



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



IGP

INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ



Memoria Institucional 2018



EL PERÚ PRIMERO

Ciencia para **protegernos**,
ciencia para **avanzar**

Créditos

Instituto Geofísico del Perú

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.

Fabiola Muñoz

Ministra del Ambiente

Hernando Tavera

Presidente Ejecutivo IGP

Danny Scipión

Director Científico IGP

Edición: Unidad Funcional de Comunicaciones
Diagramación y diseño: Luis Miguel Ybañez

Dirección:

Calle Badajoz 169, urb. Mayorazgo, IV etapa, Ate, Lima, Perú
Central telefónica: (+ 51 1) 317 2300

comunicaciones@igp.gob.pe
www.gob.pe/igp

Lima, junio del 2020

Prohibida su reproducción total o parcial sin autorización previa y escrita del Instituto Geofísico del Perú



ÍNDICE

7 RESUMEN EJECUTIVO

9 RESEÑA HISTÓRICA DEL IGP

11 MISIÓN Y VISIÓN DEL IGP

14 ORGANIGRAMA

17 INVESTIGADORES CIENTÍFICOS

18 GENERANDO CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

21 GESTIÓN INSTITUCIONAL

23 CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA

31 CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA E HIDRÓSFERA

41 GEOFÍSICA Y SOCIEDAD

46 REDES GEOFÍSICAS

51 OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO DEL SUR

57 RADIO OBSERVATORIO DE JICAMARCA

65 OBSERVATORIO DE HUANCAYO - ASTRONOMÍA

RECURSOS HUMANOS **72**

OFICINA DE ASESORÍA JURÍDICA **78**

OFICINA DE TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y DATOS
GEOFÍSICOS (OTIDG) **81**

ESTADOS PRESUPUESTALES **98**

PERSONAL DEL IGP **110**

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).

El IGP ha logrado, en los dos últimos años, fortalecer los proyectos de investigación gracias a diferentes proyectos obtenidos con fondos concursables (Fondecyt, Innóvate Perú). Incluso, el proyecto Magnet, uno de los más recientes, ha posibilitado la llegada a nuestro país de cinco investigadores con grado de doctor, quienes fortalecerán la línea de investigación en física y microfísica de la atmósfera en los Andes. Asimismo, en el año 2017 se ha iniciado el proyecto “Modelado hidrodinámicos (lluvias, huaycos, deslizamientos) en Chosica, Lima”, mediante el cual se implementó de manera piloto un sistema moderno de medición de precipitaciones usando un radar meteorológico en banda X, durante los meses de enero-marzo de 2018, a fin de medir las lluvias y pronosticar la probabilidad de ocurrencia de huaicos usando un modelo de flujos aluvionales en las quebradas del distrito de Lurigancho-Chosica. Como resultado de esta etapa del proyecto, se diseñará el prototipo de un sistema de alerta temprana ante huaicos para la zona de Chosica.

En el 2017 también iniciamos con un nuevo ciclo de gestión y nos pusimos a orientar el accionar institucional a partir

de la realización de un (auto) diagnóstico que sustente el conjunto de decisiones que se traducirán en un nuevo Modelo de Gestión del Conocimiento, otro aporte que hacemos al país y a la ciencia a lo largo de los últimos 56 años. Asimismo, buscamos mecanismos que aseguren el incremento del presupuesto institucional para mejorar el desarrollo de los proyectos de investigación (disposición complementaria n. ° 56 de la Ley de Presupuesto 2018), obteniendo más de 3.5 millones de soles adicionales para el 2018, y en coordinación con el Ministerio del Ambiente (Minam), se logró la exoneración, en la Ley de Presupuesto 2018, para el incremento de la escala salarial del personal del DL 728. Otro logro conseguido ese año fue el mejoramiento de la infraestructura de nuestra sede en Huancayo (Sicaya y Huayao) y se consiguió la continuidad del financiamiento para la construcción del Laboratorio Geofísico del Sur en la ciudad de Arequipa. Además, identificamos cambios positivos a nivel de posicionamiento del IGP en el ambiente geofísico a partir de nuestra participación pública en los escenarios de riesgo vividos tras el fenómeno El Niño costero, la sismología y la vulcanología.

Durante el 2018 reafirmamos nuestro compromiso de integrar a los miembros del IGP en una institución sólida, reforzando su liderazgo, contribuyendo a posicionarlo como un instituto de relevancia en el ambiente científico y tecnológico. Hicimos efectivo el incremento salarial del personal del DL 728, iniciamos la construcción del Laboratorio Geofísico del Sur y concluimos con el expediente técnico del Laboratorio Nacional de Instrumentación Geofísica (LNIG), lo que permitirá conseguir fondos para iniciar su construcción en 2018. Por otro lado, nuestro LNIG permitirá la instalación de facilidades científicas de los distintos programas de investigación para mejorar las actividades de investigación científica y del servicio que brindamos a las autoridades y a la ciudadanía información valiosa para la toma de decisiones relacionadas con la GRD.



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 Ph. D. (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, 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 Reglamento de Organización y Funciones (ROF) y sus correspondientes instrumentos de gestión –, así como la contratación y el afianzamiento de un nuevo 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 Hidrósfera y Ciencias del Geoespacio y Astronomía.



El servicio cultural desarrolla la actividad turística, aprovechando la belleza escénica de los Pilares de Fernández, ubicados en el este del CCEA.

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

El Plan Estratégico Institucional (PEI) 2017-2019 mantiene un enfoque moderno de gestión del conocimiento, el mismo que está elaborado en el marco de la Directiva N° 001-2017-CEPLAN/PCD, "Directiva para la actualización del Plan Estratégico de Desarrollo Nacional" y la Guía para el Planeamiento Institucional, modifica por Resolución de Presidencia de Consejo Directivo N° 00053-2018-CEPLAN/PCD, considerando las tres fases claramente definidas:

- a) Fase prospectiva
- b) Fase estratégica y;
- c) Fase de articulación; detallándose a continuación los puntos requeridos en el presente numeral.

VISIÓN

El Instituto Geofísico del Perú es una institución pública al servicio del país, adscrita al Ministerio del Ambiente, que genera, utiliza y transfiere conocimientos e información científica y tecnológica en el campo de la Geofísica y ciencias afines. Forma parte de la comunidad científica internacional y contribuye a la gestión del ambiente geofísico con énfasis en la prevención y mitigación de desastres naturales y de origen antrópico.

MISIÓN

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

EJES ESTRATÉGICOS

La alta dirección del IGP, consciente de que los ejes estratégicos permiten aprovechar las oportunidades, neutralizar las amenazas, potenciar las fortalezas y superar las debilidades de la Institución; definió por primera vez en el 2010 los Ejes Estratégicos del IGP, los cuales rigen el accionar de la gestión de la Presidencia ejecutiva, Dirección Científica y Secretaría General; así como los caminos a seguir de cada una de las direcciones de línea, asesoría y soporte; para responder a las exigencias del entorno y ubicar al Instituto en una relación competitiva para el futuro.

A continuación, se detallan los seis (6) ejes estratégicos del Instituto Geofísico del Perú:

- **Generación y adquisición de conocimientos científicos:** busca analizar la capacidad del IGP para producir y adquirir nuevo conocimiento sobre materia geofísica y expandirlo mediante el uso de sus recursos; aprovechando las condiciones y medios relacionados con temas de interés nacional.
- **Interacción geofísica – sociedad:** enfoque que espera analizar la interacción entre el IGP y la sociedad, optimizando los canales de articulación entre los mismos y difundiendo información relevante; buscando mejorar la gestión del ambiente geofísico en el territorio nacional.
- **Servicios científicos – tecnológicos reconocidos:** eje estratégico que revisa los servicios científicos y tecnológicos que el Instituto Geofísico del Perú 12

Instituto Geofísico del Perú ofrece; evaluando su calidad, oportunidad, respuesta y reconocimiento por parte de quienes lo solicitan.

- **Fortalecimiento de capacidades:** analiza el nivel de conocimiento y especialización del personal científico y técnico de la organización en los diversos campos de investigación geofísica; buscando convocar y mejorar el nivel del personal científico existente con mayores capacidades, altamente calificados y con prestigio internacional.
- **Calidad en la gestión institucional:** enfoque que analiza el nivel de calidad presente en todas las actividades de la Institución y, principalmente en sus actividades de gestión. Se entiende, por lo tanto, que la calidad en la gestión institucional busca promover sinergias y mejores flujos de interacción e información entre áreas, obteniendo una gestión orientada a resultados que permita mejorar el desarrollo e imagen de la institución.
- **Tecnología e infraestructura óptimas:** referido a la existencia, adquisición y uso de infraestructura y tecnología 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.

VALORES INSTITUCIONALES

Para el equipo que dirige el IGP, los valores institucionales son muy importantes, pues en ellos radica el establecimiento de una cultura de control interno mediante el ejercicio de lineamientos y conductas apropiadas, considerándolos como la base que sostiene a los demás componentes en la institución.

Para su difusión se ha implementado, a través del área de Bienestar de Personal (Unidad de Recursos Humanos) la cuenta de correo electrónico comunicandonos@igp.gob.pe por el cual se busca que el personal internalice y actúe de acuerdo a los valores institucionales, constituyéndose en una herramienta fundamental para la creación de un clima y cultura profesional coherente con la filosofía de la entidad; regulando aspectos diversos como: incompatibilidades, conflicto de intereses, pagos impropios, aceptación de obsequios o beneficios no

autorizados, divulgación de información (transparencia), uso de recursos, responsabilidad funcional, entre otros.

A continuación, se detallan los valores que rigen a los servidores civiles del Instituto Geofísico del Perú:

- **Respeto:** valor que garantiza la aceptación y consideración de las personas dentro de un marco de equidad e igualdad sin discriminación de ningún tipo. Institucionalmente el respeto se verá reflejado en la valoración de una comunicación transparente y oportuna, y con el cumplimiento de los compromisos acordados con la debida puntualidad y oportunidad.
- **Identidad:** identificarse e internalizar la historia institucional, y transmitir sentido de pertenencia, contribuyendo con sus desempeños, fortaleciendo una sola imagen institucional y agregando valor en beneficio de la sociedad y la comunidad científica.
- **Integridad:** correlato de coherencia entre los compromisos, las funciones, los comportamientos y los efectos de estos para generar credibilidad y un clima de transparencia y de confianza en la institución. La integridad de los trabajadores se visibiliza en el respeto a las normas de la gestión pública y en cada acto de honestidad y ética profesional.
- **Excelencia:** realizar el quehacer profesional con la búsqueda continua del perfeccionamiento y profesionalismo para superar las expectativas de los diferentes tipos de usuarios internos y externos. En particular, cada persona debe ser un referente en su labor y en forma colectiva debe agregar valor a través del logro de estándares de eficiencia y eficacia de la productividad que sustentan el posicionamiento institucional.

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS INSTITUCIONALES

La actual gestión del IGP evalúa los objetivos estratégicos de la Institución a través de indicadores y sus correspondientes metas, los cuales se establecen de acuerdo al periodo del plan estratégico. De esta forma se representa el cambio que se pretende lograr en los ciudadanos, en el entorno en

que estos se desenvuelven o en los usuarios o beneficiarios de los servicios que la entidad provee. A continuación, se muestran los objetivos estratégicos del Instituto Geofísico del Perú ligados a los respectivos ejes estratégicos.

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS INSTITUCIONALES DEL PEI 2017-2019 DEL IGP

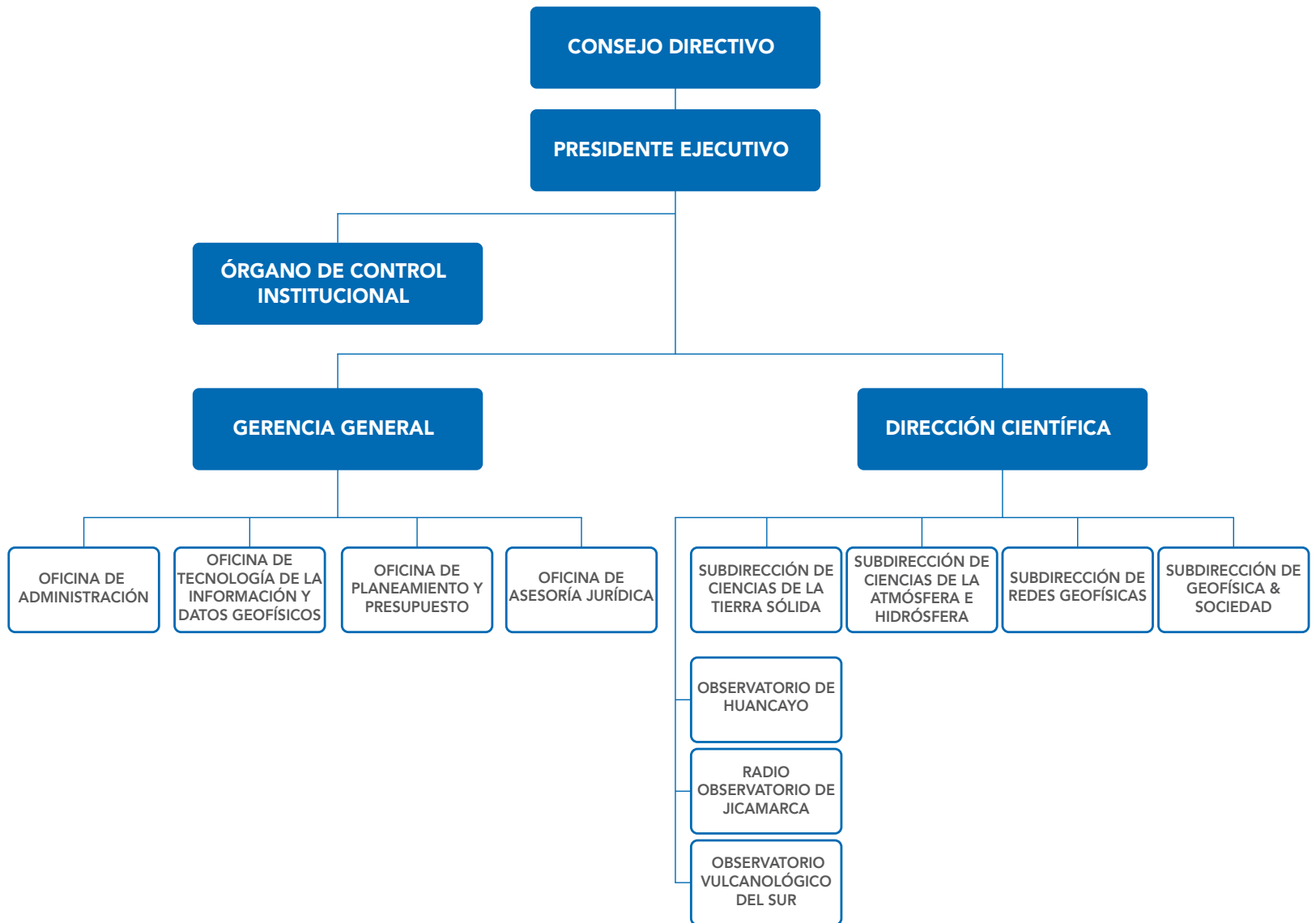
| OBJETIVOS ESTRATÉGICOS INSTITUCIONALES | |
|--|---|
| OEI1: | Incrementar el conocimiento científico e información en el campo de la geofísica y ciencias afines de las entidades públicas y privadas. |
| OEI2: | Fortalecer los sistemas de observación y vigilancia de fenómenos geofísicos para el desarrollo del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (Sinagerd). |
| OEI3: | Promover el mayor y mejor uso de la información científica en geofísica y ciencias afines en beneficio de la sociedad. |
| OEI4: | Fortalecer el sistema de investigación científica y tecnológica en geofísica y ciencias afines en beneficio de la sociedad. |

POLÍTICAS INSTITUCIONALES

Son políticas del Instituto Geofísico del Perú:

- Promover el estudio y la investigación científica en geofísica y ciencias afines, apoyando la publicación de los resultados científicos de la institución en revistas indexadas internacionales de alto nivel.
- Fortalecer la institucionalidad de la gestión ambiental.
- Formular y desarrollar programas educativos conducentes a la formación, capacitación, perfeccionamiento y especialización de investigadores, profesionales y técnicos en áreas de la geofísica y ciencias afines.
- Promover, organizar, realizar y coordinar investigaciones científicas y el desarrollo tecnológico en las áreas de la geofísica y ciencias afines.
- Investigar el ambiente geofísico y los procedimientos que permitan prever y reducir el impacto destructor de los desastres naturales o inducidos por el hombre.
- Planificar, desarrollar y perfeccionar la infraestructura científica y tecnológica en las diversas áreas de la geofísica y ciencias afines: sismología, vulcanología, variabilidad y cambio climático y fenómenos geoespaciales.
- Realización de talleres donde se difunde información sobre la evaluación de peligros geofísicos, como parte de los Programas Presupuestales con Enfoque a Resultados del IGP.
- Otorgar al personal femenino las mismas oportunidades de salario y acceso a cargos directivos, junto con capacitación de alto nivel.
- Incorporar a personal discapacitado, bajo cualquier modalidad de contratación.
- Difundir investigaciones científicas en un lenguaje amigable, de modo que puedan ser entendidas por la sociedad en general, así como boletines técnicos y reportes especiales que detallan las actividades realizadas por la institución.
- Desarrollar anualmente un Programa de Tesistas y Prácticas Preprofesionales, el mismo que tiene por finalidad desarrollar capacidades de investigación en geofísica entre estudiante universitarios de diferentes universidades del país.
- Consolidar alianzas estratégicas con universidades e institutos de investigación para el desarrollo continuo de la geofísica y ciencias afines en el país.
- Aportar en la gestión del riesgo de desastres para que las intervenciones se basen en conocimientos científicos e informaciones debidamente registradas.

Organigrama



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





Adquisición de datos GNSS para el estudio de la deformación de la corteza terrestre frente al Lago San Francisco, en la localidad de Islachircha, distrito de Capillas, provincia de Castrovirreyna, departamento de Huancavelica.



Investigadores científicos

En el IGP desarrollan sus actividades los siguientes investigadores científicos:

- Hernando Tavera, Ph. D. por la Universidad Complutense de Madrid (España)
- Danny Scipión, Ph. D. por la Universidad de Oklahoma (EE. UU.)
- Edmundo Norabuena, Ph. D. por la Universidad de Miami (EE. UU.)
- Yamina Silva, Ph. D. por el Instituto Estatal de Hidrometeorología (Rusia)
- Marco Milla, Ph. D. por la Universidad de Illinois en Urbana–Champaign (EE. UU.)
- Kobi Mosquera, Ph. D. por la Universidad Paul Sabatier (Francia)
- Ivonne Montes, Ph. D. por la Universidad de Concepción (Chile)
- Ken Takahashi, Ph. D. por la Universidad de Washington (EE. UU.)
- Jhan-Carlo Espinoza, Ph. D. por la Universidad Pierre y Marie Curie (Francia)
- Adolfo Inza, Ph. D. por la Universidad Joseph Fourier (Francia)
- Antonio Pereyra, Ph. D. por la Universidad de Sao Paulo (Brasil)
- Edgardo Pacheco, Ph. D. por la Universidad de Texas en Dallas (EE. UU.)
- Nobar Baella, Ph. D. por el Observatorio Nacional de Brasil
- Juan Carlos Villegas, Ph. D. por la Universidad de Niza Sophia Antipolis (Francia)
- James Apaéstegui, Ph. D. por la Universidad Federal de Fluminense (Brasil)
- Sergio Morera, Ph. D. por la Universidad Nacional Agraria La Molina (Perú)
- Ricardo Zubieta, Ph. D. por la Universidad Nacional Agraria La Molina (Perú)
- Raúl Espinoza, Ph. D. Universidad Paul Sabatier (Francia)
- Elisa Armijos, Ph. D. por la Universidad Paul Sabatier (Francia)
- Eva Prieto, Ph. D. por la Universidad de Oviedo (España)
- Alejandra Martínez, MSc por la Universidad Ricardo Palma (Perú)
- Juan Carlos Gómez, MSc por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Perú)
- Hugo Trigos, MSc por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (Brasil)
- Isabel Bernal, MSc por la Universidad Nacional Autónoma de México
- Liliana Torres, MSc por la Universidad Blas Pascal (Francia)
- Percy Cóndor, 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)

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:

Pérez, A., Gutiérrez, D., Saldarriaga, M. S., & Sanders, C. J. (2018). Tidally driven sulfidic conditions in Peruvian mangrove sediments. *Geo-Marine Letters*, 38(5), 457–465. <https://doi.org/10.1007/s00367-018-0549-3>

Mayta, V. C., Ambrizzi, T., Espinoza, J. C., & Silva Dias, P. L. (2018). The role of the Madden-Julian oscillation on the Amazon Basin intraseasonal rainfall variability. *International Journal of Climatology*, 39(1), 343–360. <https://doi.org/10.1002/joc.5810>

Lutsko, N. J., & Takahashi, K. (2018). What Can the Internal Variability of CMIP5 Models Tell Us about Their Climate Sensitivity? *Journal of Climate*, 31(13), 5051–5069. <https://doi.org/10.1175/jcli-d-17-0736.1>

Sulca, J., Vuille, M., Roundy, P., Takahashi, K., Espinoza, J., Silva, Y., Zubieta, R., et al. (2018). Climatology of extreme cold events in the central Peruvian Andes during austral summer: origin, types and teleconnections. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 144(717), 2693–2714. <https://doi.org/10.1002/qj.3398>

Rodríguez-Morata, C., Ballesteros-Canovas, J. A., Rohrer, M., Espinoza, J. C., Beniston, M., & Stoffel, M. (2018). Linking atmospheric circulation patterns with hydro-geomorphic disasters in Peru. *International Journal of Climatology*, 38(8), 3388–3404. <https://doi.org/10.1002/joc.5507>

Moya-Álvarez, A. S., Martínez-Castro, D., Flores, J. L., & Silva, Y. (2018). Sensitivity Study on the Influence of Parameterization Schemes in WRF_ARW Model on Short- and Medium-Range Precipitation Forecasts in the Central Andes of Peru. *Advances in Meteorology*, 2018, 1–16. <https://doi.org/10.1155/2018/1381092>

Ronchail, J., Espinoza, J. C., Drapeau, G., Sabot, M., Cochonneau, G., & Schor, T. (2018). The flood recession period in Western Amazonia and its variability during the 1985–2015 period. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 15, 16–30. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2017.11.008>

Takahashi, K., Karamperidou, C., & Dewitte, B. (2018). A theoretical model of strong and moderate El Niño regimes. *Climate Dynamics*, 52(12), 7477–7493. <https://doi.org/10.1007/s00382-018-4100-z>

Apaéstegui, J., Cruz, F. W., Vuille, M., Fohlmeister, J., Espinoza, J. C., Sifeddine, A., Edwards, R. L., et al. (2018). Precipitation changes over the eastern Bolivian Andes inferred from speleothem ($\delta^{18}O$) records for the last 1400 years. *Earth and Planetary Science Letters*, 494, 124–134. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2018.04.048>

Moquet, J.-S., Guyot, J.-L., Morera, S., Crave, A., Rau, P., Vauchel, P., Martinez, J.-M., et al. (2018). Temporal variability and annual budget of inorganic dissolved matter in Andean Pacific Rivers located along a climate gradient from northern Ecuador to southern Peru. *Comptes Rendus Geoscience*, 350(1–2), 76–87. <https://doi.org/10.1016/j.crte.2017.11.002>

Moreira-Turcq, P., Carlo Espinoza, J., Filizola, N., & Martinez, J.-M. (2018). Rivers of the Andes and the Amazon Basin: Deciphering global change from the hydroclimatic variability in the critical zone. *Comptes Rendus Geoscience*, 350(1–2), 1–3. <https://doi.org/10.1016/j.crte.2018.01.001>

Breitburg, D., Levin, L. A., Oschlies, A., Grégoire, M., Chavez, F. P., Conley, D. J., Montes, I., Zhang, J., et al. (2018). Declining oxygen in the global ocean and coastal waters. *Science*, 359(6371), eaam7240. <https://doi.org/10.1126/science.aam7240>

Bretagnon, M., Paulmier, A., Garçon, V., Dewitte, B., Illig, S., Leblond, N., Scouarnec, L., Campos, F., Montes, I., et al. (2018). Modulation of the vertical particle transfer efficiency in the oxygen minimum zone off Peru. *Biogeosciences*, 15(16), 5093–5111. <https://doi.org/10.5194/bg-15-5093-2018>

- Moya-Álvarez, A., Gálvez, J., Holguín, A., Estevan, R., Kumar, S., Villalobos, E., Martínez, D., Silva, Y., (2018). Extreme Rainfall Forecast with the WRF-ARW Model in the Central Andes of Peru. *Atmosphere*, 9(9), 362. <https://doi.org/10.3390/atmos9090362>
- Espinoza, J. C., Ronchail, J., Marengo, J. A., & Segura, H. (2018). Contrasting North–South changes in Amazon wetday and dry-day frequency and related atmospheric features (1981–2017). *Climate Dynamics*, 52(9–10), 5413–5430. <https://doi.org/10.1007/s00382-018-4462-2>
- Barichivich, J., Gloor, E., Peylin, P., Brienen, R. J. W., Schöngart, J., Espinoza, J. C., & Pattnayak, K. C. (2018). Recent intensification of Amazon flooding extremes driven by strengthened Walker circulation. *Science Advances*, 4(9), eaat8785. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aat8785>
- Malfante, M., Dalla Mura, M., Mars, J. I., Métaixian, J.-P., Macedo, O., & Inza, A. (2018). Automatic Classification of Volcano Seismic Signatures. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 123(12), 10,645–10,658. <https://doi.org/10.1029/2018jb015470>
- Neto, F. A. P., França, G. S., Condori, C., Sant'Anna Marotta, G., & Chimpliganond, C. N. (2018). Angola seismicity. *Journal of Seismology*, 22(5), 1113–1126. <https://doi.org/10.1007/s10950-018-9754-9>
- Ortecho, D., Milla, M., Charapaqui, S., Arboleda, E., Florentino, A., & De La Jara, C. (2017). Design and implementation of a mechanical system for a ground based synthetic apertura radar with automatic antenna pointing: Preliminary results. 2017 Electronic Congress (E-CON UNI). Presented at the 2017 Electronic Congress (E-CON UNI). <https://doi.org/10.1109/econ.2017.8247302>
- Rojas, J., Verastegui, J., & Milla, M. (2017). Design and implementation of a high speed interface system over Gigabit Ethernet based on FPGA for use on radar acquisition systems. 2017 Electronic Congress (E-CON UNI). Presented at the 2017 Electronic Congress (E-CON UNI). <https://doi.org/10.1109/econ.2017.8247311>
- Pritchard, M. E., Biggs, J., Wauthier, C., Sansosti, E., Arnold, D. W. D., Delgado, F., Aguilar, V., Macedo, O., et al (2018). Towards coordinated regional multi-satellite InSAR volcano observations: results from the Latin America pilot project. *Journal of Applied Volcanology*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s13617-018-0074-0>
- Malfante, M., Dalla Mura, M., Metaxian, J.-P., Mars, J. I., Macedo, O., & Inza, A. (2018). Machine Learning for Volcano–Seismic Signals: Challenges and Perspectives. *IEEE Signal Processing Magazine*, 35(2), 20–30. <https://doi.org/10.1109/msp.2017.2779166>
- Hickey, D. A., Martinis, C. R., Mendillo, M., Baumgardner, J., Wroten, J., & Milla, M. (2018). Simultaneous 6300 Å airglow and radar observations of ionospheric irregularities and dynamics at the geomagnetic equator. *Annales Geophysicae*, 36(2), 473–487. <https://doi.org/10.5194/angeo-36-473-2018>
- Rodrigues, F. S., Hickey, D. A., Zhan, W., Martinis, C. R., Fejer, B. G., Milla, M. A., & Arratia, J. F. (2018). Multi-instrumented observations of the equatorial F-region during June solstice: large-scale wave structures and spread-F. *Progress in Earth and Planetary Science*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40645-018-0170-0>
- Urco, J. M., Chau, J. L., Milla, M. A., Vierinen, J. P., & Weber, T. (2018). Coherent MIMO to Improve Aperture Synthesis Radar Imaging of Field-Aligned Irregularities: First Results at Jicamarca. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 56(5), 2980–2990. <https://doi.org/10.1109/tgrs.2017.2788425>
- Hysell, D. L., Baumgarten, Y., Milla, M. A., Valdez, A., & Kuyeng, K. (2018). Ionospheric Specification and Space Weather Forecasting With an HF Beacon Network in the Peruvian Sector. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 123(8), 6851–6864. <https://doi.org/10.1029/2018ja025648>
- Zhan, W., Rodrigues, F. S., & Milla, M. A. (2018). On the Genesis of Postmidnight Equatorial Spread F: Results for the American/Peruvian Sector. *Geophysical Research Letters*, 45(15), 7354–7361. <https://doi.org/10.1029/2018gl078822>
- Bishop, B. T., Beck, S. L., Zandt, G., Wagner, L. S., Long, M. D., & Tavera, H. (2018). Foreland uplift during flat subduction: Insights from the Peruvian Andes and Fitzcarrald Arch. *Tectonophysics*, 731–732, 73–84. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2018.03.005>
- Bernal, I., Tavera, H., Sulla, W., Arredondo, L., & Oyola, J. (2018). Geomorphology Characterization of Ica Basin and Its Influence on the Dynamic Response of Soils for Urban Seismic Hazards in Ica, Peru. *International Journal of Geophysics*, 2018, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2018/9434251>



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 del tiempo y clima, peligro sísmico, sismicidad inducida, prospección geofísica, propagación de ondas electromagnéticas, recepción y procesamiento de imágenes de satélite, 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 Instituto Geofísico del Perú 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 (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.

