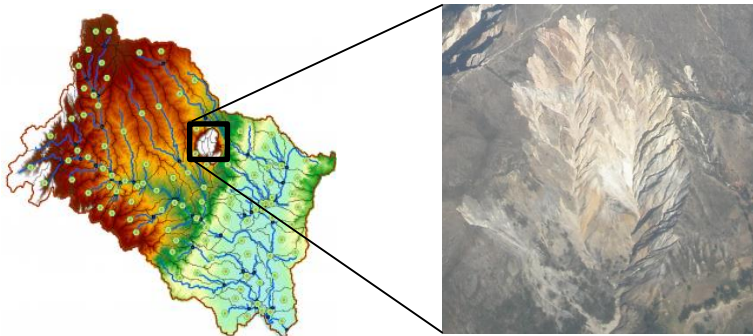


■ Erosión en parcelas



■ Métodos directos (depósito de sedimentos)

☐ Modelado (USLE, Erosión 3D, Watersedem, AGNPS).

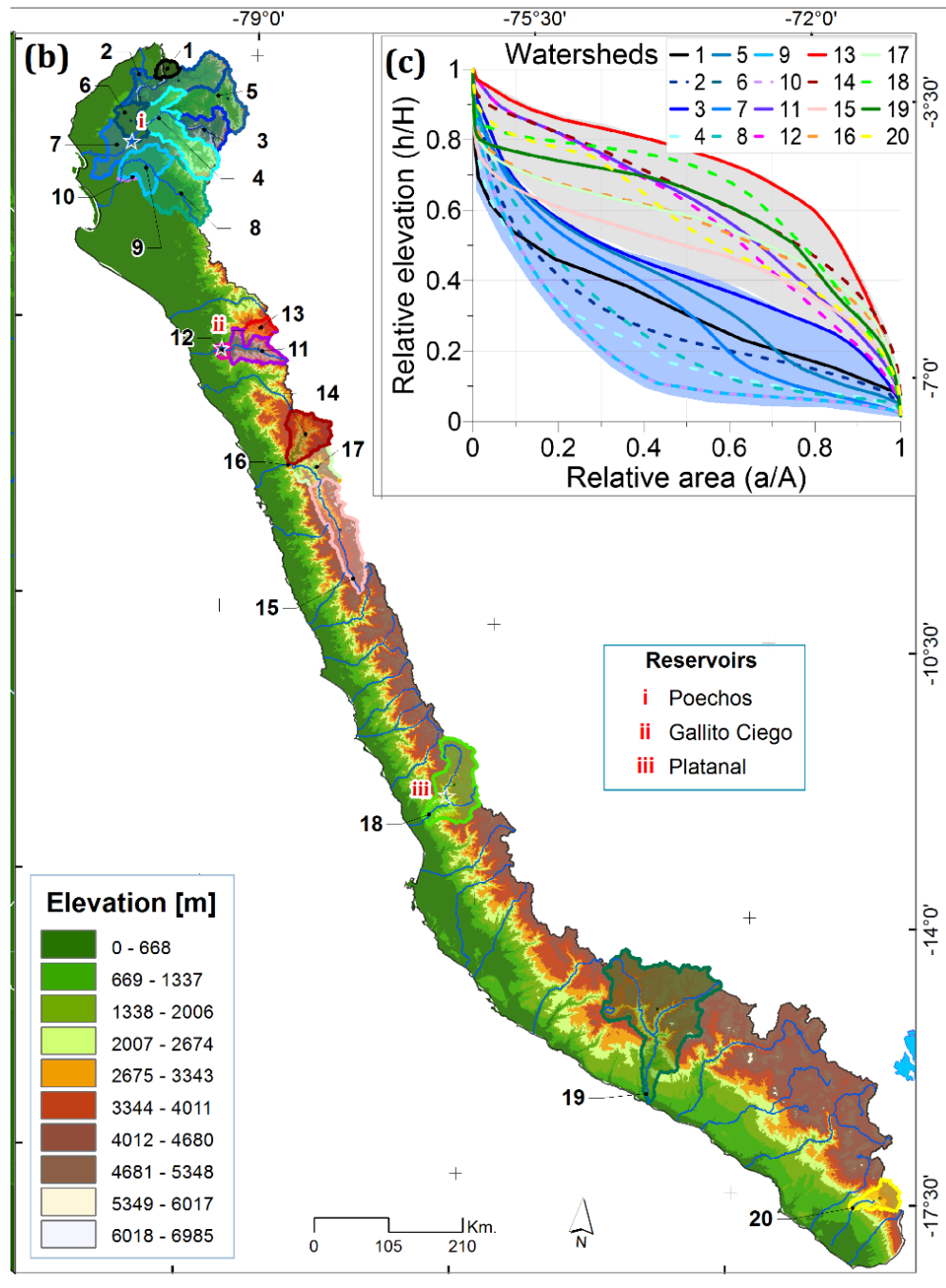


■ Transporte de sedimentos

■ Trazadores ambientales

Parcela (m²) – campo (ha) – subcuenca (x km²) – Cuenca (xxx km²)

Área de estudio

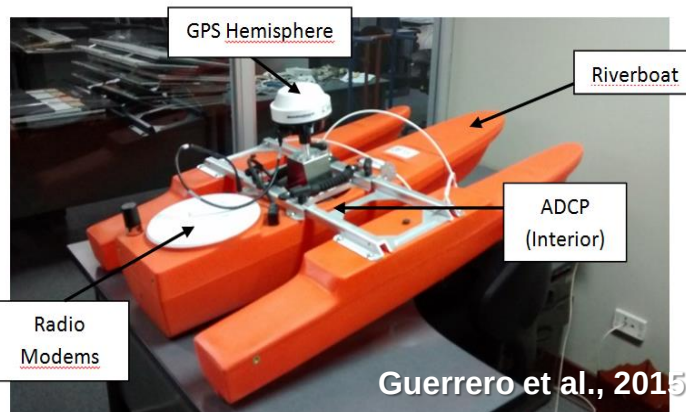


Identificar las principales fuentes de sedimentos durante EENE en la Cuenca binacional del Puyango Tumbes

