

Memoria técnica del proyecto GEOINDICADORES DEL CAMBIO CLIMÁTICO DEDUCIDOS DE LA OBSERVACIÓN DE LA CRIOSFERA EN LOS ANDES CENTRALES (CRYOPERU)

Coordinador del proyecto: Dr. Jose Úbeda Palenque. Cel: 958433475. Correo electrónico: joseubeda@ucm.es

1. RESUMEN

1.1. Introducción

La mayor parte de la población de Perú se concentra en ciudades localizadas en la estrecha franja comprendida entre la costa del Océano Pacífico y los Andes Centrales. Se trata de una de las regiones más áridas de la Tierra, donde la precipitación total anual apenas alcanza unas decenas de mm. Por ese motivo las reservas hídricas de la población y sus actividades económicas dependen en gran medida de los glaciares que se conservan en la cordillera. Esas masas de hielo forman parte de la criosfera, junto con la nieve, los glaciares rocosos y las capas de suelo helado (permafrost), que también están adquiriendo gran importancia como reservas de agua debido a la marcada tendencia a la reducción de la superficie y el volumen de los glaciares observada durante las últimas décadas. El proceso de deglaciación implica además un incremento de los peligros geológicos asociados a la criosfera, como aludes, avalanchas y otros tipos de movimientos en masa. El riesgo es mayor si cabe en las vertientes de la cordillera como consecuencia de su fuerte desnivel. En ese contexto la Autoridad Nacional del Agua (ANA); el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET); el Grupo de Investigación en Geografía Física de Alta Montaña de la Universidad Complutense de Madrid (GFAM) y la ONG Guías de Espeleología y Montaña (GEM), con el auspicio de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), han acordado impulsar un proyecto denominado CRYOPERU, con dos metas principales.

1.2. Objetivos

- Contribuir a la comprensión de los efectos del cambio climático en la criosfera de los Andes Centrales, en relación con dos problemas que afectan a Perú: la reducción de las reservas hídricas sólidas y el incremento de los peligros geológicos asociados al proceso de deglaciación.
- Proporcionar instrumentos de análisis a las instituciones que deben planificar y ejecutar las políticas de adaptación y mitigación de la sociedad a los efectos del cambio climático.

1.3. Estrategia de la investigación

Para alcanzar los objetivos previstos el proyecto analizará 10 geoindicadores del cambio climático y 4 geoindicadores de peligros geológicos en 8 áreas de estudio distribuidas de norte a sur de la cordillera occidental y la cordillera oriental de los Andes Centrales.

1.4. Áreas de estudio

Denominación	Departamento	Latitud sur	Longitud oeste
Cordillera Blanca	Ancash	8°39'-10°04'	76°55'-77°56'
Cordillera Huaytapallana	Junín	11°46'-12°00'	74°56'-75°09'
Cordillera Vilcabamba (Salcantay)	Cuzco	13°14'-13°26'	72°28'-72°40'
Cordillera Vilcanota (Queelccaya)	Cuzco-Puno	13°49'-14°04'	70°39'-70°56'
Cordillera Apolobamba-Rinconada	Puno	14°-32'-14°50'	76°55'-77°56'
Cordilleras de la Corte y Pariaqaqa	Lima-Junín	10°36'-11°38'	69°06'-69°34'
Estratovolcán Nevado Coropuna	Arequipa	15°06'-16°00'	71°32'-74°00'
Estratovolcanes Chachani-Misti	Arequipa	16°04'-16°24'	71°17'-71°39'

Tabla 1: localización de las áreas de estudio

1.5. Presupuesto:

5.059.925 soles / 1.756.919 US\$ / 1.249.365 €. Tipos de cambio 26/08/2014.

Fuente: Banco de la Nación (www.bn.com.pe).

1.6. Plazo de ejecución previsto:

26 meses (desde el 1/11/2014 hasta el 31/12/2016).

1.7. Financiación:

Mediante aportaciones de las instituciones promotoras y otras entidades cooperantes.

2. ESTRATEGIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

La implementación se realizará mediante 4 planes estratégicos cuyos cronogramas se detallan en la tabla 3. Los planes serán desarrollados por 8 grupos de trabajo, de acuerdo con la distribución que se indica en la tabla 2, aprovechando las sinergias con otros proyectos de investigación.

2.1. Planes estratégicos de implementación

2.1.1. Plan de instalación de sensores de geoindicadores del cambio climático (ANA, INGEMMET, GFAM, GEM)

Constará de las acciones para poner en funcionamiento las estaciones que registrarán los datos necesarios para evaluar los geoindicadores del cambio climático descritos en la memoria científica. Dichas acciones serán de tres tipos:

2.1.1. a) *Acciones para la exploración de las áreas de estudio (E)*

- Reconocimiento de las áreas de estudio para seleccionar las rutas de aproximación y la localización de las estaciones.
- Reuniones con instituciones académicas, autoridades políticas y representantes de las comunidades, con el fin de promover grupos locales de apoyo para la implementación y sostenibilidad futura de las estaciones.

Las acciones de exploración elaborarán un plan de instalación que explique las coordinaciones realizadas con los grupos locales de apoyo, las rutas de aproximación y las propuestas de localización para las estaciones.

2.1.1. b) *Acciones para la instrumentación de las áreas de estudio (I)*

En cada una de las 8 áreas de estudio se instalarán 2 grupos de 3 estaciones en altitudes sucesivamente más elevadas de dos vertientes contrastadas (p.e. norte/sur), contabilizando 48 estaciones en total. El objetivo será determinar en cada vertiente los gradientes altitudinales de cada variable (x/m) y las variaciones debidas a la orientación u otros factores geográficos. Todas las estaciones incluirán sensores para medir radiación solar (W/m^2); presión atmosférica (mbar); precipitación (mm) y temperatura ($^{\circ}C$) y humedad (m^3/m^3) del aire y el suelo, en diferentes profundidades (-15, -50 y 100 cm).

Las acciones para la instrumentación consistirán en la instalación de los sensores necesarios para registrar los parámetros previstos, incluyendo la elaboración de una ficha técnica detallando la siguiente información:

- Localización de cada estación, en coordenadas geográficas (longitud, latitud y altitud) y UTM (x, y, z); mapas georeferenciados, fotografías de campo y notas sobre las incidencias sucedidas durante la instalación.
- Tiempo de programación de cada sensor (día/mes/año y hora/minuto/segundo) siguiendo el protocolo desarrollado durante los últimos años por la cooperación INGEMMET-GFAM-GEM: sensores sincronizados en horas en punto con tiempo GPS e intervalos de registro cada 30 minutos (p.e. 14:00 h; 14:30 h; 15:00 h...).

2.1.1. c) *Acciones para el mantenimiento de las estaciones (M)*

Incluirán las operaciones de descarga de datos y recambio de baterías necesarias para asegurar el mantenimiento de las estaciones. Se elaborará una ficha técnica especificando cuando se descargaron los datos. En caso de haberse interrumpido el funcionamiento de los sensores también se anotarán las causas (p.e. agotamiento de la batería) y cuando finalizaron los registros, empleando la misma notación que en la ficha técnica de las acciones para la instrumentación (día/mes/año y hora/minuto/segundo).

2.1.2. Plan de desarrollo del Observatorio de la Criosfera (ANA, GFAM, GEM)

El Observatorio de la Criosfera será una plataforma tecnológica diseñada para facilitar y estandarizar la evaluación de los geoindicadores del cambio climático mediante el tratamiento automático de los datos registrados por los sensores en las áreas de estudio. Los procedimientos y ecuaciones matemáticas están descritos pormenorizadamente en la memoria científica del proyecto. La plataforma tecnológica será una herramienta *online* de libre acceso al igual que los datos generados, con el objetivo de promover la utilización de los datos en otros proyectos de investigación. No obstante una política de datos establecerá los plazos para el libre acceso y las condiciones de uso de los datos, para permitir que cada autor publique sus resultados y justifique la financiación de sus proyectos.

2.1.3. Plan de investigación de los geoindicadores de peligros geológicos (INGEMMET, GFAM, GEM)

La estrategia para hacer frente a la investigación de los geoindicadores de riesgos geológicos consistirá en el ensayo de los procedimientos propuestos (véase el informe científico) en áreas de estudio seleccionadas por su idoneidad. El objetivo final será elaborar propuestas para extrapolar los métodos a otros lugares de la Cordillera de los Andes Centrales. Para cada geoindicador de peligros geológicos el proyecto CRYOPERU propone las siguientes áreas:

Nº	Geoindicador	Áreas de estudio
11	Actividad volcánica y lahares	Nevado Coropuna
12	Movimientos en masa	- Cordillera Blanca - Cordillera Huaytapallana - Cordillera Vilcabamba (Salcantay) - Estratovolcán Nevado Coropuna
13	Estabilidad de morrenas que represan lagunas	Cordillera Blanca
14	Neotectónica	- Cordillera Blanca - Cordillera Huaytapallana - Cordillera Vilcabamba (Salcantay) - Estratovolcán Nevado Coropuna

Tabla 2: áreas de estudio de los geoindicadores de peligros geológicos.

2.1.4. Plan para la divulgación de los resultados (ANA, INGEMMET, GFAM, GEM)

Las acciones para la divulgación de los resultados alcanzados por el proyecto serán de tres tipos:

- **Socialización:** celebración de exposiciones, conferencias y talleres, creación de soportes *online* (páginas web) y elaboración de documentales.
- **Publicaciones científicas:** elaboración de artículos para revistas científicas, que se realizarán al menos en dos idiomas (inglés y castellano). Deben asegurar la contribución del proyecto CRYOPERU al incremento del conocimiento científico sobre la criosfera y el cambio climático.
- **Publicaciones institucionales:** boletines e informes técnicos que deben proporcionar instrumentos para planificar las estrategias y políticas de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático en las reservas hídricas almacenadas en la criosfera.