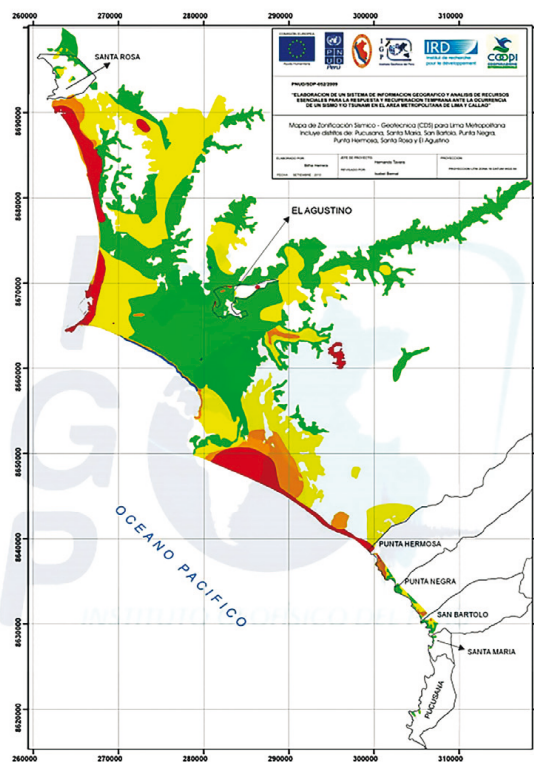
En la actualidad se conoce como El Niño al calentamiento del Pacífico Central. Mientras que, un evento El Niño Costero se da cuando el mar solo se calienta frente a la costa peruana. Cada evento El Niño (costero o no) es diferente. Algunos se pueden pronosticar con meses de anterioridad, mientras que 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:



Mapa de Zonificación Sísmica elaborado por CISMID en 2005 para Lima Metropolitana, en el cual se incluyen los distritos de Pucसानa, Santa María, San Bartolo, Punta Negra, Punta Hermosa, Santa Rosa y El Agustino. El IGP contribuyó con estudios en los distritos nombrados.



Ciencias de la Tierra Sólida



Adquisición de datos GNSS para el estudio de la deformación de la corteza terrestre frente al Lago San Francisco, en la localidad de Islacancha, distrito de Capillas, provincia de Cuzco, región departamental de Huancavelica.

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 se ha generado información técnico científica con impacto social en beneficio de la comunidad académica, lo cual aporta al desarrollo nacional.

En 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", se instalaron y midieron 30 puntos de monitoreo geodésico, los cuales han sido instalados en la área denominada "Silencio sísmico de Nasca", que comprende las provincias de Ica (Chincha, Pisco, Ica, Palpa y Nasca), Caravelí, en Arequipa; y las provincias de Parinacochas y Lucanas, en Ayacucho. Esta información ha permitido cuantificar los desplazamientos de la superficie terrestre con un alto nivel de precisión y sirve como indicador para evaluar el actual potencial sísmico de la zona de estudio. Adicionalmente, con el apoyo de especialistas en geodinámica, se realizaron calcatas geotécnicas a fin de caracterizar los tipos de suelos en las ciudades de Nazca y Vista Alegre.

En el 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", se llevaron a cabo diversas actividades, entre ellas: las visitas de reconocimiento de la zona de estudio a cargo de los investigadores del proyecto, el taller de inicio y apertura del proyecto con presencia de autoridades y público en general, la delimitación del área de estudio, el establecimiento de puntos de control geodésicos, y el levantamiento fotogramétrico de la localidad de Huancabamba, en la región Piura.

Durante 2018, se realizó la primera campaña de instalación y medición de 35 puntos de control geodésicos en la localidad de Huancabamba y sus alrededores, los cuales servirán para cuantificar las tasas y dirección de desplazamiento de los movimientos en masa que afectan a dicha localidad.

En el 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", se realizó la tercera y última campaña de medición de los 71 puntos de control geodésicos instalados en los departamentos de Lima, Áncash, La Libertad, Lambayeque, Piura, Cajamarca, San Martín, Huánuco, Pasco, Junín y Huancavelica. El cálculo del campo de velocidad obtenido muestra soluciones consistentes con las tasas de deformación obtenidas en estudios anteriores y se ha logrado reducir la incertidumbre de las soluciones y mejorar la resolución del campo de velocidad y de los modelos de acoplamiento que son un indicador del potencial sísmico.

Respecto a la gravimetría, se tuvo la visita de investigadores del Laboratorio Géosciences Environnement Toulouse (GET) de Francia, con quienes se establecieron y midieron puntos de gravedad absoluta en las sedes del IGP de Mayorazgo y Camacho; la Universidad Peruana Unión (UPeU), en Ñaña; así como en las localidades de Casapalca y San Jerónimo de Surco, en la provincia de Huarochirí. Con esta iniciativa se establece la red de puntos de gravedad absoluta de primer orden del Perú.

Por otro lado, durante el 2018, se iniciaron dos nuevos estudios de investigación que forman parte de dos tesis de grado. El primero estuvo a cargo de la bachiller Nimia Córdova García, de la Universidad Nacional de Piura, y se titula "Evaluación morfodinámica de las laderas montañosas de la ciudad de Huancabamba y su relación

con el desplazamiento del terreno, Piura-Perú”, para optar el título profesional de Ingeniero Geólogo. El segundo fue denominado “Cuantificación de la deformación cortical durante el periodo intersísmico con mediciones GPS entre los paralelos 8°S–11°S (enero 2016–mayo 2018)”, desarrollado por la bachiller Keiko Moroccoire Pacompia, de la Universidad Nacional San Agustín (UNSA), de Arequipa, para optar el título profesional de Ingeniero Geofísico.

Finalmente, la bachiller Eliana Mantilla Calisaya, quien desarrolló su trabajo de investigación durante 2017, sustentó con éxito su tesis “Modelos de deformación cortical durante la fase intersísmica y su comparación con velocidades GPS para la zona de subducción del Perú”, para optar por el título profesional de Ingeniero Geofísico en la UNSA, el 29 de octubre de 2018.

Todos estos trabajos estuvieron bajo la asesoría del Dr. Juan Carlos Villegas.

FÍSICA DE SUELOS / GEODINÁMICA SUPERFICIAL

Los procesos de geodinámica cortical externa se presentan de forma constante en el territorio peruano, debido a las características del relieve que lo conforman, y a los factores condicionantes como geología, geomorfología, tipos de suelo y su relación con los factores desencadenantes como las precipitaciones, eventos sísmicos y actividades humanas, que en interacción exponen nuestro territorio a una serie de peligros de origen natural (movimientos en masa e inundaciones). Estos eventos causan impactos ambientales y socioeconómicos negativos que afectan áreas urbanas e infraestructura pública.

Ante ello, se han realizado estudios de geodinámica superficial en apoyo a los distintos gobiernos locales y regionales con la evaluación de los niveles de peligro ante la ocurrencia de los peligros en mención (atención de emergencias), a fin de contribuir en los planes de Gestión de Riesgos de Desastres (Ley del Sinagerd) y el ordenamiento territorial.

En el año 2018, se atendieron 12 servicios de emergencias a gobiernos locales y regionales que solicitaron apoyo. Como producto de ello, se generaron mapas con los distintos

niveles de peligros ante la ocurrencia de peligros de origen natural. Las regiones evaluadas fueron Ica, Apurímac, Áncash y Lima.

Asimismo, se apoyó la realización de un proyecto de zonificación sísmica geotécnica que fue desarrollado como parte del programa presupuestal 068 (PPR) para la caracterización geológica y geotécnica de los distritos de Piura, Sullana, Paita, Sechura, Castilla, Catacaos y Chulucanas, en la región Piura.

También se logró consolidar dos proyectos de investigación: “Evidencias de depósitos de avalanchas de escombros en las localidades de Acoccocha, Cashacancha y Pachacoto, en Áncash”; y “Caracterización geotécnica-geofísica y monitoreo geodésico (EDM) del deslizamiento rotacional en el centro poblado de Cuenca, en Huancavelica”.

El primero tuvo como objetivo reconocer la dinámica de los eventos de avalanchas de escombros generados por erupciones volcánicas durante el Plioceno, a través de las características geomorfológicas y geológicas que se encuentran en los depósitos de avalanchas reconocidos en las inmediaciones de los sectores Acoccocha, Cashacancha y Pachacoto. El segundo tuvo como propósito determinar las causas que generan el deslizamiento en la ladera sobre la cual se asienta el centro poblado Cuenca, las zonas susceptibles a deslizarse, la tasa de movimiento y la dirección del deslizamiento; entre los resultados obtenidos



Caracterización geotécnica en la localidad de Paita, desarrollado en el marco del Programa Presupuestal por Resultados n. ° 068.



Caracterización geológica y geodinámica en la localidad de Paita.

se ha establecido que el tipo de suelo (arenoarcilloso y arcilloarenoso); pendiente (30° a 45°), y las precipitaciones (incremento de hasta 121 %) contribuyen a la ocurrencia del deslizamiento. Se estima que las zonas susceptibles a deslizarse involucren aproximadamente volúmenes de 25 millones de m^3 .

INGENIERÍA SÍSMICA

El territorio peruano presenta una alta actividad sísmica e históricamente ha sido afectado por fuertes sismos que han causado miles de muertes y millonarias destrucciones materiales, debido –básicamente– a una inadecuada planificación y ordenamiento territorial, además de un crecimiento desordenado de la población. Actualmente, nuestro país tiene mapas de zonificación sísmica los cuales no son suficientes para distinguir las particularidades del comportamiento dinámico del suelo desde un ámbito local, por lo que 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, que permitió la ejecución del proyecto “Zonas Geográficas con Gestión de Información Sísmica”, cuyo objetivo fue la obtención de informes técnicos y la generación de mapas de zonificación sísmica geotécnica, que han tipificado los suelos de las ciudades de Piura, Sullana, Paita, Catacaos, Castilla, Sechura y Chulucanas, en la región Piura.

Esta información debe ser un documento básico para los tomadores de decisiones, a fin de realizar actividades orientadas a la reducción del riesgo en ciudades al interactuar los suelos con las edificaciones, ante la incidencia con las ondas sísmicas.

La recolección y análisis de los datos geológicos, sísmicos y geofísicos obtenidos en estas ciudades permite elaborar espectros de respuesta, conocer los valores de la frecuencia predominante del suelo, su periodo de respuesta, la velocidad de las ondas de corte (V_{s30}), identificar medios saturados y el nivel freático, que en conjunto ayudarán a determinar el comportamiento dinámico del suelo ante sismos. Esta información acondicionará el tipo de construcción adecuada a las condiciones físicas de cada suelo.

Para el desarrollo de los trabajos de campo, se contó con el apoyo logístico de las autoridades municipales de cada localidad. Se llegó a desplegar un total de veinte ingenieros geofísicos y geólogos quienes, durante un periodo de cinco meses, recolectaron datos *in situ* para su posterior análisis e interpretación. La integración de los resultados se presenta en el mapa de zonificación sísmica geotécnica para cada área urbana y zona de expansión urbana intervenida.

Entre las actividades técnicas realizadas en el año 2018, también se ha considerado la adquisición de datos sísmicos en colegios, con el fin de realizar la evaluación del comportamiento dinámico de las estructuras de las instituciones educativas ubicadas en los distritos de Piura. Para este objetivo se hizo uso de registros de vibración ambiental y la aplicación de la técnica Espectros de Amplitud. En general, se entiende que las estructuras que conforman los centros educativos presentan características dinámicas diferentes, que de manera particular, definen su comportamiento elástico ante la ocurrencia de sismos.

Debido a que la población estudiantil está expuesta a la respuesta dinámica estructural ante sismos, es importante conocer los parámetros dinámicos de la estructura para evaluar su riesgo sísmico. 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



Adquisición de registros de vibración ambiental en Ciudad Nueva, Tacna.

estructura pasa a un estado de resonancia, habiendo altas probabilidades de experimentar el colapso o daños mayores en la estructura afectando directamente a los estudiantes de dichos colegios.

Otra actividad científica fue la publicación del artículo “Geomorphology Characterization of Ica Basin and Its Influence on the Dynamic Response of Soils for Urban Seismic Hazards in Ica, Peru”, en la revista International Journal of Geophysics, investigación liderada por Isabel Bernal en coautoría con Hernando Tavera, Wilfredo Sulla, Luz Arredondo y Javier Oyola. La finalidad de este estudio fue conocer cómo influye el espesor del estrato sedimentario y la geoforma del basamento de la ciudad de Ica, en el comportamiento dinámico de los suelos a bajas frecuencias y así evidenciar el posible efecto que experimentarían las infraestructuras construidas. Para este fin, se aplicaron cinco métodos geofísicos, cocientes espectrales (H/V), Frecuencia–Número de ondas (F-K), análisis multicanal de ondas superficiales MASW, análisis multicanal de microtremors (MAM) y análisis gravimétrico.

Asimismo, la MSc Isabel Bernal participó en la reunión internacional “Technical Deep Dive on Seismic Risk and Resilience”, evento organizado por el Banco Mundial, el Tokyo Development Learning Center (TDLC) y los equipos de Gestión de Riesgo de Desastres de la Practica Global de Urbano y Resiliencia del World Bank Disaster Risk Management (DRM), entre el 12 y 17 de marzo en las ciudades de Tokio, Sendai y Kobe. Durante este entrenamiento se trataron temas relacionados con la identificación del riesgo y su gestión para evitar infraestructuras críticas, a fin de construir ciudades menos vulnerables.

La Ing. Kelly Pari también participó en el “Diplomado de postítulo en gestión, ingeniería y ciencias para la resiliencia a los desastres”, desarrollado del 19 de noviembre al 7 de diciembre en la Universidad de Chile, capacitación que permitió profundizar en el ordenamiento y planificación territorial en el marco de la resiliencia para la reducción de desastres.



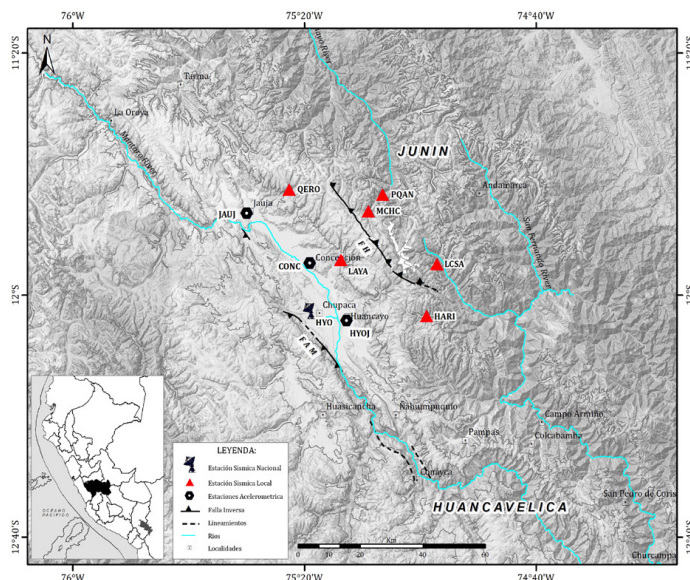
Mediciones de vibración ambiental en el sector Bellavista, localidad de Sullana – Piura.

SISMOLOGÍA

Las actividades fueron orientadas a realizar estudios de investigación en sismología, sismotectónica, tsunamis y evaluación del riesgo por sismo. Los resultados obtenidos son divulgados en artículos científicos, informes técnicos y reuniones técnico científicas.

Las investigaciones en sismología, lideradas por el Dr. Hernando Tavera, en 2018, permitieron realizar estudios sobre la dinámica de la estructura interna de la litósfera en la región norte del Perú, a fin de conocer las propiedades físicas de la anisotropía del manto y su relación con el proceso de subducción de la placa de Nazca, bajo la Sudamericana.

En sismotectónica, desde el año 2017, se están monitoreando fallas activas con la operatividad de redes sísmicas que registran la actividad microsísmica netamente local. Los sistemas de fallas monitoreados son las de Tambomachay (Cusco), Huaytapallana (Junín), Razuhuilca–Quinoa (Ayacucho) y Huambo–Cabanaconde (Arequipa). Como resultados preliminares, se identificó la presencia



Proyecto microsismicidad de la falla Huaytapallana - Junín.

de agrupamientos de microsismicidad, lo que indica que estos “sistemas de fallas”, se encuentran activos y podrían generar sismos como los ocurridos en el pasado. Este proyecto se encuentra en ejecución y los resultados finales se presentarán en 2020.

En la línea de investigación de tsunamis, considerando la escala geológica para la ocurrencia de estos, existen pocos registros escritos que permitan caracterizar detalladamente su comportamiento en zonas costeras. En este contexto, surge la importancia de realizar modelados numéricos los cuales 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 2018 se realizó el modelado numérico de tsunami para el distrito de Chorrillos, producido por un sismo de magnitud 8,5 Mw con posible origen en las asperezas existentes frente al Callao. Además, se analizó el desplazamiento, la dinámica y el cambio de velocidad del flujo de agua en la zona costera considerando las edificaciones existentes. Como resultados se obtuvieron valores de alturas de ola que fluctúan entre los 3 y 11 metros, 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 afectado por inundación. En tanto, las velocidades de corriente superan los 1,5 m/s, lo que se traduce en altos niveles de peligrosidad para las personas quienes no podrían mantenerse de pie.



Análisis de sismicidad.

En el campo de la evaluación del riesgo, sabemos 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 con la placa Sudamericana, lo que genera grandes daños a las ciudades costeras, entre ellas la ciudad de Huaral. 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, es necesario realizar 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



Ruptura de la presa de Yanacocha, en Pasco.

sísmica-geotécnica, realizada por la institución en 2016, determinar los escenarios de riesgo por sismo para la ciudad de Huaral. En este estudio, se evaluaron 14 301 lotes, de los cuales se identificaron con riesgo sísmico alto: 2625; riesgo sísmico medio: 9976; mientras que 1700 lotes no fueron analizados.

NUESTRO PRINCIPAL LOGRO: EL CENTRO SISMOLÓGICO NACIONAL (CENSIS)

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. Proporcionó de manera inmediata los parámetros hipocentrales y la magnitud de un sismo, así como las intensidades evaluadas en las principales localidades afectadas con el fin de brindar la información casi inmediata al Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci), la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), así como a los medios de comunicación. En 2018, se reportó la ocurrencia de 355 eventos sísmicos percibidos por la población.



Especialistas del CENSIS procesando datos sísmicos.

A blue-tinted photograph of a server room. Three people are working on server racks. One person is kneeling in the foreground, another is standing in the middle ground, and a third is standing in the background. The racks are filled with server hardware. The text 'Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera' is overlaid in the bottom left corner.

Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera



Parámos de Majadapampa.

La Subdirección de Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera (CAH) genera, utiliza y hace accesible el conocimiento e información científica básica y aplicada relacionada con la atmósfera e hidrósfera, lo que contribuye a la gestión del ambiente geofísico con énfasis en la previsión de peligros. Además, forma parte de la comunidad científica internacional y en 2018 logró tener al mayor número de investigadores con grado de doctor: 12, cinco de ellos son parte del proyecto Magnet, financiados por el Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica (Fondecyt) del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (Concytec), lo que se visualiza en el número de publicaciones indexadas de primera autoría.

FÍSICA ATMOSFÉRICA

Durante el año 2018, las actividades de esta unidad se enmarcaron en tres proyectos: “Estudio de los procesos físicos que controlan los flujos superficiales de energía y agua para el modelado de heladas, lluvias intensas y evapotranspiración en la sierra central del Perú” (proyecto Microfísica), financiado por Innovate Perú; “Modelado hidrodinámico (lluvias, huaicos y deslizamientos) en Chosica, Lima”, financiado por el Fondo para Intervenciones ante Desastres (FONDES), que contempló la instalación temporal de un radar meteorológico para la detección de lluvias en la cuenca del río Rímac. Finalmente, el proyecto Magnet “Fortalecimiento de la línea de investigación en física y microfísica de la atmósfera”, con el financiamiento de Fondecyt mediante la inserción de cinco investigadores.

El proyecto Microfísica tuvo actividades para el cierre del proyecto, cuyos resultados son:

- Validación de la ecuación empírica de evapotranspiración.
- Evaluación del algoritmo de estimación de lluvias del satélite GPM.
- Evaluación de la técnica de humeado para la mitigación de heladas.
- Generación de cuatro publicaciones científicas: una publicada y tres sometidas a revistas indizadas.
- Realización de seis tesis de pregrado sustentadas.
- Participación en cinco conferencias internacionales y siete eventos de capacitación (cursos y talleres).
- Generación de datos de parámetros atmosféricos para desarrollar investigación sobre el clima de los Andes del Perú.

Este proyecto también ha permitido incorporar la temática de investigación, para incrementar la investigación sobre eventos meteorológicos extremos, así como generar conocimiento y herramientas para su aplicación en la gestión de riesgo de desastres. Asimismo, ha servido para apalancar fondos para nuevos proyectos enmarcados en la misma línea de investigación, como el proyecto Magnet y el modelado de huaicos.

Adicionalmente a las tesis sustentadas y contempladas dentro de este proyecto, dos tesis fueron sustentadas en 2018: “Optimización de la técnica del riego pasivo para el control de los efectos de las heladas por modelamiento y simulación”, que tuvo como objetivo principal determinar la altura de agua que se debe aplicar a la técnica mencionada para poder alcanzar un incremento óptimo de la temperatura mínima de superficie. Esta tesis fue sustentada para optar el grado de Ing. agrónomo por Diego Ramírez de la Universidad Nacional del Centro (UNCP).

La segunda tesis “Cuantificación de lluvias utilizando un radar perfilador que opera en banda Ka MIRA 35C”, desarrolla un algoritmo para estimación de la lluvia a partir de datos del radar perfilador de nubes y precipitación, ubicado en el Laboratorio de Microfísica Atmosférica y Radiación (Lamar) en el Observatorio de Huancayo del IGP. Fue sustentada por Jairo Valdivia para optar el grado de Ing. ambiental en la Universidad Nacional Faustino Sánchez Carrión de Huacho.

Ambas tesis hicieron uso de los datos generados en el Proyecto Microfísica, así como la asesoría de los especialistas del mismo.

Finalmente, también se presentó un informe técnico con los resultados de la técnica de humeado a pequeña escala. Este

concluye que el humo generado no afecta significativamente los cambios de la temperatura cerca de la superficie del suelo, lo que no ayuda a prevenir las heladas.

RADAR METEOROLÓGICO PX-1000

Como parte del proyecto “Implementación de sistemas de alerta temprana de deslizamientos y huaycos usando radares geofísicos en Huancavelica, Junín y Lima”, se ejecutó la primera etapa: “Modelado hidrodinámico de flujos aluvionales (lluvias intensas y huaicos) en Chosica, Lima”, cuyo objetivo general fue realizar una campaña de observaciones de las lluvias usando un radar meteorológico para el modelado de lluvias y flujos aluvionales (huaicos) en la zona de Chosica, Lima.

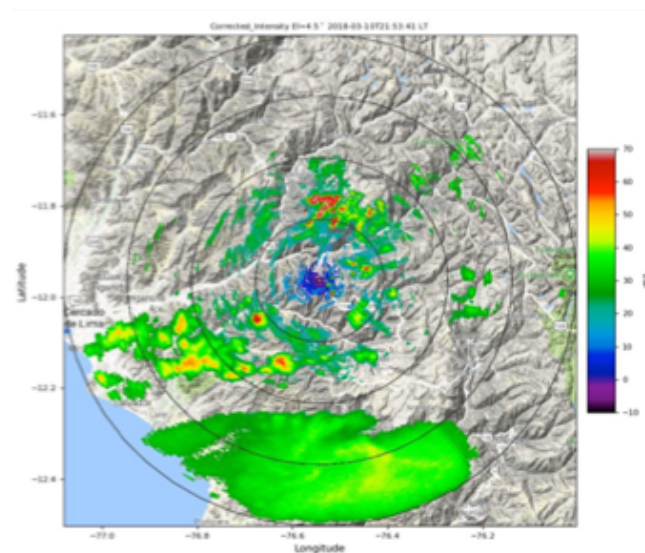
Se instaló el Radar Meteorológico PX-1000, el primero en su tipo en Perú, suministrado por la Universidad de Oklahoma, y que conllevó muchos retos, desde el transporte desde EE. UU., así como su instalación y el análisis de los datos. Este radar se instaló en el cerro Suche, ubicado en la provincia de Huarochiri, Lima, y estuvo en operación entre el 25 de enero y 31 de marzo de 2018. Posteriormente, los resultados de la campaña de toma de datos fueron trabajados en conjunto con otras entidades, como el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi). Los resultados de este proyecto fueron un modelamiento de los flujos que se generan por efecto de las lluvias en la parte media y alta de la cuenca del río Rímac, los cuales afectarían a la



Radar PX-1000 en el cerro Suche, Huarochiri.

zona de Chosica; asimismo, permitió tener la experiencia de operar un equipo sofisticado y complemente nuevo para el Perú, y ver la utilidad del radar para cubrir zonas de difícil acceso y que no pueden ser cubiertas por las estaciones meteorológicas convencionales.

Como parte de la colaboración con la Universidad de Oklahoma, también se coordinó un taller llamado “Radares Meteorológicos, desarrollo y aplicaciones”, en el que los investigadores de dicha casa de estudios expusieron los últimos avances tecnológicos y de investigación sobre radares meteorológicos. A la capacitación asistieron estudiantes e investigadores interesados en esta tecnología para prevenir desastres. También se llevó a cabo una visita



Evento de lluvias del 10 de marzo de 2018, registrado por el Radar PX-1000

al Laboratorio de Innovación en Radares (RIL) para llevar a cabo el taller técnico “Uso y desarrollo de radares en el Perú”. Como resultado de este proyecto y las coordinaciones con la Universidad de Oklahoma, el IGP planteó un nuevo proyecto para el desarrollo de un prototipo de radar meteorológico en el Perú.

PROYECTO MAGNET

En su segundo año, el proyecto Magnet ha publicado un artículo sobre Pronóstico de lluvia extrema con el modelo

WRF-ARW en los Andes centrales del Perú, liderado por el Dr. Aldo Moya quien evalúa la capacidad del modelo para pronosticar lluvias extremas en el Mantaro, usando dos estudios de caso y encuentra que las precipitaciones intensas son subestimadas por el modelo y que la sobreestimación de la precipitación promedio se debe principalmente a la sobreestimación de los eventos no intensos. Gracias al proyecto, también se concluyó con la implementación de una torre de gradiente de 30 metros de altura, que cuenta con instrumentos para medición de temperatura del aire y vientos, con objetivo de evaluar los flujos de calor desde el suelo hacia la atmósfera, información útil para el estudio de heladas y tormentas. Así también, en noviembre se realizó una campaña de mediciones utilizando globos cautivos y otros instrumentos para evaluar las condiciones atmosféricas en el inicio de la temporada de lluvias.



Campaña de mediciones de lluvias utilizando globo cautivo.

Con la finalidad de incentivar y generar herramientas para el análisis de fenómenos atmosféricos, entre mayo y julio, se llevó a cabo el curso “Micrometeorología y física de la atmósfera”, en coordinación con la Escuela de Postgrado en Física (EPF) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Este curso estuvo a cargo de los doctores José Luis Flores y Aldo Moya, y formó parte de los tópicos especiales del Programa de Maestría de la Escuela de Posgrado. Cabe resaltar que además de los alumnos matriculados de manera regular en el Programa, fueron admitidos estudiantes de instituciones externas, contribuyendo con ello al fortalecimiento de las capacidades de investigación del país.