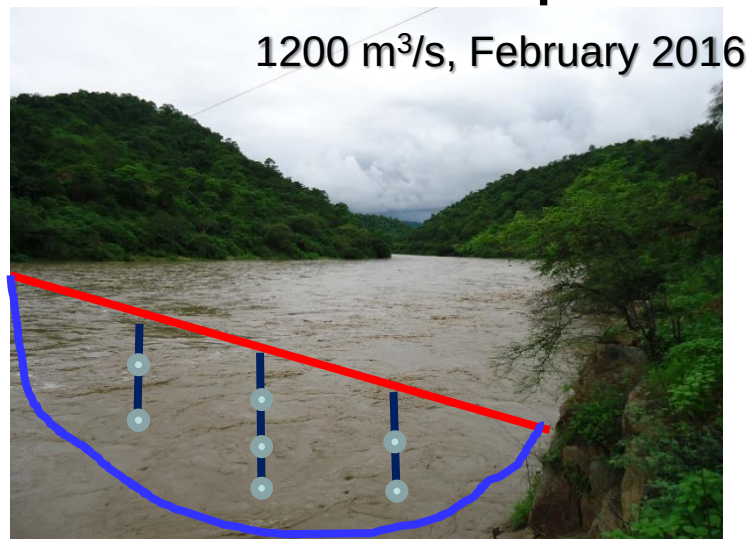


Instrumentación para el estudio del transporte de sedimentos

1. Hidrometría



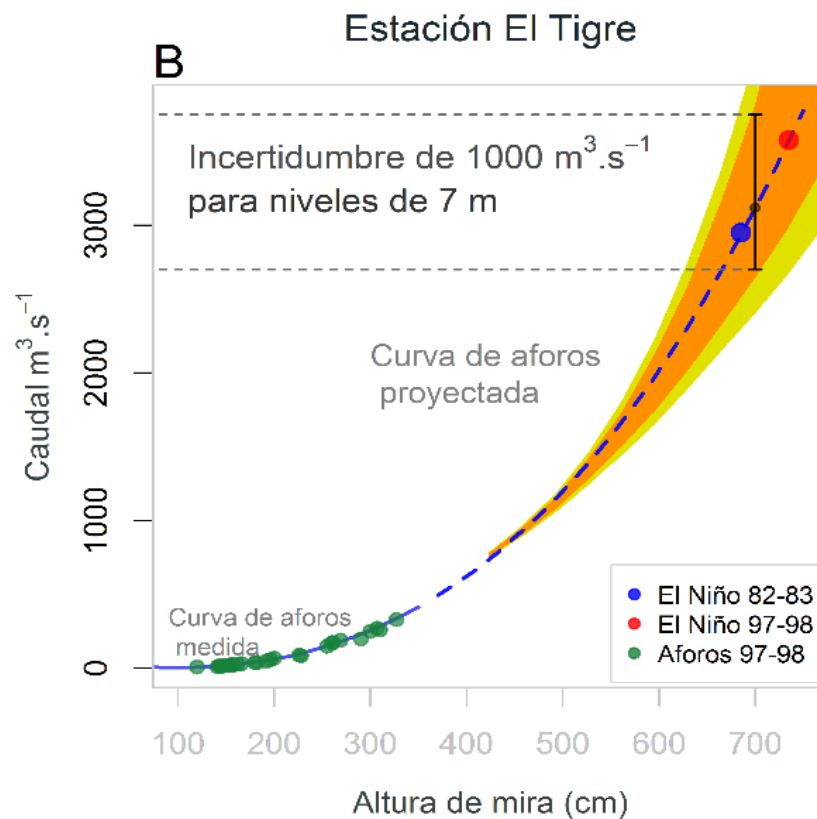
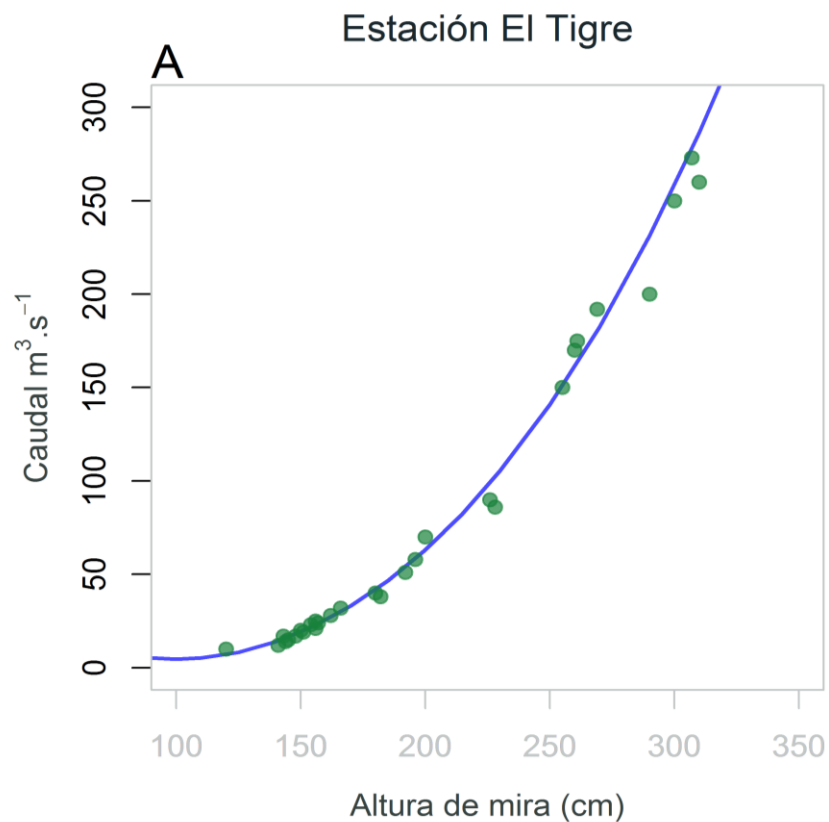
2. Sedimento en suspensión