1) Plan de instalación de sensores de geoindicadores del cambio climático (1-8): ANA-INGEMMET-GFAM-GEM

E Exploración: reconocimiento y contactos preliminares **I** Instrumentación: instalación de sensores **M** Mantenimiento: descarga de datos y cambio de baterías

P	Área de estudio	Base	2014		2015												2016											
			N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	Estratovolcán Nevado Coropuna	Arequipa	E							I										M								
2	Estratovolcanes Chachani-Misti	Arequipa	E							I										M								
3	La Corte y Pariaqqa	Lima		E																	M							
4	Cordillera Blanca	Huaraz			E																M							
5	Cordillera Huaytapallana	Huancayo				E																M						
6	Montañas de La Rinconada	Puno					E															M						
7	C. Vilcabamba (Salcantay)	Cuzco						E															M					
8	C. Vilcanota (Quelccaya)	Cuzco							E															M				

P: Prioridad. Las áreas de estudio se enumeran en el orden en el que se priorizará su implementación, dependiendo de la obtención de la financiación.

2) Plan de desarrollo del Observatorio de la Criosfera: ANA-GFAM-GEM

P Fase de programación **E** Fase de ensayo **O** Fase operativa online

Nº	Geoindicador	Unidad	2014		2015												2016											
			N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	Cubierta nival	km ²	P																									
2	Cobertura glaciár	km ²		P																								
3	Snowline altitudes	m			P																							
4	Δ Volumen glaciares	km ³				P																						
5	ELAm (glaciares)	m					P																					
6	ELAg (glaciares)	m						P																				
7	ELAc (glaciares)	m							P																			
8	RILA (glaciares rocosos)	m								P																		
9	Permafrost	-									P																	
10	Proxies climáticos y paleo-	-										P																

Nº: número atribuido en la tabla 1 (geoindicadores del cambio climático) de la memoria científica del proyecto.

3) Plan de investigación de los geoindicadores de peligros geológicos (11-14): INGEMMET-GFAM-GEM

C Trabajos de campo **L** Trabajos de laboratorio

Nº	Tipo de peligro	Base	2014		2015												2016												
			N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
11	Actividad volcánica y lahares	Arequipa			L	L	L	L	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	L	L	C	C	C	C	C	C	C	L	L
12	Movimientos en masa	Arequipa					L	L	L	C	C	L	L	L					L	L	L	C	C	L	L	L			
13	Estabilidad de morrenas	Huaraz					L	L	C	C	C	C	L	L					L	L	C	C	C	C	L	L			
14	Neotectónica	Huancayo					L	L	C	C	C	C	L	L					L	L	C	C	C	C	L	L			

Nº: número atribuido en la tabla 2 (geoindicadores de peligros geológicos) de la memoria científica del proyecto.

4) Plan para la divulgación de los resultados: ANA-INGEMMET-GFAM-GEM

S Socialización **P** Publicaciones científicas **I** Publicaciones institucionales

Nº	Geoindicador	2014		2015												2016													
		N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
1	Cubierta nival									S	S										S	S					P	S	I
2	Cobertura glaciár									S	S										S	S					P	S	I
3	Snowline altitudes									S	S										S	S					P	S	I
4	Δ Volumen glaciares									S	S										S	S					P	S	I
5	ELAm (glaciares)									S	S										P	P	S	S			S	S	I
6	ELAg (glaciares)									S	S										P	P	S	S			S	S	I
7	ELAc (glaciares)									S	S										P	P	S	S			S	S	I
8	RILA (glaciares rocosos)									S	S										P	P	S	S			S	S	I
9	Permafrost									S	S										P	P	S	S			S	S	I
10	Proxies climáticos y paleoclimáticos									S	S										P	P	S	S			S	S	I
11	Actividad volcánica y lahares									S	S										S	S					P	S	I
12	Movimientos en masa									S	S										S	S					P	S	I
13	Estabilidad de morrenas									S	S										S	S					P	S	I
14	Neotectónica									S	S										S	S					P	S	I

Nº: número atribuido en las tablas de geoindicadores del cambio climático (1) y geoindicadores de peligros geológicos (2), en la memoria científica del proyecto.

Tabla 3: cronogramas de la estrategia para la implementación del proyecto.

2.2. Grupos de trabajo

Los planes estratégicos para la implementación del proyecto serán ejecutados por los grupos de trabajo que se indican en la tabla 4, detallando las instituciones responsables de la evaluación de los geoindicadores descritos en la memoria científica y otras tareas.

GRUPOS DE TRABAJO		GEOINDICADORES		
N°	Denominación	N°	Tareas	Institución
1	Coordinación	1-14	Coordinación científica y técnica del proyecto	ANA-INGEMMET GFAM-GEM
2	Teledetección	1-4	Cubierta nival, cobertura glaciaria, <i>snowline altitudes</i> y variaciones del volumen de los glaciares	ANA-GFAM-GEM
3	Geomorfología y cambio climático	5-10	ELAm, ELAg, ELAc, RILA, permafrost y <i>proxies</i> climáticos y paleoclimáticos (incluye dataciones absolutas)	ANA-INGEMMET GFAM-GEM
4	Monitoreo de glaciares	5	Evaluación del balance de masa glaciaria, necesario para estimar ELAm (transfiere sus resultados al GT3)	ANA-GFAM-GEM
5	Programación	1-10	Creación de la plataforma tecnológica	ANA-GFAM-GEM
6	Peligros geológicos	11-14	Actividad volcánica y lahares, movimientos en masa, estabilidad de morrenas y neotectónica (incluye dataciones absolutas)	INGEMMET-GFAM GEM
7	Socialización	1-14	Divulgación de los resultados	ANA-INGEMMET GFAM-GEM

Tabla 4: asignación de geoindicadores y otras tareas a los grupos de trabajo.

GT1. Coordinación: incluye a los representantes de las instituciones promotoras y los especialistas de la UNESCO que prestarán asistencia técnica para la ejecución del proyecto, con las funciones de dinamizar las acciones y realizar las coordinaciones científicas y técnicas que aseguren la consecución de los objetivos previstos.

GT2. Teledetección (evaluación de los geoindicadores 1-4): cubierta nival (km^2); cobertura glaciaria (km^2) y altitud de las nieves perpetuas o *snowline altitudes* (m) deducidas de la reclasificación automática de imágenes de satélite. Análisis de las variaciones en el volumen de los glaciares (km^3) identificadas en modelos digitales del terreno de las masas de hielo.

GT3. Geomorfología y cambio climático (evaluación de los geoindicadores 5-10): altitudes de la línea de equilibrio o *Equilibrium Line Altitudes* (m) deducidas del monitoreo de glaciares (ELA de monitoreo o ELAm), la forma y altitud de glaciares actuales o pasados (ELA geomorfológica o ELAg) o datos climáticos (ELA climática o ELAc); altitud de la línea de arranque de glaciares rocosos o *Rock-glacier Initiation Line Altitude* (RILA) y permafrost. Incluye dataciones absolutas para conocer la cronología de las implicaciones paleoclimáticas que sugieran los geoindicadores.

GT4. Monitoreo de glaciares (evaluación del balance de masa glaciaria): trabajo de campo y laboratorio para obtener los datos necesarios para reconstruir la ELAm.

GT5. Programación: desarrollo de un software *online* para automatizar, sistematizar y recopilar todos los geoindicadores del cambio climático (Observatorio de la Criosfera).

GT6. Peligros geológicos (evaluación de los geoindicadores 11-14): actividad volcánica y lahares, movimientos en masa relacionados con la criosfera, estabilidad de morrenas que represan lagunas glaciares y neotectónica en áreas de alta montaña. Incluye dataciones absolutas para comprender la dinámica de los procesos analizados.

GT7. Socialización: producción de los recursos necesarios para asegurar la divulgación de los resultados a través de la organización de workshops, conferencias y otro tipo de reuniones; exposiciones, talleres y otras modalidades de comunicación con comunidades; publicaciones científicas e institucionales y la producción de documentales.

La figura 1 es un diagrama de flujos que describe el funcionamiento del proyecto CRYOPERU mostrando las interrelaciones y la transferencia de resultados entre los grupos de trabajo.

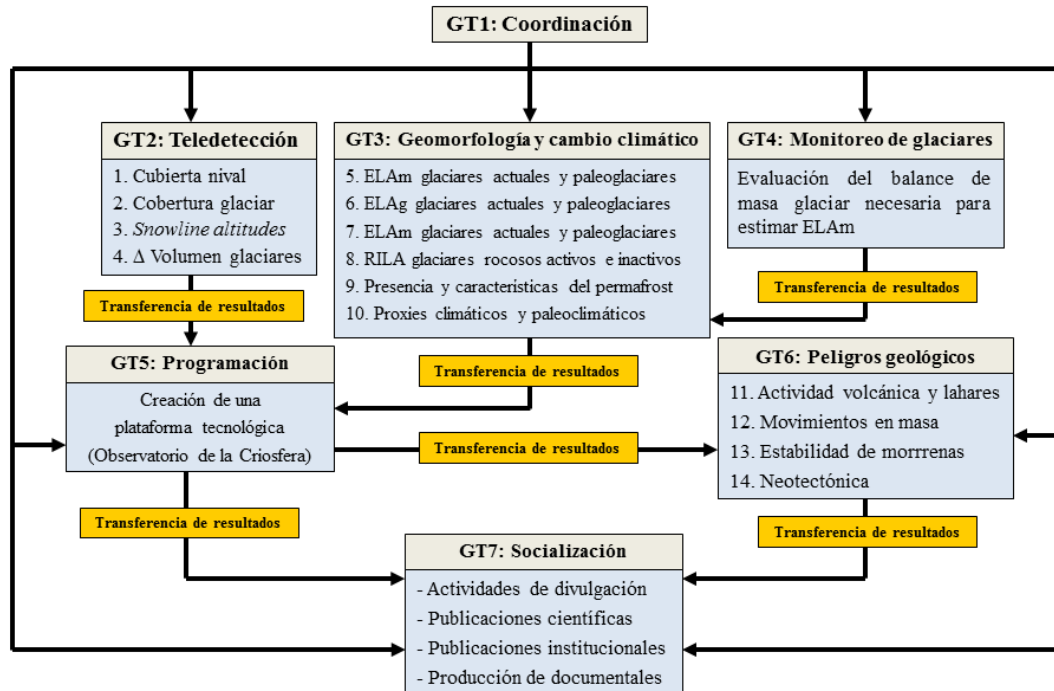


Figura 1: diagrama de flujos mostrando las relaciones entre los grupos de trabajo