Organizadores y participantes del taller internacional “Construyendo resiliencia para el manejo de riesgo de desastres por inundaciones en la costa norte de Perú” (20-23 de agosto de 2018).

Como cada año, el grupo de Física Atmosférica ha participado en eventos nacionales e internacionales con la finalidad de difundir la investigación que viene desarrollando. De esta manera, el licenciado Miguel Saavedra participó en la reunión anual de la European Meteorological Society 2018, realizada en Budapest, Hungría, mientras que Jairo Valdivia y Elver Villalobos participaron en el “2nd WCRP Summer School on Climate Model Development”, en Sao Paulo, Brasil. Por otro lado, los investigadores asociados al Proyecto Magnet presentaron los avances de las investigaciones en el XXVI Simposio Peruano de Física, que se hizo en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Respecto a los aerosoles, el Ing. Luis Suárez participó en el curso especializado sobre Radiación UV en el Global Atmosphere Watch – Training & Education Centre en Alemania.

Otra de las actividades vinculadas a la temática de eventos de lluvias extremas, se desarrolló en la ciudad de Piura el taller internacional “Construyendo resiliencia para el manejo de riesgo de desastres por inundaciones en la costa



Organizadores y participantes del taller internacional “Construyendo resiliencia para el manejo de riesgo de desastres por inundaciones en la costa norte de Perú” (20-23 de agosto de 2018).

norte de Perú”, desarrollado en conjunto con la Universidad de la Ciudad de Birmingham del Reino Unido. El evento congregó a alrededor de 40 investigadores y profesionales jóvenes del Reino Unido y Perú, quienes tuvieron el desafío de trabajar juntos en todas las disciplinas para identificar temas transversales clave y hacer recomendaciones para desarrollar resiliencia ante eventos futuros de inundaciones en la ciudad de Piura. El objetivo principal del taller fue alentar a esta nueva generación de investigadores a participar y desarrollar un enfoque sistémico para la gestión de riesgo de desastres por inundaciones que abarque etapas de preparación, gestión de desastres, rehabilitación y recuperación. El taller fue financiado por el Fondo Newton del Reino Unido con el auspicio de Concytec.

HIDROLOGÍA Y SUELOS

Además, en temas relacionados con el Paleoclima, durante 2018 se ha publicado el estudio “Los cambios de precipitación en los Andes orientales bolivianos inferidos de los registros de espeleotemas (2180) durante los últimos 1400 años”. Dicho trabajo evidencia a través de la señal isotópica en espeleotemas (estalagmitas de cavernas), la variabilidad del clima correspondiente a los últimos 1600 años en el sistema del Monzón Sudamericano (MSA), el cual es el principal mecanismo de la circulación atmosférica y las lluvias a escala continental. El trabajo revisa las evidencias del Paleoclima para los Andes orientales, mostrando un comportamiento antifásico entre los registros del norte de la cordillera (Perú–seco) y el sur (Bolivia–húmedo), especialmente para el periodo conocido como la Anomalía Climática Medieval (900–1200 A.D.). Dicho contraste es



Labores de campo para la toma de datos con equipo ADCP.

asociado a eventos recurrentes de transporte anómalo de humedad en el MSA en teleconexión con periodos de sequía extrema en el sudeste brasileño y calentamiento en las regiones oceánicas del Indo–Pacífico. De manera complementaria, el trabajo muestra un comportamiento coherente de los registros paleoclimáticos para el periodo correspondiente a la pequeña edad de hielo (1400–1850 A.D.) evidenciando un incremento de las precipitaciones a escala continental.

En octubre de 2018, se llevó a cabo el taller de transferencia de información desarrollado en el marco de convenio entre la Autoridad Nacional del Agua y el Instituto Geofísico del Perú. Dicho convenio de cooperación, comprendió el desarrollo de un portal web, el cual consiste en la publicación mensual de reportes sobre las condiciones hidroclimáticas en la cuenca amazónica peruana y, que actualmente está operativo en la página web del IGP: <http://intranet.igp.gob.pe/eventosexremos-amazonia-peruana/>. En representación del IGP participó el MSc Omar Gutiérrez quien próximamente iniciará estudios de doctorado en Francia.



Taller IGP–ANA (Octubre 2018).

La emisión de reportes técnico científicos se ha venido realizando en cooperación con el Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo (IRD), en el marco del observatorio HYBAM y como parte del proyecto financiado por Innóvate Perú “Estudio de los eventos hidrológicos extremos en la Amazonía peruana: Sistema de alerta cualitativo para la previsión”, que culminó este año.

La utilidad de los datos satelitales en modelización hidrológica es evaluada en una publicación liderada por el IGP en la Revista de Tecnología y Ciencias del Agua en 2018: “Modelación hidrológica de la cuenca del río llave a partir

de datos de precipitación observada y de satélite, periodo 2011–2015, Puno, Perú”. En este estudio un conjunto de datos de precipitación observada (basado en pluviómetros) y dos productos de precipitación deducidos de datos provistos por el satélite TRMM (TMPA V7, TMPART) fueron utilizados como datos de entrada para las estimaciones de caudales mensuales usando el modelo hidrológico agregado GR2M. Los resultados de la investigación indican que datos provenientes de satélite pueden ser útiles (rendimiento 72%) para la modelización hidrológica en las cuencas del Altiplano.

En 2018 se formó profesionales especializados en líneas de investigación de hidrología y suelos entre ellos: Rubén Ortiz, quien sustentó la tesis “Caracterización de sequías en la cuenca del río Puyango–Tumbes en base a los índices de flujo base y precipitación estandarizada”, para optar el título profesional de Ing. hidráulico en la Universidad Nacional de Cajamarca. En su tesis el Ing. Ortiz, muestra, basado en datos del periodo 1963–2015, que la cuenca sufrió un rango de sequías moderadas a extremas.

Asimismo, Jhon Orrillo sustentó la tesis “Caracterización del rol del Páramo andino en la regulación del recurso hídrico en la cuenca Ronquillo”, para optar el título profesional de Ing. hidráulico en la Universidad Nacional de Cajamarca. El Ing. Orrillo concluye que más de un 60 % del volumen de agua se almacena en la geología, pero principalmente en los grandes depósitos de suelos Andosol que a profundidades mayores de 75 cm presentan un alto contenido de humedad.

Por otro lado, Diana Díaz sustentó la tesis “Estudio de transporte de sedimentos en la cuenca del río Ronquillo”, para optar el título profesional de Ing. hidráulico en la Universidad Nacional de Cajamarca. Los resultados de la tesis mediante la comparación de los volúmenes de sedimento de fondo estimados, con volúmenes observados, indican que fórmulas propuestas están predominantemente sobreestimando los sedimentos de fondo real.

Además, Darwin Huamán sustentó la tesis “Hidrometría de alta precisión durante eventos hidrológicos extremos en el norte del Perú”, para optar el título profesional de Ing. agrícola en la Universidad Nacional de Tumbes. Sus resultados permitieron analizar la dinámica de secciones de río ante crecidas, dando evidencia de la influencia de la erosión y deposición de sedimentos. Las tesis fueron



Dr. James Apaéstegui y Dr. Danny Scipión en el II Simposio Internacional del Karst.

desarrolladas en el marco de los proyectos de investigación “Influencia de los páramos en la erosión y conservación de suelos andinos, e identificación de su rol en la regulación del recurso hídrico en grandes ciudades altoandinas”; y “Monitoreo y caracterización del transporte de sedimentos en suspensión y de fondo durante eventos extremos El Niño en la cuenca binacionales Puyango–Tumbes”, los cuales fueron liderados y ejecutados por el IGP.

Coorganizado por el Instituto Geofísico del Perú, Chachapoyas fue la sede del II Simposio Internacional del Karst, donde espeleólogos de distintos países, trataron temas como la formación y evolución del sistema kárstico, la minería, la variabilidad climática, la arqueología, biodiversidad de los sistemas kársticos, entre otros. Este colectivo dio a conocer los estudios bioespeleológicos que se están realizando en el Perú, México, Colombia, Francia y España, con el fin de mostrar las labores de conservación que se están llevando a cabo.

Finalmente se obtuvieron las subvenciones de dos nuevos proyectos liderados por el Dr. Sergio Morera: “Integrated upstream and downstream thinking to mitigate water security challenges from Peruvian glacier retreat”, y el proyecto de investigación MOSARD “Monitoreo de los Sedimentos ante el Riesgo y Desastres”, de los concursos de “Círculos de

Investigación en Glaciares” y de “Equipamiento–2018”, respectivamente, del Fondecyt.

CLIMATOLOGÍA

Es conocido que los eventos climatológicos, tales como el fenómeno El Niño, tienen un impacto principalmente negativo en nuestra sociedad y por este motivo se requiere mejorar la monitorización de la evolución de estos eventos y entender mejor, mediante la investigación científica, la física de estos fenómenos. Ello contribuirá a mejorar el pronóstico de dichos eventos y, por ende, sus impactos en nuestro país.

Durante el año 2018 y en el marco del Programa Presupuestal por Resultados n. ° 068 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”, el IGP continuó contribuyendo con el análisis de pronósticos numéricos y la opinión experta a la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN). Asimismo, como resultado de esta tarea, el IGP elaboró 12 informes técnicos que fueron insumos primordiales para la elaboración del informe técnico ENFEN y para sus comunicados oficiales, que se distribuyen a los tomadores de decisiones y al público en general.

En relación con el monitoreo de las condiciones oceánicas y atmosféricas en el océano Pacífico tropical, con énfasis en el monitoreo y pronóstico del fenómeno El Niño, se continuó utilizando la información de los flotadores ARGO para generar nuevos productos que permitan el monitoreo de la temperatura del mar en la costa del Perú, particularmente en tres puntos: frente a Paita, Chimbote y Callao. Esta información es de suma utilidad, ya que permite observar hasta qué profundidad puede llegar una anomalía observada en la temperatura superficial del mar. Este producto se está presentando a las reuniones técnicas de la Comisión Multisectorial del ENFEN, que se realiza cada mes, y es un aporte importante para el pronóstico del fenómeno El Niño.

Desde el año 2014, el IGP elabora boletines técnicos mensuales sobre investigaciones en temas relacionados al fenómeno El Niño, los cuales constan principalmente de artículos de divulgación y de avances científicos. Adicionalmente, se realizaron tres talleres en las ciudades de Tumbes, Chiclayo y Trujillo, dirigidos principalmente a docentes y estudiantes universitarios.

En 2018 se publicó el estudio “Un modelo teórico de regímenes de El Niño fuertes y moderados”, que muestra, usando la ecuación de Fokker–Planck, cómo la distribución de probabilidad bimodal de los eventos El Niño surge de la retroalimentación no lineal de Bjerknes y también propone que el aumento de la retroalimentación neta con el aumento de temperatura es una condición necesaria para la bimodalidad en el modelo de recarga–descarga asociada a El Niño–Oscilación Sur (ENSO). También muestra que la fuerza de amortiguamiento determina tanto la escala de tiempo de ajuste, como el valor de equilibrio de la extensión del conjunto asociada con el forzamiento estocástico. Esta investigación es importante porque permite comprender mejor la dinámica de El Niño.

Además, el estudio “Climatología de los eventos de frío extremo en los Andes centrales peruanos durante el verano austral: origen, tipos y teleconexiones”, encontró que los eventos extremos de temperaturas mínimas de verano en la cuenca del Mantaro están asociadas a la advección de masas de aire secos y fríos provenientes del extremo sur del continente. Aunque esté presente un evento de El Niño o La Niña, los resultados muestran que las fases 8 y 1 de la Oscilación de Madden–Julian, inducen anomalías negativas de temperatura mínima en toda la Cuenca del Mantaro durante el verano. Estos resultados muestran que ciertas fases de la Oscilación de Madden–Julian, cual es un fenómeno de variabilidad intraestacional, tienen mayor influencia que el fenómeno El Niño o La Niña en la modulación de las temperaturas mínimas de verano en los Andes centrales del Perú.

En 2018 también se sustentó la tesis “Evaluación de las Versiones del Modelo Climático CFS para el Pronóstico Estacional de Anomalías de la Temperatura Superficial del Mar en el Pacífico Ecuatorial”, a cargo de Jorge Reupo, quien obtuvo el grado de Licenciado en Física, en la UNMSM.

OCEANOGRAFÍA

La Unidad de Oceanografía, dedicada a entender el comportamiento del océano y su rol sobre el sistema climático a partir de los principios fundamentales de la dinámica de fluidos y la termodinámica, genera nuevo conocimiento del entorno marino que puede ser empleado como base para la toma de decisiones. El enfoque metodológico que se emplea se basa en la modelación numérica que incluye



Portada del resumen para tomadores de decisiones "The Ocean is losing its breath: declining oxygen in the world's ocean and coastal waters; summary for policy makers". (Figura 1)

el uso, la implementación, calibración, optimización y desarrollo de modelos numéricos hidrodinámicos del océano, modelos acoplados físicos-biogeoquímicos y acoplados océano-atmósfera, así como el análisis de los resultados numéricos de modelos regionales y globales. Además, contempla el análisis de datos observacionales in situ y satelitales provenientes de bases de datos internacionales. Los temas de investigación están enfocados a comprender:

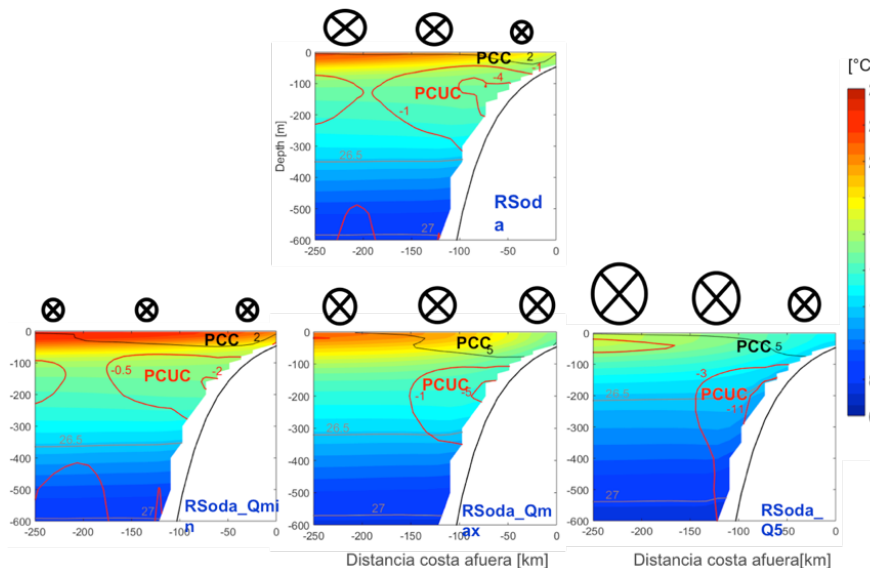
1. La dinámica del Sistema de Afloramiento de Humboldt a diferentes escalas espaciotemporales, y el rol de la variabilidad global del océano y atmósfera (con énfasis en el océano Pacífico) sobre este sistema.
2. Los procesos asociados al cambio climático frente a la costa peruana (p. ej. de oxigenación).

3. El rol de los procesos de interacción océano-atmósfera a escala regional sobre el clima del Perú.

4. Colaborar en el desarrollo de la capacidad de predicción de la evolución de eventos extremos climáticos que impactan al Perú (p. ej. El Niño).

Durante el 2018 la Unidad de Oceanografía contribuyó a investigar los procesos asociados al cambio climático frente a la costa peruana tal como el problema de la desoxigenación marina, referido a la reducción del contenido del oxígeno disuelto del océano; contribuyendo a varios artículos científicos (p. ej. 1Bretagnon et al., 2018). Cabe señalar que el oxígeno oceánico es muy importante para mantener la vida y la sostenibilidad del planeta, ya que el océano interviene en el ciclo de los nutrientes en el océano (importante para el ecosistema y el clima), en la producción de gases de efecto invernadero (importante para el clima) y determina la distribución espacial de la biodiversidad marina aeróbica y recursos pesqueros (importante para el ecosistema). En el marco de esta investigación y formando parte de la comunidad internacional que integra la iniciativa de investigación GO2NE (Global Ocean Oxygen Network, programa perteneciente a los estados miembros de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental IOC-Unesco, que está dedicada a la discusión/compresión de los nuevos

¹Bretagnon, M., Paulmier, A., Garçon, V., Dewitte, B., Illig, S., Leblond, N., Coppola, L., Campos, F., Velasco, F., Panagiotopoulos, C., Oschlies, A., Hernandez-Ayon, J. M., Maske, H., Vergara, O., Montes I., Martinez, P., Carrasco, E., Grelet, J., Desprez-Desincourt, O., Maes, C., and Scouarnec, L., 2018: Modulation of the vertical particle transfer efficiency in the oxygen minimum zone off Peru. *Biogeosciences*: 15, 5093-5111 doi.org/10.5194/bg-15-5093-2018.



Secciones verticales promediados entre 7° y 13° S de la temperatura, velocidad meridional y densidad mostrando la distribución vertical de las condiciones oceanográficas bajo diferentes escenarios de esfuerzo de vientos (RSoda: condición normal, RSoda_Qmin: menor intensidad, RSoda_Qmax: mayor intensidad, RSoda_Q5: 5 veces el valor normal).

descubrimientos y desarrollo de la comunidad científica enfocada en estudiar la desoxigenación de los océanos, así como sobre las estrategias y acciones de comunicación para mejorar el reconocimiento internacional de la desoxigenación y las amenazas relacionadas con la salud del océano, se publicó el artículo científico denominado “Declining oxygen in the global ocean and coastal waters²”, el cual presenta evidencia científica de la problemática, la proyección al futuro y las potenciales soluciones al problema.

Además, un reporte sucinto para tomadores de decisiones denominado “The Ocean is losing its breath: declining oxygen in the world’s ocean and coastal waters summary for policy makers³” (Figura 1).

Acompañando a las iniciativas internacionales, la Unidad de Oceanografía se integra al VOICE (Variability in the Oxycline and its Impacts on the Ecosystem), un enfoque para establecer un sistema de observación sostenido en regiones de Zona Mínima de Oxígeno (OMZ, por sus siglas en inglés), donde sus actividades actuales reciben el patrocinio de los siguientes proyectos internacionales GOOS, IOCCP, NOAA y SOLAS. <http://www.ioccp.org/more/396-voice>. Además, se inició el proyecto SCOR WG 155 EBUS, grupo de trabajo perteneciente al Comité Científico sobre Investigación Oceánica (SCOR–Scientific Committee on Oceanic Research), centrado en la integración de los conocimientos existentes sobre EBUS (Sistema de Bordes Orientales, por sus siglas en inglés), que permitirá formular una recomendaciones estratégica para la creación de sistemas regionales de observación que incluyan un modelado climático para monitorear y comprender las interacciones océano–atmósfera física y biogeoquímica en zonas del océano de relevancia socioeconómica; siendo que las EBUS son laboratorios naturales para estudiar la amplitud de procesos interactivos entre la tierra, el océano, la atmósfera a escala regional y sus efectos sobre la biodiversidad y el clima. Este proyecto está copresidido por Ruben Escribano (UdeCIMO, Chile) e Ivonne Montes (IGP, Perú), e integrado por 21 científicos provenientes de

²Breitburg D., Levin L., Oschkies A., Gregoire M., Chavez F., Conley D., Garcon V., Gilbert D., Gutierrez D., Isensee K., Jacinto G., Limburg K., Montes I., Naqvi S., Pitcher G., Rabalais N., Roman M., Rose F., Seibel A., Telszewski M., Yasuhara M., Zhang J. (2018) Declining oxygen in the global ocean and coastal waters, *Science*, Vol. 359, 46. DOI: 10.1126/science.aam7240

³Breitburg D., Gregoire M., Isensee K., Chavez F., Conley D., Garcon V., Gilbert D., Gutierrez D., Jacinto G., Levin L., Limburg K., Montes I., Naqvi W., Oschkies A., Pitcher G., Rabalais N., Roman M., Rose K., Seibel B., Telszewski M., Yasuhara M., Zhang J. (2018) The Ocean is losing its breath: declining oxygen in the world’s ocean and coastal waters; summary for policy makers. UNESCO, IOC. Technical series, 137, IOC/2018/TS/137.



Participantes del curso taller sobre modelado numérico del Océano junto con las autoridades y profesores de la UNMSM (21 de mayo de 2018). (Figura 3)

14 países que tienen diferentes experiencias. http://www.scor-int.org/SCOR_WGs_WG155.htm

Adicionalmente, contribuyendo a la formación de capacidad de alto nivel, la srta. Elsy Ticse obtuvo la licenciatura en Física en la UNMSM, gracias a la investigación titulada “Caracterización de la dinámica oceánica de la costa peruana bajo diferentes escenarios de esfuerzo de vientos” (Figura 1). La tesis sustentada identifica los cambios observados en la dinámica oceánica debido a cambios en la intensidad del esfuerzo del viento, bajo escenarios idealizados que prueban las diferentes hipótesis de la modificación de vientos en escenarios de cambio climático, haciendo uso de datos numéricos provenientes de un modelo numérico oceanográfico de alta resolución.

Como parte de la formación de capacidades, se desarrolló el tercer Curso Taller de Modelación Numérica del Océano “Uso del modelo ROMS (Regional Ocean Modeling System)”, con la colaboración de la UNMSM y el Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD), donde los participantes aprendieron sobre una técnica numérica que permite simplificar el costo de la experimentación real y generar una serie de experimentos idealizados sobre situaciones observadas (y no observadas) a fin de ganar entendimiento y contribuir a la solución de problemas en muchas áreas del conocimiento (por ejemplo, el océano). El curso contó con la participación de 20 alumnos entre ellos estudiantes universitarios y egresados de diferentes universidades, tales como la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), UNMSM, la Universidad Nacional del Callao (UNAC), la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH) y la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Figura 3.



Geofísica y sociedad



Vista del Coto de Caza El Angolo (CCEA) en época húmeda. Créditos: JCCEA – Sernanp

La Subdirección de Geofísica y Sociedad (GSO) 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.

Conservación y uso sostenible de ecosistemas para la provisión de servicios ecosistémicos

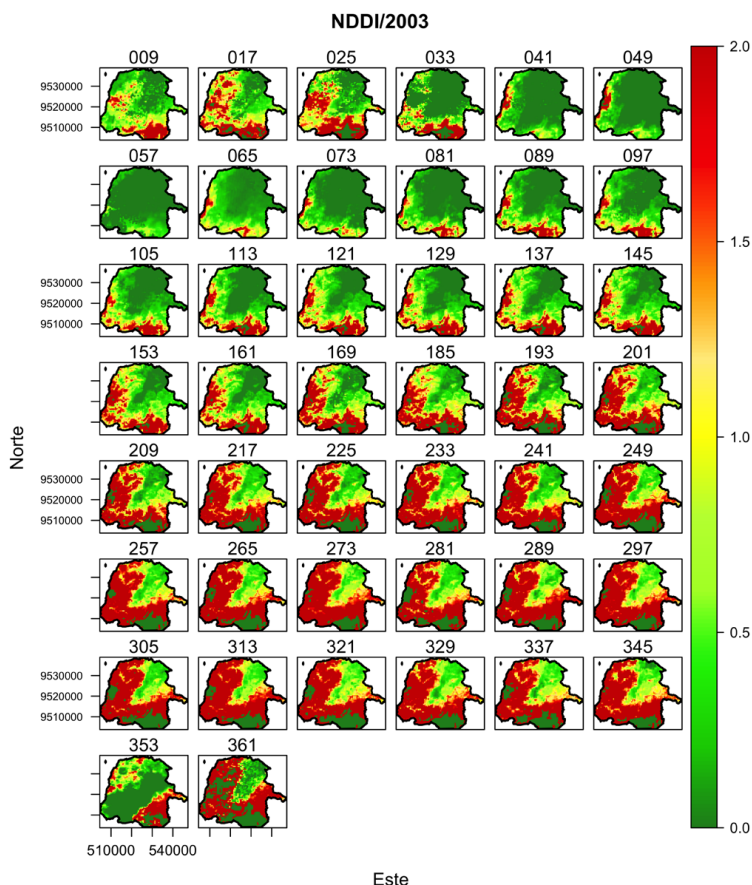
A través del Programa Presupuestal 0144 “Conservación y uso sostenible de ecosistemas para la provisión de servicios ecosistémicos”, el IGP genera conocimientos sobre el estado de los recursos naturales, identificación de servicios ecosistémicos, identificación de cobertura vegetal, gestión del territorio, impactos ante peligros geofísicos, entre otros. En el 2018 se concluyó con el estudio de los ecosistemas del norte del Perú, correspondiente a la zona de amortiguamiento del Coto de Caza El Angolo (CCEA), publicado en un Informe Técnico Especial. El estudio realizado incluyó la caracterización climática, análisis del índice de sequía con imágenes MODIS, análisis de cobertura vegetal, la identificación de servicios ecosistémicos y análisis de capacidad y vulnerabilidad climática de la población asentada en la zona de amortiguamiento del CCEA.

Por otra parte, personal de investigación de la subdirección de Geofísica y Sociedad colaboró como coautora en “State of the Climate in 2017”¹ (Bulletin of the American Meteorological Society).



El servicio de provisión sustenta la actividad ganadera (vacuna, caprina y ovina) existente en el área de estudio.

¹Takahashi, K., Aliaga-Nestares, V., Avalos, G., Bouchon, M., Castro, A., Cruzado, L., Dewitte, B., Gutiérrez, D., Lavado-Casimiro, W., Marengo, J., Martínez, A. G., Mosquera-Vásquez, K., and N. Quispe (2018): The 2017 coastal El Niño [in “State of the Climate in 2017”]. Bull. Amer. Meteor. Soc., 99 (8), S210–S211, doi:10.1175/2018BAMSStateofth eClimate.1.



Índice físico NDDI correspondiente al año 2003 del CCEA y su zona de amortiguamiento obtenida a partir de imágenes del sensor MODIS, identificando una ausencia significativa de humedad en el periodo de días julianos 201–345. Fuente: Elaboración propia.

Reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres

En marco del Programa Presupuestal N°068 “Reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”, 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. En base a lo anterior, en el 2018, luego de diversas reuniones entre el personal técnico especializado del IGP con funcionarios del municipio de Miraflores, se plantea desarrollar el “Estudio en peligros geofísicos en el distrito de Miraflores y su aplicación para la Gestión de Riesgo de Desastres”, a través

de un convenio específico de colaboración interinstitucional entre el Instituto Geofísico del Perú y la Municipalidad Distrital de Miraflores. Cabe indicar que el presente estudio se ejecutará el 2019 y contempla 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) será desarrollado por la Subdirección de Ciencias de la Tierra Solida y los componentes (iii) y (iv) por la Subdirección de Geofísica y Sociedad. Dichos resultados serán de gran utilidad para la planificación urbana en materia de prevención y reducción de riesgo de desastres para el distrito de Miraflores.

SIDEBAR 7.2: THE 2017 COASTAL EL NIÑO—K. TAKAHASHI, V. ALIAGA-NESTARES, G. AVALOS, M. BOUCHON, A. CASTRO, L. CRUZADO, B. DEWITTE, D. GUTIÉRREZ, W. LAVADO-CASIMIRO, J. MARENGO, A. G. MARTÍNEZ, K. MOSQUERA-VÁSQUEZ, AND N. QUISPE

The original concept of El Niño consisted of anomalously high sea surface temperature and heavy rainfall along the arid northern coast of Peru (Carranza 1891; Carrillo 1893). The concept evolved into the El Niño–Southern Oscillation (ENSO; Bjerknes 1969), although the original El Niño and the Southern Oscillation do not necessarily have the same variability (Deser and Wallace 1987), and the strong El Niño episode in early 1925 coincided with cold-to-neutral ENSO conditions (Takahashi and Martínez 2017). To distinguish the near-coastal El Niño from the warm ENSO phase, Peru operationally defines the “coastal El Niño” based on the seasonal Niño 1+2 SST anomaly (ENFEN 2012; L’Heureux et al. 2017). While recent attention has been brought to the concept of ENSO diversity (e.g., “central Pacific” vs “eastern Pacific” events; Capotondi et al. 2015), the coastal El Niño represents another facet of ENSO that requires further study in terms of its mechanisms and predictability.

