

ÍNDICE

- **Resumen ejecutivo**
- **Reseña histórica del IGP**
- **Misión y visión del IGP**
- **Organigrama**
- **Investigadores científicos**
- **Generando conocimiento científico**
- **Gestión Institucional**
- **Ciencias de la tierra Sólida**
- **Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera**
- **Geofísica y Sociedad**
- **Redes Geofísicas**
- **Observatorio Vulcanológico del Sur- Vulcanología**
- **Radio Observatorio de Jicamarca**
- **Observatorio de Huancayo- Astronomía**
- **Recursos Humanos**
- **Oficina de Tecnología de la Información y Datos Geofísicos (OTIDG)**
- **Estados Presupuestales**
- **Oficina de Asesoría Jurídica**
- **Personal del IGP**

Resumen ejecutivo

En un contexto de transformaciones naturales del planeta en el que vivimos (terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas, inundaciones, sequías, huaicos, deslizamientos de tierra, huracanes, tornados, entre otros), corresponde a las instituciones de investigación científica de todos los países realizar investigaciones, programas y proyectos que permitan estudiar y ampliar el conocimiento sobre estos procesos geofísicos a fin de salvaguardar a la población. El Perú no está ajeno a esta realidad, debido a que nuestro territorio está ubicado en una zona de alta actividad sísmica y volcánica; además, vivimos eventos recurrentes en el tiempo como los fenómenos El Niño y La Niña, así como el cambio climático.

Es por ello que el Instituto Geofísico del Perú (IGP) observa, registra, analiza y valora los procesos geofísicos que suceden en el territorio nacional, con la finalidad de brindar información que contribuya a la ejecución de la política nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (GRD).

En el 2017 iniciamos un nuevo ciclo de la gestión comprometidos a orientar el accionar institucional a través de un nuevo Modelo de Gestión del Conocimiento Científico. Durante el 2018, hicimos efectivo el incremento salarial del personal del DL 728 e iniciamos la construcción de nuestra nueva sede en la ciudad de Arequipa, el Observatorio Geofísico del Sur.

Durante el 2019, comprometidos con el desarrollo e innovación tecnológica en beneficio del país, iniciamos la construcción del prototipo del primer radar meteorológico móvil en banda X, luego de nuestra experiencia del 2018 con el proyecto “Modelado hidrodinámicos (lluvia, huaicos, deslizamientos) en Chosica, Lima”, que servirá para cuantificar y calificar la precipitación en cualquier localidad del país. Esta información es de utilidad para los modelos numéricos de predicción a corto y mediano plazo, insumo valioso en la GRD.

Continuamos con la construcción de nuestra sede en Arequipa, mediante la adjudicación de la obra a una nueva constructora. También creamos la Unidad Funcional CENVUL (Centro Vulcanológico Nacional), encargada de realizar el monitoreo constante de la actividad vulcanológica en el sur del Perú, emitiendo reportes de emisión de cenizas, lahares, y brindando asistencia técnica a las entidades del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (SINAGERD).

Siguiendo con nuestros valores de brindar servicios con excelencia en beneficio del ciudadano, conseguimos la certificación ISO 9001:2015 de Gestión de calidad del Centro Sismológico Nacional (CENSIS), el cual brinda la información sísmica oficial a las entidades del Sinagerd, como parte de la Red Nacional de Alerta Temprana (RNAT) antes tsunamis.

Finalmente, se consiguió el financiamiento para la implementación del proyecto Sistema de Alerta Sísmica del Perú (SASPe), el cuál mediante la instalación de más de cien (100) acelerómetros a lo largo de la costa, realizará la detección de la llegada de la primera señal sísmica y enviará una alerta para que las poblaciones dentro de un radio de afectación puedan tomar las acciones necesarias a fin de ponerse a buen recaudo segundos antes de la llegada de la onda sísmica. De esta manera el IGP sigue contribuye

CAPÍTULO I:

Organización de la Entidad

Reseña histórica del IGP

El Instituto Geofísico del Perú (IGP) se creó en Huancayo en 1922, con el objetivo de observar, registrar, analizar y valorar los procesos geofísicos que suceden en el territorio nacional; esto incluye, en el lenguaje de la prevención de desastres, la evaluación de los peligros o amenazas naturales a los que estamos expuestos.

Originalmente denominado Observatorio Geofísico de Huancayo, fue administrado por el Departamento de Magnetismo Terrestre del Instituto Carnegie de Washington hasta el año 1947. Posteriormente, entre los años 1947 y 1962, se convirtió en el Instituto Geofísico de Huancayo (IGH), siendo un organismo autónomo del Estado peruano. En enero de 1962, se decide darle su actual denominación, trasladando su sede ejecutiva a la ciudad de Lima, y se continúa promoviendo el constante aporte de científicos peruanos en diversos proyectos dentro del territorio nacional y en la región latinoamericana; innovando y sacando el mayor provecho de los recursos asignados, a los que se sumaron aquellos que se generan mediante servicios y convenios de investigación con entidades nacionales y extranjeras en diversos campos de la geofísica.

Es importante mencionar que en 1964 el IGP envió a 12 ingenieros peruanos a universidades extranjeras a obtener su grado de PhD (doctorado), esfuerzo único dentro de la administración pública peruana de la época.

Hoy, el Instituto Geofísico del Perú es un organismo público adscrito al Ministerio del Ambiente (Miman), cuya finalidad es el estudio de todos los procesos geofísicos relacionados con la estructura, condiciones físicas e historia evolutiva de la Tierra, teniendo la capacidad de servir a las necesidades del país en áreas tan importantes como: sismología, vulcanología, cambio climático, alta atmósfera, el estudio del fenómeno El Niño, clima espacial, astronomía y desarrollo tecnológico; obteniendo resultados con valor público orientado a la prevención y mitigación de fenómenos con gran potencial destructivo, ocupando una posición de mérito entre la comunidad científica internacional.

Sus principales actividades son la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la educación de alto nivel y la prestación de servicios en geofísica aplicada. Con más de 56 años de aportes científicos y tecnológicos, contamos con connotados especialistas nacionales altamente calificados, 22 de ellos con grado académico de doctor, muchos graduados en universidades norteamericanas y de la comunidad europea, quienes contribuyen con su conocimiento y experiencia al desarrollo del país y a la reducción del riesgo de desastres.

Desde la década pasada, el IGP ha renovado y consolidado procesos con la visión de gestión del conocimiento científico a fin de cumplir cabalmente con la misión de aportar con sus investigaciones al fortalecimiento de la Gestión del Riesgo de Desastres, destacando especialmente la implementación de la Red Sísmica Nacional, la modernización de la estructura orgánica institucional –a partir de un nuevo Plan Estratégico Institucional (PEI) y sus correspondientes instrumentos de gestión–, así como la contratación y el afianzamiento del equipo de investigadores.

Todo esto ha fortalecido el potencial de investigación de la entidad en los campos de: climatología, sismología, aeronomía, astronomía, vulcanología e hidrología. También se han iniciado nuevas investigaciones en paleoclimatología, oceanografía física, geofísica aplicada, geodesia, física de suelos, entre otros.

Asimismo, producto de las nuevas políticas de Estado, el IGP ha recibido un incremento progresivo en su presupuesto, principalmente relacionado con el financiamiento y ejecución de proyectos de inversión y la implementación del enfoque de Presupuestos por Resultados (PpR). Este nuevo escenario hizo que se cambie de manera sustancial las formas de llevar a cabo las actividades y tareas de la institución, lo que se ha plasmado en los diferentes programas de investigación: Ciencias de la Tierra Sólida, Ciencias de la Atmósfera e Hidrosfera y Ciencias del Geoespacio y Astronomía.

Visión, misión, ejes estratégicos, valores, objetivos y políticas institucionales del IGP

El Plan Estratégico Institucional (PEI) 2017-2019, del Instituto Geofísico del Perú – IGP, aprobado mediante Resolución de Presidencia N° 265-IGP/2016, documento de gestión que establece las prioridades para alcanzar los objetivos institucionales, el cual se encuentra alineado con las Políticas Nacionales y Sectoriales, siguiendo el marco metodológico de la Directiva 001-2014, “Directiva General de Planeamiento Estratégico”, aprobado mediante Resolución de Presidencia del Consejo Directivo del CEPLAN N° 026-204-CEPLAN/PDC.

Misión:

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

Ejes Estratégicos:

- Generación del Conocimiento - Contribuyendo al Desarrollo del País.
- Interacción Geofísica y Sociedad - ofreciendo acceso a la información.
- Servicios Científicos y Tecnológicos - reconocidos al servicio de la Sociedad.
- Fortalecimiento de capacidades – desarrollando el capital humano.
- Calidad en la Gestión Institucional – Estado e institución Moderna.
- Tecnología e Infraestructura óptima – instrumentación de vanguardia.

Valores Institucionales:

En el marco del modelo de gestión del conocimiento del IGP, se han establecido valores clave, y que constituyen el cimiento de una moderna gestión orientada al ciudadano, los que detallamos a continuación:

- Respeto: Los servidores del IGP, aceptan y consideran a las personas dentro de un marco de equidad e igualdad sin discriminación de ningún tipo.
- Identidad: Los servidores del IGP, transmiten el sentido de pertenencia proyectando una imagen corporativa única.
- Integridad: Los servidores del IGP, demuestran coherencia, credibilidad, transparencia y confianza.
- Excelencia: Los servidores del IGP, son referentes del conocimiento científico, con eficacia, eficiencia y efectividad en la generación del valor social.

Objetivos Estratégicos Institucionales

La nueva estrategia del IGP, fortalece una gestión moderna orientada a la gestión del conocimiento y a la generación de valor público, entregando a nuestros usuarios, bienes y servicios de calidad, reflejando el cambio que se pretende lograr en los ciudadanos, y el resultado en el corto plazo a través de un trabajo colaborativo.

Objetivos Estratégicos Institucionales del 2017–2019 del IGP

Objetivos Estratégicos Institucionales		Indicadores
OEI.01	Incrementar el conocimiento científico e información en el campo de la Geofísica y ciencias afines de la Entidades Públicas y Privadas.	Número de Publicadas Científicas indexadas.
		Porcentaje de Gobiernos Locales cuentan con estudio de evaluación de peligro geofísico desarrollados.
OEI.02	Fortalecer los sistemas de observación y vigilancia de fenómenos geofísicos para el Desarrollo del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (SINAGERD).	Porcentajes de estaciones geofísicas implementadas.
OEI.03	Promover el mayor y mejor uso de la información científica en geofísica y ciencias afines en beneficio de la sociedad.	Número de nuevas publicaciones científicas no indexadas disponibles para la sociedad.

OEI.04

Fortalecer el sistema de investigación científica y tecnológica en geofísica y ciencias afines en beneficio de la sociedad.

Personal científico especializado que desarrolla proyectos de investigación científica en beneficio de la Sociedad.

Estructura Orgánica:

1. ALTA DIRECCIÓN

1.1. Órganos de Alta Dirección

- Consejo Directivo
- Presidencia Ejecutiva
- Gerencia General

2. ÓRGANO DE CONTROL INSTITUCIONAL

2.1. Órgano de Control Institucional

3. ÓRGANOS DE ADMINISTRACIÓN INTERNA

3.1. Órganos de Asesoramiento

- Oficina de Asesoría Jurídica
- Oficina de Planeamiento y Presupuesto

3.2. Órganos de Apoyo

- Oficina de Administración
- Oficina de Tecnología de la Información y Datos Geofísicos.

4. ÓRGANO DE LINEA

4.1. Dirección Científica

4.2. Subdirección de Ciencias de la Tierra Solida

4.3. Subdirección de Ciencias de la Atmosfera e Hidrosfera

4.4. Subdirección de Redes Geofísicas

4.5. Subdirección de Geofísica y Sociedad

5. ÓRGANOS DESCONCENTRADOS

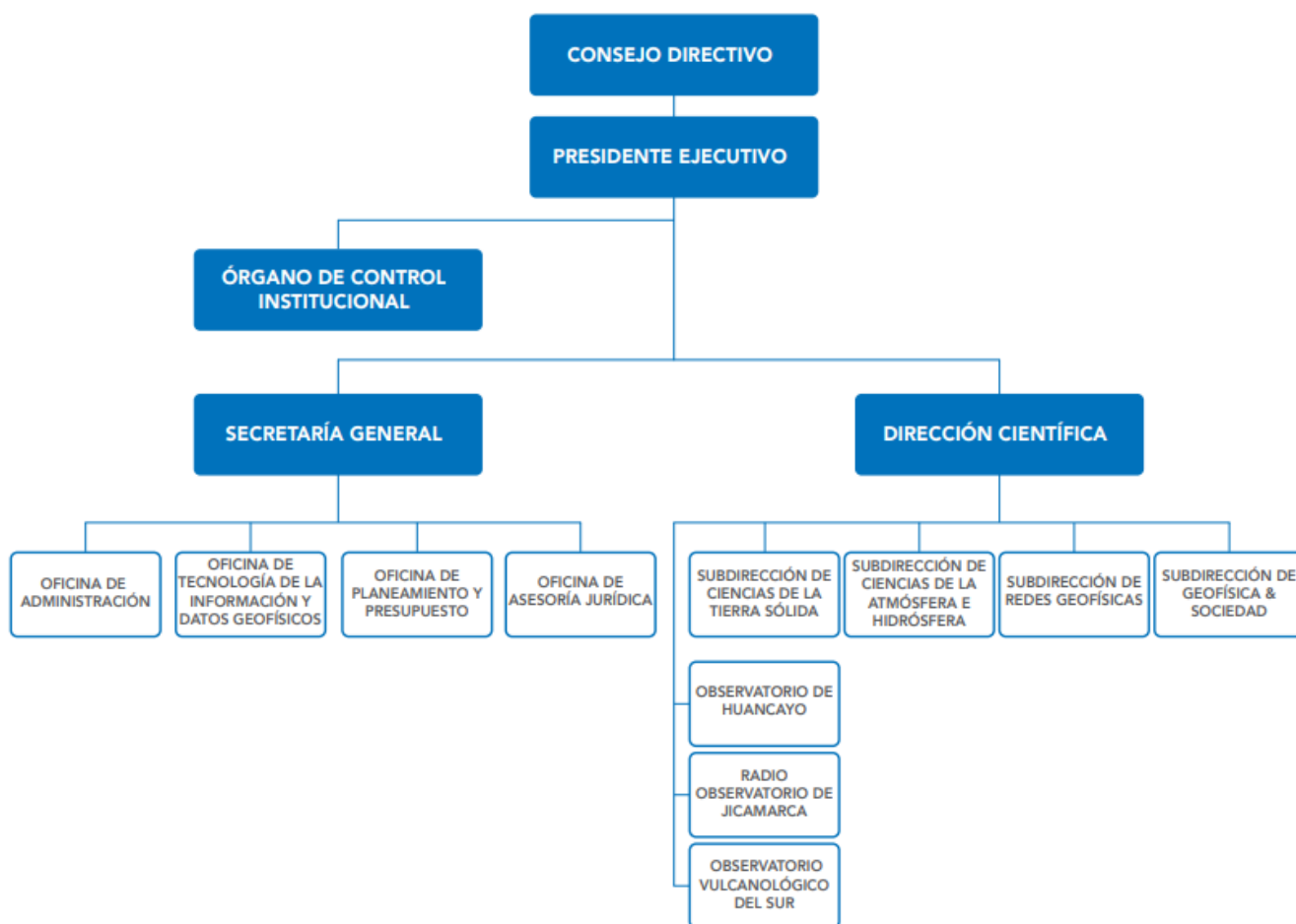
5.1. Observatorio de Huancayo

5.2. Radio Observatorio de Jicamarca

5.3. Observatorio Vulcanológico del Sur

Organigrama IGP

Este organigrama ha sido aprobado como parte del Reglamento de Organización y Funciones (ROF) del IGP, mediante Decreto Supremo N° 001-2015-MINAM.



Investigadores científicos

En el IGP desarrollan sus actividades los siguientes investigadores científicos:

- Hernando Tavera, PhD por la Universidad Complutense de Madrid (España)
- Danny Scipión, PhD por la Universidad de Oklahoma (EE. UU.)
- Edmundo Norabuena, PhD por la Universidad de Miami (EE. UU.)
- Yamina Silva, PhD por el Instituto Estatal de Hidrometeorología (Rusia)
- Marco Milla, PhD por la Universidad de Illinois en Urbana–Champaign (EE. UU.)
- Kobi Mosquera, PhD por la Universidad Paul Sabatier (Francia)
- Ivonne Montes, PhD por la Universidad de Concepción (Chile)
- Ken Takahashi, PhD por la Universidad de Washington (EE. UU.)
- Jhan-Carlo Espinoza, PhD por la Universidad Pierre y Marie Curie (Francia)
- Marco Antonio Rivera Porras, PhD por la Universidad Blaise Pascal (Clermont-Ferrand; Francia)
- Jorge Luis Flores Rojas, PhD Instituto de Astronomía, Geofísica y Ciencias Atmosféricas de la Universidad de Sao Paulo (IAG-USP).
- Adolfo Inza, PhD por la Universidad Joseph Fourier (Francia)
- Antonio Pereyra, PhD por la Universidad de Sao Paulo (Brasil)
- Edgardo Pacheco, PhD por la Universidad de Texas en Dallas (EE. UU.)
- Nobar Baella, PhD por el Observatorio Nacional de Brasil
- Juan Carlos Villegas, PhD por la Universidad de Niza Sophia Antipolis (Francia)
- James Apaéstegui, PhD por la Universidad Federal de Fluminense (Brasil)
- Sergio Morera, PhD por la Universidad Nacional Agraria La Molina (Perú)
- Ricardo Zubieta, PhD por la Universidad Nacional Agraria La Molina (Perú)
- Raúl Espinoza, PhD Universidad Paul Sabatier (Francia)
- Elisa Armijos, PhD por la Universidad Paul Sabatier (Francia)
- Isabel Bernal, PhD por la Universidad Nacional Autónoma de México
- Aldo Moya, PhD por el Instituto de Meteorología de Cuba (Cuba)

- Daniel Martínez, PhD por la Universidad de la Habana (Cuba)
- René Estevan, PhD por el Instituto de Meteorología de Cuba (Cuba)
- Shailendra Kumar, PhD por el Instituto de Ciencias Indio (India)
- Alejandra Martínez, MSc por la Universidad Ricardo Palma (Perú)
- Juan Carlos Gómez, MSc por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Perú)
- Hugo Trigoso, MSc por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (Brasil)
- Liliana Torres, MSc por la Universidad Blas Pascal (Francia)
- Percy Córdor, MSc por Universidad Pontificia Católica del Perú
- Nino Puma, MSc por la Universidad de Nice Sophia-Antipolis (Francia)
- Wendy Quiroz, MSc por la Universidad Joseph Fourier (Francia)
- Riky Centeno, MSc por la Universidad de Granada (España)
- Luisa Macedo, MSc por la Universidad Católica de Santa María (Perú)
- Juan Carlos Sulca Jota, MSc por la Universidad Estatal de Nueva York en Albany (EE.UU.)

Generando conocimiento científico

Uno de los logros concretos de toda investigación se visibiliza a través de artículos publicados a nivel nacional e internacional. En el año 2018, los investigadores del IGP han continuado con el esfuerzo de divulgar a la comunidad científica nuevos conocimientos, por lo que se han publicado los siguientes artículos:

Título		Autores	Journal
1	Response of the WRF model to different resolutions in the rainfall forecast over the complex Peruvian orography	Moya Álvarez, Aldo Saturnino;Martínez Castro, Daniel;Kumar, Shailendra;Estevan, René;Silva Vidal, Yamina	Theoretical and Applied Climatology
2	Indirect assessment of sedimentation in hydropower dams using MODIS remote sensing images	Condé, Rita de Cássia;Martinez, Jean-Michel;Pessotto, Marco Aurélio;Espinoza Villar, Raúl Arnaldo;Cochonneau, Gérard;Henry, Raoul;Lopes, Walszon;Nogueira, Marcos	Remote Sensing
3	Assessing precipitation concentration in the Amazon basin from different satellite - based data sets	Zubieta Barragán, Ricardo;Saavedra Huanca, Miguel;Espinoza, Jhan Carlo;Ronchail, Josyane;Sulca Jota, Juan Carlos;Drapeau, Guillaume;Martin - Vide, Javier	International Journal of Climatology
4	Decline of fine suspended sediments in the Madeira River Basin (2003–2017)	Ayes Rivera, Irma;Armijos Cardenas, Elisa Natalia;Espinoza Villar, Raúl Arnaldo;Espinoza, Jhan Carlo;Molina-Carpio, Jorge;Max Ayala, José;Gutierrez Cori, Omar;Martinez, Jean-Michel;Filizola, Naziano	Water
5	Climate change and cultural resilience in late pre-Columbian Amazonia	De Souza, Jonas Gregorio;Robinson, Mark;Maezumi, S. Yoshi;Capriles, José;Hoggarth, Julie A.;Lombardo, Umberto;Novello, Valdir Felipe;Apaéstegui Campos, James Emiliano;Whitney, Bronwen;Urrego, Dunia;Travassos Alves, Daiana;Rostain, Stephen;Power, Mitchell J.;Mayle, Francis E.;Da Cruz Jr, Francisco William;Hooghiemstra, Henry;Iriarte, José	Nature Ecology & Evolution

6	Effect of the surface wind flow and topography on precipitating cloud systems over the Andes and associated Amazon basin: GPM observations	Kumar, Shailendra;Silva Vidal, Yamina;Moya Álvarez, Aldo Saturnino;Martínez Castro, Daniel	Atmospheric Research
7	Seasonal and Regional Differences in Extreme Rainfall Events and Their Contribution to the World's Precipitation: GPM Observations	Kumar, Shailendra;Silva Vidal, Yamina;Moya Álvarez, Aldo Saturnino;Martínez Castro, Daniel	Advances in Meteorology
8	Analysis of Possible Triggering Mechanisms of Severe Thunderstorms in the Tropical Central Andes of Peru, Mantaro Valley	Flores Rojas, José Luis;Moya Álvarez, Aldo Saturnino;Kumar, Shailendra;Martínez Castro, Daniel;Villalobos Puma, Elver Edmundo;Silva Vidal, Yamina	Atmosphere
9	First two and a half years of aerosol measurements with an AERONET sunphotometer at the Huancayo Observatory, Peru	Estevan, René;Martínez Castro, Daniel;Suárez Salas, Luis;Moya Álvarez, Aldo Saturnino;Silva Vidal, Yamina	Atmospheric Environment: X
10	Modeling the Effects of Explicit Urban Canopy Representation on the Development of Thunderstorms above a Tropical Mega City	Flores Rojas, José Luis;Pereira Filho, Augusto José;Karam, Hugo Abi;Vemando, Felipe;Masson, Valéry;Silva Vidal, Yamina	Atmosphere
11	Frequency of a state of cloud systems over tropical warm ocean	Kumar, Shailendra;Bhat, G. S.	Environmental Research Communications
12	The Impact of Microphysics Parameterization in the Simulation of Two Convective Rainfall Events over the Central Andes of Peru Using WRF-ARW	Martínez Castro, Daniel;Kumar, Shailendra;Flores Rojas, José Luis;Moya Álvarez, Aldo Saturnino;Valdivia Prado, Jairo Michael;Villalobos Puma, Elver Edmundo;Del Castillo Velarde, Carlos;Silva Vidal, Yamina	Atmosphere
13	Regionalization of precipitation, its aggressiveness and concentration in the Guayas river basin, Ecuador	Ilbay-Yupa, Mercy;Zubieta Barragán, Ricardo;Lavado-Casimiro, Waldo	La Granja: Revista de Ciencias de la Vida
14	Radar Studies of Height-Dependent Equatorial F region Vertical and Zonal Plasma Drifts	Shidler, S. A.;Rodrigues, F. S.;Fejer, B. G.;Milla, Marco	Journal of Geophysical Research: Space Physics
15	The Case for Combining a Large Low-Band Very High Frequency Transmitter With Multiple Receiving Arrays for Geospace Research: A Geospace Radar	Hysell, D. L.;Chau, J. L.;Coles, W. A.;Milla, Marco;Obenberger, K.;Vierinen, J.	Radio Science
16	Aperture-Synthesis Radar Imaging With Compressive Sensing for Ionospheric Research	Hysell, D. L.;Sharma, P.;Urco, M.;Milla, Marco	Radio Science
17	Can artificial neural networks estimate potential evapotranspiration in Peruvian highlands?	Laqui, Wilber;Zubieta Barragán, Ricardo;Rau, Pedro;Mejía, Abel;Lavado, Waldo;Ingol, Eusebio	Modeling Earth Systems and Environment

18	The early history of the Jicamarca Radio Observatory and the incoherent scatter technique	Woodman Pollitt, Ronald Francisco;Farley, Donald T.;Balsley, Ben B.;Milla, Marco	History of Geo- and Space Sciences
19	Seasonal and Diurnal Cycles of Surface Boundary Layer and Energy Balance in the Central Andes of Perú, Mantaro Valley	Flores Rojas, José Luis;Cuxart, Joan;Piñas-Laura, Manuel;Callañaupa, Stephany;Suárez Salas, Luis;Kumar, Shailendra;Moya Álvarez, Aldo Saturnino;Silva Vidal, Yamina	Atmosphere
20	Stellar clusters multicolor photometry at OAUNI	Pereyra, Antonio;Zevallos, María Isela	Tecnia
21	Short term period variable stars observed at OAUNI	Pereyra, Antonio;Tello, Julio	Tecnia
22	Exoplanet transits observed at OAUNI	Pereyra, Antonio;Ricra, José	Tecnia
23	In situ cosmogenic ³ He and ³⁶ Cl and radiocarbon dating of volcanic deposits refine the Pleistocene and Holocene eruption chronology of SW Peru	Bromley, Gordon R. M.;Thouret, Jean-Claude;Schimmelpfennig, Irene;Mariño, Jersy;Valdivia, David;Rademaker, Kurt;Vivanco Lopez, Socorro del Pilar;ASTER Team;Aumaître, Georges;Bourlès, Didier;Keddadouche, Karim	Bulletin of Volcanology
24	Groundwater buffers decreasing glacier melt in an Andean watershed—but not forever	Somers, Lauren D.;McKenzie, Jeffrey M.;Mark, Bryan G.;Lagos, Pablo;Ng, Gene - Hua Crystal;Wickert, Andrew D.;Yarleque, Christian;Baraër, Michel;Silva Vidal, Yamina	Geophysical Research Letters
25	Estudio de tormentas convectivas sobre los Andes Centrales del Perú usando los radares PR-TRMM y KuPR-GPM	Villalobos Puma, Elver Edmundo;Martínez Castro, Daniel;Shailendra, Kumar;Silva Vidal, Yamina;Fashe, Octavio	Revista Cubana de Meteorología
26	On the relationship between suspended sediment concentration, rainfall variability and groundwater: an empirical and probabilistic analysis for the Andean Beni River, Bolivia (2003–2016)	Ayes Rivera, Irma;Callau Poduje, Ana Claudia;Molina-Carpio, Jorge;Ayala, José Max;Armijos Cardenas, Elisa Natalia;Espinoza-Villar, Raúl;Espinoza, Jhan Carlo;Gutierrez-Cori, Omar;Filizola, Naziano	Water
27	Chemical characterization of PM _{2.5} at rural and urban sites around the Metropolitan Area of Huancayo (Central Andes of Peru)	Huamán De La Cruz, Alex;Bendezu Roca, Yessica;Suárez Salas, Luis;Pomalaya, José;Álvarez Tolentino, Daniel;Gioda, Adriana	Atmosphere
28	Dispersión de material particulado 2.5 emitido por pollerías usando el modelo AERMOD en Huancayo Metropolitano, Perú	Lizarraga-Isla, Irving Jesus;Pomalaya-Valdez, José Eduardo;Suárez Salas, Luis;Bendezu-Roca, Yessica	DYNA
29	Estimación de Isla de Calor Urbana Superficial en el Area Metropolitana de Iquitos/Perú	Angeles Suazo, Julio M.;Angeles Vasques, Roberto J.;Flores Rojas, José Luis;Abi Karam, Hugo	Anuário do Instituto de Geociências
30	Isla de Calor Urbana Superficial en las Áreas Metropolitanas de Huancayo y Arequipa/Perú	Angeles Suazo, Julio Miguel;Flores Rojas, José Luis;Karam, Hugo Abi.;Arana Mallma, Gina R.;Angeles Vasquez, Roberto J.	Anuário do Instituto de Geociências

31	The role of ENSO flavours and TNA on recent droughts over Amazon forests and the Northeast Brazil region	Jimenez, Juan C.; Marengo, Jose A.; Alves, Lincoln M.; Sulca Jota, Juan Carlos; Takahashi, Ken; Ferrett, Samantha; Collins, Matthew	International Journal of Climatology
32	Dynamic of the carbonate system across the Peruvian Oxygen Minimum Zone	Hernandez-Ayon, Jose M.; Paulmier, Aurélien; Garçon, Veronique; Sudre, Joel; Montes Torres, Ivonne; Chapa-Balcorta, Cecilia; Durante, Giovanni; Dewitte, Boris; Maes, Christophe; Bretagnon, Marine	Frontiers in Marine Science
33	Effect of Caribbean Water incursion into the Gulf of Mexico derived from absolute dynamic topography, satellite data, and remotely sensed chlorophyll a	Delgado, Juan Antonio; Sudre, Joël; Tanahara, Sorayda; Montes Torres, Ivonne; Hernández-Ayón, José Martín; Zirino, Alberto	Ocean Science
34	Seasonal Variability of the Southern Tip of the Oxygen Minimum Zone in the Eastern South Pacific (30° - 38°S): A Modeling Study	Pizarro - Koch, Matias; Pizarro, Oscar; Dewitte, Boris; Montes Torres, Ivonne; Ramos, Marcel; Paulmier, Aurélien; Garçon, Véronique	Journal of Geophysical Research: Oceans
35	Multidisciplinary Observing in the World Ocean's Oxygen Minimum Zone Regions: From Climate to Fish-The VOICE Initiative	Garçon, Véronique; Karstensen, Johannes; Palacz, Artur; Telszewski, Maciej; Aparco Lara, Tony; Breitburg, Denise; Chavez, Francisco; Coelho, Paulo; Cornejo-D'Ottone, Marcela; Santos, Carmen; Fiedler, Björn; Gallo, Natalya D.; Grégoire, Marilaure; Gutierrez, Dimitri; Hernandez-Ayon, Martin; Isensee, Kirsten; Koslow, Tony; Levin, Lisa; Marsac, Francis; Maske, Helmut; Mbaye, Baye C.; Montes Torres, Ivonne; Naqvi, Wajih; Pearlman, Jay; Pinto, Edwin; Pitcher, Grant; Pizarro, Oscar; Rose, Kenneth; Shenoy, Damodar; Van der Plas, Anja; Vito, Melo R.; Weng, Kevin	Frontiers in Marine Science

CAPÍTULO II:

Información sobre el Cumplimiento de las Funciones Gestión Institucional

El Instituto Geofísico del Perú (IGP) es un Organismo Público Ejecutor adscrito al MINAM, que se rige por su propia Ley de creación, establecida en el Decreto Legislativo n. ° 136, del 12 de junio de 1981. En ella se enumeran sus principales funciones:

- Ejecutar proyectos de investigación científica para comprender la naturaleza del medio ambiente geofísico de nuestro país y aportar información vital para los planes de prevención de desastres producidos por los peligros naturales.
- Ser el centro de perfeccionamiento académico de alto nivel científico y técnico para estudiantes universitarios y afines incorporándolos en las actividades de investigación y desarrollo del país.
- Ofrecer asistencia en tecnología y ciencias de la sismología, vulcanología, geodesia espacial, astronomía, alta atmósfera, variabilidad climática, recepción y procesamiento de datos de radar e imágenes satelitales, entre otras.

La gestión apuesta por la generación de nuevo conocimiento sobre el mundo que vivimos, mecanismo necesario y permanente para asegurar el bienestar social y económico de sus habitantes. Esto es posible gracias a la recolección de información de parámetros físicos del entorno que nos rodea y que nos permiten estimar el estado de su comportamiento futuro.

El IGP monitorea parámetros físicos de la Tierra mediante la instalación de sensores geofísicos a nivel nacional. Estos sensores forman parte de un grupo especializado de instrumentos de última tecnología y cuyo funcionamiento es el punto de inicio para realizar estudios en diversos ámbitos de la ciencia, tales como la sismología, vulcanología, dinámica de placas, fallas activas y movimientos en masa.

En el IGP, el diseño, planificación, instalación y operación de estos sensores es desarrollado por la Subdirección de Redes Geofísicas, la cual en 2018 ha continuado con el fortalecimiento de las diversas redes de instrumentación que operan en todo el país. De esta forma, la Red Sísmica Nacional (RSN) ha llegado a la cifra de 73 estaciones sísmicas distribuidas en todo el país con transmisión satelital VSAT, que proveen de datos en tiempo real al Centro Sismológico Nacional (CENSIS) ubicado en Lima. A esta RSN se suman 12 estaciones sísmicas que han sido instaladas en siete volcanes activos, como parte del futuro Centro Vulcanológico Nacional (CENVUL).