2.3. Sinergias con otros proyectos

El grupo impulsor promoverá las sinergias del proyecto CRYOPERU con otras iniciativas que compartan los mismos objetivos, incluyendo las siguientes:

- *Environmental effects of deglaciation: case studies in contrasted geographic landscapes (CRYOCRISIS)*. Entidad financiadora: Ministerio de Economía y Competitividad (España) Referencia: CGL2012-35858. Duración: desde 01/02/2013 hasta 31/01/2016. Subvención: 103.000 €. Investigador principal: Dr. David Palacios Estremera. Departamento de AGR y Geografía Física. UCM. Investigadores participantes: 12.
- Creación de un laboratorio de dataciones por exposición de superficies (cloro-36) en la Facultad de Geografía e Historia de la Universidad Complutense de Madrid (España).
- Los efectos de la deglaciación en el paisaje del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama, en contraste con los otros Parques Nacionales españoles de Alta Montaña. Convocatoria Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente del Gobierno de España BOE 3165 24/03/2014. Investigador Principal: Dr. David Palacios
- Creación de un laboratorio de dataciones por exposición de superficies (berilio-10) en la sede central del INGEMMET en Lima.
- CRYOCRISIS RISE PROPOSAL, proyecto presentado a la convocatoria 2014 del programa de la Unión Europea *Research and Innovation Staff Exchange (RISE)*, *Marie Skłodowska-Curie Actions (H2020-MSCA-RISE)*. Instituciones promotoras: GFAM; ANA; INGEMMET; *Cascades Volcano Observatory-Volcano Hazards Program-United States Geological Service (USGS)*; *Portland State University (PSU)* y *Water and Environmental Research Center - University of Alaska-Fairbanks (WERC-UAF)*.
- Dos convenios marco ANA-GFAM y INGEMMET-GFAM para la investigación del impacto del cambio climático en la criosfera. Dos convenios específicos INGEMMET-GFAM para desarrollar investigaciones sobre geomorfología y cambio climático.
- Convenio suscrito por la ONG GEM y la Universidad Complutense de Madrid (España) para la realización de prácticas de estudiantes de licenciatura, grado, máster y doctorado.

3. PRESUPUESTOS

Las tablas que se muestran a continuación detallan el presupuesto del proyecto CRYOPERU desglosado por grupos de trabajo. Las cantidades se indican en soles y se han calculado sobre la base del tipo de cambio indicado por el Banco de la Nación de Perú el 26 de agosto de 2014 (www.bn.com.pe). Las tablas incluyen un código numérico que permite referirse a cada concepto por separado. Teniendo en cuenta que el trabajo de campo va a realizarse en áreas de alta montaña se ha incluido una partida dedicada a la adquisición de material técnico, para asegurar la seguridad de los investigadores. Por la misma razón, también se ha presupuestado un curso de capacitación en técnicas de montaña.

GT	GRUPOS DE TRABAJO	PRESUPUESTO
1	Coordinación	236288
2	Teledetección	617568
3	Geomorfología y cambio climático	1326148
4	Monitoreo de glaciares	1377180
5	Programación	144000
6	Peligros geológicos	1035971
7	Socialización	154000
-	Equipamiento y capacitación para alta montaña	168770
PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO		5059925

GT1. COORDINACIÓN

TOTAL GT1 236288

GT1 Coordinación 236288

	Código		Unidad	Cantidad	Precio/und	Subtotal
LOGÍSTICA	1	Desplazamientos internacionales en avión (5 por año)	Pasajes (i/v)	10	6000	60000
	2	Desplazamientos nacionales en avión (3 por área de estudio y año)	Pasajes (i/v)	48	636	30528
	3	Desplazamientos nacionales en autobús (3 por área de estudio y año)	Pasajes (i/v)	48	120	5760
	4	Alojamientos en el extranjero (50 días por año)	Noche de hotel	100	200	20000
	5	Alojamientos en Perú (100 días por año)	Noche de hotel	200	120	24000
	6	Viáticos en el extranjero (50 días por año)	Soles/día	100	320	32000
	7	Viáticos en Perú (100 días por año)	Soles/día	200	320	64000

GT2. TELEDETECCIÓN

TOTAL GT2 617568

GT2 Logística 82848

	Código		Unidad	Cantidad	Precio/und	Subtotal	
LOGÍSTICA	8	Desplazamientos internacionales en avión (2 por año)	Pasajes (i/v)	2	6000	12000	
	9	Desplazamientos nacionales en avión (1 por área de estudio y año)	Pasajes (i/v)	8	636	5088	
	10	Desplazamientos nacionales en autobús (1 por área de estudio y año)	Pasajes (i/v)	8	120	960	
	11	Alojamientos en el extranjero (20 días por año)	Noche de hotel	40	200	8000	
	12	Alojamientos en Perú (50 días por año)	Noche de hotel	100	120	12000	
	13	Viáticos en el extranjero (20 días por año)	Soles/día	40	320	12800	
	14	Viáticos en Perú (50 días por año)	Soles/día	100	320	32000	
GT2 Imágenes de satélite						390720	
	Código		Unidad	Cantidad	Precio/und	Subtotal	
RECURSOS MATERIALES	Imágenes de satélite	15	Imágenes del satélite RapidEye, R=5 m (2 por área de estudio)	Escena	120	200	24000
		16	Imágenes del satélite Spot 6, R=1.5 m (2 por área de estudio)	Escena	12	26000	312000
		17	Imágenes del satélite ASTER, R=15 m (2 por área de estudio)	Escena	120	456	54720

			GT2 Contratación especialista			144000
	Código		Unidad	Cantidad	Precio/und	Subtotal
RECURSOS HUMANOS	18	Contratación especialista en teledetección	Sueldo mensual	24	6000	144000

GT3. GEOMORFOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

TOTAL GT3

1326148

			GT3 Logística			82848	
	Código		Unidad	Cantidad	Precio/und	Subtotal	
LOGÍSTICA	19	Desplazamientos internacionales en avión (2 por año)	Pasajes (i/v)	2	6000	12000	
	20	Desplazamientos nacionales en avión (1 por área de estudio y año)	Pasajes (i/v)	8	636	5088	
	21	Desplazamientos nacionales en autobús (1 por área de estudio y año)	Pasajes (i/v)	8	120	960	
	22	Alojamientos en el extranjero (20 días por año)	Noche de hotel	40	200	8000	
	23	Alojamientos en Perú (50 días por año)	Noche de hotel	100	120	12000	
	24	Viáticos en el extranjero (20 días por año)	Soles/día	40	320	12800	
	25	Viáticos en Perú (50 días por año)	Soles/día	100	320	32000	
			GT3 Sensores			636300	
	Código		Unidad	Cantidad	Precio/und	Subtotal	
RECURSOS MATERIALES	Sensores para estaciones (http://www.onsetcomp.com/)	26	Piranómetros: radiación solar (W/m ²)	Sensor	48	940	45120
		27	Barómetro: presión atmosférica (mbar)	Sensor	48	1080	51840
		28	Pluviómetro: precipitación (mm)	Sensor	48	700	33600
		29	Termómetro/higrómetro temperatura (°C) humedad relativa aire (%)	Sensor	48	840	40320
		30	Termómetro suelo (°C)	Sensor	96	840	80640
		31	Higrómetro suelo (m ³ /m ³)	Sensor	48	840	40320
		32	Cable de conexión para los dispositivos	Sensor	288	560	161280
		33	Data logger 15 canales	Data logger	48	2240	107520
		34	Consumibles (baterías y otros)	Consumible	48	1170	56160
	Sensores permafrost	35	Termómetro suelo (°C)	Sensor	100	195	19500
				GT3 Fotografías aéreas y ortofotos			52000
		Código		Unidad	Cantidad	Precio/und	Subtotal
	Fotografías aéreas	36	50 por área de estudio	Fotograma	400	50	20000
	Ortofotos	37	1 por área de estudio	Ortofoto	8	4000	32000
			GT3 Dataciones absolutas			315000	
Dataciones absolutas	38	Servicio acelerador de partículas para recuento de isótopos (https://www.physics.purdue.edu/primelab/)	Muestra	100	3150	315000	
			GT3 Contratación especialista			240000	
	Código		Unidad	Cantidad	Precio/und	Subtotal	
RECURSOS HUMANOS	39	Contratación especialista en geomorfología y cambio climático	Sueldo mensual	24	10000	240000	

GT4. MONITOREO DE GLACIARES
TOTAL GT4 1377180

GT4 Campañas de monitoreo							480000
	Código		Unidad	Cantidad	Precio/und	Subtotal	
LOGÍSTICA	40	Campañas de monitoreo (1 por año y área de estudio)	Campaña	16	30000	480000	
GT4 Escáner LIDAR y Drone							897180
	Código		Unidad	Cantidad	Precio/und	Subtotal	
RECURSOS MATERIALES	Sensores movimiento	41	Sensores de movimiento para balizas de la zona de ablación de los glaciares(http://www.onsetcomp.com/)	Sensor	100	195	19500
	Escáner LIDAR	42	Escáner terrestre ILRIS-LR (http://www.optech.com/index.php/product/optech-ilris/)	Escáner	1	800000	800000
	Curso escáner LIDAR	43	Capacitación de recursos humanos para el uso del escáner LIDAR ILRIS-LR	Curso	1	15000	15000
	Drone	44	Drone eBee (https://www.sensefly.com/drones/ebee.html)	Drone	1	47680	47680
	Curso Drone	45	Capacitación de recursos humanos en el uso del drone eBee	Curso	1	15000	15000

144000
GT5. PROGRAMACIÓN
TOTAL GT5

GT5 Contratación							144000
	Código		Unidad	Cantidad	Precio/und	Subtotal	
RECURSOS HUMANOS	46	Contratación informático para desarrollar el software y una página web	Sueldo mensual	24	6000	144000	