A strong coastal El Niño developed off the coast of Peru from January to April 2017 (ENFEN 2017; WMO 2017a,b; Takahashi and Martínez 2017; Ramirez and Briones 2017; Garreaud 2018). The changes were dramatic within the cool coastal upwelling region, as daily SST at Puerto Chicama (7.8°S, 79.1°W) increased abruptly from −17°C by mid-January to a peak of 26.9°C in early February (ENFEN 2017). The mean maximum/minimum air temperature anomalies along the coast ranged between +1.0°C and +2.3°C across the north, central, and southern regions during February–March.

Convective precipitation is activated in the eastern Pacific when SST exceeds a threshold of −26°–27°C (Takahashi and Dewitte 2016; Jauregui and Takahashi 2017). With SST well in excess of 27°C, the southern ITCZ branch (Huaman and Takahashi 2016; Fig. SB7.2a) was very strong between February and March 2017 and extended into the South American continent

(Fig. SB7.2b). The coastal city of Piura (5.2°S, 80.6°W), located at the core of the ITCZ extension, had a February–March precipitation total of 723 mm, which is nearly seven times its normal amount of 106 mm. The largest precipitation anomalies were observed at low and medium elevations on the western slope of the Andes, triggering several floods and mudslides along the Peruvian coast. Mean January–March 2017 river discharge was around 250% of normal in the Santa (9.01°S, 77.76°W), Rimac (11.77°S, 76.46°W), and Cañete (12.77°S, 75.83°W) River basins.

Impacts along the coast were severe. In the northern regions, a total of 50 927 houses were damaged with close to 1.2 million people affected by flooding, and over 76 000 ha of crops were damaged. As is common with El Niño, this event affected marine resources, primarily the anchovies (Niquen and Bouchon 2004; Niquen et al. 1999), resulting in decreased fat content and early spawning as a reproductive strategy (IMARPE 2017). The estimated growth of the Peruvian gross domestic product in 2017 was 1.3% lower than expected (BCRP 2017).

The coastal El Niño appears to have been initiated by westerly anomalies in the equatorial far-eastern Pacific in January, the largest for that month since 1981, with a northerly component near the coast (Fig. SB7.3a). At upper levels, the Bolivian high (Lenters and Cook 1996) was located west of its normal position, and a subtropical ridge spread from the Northern Hemisphere, resulting in easterly anomalies and divergence favorable for convection over northwestern Peru (Kousky and Kayano 1994; Vuille et al. 2000). The Madden–Julian oscillation (MJO) had its highest amplitudes in the second half of January and was dominated by the MJO phases 1 to 3, which feature westerly anomalies in this region, according to the Real-time Multivariate MJO index (RMM; Wheeler and Hendon 2004; see Section 4c). The northerly component

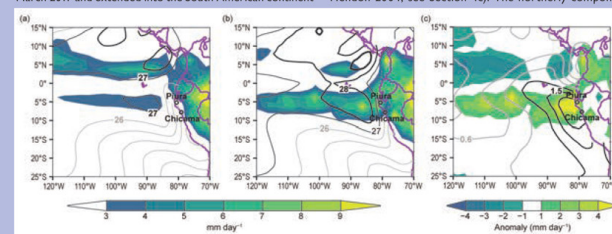


FIG. SB7.2. Feb–Mar SST (contours, interval 1°C) and rainfall (shading, mm day⁻¹): (a) 1981–2010 climatology, (b) 2017 observations, and (c) 2017 anomalies (contour interval: 0.25°C). (Sources: SST: ERSST v5; rainfall: CMAP.)

5210 | BAMS | AUGUST 2018

Artículo publicado en el Bulletin of the American Meteorological Society (agosto 2018).



Vista de señaléticas de prevención en caso de tsunami en el circuito de la costa verde.



Redes geofísicas



Personal de la Subdirección de Redes geofísicas en plena labor de instalación.

La gestión del conocimiento científico desarrollado en el IGP, tiene como proceso inicial la observación geofísica; es decir, la obtención de datos in situ sobre el comportamiento interno y externo del planeta Tierra para efectuar investigación científica orientada a conocer los peligros del Perú y la Gestión de Riesgos de Desastres (GRD). Para ello se lleva adelante el monitoreo de la actividad sísmica, actividad volcánica, del fenómeno El niño, eventos meteorológicos extremos y movimientos en masa, entre otros.

En este contexto, la Subdirección de Redes Geofísicas (RGE) es el órgano responsable de realizar las actividades estratégicas de innovación, desarrollo, implementación y operación del instrumental geofísico indispensable para cumplir con la función misional de investigación científica, con énfasis en las ciencias de la Tierra y como soporte de alta tecnología para la Gestión de Riesgos de Desastre, a través de la operación de la Red Sísmica Nacional definida como la fuente oficial de información sísmica del Estado.

Para este fin, la RGE cuenta con el capital intangible del aprendizaje instrumental adquirido en sus 44 años de formación continua, así como talento humano especializado (ingenieros y técnicos), 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 automática al Sistema de Adquisición Sísmica en Tiempo Real, que funciona en nuestra sede de Camacho, La Molina.

RED SÍSMICA NACIONAL (RSN)

La RSN está conformada por cuatro redes de monitoreo independientes y complementarias entre sí, que registran datos de los diferentes modos de comportamiento de los procesos geofísicos que monitorean, ver tabla a continuación.

| RSN | | ESTACIONES PERMANENTES | | | | | ESTACIONES TEMPORALES |
|-----|--|------------------------|-------------|----------|-------------|-------------------|-----------------------|
| | | VSAT | Radioenlace | Internet | Stand Alone | Total Permanentes | |
| 1 | Red de Estaciones Sísmicas | 49 | 2 | 7 | 15 | 73 | 45 |
| 2 | Red de Estaciones Acelerométricas | 2 | 9 | 64 | 116 | 191 | 0 |
| 3 | Red sísmica de Vigilancia Volcánica | 0 | 33 | 0 | 0 | 33 | 0 |
| 4 | Red GNSS temporal de monitoreo de fallas activas | 0 | 0 | 29 | 29 | 58 | 0 |
| | | Total | | | | 355 | 45 |

Está integrada por instrumentos de última generación tecnológica; por ejemplo, sismómetros de banda ancha y registradores sísmicos de alta resolución internacional, reconocidas en el ambiente sismológico (Guralp Systems, Nanometrics, Reftek, Kinematics, Quanterra entre otros); e interconectados mediante sistemas de transmisión por vía satelital, radioenlaces terrestres y servicios públicos de acceso a Internet (ISP). De esta forma, los datos registrados en las estaciones llegan en pocos milisegundos al Centro Sismológico Nacional (CENSIS) para su proceso y análisis. El producto de los datos geofísicos permite, de manera oportuna, la localización y magnitud estimada de los sismos. Adicionalmente, se cuenta con estaciones permanentes que registran datos sísmicos y los almacenan localmente hasta su descarga.

Por su parte, las estaciones acelerométricas cumplen con la función de registrar los niveles de aceleración del suelo que se producen al paso de las ondas sísmicas. Las estaciones (acelerómetros) están instaladas en zonas urbanas a nivel nacional y, en el caso de Lima Metropolitana, existe al menos un acelerómetro operando en cada distrito. Los niveles máximos de aceleración guardan relación directa con el nivel de sacudimiento del suelo y representan una medida de la intensidad sísmica que afectan a las estructuras. Esta red cumple roles adicionales de importancia para la GRD, como la generación de datos e información para estudios del estado de las edificaciones urbanas en aplicación de la Norma de Diseño Sismo Resistente (norma E.030), y una base de datos para elaborar curvas de atenuación de la aceleración a nivel regional, de utilidad para la misma norma. Al 31 de diciembre de 2018, se cuenta con 53 estaciones acelerométricas ubicadas en Lima, conectadas en tiempo real al sistema generador de mapas de sacudimiento de suelo (Shakemap), información de gran utilidad para la GRD.

En cuanto a la Red sísmica de Vigilancia Volcánica, esta tiene por función registrar la actividad sísmovolcánica de los procesos eruptivos de los principales volcanes del sur del Perú, entre los que destacan los siguientes: Misti, Ubinas, Coropuna, Sabancaya, Sara Sara, Ticsani, Casiri y Tutupaca.

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 del proceso de convergencia de las placas tectónicas Nazca y Sudamérica, y que constituyen la mayor fuente de

| REGIÓN | Volcán | Cant. sensores |
|----------|--------------|----------------|
| Arequipa | Coropuna | 2 |
| | Sabancaya | 5 |
| | Misti | 6 |
| | Chachani | 1 |
| Moquegua | Ubinas | 7 |
| | Ticsani | 4 |
| Tacna | Tutupaca | 3 |
| | Yucamane | 3 |
| Ayacucho | Sarasara | 2 |
| | Total | 33 |

generación de eventos sísmicos extremos en las zonas de fallas activas. Dicha red está formada principalmente por estaciones adquiridas por la institución y otras donadas por el Instituto Tecnológico de California (Caltech) y por el Instituto de Ciencias de la Tierra, de la Universidad de los Alpes (Grenoble). La deformación regional registrada sirve para estimar, de manera periódica, la evolución de la distribución de energía y; por ende, la magnitud estimada del siguiente terremoto.

SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS SÍSMICOS EN TIEMPO REAL

La componente principal de este sistema es la red de estaciones sísmicas equipadas con equipos de telecomunicaciones satelitales diseñados para la transmisión de información sísmica y ambiental. Los datos son transmitidos de manera continua bajo protocolos UDP desde las estaciones remotas al CENSIS. En el año 2018 se instalaron dos nuevas estaciones sísmicas satelitales (VSAT) en las regiones San Martín (Tocache) y Cusco (Quillahuata). Esto ha permitido reducir la brecha instrumental de la Red Sísmica Nacional (RSN) en dos unidades.

A nivel internacional, se mantuvo la cooperación para el intercambio de datos sísmicos con las siguientes instituciones: Universidad de Chile, Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IGEPN) de Ecuador, Observatorio Sismológico de la Universidad de Brasilia de Brasil, Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) y el Centro de Alerta de Tsunamis del Pacífico Sur.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES SÍSMICAS TEMPORALES

En 2018, se continuó con el soporte de instrumentación sísmica de banda ancha para estudios de investigación específicos de la sismicidad en el entorno de las fallas activas de Huambo–Cabanaconde (ocho estaciones), Huaytapallana (seis estaciones) y complejo Cusco–Tambomachay (27 estaciones). Asimismo, se operan seis estaciones en la región Tacna como parte del proyecto de cooperación internacional con investigadores de la Universidad de Liverpool (Reino Unido), cuya finalidad es monitorear la actividad sísmica del gap sísmico Tacna–Arica. Estas actividades se realizan en coordinación con la Subdirección de Ciencias de la Tierra (SCTS).

PROYECTO DE ALERTA SÍSMICA PERUANA (SASPE)

La Subdirección de Redes Geofísicas (SRGE), como parte del desarrollo de un sistema prototipo de alerta ante la ocurrencia de fuertes eventos sísmicos, instaló estaciones acelerométricas en la Isla Hormigas de Afuera, localizada a 60 km al oeste de La Punta–Callao; y en la isla San Lorenzo. Un sistema de comunicaciones por radio enlaces permite la transmisión de las señales registrada hacia el CENSIS, lo que posibilita el desarrollo, prueba y validación de los algoritmos de detección rápida de eventos sísmicos, actividad a la cual se encuentran dedicados los investigadores científicos del IGP.

MONITOREO DE FALLAS ACTIVAS MEDIANTE TÉCNICAS DE GNSS

En el marco del PPR 068, en 2018 se continuó con el monitoreo GNSS/GPS de la deformación producida alrededor de las siguientes fallas activas: Cordillera Blanca (Áncash), Altomayo (San Martín), Huaytapallana (Junín), Tambomachay (Cusco), Illescas (Piura), Sama–C alientes (Tacna) y Chololo (Moquegua). Estas fallas fueron seleccionadas por mostrar actividad sísmica significativa en el pasado reciente.

CONVENIOS Y SERVICIOS A TERCEROS

En 2018, se ha continuado prestando servicios a la empresa Milpo mediante el monitoreo de los niveles de aceleración inducidos en el nevado Chaupijanca, ubicado en la Cordillera Blanca, en la jurisdicción de la provincia de Bolognesi, región Áncash, y evaluando su impacto en las construcciones rurales de los alrededores y por ende, el nivel de impacto social.

IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO NACIONAL DE INSTRUMENTACIÓN GEOFÍSICA (LNIG)

Se continuó con la elaboración del expediente técnico de obra del proyecto SNIP 242750: “Mejoramiento del Servicio de Laboratorio Nacional de Instrumentación Geofísica para la Generación de Información Base en Gestión de Riesgos de Desastres Causados por Sismos, Tsunamis, Fallas Activas y Geodinámica de Superficie–LNIG”, proyecto diseñado por la Subdirección de Redes Geofísicas (SRGE) en mayo del 2015, con el enfoque de desarrollo e innovación de la instrumentación geofísica que el IGP requiere para cumplir sus objetivos misionales y de aporte a la GRD. El proceso se encuentra casi finalizado. Se resalta que la finalidad del LNIG es asegurar la calidad de los datos generados por la instrumentación geofísica, los mismos que son el insumo para la investigación científica y generación de información para la gestión de riesgo de desastres, ya que sin instrumentos en óptimas condiciones y desarrollo tecnológico permanente no es posible hacer investigación.

APORTE A LA NORMA E.030 DISEÑO SISMO-RESISTENTE

El Decreto Supremo n. ° 003-2016-Vivienda, que modifica la norma técnica E.030 “Diseño Sismo-Resistente, en su capítulo 9.0 ‘Instrumentación’”, establece que toda edificación que superen los 10 000 m² de área techada deberá contar con una estación acelerográfica y las especificaciones técnicas, sistemas de conexión y transmisión de datos debidamente aprobados por el IGP. En cumplimiento de este dispositivo, a finales del año 2018, la SRGE ha aprobado las especificaciones técnicas de más de 50 edificaciones de Lima Metropolitana.



**Observatorio
vulcanológico del sur**



Explosión volcánica con la expulsión de cenizas y gases en el volcán Sabancaya. Imagen tomada desde el sector sureste del macizo.

La dinámica del interior del planeta Tierra desencadena procesos que tienen repercusiones en la corteza terrestre y en su superficie, donde se asientan las ciudades que albergan a millones de habitantes. Uno de estos procesos es el vulcanismo, el cual aflora como un síntoma de vitalidad de nuestro planeta, pero cuyas manifestaciones han generado desde tiempos históricos la inquietud de la humanidad.

Perú, al ubicarse en el Cinturón de Fuego del Pacífico, experimenta periódica y recurrentemente la actividad eruptiva en su zona sur, en donde alrededor de dos millones de personas han asentado sus hogares y desarrollado actividades económicas que son directa e indirectamente afectadas por el fenómeno volcánico. Comprender el vulcanismo, sus causas y consecuencias en el Perú es responsabilidad del Instituto Geofísico del Perú (IGP), institución que, aplicando métodos geofísicos, busca respuestas a procesos que están más allá de la observación directa.

En esa línea, el año 2018 ha sido un año de importantes progresos y avances en la búsqueda de consolidar la vigilancia volcánica en el país y establecer líneas de investigación en vulcanología. Al ser el Perú un país expuesto al peligro volcánico, era necesario que se adopten medidas para generar información que resulte beneficiosa para la población expuesta. En ese sentido el IGP, como entidad responsable de la actividad volcánica, ha desarrollado con éxito diversas tareas para cumplir con dicho propósito, las cuales se describen a continuación.

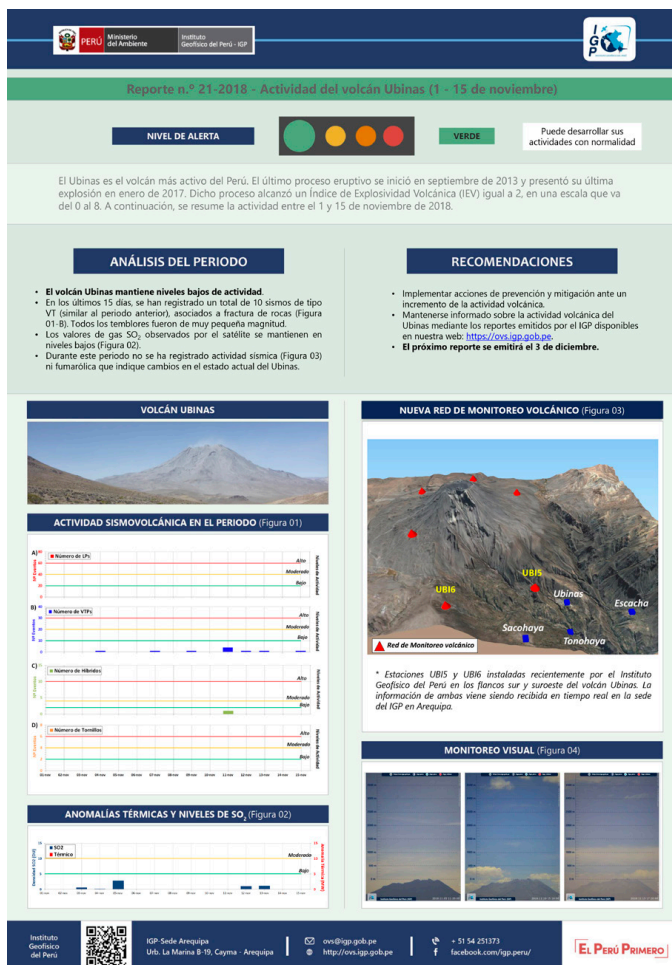
EMISIÓN DE REPORTES DE ACTIVIDAD VOLCÁNICA

Durante 2018, el Instituto Geofísico del Perú ha realizado la publicación de información periódica sobre la evolución del comportamiento dinámico de cinco volcanes: Misti, Sabancaya y Coropuna (Arequipa); así como de Ubinas y Ticsani (Moquegua).

- Misti: se han emitido 24 reportes de actividad publicados quincenalmente. En ellos, el IGP ha precisado que este volcán no presentó mayor variación en su actividad en 2018. La información generada en el caso del Misti se ha elaborado en base al procesamiento de datos obtenidos a través de seis estaciones sísmicas, una cámara científica y una estación GPS.
- Ubinas: el IGP emitió 24 reportes quincenales de actividad. El comportamiento del volcán, según fue descrito, no mostró mayores cambios. El Ubinas culminó su último proceso eruptivo en enero de 2017; posterior a ello, su actividad presentó niveles muy bajos. Los productos del Ubinas se han generado en base al estudio de datos obtenidos por seis estaciones sísmicas, dos

cámaras científicas y diversas estaciones de monitoreo geodésico.

- Sabancaya: en erupción desde noviembre de 2016, la generación de información con respecto a la evolución del proceso eruptivo no ha cesado. Han sido 52 reportes de actividad quincenal publicados y entregados al Centro de Operaciones de Emergencia Nacional (COEN), así como a los Centros de Operaciones de Emergencia Regional (COER) de los gobiernos regionales de Moquegua y Arequipa. En estos productos se dio a conocer que la erupción mantuvo niveles moderados, generando la expulsión de cenizas que afectaron a las poblaciones del valle del Colca de manera esporádica.
- Ticsani: 24 reportes de actividad fueron elaborados por el IGP. El Ticsani en 2018 atravesó un periodo de intranquilidad, el cual fue descrito en un informe técnico elaborado y entregado a las autoridades de la región Moquegua. Dicha información fue tomada en consideración para la realización de un simulacro por erupción volcánica, el mismo que se efectuó en agosto de 2018 en los distritos de Calacoa y Cuchumbaya, provincia de Mariscal Nieto, región Moquegua.

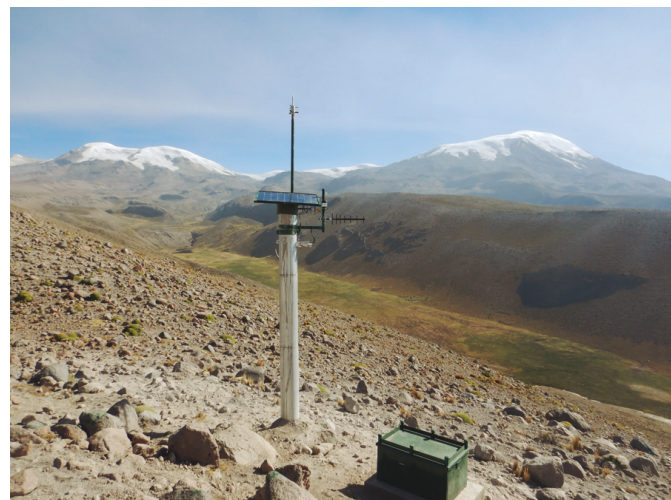


Emisión de reportes de actividad volcánica (reporte vulcanológico) del Ubinas.

- Coropuna: desde marzo de 2018, el Coropuna es vigilado en tiempo real por el IGP a través de una red de vigilancia compuesta por cinco estaciones sísmicas instaladas en los alrededores del complejo volcánico. Gracias a dicha red, a partir de julio de 2018 se emitieron reportes quincenales de actividad que fueron entregados a las autoridades del COER Arequipa.

CREACIÓN DE LA APLICACIÓN MÓVIL VOLCANES PERÚ

Una de las inquietudes del Instituto Geofísico del Perú es generar nuevos canales de comunicación para hacer llegar

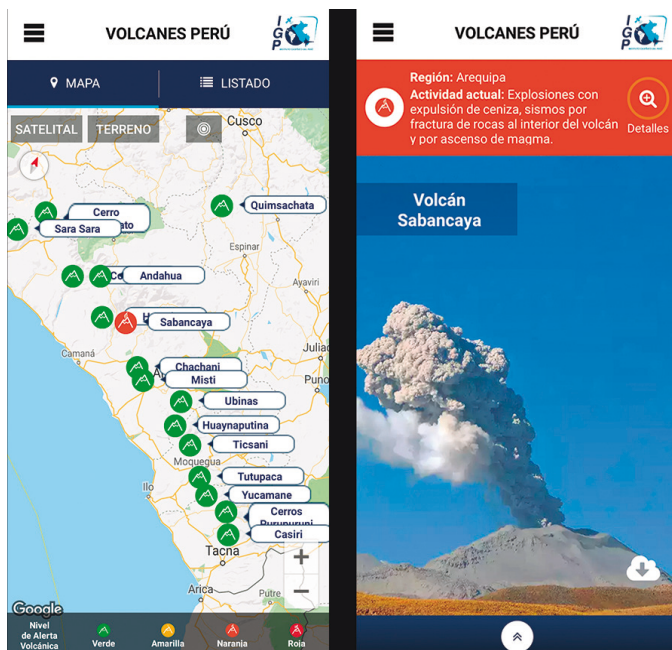


Proyecto de mejoramiento de la estación de monitoreo del volcán Coropuna.

a las autoridades y a la población la información que se genera sobre el reporte de la actividad volcánica en el país. En esa línea, es innegable el peso que han adquirido las comunicaciones móviles a través de smartphones, razón por la cual el IGP, en un trabajo conjunto de su equipo de Vulcanología y de la Oficina de Tecnologías de la Información y Datos Geofísicos, ideó el desarrollo de una aplicación móvil para emitir notificaciones de actividad volcánica y poner a disposición de la población la información de monitoreo en tiempo real.

Es así que en agosto de 2018 es lanzada para la plataforma Android, la aplicación móvil Volcanes Perú, la cual incluyó desde entonces las siguientes características:

- Listado completo de volcanes en estudio, ordenados geográficamente y de acuerdo al nivel de riesgo relativo que representan.
- Mapa de distribución espacial de los volcanes correctamente georreferenciados.
- Situación geodinámica actual de los principales volcanes de la región sur del Perú.
- Últimos movimientos sísmicos generados como consecuencia de la actividad volcánica.
- Alertas de notificaciones por reactivación de volcanes activos y cambios en los niveles de alerta volcánica.



Aplicación Volcanes Perú.

- Alertas de notificaciones por emisión de alertas de caída de cenizas y alertas de lahar.
- Situación de los pronósticos de dispersión de cenizas (Senamhi).
- Seguimiento de la actividad volcánica en tiempo real mediante cámaras digitales.
- Glosario de términos.

Posteriormente, a fines de 2018, se lanzó la versión de la aplicación Volcanes Perú para la plataforma iOS, la cual incluía también las características antes descritas. El desarrollo de esta herramienta y su difusión en la población del sur del Perú ha sido clave para dar a conocer la información oficial emitida por el IGP sobre la actividad volcánica en el país.

PROYECTO MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALERTA ANTE EL RIESGO VOLCÁNICO EN EL PERÚ

Durante 2018, el proyecto “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alerta ante el Riesgo Volcánico en el Perú”, ha experimentado un progreso importante, reflejado principalmente en el inicio de la construcción de una moderna infraestructura del IGP en Arequipa, y en la implementación de redes de monitoreo en otros volcanes activos del país.

El 9 de mayo de 2018, en presencia de diversas autoridades de la región sur del Perú, el IGP puso la primera piedra de la edificación donde se albergará al Centro Vulcanológico Nacional (CENVUL). Esta se ubicará en el distrito de Sachaca, provincia y región de Arequipa. El desarrollo de esta infraestructura supone un progreso destacable, ya que el equipo de profesionales científicos del IGP en vulcanología y en diversas líneas de investigación ha venido creciendo. Este espacio físico permitirá facilitar a los investigadores, asistentes de investigación y demás personal profesional de soporte, la realización de investigaciones en vulcanología.

En paralelo, el IGP ha cumplido con iniciar la instalación de equipos de monitoreo en 12 volcanes activos del país, los cuales representan un alto riesgo para las poblaciones aledañas. Hasta 2017, solo cuatro volcanes contaban con



Proyecto de mejoramiento: trabajos de construcción de la nueva sede del IGP

redes de monitoreo: Misti y Sabancaya en Arequipa; Ubinas y Ticsani en Moquegua.

En el primer trimestre de 2018, comenzó la expansión de la vigilancia geofísica en tiempo real a los volcanes Coropuna y Chachani (Arequipa); Tutupaca, Yucamane, Casiri (Tacna); y Sara Sara en Ayacucho. En virtud de la operatividad de estas redes, el IGP inició la elaboración de productos de volcanes como Coropuna, el cual no había sido monitoreado con anterioridad en el país. Este ha sido un gran aporte del

Instituto Geofísico del Perú al aumentar el conocimiento de los peligros y riesgos volcánicos en el Perú.

Todos los nuevos datos obtenidos han sido almacenados en servidores adquiridos en el marco del repotenciamiento del parque informático del IGP, logrado también a partir de la ejecución del proyecto. Monitorear más volcanes en tiempo real ha supuesto contar con un respaldo informático que el proyecto previó suplir desde sus inicios.



Proyecto de mejoramiento: ceremonia de primera piedra de nueva sede del IGP.



Radio observatorio de Jicamarca



Radar ionosférico de Jicamarca

El Radio Observatorio de Jicamarca (ROJ) es una facilidad científica del Instituto Geofísico del Perú dedicada a la observación y estudio de las capas superiores de la atmósfera. Estas capas, situadas por encima de los 40 o 50 km de altitud, 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 también es conocida como la ionósfera.

Para realizar el estudio y observación de estas regiones de la atmósfera, el instituto cuenta con 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 de la alta atmósfera en la región conocida como el Ecuador magnético. Los diferentes datos obtenidos por este radar 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.

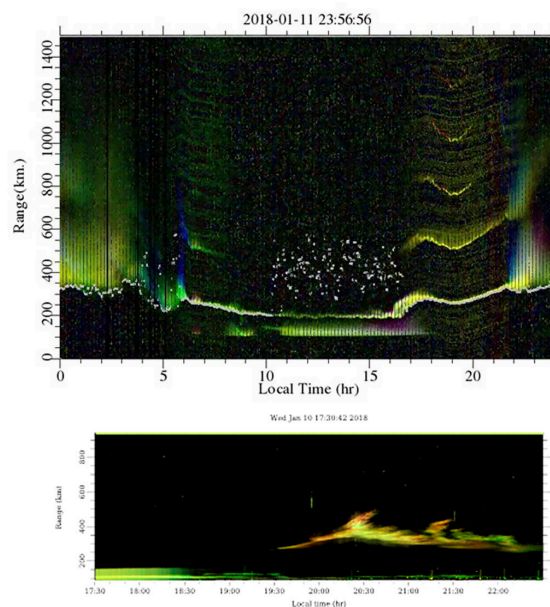
APORTANDO A LA CIENCIA

De la mano con el nuevo modelo de gestión del conocimiento del IGP, se ha continuado la labor de generación de información ionosférica en base a las mediciones realizadas con nuestro radar de Jicamarca. Durante el 2018, el radar ha operado por más de 5000 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, sin embargo, tienen efecto sobre las comunicaciones satelitales y radionavegación, pudiendo afectar las actividades de la población en el Perú.