3. Sedimento de fondo



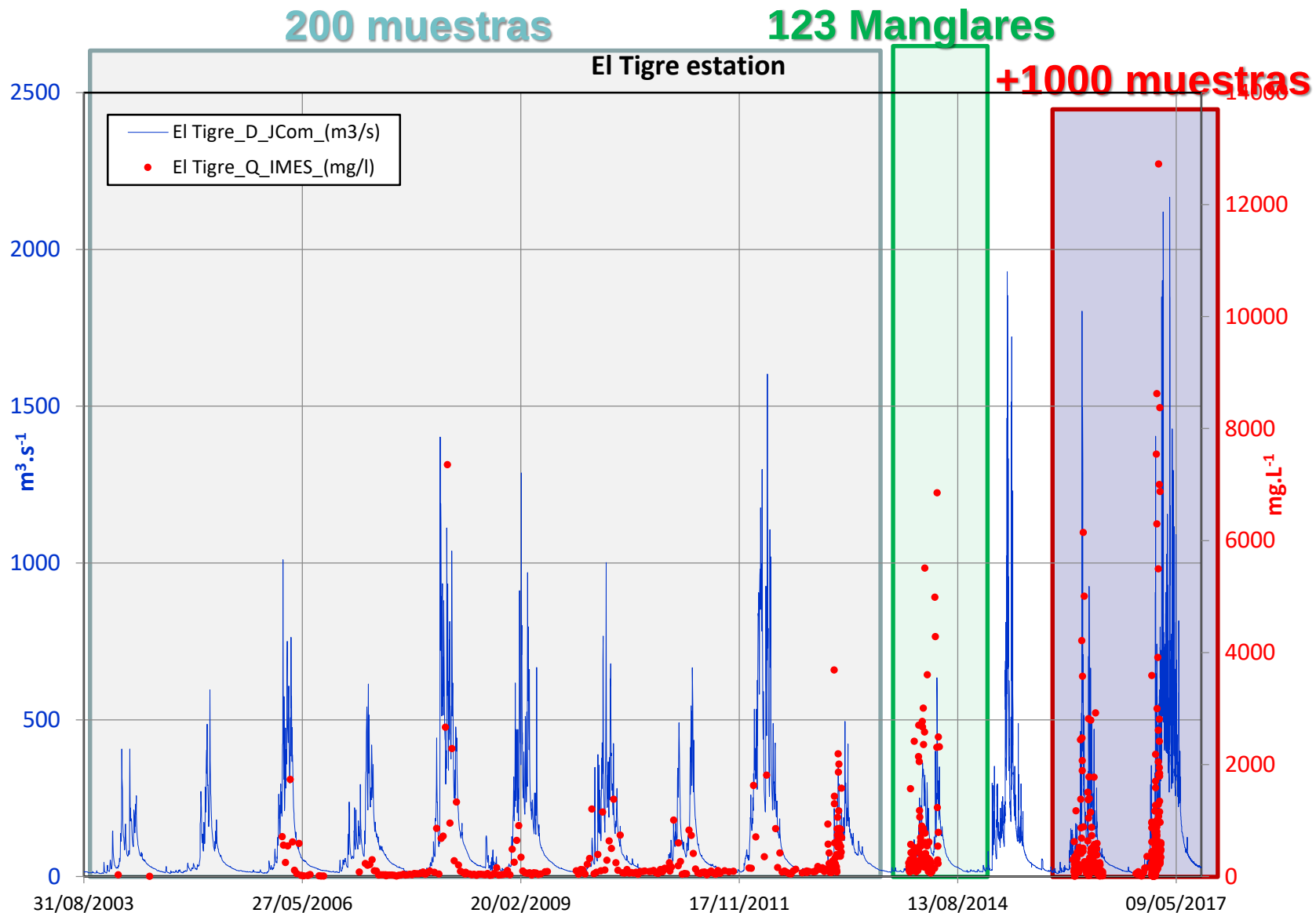
CURVA DE GASTO LÍQUIDO



Monitoreo del sedimento de fondo y en suspensión