Por otro lado, en septiembre se completó la instalación de 169 modernos acelerómetros que complementan la RSN con el objetivo de obtener datos para la elaboración de mapas de intensidades sísmicas inmediatamente después de ocurrido un sismo. Mientras que, dentro del Programa Presupuestal 068, la red de monitoreo de deformación ha alcanzado el número de 58 estaciones GPS de operación continua en todo el país, además de aproximadamente 250 puntos de medición, incluyendo los instalados en las principales fallas activas que existen a nivel nacional (Cordillera Blanca, Altomayo, Huaytapallana, Tambomachay y Cabanaconde).

De toda esta red de monitoreo, 33 sensores monitorean siete de los volcanes más activos del sur del Perú (Misti, Ubinas, Coropuna, Sabancaya, Sara Sara, Ticsani, Casiri y Tutupaca), los que constituyen el futuro Centro Vulcanológico Nacional (CENVUL) ubicado en la ciudad de Arequipa.

Todas estas actividades de instrumentación tienen un fin común, recolectar datos brindar a la sociedad un mayor y mejor conocimiento de los peligros naturales, para garantizar así la continuidad del desarrollo del país, así como de una buena calidad de vida de los ciudadanos. Es por ello, que por iniciativa propia nos encontramos desarrollando un primer prototipo de un Sistema de Alarma Sísmica del Perú (SASPe), que utilizará los sensores instalados en la costa a fin de alertar, mediante alarmas sonoras, segundos antes a la ocurrencia de un sismo de gran magnitud.

En el marco de la Comisión Técnico Multisectorial del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), los investigadores del IGP continúan trabajando para mejorar los pronósticos y estudios del fenómeno El Niño. Por lo pronto, es menester de la institución compartir las siguientes premisas con el fin de un mejor entendimiento de este evento cíclico que se registra desde culturas precolombinas y que afectará a las futuras generaciones de peruanos.

En la actualidad se conoce como El Niño al calentamiento del Pacífico Central. Mientras que, un evento El Niño Costero se da cuando el mar solo se calienta frente a la costa peruana. Cada evento El Niño (costero o no) es diferente. Algunos se pueden pronosticar con meses de anterioridad, mientras que otros aparecen muy rápido (las aguas calientes hicieron su aparición en dos semanas) como el de 1891 y 1925. No se puede asegurar el nivel de influencia del cambio climático en los eventos El Niño, pero es necesario continuar investigando para identificar posibles impactos del primero al segundo.

El Niño y El Niño costero no necesariamente se producen conjuntamente, por ello los medios de prensa deben saber diferenciarlos ya que los impactos son distintos. Los enunciados presentados son solo un pequeño aporte. No obstante, el IGP comparte los resultados de sus investigaciones a nivel nacional con boletines técnicos sobre el monitoreo y estudio del fenómeno y en el ámbito internacional a través de la publicación de artículos científicos en revistas indexadas, compromiso que se renueva cada nuevo año.

Por otro lado, es preciso señalar que un factor vinculado a la pendiente modernización de la estructura institucional es el relacionado con el factor humano del Instituto Geofísico del Perú. El personal científico de alto nivel, aunque ha tenido un incremento en los últimos años, sigue siendo insuficiente para desarrollar las diferentes líneas de investigación requeridas y no existe la posibilidad de abrir nuevos puestos de trabajo estables. Asimismo, a partir del autodiagnóstico realizado en la institución, se evidencia la falta de profesionales con

cualidades gerenciales en los cargos directivos administrativos, lo que se trabajó en un Modelo de Gestión del Conocimiento Científico con Valor Social y Gerencia Pública aprobado con R.P. 52-IGP/2018, y a la fecha se encuentra en proceso de implementación.

En noviembre de 2018, se aprobó la nueva escala salarial para el personal que realiza actividades científicas. Sin embargo, los niveles remunerativos del personal administrativo son los más exigüos del Sector, porque no se han realizado mejoras salariales desde el 2001, lo que incide directamente en el clima laboral de la entidad. Esta disparidad salarial se espera sea superada luego que nuestra institución complete el tránsito a la Autoridad Nacional del Servicio Civil (SERVIR).

Debe destacarse que el IGP y sus profesionales no dejan de aportar su conocimiento y experiencia a los campos de la geofísica relacionados con los peligros naturales y a otras disciplinas de interés internacional, muchas veces gracias al reconocimiento y apoyo económico de instituciones externas; desarrollando su gestión de la manera que a continuación describimos:

CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA

La Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida (SCTS) tiene como misión promover, coordinar y ejecutar investigaciones científicas y estudios interdisciplinarios en los campos de la Tierra sólida, a través de programas de investigaciones orientados a conocer, ampliar y generar nuevo conocimiento geofísico para el desarrollo de la ciencia y contribución al proceso de estimación del peligro en la gestión del riesgo como interés nacional.

Geodesia espacial

En Geodesia Espacial se han realizado estudios de investigación y generación información técnico–científica en beneficio de la comunidad académica con impacto social que aporta en el desarrollo nacional.

Se concluyó el proyecto de investigación del convenio 649-INNOVATEPERU-RPR-2017 “Identificación del potencial sísmico en el área del gap sísmico de Nazca utilizando mediciones precisas de la deformación de la corteza terrestre con instrumentos GNSS/GPS para una mejor estimación del riesgo”, con la segunda y última campaña de medición de los 42 puntos de control geodésicos instalados en la zona de estudio. Esta información ha servido para elaborar mapas de acoplamiento sísmico en la zona de subducción y para estimar el posible tamaño (magnitud) del próximo evento que ocurrirá en dicha zona de estudio. Adicionalmente con el apoyo del grupo de investigación de Geodinámica Superficial se realizó la caracterización de los suelos en las ciudades de Nasca y Vista Alegre y se generaron mapas de tipos de suelos. Toda esta información fue transmitida a las autoridades locales y al público en general de dichas localidades mediante la realización de dos talleres de difusión y cierre del proyecto.

Se continuó con la ejecución del proyecto de investigación del convenio 166-2017/FONDECYT, “Evaluación geodinámica, geofísica y geológica de los deslizamientos de tierra que afectan la seguridad física de la ciudad Huancabamba (Piura)”. En base a la caracterización de la velocidad de las ondas sísmicas en el subsuelo y el contenido de humedad del subsuelo y los ensayos geotécnicos se logró determinar que la ciudad de Huancabamba y sus alrededores está asentada sobre 4 tipos de suelos predominantes de calidad media a baja. Adicionalmente, durante este año se realizó la segunda campaña de medición de 34 puntos de control geodésicos, los cuales servirán para cuantificar las tasas y dirección de desplazamiento de los movimientos en masa. Asimismo, en el marco de este proyecto, se ha iniciado un nuevo estudio de investigación que forma parte de una tesis de grado, el cual se titula “Determinación movimientos en masa en la ciudad de Huancabamba, Piura mediante el análisis de imágenes satelitales”, desarrollado por el bachiller Joel Alayo Onton de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, para optar el título profesional de licenciado en Física.

Por otro lado, se concluyeron los trabajos técnicos del proyecto de investigación del convenio 100-2015/FONDECYT “Estudio de la deformación de la corteza terrestre y estimación del acoplamiento sísmico a partir de mediciones geodésicas en la zona de subducción Centro Norte del Perú”, el cual tuvo una duración de cuatro años desde el 2016 y permitió generar información importante para el estudio de la deformación de la corteza, del ciclo sísmico.

Asimismo, durante el 2019, se realizó el levantamiento topográfico de 15,480 ha con un vehículo aéreo no tripulado (VANT), aplicando técnicas de aerofotogrametría digital y mediciones GNSS. Estos trabajos se realizaron en el marco del “PPR 068 Zonificación y evaluación sísmica – geofísica de las áreas urbanas de las ciudades ubicadas en zonas costeras” y al “DS 168 FONDES: Evaluación geodinámica en la provincia de Chincha – Ica”. Los productos obtenidos sirven para caracterizar la superficie de las zonas de estudio y para realizar estudios y modelado de los peligros naturales.

Durante el 2019, se logró la sustentación de dos tesis, asesoradas por el Dr. Villegas. El Lic. Nick Moreno, sustentó su tesis “Calculo de transferencia de esfuerzos utilizando el software Coulomb 3.3: Aplicación a sismos de gran magnitud ($M_w \geq 8.8$) ocurridos en la región central del Perú desde 1940 al 2007”, obteniendo la calificación de muy bueno, para optar el grado de magister en Física con mención en Geofísica en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el 26 de agosto de 2019. La bachiller Nimia Córdova García, sustentó su tesis “Evaluación morfodinámica de las laderas montañosas de la ciudad de Huancabamba y su relación con el desplazamiento del terreno, Piura-Perú”, obteniendo la calificación de sobresaliente, para optar el título profesional de Ingeniero Geólogo en la Universidad Nacional de Piura (UNP), el 13 de diciembre de 2019.

Finalmente, el Dr. Juan C. Villegas realizó una pasantía de investigación en el laboratorio de investigación ISTERRE de la Universidad de Grenoble Alpes, en la ciudad de Grenoble, Isere, Francia, del 07 de octubre al 06 de diciembre de 2019.

Física de suelos / Geodinámica cortical

En el año 2019 se llevaron a cabo estudios de Zonificación Sísmica Geotécnica en la zona norte de Perú, región Piura, específicamente en las localidades de La Arena, La Unión, Las Lomas, Máncora, Morropón, Querecotillo, Talara y Tambogrande.

Este estudio beneficia a 148,184 habitantes en total, pues ha permitido que en base a la caracterización geológica geodinámica se estime las localidades expuestas a movimientos en masa e inundaciones. En la localidad de Talara el 14 % de la población está expuesta a caída de rocas y flujos de detritos (5200 habitantes y 1400 viviendas). En el caso de las inundaciones por activación de ríos y/o quebradas, como consecuencia de la ocurrencia del Fenómeno El Niño; la población e infraestructuras vulnerables representan un 12% en promedio del total distribuidas de la siguiente manera: En La Arena (1200 habitantes y 350 viviendas), La Unión (4900 habitantes y 320 viviendas), Las Lomas (870 habitantes y 270 viviendas), Máncora (500 habitantes y 130 viviendas) y Tambogrande (2800 habitantes y 820 viviendas). En el caso de Querecotillo afectaría terrenos de cultivo en un total de 70 ha, siendo la agricultura su fuente principal de ingresos económicos.

Por otro lado, de los resultados de los ensayos geotécnicos realizados in situ y del laboratorio, así como, del procesamiento de la información se ha determinado que los suelos de las localidades en mención son de composición granular en un 77 % y finos en un 23 %, siendo 13 los tipos de suelos identificados entre los que se tienen: Grava bien graduada con arcilla y arena (GW-GC) con capacidad portante alta ($> 3.00 \text{ kg/cm}^2$); grava mal graduada (GP), grava limo arcillosa con arena (GC-GM), grava arcillosa (GC) con capacidad portante media ($2.00 - 3.00 \text{ kg/cm}^2$); arena mal graduada (SP), arena limosa (SM), arena mal graduada con limo y grava (SP-SM) con capacidad portante baja ($1.0 - 2.0 \text{ kg/cm}^2$) a alta ($> 3.0 \text{ kg/cm}^2$); arena arcillosa (SC), arena limo arcillosa con grava (SC-SM), arcillas inorgánicas de baja plasticidad (CL) arcillas y limos inorgánicos de baja plasticidad (CL - ML), limos inorgánicos de baja plasticidad (ML) y limos inorgánicos de alta plasticidad (MH) con capacidad portante muy baja ($< 1.0 \text{ kg/cm}^2$).

En la Figura 01, se delimitan las capacidades portantes que presentan los suelos en la localidad de Morropón.

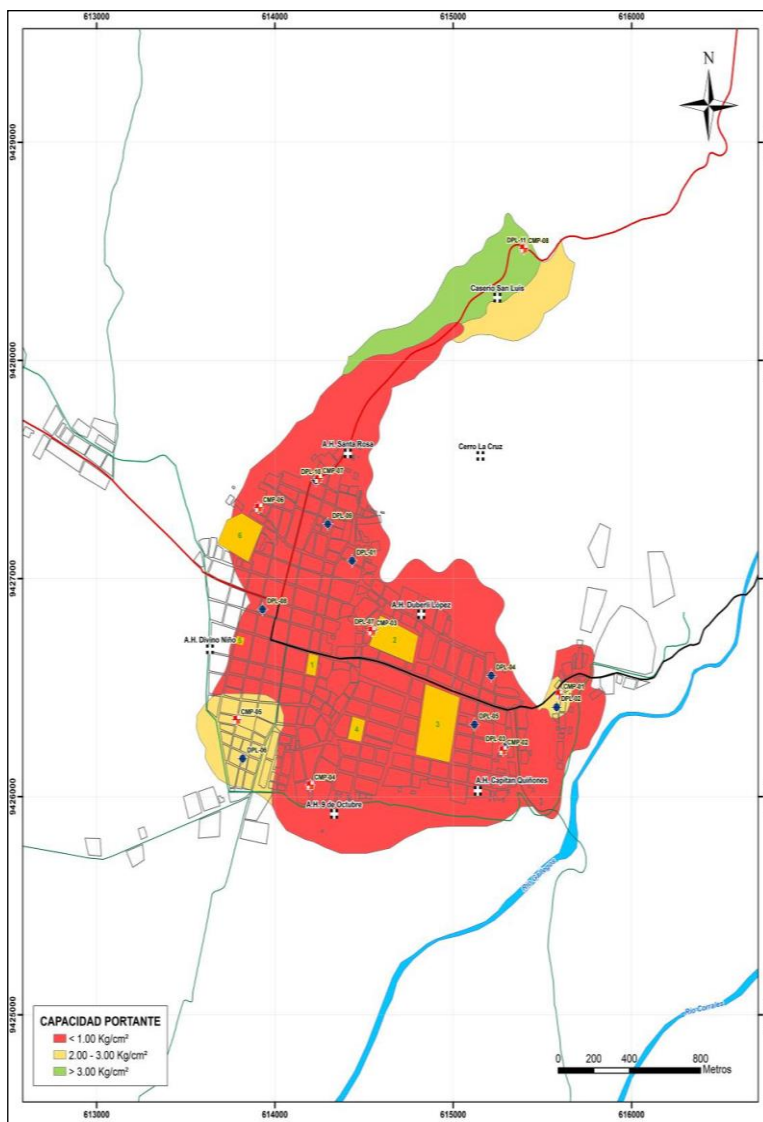


Figura 1. Tipos de capacidad portante sobre la cual se asienta la localidad de Morropón

La ocurrencia de eventos geodinámicas del tipo movimientos en masa en nuestro país asociados a las precipitaciones extremas han ocasionado severos daños a las poblaciones afectando la infraestructura física (viviendas, vías de acceso, centros educativos, puestos de salud, entre otros) cuantificando el daño en más de 187 000 personas afectadas entre el 2003 y 2009 (Fuente MINAM 2015).

En tal sentido la SCTS en el 2019 dio inicio al proyecto de investigación denominado: Caracterización Geológica-Geotécnica del deslizamiento rotacional y medición con GPS diferencial en Sangallaya, distrito de Huarochirí en la región Lima, con la finalidad de estimar la tasa de movimientos (velocidad y dirección) de los terrenos afectados, se inició el cartografiado geológico-geodinámico de la zona de estudio, Figura 2 y se instalaron 13 puntos GPS con colaboración del área de Geodesia, Figura 3. La información obtenida de este proyecto beneficiara a una población aproximada de 10 000 habitantes y a los tomadores de decisiones, gobiernos locales y regionales para ejecutar las medidas de prevención respectivas.

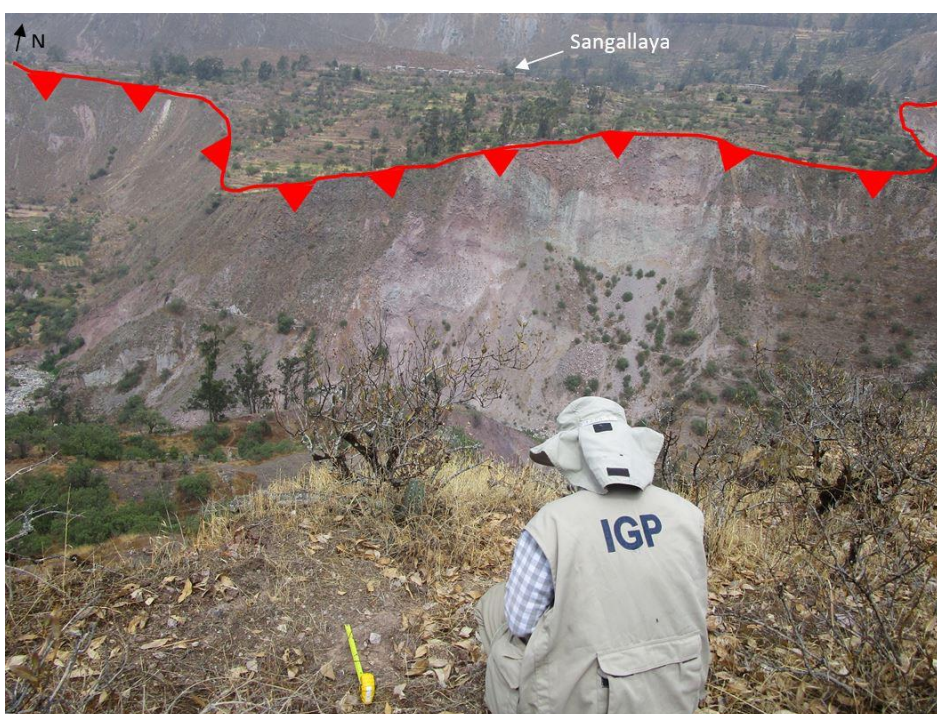


Figura 2. Vista de deslizamiento que afecta zonas de sembríos en la localidad de Sangallaya.



Figura 02: Punto GPS instalado en zonas potencialmente susceptibles a deslizamientos en Sangallaya.

A fin de documentar la evidencia de eventos geológicos extremos se desarrolla el proyecto de investigación: Caracterización geodinámica de los depósitos de avalancha de escombros (DAE) en los sectores de Pararin, Llacllín, Pampas Chico Y Huayllacayan, provincias de Recuay Y Bolognesi, región Ancash y sus implicancias en la ocupación territorial, el objetivo del estudio es la caracterización de los materiales depositados por eventos de vulcanismo como depósitos de flujos piroclásticos, depósitos de avalancha de escombros, depósitos de ceniza y nube de gases, producto de efusiones extrusivas del vulcanismo y fumarolas del magma ocurridas aproximadamente hace 5 millones de años en la cordillera negra (provincias de Recuay y Bolognesi, en los sectores de Pararin, Llacllín, Huayllacayan y Pampas Chico.), así mismo, identificar los centros de emisión volcánica y zonas de depositación de estos materiales como consecuencia de eventos naturales catastróficos que alteraron las morfología del lugar y son lugares potencialmente a generar movimientos en masa (deslizamientos, flujos de detritos, entre otros) en las zonas de debilidad en las que se encuentran establecidos pueblos, localidades, campos de cultivos en la región de Ancash en las provincias de Bolognesi y Recuay. Figura 4.

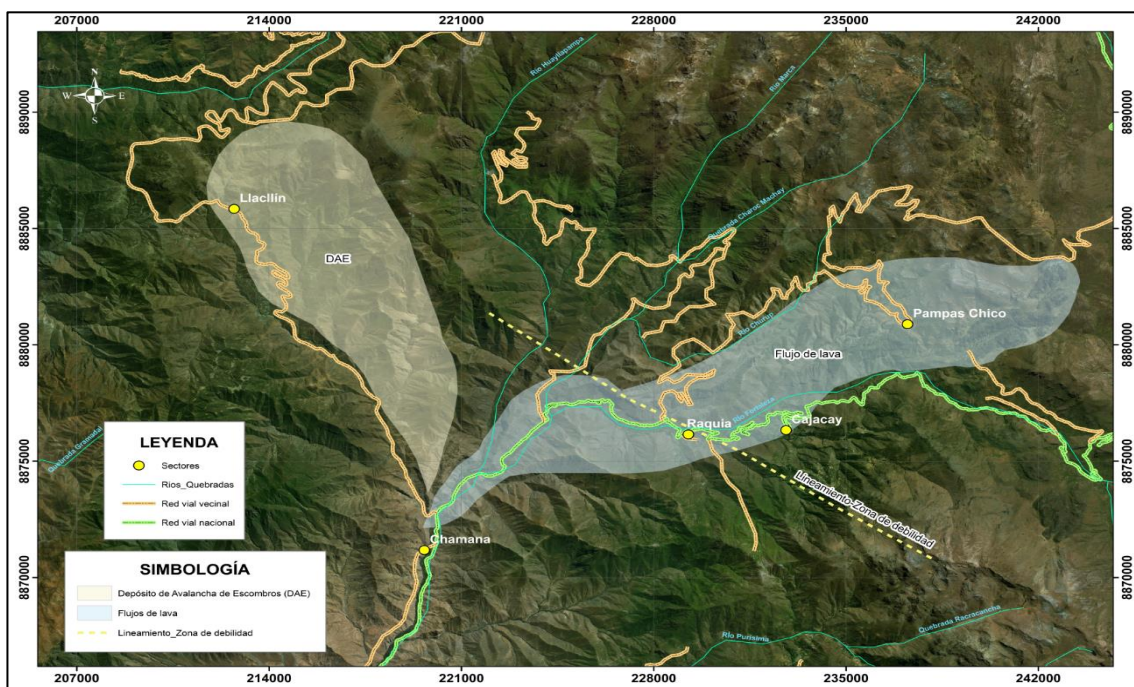


Figura 4: Identificación de zonas de deposición de DAE y flujo de lava en la cordillera negra en la región Ancash

Ingeniería sísmica

Realiza estudios de investigación sobre las condiciones físicas y el comportamiento dinámico del suelo ante la ocurrencia de sismos de gran magnitud, y de la interacción suelo – estructura; mediante la aplicación de metodologías geofísicas. Generando información técnica-científica, que permite identificar áreas geográficas con alto peligro por sismos, a fin de beneficiar al desarrollo urbanístico del territorio nacional con impacto en la gestión de riesgos por desastres. A continuación, se describen las principales actividades realizadas:

El territorio peruano presenta una alta actividad sísmica e históricamente ha sido afectado por fuertes sismos que causaron pérdidas de vidas humanas y daños en estructurales, por la falta de planificación y ordenamiento territorial, como consecuencia de un crecimiento desordenado de la población. A fin de conocer las particularidades del comportamiento dinámico del suelo en una escala local, se hace necesario realizar estudios a detalle que permitan clasificar áreas con un comportamiento dinámico específico. Estos se realizan en el marco del PPR 068: Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres se ejecutó el proyecto “Zonas Geográficas con Gestión de Información Sísmica”, teniendo como objetivos la obtención de informes técnicos y la generación de mapas de **Zonificación Geofísica - Geotécnica**, que han tipificado los suelos de las ciudades de La Arena, La Unión, Morropón, Máncora, Talara, Querecotillo, Las Lomas y Tambogrande ubicadas en el departamento de Piura. La Figura 5 muestra los resultados del comportamiento dinámico del suelo en la ciudad de Talara, de manera similar se realiza para las localidades mencionadas líneas arriba.

Dentro de las actividades técnicas realizadas en el año 2019, también se considera la adquisición de datos sísmicos en colegios a fin de realizar la evaluación del **comportamiento dinámico de las estructuras en instituciones educativas**, ubicadas en los distritos de La Arena y La Unión. Para este objetivo se hizo uso de registros de vibración ambiental y la aplicación de la técnica de Espectros de Amplitud, que define su comportamiento elástico ante la ocurrencia de sismos, quedando expuesta la población estudiantil. Las estructuras de acuerdo a sus geometrías, configuraciones y materiales utilizados en su construcción, acondicionan su comportamiento dinámico ante la ocurrencia de sismos. En el peor escenario, al coincidir la frecuencia fundamental de respuesta del suelo con la del edificio, se dice que la estructura pasa a un estado de resonancia, teniendo altas probabilidades de experimentar el colapso o daños mayores en su estructura afectando directamente a los estudiantes de dichas instituciones.

Huancabamba (Piura)”, la unidad de ingeniería participo en dicho proyecto co-financiado por CONCYTEC, mediante el estudio de cuatro métodos geofísicos de sismica (refracción, MASW), tomografía de resistividad eléctrica y razones espectrales (H/V) para definir las características físicas y la respuesta dinámica del suelo, es así que pudo identificarse 06 sectores cuyos suelos presentan características físicas particulares, cuatro de estos se ubican en el área urbana de Huancabamba y dos en Quispampa Bajo y El Aeropuerto, además de la presencia de medios saturados relativamente superficiales. En general, las primeras capas de suelo en todos los sectores presentan suelos blandos compuestos por materiales poco consolidados o medianamente rígidos. En el sector central de la ciudad, la plaza de armas, los suelos presentan una mejor rigidez, sin embargo, estarían asentados sobre una base de material compuesto por roca fracturada, la cual, a la vez se asienta sobre un basamento de mayor rigidez (Figura 8).

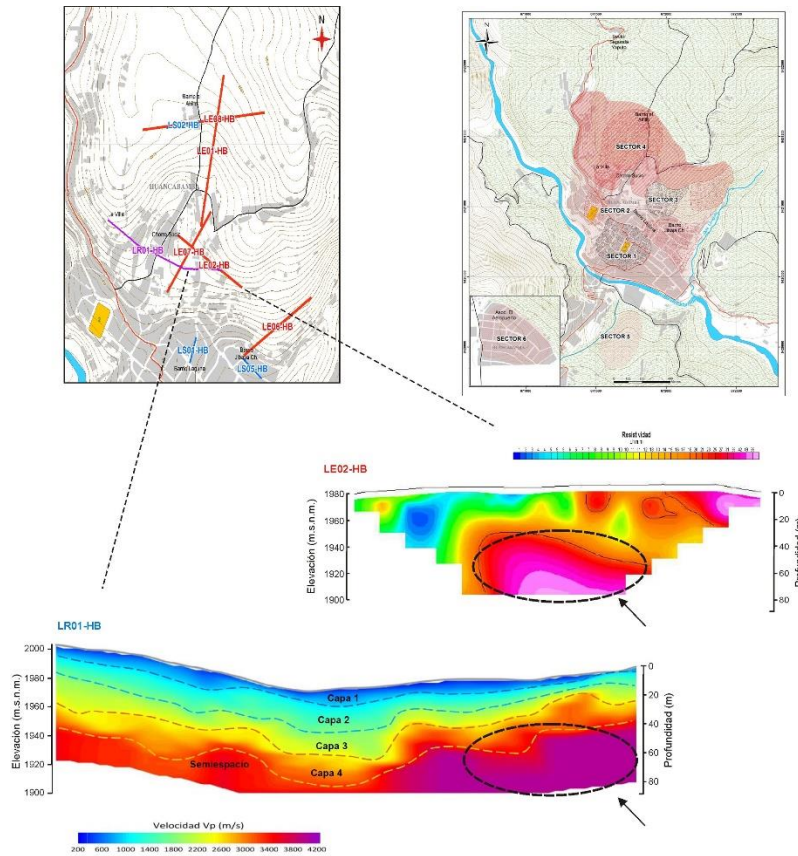


Figura 8. Correlación de los resultados obtenidos con los ensayos geofísicos (tomografía de resistividad eléctrica y tomografía de refracción sísmica) y la distribución de los sectores considerados.

Elaboración de la plataforma de distribución de datos acelerométricos, en base de los datos de la Red acelerométrica nacional del IGP, se ha mejorado e implementado el análisis y la presentación de la información obtenida por esta red, permite conocer las propiedades físicas del subsuelo, como es el Pico Máximo de Aceleración (PGA, Peak Ground Acceleration), y mediante su espectro de respuesta, los periodos de respuesta del suelo y sus factores de amplificación máxima. Desde el punto de vista de la ingeniería, estos valores definen las características del comportamiento del suelo y de las estructuras al paso de las ondas sísmicas. La importancia de la información acelerométrica radica en contar con una base de datos de aceleración de buena calidad, permitiendo realizar estudios sobre la atenuación de las ondas sísmicas debido a las características físicas de los suelos. Además de actualizaciones y mejoras de la Norma Sismorresistente, E.030 que rige a nivel nacional. La información de aceleración se encuentra disponible en la Web del IGP (Figura 9).

Información Acelerométrica

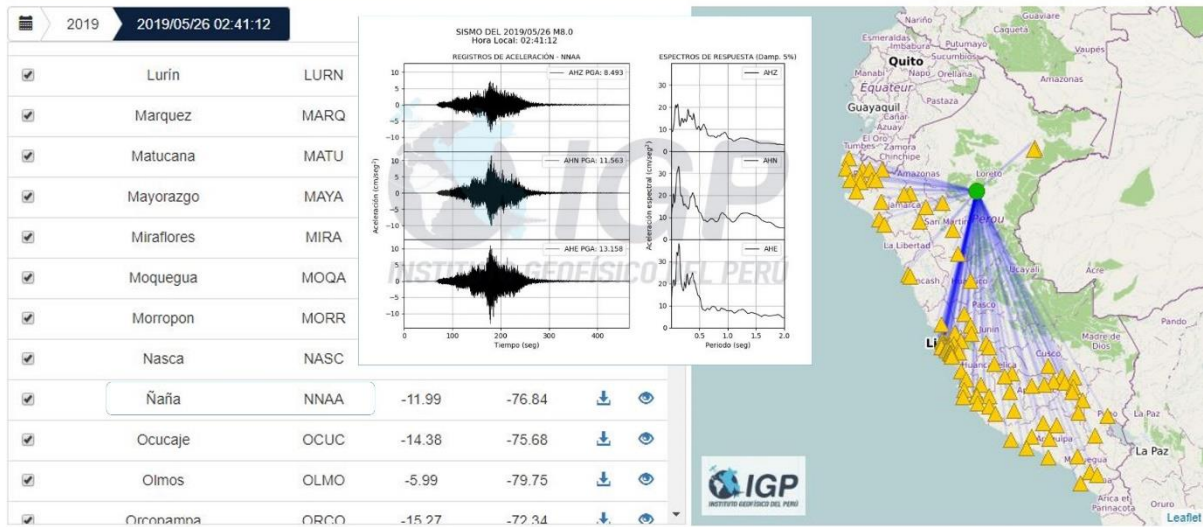


Figura 9. Visualizador de la información de la Red acelerométrica nacional del IGP, muestra el registro de aceleración del sismo del 26 de mayo del 2019, estación NNAA.

La Dra. Isabel Bernal y la MSc Liliana Torres, participaron del curso “**Gestión por procesos**”, de acuerdo a lo establecido en el Plan de desarrollo de Personas PDP 2019 del IGP, desarrollado del 06 de agosto al 01 de octubre, dictado por la Universidad Científica del Sur, con enfoque técnico de la gestión por procesos en la gestión pública, que permitían mejorar los conceptos generales para la implementación de la Gestión por Procesos, la modernización y el valor público. Asimismo, durante el año 2019, se ha participado como ponente en 10 eventos organizados en instituciones del Estado, universidades y colegios.

Sismología

En esta línea de investigación, las actividades fueron orientadas a realizar estudios de investigación en sismología, sismotectónica, tsunamis y evaluación del riesgo por sismo. Los resultados fueron divulgados en artículos científicos, informes técnicos y reuniones técnico científicos.

La principal línea de investigación en sismotectónica, estuvo orientada al monitoreo continuo de las principales fallas tectónicas que generaron sismos de magnitud elevada en los últimos 5 años. Por ejemplo, las fallas y/o sistemas de fallas como Huaytapallana en Junín, Razuhuilca–Quinua en Ayacucho, Tambomachay en Cusco y Huambo-Cabanaconde en Arequipa (Figura 10). Como resultados preliminares, se identificó la presencia de agrupamientos de microsismicidad, que indica que estos “sistemas de fallas”, se encuentran activos y podrían generar sismos como los ocurridos en el pasado, por ejemplo, los sismos del Huaytapallana de 1969, Ayacucho de 1982, Cusco 1986 y Arequipa de 2017. Estos proyectos consisten en contar con redes locales de estaciones sísmicas que se encuentran monitoreando y registrando microsismicidad con el objetivo de conocer los patrones de deformación acumulada en el tiempo como un indicador de posibles procesos de ruptura. Los resultados de estos proyectos serán presentados en los años 2020 y 2021.