Durante este año también se culminó la instalación de una red de transmisores y receptores en la banda HF, los cuales fueron distribuidos en la zona central del país. Aplicando una técnica de tomografía de refracción, este sistema distribuido de sondeo ionosférico tiene la capacidad de poder realizar mediciones en tres dimensiones de la densidad del plasma de la parte baja de la región F de la ionósfera. Así se podrá estudiar el comportamiento de esta región antes de la ocurrencia del fenómeno conocido como F-dispersa, que se refiere a la formación de irregularidades o inestabilidades del plasma ionosférico. Utilizando estas mediciones en un modelo computacional de la ionósfera, se debe desarrollar la capacidad de pronosticar la ocurrencia de este fenómeno, lo cual puede tener diversas aplicaciones

en los campos de la aeronáutica, comunicaciones, defensa y otros.

Adicionalmente, se viene trabajando en la implementación de una nueva técnica de observación del Sol utilizando nuestro radar principal. El objetivo de esta técnica es poder generar imágenes del Sol en la banda de frecuencia



Ejemplo de las observaciones del fenómeno conocido como F-dispersa, utilizando el sistema de sondeo ionosférico HF y el radar principal de Jicamarca.

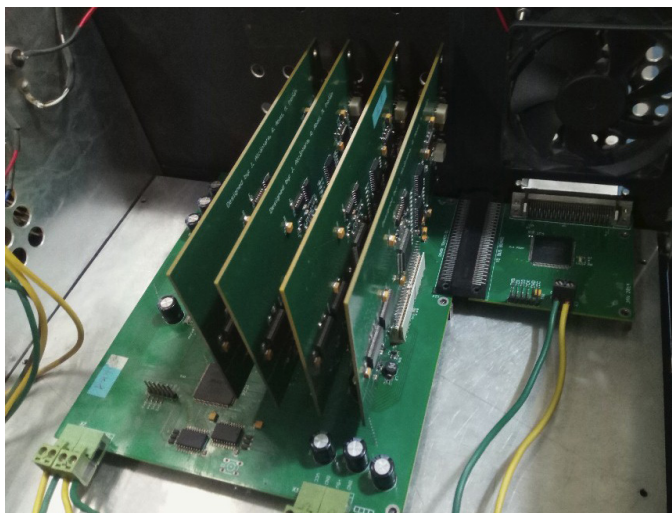
VHF que permita estudiar los eventos que anteceden las explosiones solares. Las perturbaciones generadas por estas explosiones pueden llegar a la Tierra afectando a los sistemas de radiocomunicaciones y el posicionamiento satelital, efectos que tienen un impacto directo en nuestros medios de vida. Al entender estos fenómenos, se podría pronosticar la ocurrencia de estas explosiones y prepararnos adecuadamente a un evento de este tipo.

ACTIVIDADES REALIZADAS

Durante el 2018, diversos proyectos y actividades fueron ejecutados por nuestras líneas de desarrollo e ingeniería, los cuales son detallados a continuación.

Investigación + Desarrollo e innovación

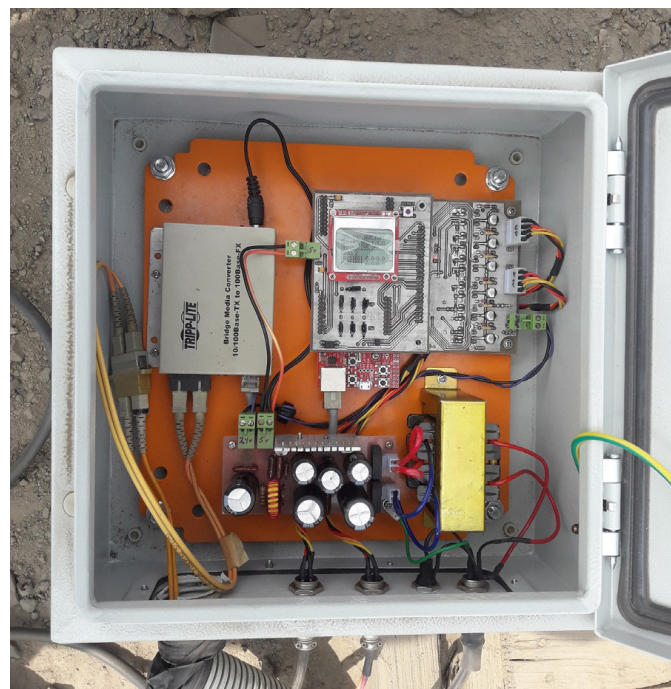
Este año, se realizaron diversas mejoras en los sistemas de adquisición JARS (Jicamarca Acquisition Radar System) tanto en la versión estable 1.2 como en la nueva versión 2.0. En la versión 1.2 se logró la estandarización de los sistemas de adquisición de los radares JULIA, JASMET y CLAIRE. Entre las mejoras que se realizaron tenemos, la capacidad de poder adquirir los datos de radar de forma continua; la optimización de la sincronización de los diferentes procesos del sistema; la posibilidad de seleccionar canales de forma independiente y la implementación de un doble buffer para el envío de datos a la computadora. En la versión JARS 2.0, se realizaron las primeras pruebas del hardware con dos



Ensamblado de las tarjetas de adquisición del sistema JARS 2.0.

canales de adquisición y se implementó la primera versión del *software* de adquisición sobre una plataforma LINUX.

En lo concerniente al proyecto del sistema de apunte automático de la antena principal de radar (ABS – Antenna Beam Switching), se finalizó la reparación y mantenimiento de todos los módulos (32) de radio frecuencia dañados en el cuarto sur de la antena principal. Así también, se culminó el primer prototipo del nuevo módulo de control, el cual se instaló en el cuarto sur. Estas mejoras permitieron ejercitar por primera vez la capacidad de cambio de apunte automático durante un mismo experimento, lo cual se realizó durante la campaña de observaciones del Sol en el mes de octubre.



Prototipo del nuevo módulo de control del sistema ABS, instalado en campo.

Se actualizó el *software* de procesamiento Signal Chain, que ahora es compatible con el lenguaje de programación Python 3, además de utilizar técnicas de multiprocesamiento a fin de ejecutar tareas en paralelo. Otras mejoras fueron el desarrollo de módulos de lectura y escritura para que los datos obtenidos sean compatibles con el formato de la base de datos Madrigal, portal donde se publican los productos (parámetros físicos) de los diferentes experimentos para la comunidad científica. Finalmente, se diseñó y se desarrolló

un prototipo para el monitoreo y generación de gráficos, en tiempo real, de los experimentos que se viene ejecutando en paralelo y de forma constante.

Operaciones de radar

Una de las principales actividades en el observatorio es la operación y el mantenimiento del radar ionosférico de Jicamarca, así como, la operación de los otros instrumentos en el observatorio que complementan las mediciones de este radar.

Entre los logros de la unidad se destaca el modo de operación del radar principal denominado "Medium Power ISR Drift mode + Imaging", que permite realizar observaciones de la dinámica de la ionósfera usando transmisores de media potencia (drivers a 80KW). Este modo permite mantener la buena calidad de las mediciones sin tener que consumir niveles altos electricidad como cuando se utilizan los transmisores de alta potencia.

Asimismo, las campañas de observación denominadas "experimento solar", se realizaron de forma habitual en febrero y octubre de 2018. Lo particular fue que para la observación de las señales provenientes del Sol se logró transmitir con toda la antena del radar principal y se recibió con los cuartos norte y sur, los cuales cuentan con el sistema electrónico de cambio de apunte de antena (ABS).

En lo que corresponde al mantenimiento y operación de los distintos instrumentos y radares instalados en la sede, se instaló un nuevo intercambiador de calor y un nuevo equipo de filtraje del agua para el sistema de enfriamiento de los transmisores de alta potencia del radar principal haciendo más confiable su operatividad.

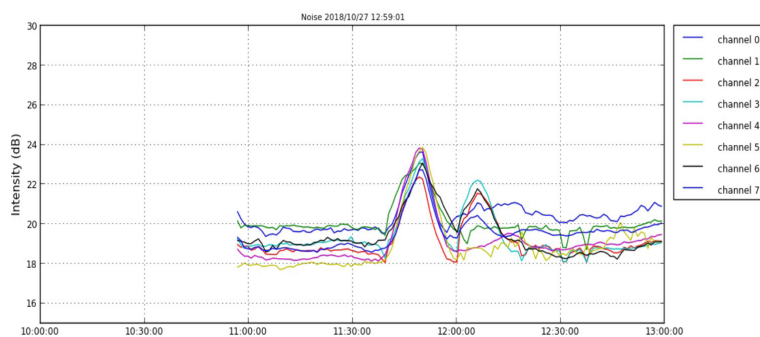


Imagen de la señal recibida del Sol captada con el radar de Jicamarca.

Así también, se culminó con la instalación del sistema de sondeo ionosférico HF, las estaciones de recepción fueron ubicadas en Mala, Jicamarca, Barranca, La Oroya, Huancayo y La Merced; mientras que las de transmisión están ubicadas en Sicaya, Ancón e Ica. Finalmente, este año se logró operar con el radar principal 1243 horas en modo de alta potencia y 4638 horas en el modo de baja potencia denominado JULIA.

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

El ROJ también tiene a su cargo la administración y operación de redes de instrumentos geofísicos de diversos tipos orientados principalmente al estudio de las capas altas de la atmósfera, los cuales se encuentran distribuidos no solo en el Perú, sino en diversos países de Sudamérica. En ese contexto, tenemos a nuestro cargo las siguientes redes, el observatorio distribuido LISN, la red magnética absoluta y de variación y la red de instrumentos ópticos para estudio de la alta atmósfera.

En la red Low-Latitude Ionospheric Sensor Network (LISN), se instaló e inició la operación de un radar HF de la Universidad de Kyushu de Japón, en el observatorio de Sicaya ubicado en la ciudad de Huancayo, que permitirá observar de manera continua fenómenos ionosféricos e irregularidades tales como la F–dispersa. Asimismo, se implementó un circuito de sincronización basado en una SBC de Arduino, que permitirá la operación en modo biestático de los radares ionosféricos VIPIR. De esta manera, se podrá realizar observaciones no solo verticales, sino también de incidencia oblicua, facilitando la observación de fenómenos tales como los TIDs (travelling ionospheric disturbances).

En geomagnetismo, se destaca la integración de un magnetómetro solicitado por el Observatorio de Arcibo (Puerto Rico) y otros dos solicitados por la Universidad Nacional Autónoma de México. Asimismo, se amplió la red de Magnetómetros MAGDAS con la instalación de cuatro magnetómetros ubicados en Ancón, Huancayo, Tingo María e Ica.

Otra mejora que se realizó en este campo fue la construcción de una caseta de calibración magnética en el observatorio, caseta que proporciona un ambiente aislado de materiales magnéticos que permitirá la realización de pruebas libres



Vista frontal de uno de los magnetómetros solicitados por la UNAM de México.

de interferencia magnética externa, lo cual se requiere, por ejemplo, para la medición del campo absoluto o para la calibración de magnetómetros.

En óptica, se realizaron mejoras en los *scripts* y la presentación visual del sistema de supervisión de los interferómetros Fabry-Perot, así como el desarrollo de un programa para la visualización anual del estado de los instrumentos ópticos.

Proyectos tecnológicos de colaboración interna

Gracias a la experiencia con la que cuentan nuestros ingenieros e investigadores, y al trabajo en equipo con las subdirecciones científicas del IGP, se continuó con la ejecución de cinco proyectos de desarrollo tecnológico los cuales fueron financiados por Innóvate Perú y el Fondecyt. A continuación, detallamos los avances en estos proyectos.

En el proyecto de Sistema de Alerta Temprana de Huaicos (SATH), podemos destacar que gracias a la confiabilidad y a la información oportuna que se genera con este sistema, se obtuvo un nuevo financiamiento otorgado por el Fondo para Intervenciones ante la Ocurrencia de Desastres Naturales (FONDES) para la ampliación del SATH. Esta ampliación consiste en instalar una nueva estación en la quebrada Huaycoloro y otra adicional en la quebrada Río Seco, a fin de que la alerta brindada por el sistema se realice con mayor tiempo de antelación y así poder brindar información oportuna a entidades del gobierno para que tomen las acciones necesarias de protección a las poblaciones aledañas. Además, como parte de las mejoras realizadas en el sistema actual, se reemplazaron los sensores de ultrasonido, utilizados para medir el nivel del

huaico, por sensores LIDAR, los cuales utilizan un sistema láser mucho más preciso y con mayor alcance (hasta 40 metros de distancia).

En el proyecto Monitoreo de volcanes con UAVs, se rediseñó el avión de ala fija y se ejecutaron dos campañas de vuelo sobre el volcán Sabancaya, en Arequipa. Ambas campañas tuvieron como objetivos el obtener imágenes (de espectros visibles e infrarrojos) del cráter y de las fumarolas en evolución, así como el realizar mediciones de los gases que son liberados por el volcán.



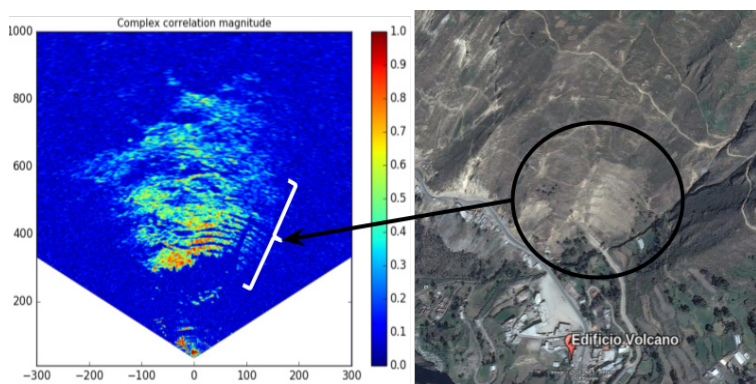
Drone X8 durante verificaciones previas al vuelo sobre el volcán Sabancaya, en erupción.

En el proyecto radar perfilador de vientos UHF, se actualizó el *firmware* del sistema de adquisición y el *software* de procesamiento que permite la estimación de vientos y precipitaciones. Así también, se culminó con el desarrollo de la tesis de ingeniería titulada "Desarrollo de rutinas para la estimación de vientos y precipitación para un radar que opera en UHF". El objetivo principal de la tesis fue el desarrollar los algoritmos de procesamiento de datos para la estimación de la velocidad de los vientos en sus tres componentes (zonal, meridional y vertical), el factor de reflectividad y la razón de lluvias de un radar perfilador de vientos utilizando la técnica Spaced Antenna.

Para el proyecto "Desarrollo de instrumentación para nanosatélites y mediciones ionosféricas", se instalaron tres estaciones de recepción ubicadas en Jicamarca, Ancón y Huancayo, a fin de medir el contenido total de electrones en la ionósfera (TEC). Estas estaciones de radiofrecuencia reciben señales satelitales en dos frecuencias, cuyas señales

pueden determinar el TEC de la ionosfera sobre cada estación. Este proyecto permitirá implementar una técnica de tomografía para reconstruir mapas de densidad de la ionosfera sobre el territorio peruano.

Por otro lado, como parte del proyecto "Sistema de control y monitoreo de deslizamientos usando interferometría de radar", se realizaron pruebas de campo en la zona del cerro Pucrchacra, en San Mateo, provincia de Huarochirí, Lima, por un espacio de seis meses. También se viene desarrollando una tesis de ingeniería que tiene como objetivo la comparación de algoritmos de formación de imágenes (Back Projection y range migration) con el fin de determinar el algoritmo óptimo para la generación de los mapas de deslizamiento con el sistema de radar SAR desarrollado en este proyecto. Gracias a la importancia de este tipo de instrumentación en la Gestión de Riego de Desastres y la experiencia con la que el IGP cuenta en el desarrollo de radares y procesamiento de señales, el FONDES otorgó un financiamiento para la construcción de un nuevo radar de apertura sintética para monitorear una zona de posible deslizamiento en el distrito de Cuenca, Huancavelica.



Instalación de radar CLAIRE en el Observatorio de Huancayo.

Finalmente, gracias a la colaboración internacional entre el Instituto Geofísico del Perú e instituciones extranjeras, a comienzos de 2018 se logró instalar temporalmente un radar meteorológico en la parte media de la cuenca del río Rímac, radar que fue alquilado a la Universidad de Oklahoma de los EE. UU. Esta oportunidad permitió aprender sobre esta tecnología y realizar mediciones de lluvias con una cobertura de 50 km a la redonda cubriendo Chosica y Chaclacayo.

Gracias a este aporte internacional y a la experiencia con la que cuenta el personal del IGP, se logró gestionar un financiamiento espacial otorgado por el FONDES para desarrollar un prototipo de radar meteorológico con tecnología peruana. Este proyecto se viene desarrollando en el observatorio y representa un hito importante para el avance tecnológico en el Perú, pues será el primer radar meteorológico desarrollado, en su totalidad, en nuestro país.



Radar meteorológico PX-1000, instalado en la sierra de Lima (cerro Suche).

Formación académica

El IGP, en la búsqueda por contribuir de manera continua a la comunidad estudiantil, desarrolla anualmente dos programas de experiencia en investigación científica y desarrollo tecnológico, uno nacional y el otro internacional, con estancias en nuestro Radio Observatorio. Esto se realiza con el fin de contribuir con la formación de jóvenes estudiantes universitarios de pregrado, maestría y doctorado.

El programa nacional de prácticas preprofesionales, convocó este año a más de 80 estudiantes de 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. El resultado de esta convocatoria fue la selección de siete estudiantes, quienes ejecutaron proyectos de análisis de datos o de desarrollo electrónico bajo la asesoría de un investigador.

El programa de pasantías internacional Jicamarca International Research Experience Program (JIREP, por sus siglas en inglés), está dirigido a estudiantes de maestría y doctorado de las diferentes universidades del mundo. En esta convocatoria, se recibieron 17 postulaciones extranjeras de las cuales se eligieron cuatro. Los seleccionados desarrollaron proyectos de investigación por 10 semanas, entre los meses de junio y agosto, bajo la asesoría de los investigadores del IGP.



Pasantes del programa JIREP frente al radar de Jicamarca.


Participación en eventos nacionales e internacionales

Durante 2018, se desarrollaron diferentes eventos nacionales e internacionales de corte científico en los cuales los investigadores e ingenieros del IGP participaron. Entre ellos destacan la XI Conferencia Latinoamericana de Geofísica Espacial (COLAGE), llevada a cabo en Argentina; el taller internacional CEDAR Workshop 2018 (EE. UU.), en la 10ª Conferencia Europea en Radares para Meteorología e Hidrología - ERAD (Holanda), el simposio internacional de aeronomía ecuatorial- ISEA15 (India) y el taller de trabajo sobre uso y desarrollo de radares meteorológicos para estudios y monitoreo de lluvias en los Andes peruanos

(Oklahoma, EE. UU.). Entre los eventos nacionales, el Encuentro Científico Internacional (ECI) edición verano 2018, en la Feria Internacional Arequipa (FIA) 2018 y en la feria nacional PeruConCiencia.



Investigadores del IGP en XI COLAGE, Argentina.



**Observatorio de
Huancayo - Astronomía**



Antena 32m del Radio Observatorio Astronómico de Sicaya (ROAS).

Durante el año 2018, las actividades en Astronomía que se desarrollaron se pueden considerar la continuación del proyecto OAUNI, cumpliendo los programas científicos planeados a ser realizados en dicho observatorio. Además, se continuó con el estudio de calidad de cielo en Ica a través de medidas de seeing con el telescopio Nishimura de 0,60 m (NSH60), la optimización de los programas de control y recolección de datos del NSH60 y la recopilación/preservación del acervo histórico científico de los observatorios de Huancayo y Ancón.

Dentro de las colaboraciones internacionales, el Dr. Antonio Pereyra desarrolló códigos de reducción de datos para el polarímetro que se está implementando en el telescopio T80-S localizado en el Observatorio Interamericano del Cerro Tololo (CTIO), Chile.

En el mes de octubre de 2018, el Dr. Nobar Baella participa en el proceso de instalación y capacitación del más grande y moderno telescopio instalado en territorio peruano hasta la fecha: El telescopio de 1 metro, de propiedad de la Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (Conida), localizado en la localidad de Cambrune (Moquegua). Así se inicia una colaboración científica mediante la cual se consigue que el IGP pueda formar parte del equipo de trabajo que usará científicamente este importante instrumento.

También, en diciembre del 2018 se inició el proceso de reactivación científica de la antena del Radio Observatorio Astronómico que el IGP tiene en la localidad de Sicaya, con el objetivo de realizar en dichas instalaciones investigación en Radio Astronomía.

PROYECTO OAUNI

En el Observatorio de Huancayo está instalado un telescopio de 0,5 m de diámetro como parte del proyecto conjunto UNI-IGP. Este instrumento ya tiene tres años de operación y tiene como objetivo potenciar las colaboraciones entre ambas instituciones, las cuales están dirigidas al desarrollo de la astronomía en nuestro país. Esto último se refleja en las asesorías de tesis con tema astronómico realizadas en el IGP.



Telescopio de la UNI - Usado vía convenio UNI-IGP.

Asimismo, durante 2018 se realizaron seis misiones observacionales a Huancayo que consistieron en la obtención de datos astronómicos correspondientes al programa de observación de estrellas variables de corto periodo y tránsitos de exoplanetas, estos últimos relacionados con tesis en desarrollo.

MEDIDAS DE CALIDAD DEL CIELO Y MEJORAS EN EL SOFTWARE DEL TELESCOPIO NISHIMURA

El Dr. Nobar Baella continuó con misiones observacionales en Ica para evaluar la calidad del cielo utilizando el telescopio NSH60, instalado en el campus de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Las mediciones de la turbulencia atmosférica en cielo de dicha ciudad registraron un valor promedio de 1,8" de seeing, para las medidas obtenidas durante los meses de mayo a setiembre de 2018. Además,



Telescopio Nishimura.

una tesis está siendo asesorada por el Dr. Baella con el objetivo de mejorar los programas de control y adquisición de datos que realiza el NSH60.

Se aprovecharon las capacidades del telescopio NSH60 y las mejoras realizadas en las investigaciones para concretar colaboraciones científicas con otras instituciones (Departamento de Física de la Pontificia Universidad Católica del Perú–PUCP), así como incorporar periféricos astronómicos que tengan como fruto conseguir un registro de ocultaciones de estrellas producidas por asteroides.



Flare Monitoring Telescope (FMT).

RECOPILACIÓN DEL ACERVO HISTÓRICO CIENTÍFICO DEL OBSERVATORIO DE HUANCAYO Y LA SEDE ANCÓN DEL IGP

El MSc Hugo Trigoso continuó con el extensivo trabajo de identificar, recopilar y organizar el acervo histórico del Observatorio de Huancayo y la sede Ancón del IGP, acumulado durante sus largos años de existencia. Durante el año 2018, el MSc Trigoso logró iniciar el proceso de preservación y rescate de los gráficos a mano alzada realizados por el Dr. Mutsumi Ishitsuka de la actividad de la cromósfera del Sol observadas con el espectrohelioscopio solar del Observatorio entre los años 1957 y 1958.

Además, se encontró equipo óptico y libros conteniendo datos científicos de importancia histórica en la sede de Ancón. En particular se destaca el hallazgo de imágenes en formato *microfilm*, conteniendo planillas horarias con datos



Telescopio de 51cm del proyecto OAUNI, instalado en el Observatorio de Huancayo.

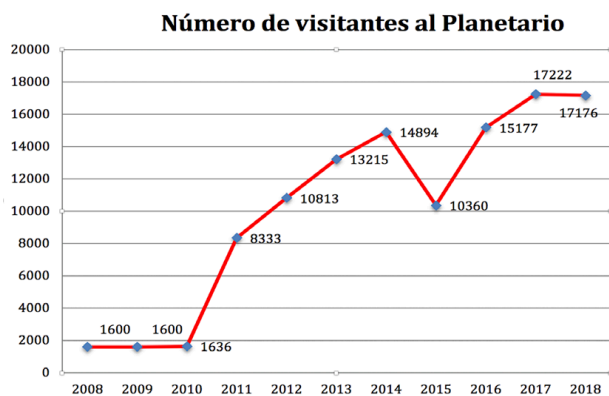


Rescate del acervo científico del OHY - Estudios Solares desde Perú realizados por Mutsumi Ishitsuka.

meteorológicos del Observatorio de Huancayo realizados entre los años 1922–1981.

PLANETARIO

El Instituto Geofísico del Perú, a través de su Planetario Nacional "Mutsumi Ishitsuka", difunde el conocimiento científico en temas relacionado a la astronomía. En 2018 visitaron sus instalaciones alumnos de 418 instituciones educativas. Asimismo, se reportó la llegada de 17 176 visitantes, entre estudiantes de colegios, institutos, universidades y público en general, a sus Sala Domo y Sala 3D. Este número ha venido en aumento en los últimos 10 años, alcanzándose un total de 112 026 visitantes tal como se muestra en la imagen 1.



Número de visitantes por año (imagen 1).



Público participando de la "Tarde de Telescopio".

Como parte de las actividades de difusión de la astronomía, se organizó el evento "Tardes de telescopio", en el cual el público asistente realizó observaciones a la Luna y otros cuerpos celestes. Asimismo, el IGP participo en la celebración por el Día Internacional de la Astronomía, celebrado el 24 de marzo en el distrito de Los Olivos.

Con el sistema 3D itinerante se realizaron proyecciones en la Municipalidad de Los Olivos y en Perú Con Ciencia, del Concytec, alcanzando a más de 3500 personas.

El asesor científico del Planetario, Dr. Nobar Baella, fue entrevistado en el Planetario por el programa "Franja Juvenil", y abordó el tema "Importancia de la astronomía para la divulgación científica"; mientras que en el Tercer Workshop de Astronomía en los Andes, la Lic. Adita Quispe dictó la charla "El Planetario del IGP".



La Sala Domo del Planetario.

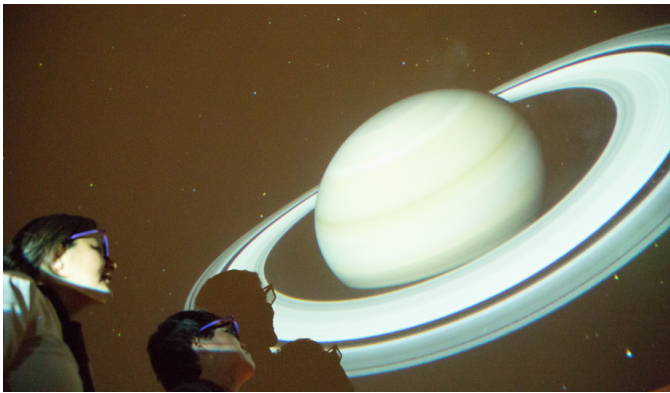


Participación del IGP en Perú ConCiencia.

El embajador de Japón, Sadayuki Tsuchida, quien estuvo acompañado de una comitiva de su país, visitó también el Planetario que lleva el nombre del doctor Mutsumi Ishitsuka, quien fue el principal gestor de este centro científico del IGP, y que tuvo una labor de 50 años en nuestro país. El Japón es el país que realizó la donación cultural del Planetario.

Además, el Instituto Geofísico del Perú y el gobierno japonés siguen reforzando lazos de cooperación y amistad con la presencia de voluntarios de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón-JICA.

Por otra parte, en diciembre de 2018 se recibió una considerable donación de más 50 libros de parte de la Oficina de Gestión Documental y Atención a la Ciudadanía del Ministerio del Ambiente. Este valioso material bibliográfico estará a disposición del público los Domingos Estelares del Planetario, promoviendo así la lectura de los asistentes mientras esperan por el inicio de las funciones.



Sala 3D del Planetario.



Donación de libros del MINAM al Planetario.



Poster del Tercer Workshop de Astronomía en los Andes.



CAPÍTULO III:
Gestión

Recursos Humanos

El capital humano es el pilar más importante de toda organización; por ende, el IGP tiene como visión la implementación de una gestión moderna del personal, proponiendo, ejecutando y evaluando estrategias, políticas y normas de recursos humanos que permitan la profesionalización del equipo de esta Institución, elevando con ello los índices de clima laboral y fortaleciendo la cultura organizacional en el marco de los nuevos valores institucionales: respeto, excelencia, integridad e identidad.

Asimismo, se busca fortalecer las capacidades, conocimientos y habilidades de los trabajadores para realizar acciones vinculadas con la investigación científica y el desarrollo tecnológico, y que estas generen bienestar a la comunidad. Para cumplir a cabalidad con dichas actividades, se debe contar con profesionales de alto nivel, que faciliten el logro de los objetivos institucionales.