GT6. PELIGROS GEOLÓGICOS
TOTAL GT5

GT6 Mapa de peligros							329544
	Código		Unidad	Cantidad	Precio/und	Subtotal	
MAPA DE PELIGROS COROPUNA	Dataciones absolutas	47	Servicio acelerador de partículas para recuento de isótopos (https://www.physics.purdue.edu/primelab/)	Muestra	100	3150	315000
	Modelización de lahares	48	Desplazamientos internacionales en avión (2 por año)	Pasajes (i/v)	2	6000	12000
		49	Desplazamientos nacionales en avión (2 por año)	Pasajes (i/v)	4	636	2544
GT6 Vigilancia volcánica							706427
	Código		Unidad	Cantidad	Precio/und	Subtotal	
VIGILANCIA VOLCÁNICA COROPUNA	Geodesia	50	GPS (http://www.runco.com.ar/Trimble-NetR9.html)	Sensor	3	110000	330000
		51	Sensores de movimiento para evaluar la subsidencia del complejo volcánico (http://www.onsetcomp.com/)	Sensor	100	195	19500
	Sismología	52	Sismógrafo de banda ancha GURALP (http://www.guralp.com/seismology)	Sismógrafo	1	62000	62000
	Visual	53	Cámara de red para exterior (http://www.axis.com/es/products/cam_q1755e/)	Cámara	2	14200	28400
		54	PC para recepción de imágenes (http://www8.hp.com/pe/es/products/desktops/product-detail.html?oid=5272027#!tab=specs)	PC	1	6028	6028
		55	Servidor NAS para almacenamiento de información (http://www8.hp.com/pe/es/products/file-object-storage/product-detail.html?oid=5335887&jumpid=reg_r1002_pees_c-001_title_r0001#!tab=features)	Servidor	1	10999	10999
	Geoquímica	56	Equipo de medición de CO ₂ y accesorios (http://www.detcon.com/1-documents/log-in/instruction_manuals/spanish/IR-700_IM_R2-0%20Spanish.pdf)	Equipo	1	40000	40000
		57	Sensores para fuentes termales (http://www.onsetcomp.com/)	Sensor	100	195	19500
	Telecomunicaciones	58	Cajas de seguridad (obra civil)	Caja	8	10000	80000
		59	Sistema de energía (baterías, paneles solares, reguladores de voltaje y accesorios)	Sistema	10	2000	20000
		60	Radio- transmisores punto-punto y antenas (http://www.xetawave.com/documents/Xeta9-EDataSheet-Sep2013.1.pdf)	Sistema	10	9000	90000

GT7. SOCIALIZACIÓN
TOTAL GT7
154000
GT7 Documentales y recursos materiales
154000

	Código		Unidad	Cantidad	Precio/und	Subtotal
PRODUCCIÓN DE DOCUMENTALES	61	Contratación empresa o especialista en comunicación y producción de documentales	Sueldo mensual	24	6000	144000
RECURSOS MATERIALES	62	Cartelería, folletos, etc...	Imprenta	1	10000	10000

EQUIPAMIENTO Y CAPACITACIÓN PARA ALTA MONTAÑA
TOTAL EQUIPAMIENTO Y CAPACITACIÓN
168770

Presupuestos basados en:	http://www.deporteslaser.com/	http://www.barrabes.com/	Equipamiento de montaña colectivo para un equipo de		8	investigadores	44090
Camillas para rescate:	http://www.yetiaventura.com/	Código		Unidad	Cantidad	Precio/und	Subtotal
EQUIPAMIENTO DE MONTAÑA COLECTIVO	Material para acampar	63	Tienda de campaña para alta montaña 2 plazas North Face Mountain 25	Tienda	4	2631	10524
		64	Cocina Primus Express Spider	Cocina	4	248	992
	Seguridad colectiva. Instalaciones para progresión y socorro	65	Cuerda semiestática Beal Antipodes 400 m	Metro	400	8	3200
		66	Polea Fija Petzl Fixe	Polea	6	90	540
		67	Polea doble Petzl	Polea doble	4	160	640
		68	Burilador Petzl Rocpec	Burilador	2	125	250
		69	Martillo para burilar Petzl TAM TAM	Martillo	2	204	408
		70	Spit Petzl para anclajes M8	Spit	40	8	320
		71	Bolsa portamaterial Boltbag Petzl para martillo de burilar	Bolsa	2	120	240
		72	Mosquetón de aluminio con seguro	Mosquetón	40	36	1440
		73	Chapa torcida Vrillee Petzl	Chapa torcida	30	16	480
		74	Chapa doblada Coudee Petzl	Chapa doblada	30	16	480
		75	Chapa Clown Petzl M8	Chapa clown	10	16	160
		76	Tornillo hielo Petzl Laser Speed 21 cm	Tornillo	30	223	6690
		77	Bidón estanco Fixe 6.4 l	Bidón	2	79	158
		78	Saca de PVC para transporte Alp Pik Nik (1/persona)	Saca	8	160	1280
		79	Camilla Rescate NEST Petzl	Camilla	2	8144	16288

			Equipamiento de montaña individual			104680	
		Código		Unidad	Cantidad	Precio/und	Subtotal
EQUIPAMIENTO DE ALTA MONTAÑA PERSONAL PARA 8 PERSONAS	Material para dormir en alta montaña	80	Saco de dormir Mountain Equipment Glacier 1250 Pluma (1/persona)	Saco	8	1634	13072
		81	Colchoneta Thermarest pro lite regular (1/persona)	Colchoneta	8	340	2720
		82	Saco sábana Salewa (1/persona)	Saco	8	75	600
	Ropa técnica	83	Guantes Vaude Aletsch Sympatex Gloves Black (1 par/persona)	Par guantes	8	387	3096
		84	Gorro pasamontañas forro polar North Face Balaclava (1/persona)	Gorro	8	157	1256
		85	Chaqueta impermeable Patagonia Mixed Guide hoody (1/persona)	Chaqueta	8	1171	9368
		86	Chaqueta con relleno de pluma Mountain Equipment Vega (1/persona)	Chaqueta	8	1062	8496
		87	Pantalones Soloclimb M8 (1/persona)	Pantalón	8	401	3208
		88	Mono interior de forro polar Alp (1/persona)	Mono	8	441	3528
		89	Guete Alpine Black Diamond (1 par /persona)	Par guetes	8	196	1568
		88	Calcetines térmicos Lorpen insulated expedition (6 pares/persona)	Par calcetines	48	235	11280
		89	Botas Asolo modelo Pumori (1 par /persona)	Par botas	8	808	6464
	Material personal	90	Mochila Ferrino TransAlp 60	Mochila	8	422	3376
		91	Bastones Black Diamond Trail (1 par /persona)	Par bastones	8	274	2192
		92	Casco Petzl Trios con iluminación frontal y batería de repuesto (1/persona)	Casco	8	1608	12864
		93	Arnés Petzl Superavanti (1/persona)	Arnés	8	313	2504
		94	Maillón cierre arnés Fixe Semicircular Zicral 10 mm (1/persona)	Maillón	8	35	280
		95	Arnés de pecho Petzl Torse (1/persona)	Arnés	8	67	536
		96	Maillón cierre arnés pecho Fixe Delta Zincado 5 mm (1/persona)	Maillón	8	12	96
		97	Cabos de anclaje triple Alp (1/persona)	Cabo	8	145	1160
		98	Mosquetón de aluminio cabos de anclaje Black Diamond Nitron (3/persona)	Mosquetón	24	40	960
		99	Bloqueador de puño Petzl (1/persona)	Bloqueador de puño	8	184	1472
		100	Pedaleta doble Rodcle dyneema para el bloqueador de puño (1/persona)	Pedaleta	8	94	752
		101	Maillón de acero para el bloqueador de puño Fixe largo zincado (1/persona)	Mosquetón	8	19	152
		102	Mosquetón de acero sin seguro Fixe largo zincado 7 mm para el bloqueador de puño (1/persona)	Mosquetón	8	12	96
		103	Bloqueador de pecho Petzl croll (1/persona)	Croll	8	172	1376
		104	Descensor autofrenante Petzl Stop (1/persona)	Stop	8	400	3200
105		Mosquetón de acero con seguro Faders Twin para el descensor de poleas (1/persona)	Mosquetón	8	36	288	
106		Piolet Black Diamond Venom 110	Piolet	8	446	3568	
107	Crampones Petzl Sarken Lovelock	Crampones	8	644	5152		
			Capacitación técnica alta montaña			20000	
		Código		Unidad	Cantidad	Precio/und	Subtotal
CAPACITACIÓN PARA ALTA MONTAÑA		108	Curso de técnicas progresión y autosocorro en alta montaña	Curso	1	20000	20000

4. INSTITUCIONES PROMOTORAS DEL PROYECTO

4.1. Autoridad Nacional del Agua (ANA)

4.1.1. Descripción: autoridad científica, técnica y normativa de los recursos hídricos de Perú.

4.1.2. Web: <http://www.ana.gob.pe>

4.1.3. Persona de contacto: Ing. Miguel Angel Castillo Vizcarra (mcastillo@ana.gob.pe).

Perfil: Ingeniero electrónico especialista en tecnologías para el monitoreo y gestión de recursos naturales por la Universidad Nacional de San Agustín (UNSA, Arequipa, Perú, 2003). Actualmente cursa un máster en ingeniería de telecomunicaciones en la UNSA. Ha trabajado en monitoreo de represas, volcanes activos y gestión de riesgos. Actualmente es el director de la Oficina del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos (OSNIRH) de la ANA.

Función: coordinador de la ANA en el proyecto CRYOPERU

4.1.4. **Infraestructura, personal y equipamiento a disposición del proyecto:**

La ANA compromete personal y medios de trabajo para la implementación del proyecto incluyendo vehículo 4x4 con conductor para los trabajos de campo en todas las áreas de estudio previstas. Para alcanzar ese objetivo dispone de las siguientes sedes:

- Oficina de la OSNIRH en LIMA: áreas de estudio en la cordillera de la Corte y la Cordillera Pariayaqa. La OSNIRH cuenta con una base de datos procedente de 205 estaciones meteorológicas y 40 estaciones de aforo.
- AREQUIPA: áreas de estudio en los volcanes Coropuna, Misti y Chachani.
- HUARAZ: áreas de estudio en la Cordillera Blanca.
- HUANCAYO: áreas de estudio en la Cordillera Huaytapallana.
- CUZCO: áreas de estudio en la Cordillera Vilcabamba (Nevado Salcantay).