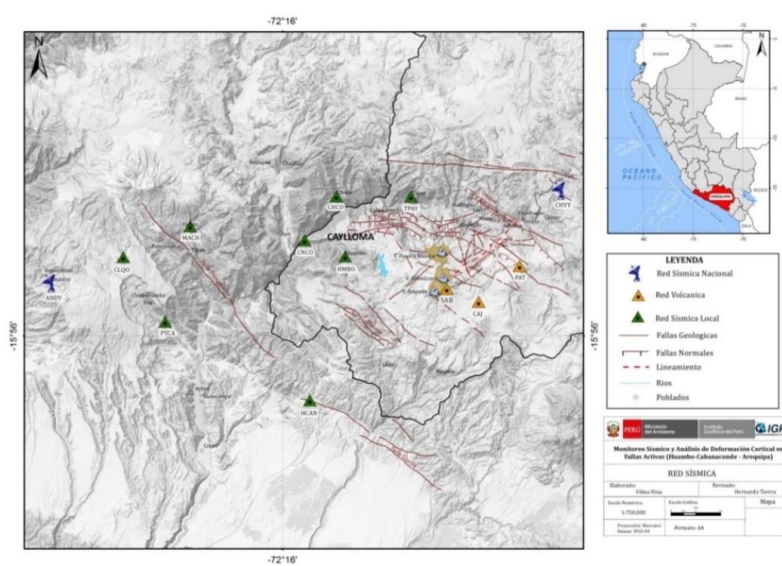


Figura 10. Distribución de las estaciones sísmicas y sistema de fallas en el valle del Cañón del Colca en Arequipa: Sistema de fallas Huambo – Cabanaconde - Ichupampa

Asimismo, se ha investigado sobre las características de la distribución espacial y en profundidad de los sismos asociados a la deformación intermedia de la placa de Nazca bajo la región central del Perú, con énfasis al agrupamiento (cluster) de sismos presentes bajo la ciudad de Pucallpa. Proponiéndose, el desarrollo de un proceso de subducción del tipo subhorizontal que se desarrolla a una profundidad promedio de 120 km por debajo de la corteza hasta una distancia promedio 700km desde la costa, a partir de la cual se desarrolla un proceso de resuducción de la placa de Nazca hasta una profundidad de 150 km aproximadamente.

En la línea de investigación de tsunamis, considerando la escala geológica para la ocurrencia de estos, existen pocos registros escritos que permiten caracterizar detalladamente su comportamiento en zonas costeras. En este contexto, surge la importancia de realizar modelados numéricos, que serán usados como indicadores de lo que podría ocurrir en el futuro. Los resultados obtenidos servirán como información base para extender y comprender el peligro en zonas costeras. En el 2019, se realizó el modelado numérico de tsunami para el distrito de Zorritos, producido por un sismo de magnitud 8,0 Mw con posible origen en las asperezas existentes frente a Tumbes. Además, se analizó la dinámica del flujo generado por la inundación (valores de velocidad y profundidad de inundación) y las fuerzas resultantes sobre las edificaciones existentes. Como resultados se obtuvieron valores de alturas de ola mayores a los 5 metros y los parámetros hidrodinámicos de la inundación resultantes confirman un alto nivel de peligrosidad. El peligro de tsunami por profundidad de inundación es alto (> 2 m) en todo el borde costero, en tanto, las velocidades de corriente superan los 1,5 m/s, lo que se traduce en altos niveles de peligrosidad para las personas, debido a que no podrían mantenerse de pie (Figura 11).

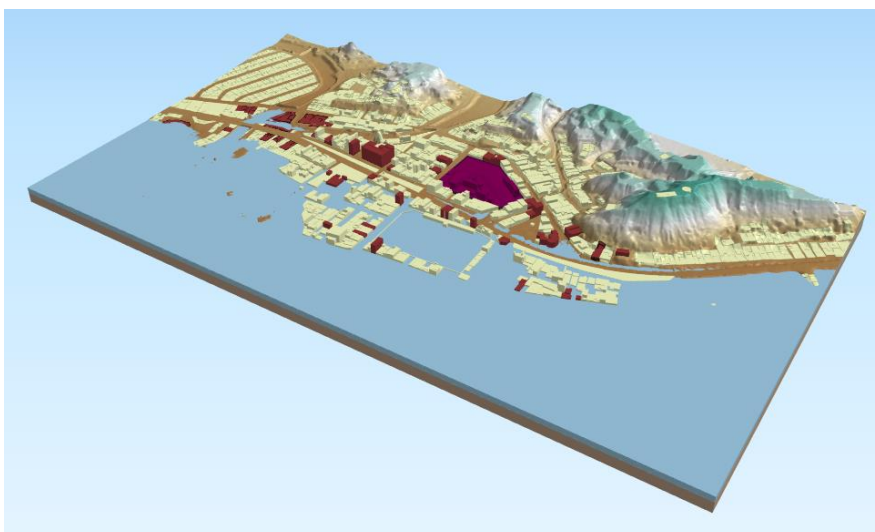


Figura 11. Inundación longitudinal del distrito de Zorritos

En el campo de la evaluación del riesgo, se sabe que el Perú a lo largo de su historia ha sido afectado por grandes sismos, debido a que está ubicado en el borde oriental del Cinturón de Fuego del Pacífico, donde se da la mayor actividad sísmica mundial. Los sismos producidos

en la costa peruana se deben al proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana, lo que genera grandes daños a las ciudades costeras, entre ellas la ciudad de Cerro Azul. Debido a la alta exposición estructural de esta ciudad, es necesario realizar escenarios de riesgo por sismo para determinar cuáles serían las edificaciones que presentarían más daños de producirse un sismo. Para tal objetivo, se realizó el levantamiento de las características físicas de las edificaciones para evaluar su vulnerabilidad por fragilidad (Aplicación del Proceso Analítico Jerárquico – AHP), y mediante la zonificación sísmica-geotécnica, realizada por el IGP (2016), se determinó los escenarios de riesgo por sismo para la ciudad de Cerro Azul. En este estudio, se evaluaron 1366 lotes, de los cuales se identificaron con riesgo sísmico muy alto 168, alto 1057, medios 121 y bajo 20. (Figura 12).

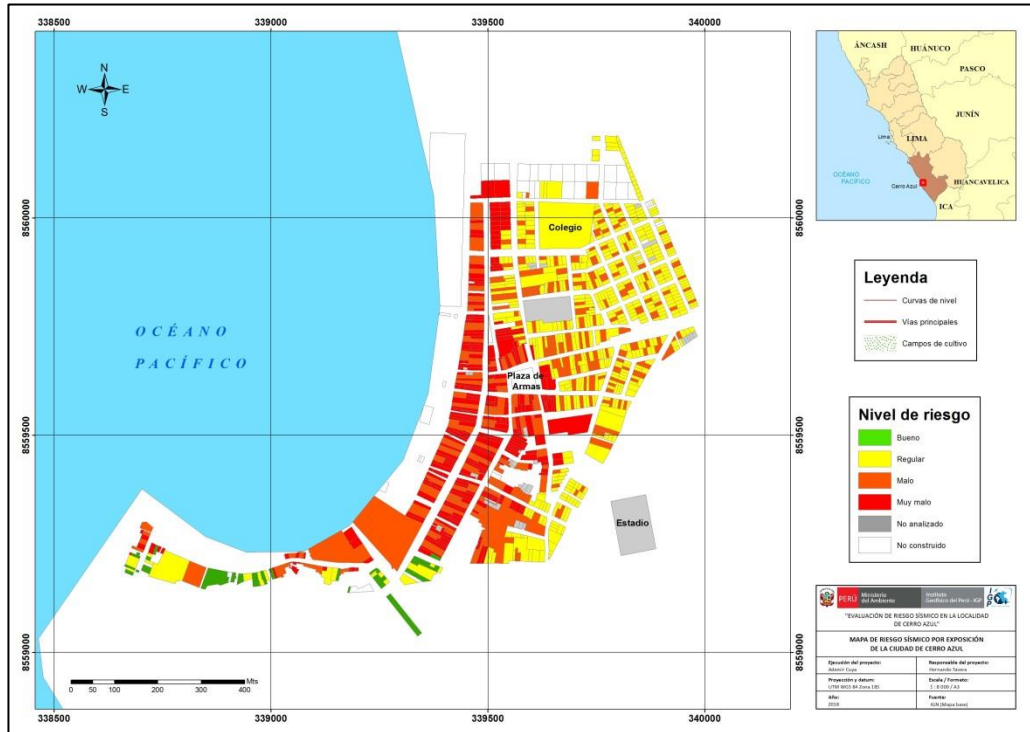


Figura 12. Mapa de riesgo sísmico para la localidad de Cerro Azul

Nuestro principal logro: Centro Sismológico Nacional (CENSIS)

Por otro lado, el Centro Sismológico Nacional (CENSIS), haciendo uso de la información de la Red Sísmica Nacional, ha monitoreado de manera permanente la actividad sísmica que ocurre en el país. El CENSIS proporcionó de manera inmediata los parámetros hipocentrales y magnitud de un sismo, así como las intensidades evaluadas en las principales localidades afectadas a fin de proporcionar la información al Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), así como a los medios de comunicación. En el 2019, se reportó la ocurrencia de 434 eventos sísmicos percibidos por la población (Figura 13).

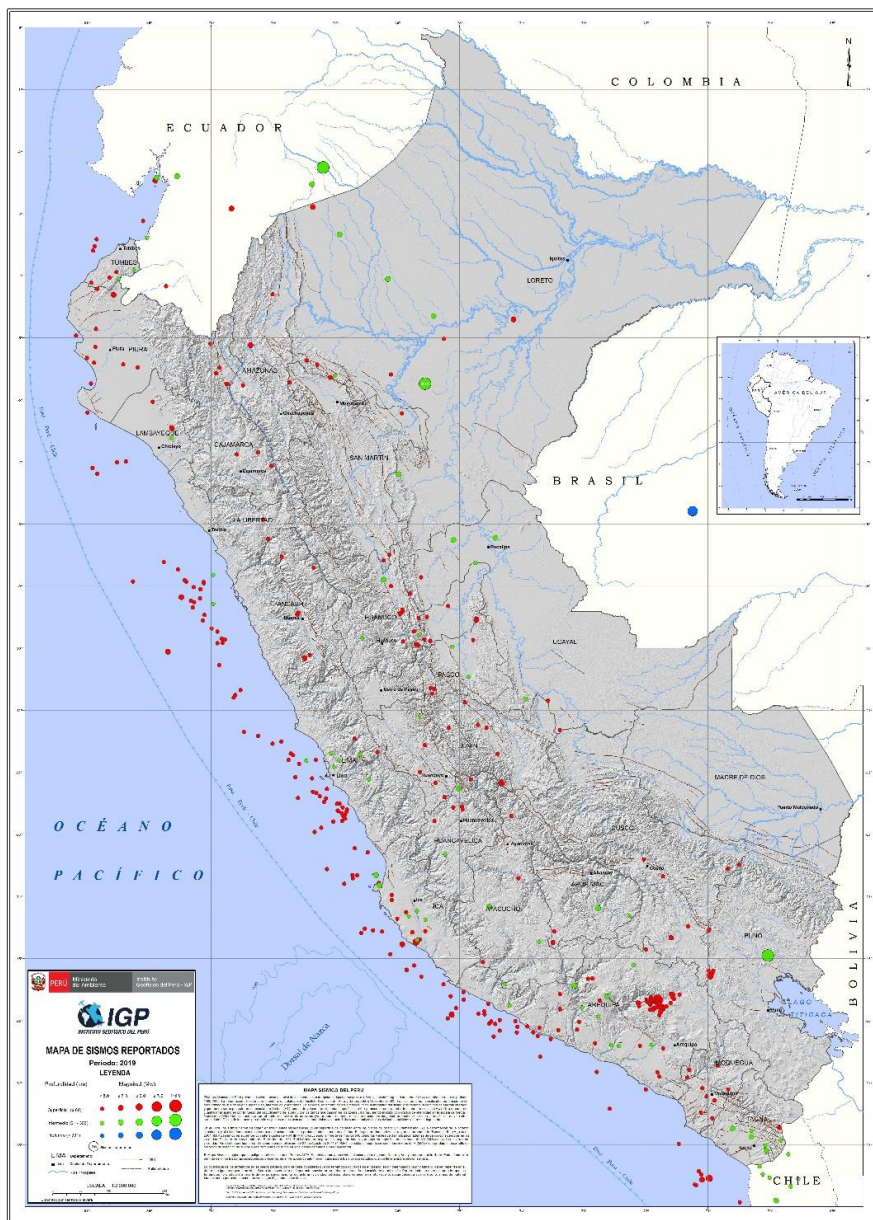


Figura 13. Mapa de sismos reportados en el 2019

Así mismo este año se logró la certificación internacional ISO 9001:2015 (Figura 14) otorgado al Instituto Geofísico del Perú, bajo el alcance de “Generación de Información Sísmica Nacional”, por brindar información oficial y oportuna sobre los sismos que ocurren en el país a la ciudadanía y a diversas entidades públicas que conforman el Sistema Nacional de Gestión de Desastres (Sinagerd).

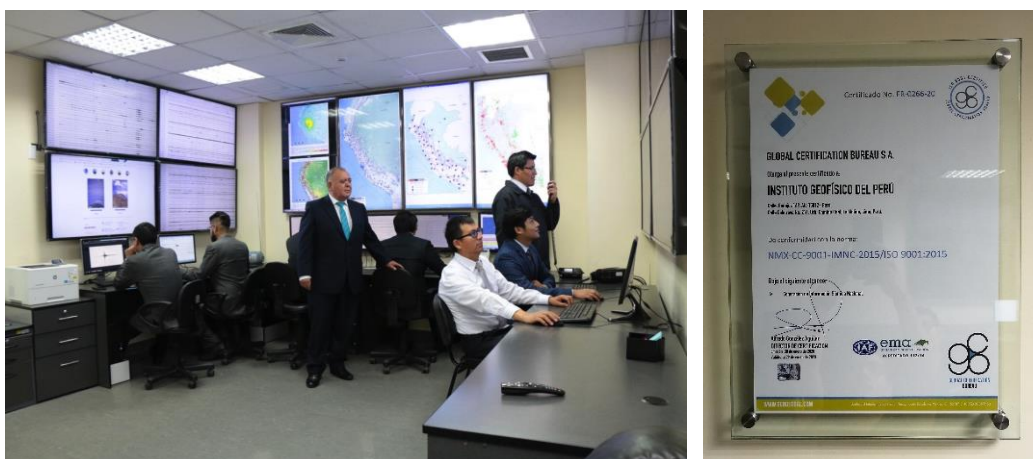


Figura 14. Personal del CENSIS y certificación internacional ISO 9001:2015

Como parte de la capacitación de nuestros profesionales, la Ing. Estela Centeno obtuvo el Diplomado de Postítulo en Sismología, por la Universidad de Chile, así como el ing. Julio Martínez el Diplomado en Peligro de Tsunamis por la Universidad Católica de Valparaíso

(Chile). Asimismo, la geofísica Evelyn Arapa participo en el VIII Simposio Internacional de Geodinámica Andina, organizada por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador y Institut de Recherche pour le Developpement (IRD). Por otro lado, el Geofísico Ernesto Febres, obtuvo su título de Ingeniero Geofísico por la *Facultad de Geología, Geofísica y Minas, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*. Finalmente, durante el año 2019, se han realizado 38 conferencias en instituciones de investigación, universidades, empresas privadas, colegios e instituciones del Estado.

CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA E HIDRÓSFERA

La Subdirección de Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera (CAH) genera, utiliza y hace accesible el conocimiento e información científica relacionadas con la atmósfera e hidrósfera contribuyendo a la gestión del ambiente geofísico, en temas relacionados a la variabilidad climática y sus impactos en la hidrología y suelos, así como al fenómeno El Niño. Para el desarrollo de las investigaciones, en el año 2019 logró tener (13) investigadores con grado de doctor, cinco (5) de ellos como parte del proyecto Magnet financiados por FONDECYT de CONCYTEC.

Física atmosférica

La Unidad de Física Atmosférica se encarga de realizar investigación sobre la física, microfísica y dinámica del clima, que permite conocer los procesos físicos a diferentes escalas temporales y espaciales de la variabilidad climática y los eventos extremos meteorológicos en el Perú. Para ello, usa datos generados en el Laboratorio de Microfísica Atmosférica y Radiación-LAMAR ubicado en el Observatorio de Huancayo del IGP, que incluyen radares meteorológicos, así como datos generados por otros centros nacionales e internacionales, siendo el uso de modelos atmosféricos una de las principales herramientas.

En los últimos años, los principales esfuerzos están orientados a las líneas de investigación relacionadas a la física y microfísica de precipitaciones usando radares, modelado atmosférico de alta resolución, estudios de los procesos de superficie y capa límite de la atmósfera que permitan comprender los procesos de generación de tormentas, lluvias intensas y granizo en el valle del Mantaro, así como estudios de los aerosoles y el su impacto en la radiación solar. Desde el año 2017, estas líneas de investigación se han desarrollado con el apoyo del Proyecto Magnet - IGP "Fortalecimiento de la línea de investigación en física y microfísica de la atmósfera" (Convenio N° 010-2017/FONDECYT) mediante el cual se incorporó a la plana de investigadores del IGP a 5 científicos atraídos del extranjero.

Entre las principales actividades desarrolladas en el año 2019, fue la campaña de medición de lluvias realizada en el Observatorio de Huancayo durante entre febrero y marzo, que complementó las mediciones de LAMAR, con mediciones de radiosondas para medir la estructura vertical de la atmósfera hasta los 20 km de altura, así como mediciones con globo cautivo hasta las 2 km para medir la capa límite planetaria, sumado a la torre de gradiente de 30 km de altura, los disdrómetros, el radar perfilador de lluvias MIRA35C, CLAIRE y de vientos de capa límite BLTR, así como los sensores de la estación BSRN para medir radiación, entre otros. Estos datos recopilados durante la campaña 2019, han permitido realizar una serie de estudios inéditos para la región andina del Perú, además de ello, se creado una base de datos que podrán ser usados por estudiantes de diversas universidades e investigadores nacionales e internacionales.

En el año 2019, esta unidad produjo 24 publicaciones indexadas, 20 de las cuales con autoría principal del IGP, asociadas al proyecto Magnet, y cinco con colaboración con otras entidades científicas nacionales e internacionales. Las publicaciones en revistas internacionales dan cuenta, por un lado de la capacidad de investigación del país, y a su vez dan a conocer al mundo el conocimiento sobre el clima del Perú y su variabilidad, haciendo que otros investigadores se interesen y quieran también investigar sobre el Perú. Entre las revistas en las que se han publicado, resaltan: Atmospheric research, Atmosphere, Theoretical Applied Meteorology, Atmospheric Environment, entre otros, pertenecientes a las mejores bases de datos internacionales.

Respecto a modelamiento numérico en los Andes, se ha determinado que el modelo numérico Weather Research and Forecasting model (WRF) obtiene mejores estimaciones de la precipitación cuando se considera alta resolución espacial, así también, se ve mejorada la simulación de la estructura de las nubes (Moya-Alvarez, et al, 2019). Respecto a la sensibilidad de los esquemas de capa límite, se identificó que los esquemas denominados

“MYNN3”, “Bou-Lac” y “University of Washington” son los que mejor representan la lluvia para el valle del Mantaro. Por otro lado, los esquemas de capa límite que muestran mayor inestabilidad están asociados a mayor precipitación (Moya-Alvarez, et al, 2019). Así mismo, gracias a los datos existentes en LAMAR y al modelo WRF, se ha podido evaluar el impacto de las parametrizaciones de la microfísica en las precipitaciones (Martínez-Castro, et al, 2019). Otro trabajo importante con el modelo WRF es la sensibilidad de este a los cambios de topografía y uso de suelo (Saavedra et al, 2019). Aquí se rescata que un incremento de vegetación al este de los Andes, en la vertiente oriental, puede contribuir al incremento de la lluvia en esta zona, mientras que la dinámica local en el valle del Mantaro es importante para la generación de las lluvias en esta zona. La importancia de los flujos de escala local también se ha identificado con el modelo Advanced Regional Prediction System (ARPS), así como sobre los mecanismos que detonan la formación de tormentas (Flores, et al, 2019). El ciclo diurno de la precipitación y de la distribución de las gotas de lluvia (Villalobos, et al, 2019) fueron estudiados, así como el ciclo estacional y diurno de la capa límite planetaria (Flores, et al, 2019).

Utilizando los datos del fotómetro solar de dos años y medio, fue publicado que artículo de Estevan et al, 2019, que muestra los principales tipos aerosoles, su distribución estacional y ciclo diurno. Otros estudios sobre islas de calor en Huancayo, y dispersión de material particulado fueron publicados en colaboración con investigadores de otras instituciones. En el plano internacional, Shailendra Kumar han realizado aportes en la comprensión de la evolución de grandes sistemas nubosos en el océano tropical, así como de la contribución de estos eventos a la lluvia total del planeta. Esto se realizó mediante la cuantificación de la extensión horizontal y características verticales de los sistemas nubosos detectados principalmente por instrumentos del satélite TRMM o GPM.

Como parte del fortalecimiento de capacidades se han desarrollado 8 tesis, entre pregrado y maestría. En el 2019, se han sustentado con notas sobresalientes, tres tesis de maestría y una de grado: “Estudio de las tormentas conectivas a través de observación instrumental y modelado numérico en los Andes Centrales del Perú”, a cargo de Elver Villalobos; “Simulación del transporte y dispersión de partículas PM10 producidas por quema de Biomasa sobre los Andes Centrales del Perú con ayuda del modelo químico meteorológico WRF-CHEM, a cargo de Héctor Navarro; “Impacto del cambio de topografía y cobertura de superficie sobre precipitación y temperatura superficial del aire en la zona central del Perú” a cargo de Miguel Saavedra Huanca, todas para optar el grado académico de magíster en física en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Así mismo, el Bach. Carlos Del Castillo, sustentó la tesis sobre “Evaluación de los algoritmos del GPM para estimar los parámetros DSD usando múltiples observaciones in situ sobre el observatorio de Huancayo Junín – Perú”, en la facultad de física, UNMSM.

FOTO 1. Campaña de mediciones

FOTO 2. Foto grupal con investigadores magnet

Como parte de las actividades de divulgación científica, el Dr. Aldo Moya y Dr. Daniel Martínez, investigadores del proyecto Magnet, han participado como ponentes en la *Reunión Anual de la Unión Geofísica Mexicana (RAUGM-2019)* llevada a cabo en México; mientras que el Dr. Rene Esteban hizo una ponencia en la *XIII Congreso anual de teledetección de España*. Dentro del entorno nacional se ha participado en dos de los eventos de divulgación especializada en física y meteorología: XXVIII Simposio Peruano de Física llevado en la Universidad Nacional de Trujillo y el Primer congreso Peruano de Meteorología que tuvo lugar en la Universidad Nacional Agraria la Molina. En ambos eventos se ha participado mediante la presentación de trabajos de manera oral y de poster.



Foto: Investigadores de Proyecto Magnet en el Simposio Peruano de Física 2019. (De izquierda a derecha) Dr. Rene Esteban, MSc. Juan Sulca, Dr. Aldo Moya y MSc. Miguel Saavedra H.



Lanzamiento de radiosonda, en el Observatorio de Huancayo, Jairo Valdivia (izquierda) y Miguel Saavedra H. (derecha): Campaña de mediciones para el estudio de lluvias en los Andes.

Hidrología y suelos

Desde el año 2019, el IGP cuenta con un Espectrómetro de Rayos-X gracias a la colaboración del grupo de investigación "Integrated upstream and downstream thinking to mitigate the water security challenges of Peruvian glacier retreat (Eros-IsoGlas). Este equipo permitirá continuar con los estudios de contaminación por metales pesados en agua, suelos y sedimentos y complementará el Laboratorio de Monitoreo de Sedimentos Ante Riesgos y Desastres– MoSARD, que está siendo implementado a través del Proyecto financiado por FONDECYT de CONCYTEC (Convenio N° 011-2018-FONDECYT/BM), por un monto de S/ 1'351,028. Este laboratorio cuenta con dos granulómetros de difracción láser de última tecnología Mastersizer 3000 y un LISST-LS2, los cuales permitirán determinar las características de las partículas de sedimento y suelo, tanto en campo como en laboratorio.

Debido al cambio climático, es posible que los eventos de precipitación sean más intensos y frecuentes en el territorio peruano, lo cual aceleraría el proceso de erosión y, consecuentemente, incrementaría la erodabilidad, ambos directamente relacionados a las inundaciones en las ciudades costeras, valles interandinos y amazónicos. El proyecto Eros-IsoGlas y MoSARD son liderados por el Dr. Sergio Morera.



Laboratorio MoSARD, capacitación en la utilización del Granulometro Laser.

En el 2019, a través del Fondecyt también se logró financiamiento para el proyecto “Origen, frecuencia y magnitud de los –repiquetes- su impacto en la agricultura amazónica y en el transporte de sedimentos, utilizando sensoramiento remoto”, por un monto de S/. 350,000. Este proyecto, liderado por la Dra. Elisa Armijos, permitirá tener nuevos instrumentos de adaptación a la variabilidad climática para los ribereños de la Amazonía.

Utilizando el modelo matemático de concentración de Rouse, se logró determinar el gradiente de concentración de sedimentos en suspensión en un año de fuertes lluvias como el 2017 (El Niño Costero) y compararlo con un año La Niña Costera (2018). Se observa que en un año El Niño, el flujo sedimentario puede ser casi 50 veces más que en un año La Niña Costera, con un caudal sólido de 437 kg s^{-1} (equivalente a 12 volquetes de arena) y 9 kg s^{-1} (0,3 volquetes) respectivamente (Figura 2). Resultados se obtuvieron en la tesis de Renzo Mendoza, para obtener el grado de Ingeniero en la Universidad Nacional de Ingeniería.

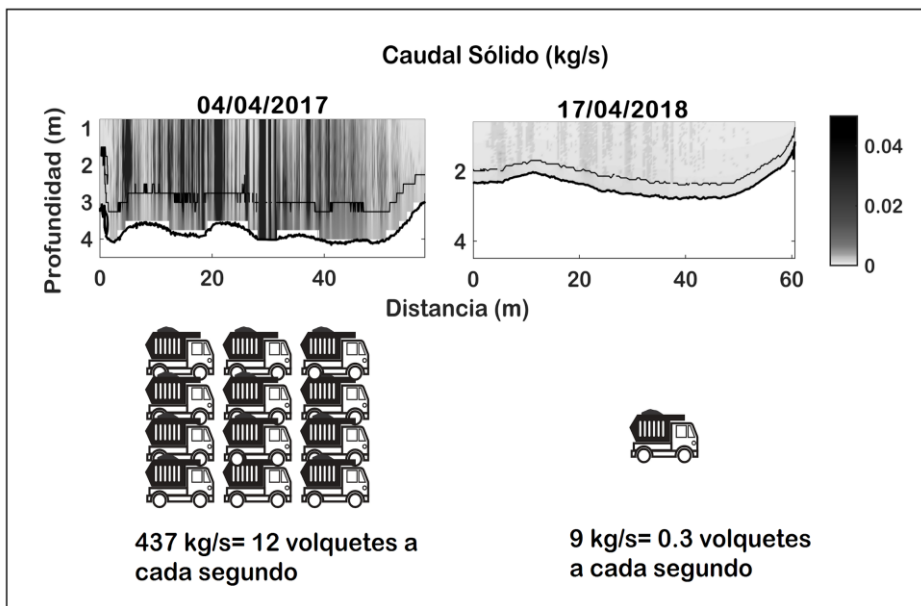


Figura 2. Caudal sólido (sedimentos en suspensión) para el 04/04/2017- durante El Niño Costero (437 kg/s que equivale a 12 volquetes de arena por segundo) y para el 17/04/2018 evento La Niña Costera (9 kg/s que equivale a 0.3 volquetes por segundo).

Utilizando imágenes Landsat para el período de 1987-2016, para la estación seca (julio-agosto) a escala intra-decadal (de 3 a 7 años), basado en objetos espectrales homogéneos y de acuerdo con el modelo Random Forest, se determinó un cambio drástico en la cobertura y uso de tierra en la cuenca del río Mashcón en Cajamarca. Este fue el trabajo de

tesis de Fernando Prudencio para optar el el grado de ingeniero geógrafo en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

La publicación del artículo "*Control of seasonal and inter-annual rainfall distribution on the Strontium-Neodymium isotopic compositions of suspended particulate matter and implications for tracing ENSO events in the Pacific coast (Tumbes basin, Peru)*", en la revista *Global and Planetary Change*, con la coautoría de Sergio Morera, pone en evidencia que la utilización de los isótopos de Estroncio ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) y el Neobidio (ϵNd) en sedimentos, son potentes trazadores para determinar la variación estacional e interanual de la lluvia; la cual fue utilizada en la cuenca del río Tumbes durante eventos El Niño.

Ricardo Zubieta en colaboración con otros autores del IGP y de instituciones extranjeras, ha publicado 3 estudios en revistas científicas internacionales: el primero "*Assessing precipitation concentration in the Amazon basin from different satellite-based data sets*", explica la razón por la que algunas regiones de la cuenca Amazónica son más afectadas por eventos de lluvia extrema que conllevan a erosión de suelos, deslizamientos e inundaciones. El segundo, artículo "*Can artificial neural networks estimate potential evapotranspiration in Peruvian highlands?*", aporta nuevos conocimientos sobre las ventajas de las redes neuronales para la estimación de la evapotranspiración en la región del Altiplano peruano, en comparación a otros métodos que requieren una amplia entrada de datos. Esto adquiere importancia ante la necesidad de datos e información para la planificación de riego en los requerimientos de cultivos. El tercer artículo titulado "*Regionalization of precipitation, its aggressiveness and concentration in the Guayas river basin, Ecuador*" estima la distribución espacial de la agresividad de la lluvia que contrasta regiones costeras y de alta montaña. La cual conduce a conocer el por qué algunas regiones tienen mayor potencial a ser erosionadas, en una cuenca con alta producción agrícola, usualmente afectada por problemas de sedimentación e inundaciones en Ecuador.

James Apaéstegui en colaboración con Angela Ampuero y otros coautores en la publicaron del artículo "*The forest effects on the isotopic composition of rainfall in the northwestern Amazon Basin*". Este estudio analiza los efectos de la evapotranspiración del bosque en la composición isotópica de las lluvias ($\delta^{18}\text{O}$, δD) en el noroeste de la cuenca Amazónica. Los resultados muestran que estos indicadores conservan la señal del reciclaje de humedad, el cual es un proceso fundamental para la distribución de lluvias en la región. Utilizando registros isotópicos de agua fósil atrapada en depósitos minerales de cavernas, conocidos como espeleotemas, se estableció una relación entre los cambios en la vegetación y el reciclaje de humedad en la Amazonía durante los últimos 10,000 años. Durante el Holoceno, hubo períodos de expansión y reducción del bosque, identificados en registros polínicos de sedimentos lacustres. Se concluye que el reciclaje de humedad acompañó los cambios en el bosque, incrementándose en los periodos de mayor cobertura vegetal.

Continuando con el tema de paleoclima, Carol Romero sustentó su tesis para optar el título de Licenciada en Física en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. En su trabajo, analiza la influencia de la erupción del volcán Huaynaputina en el clima local y a nivel de Sudamérica a través de registros geoquímicos de paleoclima ubicados en Perú, Bolivia y Brasil (testigo de hielo, anillos de árboles y espeleotemas, respectivamente), se observó una anti-fase en las precipitaciones entre los registros paleoclimáticos (testigo de hielo y espeleotema) circunscritos al volcán Huaynaputina (presencia de lluvias) con respecto a los espeleotemas ubicados en la región de Brasil (ausencia de precipitaciones).

Como parte de la colaboración científica internacional, el Dr. James Apaéstegui participa en el estudio "*Change and cultural resilience in late pre-Columbian Amazonia*", donde se analizan los cambios culturales más relevantes observados en el registro arqueológico de seis regiones diferentes en la Amazonía durante los últimos tiempos precolombinos. Compararon la cronología de esas transiciones culturales con proxies paleoclimáticos regionales de alta resolución, mostrando que, si bien algunas sociedades enfrentaron una gran reorganización durante los períodos de cambio climático, otras no se vieron afectadas e incluso prosperaron. Lo que indica que las sociedades con sistemas intensivos y especializados de uso de la tierra eran vulnerables al cambio climático.

El artículo "*Decline of Fine Suspended Sediments in the Madeira River Basin (2003–2017)*", evalúa los problemas actuales sobre el río Madeira, segundo afluente más grande del Amazonas, y contribuye hasta con el 50% de la carga de sedimentos del río Amazonas. A partir de 2007, el Complejo Hidroeléctrico del Madeira (CHM) formado por dos grandes represas, inicia su construcción y funcionamiento en el tramo medio del río Madeira. Este

estudio, evalúa la concentración de sedimentos finos en suspensión (FSC) para el período 2003 a 2017 en los principales afluentes, Beni y Mamore aguas arriba del CHM y en la estación de Porto Velho, localizada sobre el río Madeira, aguas abajo del CHM. En los dos últimos años se observa una disminución de 30% del FSC después de CHM, lo que podría atribuirse a la presencia de las represas, sin embargo, los resultados indican que los FSC están asociados con un descenso y ruptura en la serie del FSC a partir del año 2010 en el Río Beni (estación de Cachuela Esperanza), principal proveedor de sedimentos del Madeira, resultados que podrían estar influenciados posiblemente con el aumento de sedimentos en el río Madre de Dios, producto de la actividad minera, mostrando una falta de capacidad de transporte del río por el incremento de sedimentos (Figura 3).