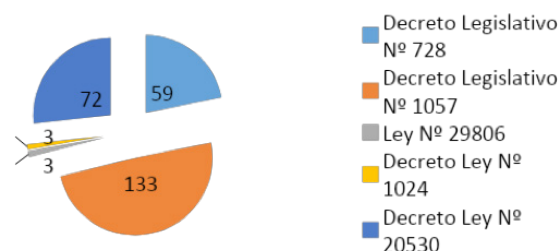
Al cierre del año 2018, el Instituto Geofísico del Perú tiene distribuido a su capital humano en diversos regímenes laborales (ver gráfico adjunto).

- Decreto Legislativo n. ° 728 de la actividad privada: 59 servidores.
- Decreto Legislativo n. ° 1057, correspondiente al régimen especial de contratación administrativa de servicios: 133 servidores.
- Ley n. ° 29806, Ley que Regula la Contratación de Personal Altamente Calificado en el Sector Público: tres servidores.
- Decreto Ley n. ° 1024, que crea y regula el cuerpo de gerentes públicos: tres personas.
- Decreto Ley n. ° 20530, que regula el régimen pensionario: 72 pensionistas.

En relación al año 2017, hubo un incremento de 0,74 % de personal, debido a que se contó con mayores recursos presupuestales que fueron gestionados ante el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).

NÚMERO DE COLABORADORES 2018

Nº DE SERVIDORES ACTIVOS /NO ACTIVOS 2018



| REGIMEN LABORAL | n. ° DE SERVIDORES ACTIVOS /NO ACTIVOS |
|-------------------------------|--|
| Decreto Legislativo n. ° 728 | 59 |
| Decreto Legislativo n. ° 1057 | 133 |
| Ley n. ° 29806 | 3 |
| Decreto Ley n. ° 1024 | 3 |
| Decreto Ley n. ° 20530 | 72 |
| total | 270 |

Se convocaron 77 procesos para el Contrato Administrativos de Servicios (CAS), de los cuales 57 fueron declarados como ganadores: 39 corresponden a los órganos de línea y 18 a los órganos de apoyo y asesoramiento.

Respecto a la formación académica de los servidores del IGP, se cuenta con una plana de destacados especialistas que permiten a la entidad ser referente de información altamente especializada en investigación científica y tecnológica en geofísica y ciencias afines. En los órganos de línea tenemos: investigadores científicos (principal, superior y asociado); profesionales (agregado de investigación, adjunto de investigación y asistentes de investigación); y técnicos y testistas.

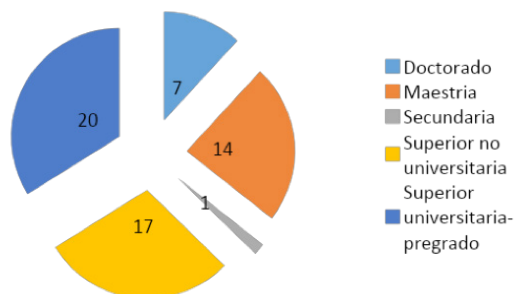
El IGP labora con el siguiente marco normativo:

- Resolución de Presidencia n. ° 222-IGP/2018, la cual aprobó la Política de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), que tiene como principios: proteger a todos

los miembros del IGP en materia de SST; contar con una cultura de prevención, cumplir con los requisitos legales, promover la mejora continua, garantizar que los trabajadores y sus representantes sean consultados y participen activamente de todos los elementos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo para su establecimiento e implementación en el IGP.

- Resolución de Presidencia n. ° 270-IGP/2018, que aprobó la Política de Igualdad de Género del IGP, la cual recoge el compromiso de la institución con la construcción de un entorno laboral más equitativo, justo, que erradique cualquier vestigio de discriminación o trato de desigualdad de cualquier tipo, ya sea por razón de género, clase, raza o grupo étnico, a los servidores que laboran en la entidad.
- Decreto Supremo n. ° 275-2018-EF, del 29 de noviembre de 2018, que aprueba la escala remunerativa para el personal del Instituto Geofísico del Perú, el cual está sujeto al régimen laboral del Decreto Legislativo n. ° 728, y que cumple funciones de investigación especializada en el campo de la geofísica.

FORMACIÓN ACADÉMICA DE COLABORADORES REGIMEN 728 -2018



| CARGO | REMUNERACIÓN MENSUAL (S /) |
|-------------------------------------|------------------------------|
| PRESIDENTE EJECUTIVO | 15 600,00 |
| DIRECTOR CIENTÍFICO | 14 785,00 |
| DIRECTOR / DIRECTOR DE OBSERVATORIO | 10 857,00 |
| INVESTIGADOR CIENTÍFICO PRINCIPAL | 10 743,00 |
| INVESTIGADOR CIENTÍFICO SUPERIOR | 10 206,00 |
| INVESTIGADOR CIENTÍFICO ASOCIADO | 9 669,00 |
| AGREGADO DE INGENIERÍA | 6 685,00 |
| AGREGADO DE INVESTIGACIÓN | 6 685,00 |
| ADJUNTO DE INGENIERÍA | 4 885,00 |
| ADJUNTO DE INVESTIGACIÓN | 4 885,00 |
| ASISTENTE DE INVESTIGACIÓN | 3 085,00 |

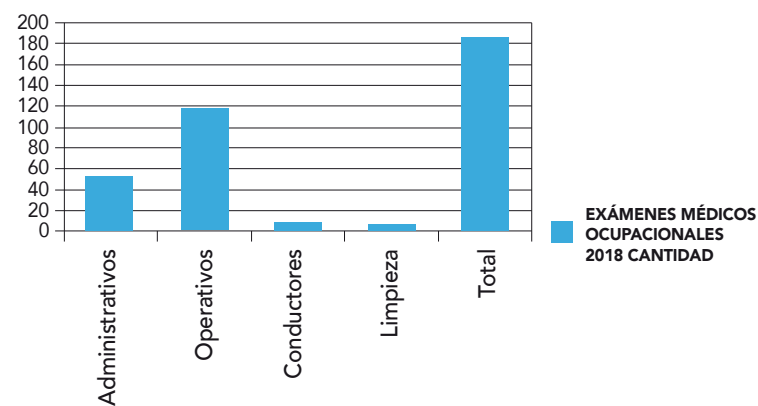
SEGURIDAD

En la Resolución de Presidencia n. ° 181-IGP/2018, del 26 de julio de 2018, se aprobó el Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el marco de la Ley n. ° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. Este reglamento constituye un instrumento técnico y normativo del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

En seguridad y salud ocupacional se llevaron a cabo evaluaciones médico ocupacionales, las cuales se detallan a continuación:

NÚMERO DE COLABORADORES 2018

EXÁMENES MÉDICOS OCUPACIONALES 2018 CANTIDAD



| CONCEPTO | CANTIDAD |
|-----------------|----------|
| ADMINISTRATIVOS | 52 |
| OPERATIVOS | 119 |
| CONDUCTORES | 9 |
| LIMPIEZA | 7 |
| Total | 187 |

ECOEficiENCIA

El Instituto Geofísico del Perú fue convocado por el MINAM para participar en la primera etapa del programa "Instituciones Públicas Ecoeficientes Modelo (EcolP)", durante el mes de febrero, pasando a la segunda etapa, la cual se viene desarrollando durante 2019.

En este marco, el 28 de setiembre de 2018 el IGP realizó, en su sede de Mayorazgo, la Feria de Ecoeficiencia, la cual se coordinó con los representantes del SERNANP, JUST, BELTRAN y TUECO para la exposición de productos de conservación, con el objetivo de promover el bienestar de los colaboradores a través del consumo de alimentos naturales. Asimismo, se fomentó el reciclaje de productos de plástico. La feria contó con la participación del personal que solicitó información para adquirir los productos exhibidos.

En este sentido el IGP inició acciones para implementar la Política de Ecoeficiencia, creándose el Comité De Ecoeficiencia, que se aprobó con Resolución Directoral n. ° 203-IGP/2018, de fecha 7 de junio de 2018. Finalmente el 25 de octubre de 2018 se publicó la Resolución de Presidencia n. ° 226-IGP/2018 la cual aprueba el Plan de Ecoeficiencia del IGP, que a la fecha está vigente.



CAPACITACIÓN

La Resolución de Presidencia n. ° 077-IGP/2018, aprobó el Plan de Desarrollo de las Personas (PDP) para el año 2018, asignándose un presupuesto de S/. 78 182.64, que permitieron ejecutar 13 acciones de capacitaciones de acuerdo a la programación inicial (ver cuadro):

Asimismo, se efectuaron modificaciones al PDP 2018, incorporándose cinco acciones de capacitación.

| RESUMEN DE ACCIONES DE CAPACITACION PROGRAMADAS Y EJECUTADAS 2018 | | | | | | |
|---|---------------------------------|--|-----------------------------|---------------------|--------------|-------------|
| NRO | UNIDAD ORGÁNICA | ACCIÓN DE CAPACITACIÓN | PROGRAMADAS/N O PROGRAMADAS | Nº DE BENEFICIARIOS | FECHA INICIO | FECHA FINAL |
| 1 | Radio Observatorio de Jicamarca | Seguridad de las tecnologías de la información | Programada y ejecutada | 1 | 20.09.2017 | 14.05.2018 |
| 2 | Oficina de Administración | Actualización SIAF -SP | Programada y ejecutada | 4 | 23.07.2018 | 14.05.2018 |

| | | | | | | |
|----|---|---|--|----|------------|------------|
| 3 | Radio Observatorio de Jicamarca | Arduino | Programada y ejecutada | 1 | 01.09.2018 | 22.09.2018 |
| 4 | Oficina de Tecnologías de la Información y Datos Geofísicos | Buenas prácticas en el Desarrollo de Software | Programada y ejecutada | 1 | 14.07.2018 | 15.09.2018 |
| 5 | Ciencias de la Tierra Sólida | Capacitación técnica y científica de alto nivel en Ciencias de la Tierra (Taller de Geomecánica, dinámica de suelos y procesamiento digital de imágenes satelitales de alta resolución) | Programada y ejecutada | 5 | 15.08.2018 | 17.08.2018 |
| 6 | Observatorio de Huancayo | Curso de Administración Institucional (Logística, Inventarios y Almacenes) | Programada y ejecutada | 1 | 27.08.2018 | 29.08.2018 |
| 7 | Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera Geofísica y Sociedad Biblioteca | Curso de oratoria | Programada y ejecutada | 6 | 16.05.2018 | 17.05.2018 |
| 8 | Observatorio de Huancayo | Curso de Técnicas de Mantenimiento en Electrónica | Programada y ejecutada | 1 | 14.07.2018 | 02.08.2018 |
| 9 | Radio Observatorio de Jicamarca | Diseño de PCB placas | Programada y ejecutada | 1 | 05.08.2018 | 02.09.2018 |
| 10 | Órganos de línea Órganos de apoyo | Gestión de la cadena de valor | Programada y ejecutada | 15 | 23.04.2018 | 08.06.2018 |
| 11 | Contabilidad Tesorería | Tributación | Programada y ejecutada | 2 | 17.07.2018 | 24.07.2018 |
| 12 | Subdirección de Ciencia de la atmósfera e Hidrósfera | Computación de Alto Rendimiento para programación en paralelo | Programada y ejecutada Modificación de presupuesto con RP: N° 219-IGP/218 | 13 | 05.11.2018 | 28.11.2018 |
| 13 | Planetario Geofísica y Sociedad Biblioteca | Primeros Auxilios | Programada y ejecutada con presupuesto de SST | 6 | 24.04.2018 | 26.04.2018 |

| RESUMEN DE NUEVAS ACCIONES DE CAPACITACIÓN EJECUTADAS | | | | | | |
|---|--|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------|-------------|
| NRO | UNIDAD ORGÁNICA | ACCIÓN DE CAPACITACIÓN | CANTIDAD DE BENEFICIARIOS | RESOLUCIÓN PRESIDENCIAL | FECHA INICIO | FECHA FINAL |
| 1 | Unidad Funcional de Comunicaciones | Habilidades de Comunicación | 10 | N° 219 – IGP/2018 | 16.01.2018 | 23.11.2018 |
| 2 | Oficina de Planeamiento y Presupuesto | Gestión de Proyectos de Inversión | 1 | N°213 – IGP/2018 | 05.10.2018 | 29.10.2018 |
| 3 | Ciencias de la Tierra Sólida | Gestión del Riesgo de Desastres | 5 | N°204 – IGP/2018 | 05.09.2018 | 08.09.2018 |
| 4 | Dirección Científica | Gestión de Proyectos | 14 | N°231 – IGP/2018 | 24.11.2018 | 12.01.2019 |
| 5 | Oficina de Tecnología de la Información y Datos Geofísicos | Business Analytics and Big Data | 1 | N°211 – IGP/2018 | 30.10.2018 | 15.01.2018 |

BIENESTAR SOCIAL

La Resolución de Presidencia n. ° 78-IGP/2018, del 16 de marzo de 2018, aprobó el Plan de Bienestar, que tiene como objetivo generar y optimizar las condiciones adecuadas de bienestar para los trabajadores del IGP, a través de programas que promuevan la mejora del bienestar social, comunicación interna, así como el clima y cultura organizacional, contribuyendo a elevar los niveles de motivación, productividad y bienestar.

En ese sentido en el mes de setiembre se dio inicio a los desayunos temáticos, los cuales tienen como finalidad generar espacios de acercamiento y diálogo entre la Alta Dirección y el personal que labora en las diferentes sedes y áreas. Esta acción busca conocer las actividades que realizan y las alternativas de mejora que puedan promoverse.

DESAYUNO TEMÁTICO 2018

| MES PROGRAMADO | DÍA EJECUTADO | ACTIVIDAD | OBJETIVO | CANTIDAD PARTICIPANTES CONVOCADOS | CANTIDAD PARTICIPANTES ASISTENTES | % DE ASISTENTES |
|----------------|---------------|-------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| SETEMBRE | 27 | DESAYUNO TEMÁTICO | Promover espacios de acercamiento y dialogo entre la Alta dirección y el personal de diversas áreas de trabajo con la finalidad de que podamos conocer las diversas actividades que realizamos entre las áreas y ver alternativas de mejora | 13 | 12 | 92.31 % |
| OCTUBRE | 25 | | | 24 | 20 | 83.33 % |
| NOVIEMBRE | 28 | | | 26 | 20 | 76.92 % |
| DICIEMBRE | 19 | | | 30 | 23 | 76.67 % |

Programa Reforma de Vida Renovada – 1era etapa: Tamizaje

Durante el mes de julio se continuó con la 1era etapa del Programa Reforma de Vida Renovada, en coordinación con Essalud, en la que participaron 55 personas.

El objetivo de esta actividad fue el descarte preventivo de algunos síntomas que deriven en un síndrome metabólico; es decir, presión arterial elevada, azúcar en la sangre elevada, exceso de grasa corporal en la cintura y niveles anormales de colesterol.

Campaña de vacunación preventiva contra la hepatitis, el tétanos y la influenza

Como parte del Programa Reforma de Vida, se realizaron campañas de vacunación contra la influenza, la hepatitis y el tétanos. Estas actividades se realizaron en coordinación con el hospital Alcántara de Essalud. Además, se entregaron resultados del tamizaje de la primera etapa del programa (ver cuadro y foto).

| LUGAR DE VACUNACIÓN | DIRIGIDO A PERSONAL | FECHA | HORA | PARTICIPANTES |
|-------------------------------------|------------------------|--------------|---------|---------------|
| MAYORAZGO SALA RONALD WOODMAN | MAYORAZGO Y CAMACHO | 07 DE AGOSTO | 8:30 AM | 75 |
| JICAMARCA | JICAMARCA | 16 DE AGOSTO | 8:30 AM | 67 |



Oficina de Asesoría Jurídica

En 2018 recibieron el encargo de la Alta Dirección de hacer una disrupción en el *institutional endowment* del IGP diseñando y proponiendo la estrategia para dotar de las herramientas legales necesarias para su fortalecimiento.

En este corto tiempo se asumió el reto centrado en esta línea argumental:

- La importancia de las actividades del IGP radica principalmente en la investigación científica, la enseñanza y la realización de estudios en las diversas áreas de la geofísica.
 - Los estudios, trabajos e investigaciones realizados por el IGP sirven como base a las entidades que conforman el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, para diseñar políticas públicas vinculadas a crear estrategias y acciones que serán de aplicación de todos los niveles de gobierno y de la sociedad, la cual tiene como finalidad proteger la vida de la población y el patrimonio de las personas y del Estado.
 - La producción científica del IGP es vital para el desarrollo del país dado que contribuye en el conocimiento sísmico para el conocimiento del comportamiento sísmico y el pronóstico de los grandes sismos que puedan afectar al país, del mismo modo contribuir con los modelos numéricos para el correcto pronóstico de El Niño, el monitoreo y alertas de huaycos, debido a deslizamientos, además de los pronósticos de posibles erupciones volcánicas. Esta información es proporcionada con autoría por el IGP.
 - Con ello el IGP contribuye a la mitigación de los efectos destructores de los peligros geofísicos (desastres producidos por peligros naturales) y aquellos de origen antrópico (desastres provocados por la intervención del hombre). La información geofísica es la base para la toma de decisiones para la gestión del territorio, implementación de procesos de alertas para tsunamis, sismos y fenómeno de El Niño; seguimiento de los procesos de dinámica de masas por deslizamientos y huaycos; estudios de procesos de erupción volcánica.
- En esa medida es que el IGP cuenta con autoridad para normar sobre aspectos geofísicos, incluyendo los estudios sobre ambiente sísmico y fenómenos asociados a la investigación científica.
 - El trabajo que viene desarrollando el IGP es muy importante pues la entidad se ha constituido como la principal institución científica a nivel nacional en la generación de conocimientos en temas relevantes para la Gestión del Riesgos de Desastres como terremotos, inundaciones, sequías, fenómenos de El Niño, volcanes, heladas, tormentas, etc.
 - Este trabajo se ha desarrollado sobre la base de evidencias científicas del IGP, las cuales se han remitido a diversas entidades estatales, a través de informes y/o datos procesados en temas de geofísica, ciencias de la atmósfera e hidrósfera, la estimación y evaluación de los peligros o amenazas de naturaleza geofísica.
 - Todas estas evidencias científicas han permitido la toma de decisiones dentro del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
 - Esta ardua tarea de investigación ha posicionado al instituto como una de las cinco mejores en su rubro a nivel Latinoamérica.
 - Asimismo, es importante resaltar que el IGP forma parte de la comunidad científica nacional e internacional, y contribuye activamente en la formulación de los programas nacionales transversales en ciencia y tecnología (conducidos por el Concytec). Cuenta con la mayor plana de investigadores científicos en geofísica a

nivel nacional, con 20 doctores reconocidos en REGINA (<http://regina.concytec.gob.pe/>)

- En el año 2014 se realizó la encuesta percepción de la Ciencia y Tecnología en el Perú, por encargo de la Academia Nacional de Ciencias. Se trató de un estudio a nivel nacional, entrevistando a poco más de 150 personas vinculadas con el quehacer científico. El resultado de esta encuesta coloca al IGP como la institución líder en la promoción y generación de conocimiento científico.
- No obstante todo lo antes mencionado, el régimen laboral al cual pertenecen los trabajadores del IGP es la de la actividad privada regulada por el Texto Único Ordenado del Decreto Legislativo n.º 728 y, a diferencia de otras entidades dedicadas a la investigación en otras ramas de estudio, la política remunerativa que encontró la jefatura de la Oficina de Asesoría Jurídica (OAJ) no fue modificada en 16 años desde su aprobación en el año 2001.
- La política de remuneraciones del IGP fue aprobada mediante el Decreto Supremo n.º 161-2001-EF, fecha desde la cual la estructura salarial no sufrió ninguna variación o actualización de acuerdo al índice de inflación o cualquier otro indicador que pudiera servir de referencia.
- Cabe resaltar que para el buen funcionamiento de las organizaciones, es necesario mantener por una parte un equilibrio interno en las remuneraciones, pues esta armonía permite fomentar un clima laboral positivo y por otra parte un equilibrio externo en las remuneraciones, para evitar la alta rotación y la consecuente pérdida de los talentos y dificultad para atraer a los mejores profesionales científicos, con la desventaja de un nuevo costo de aprendizaje y demora en la producción.
- Resultaba trascendental incrementar la escala remunerativa del IGP, con el fin de que nuestros colaboradores mantengan un estilo de vida decente y acorde a las mutaciones que sufre año a año nuestra economía nacional.

- La escala que encontramos era esta:

ANEXO

1. La Política Remunerativa del Instituto Geofísico del Perú será financiada por la fuente de financiamiento de los Recursos Ordinarios. La remuneración máxima mensual por todo concepto aplicable por categoría se fijará conforme a lo siguiente:

| CARGO | CATEGORÍA | TOTAL REMUNERACIÓN |
|------------------------------------|-----------|-----------------------------|
| | | MÁXIMA (en nuevos soles) |
| PRESIDENTE EJECUTIVO | D-7 | 7000 |
| DIRECTOR TÉCNICO | D-6 | 6600 |
| INVESTIGACIÓN CIENTÍFICO PRINCIPAL | C-5 | 6100 |
| INVESTIGACIÓN CIENTÍFICO SUPERIOR | C-4 | 5300 |
| INVESTIGACIÓN CIENTÍFICO ASOCIADO | C-3 | 4600 |
| DIRECTOR GENERAL | D-5 | 3800 |
| DIRECTOR EJECUTIVO | D-4 | 3500 |
| DIRECTOR | D-3 | 3200 |
| PROFESIONAL | P-5 | 3000 |
| PROFESIONAL | P-4 | 2600 |
| PROFESIONAL | P-3 | 2200 |
| TÉCNICO | T-5 | 1500 |
| TÉCNICO | T-4 | 1400 |
| TÉCNICO | T-3 | 1300 |

- Estos sueldos eran inaceptables e incongruentes con el aporte al país de los científicos del IGP.
- El IGP, al ser una entidad dedicada a realizar investigación científica y tecnológica, además de liderar el campo de la producción de conocimiento científico para la prevención de desastres naturales, necesita contar con profesionales del más alto nivel educativo y técnico, que hayan realizado estudios y obtenido títulos en las más prestigiosas universidades a nivel mundial, como sucede actualmente.
- Por lo tanto, bajo el liderazgo del presidente ejecutivo Hernando Tavera, el gerente general Javier Bueno, y el apoyo del Congreso de la República¹ se logró lo siguiente:

¹ La congresista Alejandra Aramayo Gaona fue la que tuvo un rol trascendental en este logro a favor de los científicos del IGP y también, no cabe duda, el Modelo de Gestión del Conocimiento Científico del IGP de los autores Mary Mollo, Hernando Tavera y Edmundo Norabuena, pieza clave para convencer al Ministerio de Economía y Finanzas.

LEY DEL PRESUPUESTO GENERAL DE LA REPÚBLICA 2018

NONAGÉSIMA SEGUNDA. Autorízase al Ministerio de Economía y Finanzas a realizar un estudio integral a fin de establecer la carrera especial y la política remunerativa para el personal profesional científico del Instituto Geofísico del Perú-IGP, que cumple funciones de investigación especializada en el campo de la geofísica y para el personal profesional especializado del Servicio Nacional de Meteorología y Hidrología - SENAMHI que cumplan funciones en los campos de meteorología, hidrología, oceanografía, geografía, ambiental, agrícola e instrumental y datos hidrometeorológicos.

El monto de los ingresos del personal profesional científico del Instituto Geofísico del Perú-IGP, y del personal profesional especializado del Servicio Nacional de Meteorología y Hidrología - SENAMHI en el marco de la política remunerativa determinada, se aprobará en estricta observancia de la Cuarta Disposición Transitoria de la Ley 28411, Ley General del Sistema Nacional de Presupuesto.

Para efectos de implementar lo dispuesto en la presente disposición, exonerase al Instituto Geofísico del Perú - IGP y al Servicio Nacional de Meteorología y Hidrología - SENAMHI de lo establecido en los artículos 6 y 9 de la presente Ley.

Aprueban Escala Remunerativa para el personal profesional científico del Instituto Geofísico del Perú que cumple funciones de investigación especializada en el campo de la geofísica y dictan otra disposición

**DECRETO SUPREMO
N° 275-2018-EF**

ANEXO

ESCALA REMUNERATIVA PARA EL PERSONAL PROFESIONAL DEL INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ, QUE CUMPLE FUNCIONES DE INVESTIGACIÓN ESPECIALIZADA EN EL CAMPO DE LA GEOFÍSICA

| CARGO | REMUNERACIÓN MENSUAL (S/) |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| PRESIDENTE EJECUTIVO | 15 600,00 |
| DIRECTOR CIENTÍFICO | 14 785,00 |
| DIRECTOR / DIRECTOR DE OBSERVATORIO | 10 857,00 |
| INVESTIGADOR CIENTÍFICO PRINCIPAL | 10 743,00 |
| INVESTIGADOR CIENTÍFICO SUPERIOR | 10 206,00 |
| INVESTIGADOR CIENTÍFICO ASOCIADO | 9 669,00 |
| AGREGADO DE INGENIERÍA | 6 685,00 |
| AGREGADO DE INVESTIGACIÓN | 6 685,00 |
| ADJUNTO DE INGENIERÍA | 4 885,00 |
| ADJUNTO DE INVESTIGACIÓN | 4 885,00 |
| ASISTENTE DE INVESTIGACIÓN | 3 085,00 |

Tal como se podrá apreciar, se logró el objetivo, que implica un gran cambio a favor de los científicos del IGP y de sus familias. No cabe duda que "innovar es cambiar la forma de hacer las cosas" y eso es lo que se debe hacer siempre profesionalmente: contribuir a transformar y mejorar la Política de Estado de Gestión del riesgo de desastres en el Perú.