INFORMACIÓN DE SEDIMENTOS



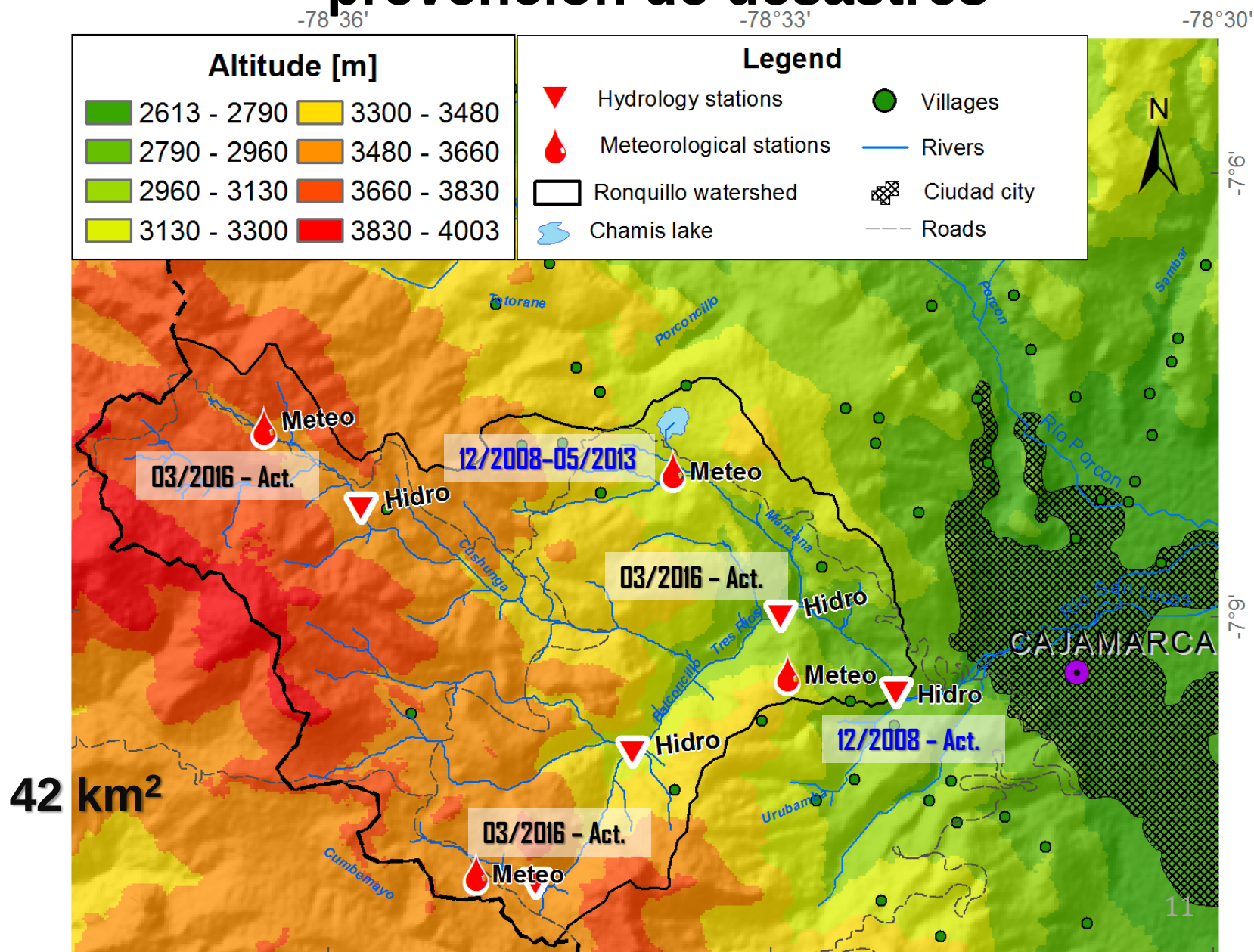
Ecosistemas de montaña: conservación del suelo y agua