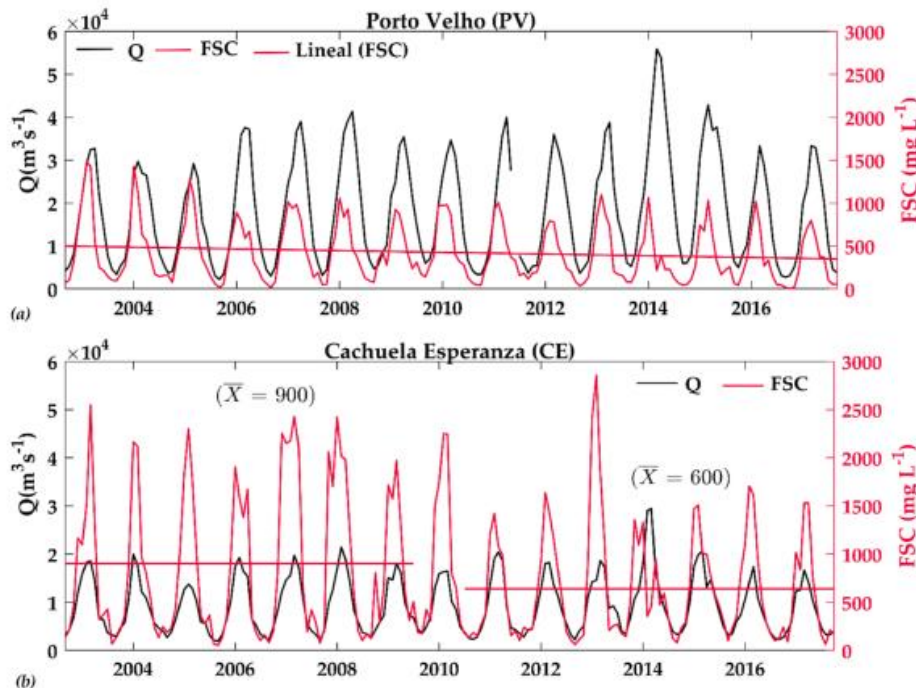


Figura 3. Serie mensual período 2003-2017 para Caudal (Q en $m^3 s^{-1}$) y FSC en $mg L^{-1}$ a) Río Madeira en la estación de Porto Velho, b) Río Beni en la estación de Cachuela Esperanza. X indica la media de FSC en los dos períodos para Cachuela Esperanza, para el segundo período enero a febrero 2013 no ha sido considerado ya que fue una año de crecida extrema excepcional.

En la cuenca del Río Madeira, subcuenca del Río Beni también se evaluó la relación entre la concentración de sedimentos en suspensión en superficie (SSSC) y las variables de lluvia (R) y caudal (Q) en la estación de Rurrenabaque (200 msnm). Se observa que no existe una histéresis marcada en el caso de la relación R – SSSC, mientras que para la relación Q – SSSC, la histéresis es muy marcada en sentido horario. Los resultados indican que la histéresis es un producto de la influencia del flujo base Utilizando métodos probabilísticos se determina el rol importante que cumple el caudal base en la dilución de los sedimentos en suspensión. Resultados obtenidos y publicados con la colaboración de la Dra. Armijos en “*On the Relationship between Suspended Sediment Concentration, Rainfall Variability and Groundwater: An Empirical and Probabilistic Analysis for the Andean Beni River, Bolivia (2003–2016)*”.

Se analizaron los impactos sobre la concentración de sedimentos, de una serie de 6 hidroeléctricas consecutivas construidas en un tramo de 700 km en el río Paranapanema en Brasil, utilizando imágenes de espectroradiómetro de resolución moderada (MODIS) y turbidez. La alta correlación entre MODIS y turbidez, indican que el sensoramiento remoto es una buena herramienta para la evaluación de sedimentación en reservorios y que la reducción de concentración disminuye de 2 a 62%, resultados publicados en “*Indirect assessment of sedimentation in hydropower dams using MODIS remote sensing images*”.

Gracias a datos de temperatura de la superficie terrestre (LST) obtenidas de las imágenes MODIS, se pudo evaluar los procesos de calentamiento dependientes de la altitud en la región andina entre los 7 ° S y 20 ° S. Se determinó que la tendencia de la LST diurna en el invierno austral (junio-julio-agosto) aumenta en la mayoría de las áreas, mientras que disminuye en solo unas pocas. La tendencia de la LST diurna en invierno está aumentando a una tasa promedio de 1.0 °C/ década; esta tendencia depende de la altitud, es mayor a mayores altitudes, 0,50 °C/década para altitudes de 1000-1500 msnm y 1,7 °C/década por encima de los 5000 msnm. Por otro lado, la tendencia de la LST nocturna en invierno muestra un incremento constante con el aumento de altitud.

La tendencia de aumento de las temperaturas en las partes altas de la cuenca, podría tener graves consecuencias para los recursos hídricos y los ecosistemas andinos altos. *“Elevation-dependent warming of land surface temperatures in the Andes assessed using MODIS LST time series (2000–2017)”*. Este trabajo se desarrolló en colaboración con el Dr. Raúl Espinoza.

Climatología

La unidad de investigación en Climatología tiene como tarea principal el monitoreo de las condiciones oceánicas y atmosféricas en el Pacífico Tropical, con énfasis en el fenómeno El Niño o La Niña y su impacto en el Perú. Asimismo, como parte de la mejor interpretación de la información, requiere realizar investigación científica que permita establecer, por ejemplo, qué procesos físicos son importantes en el desarrollo de un evento El Niño o La Niña y, de esta manera, poder predecirlos. Para alcanzar esto, se requiere información de bases de datos internacionales, tanto remotas como in situ, así como la información producida por los modelos numéricos de centros nacionales o internacionales.

En cuanto a la investigación científica, se publicó un artículo en el Journal of Climatology titulado “The role of ENSO flavours and TNA on recent droughts over Amazon forests and the Northeast Brazil región”. El objetivo de este trabajo es entender el rol de los dos tipos de El Niño [Central (C) y Este (E)] y del calentamiento anómalo del mar en el Atlántico Norte Tropical (ANT) sobre las sequías en los bosques tropicales amazónicos y la región semiárida del noreste de Brasil. Si bien los resultados de este trabajo, que están relacionados con forzantes de gran escala, no explican totalmente todos los eventos de sequía, se pueden tener algunas conclusiones importantes. Por ejemplo, la existencia de una correlación negativa entre las lluvias de verano (otoño) de la Amazonia y ambos índices El Niño, C y E, siendo con el índice C (E) la señal más intensa. Asimismo, se puede concluir que la influencia del calentamiento del mar en el ANT es más significativa en los meses de otoño y está relacionada a una disminución de las precipitaciones en la parte sur de la cuenca Amazónica y el noreste de Brasil.

Con respecto al monitoreo de las condiciones oceanográficas y atmosféricas, en el año 2019 se ha intensificado, principalmente con el uso de los flotadores ARGO, que son instrumentos autónomos que, a pesar de estar a merced de las corrientes oceánicas de fondo, permiten obtener información oceánica de alta resolución hasta los 2000 metros de profundidad. Los productos que se han generado se basan en aquellos instrumentos que se encuentran frente a la costa peruana (entre 50 y 200 millas náuticas, principalmente) y en la zona del Pacífico ecuatorial, específicamente en 105°W. Estos productos facilitan el análisis del desarrollo de un evento El Niño, La Niña y la presencia de ondas Kelvin. Esta información, procesada por el IGP se ha puesto a disposición del Grupo Técnico del Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) y se actualiza constantemente, siendo un insumo importante para el monitoreo de El Niño/La Niña.

Durante el año 2019, y en el marco del Programa Presupuestal por Resultados N° 068 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”, el IGP continuó generando información con el análisis de pronósticos numéricos sobre El Niño/La Niña y la opinión experta para ser llevada al ENFEN, contribuyendo en la elaboración de 15 comunicados oficiales y 1 comunicado extraordinario. Asimismo, como parte de esta tarea, se elaboraron doce (12) informes técnicos, los cuales han sido insumos para preparar los informes técnicos del ENFEN. Estos informes, junto con los comunicados oficiales, se han distribuido a los tomadores de decisiones y al público en general, y se encuentra en el repositorio del IGP (<https://repositorio.igp.gob.pe>). Además, desde abril de 2019, el IGP asumió la coordinación del Grupo Técnico del ENFEN, responsabilidad que anualmente asume una de las instituciones técnica-científicas que conforman la Comisión Multisectorial ENFEN.

Entre las actividades para la difusión de información generada en temática de El Niño/La Niña, se publicaron doce (12) boletines técnicos compuestos por artículos de divulgación científica y avances de investigación sobre temas relacionados a El Niño y sus impactos. Entre los artículos de divulgación de autoría del IGP y colegas de otras instituciones invitadas, se tienen: El artículo del Dr. Michael Glantz, sobre ¿Está el Perú listo para un evento El Niño? Una perspectiva de un Científico Social; Influencia de ENOS en los eventos extremos de precipitación en los Andes centrales peruanos durante el verano. por Juan Sulca y colaboradores; El modo acoplado océano-atmósfera cercano al periodo anual en el Pacífico tropical ecuatorial, por Octavio Fashé Raymundo; Patrones espaciales de sequía en la

Amazonía asociados a eventos recientes El Niño y calentamiento del Atlántico Tropical, por Juan Carlos Jiménez y José Antonio Marengo (CEMADEN, BRASIL); Impactos de El Niño extraordinario en la actividad acuícola en Tumbes- Perú, por Luis Céspedes Reyes; Control estacional e interanual de la distribución de las precipitaciones en isótopos de Sr y Nd en sedimentos fluviales, y sus implicancias para trazar eventos ENOS en la vertiente del Pacífico (cuenca del río -Puyango-Tumbes), por Jean-Sébastien Moquet y Sergio Morera; Cambios en la distribución de la anchoveta durante eventos El Niño extraordinarios (1982-83 y 1997-98) y El Niño Costero 2017, por Marilú Bouchon y colaboradores; Intensificación del viento sobre el mar peruano durante eventos El Niño, por Adolfo Chamorro; Ocurrencia de incendios forestales en el Perú durante eventos El Niño, por Ricardo Zubieta y colaboradores (IGP y MINAM). Estos y otros artículos están disponibles en el repositorio del IGP: (<https://repositorio.igp.gob.pe/handle/IGP/4594>).



Imágenes: boletines 2019

En el 2019, como parte de la sensibilización a las autoridades, este año se llevó a cabo 3 talleres “Conocimiento sobre el Fenómeno El Niño (FEN) y su puesta en valor para la región Lambayeque”, cuyo objetivo fue compartir experiencias y conocimiento sobre el FEN, relacionadas a las investigaciones que el IGP desarrolla, así como, los procesos y sistemas de monitoreo que permiten hacer seguimiento continuo de las variables oceánicas-atmosféricas y los modelos climáticos y de ondas, que permiten generar pronósticos del FEN. El taller estuvo dirigido a autoridades de los gobiernos locales de la Región Lambayeque y el COER, se desarrolló con una metodología novedosa e innovadora que permitió una dinámica participativa durante las 3 fechas con el grupo de 15 personas quienes participaron de las 3 jornadas. Con ello, se logró fortalecer sus conocimientos sobre El Niño, sus impactos y compromiso de trabajo con las entidades científicas responsables del monitoreo y pronóstico de El Niño. Así mismo, se fortaleció su comprensión de acciones de prevención durante el periodo de El Niño No Activo.

Así también entre las actividades de difusión sobre la temática de El Niño, se han realizado ponencias y presentación de pósteres, tanto académicas como de divulgación para el público en general.

FOTOS cuando están participando las autoridades

Foto: Taller sobre: “Conocimiento sobre Fenómeno del Niño y su puesta en valor para la Región de Lambayeque”

FOTO De la reunión ENFEN en el IGP

Oceanografía

El océano Pacífico presenta una dinámica compleja gracias al fuerte acoplamiento entre el océano y la atmósfera, que tiene gran influencia en la variabilidad del clima del Perú y el mundo. Si nos referimos a la porción que forma parte del Mar de Grau (es decir la parte norte del Sistema de Corrientes de Humboldt), la región es influenciada por la variabilidad local, forzada por los vientos locales, y recibe una fuerte influencia de la variabilidad remota, ejercida tanto por la dinámica ecuatorial como la dinámica Antártica (principalmente a través de la advección de corrientes). Todo lo cual promueve o gatilla una serie de procesos

oceanográficos que se desarrollan en diferentes escalas espacio-temporales que, en su conjunto, contribuyen a las características del clima y la productividad de la región. Conocer dichos procesos oceanográficos, las escalas de variabilidad espacio-temporal en que se desarrollan, sus respectivos roles como parte del sistema climático y los procesos de retroalimentación con el clima, son cruciales para comprender el impacto de los eventos anómalos/extremos y el cambio climático. Asimismo, permite predecir/pronosticar eventos que pueden afectar a la población y sus actividades, con el fin último de prevención y adaptación.

Debido a la poca densidad de datos observacionales disponibles (tanto en cobertura espacial como temporal) dificulta caracterizar y/o cuantificar los procesos y su variabilidad espacio-temporal, así como las realimentaciones que se desarrollan en el océano subyacente a Perú. A ello se le suma el poco capital humano dedicado a investigar el océano desde el punto de vista físico y acoplado. Por lo que, la unidad de oceanografía emplea un enfoque metodológico que se basa en la modelación numérica (que incluye el uso, la implementación, calibración, optimización y desarrollo de modelos numéricos hidrodinámicos del océano, modelos acoplados físicos-biogeoquímicos y acoplados océano-atmósfera), el análisis de los resultados numéricos de modelos regionales y globales que se encuentran a libre disposición y el análisis de datos observacionales, in situ y satelitales provenientes de bases de datos internacionales que también son de libre disposición. Es así que las principales contribuciones durante este año figuran las publicaciones científicas enfocadas el estado actual y perspectivas de los sistemas de observación de los sistemas de corrientes globales (Todd et al., 2019¹), establecer una hoja de ruta para desarrollar un sistema que combine observaciones y modelos para alcanzar una comprensión integral de los objetivos seleccionados dependientes de la oxiclina (Garçon et al., 2019²), entender la dinámica estacional de la extensión sur de la Zona Mínima de Oxígeno (OMZ) del Pacífico Este (Pizarro-Koch et al., 2019³), así como la dinámica del sistema de carbonatos en la OMZ (Hernandez-Ayon et al., 2019⁴). Asimismo, se contribuyó en comprender el valor de los datos satelitales para el entendimiento de procesos dinámicos de meso escala (Delgado et al., 2019⁵).

Con respecto a los proyectos de investigación, se obtuvo la aprobación del proyecto SEPICAF (South Eastern Pacific Circulation from Argo Floats, Circulación del Pacífico Este a partir de Flotadores ARGO), proyecto de esfuerzo regional dirigido a mejorar la red de observación para el Pacífico Este, mediante la implementación y despliegue de un total de 17 flotadores Argo entre el 2019 y 2022 frente a las costas de Perú y Chile, 9 y 8, respectivamente. Asimismo, se obtuvo la aprobación del proyecto Bransfield (Estructura y Dinámica de la circulación en el Estrecho de Bransfield) que busca estudiar la estructura y dinámica del Estrecho de Bransfield en el mar Antártico, mediante la colección sistemática de información oceanográfica haciendo uso del BAP Carrasco en la campaña de investigación Antártica (ANTAR XXVII).

Asimismo, como parte de la actividad científica, se contribuye en el desarrollo de capacidades para la investigación de estudiantes de pre- y postgrado de universidades peruanas, y de personal técnico-científico a través de los cursos altamente especializados que se organizan.

¹ Todd, RE, Chavez FP, Clayton S, Cravatte S, Goes M, Graco M, Lin X, Sprintall J, Zilberman NV, Archer M, Arístegui J, Balmaseda M, Bane JM, Baringer MO, Barth JA, Beal LM, Brandt P, Calil PHR, Campos E, Centurioni LR, Chidichimo MP, Cirano M, Cronin MF, Curchitser EN, Davis RE, Dengler M, deYoung B, Dong S, Escribano R, Fassbender AJ, Fawcett SE, Feng M, Goni GJ, Gray AR, Gutiérrez D, Hebert D, Hummels R, Ito S-i, Krug M, Lacan F, Laurindo L, Lazar A, Lee CM, Lengaigne M, Levine NM, Middleton J, **Montes I**, Muglia M, Nagai T, Palevsky HI, Palter JB, Phillips HE, Piola A, Plueddemann AJ, Qiu B, Rodrigues RR, Roughan M, Rudnick DL, Rykaczewski RR, Saraceno M, Seim H, Sen Gupta A, Shannon L, Sloyan BM, Sutton AJ, Thompson L, van der Plas AK, Volkov D, Wilkin J, Zhang D and Zhang L (2019) Global Perspectives on Observing Ocean Boundary Current Systems. *Front. Mar. Sci.*, 6 (423). doi: 10.3389/fmars.2019.00423 (<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2019.00423/full>)

² Garçon V, Karstensen J, Palacz A, Telszewski M, Aparco Lara T, Breitburg D, Chavez F, Coelho P, Cornejo-D'Ottone M, Santos C, Fiedler B, Gallo ND, Grégoire M, Gutierrez D, Hernandez-Ayon M, Isensee K, Koslow T, Levin L, Marsac F, Maske H, Mbaye BC, **Montes I**, Naqvi W, Pearlman J, Pinto E, Pitcher G, Pizarro O, Rose K, Shenoy D, Van der Plas A, Vito MR and Weng K (2019) Multidisciplinary Observing in the World Ocean's Oxygen Minimum Zone Regions: From Climate to Fish — The VOICE Initiative. *Front. Mar. Sci.* 6:722. doi: 10.3389/fmars.2019.00722

³ Pizarro-Koch, M., Pizarro, O., Dewitte, B., **Montes I**, Ramos, M., Paulmier, A., & Garçon, V. (2019). Seasonal variability of the southern tip of the Oxygen Minimum Zone in the eastern South Pacific (30°-38°S): A modeling study. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 124. <https://doi.org/10.1029/2019JC015201>

⁴ Hernandez-Ayon JM, Paulmier A, Garçon V, Sudre J, **Montes I**, Chapa-Balcorta C, Durante G, Dewitte B, Maes C and Bretagnon M (2019) Dynamics of the Carbonate System Across the Peruvian Oxygen Minimum Zone. *Front. Mar. Sci.* 6:617. doi: 10.3389/fmars.2019.00617

⁵ Delgado, J.A., J. Sudre, S. Tanahara, **I. Montes**, J.M. Hernandez-Ayon, A. and Zirino (2019) Effect of Caribbean Water Incursion into the Gulf of Mexico derived from Absolute Dynamic Topography, Satellite Data, and Remotely - sensed Chlorophyll-a, *Ocean Sci.*, 15, 1561-1578, <https://doi.org/10.5194/os-15-1561-2019>

Durante el 2019, se desarrolló el Curso Taller 'Uso de perfiladores de Corriente Acústico Doppler (ADCP, Teórico-Práctico, Organizado por IGP-UNMSM, 11-12 mayo, 2019, (Foto 1) y el Curso Oceanografía General (Maestría en Física con mención en Geofísica de la Facultad de Ciencias Físicas, Organizado por la UNMSM, abril-julio, 2019). Adicionalmente, en conmemoración del día Mundial de los Océanos, se desarrolló el ciclo de conferencias, denominado '*Comprometidos con la investigación científica en favor del desarrollo sostenible de los Océanos*', que tuvo como objetivo principal dar a conocer la importancia del océano en nuestras vidas, las actividades científicas que el Perú viene desarrollando y los desafíos que enfrentamos para el futuro que queremos; que contó con la mesa redonda "Ciencia, Política y Educación"; la cual pretendió establecer vínculos entre la comunidad científica, tomadores de decisiones, empresa y sociedad civil para reducir las brechas en la comunicación, así como incentivar las investigaciones oceanográficas en el Perú y contribuir al desarrollo sostenible (Foto 2).

Parte de los resultados desarrollados en la unidad fueron presentados en diversos congresos nacionales e internacionales y contribuyeron en las discusiones técnico-científicas de diferentes talleres y reuniones que trataron temas cruciales sobre el océano tales como: 'Ciencia para soluciones: Integrando a los tomadores de decisiones para mejorar la planificación y la gobernanza de los océanos en ABNJ del Pacífico Sudeste' (Guayaquil – Ecuador; Marzo 2019), First session of the JCOMM Inter-Programme Expert Team on Integrated Marine Meteorological and Oceanographic Services within WMO and IOC Information Systems 'IPET-MOIS-1', Posición peruana respecto al informe especial del IPCC sobre SROCC (MRREE),

Figura 1. Foto del curso Taller en San Marcos

Figura 2. Foto de la mesa redonda del día de los océanos

GEOFÍSICA Y SOCIEDAD

La Subdirección de Geofísica y Sociedad (SGSO) tiene como función principal incorporar el enfoque de dimensión humana para dar valor agregado a las investigaciones en geofísica, a través del desarrollo de investigación vinculada a los impactos que los diversos fenómenos geofísicos tienen en la sociedad; promoviendo así la articulación entre la investigación geofísica y la sociedad.

Dimensión humana

El enfoque de dimensión humana busca poner en valor los resultados de las investigaciones en geofísica generadas por el IGP: identificando y cuantificando los impactos de los peligros geofísicos (sismos y tsunamis, fenómeno El Niño, cambio climático, entre otros), analizando la vulnerabilidad de las poblaciones ante dichos peligros, además considerando los servicios ecosistémicos de los diferentes ecosistemas de nuestro país. Con esta puesta en valor se busca reducir las brechas de diálogo entre los generadores de información científica y los tomadores de decisiones, para que puedan tomarse acciones en beneficio de la ciudadanía.

Actividades vinculadas a programas presupuestales

La SGSO ejecuta actividades y tareas vinculadas a los programas presupuestales (PP) PP0144: "Conservación y uso sostenible de ecosistemas para la provisión de servicios ecosistémicos", y PP0068: "Reducción de vulnerabilidad de atención de emergencias por desastres".

Actividades vinculadas al programa presupuestal 0144

A través del PP 0144, el IGP genera conocimientos sobre el estado de los recursos naturales, identificación de servicios ecosistémicos, identificación de cobertura vegetal, gestión del territorio, impactos ante peligros geofísicos, entre otros.

Durante el año 2019, se trabajó en la cuenca Ronquillo, departamento de Cajamarca, donde se realizaron seis (06) talleres participativos aplicando la metodología de Análisis de Capacidad y Vulnerabilidad Climática (CVCA), en las localidades asentadas en la cuenca del río Ronquillo y las autoridades del gobierno local y regional. Por otro lado, se trabajó con la identificación de vulnerabilidades ante la potencial ocurrencia de deslizamientos de tierra y como éste alteraría el ecosistema in-situ de la cuenca Ronquillo.

Se culminó satisfactoriamente el Informe Técnico Especial donde se expone los resultados logrados por el IGP a través de cinco artículos de difusión científica: *“Rol del páramo andino en la regulación del recurso hídrico en la cuenca del río Ronquillo”*, *“Erosión hídrica y transporte de sedimentos en la cuenca del río Ronquillo”*, *“Estudio del transporte de sedimentos en la cuenca del río Ronquillo”*, *“Los deslizamientos y ecosistemas”* y *“Análisis de capacidad y vulnerabilidad climática en la cuenca del río Ronquillo”*. Asimismo, cabe resaltar que en el presente reporte se incluye las colaboraciones de investigadores especialistas en recursos hídricos y de geodinámica externa.

Actividades vinculadas al programa presupuestal 068

En marco del PP0068, se ha identificado la evaluación de la resiliencia de la población y medios de vida ante peligros geofísicos, que incluye tanto la actividad de evaluación de los impactos de los peligros geofísicos en la población, como la identificación de factores de generación de riesgo de desastres.

Durante el año 2019, se culminó con el “Estudio en peligros geofísicos en el distrito de Miraflores y su aplicación para la Gestión de Riesgo de Desastres”. Cabe indicar que dicho estudio contempló cuatro componentes: (i) evaluación geofísica de los suelos del distrito, (ii) análisis de estabilidad de los acantilados de la costa verde ubicados en el distrito, (iii) identificación de zonas críticas, y (iv) vulnerabilidad del sector turístico y población flotante del distrito. Los componentes (i) y (ii) fueron desarrollados por la SCTS.

Se realizó la *“Identificación de zonas críticas del distrito de Miraflores”* principalmente en la zona de los acantilados, en la cual se identificaron puntos críticos ante la probable ocurrencia de sismos y tsunamis que requieren atención por parte de las autoridades correspondientes a fin de disminuir el nivel de vulnerabilidad por exposición de los transeúntes (población flotante y residentes) que frecuentan los espacios recreativos de los acantilados de la costa verde del distrito de Miraflores.

También, se realizó el *“Análisis de vulnerabilidad del sector turístico y población flotante del distrito”*, donde se evaluó el nivel de vulnerabilidad de la población flotante turística a través del análisis de la percepción del riesgo, fragilidad y exposición que el propio turista posee, conocimiento de los sistemas de evacuación ante peligros/emergencias y factores de gestión institucional, frente a las amenazas de origen natural presentes en el territorio. Los resultados obtenidos permitieron determinar que la población turística flotante presenta una alta exposición ante la potencial ocurrencia de un sismo de gran magnitud y/o tsunami.

El estudio se realizó a través de un convenio específico de colaboración interinstitucional entre el IGP y la Municipalidad Distrital de Miraflores, el cual culminó satisfactoriamente en el mes de junio 2019 con la entrega de un informe técnico impreso.

REDES GEOFÍSICAS

En el Instituto Geofísico del Perú, el proceso de generación de conocimiento científico en el ámbito de la geofísica tiene como etapa fundamental la obtención de datos cuyas características de calidad y oportunidad que permitan la obtención de información sobre sismos, volcanes, variación climática, clima espacial entre otros, esto se hace en cumplimiento de una de las principales funciones del IGP.

La Subdirección de Redes Geofísicas (SRG) es responsable de realizar las actividades estratégicas de innovación, desarrollo, implementación y operación del instrumental geofísico, brindando soporte de alta tecnología a la investigación científica y a la generación de información de base para la gestión de riesgos de desastres a través de la implementación y operación de la Red Sísmica Nacional, en sus funciones de vigilancia y generación de información para alerta temprana.

La SRG cuenta con el capital intangible del aprendizaje instrumental adquirido en sus 45 años de actividad continua, así como talento humano especializado (ingenieros y técnicos) altamente motivado e identificado con la institución, cuyo esfuerzo hace posible que los parámetros físicos registrados por los equipos geofísicos, instalados a lo largo de costa, sierra y selva, fluyan de manera continua y automática para la generación de información del ambiente geofísico.

La Red Sísmica Nacional (RSN)

La RSN está conformada por redes de monitoreo dedicadas al registro de datos referidos a los diversos parámetros físicos que caracterizan a los procesos geofísicos.

RED SISMICA NACIONAL	PERMANENTES		TEMPORALES
	Tiempo real	Fuera de línea	
Red de estaciones sísmicas	58	17	49
Red de estaciones Acelerométricas	80	113	
Red de Vigilancia Volcánica	40		
Red de Estaciones GNSS		62	
Centros de Registro y Gestión de Red	2		
TOTAL	421		

Tabla 1: Estaciones de la RSN por tipo y transmisión de datos

Por ello la RSN está equipada por instrumentos de última tecnología y de calidad reconocida internacionalmente.

Soporte de Datos en tiempo real para el CENSIS y el CENVUL

A fin de dar soporte a la operación del CENSIS y del CENVUL, la SRG ha implementado y opera diversos sistemas de telecomunicaciones de cobertura nacional dedicados a la transmisión de datos geofísicos en tiempo real, estos sistemas emplean diversas tecnologías como la satelital, los radioenlaces terrestres y las redes de comunicaciones implementadas sobre servicios de conexión a internet.

Asimismo, la Red Acelerométrica Nacional cumple la función de registrar los niveles de aceleración del suelo que se producen al paso de las ondas sísmicas. Las estaciones (acelerómetros) están instalados en zonas urbanas a nivel nacional y, en el caso de Lima metropolitana, existe al menos un acelerómetro en cada distrito.

En cuanto a la Red de Vigilancia Volcánica, en la actualidad esta red tiene cobertura de 12 volcanes considerados activos o potencialmente activos. Los instrumentos instalados permiten llevar a cabo la vigilancia de la actividad sísmica en volcanes (sismo volcánico), la deformación de edificios volcánicos mediante inclinómetros y técnicas de GNSS y el aspecto fenomenológico con cámaras de vigilancia de emisiones de gases y cenizas.

Finalmente, se cuenta con una Red de Monitoreo de Deformación y Fallas Activas, integrada por estaciones GNSS/GPS de operación continua que registran los cambios que sufre la corteza terrestre por efecto de convergencia de las placas tectónicas Nazca y Sudamérica, y que inexorablemente conducen a la generación de eventos sísmicos extremos en las zonas de fallas activas. Dicha red está formada principalmente por estaciones implementadas en colaboración con el Instituto Tecnológico de California (Caltech) y con el Instituto de Ciencias de la Tierra de la actual Universidad de los Alpes (Grenoble). La deformación regional registrada es utilizada para estimar, de manera periódica, la evolución del potencial sísmico y, por ende, la magnitud estimada del siguiente terremoto en la región de influencia.



Operación y mantenimiento de estaciones sísmicas temporales

En el 2019, se continuo con el soporte de instrumentación de banda ancha para estudios de investigación específicos de la sismicidad en el entorno de las fallas geológicas de Huambo-Cabanaconde (08 estaciones), Huaytapallana (06 estaciones) y complejo Cusco-Tambomachay (27 estaciones) y el gap sísmico de Tacna y Arica. Esta actividad se realiza en coordinación con la Subdirección de Ciencias de la Tierra (SCTS).

Proyecto Sistema de Alerta Sísmica del Perú (SASPe)

En el 2019, con la determinación y apoyo de la alta dirección del IGP, en coordinación entre el IGP e INDECI, se elaboró el estudio a nivel de perfil del proyecto de inversión “Creación del servicio de provisión de información de alerta temprana ante el peligro por sismo para poblaciones de la costa del Perú”, con el cual se logra la viabilizar el proyecto en el mes de julio de 2019, a partir de este momento se continua con el proceso de la elaboración del estudio definitivo.

El proyecto considera la instalación de 106 estaciones acelerométricas, ubicadas en línea de costa, conformando redes regionales dedicadas a vigilar permanentemente la actividad sísmica, efectuando la detección rápida de eventos sísmicos de gran magnitud y la generación de información de alerta, información que será entregada automáticamente a INDECI.

OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO DEL SUR- VULCANOLOGÍA

Las erupciones volcánicas son uno de los fenómenos más sorprendentes que ocurren en la naturaleza y que pueden generar cuantiosos daños y víctimas. El Instituto Geofísico del Perú (IGP) estudia y monitorea los volcanes activos desde 1990, con el objetivo de realizar pronósticos certeros de nuevos episodios eruptivos.

En todo este tiempo, se han atendido exitosamente los procesos eruptivos de los volcanes Ubinas (2006-2009, 2014-2017 y 2019-actualidad) y Sabancaya (1990-1998, 2016-actualidad). En esa línea, el 2019 ha sido un año en el cual el IGP ha demostrado su rol de entidad responsable del monitoreo y alerta volcánica, a través de la generación de productos técnico-científicos útiles para la gestión del riesgo volcánico en el país.

Creación del Centro Vulcanológico Nacional (CENVUL)

En julio de 2019, el IGP pone en operación el Centro Vulcanológico Nacional (CENVUL), un servicio oficial del Estado peruano, con sede en la ciudad de Arequipa, que tiene como función registrar, analizar e interpretar los datos sismovolcánicos, geodésicos, geoquímicos y de cámaras de video que provienen en tiempo real de las estaciones de monitoreo instaladas en 12 volcanes activos y potencialmente activos del sur peruano.

La creación del CENVUL se da en el marco de la ejecución del proyecto de “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alerta Volcánica en la Región Sur del Perú”, respaldado por el Estado peruano a través de la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM), el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y el Ministerio del Ambiente (MINAM). Con el CENVUL, actualmente el país cuenta con uno de los servicios vulcanológicos mejor implementados de Latinoamérica.

Atención de la actividad eruptiva de los volcanes Ubinas y Sabancaya

El 18 de junio de 2019, el IGP registró un incremento en la actividad sísmica del volcán Ubinas, asociado al inicio de un posible proceso eruptivo. Dicha situación fue comunicada inmediatamente al INDECI y al Gobierno Regional de Moquegua, advirtiendo la alta posibilidad de ocurrencia de una erupción volcánica. El proceso eruptivo se inició 6 días después, el 24 de junio, y perduró hasta septiembre. En total, durante 2019, ocurrieron 10 explosiones volcánicas, siendo los eventos del 19 y 22 de julio los más violentos y de mayor impacto en la población del valle de Ubinas y de las provincias cercanas. El IGP brindó un pronóstico oportuno de este fenómeno que permitió a las autoridades la adopción de medidas de prevención, mitigación y respuesta en beneficio de la población afectada.