4.1.5. **Proyectos previos:**

- Elaboración del Plan Nacional de Recursos Hídricos del Perú, en cooperación con la consultora española Infraestructura y Ecología (INFRAECO).
- *Ice Core Drilling Project* en el Nevado Huascarán y el Nevado Quelccaya, en cooperación con el *Byrd Polar Research Center (Ohio State University, Estados Unidos)*.

4.1.6. **Proyectos actuales:**

- Adaptación al cambio climático y reducción de riesgos de desastres por el retroceso de los glaciares en la Cordillera de los Andes, en cooperación con el *Glaciology and Geomorphodynamics Group (3G), University of Zurich (Suiza)*.
- Transformación Hidrológica e Impactos Sociales a Cambios Climáticos en los Andes Peruanos, en cooperación con la *Ohio State University (Estados Unidos)*.
- *Great Ice: Glaciers et ressources en eaudans les Andes tropicales, indicateurs climatiques et environnementaux*, en cooperación con el *Institut de recherche pour le développement (IRD-Francia)*.
- CRYOCRISIS RISE PROPOSAL, propuesta presentada a la convocatoria 2014 del programa *Research and Innovation Staff Exchange (RISE) Marie Skłodowska-Curie Actions (H2020-MSCA-RISE)*, conjuntamente con otras instituciones impulsoras del proyecto CRYOPERU (INGEMMET y GFAM).
- Convenio marco suscrito con el GFAM para la investigación del impacto del cambio climático en la criosfera.

4.1.7. Publicaciones científicas y/o académicas recientes:

Ames, A., Muñoz, G., Verástegui, J., Zamora, M., Zapata, M. (1988). Inventario de Glaciares del Perú. Segunda parte. (INRENA, Ed.), pp. 105.

Bury, J., Mark, B., Mc Kenzie, J., French, A., Baraer, M., Huh, K. I., Zapata, M., Gómez, J. (2011). Glacier Recession and Human Vulnerability in the Yanamarey Watershed of the Cordillera Blanca, Peru. *Climatic Change* 105, 179-206.

Kargel, J., Furfaro, R., Kaser, G., Leonard, G., Fink, W., Huggel, C., Käab, A., Raup, B., Reynolds, J., Wolfe, D., and Zapata, M. (2011). Aster Imaging and Analysis of Glacier Hazards. In "Land Remote Sensing and Global Environmental Change." (B. Ramachandran, C. O. Justice, and M. J. Abram, Eds.), pp. 325-373. Springer.

López-Moreno, J. L., Fontaneda, S., Bazo, J., Revuelto, J., Azorin, C., Valero-Garcés, B., Morán, E., Vicente, S. M., Zubietta, R., Cochachín, A. (2013). Recent glacier retreat and climate trends in Cordillera Huaytapallana, Peru. *Global and Planetary Change* 112, 1-11.

Mark, B., Mc Kenzie, J., and Gómez, J. (2005). Hydrochemical Evaluation of Changing Glacier Meltwater Contribution to Stream Discharge: Callejon De Huaylas, Peru. *Hydrological Sciences Journal* 6, 975-987.

Rabatel, A., Bermejo, A., Loarte, E., Soruco, A., Gómez, J., Leonardini, G., Vincent, C., and Sicart, J.-E. (2012). Can be the snowline be used as indicator of the equilibrium line and mass balance for glaciers in the outer tropics? *Journal of Glaciology* 58 (212), 1027-1036.

4.2. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)

4.2.1. Descripción: Servicio geológico de Perú.

4.2.2. Web: <http://www.ingemmet.gob.pe>

4.2.3. Persona de contacto: Ing. Lionel Fidel Smoll (lfidel@ingemmet.gob.pe)

Perfil: Ingeniero Geólogo por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (1977), con 35 años de experiencia como geólogo en INGEMMET, 8 de ellos como Director de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR).

Función: coordinador del INGEMMET en el proyecto CRYOPERU.

4.2.4. Infraestructura, personal y equipamiento a disposición del proyecto:

El INGEMMET ofrece recursos humanos y materiales para la implementación del proyecto, incluyendo 14 investigadores trabajando en el el proyecto GA51 'Geomorfología y cambio climático' y el Observatorio Vulcanológico de Arequipa (OVI). Además, también están disponibles las siguientes sedes cerca de las áreas de estudio:

- Sede del INGEMMET en Lima: áreas de estudio en la cordillera de la Corte y la Cordillera Pariaqaqa. Laboratorios: petromineralogía, análisis químico (suelo y aguas), rayos X, teledetección y edades de exposición de superficies para berilio-10 (2015).
- Arequipa (OVI): áreas de estudio en los volcanes Coropuna, Misti y Chachani.
- Cuzco: áreas de estudio en la Cordillera Vilcabamba (Nevado Salcantay).
- Puno: áreas de estudio en las montañas de La Rinconada.
- Huaraz (2015): áreas de estudio en la Cordillera Blanca.
- Huancayo (2015): áreas de estudio en la Cordillera Huaytapallana.

4.2.5. Proyectos previos:

- Peligros Geológicos por Procesos Glaciares en la Cordillera Blanca (Departamento de Ancash): mapa de peligros, simulaciones y modelos de avenidas. En preparación.
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA-GCA) con participación de los servicios geológicos de Argentina, Chile, Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia, Venezuela y Canadá. Otros proyectos sobre peligros geológicos y comunicación (cinco publicaciones regionales).
- Creación del Observatorio Vulcanológico del INGEMMET en Arequipa.

4.2.6. Proyectos actuales:

- Creación de un laboratorio de dataciones por exposición de superficies a la radiación cósmica (berilio-10) en la sede del INGEMMET en Lima.
- Proyecto GA51 'Geomorfología y cambio climático'.
- CRYOCRISIS RISE PROPOSAL, propuesta presentada a la convocatoria 2014 del programa *Research and Innovation Staff Exchange (RISE)*, *Marie Skłodowska-Curie Actions (H2020-MSCA-RISE)*, conjuntamente con otras instituciones impulsoras del proyecto CRYOPERU (ANA e INGEMMET).
- Un convenio marco y dos convenios específicos suscritos con el GFAM para desarrollar investigaciones sobre geomorfología y cambio climático.

4.2.7. Publicaciones científicas y/o académicas recientes:

Evans, S.G., Bishop, N. F., Fidel, L., Valderrama, P., Delaney, K.B., Oliver-Smith, A. (2009). A reexamination of the mechanism and human impact of catastrophic mass flows originating on Nevado Huascarán, Cordillera Blanca, Peru in 1962 and 1970, *Engineering Geology* (108), 96–118.

Fidel, L., A. Guzmán, et al. (2005). Investigation of the origin and magnitude of debris flows from the Payhua Creek basin, Matucana area, Huarochiri Province, Perú. *Landslide risk management*. O. Hungr, R. Fell, R. Couture y E. Eberhardt. Londres, Taylor & Francis Group: 467-475.

Rivera, M., Thouret, J-C., Mariño, M., Berolatti, R., Fuentes, J., (2010). Characteristics and management of the 2006–2008 volcanic crisis at the Ubinas volcano (Peru). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 198, 19–34.

Spiske, M., Piepenbreier, J., Benavente, C., Kunz, A., Bahlburg, H., Steffahn, J. (2013). Historical tsunami deposits in Peru-sedimentology, inverse modeling and optically stimulated luminescence dating. *Quaternary International* 305, 31-44.

Spiske, M., Piepenbreier, J., Benavente, C., Bahlburg, H., (2013). Preservation potential of tsunami deposits on arid siliciclastic coasts. *Earth-Science Reviews* 126, 58-73.

4.3. Grupo de investigación en Geografía Física de Alta Montaña de la Universidad

4.3.1. Descripción: grupo de investigación de la Universidad Complutense de Madrid (España), cuyo objetivo es evaluar el impacto del cambio climático en la criosfera de las montañas (glaciares, cubierta nival y hielo subsuperficial permanente o permafrost).

4.3.2. Web: <http://portal.ucm.es/web/gfam>

4.3.3. Persona de contacto: Dr. David Palacios Estremera (davidp@ghis.ucm.es)

Perfil: catedrático de Geografía Física de la Universidad Complutense de Madrid, ha sido investigador responsable de 30 proyectos de investigación con financiación pública. Es autor o coautor de un centenar de publicaciones científicas, con áreas de estudio en el Sistema Central y Sierra Nevada (España), estratovolcanes de México y el sur de Perú y áreas subárticas de Tierra de Fuego e Islandia. También ha trabajado en Laponia, el archipiélago Svalbard (Océano Glacial Ártico) y la Cordillera de las Cascadas (Estados Unidos).

Función: coordinador del GFAM en el proyecto CRYOPERU.

4.3.4. Infraestructura, personal y equipamiento a disposición del proyecto:

El GFAM pone a disposición del proyecto la experiencia y el trabajo de 12 investigadores de la Universidad Complutense de Madrid y la Universidad de Castilla La Mancha (España), la Universidad Autónoma de México (México) y la *University of the Witwatersrand* (Sudáfrica). También dispone de un laboratorio para datación por edades de exposición de superficies a la radiación cósmica (cloro-36), a partir de 2015.