Oficina de Tecnología de la Información y Datos Geofísicos (OTIDG)

La Oficina de Tecnología de la Información y Datos Geofísicos (OTIDG) tiene entre sus actividades principales el almacenamiento de la base de datos geofísicos para realizar investigaciones en el campo de la geofísica, así como dirigir sus esfuerzos para contar con tecnología e infraestructura en óptimas condiciones, lo cual permita desarrollar el conjunto de labores principales y secundarias de la institución sin restricciones, de modo que se asegure el éxito de 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, lo 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 computacionales y periféricos

| ITEM | UNIDADES DE TRABAJO | TOTAL |
|--------------|--|-----------------------|
| 1 | Sub Dirección de Ciencias de la Atmósfera | S/. 109 217,38 |
| 2 | Sub Dirección de Ciencia de la Tierra Sólida | S/. 29 205,62 |
| 3 | Oficina de Asesoría Jurídica | S/. 4108,00 |
| 4 | Oficina de Tecnologías de Información | S/. 227 304,04 |
| 5 | Observatorio Vulcanológico del Sur | S/. 56 745,99 |
| 6 | Radio Observatorio de Jicamarca | S/. 26 085,76 |
| 7 | Observatorio de Huayao | S/. 11 456,64 |
| 8 | Gerencia General | S/. 3365,11 |
| 9 | Oficina de Planeamiento y Presupuesto | S/. 8463,84 |
| 10 | Oficina de Administración | S/. 27 048,90 |
| 11 | Subdirección de Redes Geofísicas | S/. 31 762,42 |
| 12 | Dirección Científica | S/. 8307,90 |
| TOTAL | | S/. 543 071,60 |

Equipos computacionales y periféricos

| ITEM | UO | N° DE REQUERIMIENTO | BIEN O SERVICIO | CANTIDAD |
|------|-----|---------------------|--|----------|
| 1 | CAH | 034-2018-IGP/DC-CAH | Disco Duro 4TB 12G SAS 7.2 k rpm | 7 |
| 2 | CAH | 034-2018-IGP/DC-CAH | Disco Duro 2TB 12G SAS 7.2 k rpm | 4 |
| 3 | CAH | 064-2018-IGP/DC-CAH | Laptop | 1 |
| 4 | CAH | 194-2018-IGP/DC-CAH | Computadora de alta performance para cálculo científico | 4 |
| 5 | CAH | 194-2018-IGP/DC-CAH | Laptop de alta performance para cálculo científico | 2 |
| 6 | CAH | 194-2018-IGP/DC-CAH | Disco duro externo portátil 2TB | 6 |
| 7 | CAH | 295-2018-IGP/DC-CAH | Discos duros de almacenamiento | 20 |
| 8 | CAH | 342-2018-IGP/DC-CAH | Monitor | 3 |
| 9 | CTS | 081-2018-IGP/DC-CTS | NAS 8TB | 1 |
| 10 | CTS | 096-2018-IGP/DC-CTS | Disco Externo 5TB | 2 |
| 11 | CTS | 165-2018-IGP/DC-CTS | Pantalla inteligente todo en uno (Imac 27k video 8GB DDR5) | 1 |
| 12 | CTS | 186-2018-IGP/DC-CTS | Computadora personal portátil rugged | 1 |
| 13 | CTS | 191-2018-IGP/DC-CTS | Bateria Laptop | 1 |
| 14 | CTS | 191-2018-IGP/DC-CTS | Memoria compact flash de 2GB | 4 |
| 15 | CTS | 191-2018-IGP/DC-CTS | Lector de memoria SD, micro SD, compact flash | 2 |
| 16 | CTS | 259-2018-IGP/DC-CTS | Computadora personal Workstation XEON 240 SSD 2TB 32GB | 1 |
| 17 | DC | 107-2018-IGP/DC | Equipo de cómputo WS XEON 240 SSD 2TB 32GB | 1 |
| 18 | DC | 107-2018-IGP/DC | Disco Externo 8TB | 1 |

| | | | | |
|----|-------|-------------------------|---|----|
| 19 | DC | 107-2018-IGP/DC | Disco Externo 2TB | 1 |
| 20 | GG | 019-2018-IGP/GG | Equipo de cómputo CORE I7-7MA 8GB 1TB | 1 |
| 21 | GG | 019-2018-IGP/GG | Monitor GG 27" | 1 |
| 22 | OAD | 168-2018-IGP/GG-OAD-ULO | Impresora multifuncional | 1 |
| 23 | OAJ | 027-2018-IGP/GG-OAJ | Equipo de cómputo portátil | 1 |
| 24 | OHY | 055-2018-IGP/DC-OHY | Laptop | 1 |
| 25 | OHY | 079-2018-IGP/DC-OHY | Proyector multimedia | 1 |
| 26 | OHY | 085-2018-IGP/DC-OHY | Impresora multifuncional | 1 |
| 27 | OHY | 087-2018-IGP/DC-OHY | Tarjeta de video | 1 |
| 28 | OPP | 016-2018IGP/GG-OPP | Equipo de computo | 2 |
| 29 | OPP | 016-2018IGP/GG-OPP | Monitores 21" | 4 |
| 30 | OTIDG | 013-2018-IGP/SG-OTIDG | Fuentes de energía para circuitos de cámara de vigilancia | 8 |
| 31 | OTIDG | 013-2018-IGP/SG-OTIDG | Balun HDCVI | 8 |
| 32 | OTIDG | 016-2018-IGP/SG-OTIDG | Adaptadores USB a RJ45 | 3 |
| 33 | OTIDG | 017-2018-IGP/SG-OTIDG | Fuentes de poder Servidor DELL R430 | 2 |
| 34 | OTIDG | 018-2018-IGP/SG-OTIDG | Materiales para habilitar servicio de internet huancayo | 1 |
| 35 | OTIDG | 044-2018-IGP/SG-OTIDG | Scanner | 7 |
| 36 | OTIDG | 047-2018-IGP/SG-OTIDG | Gabinete servidor | 2 |
| 37 | OTIDG | 050-2018-IGP/SG-OTIDG | Servidor de almacenamiento para vigilancia 32TB | 1 |
| 38 | OTIDG | 058-2018-IGP/SG-OTIDG | Access Point | 10 |
| 39 | OTIDG | 053-2018-IGP/SG-OTIDG | Adquisición de discos duros para expandir capacidad de almacenamiento | 5 |

| | | | | |
|----|-------|-----------------------|---|---|
| 40 | OTIDG | 062-2018-IGP/GG-OTIDG | Reemplazo de Token USB | 1 |
| 41 | OTIDG | 074-2018-IGP/GG-OTIDG | Token USB | 3 |
| 42 | OTIDG | 075-2018-IGP/GG-OTIDG | Lectora de DNI | 3 |
| 43 | OTIDG | 081-2018-IGP/GG-OTIDG | Equipo de cómputo todo en uno IMAC | 1 |
| 44 | OTIDG | 082-2018-IGP/GG-OTIDG | Tarjeta de red servidor | 1 |
| 45 | OTIDG | 083-2018-IGP/GG-OTIDG | Servidor Contingencia SIAF | 1 |
| 46 | OTIDG | 087-2018-IGP/GG-OTIDG | Servidor OHY | 1 |
| 47 | OTIDG | 087-2018-IGP/GG-OTIDG | Router Balanceador de carga | 2 |
| 48 | OTIDG | 088-2018-IGP/GG-OTIDG | Equipo de cómputo - ADM CORE I5-7MA 8GB 1TB | 4 |
| 49 | OTIDG | 088-2018-IGP/GG-OTIDG | Monitores - ADM 23" | 4 |
| 50 | OTIDG | 088-2018-IGP/GG-OTIDG | Monitores - Investigadores 23" | 3 |
| 51 | OTIDG | 089-2018-IGP/GG-OTIDG | Equipo de videoconferencia | 3 |
| 52 | OTIDG | 090-2018-IGP/GG-OTIDG | Lectora de DNI | 5 |
| 53 | OTIDG | 091-2018-IGP/GG-OTIDG | Token USB | 5 |
| 54 | OTIDG | 096-2018-IGP/GG-OTIDG | Proyector multimedia 7000 lúmenes | 1 |
| 55 | OTIDG | 097-2018-IGP/GG-OTIDG | Scanner | 3 |
| 56 | OTIDG | 103-2018-IGP/GG-OTIDG | Scanner | 4 |
| 57 | OTIDG | 112-2018-IGP/GG-OTIDG | Switch POE 16P | 1 |

| | | | | |
|----|-------|-----------------------|---|----|
| 58 | OTIDG | 112-2018-IGP/GG-OTIDG | Telefono IP | 2 |
| 59 | OVS | 080-2018-IGP/DC-OVS | Router | 20 |
| 60 | RGE | 485-2018-IGP/DC-RGE | PC Torre Workstation XEON 240 SSD 2TB 32GB | 1 |
| 61 | RGE | 485-2018-IGP/DC-RGE | Equipo Servidor | 1 |
| 62 | RGE | 486-2018-IGP/DC-RGE | Disco Servidor SATA 4TB 7.2k rpm | 1 |
| 63 | ROJ | 001-2018-IGP/DC-ROJ | Switch | 5 |
| 64 | ROJ | 001-2018-IGP/DC-ROJ | KVM | 2 |
| 65 | ROJ | 001-2018-IGP/DC-ROJ | Regleta electrica de 6 m | 6 |
| 66 | ROJ | 102-2018-IGP/DC-ROJ | Disco duro interno 3TB | 1 |
| 67 | ROJ | 142-2018-IGP/DC-ROJ | Adquisición de computadora 8va generación | 2 |
| 68 | ROJ | 175-2018-IGP/DC-ROJ | Acumulador de energía | 1 |
| 69 | ROJ | 175-2018-IGP/DC-ROJ | Unidad regulador de voltaje | 1 |
| 70 | ROJ | 175-2018-IGP/DC-ROJ | KVM 2 Puertos USB | 1 |
| 71 | ROJ | 175-2018-IGP/DC-ROJ | Switch 8 puertos | 2 |
| 72 | ROJ | 292-2018-IGP/DC-ROJ | Computadora de desarrollo | 2 |
| 73 | ROJ | 292-2018-IGP/DC-ROJ | Computadora para procesamiento | 1 |
| 74 | ROJ | 383-2018-IGP/DC-ROJ | Disco duro interno 4TB | 1 |
| 75 | ROJ | 384-2018-IGP/DC-ROJ | Disco Duro Externo portátil 2TB | 1 |

EQUIPOS DE COMUNICACIONES PARA REDES INFORMÁTICAS:

Equipos de Comunicaciones

| EQUIPOS DE COMUNICACIONES 2018 | | | | | COSTO |
|--------------------------------|--|----------|-----------|--------------|---------------------|
| ITEM | UNIDADES ORGÁNICAS | SWITCH | ROUTER | ACCESS POINT | TOTAL |
| 1 | OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO DEL SUR | | 20 | | S/ 4313 |
| 2 | OFICINA DE TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y DATOS GEOFÍSICOS | 1 | 2 | 10 | S/ 34 076,54 |
| 3 | RADIO OBSERVATORIO DE JICAMARCA | 5 | | | S/ 644,10 |
| TOTAL | | 6 | 22 | 10 | S/ 39 033,64 |

Servicios Institucionales

| ITEM | DESCRIPCIÓN SERVICIO | COSTO ANUAL | FUENTE |
|------|--|-------------|--------|
| 1 | SERVICIO DE LA NUBE | S/. 120 000 | R.O. |
| 2 | SERVICIO ANTIVIRUS (300 LICENCIAS) | S/. 25 000 | R.O. |
| 3 | SERVICIO DE TELEFONÍA MÓVIL | S/. 48 000 | R.O. |
| 4 | SISTEMA DE SEGURIDAD DE CERCOS FOTOELÉCTRICOS | S/. 10 000 | R.O. |
| 5 | SERVICIO DE IMPRESIÓN Y FOTOCOPIAS | S/. 180 750 | R.O. |
| 6 | SERVICIO DE PROYECCIÓN EN LAS SALAS DE REUNIONES - PROYECTOR | S/. 3500 | R.O. |

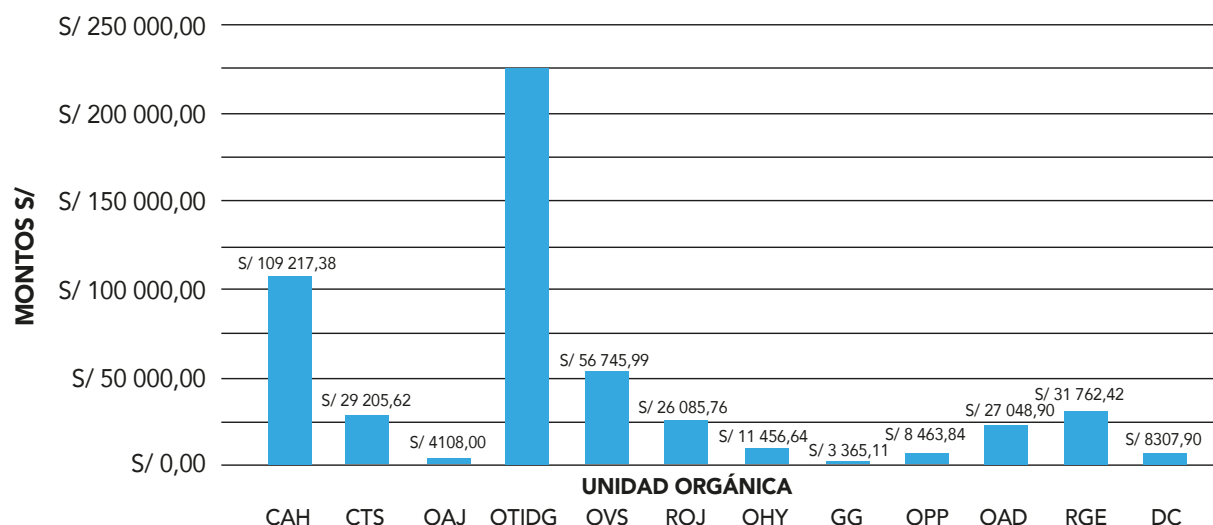
Servicios Institucionales de Internet

| ITEM | SEDE | DESCRIPCIÓN SERVICIO | COSTO ANUAL | FUENTE |
|------|--|--|---------------|--------|
| 1 | MAYORAZGO-CAMACHO | Servicio de internet institucional (OTIDG) 50MBPS (02) y (SRGE) 10 MBPS (01) | S/. 244 500 | R.O. |
| 2 | AREQUIPA - USUARIOS | Servicio de Internet empresas fibra óptica 30 Mbps 100% | S/. 18 000 | R.O. |
| 3 | AREQUIPA – DATOS SÍSMICOS | Speedy_N 2Mbps 25% | S/ 6720 | R.O. |
| 4 | HUANCAYO | Servicio de Internet dedicado corporativo 10 Mbps | S/. 32 355,60 | R.O. |
| 5 | CHICLAYO | Speedy_N 2Mbps 25% | S/. 3700 | R.O. |
| 6 | ANCON | Speedy_N 2 Mbps 25% | S/. 5280 | 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/ 4361,04 | R.O. |
| 9 | SERVICIO SATELITAL VSAT-SICAYA | SERVICIO DE INTERNET SATELITAL VSAT 256KBPS / 256KBPS AL 70% | S/ 6198,72 | R.O. |
| 10 | ESTACIONES SÍSMICAS REMOTAS ACCELEROMETRICAS | 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 |
|------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| INVERSIÓN | S/. 612 071,99 | S/. 538 101 | S/. 543 071,60 |

Inversión Equipo Computacional 2018



Inversión en equipo de comunicaciones para redes informáticas

| AÑO | 2016 | 2017 | 2018 |
|------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|
| INVERSIÓN | S/. 161 879,68 | S/. 137 858 | S/. 39 033,64 |

Cantidad de licencias de software adquiridas por año

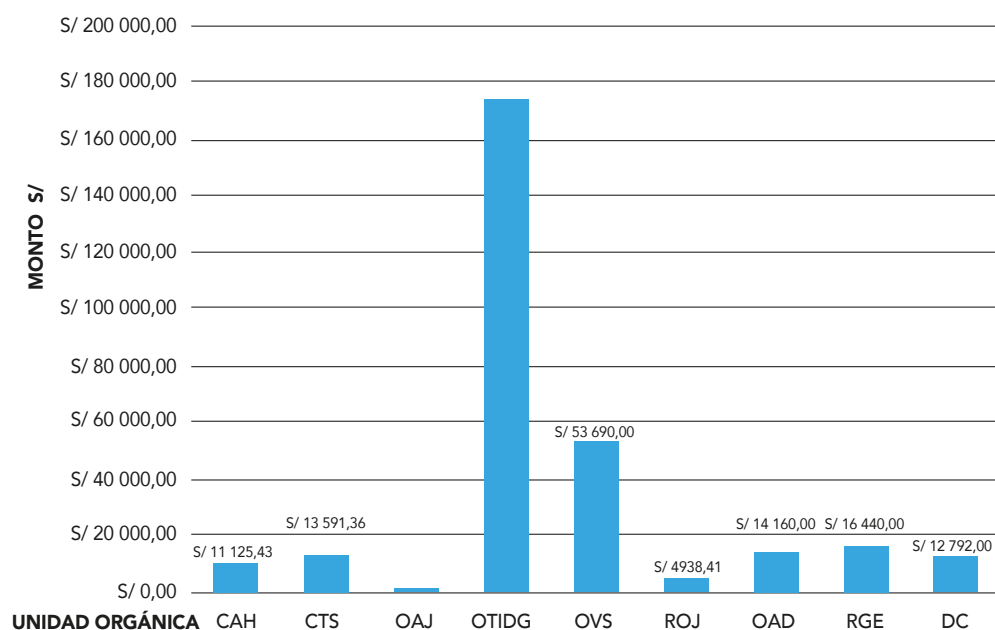
A continuación, se muestra la inversión del IGP en la adquisición de licencias de *software* en los últimos años, convirtiéndose en herramienta principales para el desarrollo de las actividades de investigación y soporte de las diferentes unidades del instituto, cumpliendo de esta manera con la disposición 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 |
|------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|
| INVERSIÓN | S/. 61 218,35 | S/. 226 705 | S/. 301 632,35 |

Inversión en licencias de software 2018

| | | | |
|--------------|---|------------|-----------------------|
| 1 | ArcGis Server 10.6 | 1 | S/ 108 412,00 |
| 2 | ArcGis Desktop 10.6 | 1 | S/ 37 294,00 |
| 3 | Corel Graphics Suite 2018 | 1 | S/ 2686,86 |
| 4 | Microsoft Office STD 2016 | 1 | S/ 1070,85 |
| 5 | Renovación de licencia anual del equipo firewall Fortigate 100D | 1 | S/ 4938,41 |
| 6 | Windows Server 2016 OLP Gov 16 cores | 1 | S/ 2525,00 |
| 7 | Antivirus | 350 | S/ 19 250,00 |
| 8 | SPIJ Renovación | 3 | S/ 1516,51 |
| 9 | Software de planillas y control de asistencia | 1 | S/ 14 160,00 |
| 10 | Software para descarga, análisis y procesamiento de información de las estaciones | 1 | S/ 653,72 |
| 11 | Microsoft Office STD 2016 | 6 | S/ 6714,00 |
| 12 | Licencias Windows Server SIAF | 2 | S/ 5897,64 |
| 13 | Licencia de software de análisis y procesamiento matemático | 1 | S/ 53 690,00 |
| 14 | GEOSOFT RESEARCH - GEOSCIENCIE | 1 | S/ 13 591,36 |
| 15 | Adobe suite creative cloud 2019 | 1 | S/ 11 250,00 |
| 16 | Microsoft office 2019 MAC | 1 | S/ 1542,00 |
| 17 | Software de adquisición de datos sísmicos | 1 | S/ 16 440,00 |
| TOTAL | | 374 | S/. 301 632,35 |



DESARROLLO DE SOFTWARE

La OTIDG tiene la responsabilidad de cumplir con el desarrollo e implementación del *software* institucional, como resultado de la formulación de soluciones informáticas a través de la identificación y análisis de procesos de los órganos y unidades orgánicas que lo conforman.

El enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable empleado en cada desarrollo, operación y mantenimiento del *software* que la OTIDG realiza, está basado en la gestión de proyectos y el uso de *software* libre.

El *software* desarrollado e implementado por la OTIDG puede clasificarse por su uso y carácter, siendo el primero de uso interno y público, así como también administrativo, operativo y de investigación, según su carácter. A continuación, se detalla el portafolio de *software* disponible del IGP según su clasificación.

a. Software de uso Interno

Se caracteriza por tener un alcance exclusivo para los funcionarios del IGP debido a que la información gestionada

es de uso privado y de interés para la institución únicamente.

- **Administrativos:** Módulo Web de Documentos Administrativos, Sistema de Gestión de Recursos Humanos, Buzón de Atención al Ciudadano (Denuncias Administrativas, Denuncias Anticorrupción, Sugerencias, Reclamaciones y Solicitud de Acceso a la Información); Adquisiciones de Bienes y Servicios, Programación de Actividades Oficiales, Módulo de Adquisiciones y Contrataciones y Sistema de Publicación de Parámetros Sísmicos, Registro de Incidencias en la transmisión de datos sísmicos y Estado de Operatividad de Servicios.
- **Operativos:** Módulo Web de Reserva de Salas, Registro de Visitas, Sistema de Información Compartida, Papeletas de Permiso, Requerimiento de Bienes y Servicios, Movimiento de Bienes, Viáticos y Encargos; Solicitud de Viajes, Convenios, Órdenes de Salida de Vehículos, Sistema de Trámite Documentario y Banco de Proyectos.
- **Investigación:** Páginas web dinámicas de estudios hidrológicos en la Amazonía peruana, Módulo de Información Científica Técnica e Informes Trimestrales.

Sugerencias

Responsable: Rafael Javier Bueno Cano
 sugerencias@igp.gob.pe

Mostrar 50

Buscar

| Nombre | N° Documento | E-mail | Teléfono | Sugerencia | Fecha de Registro | Fecha de Atención |
|--------------------------------|--------------|------------------------------|----------------------|--|---------------------|---------------------|
| Luis Fernandez Morrey | 47379576 | luisfernandezm@gmail.com | 993285851 | Respondan el telefono 888888888 | 04-02-2019 16:47:11 | |
| VICTOR RICARDO CABRERA PRITO | 00795008 | vica74@hotmail.com | 992939252 | la presente es para solicitar informacion para poder realizar un convenio con la sub gerencia de riesgo de desastres de la municipalidad provincial | 04-01-2019 17:34:09 | |
| OSCAR BASILIO SUCASACA MEDINA | 70108756 | oacso10419950s@gmail.com | 990381148 | Hola, soy estudiante de ingeniería en energías renovables de la universidad nacional de Juliaca, quiero especializarme en el área de energía geotérmica. | 22-11-2018 12:22:52 | |
| Edinson Martín Inga Espinoza | 43005641 | edinson_mai@hotmail.com | 947526146 | Como se diferencia el ruido sísmico del sismo en sí y que es considerado un evento? un conjunto de estaciones sísmicas me podrían dar datos sísmicos... | 27-07-2018 16:50:37 | 31-07-2018 12:21:21 |
| Mario David Razzeto | 07848203 | mariodavidrazzeto@gmail.com | 995079965 | Estimados Señores, Es motivo para felicitarlos por la excelente app sobre este tema y una importante información. Es factible que en sus reportes. | 11-07-2018 07:55:50 | 31-07-2018 12:20:36 |
| | 48623889 | | 88888888888888888888 | DEBERIAN DE HACER CAPACITACIONES A LOS CENTROS DE MONITOREO DE SALUD | 07-07-2018 10:58:47 | 09-07-2018 15:46:44 |
| JONY ENRIQUE JARA NATIVIDAD | 22797776 | jaranatividad@yahoo.com | 962076796 | HE TRATADO DE ENCONTRAR LOS SISMOS SUCECIDOS EN HUANUCO EN LOS ULTIMOS 50 AÑOS Y SOLO ENCUENTRO LOS MAPAS, PERO NO SE EN QUE LUGARES HA SUCECIDO Y EN... | 06-07-2018 16:07:32 | 09-07-2018 15:45:10 |
| Cesar Rafael Doria Soto | 09187021 | cesar_doria_soto@hotmail.com | 943901639 | Si podrían incluir en sus reportes la duración de los sismos | 30-06-2018 19:46:42 | 03-07-2018 12:00:01 |
| Jhoni Emerson Zuñabara Quipe | 72246521 | jhoni_9m@hotmail.com | 954682451 | Me podría dar el informe sobre la estación meteorológica del observatorio por favor | 06-06-2018 16:00:10 | 10-07-2018 22:20:49 |
| ESDUIAR SALAZAR SANDOVAL | 12541912 | esduiar@gmail.com | +594247088487 | Estimados señores. Ante todo, reciban un cordial saludo aunado a mis mejores deseos de bienestar. Es motivo de agradecimiento ante la acogida. | 23-05-2018 08:56:42 | 07-06-2018 22:00:16 |
| santiago roose hamann | 06670545 | santagorose@gmail.com | 945518059 | Pongan un botón de Mapas en la primera página de la web. | 07-05-2018 08:42:55 | 07-06-2018 21:57:19 |
| RUTH GLADYS MARCHENA AGUIRRE | 07936084 | ruante.ruth@gmail.com | | Deseo saber cómo es el sueto del Catibío en la altura de la cuadra 54 de Av. Faucett, específicamente en la Urb. San Juan Marcos, nuestras casas se e... | 09-03-2018 11:39:54 | 09-09-2018 11:31:44 |
| Luis Alberto Zambrano Infantes | 04432636 | luzambo3009@hotmail.com | 952897650 | Toda la aplicación está bien lo que le falta es un sonido de notificaciones antes lo tenía | 06-03-2018 07:15:20 | 07-06-2018 21:44:40 |
| Agelero Justeliano Tuxto | 22700413 | agelero1@hotmail.com | 981655558 | Urgente deseo establecer contacto con un representante para realizar un taller de capacitación en Huanuco, en la Institución Educativa Mitag de F... | 14-02-2018 07:06:33 | 07-06-2018 21:53:36 |
| Masael Portal Patonimo | 10694748 | masaelportal@gmail.com | 950300991 | Mi pedido es desesperado, quisiera que portavoz contacten a mi esposo Jorge Gonzales Davalos, el es astrónomo envió sus documentos pero no hay cont... | 25-01-2018 08:14:26 | |
| AGUSTIN ROJAS ALARCÓN | 09661415 | arojas20a@gmail.com | 01-5661724 | Para las solicitudes de información se deben utilizar técnicas más modernas y accesibles para los usuarios. Por ej. Hay que tener Original y copia. | 19-01-2018 17:38:50 | 07-06-2018 21:48:03 |
| Rafael Segura Zamuto | 30485005 | rafael.segura@outlook.com | | señores ante la página tenía mejor información hoy ingreso y la redacción de sismos nada, el mapa desactualizado para que pongen una página si n... | 16-01-2018 11:12:22 | 07-06-2018 21:45:43 |

Registrar Reserva

Datos de la Reserva

Sede * Camacho Sala * Sala Misti

Nombre del Evento * Nombre del Evento

Contacto * - Selecciona -



Sala Misti Capacidad: 150

b. Software de uso Público

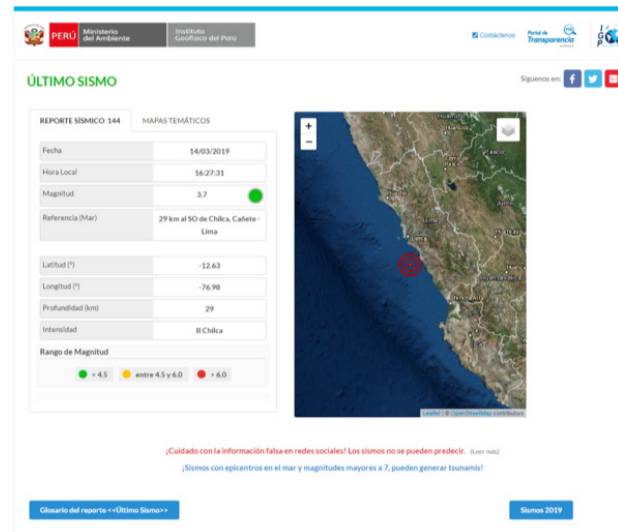
El software de uso público se caracteriza por ser un producto o servicio que debe estar al alcance del ciudadano.

- **Servicios y Productos:** Último Sismo, Repositorio Digital, Biblioteca, Banco Nacional de Datos Geofísicos, Convocatorias de Personal, Planetario Nacional,

Recursos para Transparencia, Presentación de Productos del programa Presupuesto por Resultado, Solicitud de Acceso a la Información, Portales Institucionales, Sistema de Control Interno, Monitoreo Climático, Reportes Vulcanológicos, Servicios Web de Parámetros Sísmicos en la PIDE y GEOIDEP, aplicación móvil Sismos Perú para iOS y Android, aplicación móvil Volcanes Perú para iOS y Android.



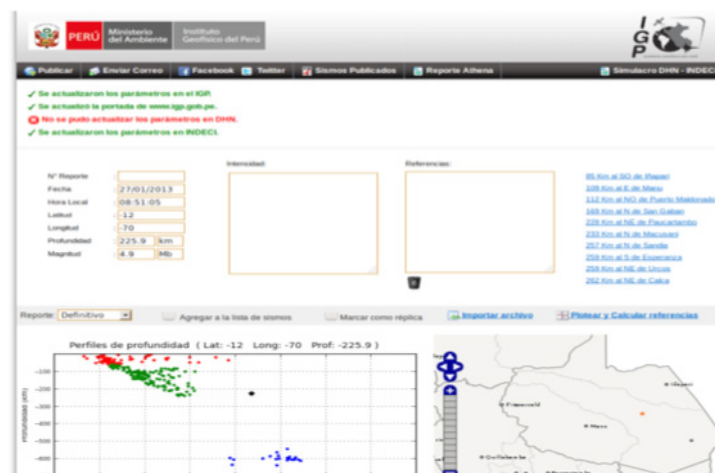
Durante el periodo enero 2018 a marzo 2019, en atención al Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (Sinagerd) –cuya finalidad es identificar y reducir los riesgos asociados a peligros, minimizar sus efectos y atender situaciones de peligro mediante lineamientos de gestión– la OTIDG ha venido trabajando en el desarrollo, mantenimiento y mejora continua del software que permita publicar y consultar información en línea sobre diversos eventos que afectan a la Tierra, tales como: sismos, deslizamientos, erupciones volcánica y demás. Es así como se desarrolló un sistema que permite publicar los reportes del último evento sísmico a partir de los datos generados por el CENSIS, difundiendo la información a las autoridades respectivas de acuerdo a su competencia y en



atención al PO–SNAT. Este sistema contempla una medida de contingencia en el envío de los datos a través de un equipo satelital.

A continuación, se muestra la aplicación desarrollada que permite editar los parámetros del último evento sísmico que se recibe del CENSIS para luego enviar dicha información al Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci) y la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), para las medidas de gestión de riesgo correspondiente. Asimismo, este sistema permite enviar la información por correo, publicarla en la página web del Instituto Geofísico del Perú así como en sus redes sociales Facebook y Twitter.