Con relación al volcán Sabancaya, este macizo continuó por tercer año consecutivo con su proceso eruptivo iniciado en 2016. Una de las características más destacadas en 2019 fue la identificación de un domo de lava en el cráter del volcán. A partir de ello, el IGP comunicó al INDECI y al Gobierno Regional de Arequipa los diversos escenarios eruptivos que podrían

sucedir si el domo colapsara, asociados, principalmente, a la posible ocurrencia de flujos piroclásticos. Diversos informes técnicos, además de 52 boletines vulcanológicos semanales, han sido elaborados y remitidos a las instituciones miembros del SINAGERD.

Consolidación de redes de monitoreo geofísico en 12 volcanes del país

En 2019, el IGP ha culminado la instalación de instrumentación geofísica permanente en los volcanes Sara Sara y Cerro Auqui huato en Ayacucho; Coropuna, Sabancaya, Misti y Chachani en Arequipa; Ubinas, Huaynaputina y Ticsani en Moquegua; Tutupaca, Yucamane y Casiri en Tacna.

Sismómetros, equipos GPS, inclinómetros, videocámaras de vigilancia y otros instrumentos han sido ubicados en las inmediaciones de cada volcán. La toma de datos es ininterrumpida y se transmiten en tiempo real (vía telemetría, internet y satélite) hacia el CENVUL.

TABLA 1: INSTRUMENTACIÓN GEOFÍSICA OPERATIVA EN LOS 12 VOLCANES VIGILADOS

INSTRUMENTO	Número
Sismómetros	43
Equipos GPS	4
Inclinómetros	14
Videocámaras científicas	12

Generación de información geofísica sobre la actividad volcánica

Los datos geofísicos registrados por las redes de vigilancia instaladas en los volcanes son los insumos básicos para la elaboración de reportes, boletines e informes vulcanológicos que son distribuidos periódicamente a las instituciones del SINAGERD y a los gobiernos locales y regionales. Estos productos, además de ser difundidos a través de la aplicación Volcanes Perú, son publicados en las webs del CENVUL y del Repositorio Geofísico Nacional.

La periodicidad de publicación de los reportes y boletines vulcanológicos depende muchas veces del nivel de actividad de cada volcán. En consecuencia, se han elaborado un número mayor de boletines para volcanes en proceso eruptivo, como en el caso de Ubinas y Sabancaya en 2019. Respecto a estos volcanes, también se han elaborado alertas de dispersión de cenizas y alertas de descenso de lahares.

TABLA 2: BOLETINES VULCANOLÓGICOS ELABORADOS Y PUBLICADOS EN 2019

VOLCÁN	Número
Cerro Auqui huato (Ayacucho)	3
Sara Sara (Ayacucho)	3
Coropuna (Arequipa)	24
Sabancaya (Arequipa)	52
Chachani (Arequipa)	8
Misti (Arequipa)	24
Ubinas (Moquegua)	42
Ticsani (Moquegua)	24
Huaynaputina (Moquegua)	7
Tutupaca (Tacna)	8
Yucamane (Tacna)	8
Casiri (Tacna)	4

Difusión y educación acerca de los peligros volcánicos

Durante 2019, se ha continuado con la realización de charlas, talleres y seminarios dirigidos a autoridades, estudiantes, representantes de instituciones, etc. Asimismo, se ha participado en eventos académicos y se ha coordinado visitas guiadas a las instalaciones del CENVUL. En total, han sido 44 los eventos en los que han estado presentes profesionales del IGP, dando a conocer la labor de la institución y el estado de la actividad volcánica en el país.

En virtud de dichas actividades, se ha logrado comunicar directamente a 6100 personas en qué consiste el trabajo que desarrolla el IGP y los proyectos de investigación en vulcanología efectuados por la institución.

OBSERVATORIO DE HUANCAYO- ASTRONOMÍA

Durante el año 2019, las actividades en Astronomía comprendieron la publicación de los resultados científicos obtenidos con el telescopio del OAUNI dentro del proyecto conjunto UNI-IGP, la realización de observaciones astronómicas con el telescopio Nishimura de 0.60 m (NSH60), publicación de reportes astronómicos internacionales, colaboraciones internacionales, recopilación/preservación del acervo histórico científico contenido en las sedes del IGP y la continuidad en el asesoramiento de tesis de licenciatura con aplicación en astronomía.

Además, durante este año se consiguieron finalmente reiniciar las observaciones de regiones de formación estelar conteniendo máseres de metanol (6.7 GHz) usando la antena de 32 m del Radio Observatorio Astronómico de Sicaya (ROAS).

Proyecto OAUNI

El proyecto OAUNI dentro de su programa de eventos astronómicos transitorios consiguió registrar a principios de año una ocultación estelar (Figura 1) provocada por el asteroide (216) Kleopatra. Este registro generó un reporte internacional.

Este año se publicaron tres artículos en la revista científica TECNIA de la Universidad Nacional de Ingeniería. El primer artículo presentó los primeros resultados científicos del programa de observación de estrellas variables de periodo corto (Figura 2) registradas en el OAUNI. En el segundo artículo se presentaron los análisis preliminares del programa de fotometría astronómica de cúmulos estelares desarrollado desde el OAUNI (Figura 3). Finalmente, el tercer artículo presentó curvas de luz pertenecientes a tránsitos de exoplanetas (Figura 4). El modelaje de estas curvas permitió obtener algunos parámetros astrofísicos de cada sistema.

Además, José Ricra sustentó en la UNI su tesis de licenciatura en Física, asesorada por el Dr. Antonio Pereyra. El tema de la tesis fue sobre la detección y caracterización de planetas extrasolares usando datos recopilados desde el OH. Es importante mencionar que esta tesis constituye la primera en su tipo que fue sustentada en nuestro país.

Observaciones con telescopio Nishimura (NSH60)

Se aprovecharon las capacidades del telescopio NSH60 y las mejoras realizadas al instrumento para acoplar un espectrógrafo de baja resolución (Figura 5) con el objetivo de obtener un espectro de transmisión de la atmósfera de la Tierra durante el eclipse total de Luna del 20 de enero del 2019. Los datos obtenidos durante dicha experiencia están siendo analizados para generar una publicación científica.

También, se consiguió realizar astrometría del asteroide peligroso para la Tierra (66391) 1999 KW4 con el NSH60 (Figura 6). Estos datos fueron publicados en un reporte internacional. Esta misión observacional representó la primera vez que la Unidad de Astronomía del IGP formó parte de una colaboración internacional con el propósito de estudiar estos peligrosos cuerpos.

Además, una tesis de licenciatura en Física, aplicada a Astronomía, asociada al NSH60 está en proceso de finalización.

Colaboración del Flare Monitoring Telescope (FMT)

El telescopio FMT, donado al IGP por el Observatorio de Hida de la Universidad de Kyoto ha generado durante estos últimos años información científica sobre la actividad solar en la línea H-Alfa. Así, este año 2019, fue publicado un artículo de investigación en física solar sobre procesos dinámicos de ondas Moreton registrados con el FMT (Figura 7). Dicho trabajo fue publicado en la revista internacional indexada *The Astrophysical Journal* por Denis Cabezas (extesista del IGP) quien está actualmente realizando sus estudios de doctorado en la Universidad de Kyoto (Japón).

Observaciones con la antena de 32m del Radio Observatorio Astronómico de Sicaya (ROAS)

En el 2019, con la colaboración de personal del Radio Observatorio de Jicamarca y la Unidad de Astronomía se consiguieron registrar tres radiofuentes galácticas más en 6.7 GHz (Figura 8). Este resultado positivo ha generado el reinicio de las observaciones radioastronómicas realizadas desde el ROAS. Además, se está iniciando el proceso de colaboración con el Observatorio Nacional Astronómico de Japón (NAOJ, por sus siglas en inglés) y el Instituto Geofísico del Perú con el objetivo de reactivar científicamente el ROAS.

Recopilación del acervo histórico/científico del Observatorio de Huancayo y la sede Ancón del IGP

Durante el año 2019, el MSc. Hugo Trigoso continuó con el proceso de identificación y recopilación del acervo histórico del Observatorio de Huancayo y la sede Ancón del IGP. En particular, podemos destacar el hallazgo de una obra impresa que data del año 1848, impresa en París (Francia) correspondiente a un libro de texto sobre astronomía titulado: "Tratado Elemental de Astronomía: Teoría y Práctica – Volumen I". La obra fue escrita por el eminente geógrafo, astrónomo y matemático arequipeño Mateo Paz Soldán. El libro (Figura 9) fue trasladado a la Biblioteca de la sede mayorazgo IGP para su conservación.

PLANETARIO

El Instituto Geofísico del Perú a través de su Planetario Nacional "Mutsumi Ishitsuka", viene difundiendo el conocimiento científico en temas relacionado a la astronomía.

En el 2019, nos visitaron 166 instituciones educativas. El Planetario reportó entre sus Sala Domo y Sala 3D un total de 14167 visitantes, entre estudiantes de colegios, institutos, universidades y público en general. Este número ha venido en aumento en los últimos 11 años, llegando a un total de 126193 visitantes tal como se muestra en la imagen 01.

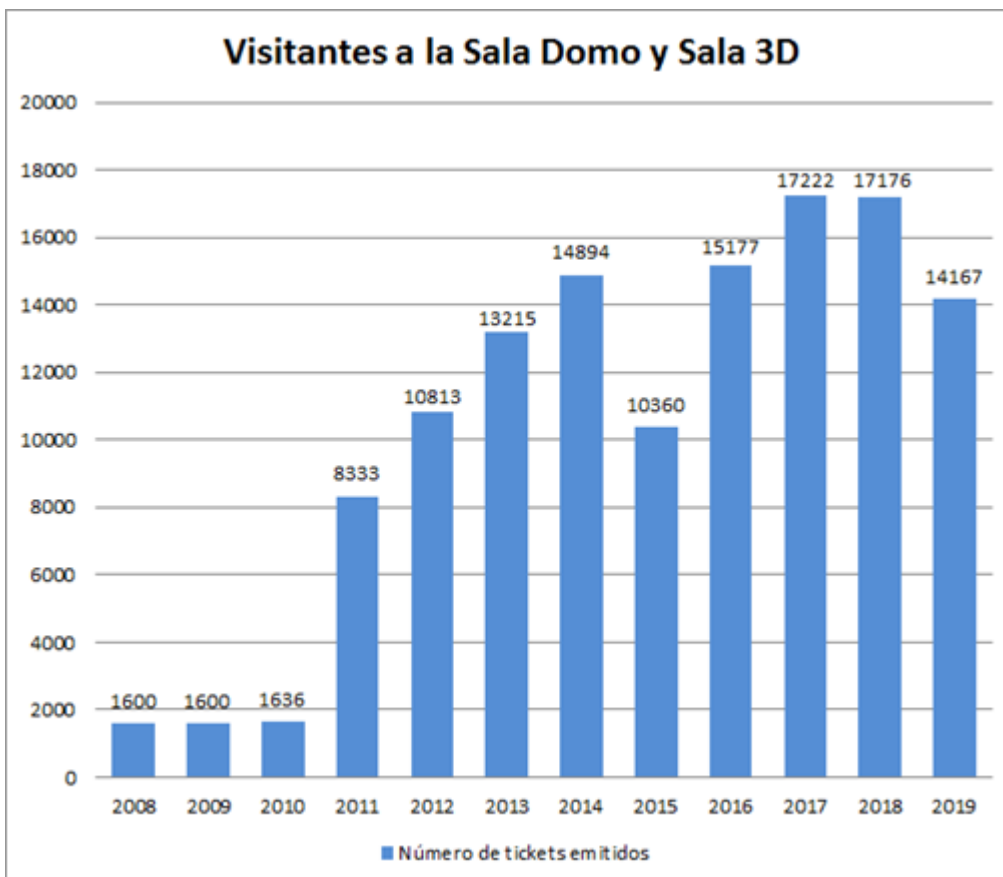


Imagen 01. Número de visitantes por año

Como parte de las actividades de difusión del Planetario se organizó las siguientes actividades: a) Fuimos el coordinador general de la celebración del "Día Internacional de la Astronomía 2019 - Perú", junto con otras instituciones y agrupaciones, el evento fue trascendental, se convirtió en tendencia en las redes sociales y el evento albergó a más de 8 mil personas. b) Se realizó la transmisión del eclipse parcial de Sol desde el estadio de Sachaca en Arequipa, el evento albergó a más de 3700 personas, el video de la transmisión

llego a más de medio millón de reproducción y un alcance de casi un millón de personas en el Facebook del IGP, además, los diferentes medios de prensa compartieron la transmisión. C) Se realizó la transmisión del tránsito del Planeta Mercurio desde la azotea de la sede central del IGP, la transmisión estuvo acompañado de especialistas (PUCP, UNI, SPACE-UNMSM, CONIDA, Astronomía Perú) que comentaban sobre el tránsito, la transmisión llegó a más de 20 mil reproducciones. d) Dentro del marco de la Semana Nacional de la Ciencia organizado por CONCYTEC el IGP a través de su Planetario realizó un “Puertas abiertas” al público en general. Las actividades de difusión fueron posibles gracias a la Unidad Funcional de Astronomía y la Unidad Funcional de Comunicaciones.

Gracias a la asociación Astrónomos Sin Fronteras, el Planetario recibió una considerable donación de 31000 lentes para observar el eclipse parcial de Sol, dichos lentes fueron distribuidos a diferentes instituciones, universidades y agrupaciones peruanas que realizaron la difusión del eclipse parcial de evento en diferentes puntos del país.

El Planetario y la Unidad Funcional de Astronomía del IGP, el Seminario Permanente de Astronomía y Ciencias Espaciales - Universidad Nacional Mayor de San Marcos, la Oficina de Divulgación de la Unión Astronómica Internacional en el Perú y la Institución Educativa E. Fermín Tanguis, Palpa - Ica, participaron en el entrenamiento de los 5 seleccionados a las Olimpiadas Latinoamericanas de Astronomía y Astronáutica 2019 - México, los resultados fueron 2 menciones honoríficas, 2 medallas de plata y una medalla de oro para nuestro país.

Con el sistema 3D itinerante se realizaron proyecciones en el Campo de Marte de Jesús María y en el Campus del Ministerio de Transporte de Breña, acercándonos a más de 1500 personas.

Se participó en el XVI Encuentro Regional Latinoamericano de la Unión Astronómica Internacional en la ciudad de Antofagasta-Chile, con los temas: a) Detección y caracterización de planetas extrasolares desde el Perú y b) Planetario del IGP como parte de la educación no formal: enseñanza del sistema solar en estudiantes del primer año de secundaria de Lima Este. La coordinadora del Planetario fue invitada a "Mujeres y Niñas en la Astronomía". Esta actividad se realizó en la Facultad de Ciencias Físicas de la [Universidad Nacional Mayor de San Marcos](#), como parte de las celebraciones por el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia.

Se elaboró la “Guía del tránsito del planeta Mercurio”, el cual fue difundido por el repositorio del IGP y las redes sociales.

Fotos de referencia



Proyección en el domo

INGRESO GRATIS

2 DE JULIO
ECLIPSE PARCIAL DE SOL

VEN Y DISFRUTA DE UN
EVENTO EXTRAORDINARIO!

TE ESPERAMOS EN
EL ESTADIO MUNICIPAL DE SACHACA

De 2:30 p.m. a 4:30 p.m.
 Se dispondrán de lentes para la visualización del eclipse

CAPACIDAD LIMITADA

PERU | IGP | EL PERÚ PRIMERO

Publicidad de la transmisión del eclipse parcial de Sol

03:45:03 PM

Máximo del eclipse en Arequipa: 3:45pm

IGP Eclipse parcial de Sol
 EN VIVO - SACHACA, AREQUIPA

Transmisión del eclipse parcial de Sol

PLANETARIO NACIONAL
"MUTSUMI ISHITSUKA"

GUÍA DEL TRÁNSITO DEL PLANETA MERCURIO

11 DE NOVIEMBRE DE 2019



SDO/AIA_193_20160509_112943_UTC

Tránsito de Mercurio 2016, visto por el SDO (NASA/SDO).

Guía del tránsito del Planeta Mercurio

Publicidad en redes sociales

EL INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ ESTUVO PRESENTE EN ANTOFOGASTA - CHILE

En esta reunión presentamos dos estudios denominados:

- Detección y caracterización de planetas extrasolares desde el Perú.
- El Planetario del Instituto Geofísico del Perú como parte de la educación no formal: enseñanza del Sistema Solar en estudiantes del primer año de secundaria de Lima Este.

¿Qué se logró?

Este encuentro logró que nuestros colaboradores tengan la oportunidad de debatir resultados, intercambiar ideas, exponer sus avances y tener la posibilidad de participar en futuros proyectos de astronomía.



Público observando el eclipse parcial de Sol en el Campus de la Universidad Peruana Unión

RADIO OBSERVATORIO DE JICAMARCA “A la vanguardia del conocimiento del geoespacio ecuatorial”

El Radio Observatorio de Jicamarca (ROJ) es un órgano desconcentrado del Instituto Geofísico del Perú y es reconocido a nivel mundial como una de las principales facilidades científicas para la observación y estudio de las capas superiores de la atmósfera. Estas capas están situadas por encima de los 40 o 50 km de altitud y ven alteradas sus características físicas y químicas debido a los procesos de ionización y disociación generados por la radiación solar. Esta región ionizada de la atmósfera recibe el nombre de ionósfera.

Para realizar el estudio y observación de estas regiones de la atmósfera, también conocidas como geoespacio, el ROJ tiene a su cargo una red de instrumentos geofísicos distribuidos a nivel nacional, siendo el más importante de ellos el radar ionosférico (o de dispersión incoherente) de Jicamarca. Este radar es el más grande y potente en el mundo para la observación de los fenómenos en la región conocida como el Ecuador magnético.

Los diferentes datos obtenidos por el radar de Jicamarca y los instrumentos que lo rodean son utilizados en todo el hemisferio para el estudio de la ionosfera ecuatorial. Esto nos compromete a mantener la alta calidad de los datos generados en el observatorio en sus más de 50 años de funcionamiento ininterrumpido.

Aportando a la ciencia

En nuestra continua búsqueda de generar conocimiento científico en el campo del Geoespacio y poniendo en valor las mediciones realizadas con el radar de Jicamarca es que este año, al igual que el 2018, el radar ha operado por más de 5,000 horas en diferentes modos de operación tanto en baja como en alta potencia.

Las observaciones realizadas buscan entender el comportamiento de los fenómenos que ocurren en estas regiones alejadas de la superficie terrestre que tienen efectos sobre las señales de las comunicaciones satelitales y radionavegación pudiendo afectar las actividades de la población en nuestro país. En lo que concierne a la instrumentación, los esfuerzos realizados durante el año estuvieron enmarcados en la meta de tener en operación los cuatro transmisores de alta potencia. Este año se ha culminado el ensamblaje del cuarto transmisor con un nuevo tubo al vacío para así poder implementar nuevos modos de operación que nos permitan mejorar nuestras capacidades de observación de la ionósfera.

Así también, este año hemos concretado la instalación de un nuevo sistema de radar multiestático llamado SIMONE, como parte de los diferentes instrumentos que complementan el radar principal de Jicamarca. Este sistema permitirá el estudio de los vientos entre la mesósfera a través del estudio de los meteoros especulares. Este proyecto se realiza en

colaboración con el instituto IAP de Alemania, donde locales y extranjeros trabajaron de la mano en su instalación y operatividad.

Lo que realizamos el 2019

En el transcurso del año, nuestras 3 unidades de desarrollo e ingeniería realizaron diferentes proyectos y actividades, relacionados al estudio de la Ionósfera y, a su vez, desarrollaron otros proyectos con impacto directo en la sociedad, los cuales aportaron a la Gestión de Riesgo de Desastres.

Unidad Operaciones de radar

La labor principal de esta unidad es la operación y el mantenimiento del radar ionosférico de Jicamarca, así como brindar el soporte necesario para la operación de los otros instrumentos que complementan las mediciones de este radar.

Uno de los logros importantes de esta unidad es que se superó el número de horas de operación del radar principal realizando observaciones por 1,325 horas en los modos de Dispersión Incoherente (ISR, por sus siglas en inglés) y 4,778 horas en el modo JULIA de Dispersión Coherente que es el modo ideal para el estudio de las irregularidades de la ionósfera ecuatorial.

Así también, durante este año se dio especial énfasis a los experimentos para el estudio de la capa alta de la ionosfera. Uno de los experimentos que se realizó con el radar principal de Jicamarca fue el denominado High Altitude Coherent Echoes, el cual nos permite observar ecos coherentes entre los 1,500 km y 2,000 km de altura. Estas observaciones han cobrado especial interés en la comunidad científica por el hecho de estar posiblemente relacionadas a fenómenos en la magnetósfera ecuatorial. Durante los diferentes días que se operó el radar en este modo, se observó que el fenómeno estuvo presente durante todas las noches y madrugadas, lo cual despierta el interés de estudiar con mayor frecuencia este fenómeno.

Otro experimento que realizamos este año fue el denominado High Altitude Drifts que permite realizar observaciones de las velocidades a las que se mueve el plasma ionosférico por encima de los 1,000 km de altura. Normalmente, utilizando nuestros modos estándares de operación, podemos estimar las derivas del plasma hasta los 500 a 600 km de altura. Adicionalmente, terminamos el año con pruebas de mediciones de densidad de electrones también a los 1,000 km de altura para dar soporte a la calibración de instrumentos de la constelación de satélites COSMIC II, un proyecto en colaboración con la NOAA.

Por otro lado, en colaboración con otras instituciones científicas, realizamos diversos experimentos y configuraciones como es el caso del proyecto JULIA 30 MHz. El objetivo de este proyecto fue realizar observaciones del fenómeno conocido como ecos de 150 km empleando un radar de bajo costo y de fácil instalación que facilite la implementación de una red de radares de este tipo en una determinada región. Para este proyecto se implementaron 4 antenas Yagi para transmisión y 4 adicionales para recepción y se utilizó un transmisor de 15kW de potencia pico. Las observaciones mostraron el potencial de poder utilizar sistemas de radar VHF relativamente pequeños y fáciles de instalar para el estudio de las irregularidades de la ionosfera.

Respecto al mantenimiento de los diferentes instrumentos que se encuentran en el Observatorio, podemos mencionar que luego de un año de trabajo, se logró la reconstrucción de uno de los transmisores de alta potencia del radar principal que se encontraba inoperativo. Para ello se utilizó un nuevo tubo tetrodo donado por Cornell University. De este modo vamos a poder maximizar el funcionamiento del radar al poder utilizar sus 4 transmisores en diferentes experimentos y modos de operación. Asimismo, se realizó el mantenimiento y alineamiento de las antenas del módulo Hysell debido a que los postes que la soportan se entraban deteriorados. Aunque esta tarea tomó varias semanas para culminar su ejecución, el trabajo realizado va a facilitar la realización de mantenimientos futuros.

En lo que respecta a los proyectos a cargo del área de Operaciones de Radar, tenemos que en el proyecto de sistema de radiosondeo ionosférico HF, se realizaron mejoras de procesamiento y software para la reducción y parametrización de las señales medidas con este sistema. De este modo se optimiza el espacio requerido por los datos procesados, lo cual permite que este sistema opera más tiempo desatendido. Por otro lado, en el caso del radar AMISR, se realizó la reparación de 7 de los 14 paneles que conforman el radar, con el

fin de poner el radar en operatividad a mediados del año 2020. Finalmente, se ha instalado un nuevo radar multi-estático de meteoros especulares llamado SIMONE que está compuesto de una estación de transmisión ubicada en Jicamarca y 5 estaciones de recepción que se ubican en Azpitia, Ancón, Huacho, Huancayo y Oyón. El objetivo de este radar es realizar mediciones de los vientos mesosféricos en la costa central del Perú a partir de la observación y análisis de los trazos dejados por los meteoros a su paso por nuestra atmósfera.

Unidad I+D&I (Investigación + Desarrollo & innovación)

Durante este año, fabricamos un nuevo sistema de recepción de radar de respaldo (el cual incluye el sistema de adquisición JARS, controlador de radar y generador de señales DDS) para el radar principal de Jicamarca. También se realizaron las primeras pruebas del sistema de adquisición JARS 2.0, utilizando ocho canales, este sistema permitirá realizar una adquisición continua utilizando una interfaz de comunicación ethernet. Asimismo, realizamos diversas mejoras en los controladores de radar en el observatorio, los cuales ahora cuentan con un nuevo sistema de reloj configurable y la posibilidad de monitorear sus parámetros utilizando una pantalla LCD.

En el proyecto del sistema de apunte automático de la antena principal del ROJ, (ABS – Antenna Beam Switching), se culminó con el mantenimiento de los módulos norte y sur incluyendo los equipos de red y sus alojamientos. Además, fabricamos 4 módulos de control v2.0 los cuales cumplen con el objetivo de minimizar la emisión de interferencias a la antena principal. Asimismo, se finalizaron 2 módulos de RF v2.0 los cuales son los prototipos para la expansión del sistema a los cuartos Este y Oeste. Los nuevos módulos de RF tienen protección IPv6 y un mejor sistema de ensamblaje que permite optimizar su calibración.

Unidad CIELO (Cluster of Instruments for Equatorial and Low – latitude Observations)

Esta unidad se encarga de la administración y operación de un conjunto de instrumentos geofísicos, que se encuentran distribuidos en el Perú, Argentina, Colombia, Brasil y Bolivia. Las tres redes de instrumentos más importantes a cargo de esta unidad son: el observatorio distribuido LISN, la red de interferómetros Fabry Perot y cámaras de airglow y la red magnética nacional.

En la red LISN, se desarrollaron dos modelos de redes neuronales para extraer trazos de capa F de ionogramas generados por las ionosondas LISN. El primero de los modelos se basa en el uso de redes neuronales convolucionales, el cual fue presentado como trabajo de tesis de una maestría en informática en la PUCP. El segundo modelo utiliza la arquitectura U-net, que tiene la ventaja de requerir una cantidad considerablemente menor de datos de entrenamiento. Por otro lado, en lo referente al mantenimiento de la instrumentación, se logró que la ionosonda VIPIR de Tupiza (Bolivia) tenga acceso a un servicio de internet estable y de banda ancha, además de la instalación de un radio enlace que asegura la conectividad continua de los equipos para transferencia de datos.

En cuanto a la instrumentación óptica, se reparó el All-Sky Imager de Boston University. Como parte del plan de mejoras en las instalaciones eléctricas del Observatorio Óptico de Jicamarca, se adquirió e instaló un transformador de aislamiento y un UPS, los cuales le dará estabilidad a la línea que alimenta los equipos de la estación. Finalmente, se adquirieron 3 cañones láser para los interferómetros Fabry-Perot de las estaciones ópticas de Jicamarca, Nazca y Arequipa.

En lo referente a las actividades de geomagnetismo, se destaca la construcción de un magnetómetro para el Observatorio de Arecibo (Puerto Rico) y otros dos para la Universidad Nacional Autónoma de México. En esta misma línea, se realizaron un conjunto de mejoras en el software de adquisición, en el cual se ha incorporado un método de corrección de datos por ajuste de temperatura para el escalamiento de los datos crudos a mV. Esto se ha incorporado en el programa de adquisición con la finalidad de mejorar la estabilidad del instrumento frente a los cambios de temperatura en la unidad de control. En hardware, se ha reemplazado el circuito de referencia de voltaje (10V) y resistores asociados al circuito de cancelamiento por componentes de mayor estabilidad para mejorar la estabilidad térmica del instrumento. Así también, se diseñó e implementó una tarjeta de digitalización de datos.

Proyectos de Desarrollo Tecnológico

Durante el año, se culminaron con diversos proyectos de desarrollo tecnológico financiados por Innóvate Perú y FONDECYT. Asimismo, gracias a nuestra experiencia y al éxito de estos proyectos, se realizó la ampliación de los mismos, pero con financiamiento de FONDES (Fondo Para Intervenciones ante la Ocurrencia de Desastres Naturales).

De esta manera, se culminó el proyecto Desarrollo de instrumentación para nanosatélites y mediciones ionosféricas, y se realizó un taller de cierre dirigido a las entidades públicas y privadas que realizan desarrollos satelitales e investigación de alta atmósfera.

Para el proyecto Monitoreo de volcanes con UAVs, se desarrolló 03 vehículos (02 aviones y 01 multirrotor). Asimismo, se ejecutaron campañas de vuelo sobre los volcanes Ubinas, Sabancaya y Misti, a fin de obtener imágenes (en el espectro visible e infrarrojas) del cráter y de las fumarolas en evolución, así como, el realizar mediciones de los gases que son liberados por dichos volcanes. El proyecto culminó con un taller de cierre realizado en la ciudad de Arequipa, lugar de aplicación del proyecto. Como resultado del proyecto, los 3 vehículos implementados se encuentran a disposición del CENVUL para continuar con las campañas de monitoreo de los volcanes activos en la región sur del Perú.

En el proyecto radar perfilador de vientos UHF, se realizó el traslado de los equipos del radar CLAIRE a una nueva caseta ubicada en el observatorio de Huancayo y ahora forma parte del laboratorio LAMAR. Adicionalmente se mejoró el algoritmo de estimación de velocidades de vientos, los mismos que contribuirán con las investigaciones de clima en la región central del Perú.

Entre los proyectos que se ampliaron gracias al financiamiento de FONDES, tenemos el proyecto de Sistema de Monitoreo de Huaicos (SMH). En este proyecto se trabajó en la ampliación del sistema con la instalación de dos nuevas estaciones, una en la quebrada Huaycoloro y otra en la quebrada Río Seco. Esta ampliación permitirá que la alerta brindada por el sistema se realice con mayor tiempo de antelación. En el sistema, se reemplazaron los sensores infrarrojos por sensores tipo LIDAR para la medición del nivel de los flujos aluvionales, esto debido a su precisión y mayor alcance.

Otro de los proyectos que culminó con éxito este año fue el proyecto “Sistema de control y monitoreo de deslizamientos usando interferometría de radar”. Asimismo, este proyecto recibió un financiamiento adicional otorgado por FONDES para la construcción de un nuevo radar de apertura sintética y su instalación en el distrito de Cuenca, Huancavelica para el monitoreo de una zona en peligro de deslizamiento. Este equipo permitirá determinar si existen zonas en peligro de deslizamiento detectando desplazamientos con una precisión del orden de los milímetros. Las observaciones realizadas por esta herramienta permitirán la toma de decisiones para la prevención de desastres.

Es importante mencionar que este año, el observatorio asumió el reto de desarrollar un radar meteorológico a ser implementado en su totalidad en el Perú gracias al financiamiento otorgado por el FONDES. Este radar permitirá conocer la cantidad de lluvia que se está depositando en la zona alrededor del radar y ayudados por modelos geodinámicas se podrá determinar la potencial activación de quebradas en la zona. Además, mediante la determinación de umbrales de lluvia, se podrán generar alertas de peligro de huacayos para prevenir a las poblaciones aledañas.

Formación académica

En el transcurso del año, se realizaron dos programas de experiencia en investigación científica y desarrollo tecnológico de corte nacional e internacional. Ambos se desarrollan en el Radio Observatorio de Jicamarca, con el fiel objetivo de formar jóvenes estudiantes universitarios de pregrado, maestría y doctorado en la temática del estudio del Geoespacio.

La convocatoria nacional que se realizó para el programa de prácticas pre-profesionales, contó con la participación de 189 estudiantes de las diferentes universidades públicas y privadas del Perú, quienes vienen cursando las carreras de Ingeniería Electrónica, Ingeniería de Sistemas, Matemática, Ciencias de la Computación, Física y/o afines. Como resultado de esta convocatoria se eligieron a 8 estudiantes, quienes participaron en proyectos en investigación científica y desarrollo tecnológico.

La convocatoria del programa internacional JIREP (Jicamarca International Research Experience Program, por sus siglas en inglés) estuvo dirigida a estudiantes de maestría y doctorado de las diferentes universidades del mundo. Este año, se recibieron 17

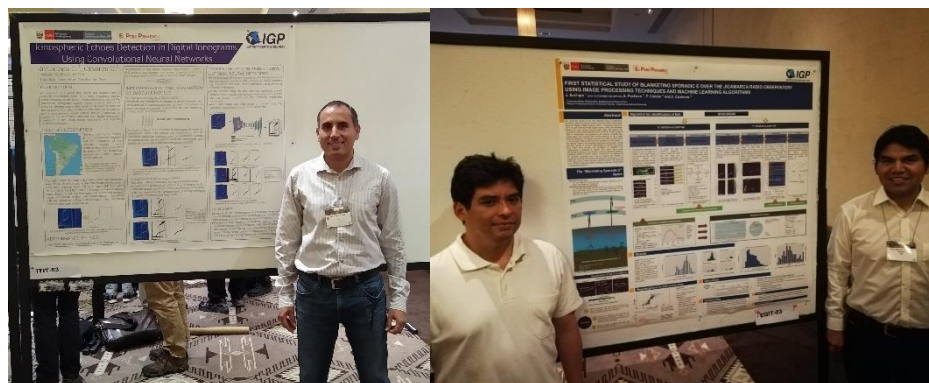
postulaciones de los cuales se eligieron a 4 estudiantes provenientes de la India, USA, México y China. Todos ellos tuvieron a su cargo el desarrollo de un proyecto bajo la asesoría de nuestros investigadores.