4.3.5. Proyectos previos:

- “Impacto del cambio climático en las reservas hídricas sólidas y riesgos hidrovulcánicos asociados en los estratovolcanes tropicales”. Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia e Innovación (España). Referencia: CGL2009-07343. Duración: desde 01/01/2009 hasta 31/12/2012. Subvención: 145.000 €. Investigador principal: Dr. David Palacios Estremera. Departamento de AGR y Geografía Física. UCM. Investigadores participantes: 9.
 - “Acción integrada con Sudáfrica para el estudio del cambio climático en áreas de alta montaña”. Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia e Innovación (España). Referencia: HS2008-007. Duración: desde 30/12/2007 hasta 30/12/2009. Subvención: 16.000 €. Investigador principal: Dr. David Palacios Estremera. Departamento de AGR y Geografía Física. UCM. Investigadores participantes: 4.
 - “Cambio climático y recursos hídricos en los Andes Centrales”. Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia y Tecnología (España). Referencia: CGL2008-02324-E/BTE. Duración: desde 01/12/2008 hasta 01/12/2010. Subvención: 22.000 €. Investigador principal: Dr. David Palacios Estremera. Departamento de AGR y Geografía Física. UCM. Investigadores participantes: 6.
 - “El cambio climático y su impacto en la distribución del permafrost en Sierra Nevada”. Entidad financiadora: Ministerio de Medio Ambiente (España). Referencia: MB-1635. Duración: desde 01/12/2008 hasta 01/12/2011. Subvención: 83.000 €. Investigador principal: Dr. Antonio Gómez Ortiz. Departament de Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional. Universidad de Barcelona. Investigadores participantes: 8.
 - “Acción Integrada con Austria para el estudio del cambio climático en áreas de alta montaña”. Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia y Tecnología. Referencia: 07-ZA-77097. Duración: desde 30/12/2007 hasta 30/12/2009. Subvención: 18.000 €. Investigador principal: Dr. David Palacios Estremera. Departamento de AGR y Geografía Física. UCM. Investigadores participantes: 4.
 - “Creación de una red de control térmico del suelo y el aire en las montañas de la Península Ibérica”. Entidad financiadora: Ministerio de Educación y Ciencia. Referencia: CGL2006-26199E. Duración: desde 01/12/2006 hasta 01/12/2009. Subvención: 3.000 €. Investigador principal: Dr. Antonio Gómez Ortiz. Departament de Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional. Universidad de Barcelona. Investigadores participantes: 8.
 - “Retroceso glaciar, procesos de colonización y flujo genético en comunidades vegetales pioneras árticas y antárticas”. Entidad financiadora: Ministerio de Educación y Ciencia. Referencia: POL2006-08405CGL. Duración: desde 01/12/2006 hasta 30/09/2009. Subvención: 120.000 €. Investigador principal: Dr. Leopoldo García Sancho. Departamento de Biología Vegetal II. UCM. Investigadores participantes: 6.
 - “Recursos hídricos y prevención de riesgos hidrovulcánicos en estratovolcanes tropicales activos”. Entidad financiadora: Ministerio de Educación y Ciencia. Referencia: CGL2006-01983/BTE. Duración: desde 01/12/2006 hasta 30/09/2009. Subvención: 135.000 €. Investigador principal: Dr. David Palacios Estremera. Departamento de AGR y Geografía Física. UCM. Investigadores participantes: 9.
 - “Acción Integrada con Francia para el estudio de riesgos hidrovulcánicos”. Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia y Tecnología. Referencia: HF2003-0191. Duración: desde 30/12/2003 hasta 30/12/2005. Subvención: 16.000 €. Investigador principal: Dr. David Palacios Estremera. Departamento de AGR y Geografía Física. UCM. Investigadores participantes: 4.
 - “Recursos y riesgos hidrovulcánicos en la Cordillera Occidental del Altiplano Andino (Perú y Bolivia)”. Entidad financiadora: Ministerio de Educación y Ciencia. Referencia: CGL2005-24176-E/BTE. Duración: desde 19/04/2006 hasta 18/04/2007. Subvención: 12.000 €. Investigador principal: Dr. David Palacios Estremera. Departamento de AGR y Geografía Física. UCM. Investigadores participantes: 5.
- (Continúa en la siguiente página)

4.3.5. Proyectos previos (continuación):

- “Evolución del manto nival, estabilidad erosiva y colonización líquénica en el Parque Natural de Peñalara”. Entidad financiadora: Comunidad de Madrid. Referencia: GR/AMB/0614/2004. Duración: desde 01/01/2004 hasta 31/12//2005. Subvención: 60.750 €. Investigador principal: Dr. David Palacios Estremera. Departamento de AGR y Geografía Física. UCM. Investigadores participantes: 5.
- “Elaboración de un sistema integrado para la prevención de riesgos hidrovulcánicos”. Entidad financiadora: Agencia Española de Cooperación Internacional. Referencia: A/1178/03. Duración: desde 15/12/2003 hasta 15/12/2005. Subvención: 12.000 €. Investigador principal: Dr. David Palacios Estremera. Departamento de AGR y Geografía Física. UCM. Investigadores participantes: 5.
- “Colca and Cotahuasi Valleys Geomorphology Hazard Project: Study of the geomorphology instability in relation to tectonic, volcanic, erosion and climate change interactions as a first step in the sustainable development of the area”. Entidad financiadora: Fundación del Amo, UCM y University of California. Referencia: UCM-2002-AJP. Duración: desde 01/09/2002 hasta 01/10/2004. Subvención: 18.000 €. Investigador principal: Dr. David Palacios Estremera. Departamento de AGR y Geografía Física. UCM. Investigadores participantes: 6.
- “Elaboración de un sistema integrado para la prevención de riesgos hidrovulcánicos”. Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia y Tecnología. Referencia: REN2003-06388. Duración: desde 01/12/2003 hasta 01/12/2006. Subvención: 142.650 €. Investigador principal: Dr. David Palacios Estremera. Departamento de AGR y Geografía Física. UCM. Investigadores participantes: 6.

4.3.6. Proyectos actuales:

- “Environmental effects of deglaciation: case studies in contrasted geographic landscapes (CRYOCRISIS)”. Entidad financiadora: Ministerio de Economía y Competitividad (España). Referencia: CGL2012-35858. Duración: desde 01/02/2013 hasta 31/01/2016. Subvención: 103.000 €. Investigador principal: Dr. David Palacios Estremera. Departamento de AGR y Geografía Física. UCM. Investigadores participantes: 12.
- Creación de un laboratorio de dataciones por exposición de superficies a la radiación cósmica (cloro-36) en la Facultad de Geografía e Historia de la Universidad Complutense de Madrid.
- CRYOCRISIS RISE PROPOSAL, propuesta presentada a la convocatoria 2014 del programa *Research and Innovation Staff Exchange (RISE)*, *Marie Skłodowska-Curie Actions (H2020-MSCA-RISE)*, conjuntamente con otras instituciones impulsoras del proyecto CRYOPERU (ANA e INGEMMET).
- Un convenio marco suscrito con la ANA para la investigación del impacto del cambio climático en la criosfera; un convenio marco y dos convenios específicos suscritos con el

4.3.7. Publicaciones científicas y/o académicas recientes:

2009

Arredondo, C., Muñoz-Jiménez, J., García-Romero, A. (2009). Recent changes in landscape-dynamics trends in tropical highlands, Central Mexico. *Interciencia* 33, nº 8, 569-577.

García-Romero, A., Muñoz, J., Andrés, N., Palacios, D. (2009). Relationship between climatic change and vegetation distribution in the Mediterranean Mountains: Manzanares Headvalley, Sierra de Guadarrama (Central Spain). *Climatic Change* 100 (3-4), 645-666.

Gómez, A., Palacios, D., Schulte, L. Salvador, F., Plana, J. (2009). Evidences from historical documents of landscape evolution after Little Ice Age of a mediterranean high mountain area,

Sierra Nevada, Spain (Eighteenth to Twentieth centuries). *Geografiska Annaler* 91 (4), 279-289.
Muñoz-Salinas, E., Renschler, C. S., Palacios, D. (2009). A GIS-based method to determine the volume of lahars: Popocatepetl Volcano, Mexico. *Geomorphology* 111, 61-69.

Gómez, A., Palacios, D., Schulte, L., Salvador Franch, F., Plana, J. (2009). Evidences from historical documents of landscape evolution after Little Ice Age of a mediterranean high mountain area, Sierra Nevada, Spain (Eighteenth to Twentieth centuries). *Geografiska Annaler* 91 (4), 279-289.

Muñoz-Salinas, E., Castillo-Rodríguez, M., Manea, V., Manea, M., Palacios, D. (2009). Lahar flow simulations using LAHARZ program: Application for the Popocatepetl volcano, Mexico. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 182, 13-22.

Muñoz Jiménez, J., García Romero, A., (2009). Plant colonization in Condesa nivation hollow, Sierra Guadarrama (Spanish Central System). *Geografiska Annaler*, 91A (3), 189-204.

2010

Andrés, N., Palacios, D. (2010). Cobertura nival y distribución de la temperatura en el suelo en las cumbres de la Sierra de Guadarrama. España. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 36 (2), 7-38.

Andrés, N., Palacios, D., Zamorano, J.J., Vázquez-Selém, L. (2010). Distribución del permafrost e intensidad de los procesos periglaciares en el estratovolcán Iztaccíhuatl (México). *Ería*, 83, 291-310.

Bollschweiler, M., Stoffel, M., Vázquez-Selém, L., Palacios, D. (2010). Tree-ring reconstruction of past lahar activity at Popocatepetl volcano, Mexico. *The Holocene* 20 (2), 1-10.

García-Romero, A., Muñoz-Jiménez, J., (2010). Modificaciones recientes de la cubierta nival y evolución de la vegetación supraforestal en la Sierra de Guadarrama, España: el Puerto de los Neveros. *Cuadernos de Investigación Geográfica* 36 (2), 107-141.

García-Romero, A., Muñoz, J., Andrés, N., Palacios, D. (2010): Relationship between climatic change and vegetation distribution in the Mediterranean Mountains: Manzanares Headvalley, Sierra de Guadarrama (Central Spain). *Climatic Change* 100 (3-4), 654-666.

Haddad B., Pastor M., Palacios D., Muñoz, E. (2010). A SPH Depth Integrated Model for Popocatepetl 2001 Lahar (Mexico): Sensitivity Analysis and Runout Simulation. *Engineering Geology* 114, 312-329.

Muñoz, E., Castillo, M., Manea, V., Manea, M., Palacios, D. (2010). On the Geochronological method versus Flow Simulation Software application for lahar risk mapping: a case study of Popocatepetl volcano, Mexico. *Geografiska Annaler* 92 (3), 311-328.

Salvador, F., Gómez, A., Palacios, D. (2010). Comportamiento térmico del suelo en un enclave de alta montaña mediterránea con permafrost residual: Corral del Veleta (Sierra Nevada, Granada. España). En: *Ambientes periglaciares, permafrost y variabilidad climática* (Blanco, J.J., de Pablo, M.A. y Ramos, M., Eds.). Alcalá de Henares. Servicio de Publicaciones Universidad de Alcalá de Henares, 61-68.

Tanarro, L.M., Andrés, N., Zamorano, J.J., Palacios, D., Renschler, C.S. (2010). Geomorphologic changes in a fluvial channel after primary lahar deposition: Huiloac Gorge, Popocatepetl volcano (Mexico). *Geomorphology* 122 (1-2), 178-190.