FONDECYT

FONDO NACIONAL DE DESARROLLO CIENTÍFICO,
TECNOLÓGICO Y DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

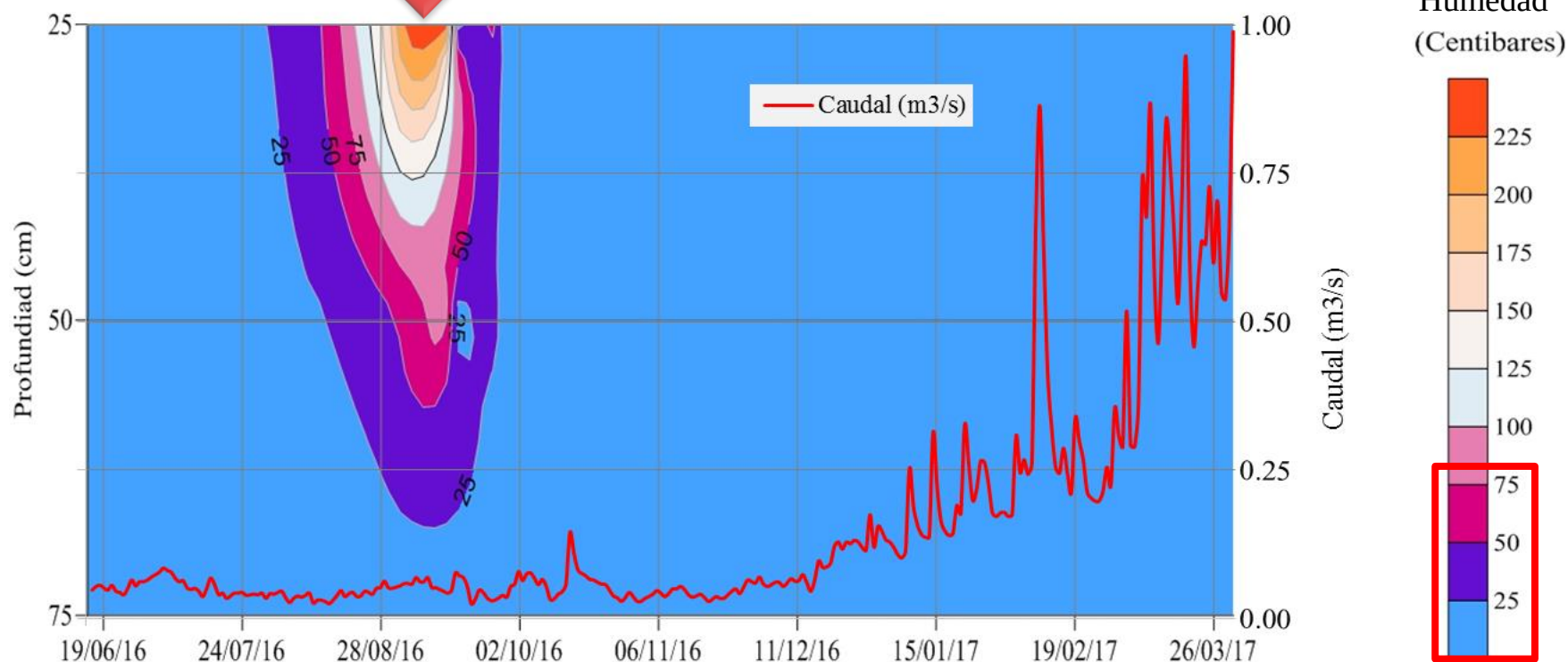


Observatorio de sedimentos para la prevención de desastres



Monitoreo continuo del contenido de humedad del suelo

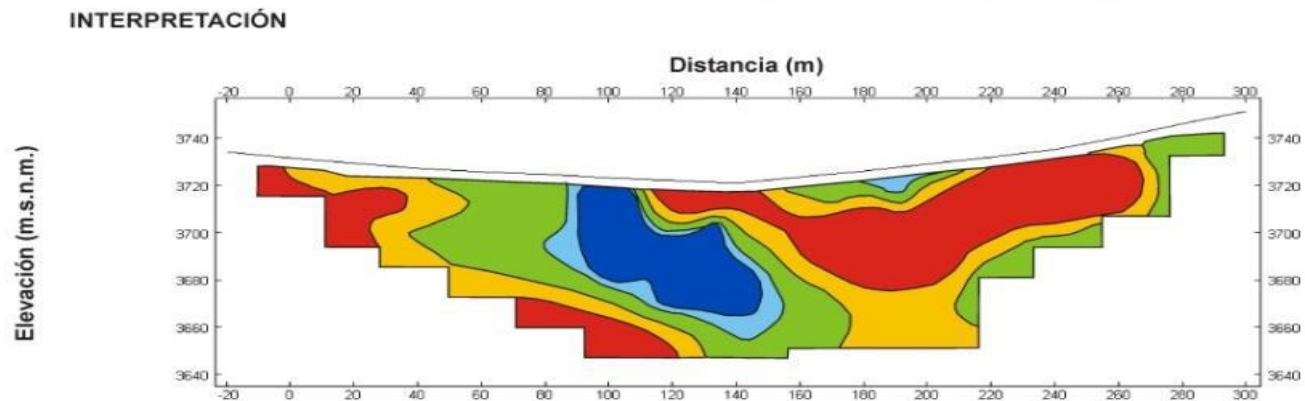
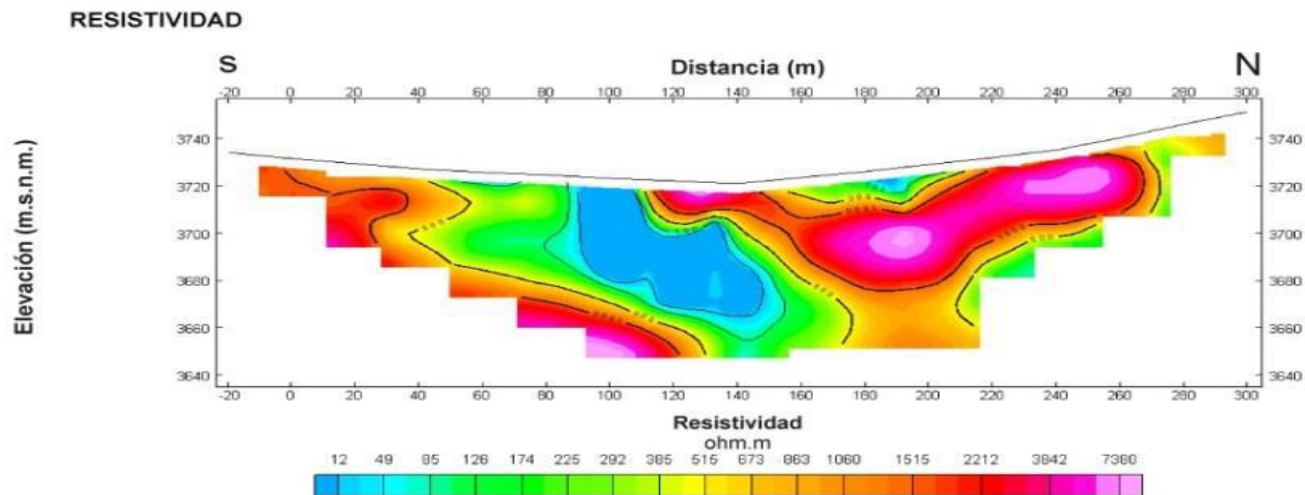
Sexamayo
Lote II



- 1.- Tesis Ing. Hidráulico: Jhon Orrillo Vigo
- 2.- Publicación científica: IGP, Rennes, UNT.