Participantes del programa JIREP 2019

Participación en eventos nacionales e internacionales

El presente año, nuestros investigadores e ingenieros participaron en diferentes eventos nacionales e internacionales que se realizaron a lo largo del año. A nivel internacional, tenemos el Advanced Workshop on Modern FPGA Based Technology for Scientific Computing (Italia), el taller internacional CEDAR Workshop 2019 (EE.UU.), Pasantía profesional en el MIT MillStone Hill Observatory (USA), el 2019 IEEE Fourth Ecuador Technical Chapters Meeting (Ecuador) y la Escuela de Teledetección de primavera del CELFI (Argentina). A nivel nacional, tenemos el Encuentro Científico Internacional (ECI) edición verano 2019, Lima.



Investigadores del Radio Observatorio de Jicamarca en el workshop internacional CEDAR - USA

Presentación

El capital humano es el pilar de toda organización, por ello con la visión de implementar una gestión moderna del talento humano se busca proponer, ejecutar y evaluar estrategias políticas y normas en materia de recursos humanos que permitan la profesionalización del equipo humano de nuestra Institución, elevando con ello los índices de clima laboral y fortaleciendo la cultura organizacional, en el marco de los nuevos valores institucionales como son: Respeto, Excelencia, Integridad e Identidad.

En este sentido se busca facilitar espacios donde los servidores puedan fortalecer sus capacidades, conocimientos y habilidades, con el fin de contribuir a generar valor público desde una perspectiva del campo de la geofísica que conlleven a realizar actividades con altos niveles de excelencia, vinculadas con la investigación científica y el desarrollo tecnológico que aporten al desarrollo de la sociedad. Para cumplir con dichas actividades, se debe contar con profesionales de alto nivel, que faciliten el logro de los objetivos institucionales.

Es así que, al cierre del año 2019, el Instituto Geofísico del Perú tiene distribuido a su capital humano, en los siguientes regímenes laborales (ver gráfico 001):

- Decreto Legislativo N° 728 de la actividad privada de 64 servidores.
- Decreto Legislativo N° 1057 correspondiente al régimen especial de contratación administrativa de servicios de 161 servidores.
- Ley N° 29806, Ley que Regula la Contratación de Personal Altamente Calificado en el Sector Público de 03 servidores.
- Decreto Ley N° 1024 que crea y regula el cuerpo de Gerentes Públicos, tenemos 03
- Decreto Ley N° 20530, que regula el régimen pensionario, se contó con 72 pensionistas.

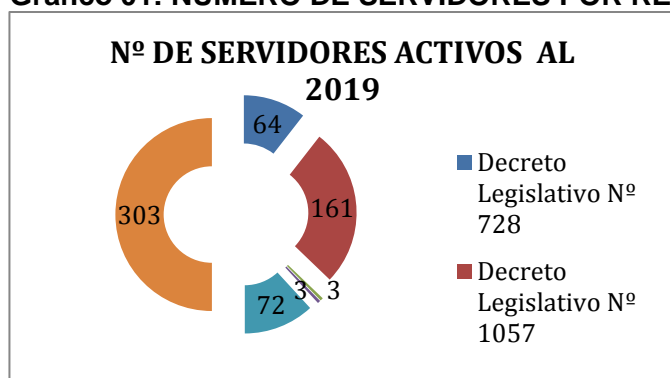
En la tabla y gráfico siguientes se puede apreciar la distribución de servidores por régimen laboral.

Tabla 01: NÚMERO DE SERVIDORES POR REGIMEN LABORAL 2019

REGIMEN LABORAL	Nº DE SERVIDORES ACTIVOS
Decreto Legislativo N° 728	64
Decreto Legislativo N° 1057	161
Ley N° 29806	3
Decreto Ley N° 1024	3
Decreto Ley N° 20530	72
TOTAL	303

Fuente: Base de Datos de Planillas de Remuneraciones - Unidad de Recursos Humanos

Gráfico 01: NÚMERO DE SERVIDORES POR REGIMEN LABORAL 2019



Fuente: Unidad de Recursos Humanos

En relación al año 2018 se tuvo un incremento en el número de personal de 12.59% respecto del año 2018, toda vez, que se contó con la asignación de mayores recursos presupuestales, los mismos que fueron gestionados ante el MEF.

Este incremento se vio reflejado en las convocatorias que se llevaron a cabo en el año 2019, es decir, que se convocaron en total 101 procesos, entre personal correspondientes al Decreto Legislativo N° 728 (11 convocatoria) y correspondiente al régimen especial de contratación administrativa de servicios Decreto Legislativo N° 1057 (90).

Gráfico 02: PROCESOS CONVOCADOS DURANTE EL 2019

Condición	728	CAS	Total
Convocados	11	90	101
Generaron ingreso	7	72	79
Desiertos	4	18	22
En proceso	0	0	0
Efectividad	63.66%	80.00%	78.21%

Fuente: Unidad de Recursos Humanos

Seguridad y Salud en el Trabajo

De acuerdo a lo establecido en el Programa Anual de Seguridad y Salud en el Trabajo se realizaron las siguientes actividades:

Tabla 02: CAPACITACIONES EN SST REALIZADAS DURANTE EL 2019

CAPACITACIONES	FECHA	Nº PARTICIPANTES	HORAS DE CAPACITACIÓN	TOTAL (HH)
Inducción general en Seguridad y Salud en el Trabajo	05/11/2019	11	1 hora	11 HH
Programa Calidad de vida: Discos IMC	17/12/2019	51	10 minutos	8.5 HH
Programa Calidad de vida: Discos IMC	20/12/2019	63	30 minutos	31.5 HH
TOTAL			1 hora y 40 minutos	51HH

Lactario Institucional

Con el objetivo de contar con un ambiente cálido y especialmente acondicionado para que las servidoras de la institución en edad fértil puedan extraer y almacenar su leche materna durante el horario de trabajo, se puso a disposición el **Lactario Institucional** en la sede de Mayorazgo en el último trimestre del año 2019, con esto se logra tener un entorno laboral saludable, trayendo beneficios para la salud de las servidoras en estado de lactancia, siendo un aspecto central para la productividad; además que favorece la disminución de probabilidades de cáncer de mama y ovario, además del ausentismo laboral y se cumplimiento de la legislación vigente (Ley N° 29896).



Medidas de Ecoeficiencia

En cumplimiento con el Plan de Ecoeficiencia 2018 al 2021, aprobado con Resolución de Presidencia N° 226-IGP/2018 se demuestra el compromiso y voluntad en seguir desarrollando y ejecutando prácticas ecoeficientes, es por ello que, segundo año consecutivo se ha continuado implementación medidas de Ecoeficiencia, las cuales han coadyuvado en el logro de los siguientes aspectos:

- Contar con Puntos Ecológicos para la correcta segregación de residuos sólidos.
- Contar con Cartillas de Concientización en: Uso correcto del agua, energía eléctrica y papel.
- Fortalecer la sensibilización en los servidores a partir de la realización de concursos "Oficinas Ecoeficientes" y activaciones #MenosPlásticoMásVida
- Charlas y capacitaciones.
- Aprobación de documentos de gestión:
 - ✓ Directiva N° 005-2019-IGP/OAD "Gestión de la Ecoeficiencia en el Instituto Geofísico del Perú" aprobado con Resolución de Gerencia General N° 029-IGP/2019
 - ✓ Instructivo N° 001-2019-IGP/GG-OAD "Manejo de los residuos generales y reaprovechables en el Instituto Geofísico del Perú" aprobado con Resolución de Gerencia General N° 030-IGP/2019
 - ✓ Instructivo N° 002-2019-IGP/GG-OAD "Manejo de residuos peligrosos, cartuchos de tóner y tinta y aparatos eléctricos y electrónicos" aprobado con Resolución de Gerencia General N° 031-IGP/2019

✓ Estrategia de Comunicación en Cultura de Ecoeficiencia aprobado según Acta N° 006-2019 del Comité de Ecoeficiencia

- Incremento en la percepción de los servidores en materia de Ecoeficiencia (74.7%).
- Instalación de estacionamiento para bicicletas, promoviendo e incentivando el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible (Ley N° 30936).

Como resultado de todo ello, el Instituto Geofísico del Perú, fue reconocido por el Ministerio del Ambiente, como Entidad Ecoeficiente con mención en Institucionalidad y Cultura en el marco del Modelo EcoIP 2019, siendo una de las dos (2) entidades del sector que logró dicho reconocimiento.

<p>Cumplimiento Programa EcoIP 2019</p>	<p>Premiación MINAM</p>
<p>Punto ecológico - Mayorazgo</p>	<p>Concursos y actividades en materia de ecoeficiencia</p>
<p>Cartillas de concientización: Uso correcto del agua, de la energía eléctrica y del papel</p>	

Capacitación

La atención de la gestión humana es un factor fundamental para el desempeño de la carrera investigadora, administrativa y técnica que la institución requiere para su desarrollo científico, es por ello, que se debe brindar las herramientas y conocimientos necesarios para que el personal desarrolle sus funciones en marco de su norma de creación, objetivos institucionales y la mejora del desempeño de los servidores civiles para que brinden servicios de calidad a los ciudadanos, es por ello que, con Resolución de Presidencia N° 043-IGP/2019, se aprueba el Plan de Desarrollo de las Personas para el año 2019, lo cual significó que se programe 05 acciones de capacitaciones.

Asimismo, la identificación de necesidades de capacitación de los diferentes órganos, evidenció la necesidad de desarrollar y fortalecer las habilidades blandas o transversales en los/as servidores/as del IGP, siendo necesario contar con equipos de trabajo con apertura al cambio, liderazgo, con un adecuado manejo de sus emociones y comunicación asertiva; con la finalidad de lograr los objetivos propuestos y cumplir las metas institucionales.

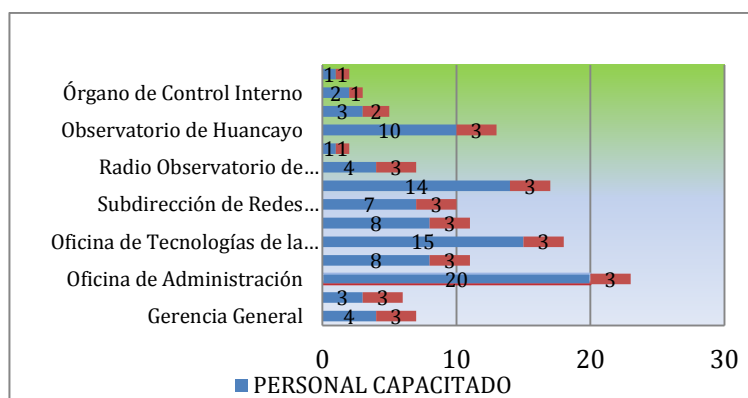
Cabe resaltar que, las acciones de capacitación se han destacado este año, porque se han realizado de manera transversal, In House y Virtual, lo que ha permitido que los servidores que se encuentran en provincias puedan participar a distancia. En el mismo sentido se realizaron evaluaciones de las acciones de capacitación bajo las modalidades de reacción, aprendizaje y aplicación.

Tabla 03: CAPACITACIONES PROGRAMADAS Y EJECUTADAS EN EL 2019

Nº	ACCIÓN DE CAPACITACIÓN	Nº DE BENEFICIARIOS	FECHA INICIO	FECHA FINAL
1	Gestión por Procesos	40	06/08/2019	01/10/2019
2	Contrataciones del Estado	35	02/09/2019	13/11/2019
3	13° Simposio Internacional en gestión del riesgo de desastres: Reducción del riesgo en líneas vitales urbanas	3	09/10/2019	10/10/2019
4	Habilidades Gerenciales de Comunicación Asertiva	19	25/11/2019	04/12/2019

Con Resolución de Presidencia N° 098-IGP/2019, de fecha 03 de octubre del 2019, se incluye en el Plan de Desarrollo de Personas del Instituto Geofísico del Perú – PDP 2019, el “13° Simposio Internacional en Gestión de Riesgo de Desastres: Reducción del riesgo en líneas vitales urbanas”, donde participaron tres (03) servidores de la Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida, teniendo como balance final que se llevaron cuatro (01) acciones de capacitación programadas y una (01) no programada. Asimismo, el número final de beneficiarios de las acciones de capacitación fue de (99) servidores, cuya distribución fue de la siguiente manera:

Gráfico 03: Cantidad de trabajadores capacitados por Órgano/Unidad



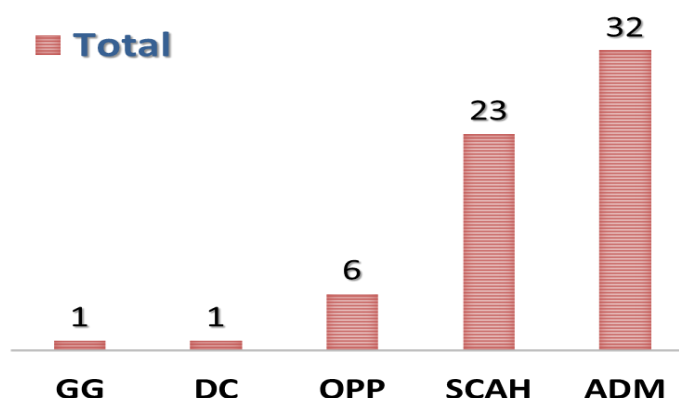
Subsistema de Gestión del Rendimiento

Este subsistema identifica, reconoce y promueve el aporte de los servidores civiles a los objetivos y metas institucionales. Asimismo, por medio de este subsistema, se evidencian las necesidades de los servidores civiles para mejorar el desempeño en sus puestos y, por ende, la entidad. Cabe mencionar, que en el presente año se dio inicio a la implementación del modelo de Gestión del Rendimiento en el IGP, siendo aprobada con Resolución de Presidencia N° 0026-IGP/2019, de fecha 13 de febrero del 2019, con lo cual se formaliza el inicio el Ciclo Piloto del proceso de implementación del Modelo de Gestión del Rendimiento en el Instituto Geofísico del Perú – IGP, conforme las disposiciones que emita la Autoridad Nacional del Servicio Civil – SERVIR, sobre dicha materia.

Tabla 04: ÓRGANOS PARTICIPANTES GdR 2019

	Órganos / Unidades del IGP		Nº Participantes	Condición
1	Gerencia General	GG	1	Evaluador
2	Dirección Científica	DC	1	Evaluador
3	Oficina de Planeamiento y Presupuesto	OPP	6	Evaluador / Evaluado
4	Subdirección de Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera	SCAH	23	Evaluador / Evaluado
5	Oficina de Administración	ADM	32	Evaluador / Evaluado

Gráfico 04: TOTAL DE PARTICIPANTES GdR AL INICIO DEL 2019



Bienestar Social

De acuerdo al Plan de Bienestar aprobado con Resolución de Presidencia N° 29-IGP/2019, se programaron actividades que promueven la mejora del bienestar social de los servidores y los pensionistas, contribuyendo a elevar los niveles de motivación, productividad y bienestar. En este sentido se pueden resaltar las siguientes actividades:

a.- Taller “Taller De Desarrollo Personal, Recreativo y De Confraternidad” Con Pensionistas De La Sede Huancayo y Lima

Se programó el Taller De Desarrollo Personal, Recreativo y De Confraternidad”, Con Pensionistas De La Sede Huancayo y Lima, ex colaboradores pertenecientes al D.L. N° 20530.

El objetivo de la actividad es generar y optimizar las condiciones adecuadas de bienestar para los trabajadores y ex colaboradores del Instituto Geofísico del Perú, a través de programas que promuevan la mejora del bienestar social, comunicación interna, clima y cultura organizacional; contribuyendo a elevar los niveles de motivación, productividad y bienestar.

Tabla 05: RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD

Mes programado	Día ejecutado	Actividad	Sede	N° Participantes
Julio	8	Taller de desarrollo personal, recreativo y de confraternidad	Huancayo	16
Diciembre	20	Taller de Confraternidad con Pensionistas de la sede Lima	Lima	10

REGISTRO FOTOGRAFICO PENSIONISTA HUANCAYO



REGISTRO FOTOGRÁFICO PENSIONISTAS LIMA



b.- Taller de Salud Emocional y Manejo Adecuado del Estrés – Programa Reforma de Vida

Como parte del programa Reforma de Vida, se programó el “Taller de Salud Emocional y Manejo Adecuado del Estrés”, adicional a las campañas de vacunación que se realizan como parte del programa.

Tabla 06: PROGRAMACIÓN DE LA CAMPAÑA

LUGAR DE EJECUCIÓN DE TALLER	FECHA	HORA	PARTICIPANTES ESPERADOS
SALA RONALD WOODMAN Cil. Badajoz 169 Mayorazgo	MARTES 05 DE NOVIEMBRE	3:00PM	25
SALA KENNETH BOWLES Cil. Jicamarca s/n	MIÉRCOLES 30 DE OCTUBRE	9:30AM	40

Tabla 07: RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD

MES PROGRAMADO	DÍA EJECUTADO	ACTIVIDAD	CANTIDAD DE PARTICIPANTES CONVOCADOS	CANTIDAD DE PARTICIPANTES ASISTENTES	COLABORADORES BENEFICIADOS
OCTUBRE	30	TALLER DE SALUD EMOCIONAL Y MANEJO ADECUADO DEL ESTRÉS	60	46	JICAMARCA
NOVIEMBRE	5		25	19	MAYORAZGO CAMACHO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



OFICINA DE TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y DATOS GEOFÍSICOS (OTIDG)

La Oficina de Tecnología de la Información y Datos Geofísicos (OTIDG) tiene entre otras actividades principales el almacenamiento de la base de datos geofísicos para realizar investigaciones en el campo de la geofísica dirigir sus esfuerzos a fin de contar con tecnología e infraestructura en óptimas condiciones, que permitan desarrollar el conjunto

de labores, principales y secundarias de la Institución, sin restricciones, de modo que se asegure el éxito en sus actividades.

Crecimiento del parque informático y comunicaciones.

A continuación, se muestra el resumen de equipos informáticos y de comunicaciones para redes informáticas adquiridos en los últimos días, que ha permitido brindar a las diferentes unidades orgánicas del IGP una plataforma de alto nivel para el desarrollo de sus actividades (Ver cuadro).

EQUIPOS INFORMATICOS 2019		
ITEM	UNIDADES DE TRABAJO	INVERSIÓN
1	Sub Dirección de Ciencias de la Atmósfera	S/. 103,716.02
2	Sub Dirección de Ciencia de la Tierra Sólida	S/. 286,870.49
3	Sub Dirección de Geofísica y Sociedad	S/. 383.50
4	Oficina de Tecnologías de Información	S/. 95,874.14
5	Observatorio Vulcanológico del Sur	S/. 143,492.22
6	Radio Observatorio de Jicamarca	S/. 40,534.75
7	Oficina de Planeamiento y Presupuesto	S/. 4,463.11
8	Oficina de Administración	S/. 32,306.93
9	Subdirección de Redes Geofísicas	S/. 160.00
TOTAL		S/. 707,801.16

Equipos computacionales y periféricos adquiridos en el 2019

ITEM	UO	N° DE REQUERIMIENTO	BIEN O SERVICIO	CANTIDAD
1	ROJ	059-2019-IGP/DC-ROJ	Core I7 7ma, 16 GB, 1TB, 2X2TB LINUX	2
2	RGE	035-2019-IGP/DC-RGE	Fuente NTRYX B500 500W	1
3	ULO	077-2019-IGP/GG-OAD-ULO	300 GB SAS 10KRPM 12GBps	2
4	CTS	051-2019-IGP/DC-CTS	WD Black 2TB	2
5	OVS	334-2018-IGP/DC-OVS	DELL R740	1
6	OVS	334-2018-IGP/DC-OVS	DELL R640	2
7	OVS	071-2019-IGP/DC-OVS	Crucial SSD 480GB	4
8	OVS	072-2019-IGP/DC-OVS	Crucial 8GB DDR4 2400MHZ	8
9	OVS	073-2019-IGP/DC-OVS	TRENDNET TK-CU06	1
10	OTIDG	009-2019-IGP/GG-OTIDG	DELL 2X116GB DDR4 SDRAM 2400 MHZ	1
11	ROJ	133-2019-IGP/DC-ROJ	CORE I5-7MA, 16GB, 1TB	2
12	ROJ	133-2019-IGP/DC-ROJ	MONITOR LED 21.5	2
13	ROJ	163-2019-IGP/DC-ROJ	DISCO EXTERNO WD 1TB	1
14	ROJ	147-2019-IGP/DC-ROJ	DISCO INTERNO 2TB SEAGEATE	3
15	OTIDG	010-2019-IGP/GG-OTIDG	MATERIALES DATA CENTER	1
16	OTIDG	010-2019-IGP/GG-OTIDG	MATERIALES DATA CENTER	1
17	OTIDG	010-2019-IGP/GG-OTIDG	MATERIALES DATA CENTER	1
18	OTIDG	010-2019-IGP/GG-OTIDG	MATERIALES DATA CENTER	1
19	OVS	100-2019-IGP/DC-OVS	KYOCERA TASKALFA 5052 SCI	2
20	OVS	101-2019-IGP/DC-OVS	LOGITECH GROUP	1
21	OVS	103-2019-IGP/DC-OVS	ECRAM 4.06*3.05 M INTECH	1
22	ULO	077-2019-IGP/GG-OAD-ULO	DELL 300GB SAS 10K RPM - 400AJQQ	2
23	ROJ	186-2019-IGP/DC-ROJ	DISCO EXTERNO WD 1TB	1
24	ULO	126-2019-IGP/GG-OAD-ULO	KYOCERA TASKalfa 6002i	1
25	OPP	010-2019-IGP/GG-OPP	WD BLACK 2TB	1
26	CTS	189-2019-IGP/DC-CTS	WD BLACK 4TB	3
27	OTIDG	024-2019-IGP/GG-OTIDG	MEMORIA SERVIDOR 8GB	8
28	OTIDG	020-2019-IGP/GG-OTIDG	VARIOS	1

29	CTS	194-2019-IGP/DC-CTS	TV LG 55UHD 55UK6200PSA	7
30	CTS	194-2019-IGP/DC-CTS	TV LG 75 UHD 75UK6570PSA	1
31	CTS	195-2019-IGP/DC-CTS	HP PRODESK 600 G4 CORE I78700 16 GB 1TB SATA III 2DP+HDMI	7
32	CTS	196-2019-IGP/DC-CTS	UPS 20KVA INVT, TRANSFORMADOR 50 KVA	1
33	OVS	125-2019-IGP/DC-OVS	HP PRODESK 400 G5 CORE I5-8500 3.0 GHZ 8GB DDR4 1TB WIN 10	1
34	OVS	125-2019-IGP/DC-OVS	HP P274 27" 1920*1080 DP, HDMI, VGA	1
35	OVS	125-2019-IGP/DC-OVS	IMAC 27" CORE I5-8500 3.0GHZ 8G ddr4 1TB 4GB DE VIDEO	1
36	ROJ	219-2019-IGP/DC-ROJ	WD RED NAS 3TB	5
37	CTS	212-2019-IGP/DC-CTS	WS DELL PRECISION 5820 XEON W2112 32GB 256 SSD 4TB SATA III 8GB VIDEO	1
38	CTS	212-2019-IGP/DC-CTS	MONITOR P2419H DP VGA HDMI	1
39	ROJ	264-2019-IGP/DC-ROJ	APC SMART-UPS SRT 5KVA 230V	1
40	ROJ	264-2019-IGP/DC-ROJ	UPS APC SMART-UPS SRT 5KVA SRT5KLI	1
41	ROJ	263-2019-IGP/DC-ROJ	THERMALTAKE LITE POWER 650W	3
42	ROJ	263-2019-IGP/DC-ROJ	WD BLACK 2TB	4
43	ROJ	263-2019-IGP/DC-ROJ	Thermaltake Versa N21 Core I7-800 3.2 GHz 16Gb 1TB	2
44	ROJ	263-2019-IGP/DC-ROJ	Samsung LED 24" LS24F350FHLXPE VGA HDMI	2
45	ROJ	265-2019-IGP/DC-ROJ	Thermaltake Versa N21 Core I7-800 3.2 GHz 16Gb 1TB	1
46	OTIDG	031-2019-IGP/GG-OTIDG	PILAS RECARGABLES, PILAS PC, CRAGADOR, MOUSE, MOUSE WIFI, LAMPARA X31	1
47	OTIDG	031-2019-IGP/GG-OTIDG	KINGSTON DTSE9 32 GB	1
48	OTIDG	031-2019-IGP/GG-OTIDG	SEAGATE EXPANSION 4TB	3
49	OTIDG	031-2019-IGP/GG-OTIDG	THERMALTAKE BLACK DOCKING STATION ST0014U-D	2
50	OTIDG	031-2019-IGP/GG-OTIDG	SISTEMA INALAMBRICO MICROFONO BLX288/PG58	1
51	OVS	174-2019-IGP/DC-OVS	NAS WD MY CLOUD EX4 PR4100 32 TB	1
52	CTS	244-2019-IGP/DC-CTS	WD BLACK NS750 SSD 500GB PCIE GEN3, M.2 2280	2
53	OTIDG	045-2019-IGP/GG-OTIDG	MATSUTEC ISATDOCK 2	1
54	OTIDG	051-2019-IGP/GG-OTIDG	KVM TRENDNET TK 1603R + 16 CABLES TKCU10 3 MTS	1
55	ROJ	297-2019-IGP/DC-ROJ	WD ELEMENTS PORTABLE 2TB	2
56	ULO	205-2019-IGP/GG-OAD-ULO	LECTOR EVO DNI	15
57	CAH	172-2018-IGP/DC-CAH	MONITOR DELL P2419H	6
58	CTS	267-2019-IGP/DC-CTS	HP PRODESK 400 G5 SFF Core I7- 8700 3.2 GHZ 16GB DDR4 1TB VIDEO 4GB GDDR5	1
59	CTS	267-2019-IGP/DC-CTS	DELL P2719H 27" IPS 1080 FHD VGA, DP, HDMI, 1920x1080, FHD, 1000:1	1
60	CTS	270-2019-IGP/DC-CTS	DISCO EXTERNO TOSHIBA 4TB	3
61	CTS	271-2019-IGP/DC-CTS	"WD MY CLOUD EX2 ULTRA 8TB	
62	GSO	043-2019-IGP/DC-GSO	KINGSTON DATA TRAVELER MICRODUO 64GB	5
63	OTIDG	054-2019-IGP/GG-OTIDG	POWERSHIELD ME 4012	1
64	OTIDG	056-2019-IGP/GG-OTIDG	MEMORIA RAM 8GB	4
65	OTIDG	057-2019-IGP/GG-OTIDG	WD MY CLOUD PR4100 32TB	1
66	CAH	219-2018-IGP/DC-CAH	DELL EMC R440	5
67	OTIDG	058-2019-IGP/GG-OTIDG	CONFIGURACION E INSTALACION DEL STACK EN EL SWITCH CORE PRINCIPAL	1
68	OPP	016-2019-IGP/GG-OPP	HP PRODESK 600 G4 SFF CORE I7- 8700 3.2GHZ 8GB 1TB	1
69	OTIDG	059-2019-IGP/GG-OTIDG	SWITCH ARUBA 2540	1
70	OTIDG	060-2019-IGP/GG-OTIDG	ZEBRA GK420T	1

71	OTIDG	061-2019-IGP/GG-OTIDG	PATH PANEL, PATCHCORE, JACK, RJ45, PDU, CABLE UTP 200 MT	1
----	-------	-----------------------	----------------------------------------------------------	---

EQUIPOS DE COMUNICACIONES 2018					COSTO
ITEM	UNIDADES ORGANICAS	SWITCH	ROUTER	ACCESS POINT	TOTAL
1	OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO DEL SUR			14	S/ 26,515.00
2	RADIO OBSERVATORIO DE JICAMARCA	1	1	3	S/ 3,121.44
TOTAL		1	1	17	S/ 29,636.44

Servicios Institucionales

ITEM	DESCRIPCION SERVICIO	COSTO ANUAL	FUENTE
1	SERVICIO DE LA NUBE	S/. 120,000	R.O.
2	SERVICIO ANTIVIRUS (300 LICENCIAS)	S/. 19,100	R.O.
3	SERVICIO DE TELEFONIA MOVIL	S/. 39,562	R.O.
4	SISTEMA DE SEGURIDAD DE CERCOS FOTOELECTRICOS	S/. 14,059.20	R.O.
5	SERVICIO DE IMPRESIÓN Y FOTOCOPIAS	S/. 105,325.03	R.O.
6	SERVICIO DE PROYECCIÓN EN LAS SALAS DE REUNIONES - PROYECTOR	S/. 17,659.20	R.O.
7	MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS INFORMATICOS	S/.10,760.73	R.O.

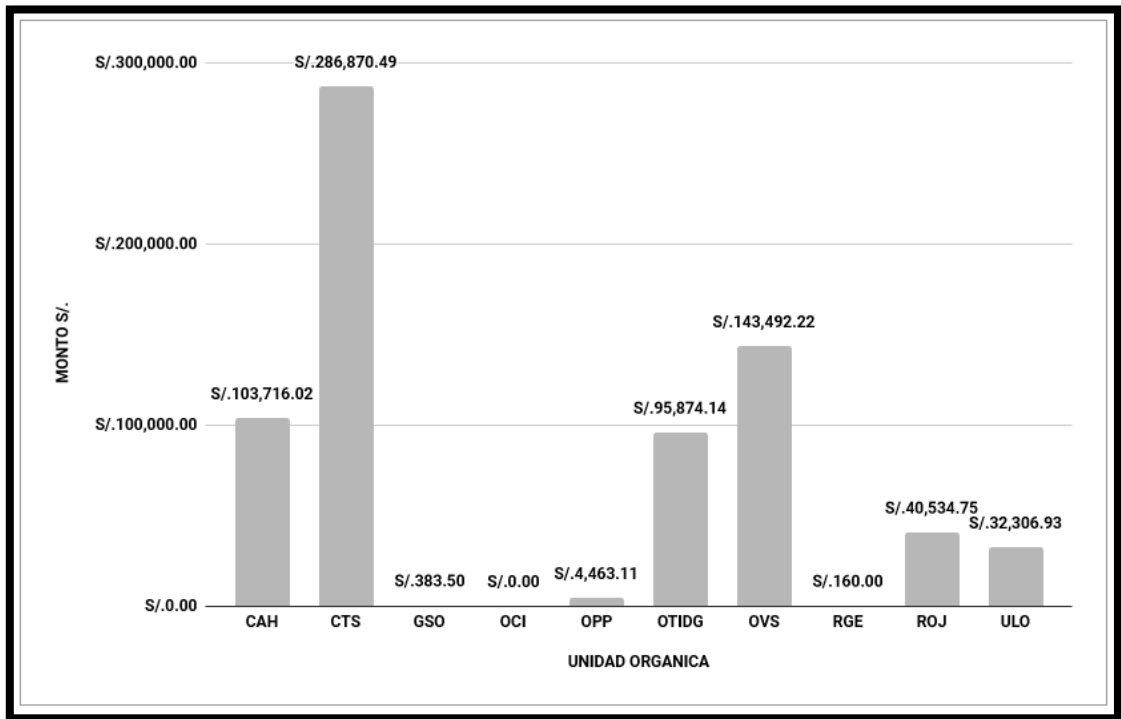
Servicios de Internet Institucionales

ITEM	SEDE	DESCRIPCIÓN SERVICIO	COSTO ANUAL	FUENTE
1	MAYORAZGO-CAMACHO	Servicio de internet 50MBPS (02) y (SRGE)10 MBPS (01)	S/. 244,500.00	R.O.
2	AREQUIPA - USUARIOS	Servicio de Internet empresas fibra óptica 30 Mbps 100%	S/. 18,000.00	R.O.
3	AREQUIPA - DATOS SÍSMICOS	Servicio de Internet empresas fibra óptica 10 Mbps	S/ 7,200.00	R.O.
4	HUANCAYO	Servicio de Internet dedicado corporativo 12Mbps	S/. 33,134.40	R.O.
5	CHICLAYO	Speedy_N 2Mbps 25%	S/. 3700.00	R.O.
6	ANCON	Speedy_N 2 Mbps 25%	S/. 5,280.00	R.O.
7	CAMACHO - SSN	Speedy_N 5 Mbps 25%	S/. 12,211.80	R.O.
8	SERVICIO SATELITAL BGAN- SSN	Plan BGAN bolsa anual de 250MB	S/ 4,361.04	R.O.
9	SERVICIO SATELITAL VSAT- SICAYA	Servicio de internet Satelital VSAT 256KBPS / 256KBPS AL 70%	S/ 6,198.72	R.O.
10	ESTACIONES SÍSMICAS REMOTAS ACELEROMETRICAS	Servicio de plan de datos mediante el servicio de APN -VPN	S/. 18,717.24	R.O.

Inversión realizada en equipos computacionales y periféricos por año.