Tanarro-García, L.M., Muñoz-Jiménez, J. (2010). La evolución geomorfológica de las Hoces del Duratón en el Macizo calcáreo de Sepúlveda (Segovia-España). *Cuaternario y Geomorfología* 24 (1-2), 113-134.

Tanarro, L.M., Palacios, D., Zamorano, J.J., Gómez, A. (2010) Cubierta nival, permafrost y formación de flujos superficiales en un talud detrítico de alta montaña (Corral del Veleta, Sierra Nevada, España). *Cuadernos de Investigación Geográfica* 36 (2), 39-59.

2011

Alcalá, J., Palacios, D., Zamorano, J.J., Vázquez-Selem, L. (2011). Last glacial maximum and deglaciation of Ampato volcanic complex (Southern Peru) from Late Pleistocene to the Present. *Cuaternario y Geomorfología* 25 (1-2), 121-136.

Andrés, N. (2011) Aplicación de una metodología basada en TIG al seguimiento de la evolución geomorfológica del cráter activo del Popocatepetl (México, 1994-2003). *Geofocus* 11, 298-331.

Andrés, N., Palacios D., Úbeda, J., Alcalá, J. (2011). Ground thermal conditions at Chachani Volcano, Southern Peru. *Geografiska Annaler* 93 (3), 151-162.

Andrés, N., Palacios, D., Zamorano, J.J., Vázquez-Selém, L. (2011): Shallow ground temperatures and periglacial processes on the Iztaccíhuatl volcano, Mexico. *Permafrost and Periglacial Processes* 22, 188-194.

Andrés, N., Palacios D., Úbeda, J., Alcalá, J. (2011). Relación entre las anomalías geotérmicas y la ausencia de formas glaciares y periglaciares en el volcán El Misti (Sur de Perú). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 57, 343-367.

Andrés, N., Palacios D., Úbeda, J., Alcalá, J. (2011). Medio periglacial, permafrost y riesgos naturales en un volcán tropical extinto: Nevado de Chachani (Sur de Perú). *Scripta Nova* XV (376).

Andrés, N., Palacios D., Zamorano, J.J., Vázquez-Selém, L. (2011). Shallow ground temperatures and periglacial processes on the Iztaccíhuatl volcano, Mexico. *Permafrost and Periglacial Processes*, 22(2), 188-194.

Andrés, N., Tanarro, L.M., Palacios D. (2011). Las aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica al estudio de riesgos naturales: los riesgos asociados al retroceso de glaciares y a los desprendimientos. *Ciudad y Territorio XLII* (165-166), 529-550.

Bollschweiler, M. Stoffel, M. Vázquez- Selem, L., Palacios, D. (2010). Tree-ring reconstruction of past lahar activity at Popocatepetl volcano, Mexico. *The Holocene* 20 (2), 1–10.

García-Sancho, L., Palacios D., Green, T.G.A., Vivas, M., Pintado, A. (2011). Extreme high lichen growth rates detected in recent deglaciated areas in Tierra del Fuego. *Polar Biology*, 34(6), 813-822.

Haddad, B., Pastor, M., Palacios, D., Muñoz-Salinas, E. (2011). A SPH Depth Integrated Model for Popocatepetl 2001 Lahar (Mexico): Sensitivity Analysis and Runout Simulation. *Engineering Geology*, 114(3-4): 312-329.

Oliva, M., Schulte, L., Gómez, A. (2011). The role of aridification constraining the elevation range of Holocene solifluction processes and associated landforms in the periglacial belt of the Sierra Nevada (Southern Spain). *Earth Surface Processes and Landforms* 36, 1279-1291.

Oliva, M., Gómez, A. (2011). Holocene slope dynamics in Sierra Nevada (Southern Spain). Sedimentological analysis of solifluction and lake deposits. *Ice-Marginal Periglacial Processes and Sediments*. En Martini, I.P.; French, H.M., Pérez Alberti, A. (Eds.). Geological Society, London, Special Publications, V. 354: 227-239.

Palacios, D., Marcos, J., Vázquez-Selem, L. (2011). Last Glacial Maximum and Deglaciation of Sierra de Gredos, Central Iberian Peninsula. *Quaternary International* 233(1), 16-26.

Palade, B., Palacios, D., Gómez-Ortiz, A. (2011). Glaciares Rocosos de Sierra Nevada y su significado paleoclimático: una primera aproximación. *Cuadernos de Investigación Geográfica* 37, 95–118.

Salvador, F., Gómez, A., Salvà-Catarineu, M., Palacios, D. (2011). Caracterización térmica de la capa activa de un glaciar rocoso en medio peri-glaciar de alta montaña mediterránea. El ejemplo del Corral del Veleta (Sierra Nevada, España). *Cuadernos de Investigación Geográfica* 37 (2), 25-48.

Stoffel, M. Bollschweiler, M. Vázquez- Selem, L., Palacios, D. (2011). Dendrogeomorphic dating of rockfalls on low-latitude, high-elevation slopes: Rodadero, Iztaccíhuatl volcano, Mexico. *Earth Surface Processes and Landforms* 36, 1209-1217.

2012

Gómez-Ortiz, A., Palacios, D., Palade, B., Vázquez-Selem, L., Salvador-Franch, F. (2012). The Deglaciation of the Sierra Nevada (Southern Spain) *Geomorphology* 159–160, 93-105.

Muñoz, J., García, A., Alanís, R.M. (2012), Colonización y sucesión vegetal en el fondo de una barranca afectada por flujos hidrovulcánicos recientes: la barranca Huiloac (vertiente NE del estratovolcán Popocatepetl), *Ería* 87, 19-38

Oliva, M., Gómez, A. (2012). Late Holocene environmental dynamics and climate variability in a Mediterranean high mountain environment (Sierra Nevada, Spain) inferred from the lake sediments and historical sources. *The Holocene* 22(8), 915-927.

Palacios, D., Andrés, N., Marcos, J., Vázquez-Selem, L. (2012). Glacial landforms and their paleoclimatic significance in Sierra de Guadarrama, Central Iberian Peninsula. *Geomorphology*, 139-140: 67-78.

Palacios, D., Andrés, N., Marcos, J., Vázquez-Selem, L. (2012). Maximum glacial advance and deglaciation of the Pinar Valley (Sierra de Gredos, Central Spain) and its significance in the Mediterranean context *Geomorphology* 177-178, 51-61.

Palacios, D., García-Sancho, L., Zamorano, J.J., Andrés, N., Pintado, A. (2012). Little Ice Age Maximum and present deglaciation of Ayloco Valley, Iztaccíhuatl volcano (Mexico). *The Holocene* (enviado).

2013

Gómez Ortiz, A., Palacios, D.; Palade, B., Vázquez Selem, L., Salvador Franch, F., Tanarro García, L.M., Oliva Franganillo, M. (2013). La evolución glaciaria de Sierra Nevada y la formación de glaciares rocosos. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 61, 139-162.

Oliva, M., Gómez, A. (2013). Multi –proxy reconstruction of past environmental changes and climate conditions over the last millenium in Southern Iberi (Sierra Nevada, Spain). In: *Holocene perspectives, Environmental Dynamic and Impact Event*. Nova Science Publishers, New York (USA), pp. 111-128.

Tanarro, L. M., Muñoz, J. (2013). Rockfalls in the Duratón canyon, central Spain: Inventory and statistical analysis. *Geomorphology* 169-170, 17-29.

2014

Andrés, N.; Zamorano, J.J.; Sanjosé, J.J.; Tanarro, L.M.; y Palacios, D. (2014). Evolución post-lahárica de un canal proglaciario: garganta de Huiloac (México), *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* (aceptado).

Arróniz-Crespo, M., Pérez-Ortega, S., De los Ríos, A., Allan Green, T.G., Ochoa-Hueso, R., Casermeiro, M.A., Cruz, M.T., Pintado, A., Palacios, D., Sancho, L.G. (2014). The role of bryophyte-cyanobacteria associations during primary succession in recently deglaciated areas of Tierra del Fuego (Chile). *PLOS ONE* (enviado).

Calvo, L., Haddad B., Pastor, M., Palacios, D. (2014). Runout and deposit morphology of Bingham fluid as a function of initial volume: implication for debris flow modelling. *Natural Hazards* (enviado).

García-Ruiz J.M., Palacios D., Andrés, N., Valero-Garcés B.L., López-Moreno J.I., Sanjuán, Y. (2014). Holocene and Little Ice Age glacial activity in the Marboré Cirque, Monte Perdido Massif, Central Spanish Pyrenees. *Holocene* (enviado).

Gómez Ortiz, A., Oliva, M., Salvador Franch, F., Salvà-Catarineu, M., Palacios, D., Sanjosé Blasco, J., Tanarro García, L. M. (2014). Degradation of buried ice and permafrost in the Veleta Cirque (Sierra Nevada, Spain) from 2006–2013. *Solid Earth Discuss*, 6.

Oliva M., Gómez, A., Palacios D., Salvador, F., Salvà, M. (2014). Environmental evolution in Sierra Nevada (South Spain) since the Last Glaciation based on multi-proxy records. Quaternary International, in press.

Palacios D., Andrés N., López-Moreno J.I., García-Ruiz J. M. (2014). Late Pleistocene rapid deglaciation in the Central Pyrenees: the Upper Gállego Valley. Quaternary Research (accepted).

Palacios D., Andrés, N., Gómez, A., Vázquez-Selem, L., Oliva M., Salvador-Franch, F. (2014). Maximum extent of Late Pleistocene glaciers and Last Deglaciation of La Cerdanya Mountains, Southeastern Pyrenees. Geomorphology (enviado).

4.4. Guías de Espeleología y Montaña (GEM)

4.4.1. Descripción: organización no gubernamental dedicada a la conservación e investigación de la naturaleza y el patrimonio cultural, la cooperación para el desarrollo y la educación ambiental.