Identificación de los acuíferos en páramos

Tomografía de Resistividad Eléctrica (ERT) LE01 - Majadapampa



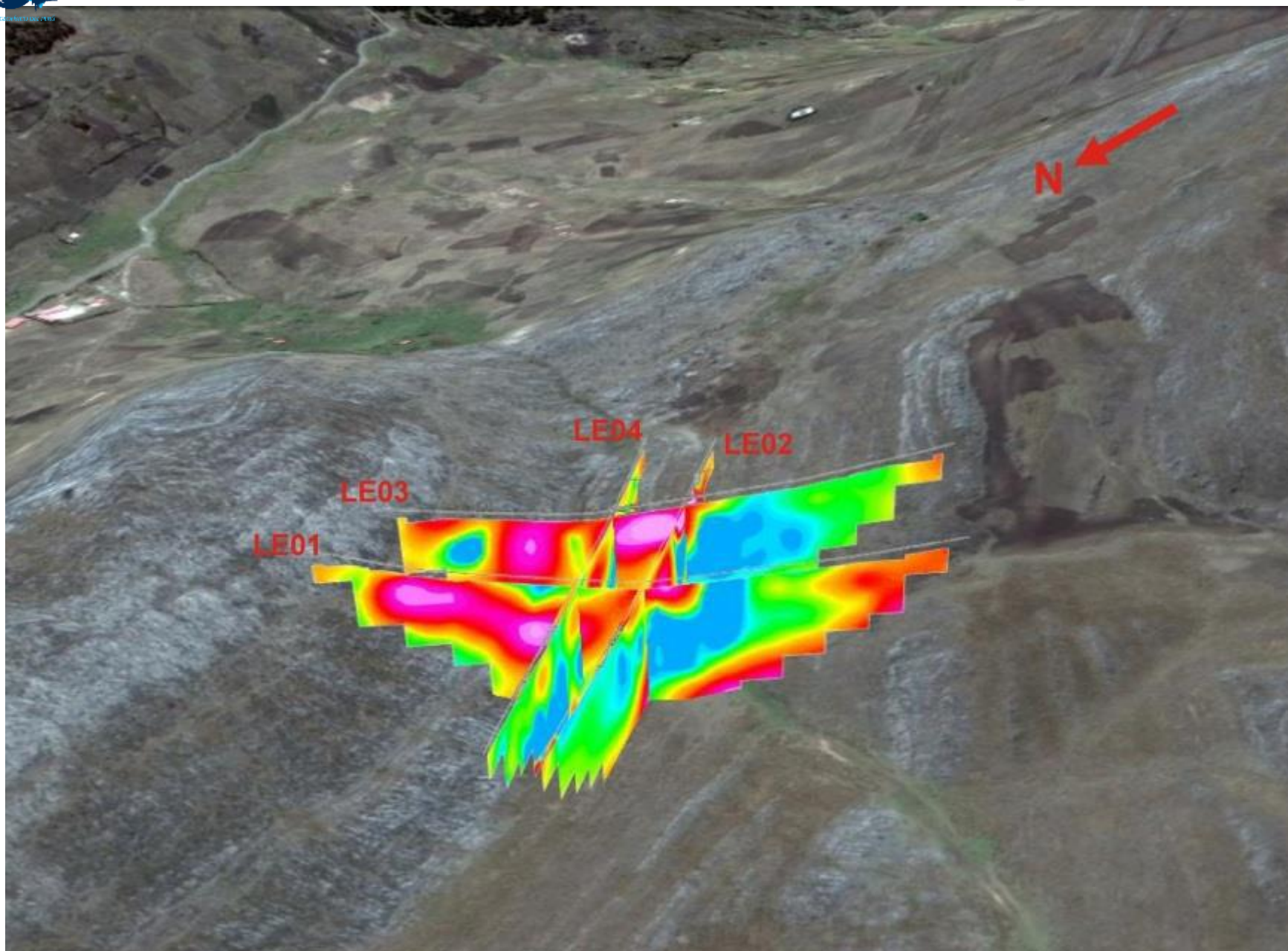
LEYENDA

- Material muy resistivo (>1500 ohm.m)
- Material resistivo (500 a 1500 ohm.m)
- Material medianamente resistivo (100 a 500 ohm.m)
- Material bajo resistivo (20 a 100 ohm.m)
- Material muy bajo resistivo (< 20 ohm.m)



Materiales en superficie: son rocas, arcillas y limos. Presencia de vegetación.

Identificación de los acuíferos en páramos





DÍA MUNDIAL DEL AGUA

I ENCUENTRO DE GRADUADOS DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN RECURSOS HÍDRICOS

**“Experiencia Profesional, Investigación e Innovación Tecnológica
en Recursos Hídricos”**

Tito Mallma Capcha
Universidad Nacional del Centro del Perú

Lima - Perú, marzo de 2018

Tema:

“Recarga de Acuíferos mediante la Construcción de Qochas”

Población y Muestra

Población

Las cabeceras de cuencas.

Muestra

Las cabeceras de cuencas de los departamentos de Junín y Huancavelica.

Situación Actual de las Cabeceras de Cuencas

Las cabeceras de las cuencas se encuentran degradadas por una serie de acciones provocado por el hombre como el sobrepastoreo, la quema de los pastizales, cambio del uso de suelos, pérdida de los bosques nativos, los cuales afectan grandemente el ecosistema y por tanto la escases de los recursos hídricos.



Zonas con degradación



Pradera degradado por sobre pastoreo en Pichccahuasi con baja eficiencia de regulación hídrica.



Humedal resecaado y mínima cobertura de pastos que alteró su función de regulación hídrica Pichccahuasi

Precipitación en las Cabeceras de Cuencas

Las precipitaciones totales anuales en las cabeceras de cuencas de los departamentos de Junín y Huancavelica son altas durante el año, por lo que es identificado con zona lluviosa, presentándose las precipitaciones intensas durante los meses de Noviembre a Marzo.

Estación	Precipitación (mm)		Ubicación	
	Mínima	Máxima	Altitud (msnm)	Lugar
<u>Huancalpi</u>	594.5	2086.5	3970	<u>Vilca - Hvca.</u>
<u>Huancavelica</u>	698.4	1514.5	3715	<u>Hvca. - Hvca.</u>
<u>Lircay</u>	608.9	1121.9	3357	<u>Angaraes - Hvca.</u>
<u>Tunel Cero</u>	748.5	1093.7	4512	<u>Pilpichaca - Hvca.</u>
<u>Paucarbamba</u>	945.5	1744.3	3000	<u>Paucarbamba - Hvca.</u>
<u>Laive</u>	610.3	1115.9	3842	<u>Yanacancha - Junín</u>
<u>Shullcas</u>	641.8	1442.2	3510	<u>Huancayo - Junín</u>
<u>Huaytapallana</u>	613.7	936.9	4400	<u>El Tambo - Junín</u>
<u>Acopalca</u>	641.8	1142.2	3839	<u>El Tambo - Junín</u>
<u>Ingenio</u>	404.1	1292.8	3450	<u>Sta. Rosa de Ocopa - Junín</u>

Precipitaciones con Altas Intensidades

Las intensidades máximas de precipitación que ocurren en las cabeceras de cuencas son las que provocan las escorrentías altas los cuales causan erosiones y crecidas inesperadas de los ríos.