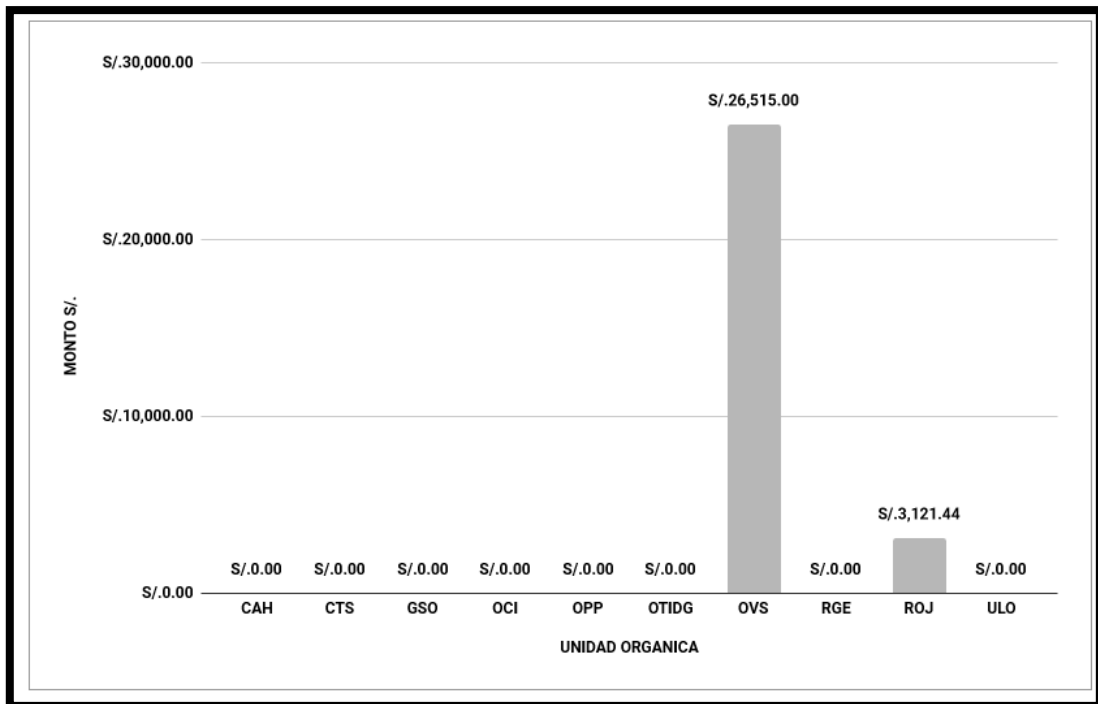
AÑO	2016	2017	2018	2019
INVERSIÓN	S/. 612,071.99	S/. 729,533.28	S/. 671,913.78	S/. 707,801.16

Inversión Equipo Computacional 2019



Inversión en equipo de comunicaciones para redes informáticas.

AÑO	2016	2017	2018	2019
INVERSIÓN	S/. 161,879.68	S/. 137,858	S/. 39,033.64	S/.29,636.44



Cantidad de licencias de software adquiridas por año

A continuación, se muestra la inversión del IGP en la adquisición de licencias de software en los últimos años, convirtiéndose en herramienta principales para el desarrollo de las actividades de investigación y soporte de las diferentes unidades del Instituto; cumpliendo de esta manera con la disposición establecida por el Estado respecto a trabajar con software y licencias formales.

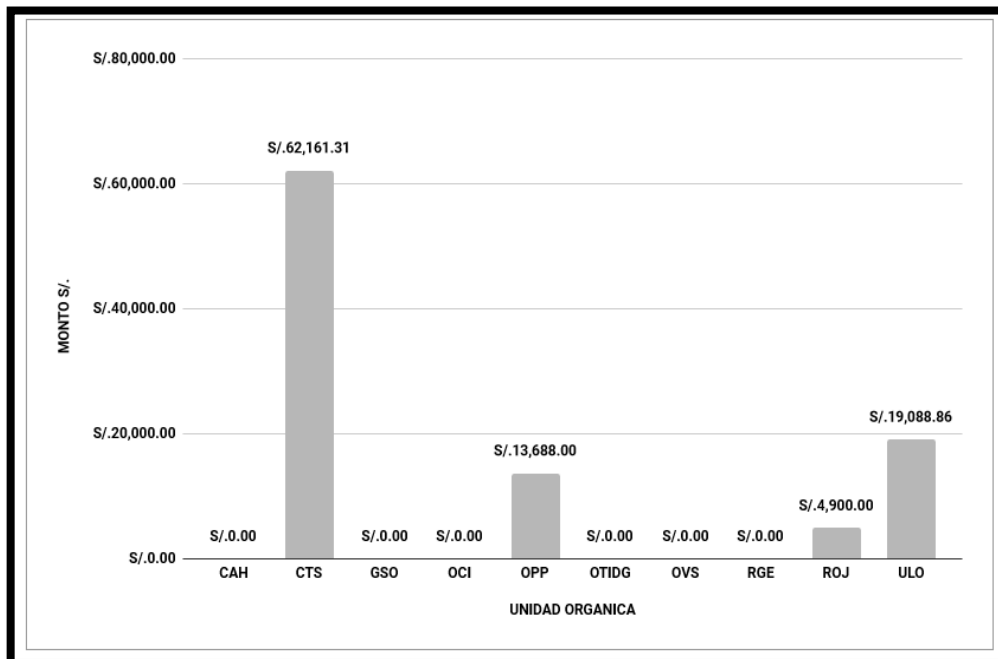
Cantidad e inversión realizada en licencias de software por año

AÑO	2016	2017	2018	2019
INVERSIÓN	S/. 61,218.35	S/. 359,703.07	S/. 301,632.35	S/. 99,838.17

Relación de Software Institucional adquirido en el 2019

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	MONTO
1	RENOVACIÓN MELISSA	1	S/.13,688.00
2	RENOVACION FORTIGATE 100D	1	S/.4,900.00
3	SOFTWARE DE PROCESAMIENTO FOTOGAMÉTRICO	1	S/.15,000.00
4	RENOVACIÓN LICENCIA ARCGIS SERVER	1	S/.24,971.17
5	RENOVACIÓN LICENCIA ARCGIS DESKTOP	1	S/.8,590.14
6	ANTIVIRUS INSTITUCIONAL	350	S/.19,088.86
7	GEOSFT RESEARCH - GEOSCIENCIE	1	S/.13,600.00
TOTAL INVERSIÓN			S/. 99,838.17

Inversión Licencias de Software 2019



PLANEAMIENTO ESTRATÉGICO

Durante el año 2019, se elaboró y gestionó la aprobación del nuevo Plan Estratégico Institucional 2020-2024, en el marco del Modelo de Gestión del Conocimiento que viene implementando el IGP; el renovado Plan Estratégico aprobado mediante Resolución de Presidencia N° 102-IGP/2019, está orientado a la generación de valor público, considerándose como misión “Desarrollar investigación científica, innovación tecnológica y vigilancia permanente de fenómenos geofísicos para el bienestar de la sociedad de manera eficiente y eficaz”.

Inversiones

Se elaboró el perfil del proyecto de inversión denominado “Creación del servicio de generación de información, monitoreo, alerta, difusión y comunicación para el sistema de alerta temprana ante sismos en los departamentos de la costa del Perú”, el mismo que fue declarado viable por un monto de S/ 44,035,094.85, y será coejecutado por el IGP e INDECI.

El proyecto en mención es un proyecto prioritario, toda vez que permite enfrentar el el problema identificado como: “La población de la costa peruana no accede al servicio de alerta temprana ante sismos, por lo que no cuenta con un tiempo de oportunidad para responder adecuadamente ante la ocurrencia de estos, incrementándose la probabilidad de víctimas”. Es así que el proyecto de inversión busca contar con un sistema capaz de generar una señal de alerta sísmica que constituya un aviso para la población sobre el inicio de un evento sísmico de gran magnitud, a fin de permitir un tiempo de oportunidad en el que se efectúen las acciones para la reducción de la posibilidad de víctimas y daños y la activación de los mecanismos de prevención previos al sacudimiento.

Modernización

Uno de los servicios prioritarios que brinda la institución a la sociedad y a las entidades que conforman el SINAGERD (Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres) es la “Generación de Información Sísmica Nacional”, el mismo que entrega información sobre la ocurrencia de un evento sísmico y permite a las autoridades la toma de decisiones post evento. En concordancia con el modelo de gestión del conocimiento, se implementó el primer Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2015, el mismo que logró la certificación, después de un proceso de auditoría, por parte de una empresa auditora externa. En dicho proceso participaron diversos servidores de las diferentes unidades orgánicas de la institución, habiéndose capacitado y participado activamente en su implementación, y a partir del cual se promueve la mejora continua y entrega de un servicio de calidad.



Certificado No. **ER-0266-20**



GLOBAL CERTIFICATION BUREAU S.A.

Otorga el presente certificado a:

INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ

Calle, Badajoz 169, Ate 15012- Perú.
Calle Calatrava No. 216, Urb. Camino Real, La Molina, Lima, Perú.

De conformidad con la norma:

NMX-CC-9001-IMNC-2015/ISO 9001:2015

Bajo el siguiente alcance:

- Generación de Información Sísmica Nacional.

Alfredo González Aguilar
DIRECTOR DE CERTIFICACIÓN
Emisión 30 de enero de 2020
Validez al 29 de enero de 2023



ema
ORGANISMO DE CERTIFICACIÓN
ACREDITADO 112/16



WWW.GCBGLOBAL.COM

Boulevard Interlomas 39 Piso 5; Huixquilucan, Estado de México, C.P 52787 / (0052) 3605 1663

Documentos normativos

En el proceso de implementación del modelo de gestión del conocimiento del IGP, se vienen efectuando diversos arreglos institucionales, con la finalidad de viabilizar y garantizar la sostenibilidad de las mejoras que se vienen implementando. Es por ello que se aprobó la Directiva denominada: "Aprobación, modificación o derogación de documentos normativos del Instituto Geofísico del Perú – IGP", instrumento prioritario para ordenar la emisión de políticas, directivas, manuales de procedimientos, instructivos y lineamientos, entre otros. Dicha directiva fue aprobada mediante Resolución de Gerente General N° 007-IGP/2019, y está permitiendo la estandarización de los criterios que se requieren para regular las actividades que se realizan en el IGP, para alcanzar mayores niveles de eficiencia y eficacia.

**Memoria institucional 2019
(ESTADOS PRESUPUESTALES)**

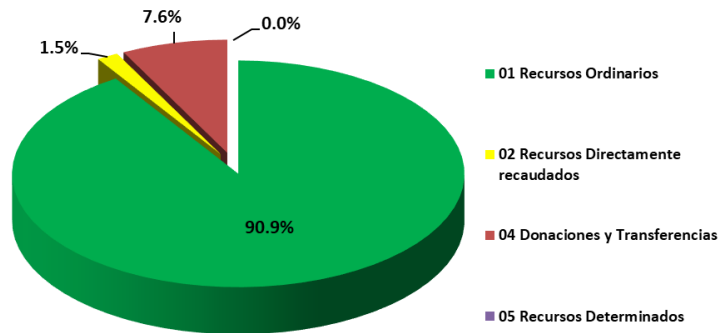
FINANCIAMIENTO

Con la **Ley N° 30897**, Ley de Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2019, asignan al Pliego: **112 – Instituto Geofísico del Perú** el presupuesto institucional de **S/ 30 509 000,00** soles por toda fuente de financiamiento.

De los recursos aprobados en el año, **S/ 23 877 401,00** soles corresponden a Gastos Corrientes y **S/ 9 303 501,00** soles a Gastos de Capital; asimismo, su desagregación por fuentes de financiamiento es: Recursos Ordinarios **S/ 30 153 671 000,00** soles; Recursos Directamente Recaudados **S/ 508 987,00** soles y Donaciones y Transferencias **S/ 2 518 244,00** soles, los mismos que fueron incorporados y aprobados con Resolución de Presidencia N° 265-IGP/2018 de fecha 28.12.2018., como se puede apreciar en los Cuadros N°01 y 02.

Gráfico N°01

Presupuesto Institucional de Apertura: S/ 33 180 902,00

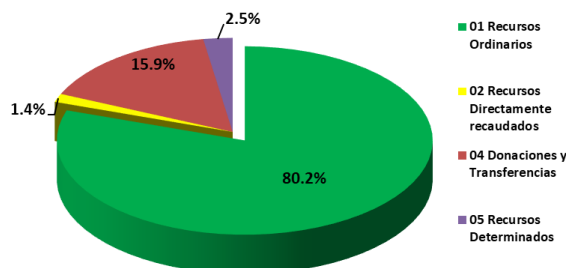


El Presupuesto Institucional Modificado – PIM del Pliego: 112 - Instituto Geofísico del Perú al 31 de diciembre del 2019, ascendió a **S/ 35 366 256,00** soles por toda fuente, de los cuales S/ 25 959 717,00 soles corresponden a Gastos Corrientes y S/ 9 406 539,00 soles a Gastos de Capital, como se puede apreciar en el Cuadro N°01.

El mismo que está distribuido por fuente de financiamiento, en *Recursos Ordinarios* **S/ 28 357 769,00** soles; *Recursos Directamente Recaudados* **S/ 508 987,00** soles; *Donaciones y Transferencias* **S/ 5 609 566,00** soles y *Recursos Determinados* **S/ 804 032,85** soles, como se puede apreciar en el Cuadro N° 02.

Gráfico N°02

Presupuesto Institucional Modificado: S/ 35 366 256,00



Las variaciones del presupuesto de Egresos al 31 de diciembre del 2019, muestran incremento del **7%** respecto al PIA, proveniente de créditos suplementarios por Saldos de Balance 2018, por la transferencia recibida para el reajuste de pensiones del Régimen del Decreto Ley N° 20530 (D.S N°009-2019-EF), incorporación de mayores fondos transferidos por FONDECYT para los distintos proyectos de investigación e incorporación de recursos para las actividades de FONDES autorizadas con el D.S 168-2018-EF, que ascienden a **S/ 2 185 354,00** soles; como se puede apreciar en los siguientes cuadros a nivel desagregado:

Cuadro N°01

Presupuesto Institucional de Apertura y Modificado por Categoría de Gasto

TODA FUENTE					EN SOLES	
CATEGORIA DEL GASTO	PIA 2019	%	PIM al 30.12.2019	%	VARIACION	
					MONTO	%
GASTO CORRIENTE	23,877,401	72%	25,959,717	73%	2,082,316	9%
GASTO DE CAPITAL	9,303,501	28%	9,406,539	27%	103,038	1%
TOTAL PLIEGO ==>	33,180,902	100%	35,366,256	100%	2,185,354	7%

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas – MEF – DGCP

Cuadro N°02

Presupuesto Institucional de Apertura y Modificado por Fuente de Financiamiento

FUENTE DE FINANCIAMIENTO	PIA	%	PIM	%	EJECUCIÓN	% EJEC.
01 Recursos Ordinarios	30,153,671	90.9%	28,357,769	80.2%	27,496,657.55	97.0%
02 Recursos Directamente recaudados	508,987	1.5%	508,987	1.4%	468,430.04	92.0%
04 Donaciones y Transferencias	2,518,244	7.6%	5,609,566	15.9%	3,759,880.05	67.0%
05 Recursos Determinados	0	0.0%	889,934	2.5%	804,032.85	90.3%
TOTAL	33,180,902		35,366,256		32,529,000	92.0%

PRESUPUESTO INSTITUCIONAL DE INGRESOS

En la **Fuente de Financiamiento 04.Donaciones y Transferencia**, se obtuvo un incremento porcentual de 122.8%, respecto al PIA, por los recursos incorporados provenientes de las donaciones de la Universidad de Kiushu, convenio ASTRA y por los convenios suscritos con la Universidad de CORNELL; asimismo por las transferencias de recursos recibidas por parte de FONDECYT, para ejecución de los proyectos de investigación, en beneficio de la institución; y por el Saldo de Balance del año 2018.

En la **Fuente de Financiamiento 01.Recursos Ordinarios**, se tuvo una disminución del 6%, respecto al PIA, como consecuencia a la Transferencia de Partidas a favor de la Reserva de Contingencia, de conformidad a lo señalado en el artículo 2º del Decreto de Urgencia 004-2019 y artículo 1º del Decreto Supremo 372-2019-EF, con cargo a los saldos disponibles según proyección al cierre del Año Fiscal 2019.

En la **Fuente de financiamiento 05.Recursos Determinados**, se alcanzó un PIM de S/ 889 934,00 soles esto debido a que se incorporó el monto diferencial por ejecutar de lo autorizado por FONDES con D.S N°168-2018-EF, para financiar

actividades de mitigación y capacidad de respuesta, los cuales fueron incorporados al presupuesto institucional mediante la Resolución Jefatural N° 031-IGP/2019 de fecha 03 de junio del 2019 por S/ 885 058,00 soles y Resolución Jefatural N° 035-IGP/2019 de fecha 10 de junio del 2019 por S/ 4 876,00 soles.

Cuadro N°03

Presupuesto Institucional de Ingreso por Fuente de Financiamiento

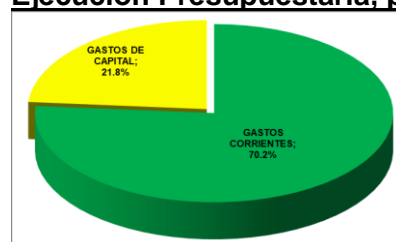
PRESUPUESTO INSTITUCIONAL DE INGRESOS 2019				
FUENTE DE FINANCIAMIENTO	PIA	PIM	INCREMENTO	%
01 RECURSOS ORDINARIOS	30,153,671	28,357,769	-1,795,902	-6.0%
Presupuesto Inicial (Ley N° 30897)	30,153,671	30,153,671	0	
Crédito Suplementario		0	0	
Transferencia de Partidas		-1,795,902	-1,795,902	
02 RECURSOS DIRECTAMENTE RECAUDADOS	508,987	508,987	0	0.0%
Presupuesto Inicial (Ley N° 30897)	508,987	508,987	0	
Crédito Suplementario		0	0	
Transferencia de Partidas		0	0	
Reduccion de Marco		0	0	
04 DONACIONES Y TRANSFERENCIAS	2,518,244	5,609,566	3,091,322	122.8%
Presupuesto Inicial (Ley N° 30897)	2,518,244	2,518,244	0	
Crédito Suplementario		3,091,322	3,091,322	
Transferencia de Partidas		0	0	
05 RECURSOS DETERMINADOS	0	889,934	889,934	100.0%
Presupuesto Inicial (Ley N° 30897)	0	0	0	
Crédito Suplementario		889,934	889,934	
TOTAL PLIEGO	33,180,902	35,366,256	2,185,354	6.6%
Presupuesto Inicial (Ley N° 30897)	33,180,902	33,180,902	0	
Crédito Suplementario	0	3,981,256	3,981,256	
Transferencia de Partidas	0	-1,795,902	-1,795,902	
Reduccion de Marco	0	0	0	

COMPORTAMIENTO DE LOS GASTOS

En el año fiscal 2019, el Instituto Geofísico del Perú logró ejecutar por toda fuente de financiamiento la suma de **S/ 35 259 000,49** soles, que representa el **92% respecto al PIM**, de los cuales se ejecutó en gastos corrientes el monto de S/ 24 814 833,96 soles que representa el 70.2% de la ejecución total y en Gastos de Capital se ejecutó S/ 7 714 166,53 soles que representa 21.8%.

Gráfico N°03

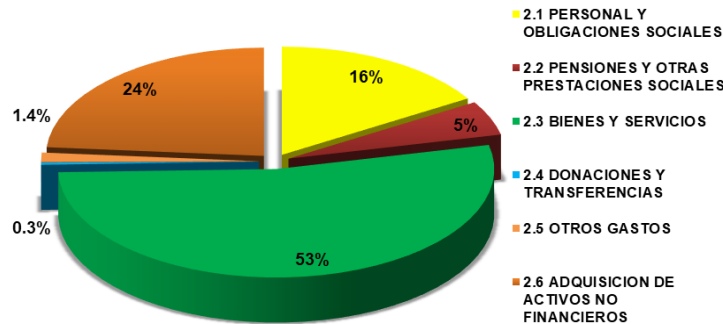
Ejecución Presupuestaria, por Tipo de Gasto (%)



A nivel de Genérica de gasto, la distribución en la ejecución a nivel porcentual, se tiene el **16.3%** en la genérica 2.1 Personal y Obligaciones Social, mientras que el **5.1%** corresponde a genérica 2.2 Pensiones y Otras Prestaciones Sociales, el **53.1%** a la genérica 2.3 Bienes y Servicios, el **0.3%** a la genérica 2.4 Donaciones y

Transferencia, el 1.4% a la genérica 2.5 Otros gastos y finalmente el 23.7% a la genérica 2.6 Adquisición de Activos no Financieros.

Gráfico N°04
Ejecución Presupuestaria, por Genérica de Gasto



Asimismo a nivel de fuente de financiamiento, se observa en el cuadro N°04, que en la fuente de financiamiento 04. Donaciones y Transferencia (DyT) se alcanzó una ejecución de 67%, la menor de todas de fuentes de financiamiento, impactando en la ejecución total, esto debido a que en el PIA 2019 hubo una mala asignación en la genérica de gasto 2.6 Adquisición de Activos no Financieros por parte del MEF, toda vez que los recursos de DyT son obtenidos por las donaciones de entidades internacionales y transferencias de entidades nacionales cuyos fines están enmarcados en la Categoría de Gasto Corriente y de acuerdo a la asignación histórica los recursos eran asignados a la .G 2.3 Bienes y Servicios, en sentido la mala asignación afecta a la ejecución total de la institución.

Cuadro N°04
Ejecución Presupuestaria, por Fuente de Financiamiento y Genérica de Gasto

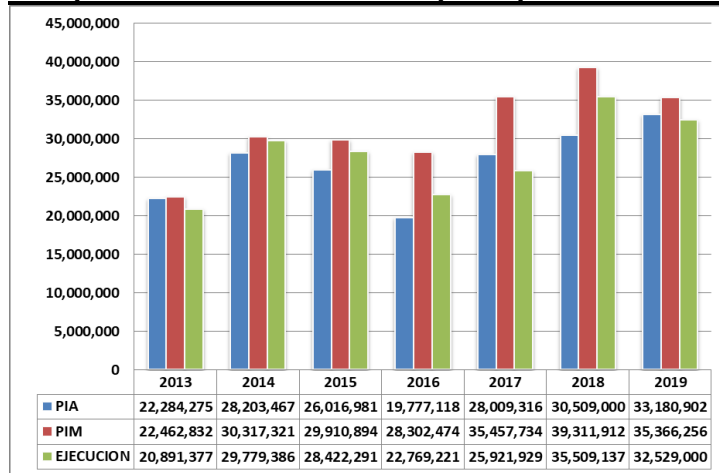
PRESUPUESTO INSTITUCIONAL DE GASTOS 2019				
FUENTE DE FINANCIAMIENTO / GENERICA DE GASTO	PIA	PIM	EJECUCIÓN	EJE/PIM
1 RECURSOS ORDINARIOS	30,153,671	28,357,769	27,496,657.55	97%
GASTOS CORRIENTES	23,377,309	23,191,654	22,542,903.05	97%
2.1 PERSONAL Y OBLIGACIONES SOCIALES	4,670,000	5,300,136	5,262,602.41	99%
2.2 PENSIONES Y OTRAS PRESTACIONES SOCIALES	1,775,603	1,687,288	1,673,103.87	99%
2.3 BIENES Y SERVICIOS	16,784,706	15,985,702	15,390,589.41	96%
2.4 DONACIONES Y TRANSFERENCIAS	0	109,040	109,039.14	100%
2.5 OTROS GASTOS	147,000	109,488	107,568.22	98%
GASTOS DE CAPITAL	6,776,362	5,166,115	4,953,754.50	96%
2.6 ADQUISICION DE ACTIVOS NO FINANCIEROS	6,776,362	5,166,115	4,953,754.50	96%
2 RECURSOS DIRECTAMENTE RECAUDADOS	508,987	508,987	468,430.04	92%
GASTOS CORRIENTES	500,092	445,450	407,173	91%
2.2 PENSIONES Y OTRAS PRESTACIONES SOCIALES	0	56,000	52,786.18	94%
2.3 BIENES Y SERVICIOS	500,092	389,450	354,386.89	91%
GASTOS DE CAPITAL	8,895	63,537	61,256.97	96%
2.6 ADQUISICION DE ACTIVOS NO FINANCIEROS	8,895	63,537	61,256.97	96%
4 DONACIONES Y TRANSFERENCIAS	2,518,244	5,609,566	3,759,880.05	67%
GASTOS CORRIENTES	0	1,869,700	1,448,227.36	77%
2.1 PERSONAL Y OBLIGACIONES SOCIALES	0	33,200	33,200.00	100%
2.3 BIENES Y SERVICIOS	0	1,836,500	1,415,027.36	77%
GASTOS DE CAPITAL	2,518,244	3,739,866	2,311,652.69	62%
2.6 ADQUISICION DE ACTIVOS NO FINANCIEROS	2,518,244	3,739,866	2,311,652.69	62%
5 RECURSOS DETERMINADOS	0	889,934	804,032.85	90%
GASTOS CORRIENTES	0	452,913	416,530.48	92%
2.3 BIENES Y SERVICIOS	0	452,913	416,530.48	92%
GASTOS DE CAPITAL	0	437,021	387,502.37	89%
2.6 ADQUISICION DE ACTIVOS NO FINANCIEROS	0	437,021	387,502.37	89%
TOTAL PLIEGO	33,180,902	35,366,256	32,529,000	92%

COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DEL PRESUPUESTO DEL IGP

Para el periodo fiscal 2019, y tomando como base el año 2013, el presupuesto del IGP por toda fuente, muestra una tendencia creciente respecto a los tres momentos presupuestarios; asimismo el Presupuesto Institucional de Apertura - PIA del IGP, se incrementa sustancialmente a partir del año 2013, mostrando un crecimiento moderado del orden del 15% al 25% a excepción del año 2016 en la que la disponibilidad presupuestal disminuye en 15% respecto al año 2013. Para el año 2019, el presupuesto se ha incrementado en un 09 %, respecto al año 2018, esto debido a que nos asignan recursos para la ejecución del proyecto de inversión “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alerta ante el Riesgo Volcánico en el Perú” y asimismo para la operación y mantenimiento de la Red Sísmica Nacional.

Gráfico N°05

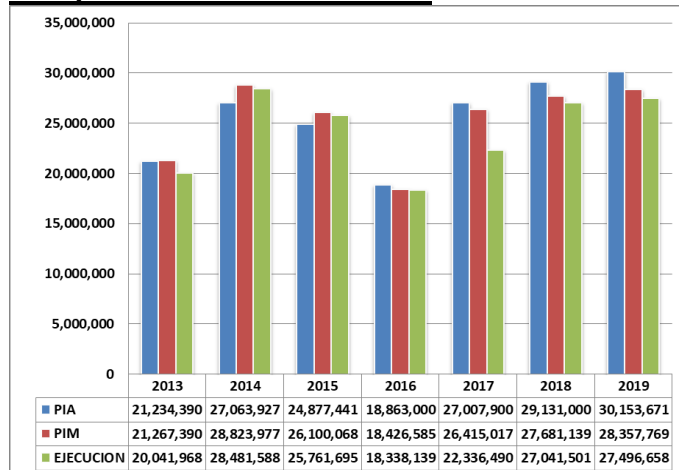
Comportamiento Histórico del presupuesto del IGP :Toda fuente



Verificando el comportamiento histórico por fuente de financiamiento, a nivel de PIM y Ejecución, observamos que en **Recursos Ordinarios (RO)** a partir del año 2013 se logró un incremento significativo, debido a la incorporación del IGP a los Programas Presupuestales, asignando mayor presupuesto para la ejecución de inversiones y actividades enfocados al PP 068 - Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres, las que están enmarcadas en la gestión del riesgo y desastres.

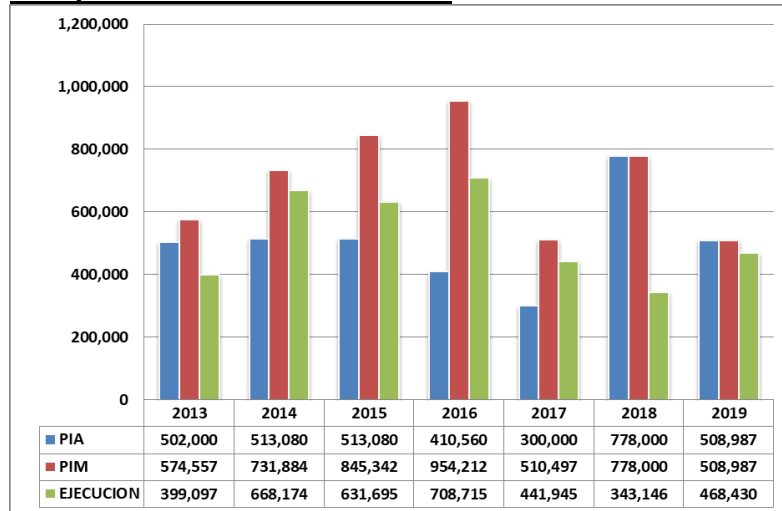
Gráfico N°06

Comportamiento Histórico RO



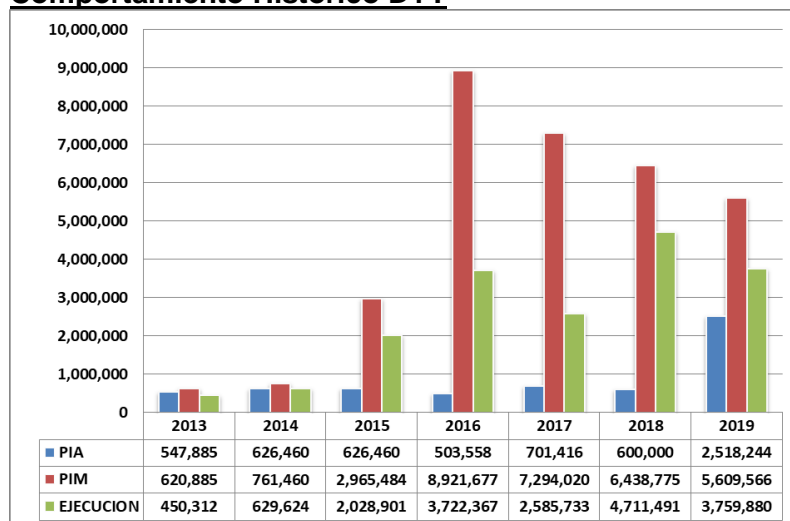
En la fuente Recursos Directamente Recaudados (RDR), a nivel de PIM y Ejecución, se muestra un comportamiento ascendente a partir del año 2014, dichos recursos son ingresos captados y/o generados por la propia entidad, a través de la generación de servicios especializados a diferentes entidades privadas y públicas. Para el año 2019, se tiene una disminución del PIM, de 35% con respecto al año 2017, debido a una menor demanda de los servicios que brindamos.

Gráfico N°07
Comportamiento Histórico RDR



En la fuente Donaciones y Transferencias (DyT) se evidencia un comportamiento homogéneo los años 2013 y 2014, siendo que a partir del año 2015, el PIM tuvo un incremento significativo, podemos observar en el gráfico N°09, esto debido a la captación de recursos principalmente por las actividades que se desarrollan en el marco de las donaciones por Universidad de Kiushu, Universidad New Jersey, Universidad Metropolitana, convenio ASTRA y por los convenios suscritos con la Universidad de CORNELL, así como actividades que fueron programadas por los proyectos de investigación transferidos por FONDECyT y FINCyT,; asimismo en el año 2019 el PIM, disminuyó debido a que algunos proyectos de investigación han culminado su ejecución.

Gráfico N°08
Comportamiento Histórico DYT



COMPORTAMIENTO DE GASTOS DE PROGRAMAS PRESUPUESTALES

El presupuesto asignado para la ejecución de Programas Presupuestales ascendió al monto de **S/ 27 048 230** soles, y al 31 de diciembre del 2019 se obtuvo un PIM de **S/ 28 553 445,00** soles, habiendo logrado una ejecución del **90.7%**, quedando un saldo por ejecutar de **S/ 2 641 475,45** soles que equivale al 9.25% del PIM.

En la presente categoría presupuestal se vienen ejecutando los siguientes programas presupuestales, el **PP068 - Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres**, obteniendo una ejecución del **94.86%** y **PP137 Desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación tecnológica** con una ejecución del **76.04%** y **PP144 Conservación y uso sostenible de ecosistemas para la provisión de servicios ecosistémicos**, tiene una ejecución de **74.25%**, (ver cuadro N°05).