4.4.2. Web: <http://onggem.wordpress.com/>

4.4.3. Persona de contacto: Dr. Jose Úbeda Palenque (joseubeda@ucm.es)

Perfil: Doctor en Geografía por la Universidad Complutense de Madrid (2010), con una tesis sobre el impacto del cambio climático en los glaciares del Nevado Coropuna que obtuvo la calificación de sobresaliente cum laude y premio extraordinario de doctorado. Ha participado en 20 proyectos de I+D con financiación pública y 11 campañas de investigación en los Andes Centrales de Perú. En la actualidad trabaja en la actualización y publicación de los resultados de su tesis doctoral y la implementación de proyectos de cooperación científica entre instituciones españolas y peruanas para decodificar el registro glacial del cambio climático en los Andes y evaluar sus efectos en la criosfera.

Función: coordinador principal del proyecto CRYOPERU y coordinador de la cooperación de GEM en el proyecto.

4.4.4. Infraestructura, personal y equipamiento a disposición del proyecto:

- Coordinación logística para la realización de los trabajos de campo en alta montaña, contando con la experiencia de haber organizado 10 campañas de investigación en los Andes Centrales (2004-2013).
- Programa para la realización de prácticas de estudiantes de licenciatura, grado, máster y doctorado de la Universidad Complutense de Madrid (España). Durante los últimos años ha dado lugar a la realización de una tesis de grado, tres tesis de fin de máster y una tesis doctoral sobre los geoindicadores descritos en la memoria científica. Actualmente se están elaborando una tesis de ingeniería y tres tesis de fin de máster sobre los mismos temas.
- Dos instalaciones de apoyo en España para el alojamiento de investigadores y la organización de cursos de capacitación en técnicas de alta montaña: Casilla del Mortero (Torremocha del Jarama-Madrid) y Casilla de La Lastra (Alpedrete de la Sierra-Guadalajara). Instalaciones cedidas desde 1996 por la empresa Canal de Isabel II Gestión para usos relacionados con los proyectos de la ONG.

4.4.5. Proyectos previos:

2004-2014: campañas anuales de investigación en los Andes de Perú (GFAM-GEM).

Julio-octubre 2010: Plan de muestreos geoarqueológicos y paleontológicos de los yacimientos de la Cueva del Reguerillo (Patones, Madrid, España) y el Abrigo del Monte (El Vellón, Madrid, España). Financiación: Dirección General de Patrimonio de la Comunidad de Madrid. Dirección: Luis Gerardo Vega, Fernando Colino, Rosa Rodríguez.

Septiembre 2009: Excavación arqueológica en el Abrigo de El Palomar (Yeste, Albacete, España). Financiación: Junta de Castilla La Mancha. Dirección: Luis Gerardo Vega y Paloma de la Peña (continúa en la página siguiente).

Junio-Agosto 2009: Excavación arqueológica en el Abrigo de El Monte (El Vellón, Madrid, España). Financiación: Dirección General de Patrimonio de la Comunidad de Madrid. Dirección: Luis Gerardo Vega, Fernando Colino, Rosa Rodríguez.

Septiembre 2008: Excavación arqueológica en el Abrigo de El Palomar (Yeste, Albacete, España). Financiación: Junta de Castilla La Mancha. Dirección: Luis Gerardo Vega, Fernando Colino y Paloma de la Peña.

Julio-Octubre 2008: Plan Director de la Cueva de El Reguerillo (Patones, Madrid, España). Financiación: Dirección General de Patrimonio de la Comunidad de Madrid. Dirección: Luis Gerardo Vega, Paloma de la Peña, Fernando Colino, Fernando Gutiérrez y Rosa Rodríguez.

Julio-Octubre 2008: Actuaciones arqueológicas en la Cueva de El Reguerillo (Patones, Madrid, España) Prospección de Arte Rupestre del Primer Piso y sondeo arqueológico del Segundo Piso. Financiación: Dirección General de Patrimonio de la Comunidad de Madrid. Dirección: Luis Gerardo Vega Toscano.

Julio-Octubre 2007: Excavación arqueológica en el Abrigo de El Monte (El Vellón, Madrid, España). Financiación: Dirección General de Patrimonio de la Comunidad de Madrid. Dirección: Luis Gerardo Vega, Paloma de la Peña y Fernando Colino.

Julio-Octubre 2007: Sondeos arqueológicos en los accesos al segundo y tercer piso y seguimiento arqueológico de las obras de cerramiento del acceso al segundo piso de la Cueva del Reguerillo (Patones, Madrid, España). Financiación: Dirección General de Patrimonio de la Comunidad de Madrid. Dirección: Luis Gerardo Vega Toscano.

Abril-Octubre 2006: Evaluación del potencial arqueológico de los yacimientos pleistocenos en cuevas y abrigos localizados en la orla caliza de la Sierra Norte de la Comunidad de Madrid (España). Financiación: Dirección General de Patrimonio de la Comunidad de Madrid. Dirección: Luis Gerardo Vega Toscano.

Noviembre-Diciembre 2006: Obras de protección y cerramiento de la Cueva del Reguerillo (Patones, Madrid, España). Financiación: Dirección General de Patrimonio de la Comunidad de Madrid. Dirección: Luis Gerardo Vega, Fernando Colino y Paloma de la Peña.

4.4.6. Proyectos actuales:

1996-2014: Programa Mamut para la conservación de la Cueva del Reguerillo (Patones-Madrid, España).

2003-2014: Convenio suscrito por la ONG GEM y la Universidad Complutense de Madrid (España) para la realización de prácticas de estudiantes de licenciatura, grado, máster y doctorado. Programa de prácticas vinculado con los proyectos de investigación del GFAM.

2013-2016: entidad colaboradora del proyecto GFAM referencia CGL2012-35858 (CRYOCRISIS), registrada en el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España (entidad financiadora del proyecto).

4.4.7. Publicaciones científicas y/o académicas recientes:

Campos, N. (2012). Glacier evolution in the South West slope of Nevado Coropuna (Cordillera Ampato, Perú). Tesis de fin de Máster, Universidad Complutense de Madrid. <http://eprints.ucm.es/19889/>

García, E. (2013). Evolución glaciaria del cuadrante noroeste del Nevado Coropuna. Tesis de Fin de Máster, Universidad Complutense de Madrid. <http://eprints.ucm.es/23671/>

Giráldez, C. (2011). Glacier evolution in the South West slope of Nevado Hualcán (Cordillera Blanca, Peru). Tesis de Fin de Máster, Universidad Complutense de Madrid. <http://eprints.ucm.es/14013/>

Quirós, T. (2013). Impacto del Cambio Climático en los glaciares de las montañas Chollquepuro y Pariaqaqa (Perú). Tesis de Fin de Grado. Universidad Complutense de Madrid, 51 pp.

Úbeda, J. (2011). El impacto del cambio climático en los glaciares del complejo volcánico Nevado Coropuna (cordillera occidental de los Andes, Sur del Perú). Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid (España). [http://eprints.ucm.es/12076.](http://eprints.ucm.es/12076/)

ÍNDICE

1.	Resumen.....	1
1.1.	Introducción.....	1
1.2.	Objetivos.....	1
1.3.	Estrategia de la investigación.....	1
1.4.	Áreas de estudio.....	1
1.5.	Presupuesto.....	1
1.6.	Plazo de ejecución.....	1
1.7.	Financiación.....	1
2.	Estrategia para la implementación del proyecto.....	2
2.1.	Planes estratégicos de implementación.....	2
2.1.1.	Plan de instalación de sensores de geoindicadores del cambio climático.....	2
2.1.2.	2.1.1.a) Acciones para la exploración de las áreas de estudio (E).....	2
	2.1.1.b) Acciones para la instrumentación de las áreas de estudio (I).....	2
	2.1.1.c) Acciones para el mantenimiento de las estaciones (M).....	2
2.1.3.	Plan de desarrollo del Observatorio de la Criosfera.....	3
2.1.4.	Plan de investigación de los geoindicadores de peligros geológicos.....	3
2.1.5.	Plan para la divulgación de los resultados.....	3
2.2.	Grupos de trabajo.....	3
	- GT1: Coordinación.....	5
	- GT2: Teledetección (geoindicadores 1-4).....	5
	- GT3: Geomorfología y cambio climático (geoindicadores 5-10).....	5
	- GT4: Monitoreo de glaciares (evaluación del balance de masa).....	5
	- GT5: Programación.....	5
	- GT6: Peligros geológicos (evaluación de los geoindicadores 11-14).....	5
	- GT7: Socialización.....	5
2.3.	Sinergias con otros proyectos.....	6
3.	Presupuestos.....	7
4.	Instituciones promotoras del proyecto.....	12
4.1.	Autoridad Nacional del Agua (ANA).....	12
4.1.1.	Descripción.....	12
4.1.2.	Web.....	12
4.1.3.	Persona de contacto.....	12
4.1.4.	Infraestructura, personal y equipamiento a disposición del proyecto.....	12
4.1.5.	Proyectos previos.....	12
4.1.6.	Proyectos actuales.....	12
4.1.7.	Publicaciones científicas y/o académicas recientes.....	12
4.2.	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET).....	13
4.2.1.	Descripción.....	13
4.2.2.	Web.....	13
4.2.3.	Persona de contacto.....	13
4.2.4.	Infraestructura, personal y equipamiento a disposición del proyecto.....	13
4.2.5.	Proyectos previos.....	13
4.2.6.	Proyectos actuales.....	13
4.2.7.	Publicaciones científicas y/o académicas recientes.....	13
4.3.	Grupo de Investigación en Geografía Física de Alta Montaña (GFAM).....	14
4.3.1.	Descripción.....	14
4.3.2.	Web.....	14
4.3.3.	Persona de contacto.....	14
4.3.4.	Infraestructura, personal y equipamiento a disposición del proyecto.....	14
4.3.5.	Proyectos previos.....	15
4.3.6.	Proyectos actuales.....	16
4.3.7.	Publicaciones científicas y/o académicas recientes.....	16
4.4.	Guías de Espeleología y Montaña (GEM).....	20
4.4.1.	Descripción.....	20
4.4.2.	Web.....	20
4.4.3.	Persona de contacto.....	20
4.4.4.	Infraestructura, personal y equipamiento a disposición del proyecto.....	20
4.4.5.	Proyectos previos.....	20
4.4.6.	Proyectos actuales.....	21
4.4.7.	Publicaciones científicas y/o académicas recientes.....	21