Estación	Intensidad de precipitación (mm/hr)	Ubicación	
		Altitud (msnm)	Lugar
<u>Tunel Cero</u>	16.64	4512	<u>Pilpichaca - Hvca.</u>
<u>Paucarbamba</u>	12.60	3000	<u>Paucarbamba - Hvca.</u>
<u>Laive</u>	13.01	3842	El Tambo - Junín
<u>Acopalca</u>	19.94	3839	El Tambo - Junín

Velocidad de Infiltración en la Recarga

La velocidad con que el agua almacenada en las qochas se infiltra en el suelo hasta llegar al acuífero viene a ser aquella que se hace constante, el cual varía de acuerdo a la textura del suelo.

Textura de Suelo	Infiltración Constante (mm(hr))
Arenoso grueso	25 – 60
Arenoso fino	18 - 25
Franco arenoso	14 - 18

Intensidades de Precipitaciones en las cabeceras de Cuencas

Debido al cambio climático en los últimos años el comportamiento de las precipitaciones son con altas intensidades a partir de las 14 horas y como la superficie del suelo a ese nivel se encuentra depredada, pues se produce una alta escorrentía, y ocurre lo siguiente:

$$I_p \gg I_i$$

Donde:

I_p = Intensidad de precipitación (mm/hr)

I_i = Velocidad de infiltración en el suelo (mm/hr)

Especies con buenas características de regulación de procesos hidrológicos

Las especies con mejores características para fines de regulación del movimiento del agua en la superficie y sub suelo, son los que pertenecen a los géneros Calamagrostis, Poa, Agrostis, Scirpus, Stipa, Geranium, entre otras.

En la zona de evaluación existe buena presencia de musgos (aunque poco abundantes y pequeñas), cuyas características esponjosas permiten una buena regulación de procesos hidrológicos.

Evolumen de Almacenamiento en la Qochas

El volumen de almacenamiento en las qochas estará en función a la escorrentía superficial y al área de la microcuenca reguladora.

$$V_a = A_c \times E_s$$

$$E_s = PP \times C_e$$

Donde:

V_a = Volumen de almacenamiento en las qochas (m^3)

A_c = Área de la microcuenca reguladora (m^2)

E_s = Escorrentía (mm)

PP = Precipitación media mensual (mm)

C_e = Coeficiente de escorrentía

Volumen de Recarga al Acuífero por la Qochas

Parte del volumen de agua que se almacena en las qochas llegara a recargar los acuíferos por infiltración del agua almacenado, para esto se requiere que la superficie donde se ubicará dichas qochas sean permeables para facilitar la infiltración.

$$V_r = V_a - V_e$$

$$V_e = 1000 (E_v \times A_e)$$

Donde:

V_r = Volumen de recarga al acuífero (m^3)

V_e = Volumen de Evaporación de las qochas (m^3)

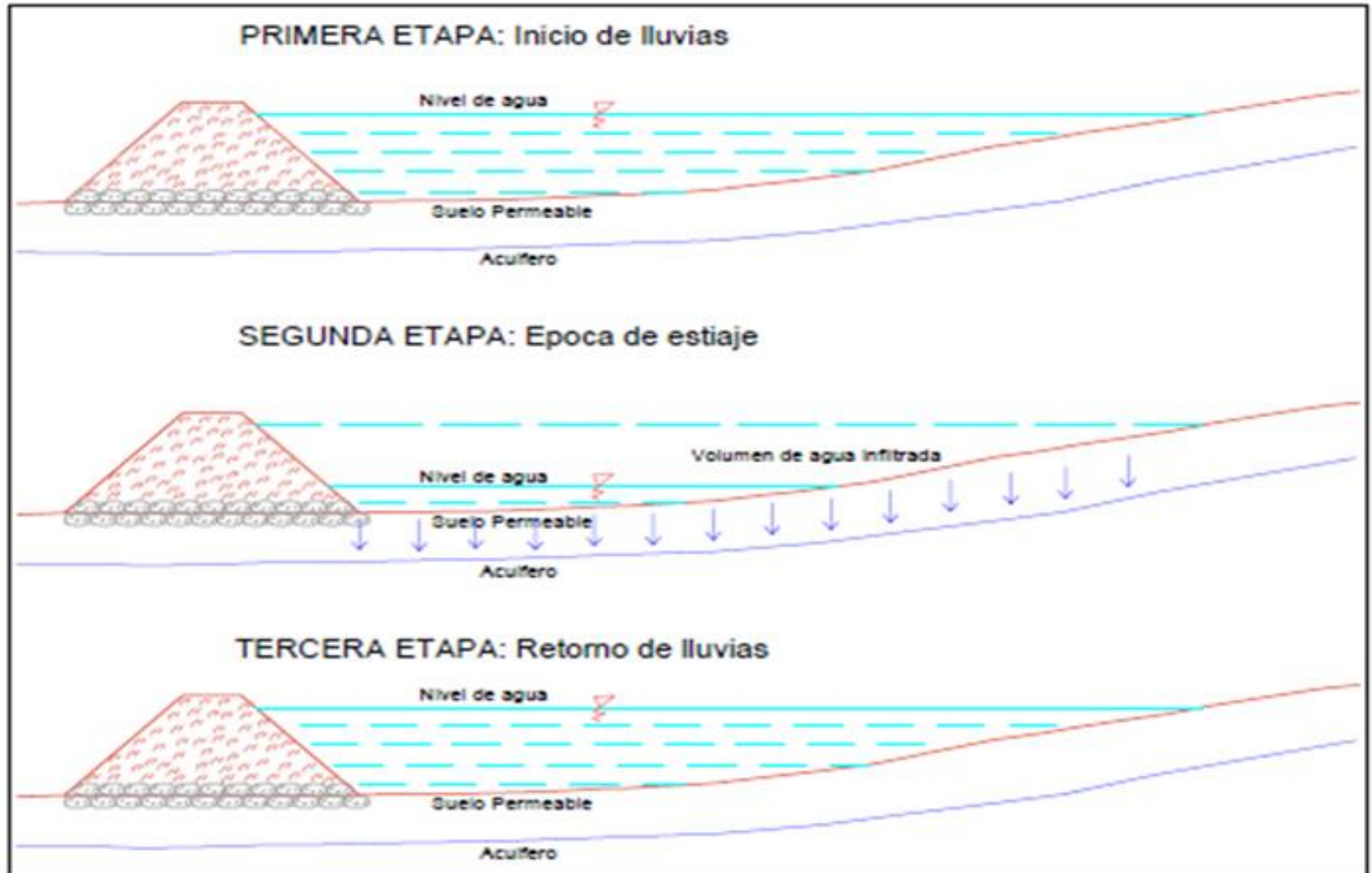
E_v = Evaporación media mensual (mm)