Cuadro N°05

Presupuesto y Ejecución, por Programa Presupuestal

PROGRAMA PRESUPUESTAL	FUENTE DE FINANCIAMIENTO	PIA (A)	PIM (B)	EJECUCIÓN		VARIACIÓN (E)=(B)-(C)
				MONTO (C)	% (D)=(C)/(B)	
0068: REDUCCION DE VULNERABILIDAD Y ATENCION DE EMERGENCIAS POR DESASTRES	01.RECURSOS ORDINARIOS	21,747,693.00	20,178,804.00	19,461,389.72	96.44%	717,414.28
	02.RECURSOS DIRECTAMENTE RECAUDADOS	39,897.00	93,271.00	90,079.56	96.58%	3,191.44
	04.DONACIONES Y TRANSFERENCIAS	0.00	1,177,888.00	835,472.52	70.93%	342,415.48
	05.RECURSOS DETERMINADOS	0.00	889,934.00	804,032.85	90.35%	85,901.15
TOTAL 068		21,787,590.00	22,339,897.00	21,190,974.65	94.86%	1,148,922.35
0137: DESARROLLO DE LA CIENCIA, TECNOLOGIA E INNOVACION TECNOLOGICA	01.RECURSOS ORDINARIOS	2,639,264.00	2,808,833.00	2,748,981.41	97.87%	59,851.59
	02.RECURSOS DIRECTAMENTE RECAUDADOS	0.00	159,532.00	141,037.40	88.41%	18,494.60
	04.DONACIONES Y TRANSFERENCIAS	2,408,244.00	3,032,051.00	1,672,727.38	55.17%	1,359,323.62
TOTAL 137		5,047,508.00	6,000,416.00	4,562,746.19	76.04%	1,437,669.81
0144: CONSERVACION Y USO SOSTENIBLE DE ECOSISTEMAS PARA LA PROVISION DE SERVICIOS ECOSISTEMICOS	01.RECURSOS ORDINARIOS	213,132.00	213,132.00	158,248.71	74.25%	54,883.29
TOTAL 144		213,132.00	213,132.00	158,248.71	74.25%	54,883.29
TOTAL PP		27,048,230.00	28,553,445.00	25,911,969.55	90.75%	2,641,475.45

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas –MEF – DGCP

Como se puede observar en cuadro N° 05, al 30 de diciembre del año 2019 en el Programa Presupuestal PP137 desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación tecnológica, se obtuvo un saldo mayor por ejecutar de S/ 1 437 669,81 soles, en comparación a los otros programas presupuestales, de los cuales corresponde a la Fuente de Financiamiento 01. Donaciones y transferencias por S/ 1 359 323,62 soles, habiéndose presentado inconvenientes que corresponden a la ejecución de los proyectos de investigación de FONDECYT, donde el equipo especializado (Espectrómetro de rayos X) no logró ser adquirido. Por lo tanto dicho monto no ejecutado se incorporara como saldo de balance en el año 2020, lo cual sumado a la mala asignación en la genérica de gasto 2.6 Adquisición de Activos no Financieros por parte del MEF, afecta al total de ejecución de la institución.

Asimismo, es necesario resaltar la ejecución del PP 068- Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres, debido a que dicho programa cuenta con un Presupuesto del 63% del PIM total, por lo que se detalla lo siguiente:

Para el periodo 2019, en el Programa Presupuestal 0068 se logró devengar el importe de S/ 21 190 0975, representando el 95% de ejecución. En la fuente de financiamiento Recursos Ordinarios el importe de S/ 19 461 390, lo que representa el 96%; en la fuente de financiamiento Recursos Directamente Recaudados se ejecutó S/ 90 080, lo que representa 97%; en la fuente de financiamiento Donaciones y Transferencias el importe de S/ 835 473, lo que representa el 71%; y en la fuente de financiamiento Recursos Determinados el importe de S/ 804 033, lo que representa el 90% de ejecución, como se puede observar en el Cuadro N° 05.

Descripción de ejecución física por actividad presupuestal del PP 0068

- a) **Actividad:** 5005609 Asistencia técnica y acompañamiento en gestión del riesgo de desastres, diva actividad consiste en brindar el soporte administrativo a las actividades de la gestión del riesgo de desastres.
- **Ejecución física:** la meta anual programa para esta actividad es de 8 Informes Técnicos, logrando ejecutar al término del periodo 8 Informes Técnicos, obtenido un grado de cumplimiento del 100%.
 - **Ejecución Financiera:** al término del periodo se registra un presupuesto institucional modificado (PIM) de **S/ 2 158 300**; durante el periodo 2019 se logró ejecutar **S/ 2 077 505**, que representa el **96%** respecto al PIM. Según se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 06

PP 0068 - Ejecución meta física y financiera, según actividad

PRODUCTO	ACTIVIDAD PRESUPUESTAL	UNIDAD DE MEDIDA	META FISICA			META FINANCIERA			
			META PROG.	META EJEC.	AVANCE %	PIA	PIM	EJECUCIÓN	AVANCE %
3000001 Acciones Comunes	5005609 Asistencia Técnica y acompañamiento en Gestión del Riesgo de Desastres	Informe Tecnico	8	8	100%	2,154,849	2,158,300	2,077,505	96%

Fuente: Reporte SIAF

- b) **Actividad: 5005572** Desarrollo de investigación aplicada para la gestión del riesgo de desastres. La actividad consiste en el desarrollo de investigaciones vinculadas a la GRD, con relación a la temática de peligro, vulnerabilidad, riesgo y su gestión por parte de las entidades públicas conformantes del SINAGERD.
- Estos estudios de investigación están dirigidos a los sectores nacionales, gobiernos regionales y locales, lo que permitirá obtener y/o incrementar el conocimiento de los peligros existentes en sus respectivos ámbitos administrativos, además de las condiciones de vulnerabilidad de su población y sus medios de vida e incrementar su resiliencia.
- Estas líneas de investigación están contempladas dentro del Objetivo Estratégico 1 y Objetivo Específico 1.1 del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (PLANAGERD) 2014 – 2021.
- **Ejecución física:** la meta anual programada para esta actividad es de 11 Investigaciones, logrando ejecutar al término del periodo 12 Investigaciones, obteniendo un grado de cumplimiento del 109%.

- **Ejecución Financiera:** al término del periodo se registra un presupuesto institucional modificado (PIM) de **S/ 4 462 372**; durante el periodo 2019 se logró ejecutar **S/ 4 321 089**, que representa el **97%** respecto al PIM. Según se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 07

Ejecución meta física y financiera, según actividad presupuestal

PRODUCTO	ACTIVIDAD PRESUPUESTAL	UNIDAD DE MEDIDA	META FISICA			META FINANCIERA			
			META PROG.	META EJEC.	AVANCE %	PIA	PIM	EJECUCIÓN	AVANCE %
3000737 Estudios para la Estimación del Riesgo de Desastres	5005572 Desarrollo de la investigación aplicada para la Gestión de Riesgo de Desastres	Investigación	11	12	109%	2,685,687	4,462,372	4,321,089	97%

Fuente: Reporte SIAF

- c) **Actividad: 5005575** Generación de información y monitoreo de peligro por sismo, fallas activas y tsunamis, dicha actividad consiste en generar información sobre los peligros por sismos, fallas activas y tsunamis para la comunidad científica y público en general, de acuerdo a los siguientes temas:
- Generación de estudios de peligro sísmico**, consiste en la recolección de datos in situ y la aplicación de métodos sísmicos, geofísicos, geotécnicos para la correcta caracterización física de los suelos sobre los cuales se levantan las ciudades y/o localidades. Asimismo, proponer los escenarios de inundación por tsunamis y deslizamientos en zonas de alta pendiente por detonante sísmico.

Monitoreo de la actividad sísmica, consiste en la detección de los eventos sísmicos de diversas magnitudes y distintas profundidades que ocurren en todo el territorio peruano, el análisis y procesamiento de los datos, su ordenamiento y la catalogación de los resultados; además, de su preparación para ser difundidos a la sociedad en general.

Monitoreo de la dinámica de fallas activas, consiste en monitorear las fallas activas para determinar el grado de actividad en evidencia por la deformación de corteza, micro-sismicidad y variaciones de masa a nivel nacional.

- **Ejecución física:** la meta anual programada para esta actividad es de 29 Documentos Técnicos, logrando ejecutar al término del periodo 29 Documentos Técnicos, obteniendo un grado de cumplimiento del 100%.
- **Ejecución Financiera:** al término del periodo se registra un presupuesto institucional modificado (PIM) de **S/ 7 681 775**; durante el periodo 2019 se logró ejecutar **S/ 7 333 431**, que representa el **95%** respecto al PIM. Según se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 08

Ejecución meta física y financiera, según actividad presupuestal

PRODUCTO	ACTIVIDAD PRESUPUESTAL	UNIDAD DE MEDIDA	META FISICA			META FINANCIERA			
			META PROG.	META EJEC.	AVANCE %	PIA	PIM	EJECUCIÓN	AVANCE %
3000737 Estudios para la Estimación del Riesgo de Desastres	5005575 Generación de información y monitoreo de peligro por Sismo, fallas activas y tsunamis	Documento Técnico	29	29	100%	8,495,859	7,681,775	7,333,431	95%

Fuente: Reporte SIAF

- d) **Actividad: 5005576** Generación de información y monitoreo de peligro volcánico. La actividad consiste en generar información sobre los peligros de origen volcánico, para lo cual, se emplean técnicas y métodos geofísicos, de observación fenomenológica y visual que permite evaluar las características de la actividad volcánica y su evolución en el tiempo. La sismicidad volcánica refleja la actividad entrópica del volcán, mientras que las mediciones geoeléctricas pueden detectar cambios de temperatura como consecuencia del ascenso de magma.
- **Ejecución física:** la meta anual programada para esta actividad es de 168 Documentos Técnicos, logrando ejecutar al término del periodo 145 Documentos Técnicos, obteniendo un grado de cumplimiento del 86%.
 - **Ejecución Financiera:** al término del periodo se registra un presupuesto institucional modificado (PIM) de **S/ 1 146 266**; durante el periodo 2019 se logró ejecutar **S/ 7 333 431**, que representa el **99%** respecto al PIM. Según se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 09

Ejecución meta física y financiera, según actividad presupuestal

PRODUCTO	ACTIVIDAD PRESUPUESTAL	UNIDAD DE MEDIDA	META FISICA			META FINANCIERA			
			META PROG.	META EJEC.	AVANCE %	PIA	PIM	EJECUCIÓN	AVANCE %
3000737 Estudios para la Estimación del Riesgo de Desastres	5005576 Generación de información y monitoreo de peligro volcánico	Documento Técnico	168	145	86%	771,007	1,146,266	1,134,234	99%

Fuente: Reporte SIAF

- e) **Actividad: 5005578** Generación de información y monitoreo del fenómeno el niño. La actividad consiste en la generación oportuna de información científica sobre el monitoreo y pronóstico del Fenómeno El Niño (FEN), mediante documentos técnicos (evaluación de condiciones actuales y pronósticos, así como estudios científicos relacionados al FEN), que permita la toma de decisiones a autoridades a nivel nacional, regional y local, para lo cual se realiza el análisis de diferentes parámetros oceanográficos, meteorológicos y del ecosistema marino, teniendo en cuenta también los resultados de modelos climáticos de pronóstico.
- **Ejecución física:** la meta anual programada para esta actividad es de 16 Documentos Técnicos, logrando ejecutar al término del periodo 16 Documentos Técnicos, obteniendo un grado de cumplimiento del 100%.
 - **Ejecución Financiera:** al término del periodo se registra un presupuesto institucional modificado (PIM) de **S/ 1 153 506**; durante el periodo 2019 se logró ejecutar **S/ 1 104 337**, que representa el **96%** respecto al PIM. Según se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 10

Ejecución meta física y financiera, según actividad presupuestal

PRODUCTO	ACTIVIDAD PRESUPUESTAL	UNIDAD DE MEDIDA	META FISICA			META FINANCIERA			
			META PROG.	META EJEC.	AVANCE %	PIA	PIM	EJECUCIÓN	AVANCE %
3000737 Estudios para la Estimación del Riesgo de Desastres	5005578 Generación de información y monitoreo del Fenomeno El Niño	Documento Técnico	16	16	100%	903,826	1,153,506	1,104,337	96%

Fuente: Reporte SIAF

PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA

En el año 2019 se ejecutaron importantes proyectos de inversión pública, los cuales se detallan a continuación.

1.- "Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alerta Ante el Riesgo Volcánico en el Perú"

FICHA RESUMEN DEL PROYECTO	
Nombre del proyecto:	"Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alerta Ante el Riesgo Volcánico en el Perú"
Código Unificado:	2195475
Objetivo del proyecto:	Incremento de la capacidad de generación, registro y provisión de información geofísica, ante la ocurrencia de eventos de origen volcánico
Principales detalles técnicos del proyecto:	<p>*Mayor y mejor cobertura de información y capacidad de respuesta sobre eventos volcánicos en 13 provincias de las regiones de Arequipa, Moquegua, Tacna y Ayacucho.</p> <p>*Permitirá el desarrollo de investigaciones, cuyos resultados contribuirán con la mejora de los planes de ordenamiento territorial y desarrollo urbano. *Contribuirá con proporcionar información de la actividad volcánica a las autoridades Locales, Regionales, INDECI Y CENEPRED, para tomar las medidas preventivas y así poder reducir los efectos en la salud de las personas y evacuación de las personas que estén en riesgo.</p>
Objetivo Específico:	<p>*Ampliación de la red de monitoreo de volcanes con la instalación de 30 estaciones volcánicas que serán instalados en las inmediaciones de 10 volcanes del sur de país (Misti, Ubinas, Sabancaya, Ticsani, Coropuna, Yucamani, Huaynaputina, Tutupaca, Casiri y Sara Sara).</p> <p>*Adquisición de los equipos y herramientas necesarias para realizar los trabajos de campo en los volcanes.</p> <p>*Construcción de una moderna infraestructura para el funcionamiento del Observatorio Vulcanológico del Sur.</p> <p>*Adquisición e implementación del sistema de comunicaciones, el mismo que permitirá que los equipos remotos se conecten a una red privada virtual y transfieran información a un servidor de Lima.</p> <p>*Adquisición e implementación con equipos informáticos, software, herramientas de impresión que contribuyan a generar óptimos resultados en la gestión de datos y serán instalados en el Observatorio Vulcanológico del Sur.</p>
Beneficiarios directos :	1,611,849 habitantes del sur del país
Beneficiarios indirectos:	Población del sur del país.
Costo total del proyecto	18,500,251.09

PROYECTO	PIA	PIM	EJECUCIÓN	%
"Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alerta Ante el Riesgo Volcánico en el Perú"	6,776,362	4,490,031	4,047,135	90.14%

El proyecto consiste en la implementación de la red de monitoreo que estará conformada por equipos e instrumental geofísico especializado. Para este fin se ha considerado, instalar 27 nuevas estaciones volcánicas de vigilancia y la optimización

de 03 estaciones existentes (en total se implementaran 30 estaciones), que serán instalados en las inmediaciones de 10 volcanes (Misti, Ubinas, Sabancay, Ticsani, Coropuna, Yucamani, Huaynaputina, Tutupaca, Casiri y Sara Sara); con herramientas para estudios del comportamiento geofísico, sismo-volcánico, instrumentos geofísicos especializados para el análisis de vulnerabilidad y riesgo volcánico, también se realizar la construcción de una moderna infraestructura para el Observatorio Vulcanológico del Sur (OVS). Los equipos instalados van a otorgar una mayor precisión en la localización de los sismos, así como detectar eventos menores que puedan estar presentándose y que signifiquen una variación de la actividad normal de los volcanes monitoreados.

A inicio del 2019 el proyecto empezó con un presupuesto institucional apertura (PIA) de S/ 6 776 362 ,00 soles y al 31 de diciembre del 2019 obtuvo un PIM de S/ 4 490 031,00 soles; con un devengado anual de S/. 4 047 135,00 soles, que representa el 90.1% de gasto presupuestal para el año 2019.

No obstante cabe señalar que entre el PIA y el PIM se tiene una variación de S/ 2 286 331,00 soles, debido a que realizaron modificaciones presupuestales para habilitar a inversiones (IOARR) aprobados por OPMI de MINAM y con el Decreto Supremo N°372-2019-EF autorizan realizar transferencia de partida a favor de la Reserva de Contingencia por S/ 1 923 608,00 soles.

El proyecto no se logró culminar en el plazo establecido a razón de que durante el año 2019 se presentaron inconvenientes con la empresa contratista encargada de la construcción de la infraestructura tomando las siguientes acciones:

- Mediante Resolución de Gerencia General N° 003-IGP/2019 se resuelve el Contrato N° 005-2018/IGP suscrito entre el Instituto Geofísico del Perú (IGP) y la empresa TERRAK S.A.C. al haberse configurado la causal de resolución de contrato previsto en el tercer párrafo del artículo 173° del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, que habilita a la Entidad a resolver contrato sin apercibimiento previo.
- Mediante Contrato N° 014-2019/IGP del 21.06.2019, se contrató al CONSORCIO CMO para la elaboración del Expediente Técnico de Saldo de Obra del proyecto, el mismo que fue aprobado mediante Resolución de Presidencia N° 106-IGP/2019;
- Mediante Contratación Directa N° 03-2019/IGP el Órgano encargado de las Contrataciones (OEC) adjudicó la buena pro para la contratación de la Ejecución de saldo de Obra “Mejoramiento y ampliación del sistema de alerta ante el riesgo volcánico y del Observatorio Vulcanológico en la macro región sur del Perú” al Consorcio Mamita de Chapi;
- Mediante Contrato N° 028-2019-IGP se contrató la ejecución de saldo de Obra: “Mejoramiento y ampliación del sistema de alerta ante el riesgo volcánico y del Observatorio Vulcanológico en la macro región sur del Perú”, habiendo el Instituto Geofísico del Perú firmado el contrato con el Consorcio Mamita de Chapi integrado por Livissi Construcciones EIRL y Cosmos Constructores y Servicios SRLTD para ejecutar la obra por un monto de S/ 7'488,045.56 incluidos los impuestos de ley.

Es así que, el IGP efectuó el adelanto de obra y materiales por un monto de S/ 2 246 413,66 soles. Asimismo como parte de las actividades de ejecución se llegó a realizar las siguientes adquisiciones:

- ✓ Adquisición de servidores para el almacenamiento y procesamiento de la información.
- ✓ Adquisición de equipos multifuncionales para la impresión de los documentos técnicos de la información del OVS.

- ✓ Adquisición de adaptadores de antena omnidireccional para las estaciones GPS.
- ✓ Adquisición de puntos de acceso inalámbrico para el OVS.
- ✓ Adquisición de sistema de videoconferencia.
- ✓ Adquisición de espectrómetro infrarrojo multigases, cámaras UV, materiales de muestreo (incompleto), DOAS.
- ✓ Adquisición de Inclímetro de alta resolución

Imagen 01:

Vista Panorámica del Proyecto Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alerta Ante el Riesgo Volcánico en el Perú



(Imagen referencial del Laboratorio Geofísico del Sur)

2.- "Mejoramiento del servicio del Laboratorio Nacional de Instrumentación Geofísica (LNIG) para la generación de información base en gestión de riesgo de desastres causados por: sismos, tsunamis, fallas activas y problemas de geodinámicas de superficie - La Molina - Lima - Lima"

FICHA RESUMEN DEL PROYECTO	
Nombre del proyecto:	"Mejoramiento del servicio del Laboratorio Nacional de Instrumentación Geofísica (LNIG) para la generación de información base en gestión de riesgo de desastres causados por: sismos, tsunamis, fallas activas y problemas de geodinámicas de superficie - La Molina - Lima - Lima".
Código Unificado:	2234253
Objetivo del proyecto:	Eficiente prestación de los servicio de calibración, operación, mantenimiento y desarrollo de prototipos de instrumentos geofísicos que registran y proveen información para la gestión de riesgo de desastres causados por sismos, tsunamis, fallas activas y problemas de geodinámica de superficie en el Perú
Principales detalles técnicos del proyecto:	<p>*Se contará con un Laboratorio de alto nivel tecnológico para llevar a cabo el servicio de calibración, operación, mantenimiento y desarrollo de prototipos de instrumentos geofísicos que registran y proveen información para la gestión de riesgo de desastres.</p> <p>* Permitirá el soporte y asistencia técnica sobre la instrumentación geofísica de universidades, organizaciones científicas e instituciones públicas y privadas.</p> <p>*Contribuirá a la mejora de la prevención y atención de desastres naturales , con mínimos costos sociales y económicos asumidos por el Estado, ante la ocurrencia de eventos sísmicos.</p>
Objetivo Específico:	<p>* Se contará con instrumentos y equipos modernos destinados a la calibración, operación, mantenimiento y desarrollo de prototipos de los instrumentos geofísico que están instalados a nivel nacional.</p> <p>*Construcción de una moderna infraestructura para el funcionamiento del LNIG.</p> <p>*Se contará con equipos electrónicos auxiliares y servidores modernos para el procesamiento y almacenamiento de datos que registra el LNIG.</p>
Beneficiarios directos:	17,469,076
Beneficiarios indirectos:	Población a nivel nacional
Costo total del proyecto	16,318,031.87

PROYECTO	PIA	PIM	EJECUCIÓN	%
"Mejoramiento del servicio del Laboratorio Nacional de Instrumentación Geofísica (LNIG) para la generación de información base en gestión de riesgo de desastres causados por: sismos, tsunamis, fallas activas y problemas de geodinámicas de superficie - La Molina - Lima - Lima"	0	76,866	76,866	100.00%

El proyecto consiste en la implementación de los ambientes del Laboratorio Nacional de Instrumentación Geofísica (LNIG) con instrumentos geofísicos y la construcción de una infraestructura moderna con suficientes y adecuados ambientes para un óptimo desarrollo de las actividades de calibración, instalación y mantenimiento operativo de la instrumentación de los sistemas de alerta temprana distribuida a nivel nacional para adquirir parámetros geofísicos necesarios para la oportuna gestión de riesgo de desastres del Perú, también el proyecto aportará en el desarrollo de sistemas de alerta temprana de desastres asociados a sismos, tsunamis, fallas activas y problemas de geodinámica de superficie, toda vez que a través del laboratorio se brindará soporte a toda la instrumentación geofísica.

El proyecto tuvo una programación financiera de S/.436,254.99 para la elaboración del Expediente Técnico de los cuales se ejecutó un total de S/.429,781.38, contabilizados de los años 2017, 2018 y 2019, teniendo como saldo S/.6.473.61, de los cuales para el año 2019 se programó un PIM de S/.76,866.00 ejecutándose en su totalidad, teniendo un avance al 100% de lo programado en los que corresponde al componente de la obra.

Así mismo en el año 2020 se culminará con la elaboración del expediente técnico de obras, encontrándose pendiente de elaboración del estudio de especificaciones técnicas.

Imagen 02:
Vista Frontal del Laboratorio Nacional de Instrumentación Geofísica (LNIG)



(Imagen referencial del LNIG)

Imagen 03:
Vista del ingreso al Laboratorio Nacional de Instrumentación Geofísica (LNIG)



(Imagen referencial del LNIG)

3.-Inversiones (IOARR)

En el 2019 se ejecutaron cuatro (04) IOARR de los cuales obtuvieron un PIM de S/ 1 170 781,00 soles enmarcados en el PP 068, el mismo que obtuvieron una ejecución de S/ 1 096 378,00 soles, que representa el 93.65%.

N°	CATEGORIA PRESUPUESTAL / PROYECTO	PIM	EJECUCIÓN	AVANCE %
0068. REDUCCION DE VULNERABILIDAD Y ATENCION DE EMERGENCIAS POR DESASTRES				
3	2.457312-ADQUISICION DE RADAR DE PENETRACION DEL SUELO; EN EL(LA) SUBDIRECCION DE CIENCIAS DE LA TIERRA SOLIDA DEL INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU DISTRITO DE LA MOLINA, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO LIMA	307,900	307,900	100.00%
4	2.458960-ADQUISICION DE SISMOMETROS Y REGISTRADOR DE DATOS; EN EL(LA) DE LA RED SISMICA NACIONAL DEL INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, DISTRITO DE TODOS -, PROVINCIA - TODOS -, DEPARTAMENTO -MUL.DEP-	373,358	373,358	100.00%
5	2.459644-ADQUISICION DE SERVIDOR; EN EL(LA) HPC-LINUX-CLUSTER DE LA SUBDIRECCION DE CIENCIAS DE LA ATMOSFERA E HIDROSFERA, DISTRITO DE ATE, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO LIMA	99,201	99,200	100.00%
6	2.459935-REMODELACION DE UNIDAD DE LABORATORIO; EN EL(LA) SUBDIRECCION DE REDES GEOFISICAS-IGP DISTRITO DE LA MOLINA, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO LIMA	390,322	315,920	80.94%
TOTAL		1,170,781	1,096,378	93.65%

❖ **Inversiones (IOARR) 2457312: “Adquisición de Radar de penetración de suelo; en la Sub Dirección de Ciencias de la tierra solida del Instituto Geofísico del Perú, distrito de La Molina, provincia de Lima, departamento de Lima”.** En el año 2019 se adquirió el radar de penetración de suelo, debido a que el equipo que se tenía cuenta con más 10 años de uso constante, por lo que los datos proporcionados no tienen el grado de confiabilidad requerida, existiendo la probabilidad de dañar infraestructura privada (conexiones de agua, desagüe y electricidad).

La adquisición de este nuevo equipo permitirá brindar el servicio de elaboración de microzonificación sísmica y del comportamiento dinámico de los suelos, obteniendo información de los lugares donde se deben realizar las excavaciones para la toma de muestras del suelo, sin afectar la infraestructura privada.

❖ **Inversiones (IOARR) 2458960: “Adquisición de Sismómetros y registrador de datos en el (la) Red Sísmica Nacional del Instituto Geofísico del Perú”**, en el periodo 2019 se adquirieron 5 equipos sismómetros y 5 equipos registradores de sismos por reposición para los departamentos de Lima, Ayacucho, Ancash, Puno y Arequipa, con el objetivo de continuar asegurando el funcionamiento permanente de la RSN, mediante esta nueva adquisición, los cuales cumplieron su vida útil.

❖ **Inversiones (IOARR) 2459644: “Adquisición de Servidor en el HPC - Linux - Cluster de la Sub Dirección de Ciencias de la Atmosfera e Hidrosfera, distrito de ATE, provincia Lima, departamento Lima”**, en el periodo 2019 se lograron adquirir 5 nodos (servidores), con el objetivo de contar con una alta disponibilidad de datos, alta velocidad de despacho y balance de carga, razón por la cual es importante contar con servidores en óptimas condiciones para la prestación de un adecuado servicio.

4.-Proyecto de Inversión Pública denominado: 2160305 “Innovación para la competitividad”.

FICHA RESUMEN DEL PROYECTO	
Nombre del proyecto:	"Innovación para la competitividad".
Código Unificado:	2160305
Objetivo del proyecto:	Consolidar y dinamizar el mercado de innovación tecnológica para el incremento de la competitividad del país.
Fuentes de Financiamiento:	Donaciones y Transferencias.
Entidad que financia:	Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad (Innóvate Perú) del Ministerio de la Producción

PROYECTO	PIA	PIM	EJECUCIÓN	%
2.160305. Innovación para la competitividad	110,000	187,914	182,300	97.01%

El proyecto de Inversión para la Competitividad y Productividad – Innóvate - Perú, transfiere recursos para ejecutar los proyectos de investigación de nuestra entidad, bajo la supervisión de la misma.

El proyecto para el 2019 empezó con un presupuesto institucional apertura (PIA) de **S/ 110 000, 00 soles** y al 31 de diciembre del 2019 se tiene un presupuesto institucional modificado (PIM) total de **S/ 187 914,00** soles; obteniendo una ejecución de S/ 182 300,00 soles que representa un 97.01% respecto al PIM a toda fuente de financiamiento, los cuales fueron dirigidos principalmente a la culminación de las siguientes actividades:

- Implementación de un (01) radar interferómetro de apertura sintética para monitorear los movimientos de laderas, cerros y montañas.
- Operatividad de los drones para monitorear activos en el sur del Perú.
- Implementación de un (01) radar SAR para monitorear de deslizamiento.

5.-Proyecto de Inversión Pública denominado: 2271925 “Mejoramiento y ampliación de los servicios del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica”.

FICHA RESUMEN DEL PROYECTO	
Nombre del proyecto:	"Mejoramiento y ampliacion de los servicios del sistema nacional de ciencia, tecnologia e innovacion tecnologica".
Código Unificado:	2271925
Objetivo del proyecto:	Mejorar el desempeño del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica.
Fuentes de Financiamiento:	Donaciones y Transferencias.
Entidad que financia:	Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica- FONDECYT

PROYECTO	PIA	PIM	EJECUCIÓN	%
2.271925. Mejoramiento y ampliacion de los servicios del sistema nacional de ciencia, tecnologia e innovacion tecnologica	0	1,143,708	1,049,879	91.80%

Mediante el Proyecto de Inversión “Mejoramiento y ampliación de los servicios del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica”, transfiere recursos para ejecutar el proyecto de investigación denominado “Implementación del Sistema de Monitoreo de Sedimentos Ante Riesgos y Desastres” de nuestra entidad, bajo la supervisión de la misma.

El Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica-FONDECYT, realizó Transferencias para el año fiscal 2019, por un Monto de S/ 1 143 708,00 soles, de las cuales se ejecutaron S/ 1 1049 879,00 soles, con un avance financiero de ejecución al 91.80%.

A continuación se detalla los productos contenidos en el Informe N° 0004-2020-IGP/DC-CAH, y que evidencian el avance físico del proyecto:

- 01 Informe técnico sobre el proyecto “Implementación del sistema de monitoreo de sedimentos ante riesgos y desastres-MOSARD”.
- 01 Informe técnico del proyecto “Integrated upstream and downstream thinking to mitigate the water security challenges of peruvian glacier retreat”- “Pensamiento Integrado aguas arriba y aguas abajo para mitigar los desafíos de seguridad del agua del retiro de los glaciares peruanos”.
- 01 Informe del proyecto “influencia de los páramos en la erosión y conservación de los suelos andinos, e identificación de su rol en la regulación del recurso hídrico en grandes ciudades alto andinos”.
- 01 Informe del proyecto “Fortalecimiento de la línea de investigación en física y microfísica de la atmósfera” financiado por FONDECYT de CONCYTEC (Convenio N° 010-2017/FONDECYT)

LA OFICINA DE ASESORÍA JURÍDICA

La oficina de Asesoría Jurídica cumple óptimamente las funciones que les asigna el ROF, recibiendo el encargo de la alta dirección de hacer una disrupción en la organización institucional del IGP diseñando y proponiendo la estrategia para dotar de las herramientas legales necesarias para su fortalecimiento.

Durante el 2019 la Oficina de Asesoría Jurídica, ha sido parte importante de los siguientes logros del IGP, tales como:

- La aprobación de la Resolución de Gerencia General N° 011-IGP/2019, se dispuso la creación de la Unidad Funcional denominada Centro Vulcanológico Nacional – CENVUL, el mismo que formó parte del mensaje a la nación del año 2019, del Presidente Martín Vizcarra, quién resaltó la importancia del CENVUL del Instituto Geofísico del Perú señalando que dicha unidad funcional nos ha permitido tener alertas oportunas ante el actual proceso eruptivo del volcán Ubinas.
- Se realizó la revisión y publicación de la Resolución de Presidencia N° 105-IGP/2019, que aprobó la Norma Técnica de la Red Sísmica Nacional.
- La Oficina de Asesoría Jurídica por encargo de la Presidencia Ejecutiva, inició la negociación con el Gobierno Regional de Piura con la finalidad del Convenio de Sesión en uso de un área de 400 m2 para el funcionamiento de una nueva sede en la ciudad de Piura.

- Se propuso el proyecto de Decreto de Urgencia, para adquirir las tierras a favor del IGP para el funcionamiento del Radio Observatorio de Jicamarca. La misma que se materializó en la Décima Séptima Disposición Complementaria Final, del Decreto de Urgencia N° 021-2020, que declaró de interés nacional y necesidad pública la adquisición de terrenos o inmuebles que garanticen el funcionamiento del Radio Observatorio de Jicamarca del Instituto Geofísico del Perú en su calidad de ente rector de las investigaciones teóricas y aplicadas en la ciencia geofísica orientada a la ejecución de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

Asimismo, dicha disposición complementaria final estableció que el Instituto Geofísico del Perú realice anualmente en el Radio Observatorio de Jicamarca el programa internacional de formación científica, investigación y desarrollo tecnológico para los jóvenes de las universidades licenciadas por la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria (SUNEDU). Los lineamientos del presente programa serán aprobados y difundidos a nivel nacional por Instituto Geofísico del Perú.

- En coordinación con la Procuraduría Pública del MINAM la Oficina de Asesoría Jurídica logró que el Tribunal Constitucional declare improcedente la demanda de Habeas Corpus seguido por Christian Heinrich Funcke Ciriani, en representación de la empresa Firth Industries Perú, contra el Instituto Geofísico del Perú.
- En abril de 2019 la Oficina de Asesoría Jurídica inició el procedimiento para la inscripción de la marca del IGP, la cual se inscribió a través de la Resolución N° 015611-2019/DSD-INDECOPI de fecha 12 de julio de 2019
- En noviembre de 2019 la Oficina de Asesoría Jurídica inició el procedimiento para la inscripción de la marca CÁTEDRA IGP, la cual se inscribió a través de la Resolución N° 002603-2020/SDS-INDECOPI de fecha 29 de enero de 2020