A_e = Área promedio del espejo de agua de las qochas (m^2)

Construcción de Qochas con Infraestructura Verde

- La construcción de qochas, se podrá efectuar para almacenar mayor volumen de agua en lugares donde es apropiado topográficamente de tal manera que tenga la forma de un vaso con una garganta corta donde el suelo debe ser permeable.
- Estas qochas, aprovechando la depresión natural del terreno y construyendo un dique en base a piedra y tierra de la zona permiten captar y almacenar el agua de la lluvia.

Proceso de Almacenamiento y de Recarga al Acuífero



RECARGA DE ACUIFEROS MEDIANTE QOCHAS

Zonas Proyectados para la Qochas



Qochas Ejecutadas



Propuesta de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos Hídricos en Cabecera de Cuencas

- La implementación de mecanismo de retribución debe ser por acuerdos y compromisos auto-organizados facilitados y/o coejecutados por el Ministerio del Ambiente (MINAM) y la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), en el marco establecido sobre servicios ecosistémicos a nivel nacional.
- Se organizara en dos grupos: Contribuyentes y retribuyentes. Es aquí donde esta tarea deberá de ser impulsada por un Equipo Promotor o Plataforma de Gobernanza que apoye el proceso de creación e implementación del MERESE hídrico.

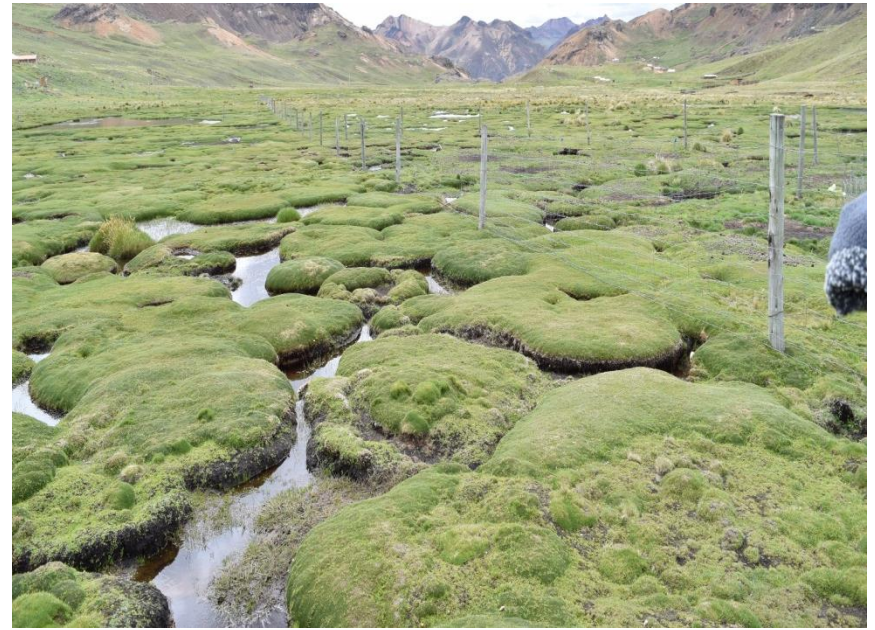
Responsables en la Construcción de las Qochas

- Con la implementación de mecanismo de retribución por servicios ecosistémicos se podrán dar responsabilidades tanto a los contribuyentes y a los retribuyentes para la construcción de las qochas.
- En la experiencia obtenida se han realizado los estudios respectivos para luego llevar a cabo la construcción por los lugareños (contribuyentes).



Zonas recuperadas con la Construcción de Qochas

Las qochas ya construidas están dando sus frutos en la zona de Pichccahuasi, ha recuperado la pradera con la aparición de humedales y por tanto también la propagación de pastos naturales.



Conclusiones

- El agua de lluvia almacenada en la qochas recarga los acuíferos por infiltración y por tanto aguas abajo incrementa el caudal en los manantiales, se reactivan algunos manantiales y aparecen nuevos manantiales.
- Reduce la escorrentía y por tanto mejora de la regulación hídrica en el comportamiento de los ríos.
- Recuperación y mantenimiento del caudal base de los ríos y manantiales.
- Recuperación, mantenimiento e incremento de pastos naturales aguas debajo de dichas qochas.
- Las qochas regulan el microclima de su entorno, ya que absorben, retienen y liberan el calor.
- Favorece la propagación de especies vegetales propias de la zona.

GRACIAS