Sistema de Publicación de Parámetros de Último Sismo (2016)



Sistema de Publicación de Parámetros de Último Sismo (2017)

Publicar | Preferencias | Definidos | Simulacro | Evento manual | Parámetros Athena | Reporte

N° Reporte: 100
 Fecha: 21/03/2018
 Hora Local: 10:33:32
 latitud: -11.41
 longitud: -77.18
 profundidad: 101
 magnitud: 6

Mostrar Mensaje
 Para sismos fuera de la frontera del Perú, puede presentarse variaciones en la localización y magnitud del sismo reportado. Para los parámetros finales, deben remitirse a la entidad responsable de cada país.

Mensaje en Facebook
 Sismo, Fecha y Hora Local: 21/03/2018,10:33:32. Fecha y Hora UTC: 21/04/2018 16:33:32. MAG: 6. PROF: 101 km. REF: 9 km al N de Huaral, Huaral - Lima ; Ver mapa: <https://maps.google.com/maps/api/staticmap?center=-11.41,-77.18&zoom=8&size=450x450&sensor=false&markers=-11.41,-77.18>

Mensaje en Twitter
 Sismo, Fecha y Hora Local: 21/03/2018,10:33:32. MAG: 6. PROF: 101 km. REF: 9

| Selección | Intensidad | A Publicar | Referencia (Localidad, Provincia - Departamento) | Teléfonos |
|-------------------------------------|------------|-------------------------------------|--|--------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | III | <input checked="" type="checkbox"/> | 9 km al N de Huaral, Huaral - Lima | 2401522 2401024 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | III | <input checked="" type="checkbox"/> | 39 km al N de Ancon, Lima - Lima | 4883081 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | III-IV | <input checked="" type="checkbox"/> | 48 km al NO de Yungas, Canta - Lima | 3954810 3954811 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | II | <input checked="" type="checkbox"/> | 58 km al SE de Huacho, Huasara - Lima | 2321192 2321131 |
| <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | 63 km al O de Canta, Canta - Lima | 2447010 2444181 |
| <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | 72 km al N de Cañan, Cañan - Lima | 4535740 |
| <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | 72 km al N de Lima, Lima - | |

Mapa: Mapa de la zona de Huaral, Lima, con un círculo rojo indicando el epicentro del sismo.

Gráfico: Gráfico de dispersión de datos de estaciones, con el eje vertical representando la profundidad (0 a 1000 km) y el eje horizontal representando la distancia (0 a 1200 km).

Sistema de Publicación de Parámetros de Último Sismo (2018)

Publicar | Preferencias | Definidos | Simulacro | Evento manual | Athena | Reporte

N° Reporte: 143
 Fecha: 14/03/2018
 Hora Local: 12:18:38
 latitud: -12.62
 longitud: -74.96
 profundidad: 40
 magnitud: 4.0

Comenzar hilo en Twitter

Mostrar Mensaje
 Para sismos fuera de la frontera del Perú, puede presentarse variaciones en la localización y magnitud del sismo reportado. Para los parámetros finales, deben remitirse a la entidad responsable de cada país.

Mensaje en Facebook
 Fecha y Hora Local: 14/03/2018,12:18:38. Fecha y Hora UTC: 14/03/2018,17:18:38. MAG: 4.0. PROF: 40 km.

Mensaje en Twitter
 Fecha y Hora Local: 14/03/2018,12:18:38. MAG: 4.0. PROF: 40 km.

| Selección | Intensidad | A Publicar | Referencia (Localidad, Provincia - Departamento) | Teléfonos |
|-------------------------------------|------------|-------------------------------------|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> | II | <input checked="" type="checkbox"/> | 8 km al E de Conayca, Huancavelica - Huancavelica | 067-830066 |
| <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | 17 km al SO de Pampas, Tarma - Huancavelica | 951871104 954790930 |
| <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | 24 km al SE de Tarma, Tarma - Huancavelica | 956152428 930407646 |
| <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | 30 km al N de Huancavelica, Huancavelica - Huancavelica | 087-452760 452896 453028 453507 452454 |
| <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | 33 km al O de Acobamba, Tarma - Huancavelica | 986129451 |
| <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | 39 km al SO de Campo Aneño, Tarma - Huancavelica | |
| <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | 41 km al SE de Huasichanca, Huancayo - Junín | 064-832702 |
| <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | 55 km al NO de Acobamba, Acobamba - Huancavelica | 975029927 988080820 |
| <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | 58 km al NO de Lince, Angashén - Huancavelica | 067-300002 458195 |
| <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | 58 km al SE de Huancayo, Huancayo - Junín | 064-219953 219950 200759 241897 383057 994840568 |
| <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | 60 km al O de San Pedro De Coris, Churumbela - Huancavelica | 067 |
| <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | 63 km al SE de Chupaca, Chupaca - Junín | 064-367864 439101 84382747 |

Mapa: Mapa de la zona de Conayca, Huancavelica, con un círculo rojo indicando el epicentro del sismo.

Gráfico: Gráfico de dispersión de datos de estaciones, con el eje vertical representando la profundidad (0 a 1000 km) y el eje horizontal representando la distancia (0 a 1200 km).

A continuación, se presenta una lista de aplicaciones desarrolladas durante el año 2018.

| # | Nombre | URL |
|----|---|---|
| 1 | Repositorio Digital Institucional | http://repositorio.igp.gob.pe/ |
| 2 | Página web Último Sismo | http://ultimosismo.igp.gob.pe/ |
| 3 | Biblioteca Institucional | http://biblioteca.igp.gob.pe |
| 4 | Buzón de Atención al Ciudadano | http://intranet.igp.gob.pe/bac/ |
| 5 | Estado de Operatividad de Servicios | http://intranet.igp.gob.pe/estado_operatividad/ |
| 6 | Reservación de Salas de Reunión | http://intranet.igp.gob.pe/reservacion-salas/ |
| 7 | Órdenes de Salida de Vehículos | http://intranet.igp.gob.pe/modulos/vehiculos/public/ |
| 8 | Gestión De Solicitud De Viajes | http://intranet.igp.gob.pe/gestion-viajes/ |
| 9 | Página web de Convocatorias IGP | http://intranet.igp.gob.pe/convocatoria/convocatorias.php?l=71 |
| 10 | Servicio de Planetario | https://planetario.igp.gob.pe |
| 11 | Sistema de Gestión de Recursos Humanos | http://intranet.igp.gob.pe/gestion-rrhh |
| 12 | Portal Principal | https://portal.igp.gob.pe/ |
| 13 | Portada Institucional | http://www.igp.gob.pe |
| 14 | Portal del Banco Nacional de Datos Geofísicos | https://bndg.igp.gob.pe/ |

Servicios en línea para la ciudadanía:

| # | Nombre | URL |
|---|--------------------------|---|
| 1 | Trámites en línea | http://intranet.igp.gob.pe/std/consultaexp/ |
| 2 | Denuncias Anticorrupción | http://intranet.igp.gob.pe/bac/denuncias-anticorrupcion/formulario_registro |
| 3 | Libro de Reclamaciones | http://intranet.igp.gob.pe/bac/libroreclamaciones/formulario_registro |
| 4 | Sugerencias | http://intranet.igp.gob.pe/bac/sugerencias/formulario_registro |

Productos en línea para la ciudadanía (aplicativos móviles):

| # | Nombre | URL |
|---|---------------|------------------------------|
| 1 | Sismos Perú | En plataformas IOS y Android |
| 2 | Volcanes Perú | En plataformas IOS y Android |

Servicios para el Estado (Servicios Web):

| # | Nombre | URL |
|---|---------------------|---------|
| 1 | Parámetros Sísmicos | PIDE |
| 2 | Parámetros Sísmicos | GEOIDEP |

BANCO DE DATOS GEOFÍSICOS

Esta unidad gestiona eficientemente el repositorio central del IGP, el cual alberga todos los datos de los instrumentos geofísicos que pertenecen a la entidad, así como los generados por los diversos proyectos especiales, convenios, campañas y datos en general que puedan ser de interés de las áreas de investigación de la Institución. Además, busca segmentar los procesos de almacenamiento, procesamiento y disponibilidad de los datos para poder incrementar la seguridad de su arquitectura y sus accesos al sistema, observando el Decreto Supremo n. ° 133-2013-PCM, mediante el cual se establece el acceso e intercambio de información geoespacial entre entidades de la administración pública.

Por otro lado, se tiene programado la implementación de un sistema redundante como parte de la Gestión del Plan de Continuidad Operativo del Estado, para lo cual se deberán implementar lineamientos y políticas que permitan realizar las acciones estratégicas que correspondan.

Recolección de los datos geofísicos

- Datos en tiempo real: se reciben datos de 66 estaciones sísmicas (velocidad) y 45 de aceleración que llegan mediante la red satelital y/o internet, proporcionado por la Subdirección de Redes Geofísicas.

- Datos en tiempo diferido: son datos crudos y/o procesados que pueden ser entregados cada cierto tiempo luego de una previa verificación y/o por las diferentes subdirecciones de investigación.

AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

En el siguiente cuadro se puede apreciar el crecimiento de los datos del 2018, segmentado por las diversas subdirecciones de investigación (ver cuadro).

| ÁREA | 2018 | 2019 |
|--------------------------------------|--------------|--------------|
| SCTS | 14,89 | 15,11 |
| SCAH | 1 | 1 |
| OHY | 0,3 | 0,3 |
| ROJ | 0,18 | 0,18 |
| OVS | 3,16 | 3,16 |
| TOTAL DE DATOS (TB) | 19,53 | 19,75 |
| MÁXIMA CAPACIDAD DEL SERVIDOR | 29TB | 29TB |

MEJORAS EN LA ARQUITECTURA DE ALMACENAMIENTO

A la fecha, la infraestructura asociada al almacenamiento de datos ha crecido según ha ido aumentando la cantidad de equipamiento geofísico que registra datos. Durante el año 2018, se ha sumado a la infraestructura un servidor para ser utilizado en la implementación de la Infraestructura de Datos Espaciales del Instituto Geofísico del Perú (IDE IGP), desde el cual se publicarán y se pondrán a disposición los datos georreferenciados que la institución genera en un formato estándar propuesto por la Secretaría de Gobierno Digital (SEGDI).

Crecimiento en la infraestructura que alberga el BNDG

| AÑO | EQUIPO | MARCA / MODELO | CAPACIDAD | UBICACIÓN |
|------|-------------------------------|-----------------------------|-----------|----------------|
| 2018 | Servidor Repositorio de Datos | DELL POWER EDGE R720 | | Camacho |
| | Array de almacenamiento | DELL MD 1400 | 36TB | Camacho |
| | Servidor de aplicaciones | DELL POWER EDGE R620 | | Camacho |
| | Servidor de backup | DELL POWER EDGE R710 | | Camacho |
| | Array de almacenamiento | DELL MD 1200 | 10TB | Camacho |
| | Array de almacenamiento | DELL MD 1200 | 10TB | Camacho |
| | Array de almacenamiento | DELL MD 1200 | 10TB | Camacho |
| | Array de almacenamiento | DELL MD 1200 | 10TB | Camacho |
| | Servidor IDE IGP | DELL POWER EDGE R430 | | Camacho |

ACCESO WEB AL CIUDADANO DE LOS DATOS DEL BANCO NACIONAL DE DATOS GEOFÍSICOS (BNDG)

Se desarrolló una página web mediante la cual se puede descargar datos acelerométricos de sismos reportados.

<https://bndg.igp.gob.pe/portal/acelerometrica>

PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Geofísico del Perú - IGP EL PERÚ PRIMERO IGP

INICIO ACERCA DE RED SÍSMICA NACIONAL

Red Acelerométrica

Base de datos de Aceleración para sismos reportados

2019

| Evento | latitud | longitud | profundidad | Magnitud |
|---------------------|---------|----------|-------------|----------|
| 2019/03/04 11:03:00 | -13.66 | -76.72 | 32 | 4.8 ML |
| 2019/03/04 08:40:51 | -8.95 | -79.12 | 53 | 3.8 ML |
| 2019/03/03 08:12:39 | -8.53 | -74.42 | 159 | 4.6 ML |
| 2019/03/02 15:59:09 | -9.19 | -79.18 | 22 | 3.7 ML |
| 2019/03/01 08:50:42 | -14.95 | -70.03 | 265 | 7 MW |
| 2019/01/29 23:34:59 | -15.61 | -72.62 | 125 | 5.4 ML |
| 2019/01/25 13:02:29 | -14.69 | -75.64 | 45 | 4.5 ML |
| 2019/01/25 04:45:18 | -14.73 | -75.7 | 56 | 6 ML |
| 2019/01/24 15:55:59 | -9.54 | -74.73 | 18 | 5.3 ML |
| 2019/01/23 06:18:47 | -14.59 | -76.58 | 10 | 4.7 ML |

Siguenos en:

ATENCIÓN AL CIUDADANO
De lunes a viernes
Desde las 8:30 Hrs. hasta las 17:15 Hrs

SEDE PRINCIPAL
Calle Badajoz N° 109 Urb. Mayorazgo IV Etapa
Ate, Lima 15012 - Perú.

Acceso a información a través de servicios web

Se generaron los servicios Web Future Service (WFS) de sismos reportados del 2005 al 2017, los cuales están publicados en la página de GEOIDEP para uso del ciudadano. Además, se puso a disposición del Indeci la información del último sismo bajo el mismo tipo de servicio.

Los servicios generados son los siguientes:

Servicios de Sismos Reportados del 2005 al 2017

http://ide.igp.gob.pe/geoserver/SCTS_sismos_2005/wfs

http://ide.igp.gob.pe/geoserver/SCTS_sismos_2006/wfs

http://ide.igp.gob.pe/geoserver/SCTS_sismos_2007/wfs

http://ide.igp.gob.pe/geoserver/SCTS_sismos_2008/wfs

http://ide.igp.gob.pe/geoserver/SCTS_sismos_2009/wfs

http://ide.igp.gob.pe/geoserver/SCTS_sismos_2010/wfs

http://ide.igp.gob.pe/geoserver/SCTS_sismos_2011/wfs

http://ide.igp.gob.pe/geoserver/SCTS_sismos_2012/wfs

http://ide.igp.gob.pe/geoserver/SCTS_sismos_2012/wfs

http://ide.igp.gob.pe/geoserver/SCTS_sismos_2013/wfs

http://ide.igp.gob.pe/geoserver/SCTS_sismos_2014/wfs

http://ide.igp.gob.pe/geoserver/SCTS_sismos_2015/wfs

http://ide.igp.gob.pe/geoserver/SCTS_sismos_2016/wfs

http://ide.igp.gob.pe/geoserver/SCTS_sismos_2017/wfs

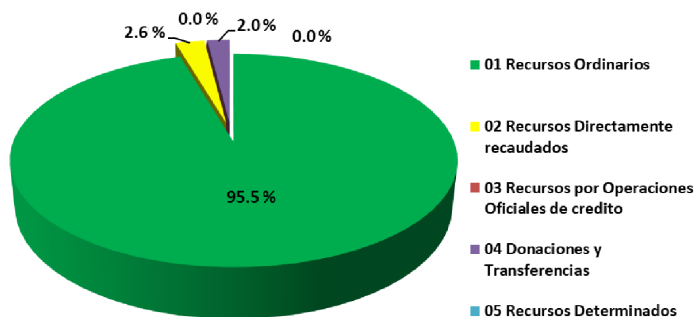
Estados presupuestales

FINANCIAMIENTO

La Ley n. ° 30693, Ley de Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2018, asigna al Pliego 112–Instituto Geofísico del Perú, el presupuesto institucional de S/ 30 509 000,00 soles por toda fuente de financiamiento.

Presupuesto Institucional de Apertura

De los recursos aprobados, S/ 23 493 000,00 soles corresponden a Gastos Corrientes y S/ 7 016 000,00 soles a Gastos de Capital; asimismo, su desagregación por fuentes de financiamiento fue: Recursos Ordinarios S/ 29 131 000,00 soles; Recursos Directamente Recaudados S/ 778 000,00 soles; y Donaciones y Transferencias S/ 600 000,00 soles, los mismos que fueron incorporados y aprobados con Resolución de Presidencia n. ° 294 IGP/17 del 29 de diciembre de 2017.

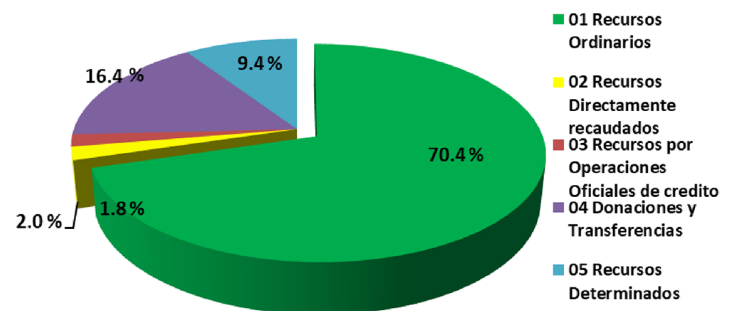


Presupuesto Institucional Modificado

El Presupuesto Institucional Modificado (PIM) del Pliego 112–Instituto Geofísico del Perú al 31 de diciembre del año 2018, ascendió a S/ 39 311 912,00 soles por toda fuente, de los cuales S/ 25 058 209,00 soles corresponden a Gastos Corrientes; y S/ 14 253 703,00 soles a Gastos de Capital.

El PIM está distribuido, por fuente de financiamiento, en Recursos Ordinarios S/ 27 681 139,00 soles; Recursos Directamente Recaudados S/ 778 000,00 soles; Recursos por Operaciones Oficiales de Crédito S/ 724 863,00 soles; Donaciones y Transferencias S/ 6 438 775,00 soles y Recursos Determinados S/ 3 689 1353,00 soles.

Las variaciones del presupuesto de Egresos al 31 de



diciembre del año 2018, muestran un incremento del 29 % respecto al PIA, proveniente de créditos suplementarios por Saldos de Balance 2018, captación de ingresos por donaciones y transferencias recibidas de otras entidades que ascienden a S/ 8 802 912,00 soles; como se puede apreciar en los siguientes cuadros a nivel desagregado:

Cuadro 1. Presupuesto Institucional de Apertura y Modificado por Categoría de Gasto

| TODA FUENTE | | | | EN SOLES | | |
|----------------------------|-------------------|--------------|-------------------|-------------|------------------|------------|
| CATEGORIA DEL GASTO | PIA 2018 | % | PIM al 31.12.2018 | % | VARIACION | |
| | | | | | MONTO | % |
| GASTO CORRIENTE | 23 493 000 | 77 % | 25 058 209 | 64 % | 1 565 209 | 7% |
| GASTO DE CAPITAL | 7 016 000 | 23 % | 14 253 703 | 36 % | 7 237 703 | 103% |
| TOTAL PLIEGO ==> | 30 509 000 | 100 % | 39 311 912 | 100% | 8 802 912 | 29% |

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas –MEF– DGCP.

PRESUPUESTO INSTITUCIONAL DE INGRESOS

En la Fuente de Financiamiento, Donaciones y Transferencia, se obtuvo un incremento porcentual de 973.1 %, respecto al PIA, por los recursos incorporados provenientes de las donaciones de la Universidad de Kiushu, Universidad New Jersey, Universidad Metropolitana, convenio ASTRA y por los convenios suscritos con la Universidad de Cornell; asimismo, por las transferencias de recursos recibidas por parte de Fondecyt y Fyncit para la ejecución de los proyectos de investigación, en beneficio de la institución; y por el Saldo de Balance del año 2017.

En la Fuente de Financiamiento Recursos Ordinarios, se tuvo una disminución del 5 %, respecto al PIA, como consecuencia de la Transferencia de Partidas a favor de la Reserva de Contingencia, de conformidad a lo señalado en el artículo 2. ° de los Decretos Supremos 258 y 290 del 2018, emitidos por el MEF, con cargo a los saldos disponibles según proyección al cierre del Año Fiscal 2018, por lo que el Instituto Geofísico del Perú, a través de la Resolución de Presidencia n. ° 245-IGP/18, del 20 de noviembre de 2018, aprueba la desagregación de los recursos por transferencia de partida por el monto de S/ 518 590,00 soles, correspondiente a G.G 2.1: personal y obligaciones sociales; y con la Resolución de Presidencia n. ° 261-IGP/18, del 19 de diciembre de 2018, se aprueba la desagregación de los recursos por transferencia de partida por la suma de S/ 955 979,00 soles, correspondiente a G.G 2.1: Personal y Obligaciones Sociales; y 2.3: Bienes y Servicios.

De forma adicional, en la Fuente de Financiamiento Recursos por Operaciones Oficiales de Crédito, se tuvo un PIM de S/

724 863,00 soles, esto debido a que el Decreto Supremo n. ° 057-2018-EF, del 14 de marzo, se autoriza un crédito suplementario a favor del Pliego 112–Instituto Geofísico del Perú, para la continuidad de inversión pública; en ese sentido el IGP, con la Resolución de Presidencia n. ° 083-IGP/2018, del 19 de marzo, procedió a incorporar dichos recursos al presupuesto institucional 2018, de los cuales se ejecutó la continuidad de los proyectos de inversión “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alerta Ante el Riesgo Volcánico en el Perú” y “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”.

En la Fuente de Financiamiento Recursos Determinados, se alcanzó un PIM de S/ 3 689 135,00 soles, debido a que se incorporó como saldo de balance, la diferencia de los recursos recibidos en el año 2017 con el Decreto Supremo n. ° 312- 2017-EF, para financiar la intervención denominada “Implementación de Sistemas de Alerta Temprana de deslizamientos y huaycos usando radares geofísicos Huancavelica, Junín y Lima”, a través de las Resoluciones de Presidencia n. ° 031 y 107 del IGP en 2018; asimismo, en el mes de julio, el Decreto Supremo n. ° 168-2018-EF, autorizó un crédito suplementario por al IGP de S/ 3 000 065,00 soles, para financiar actividades de mitigación y capacidad de respuesta, los cuales fueron incorporados al presupuesto institucional mediante la Resolución de Presidencia n. ° 178-IGP/2018, del 26 de julio de 2018.

Cuadro 2. Presupuesto Institucional de Ingreso por Fuente de Financiamiento

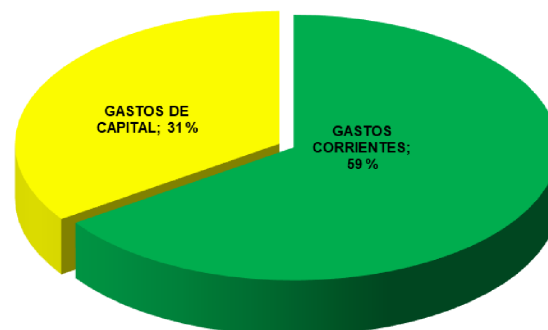
| PRESUPUESTO INSTITUCIONAL DE INGRESOS 2018 | | | | |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| FUENTE DE FINANCIAMIENTO | PIA | PIM | INCREMENTO | % |
| 01 RECURSOS ORDINARIOS | 29 131 000 | 27 681 139 | -1 449 861 | -5,0 % |
| Presupuesto Inicial (Ley n. ° 30518) | 29 131 000 | 29 131 000 | 0 | |
| Crédito Suplementario | | 0 | 0 | |
| Transferencia de Partidas | | -1 449 861 | -1 449 861 | |
| 02 RECURSOS DIRECTAMENTE RECAUDADOS | 778 000 | 778 000 | 0 | 0,0 % |
| Presupuesto Inicial (Ley n. ° 30518) | 778 000 | 778 000 | 0 | |
| Crédito Suplementario | | 0 | 0 | |
| Transferencia de Partidas | | 0 | 0 | |
| Reduccion de Marco | | 0 | 0 | |
| 03 RECURSOS POR OPERACIONES OFICIALES DE CREDITO | 0 | 724 863 | 724 863 | 100,0 % |
| Presupuesto Inicial (Ley n. ° 30518) | 0 | 0 | 0 | |
| Crédito Suplementario | | 724 863 | 724 863 | |
| Transferencia de Partidas | | 0 | 0 | |
| 04 DONACIONES Y TRANSFERENCIAS | 600 000 | 6 438 775 | 5 838 775 | 973,1 % |
| Presupuesto Inicial (Ley n. ° 30518) | 600 000 | 600 000 | 0 | |
| Crédito Suplementario | | 5 838 775 | 5 838 775 | |
| Transferencia de Partidas | | 0 | 0 | |
| 05 RECURSOS DETERMINADOS | 0 | 3 689 135 | 3 689 135 | 100,0 % |
| Presupuesto Inicial (Ley n. ° 30518) | 0 | 0 | 0 | |
| Crédito Suplementario | | 3 689 135 | 3 689 135 | |
| TOTAL PLIEGO | 30 509 000 | 39 311 912 | 8 802 912 | 28,9 % |
| Presupuesto Inicial (Ley n. ° 30114) | 30 509 000 | 30 509 000 | 0 | |
| Crédito Suplementario | 0 | 10 252 773 | 10 252 773 | |
| Transferencia de Partidas | 0 | -1 449 861 | -1 449 861 | |
| Reduccion de Marco | 0 | 0 | 0 | |

Comportamiento de los Gastos

Ejecución Presupuestaria, por Tipo de Gasto

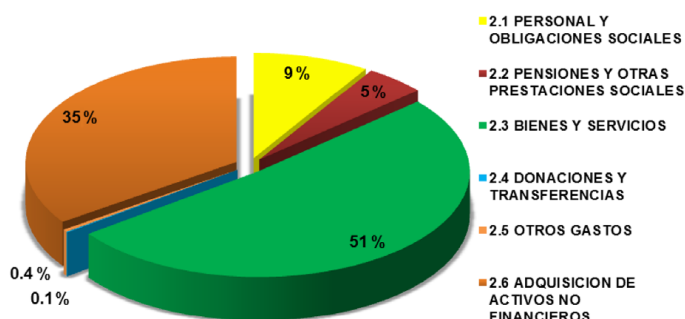
En el año fiscal 2018, el Instituto Geofísico del Perú logró ejecutar por toda fuente de financiamiento la suma de S/ 35 509 137,00 soles, que representa el 90 % respecto al PIM, de los cuales se ejecutó en Gastos Corrientes el monto de S/ 23 223 799,59 soles, lo que representa el 59

% de la ejecución total; y en Gastos de Capital se ejecutó S/ 12 285 337,41soles, lo que representa el 31 %.



Ejecución Presupuestaria por Genérica de Gasto

A nivel de Genérica de Gasto, se tiene una ejecución del 9 % en la genérica 2.1: Personal Y Obligaciones Sociales; mientras que el 5 % corresponde a la genérica 2.2: Pensiones y Otras Prestaciones Sociales, el 51% a la genérica 2.3: Bienes y Servicios; el 0,4 % a la genérica 2.5: Otros Gastos; y finalmente el 35 % a la genérica 2.6: Adquisición de Activos no Financieros.



Ejecución Presupuestaria por Fuente de Financiamiento y Genérica de Gasto

Asimismo, a nivel de fuente de financiamiento, se observa en el cuadro n. ° 3, que en la fuente de financiamiento 2. Recursos Directamente Recaudados, se tuvo una ejecución de 44,1 % la menor de todas de fuentes de financiamiento, impactando en la ejecución total. Esto se debe a que la recaudación sobre estimada por el MEF en el PIM no se reflejó en la recaudación debido a la culminación de contratos de las empresas privadas a quienes se brindaban servicios; asimismo, en el marco de la Cuarta Disposición Complementaria Final de la Ley n. ° 30693, Ley de Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2018, se le redujo al IGP el saldo de balance del año 2017 por el monto de S/ 111 749,00 soles, autorizado en el Decreto Supremo n. ° 185-2018-EF, generando limitaciones en la ejecución presupuestal programada.

Cuadro 3. Ejecución Presupuestaria, por Fuente de Financiamiento y Genérica de Gasto

| PRESUPUESTO INSTITUCIONAL DE GASTOS 2018 | | | | |
|--|-------------------|-------------------|----------------------|--------------|
| FUENTE DE FINANCIAMIENTO / GENERICA DE GASTO | PIA | PIM | EJECUCIÓN | EJE/PIM |
| 1 RECURSOS ORDINARIOS | 29 131 000 | 27 681 139 | 27 041 501,23 | 97,7% |
| GASTOS CORRIENTES | 22 165 000 | 20 613 436 | 20 040 342,54 | 97,2% |
| 2.1 PERSONAL Y OBLIGACIONES SOCIALES | 4 622 000 | 3 346 554 | 3 142 792,53 | 93,9% |
| 2.2 PENSIONES Y OTRAS PRESTACIONES SOCIALES | 1 551 000 | 1 656 494 | 1 653 843,85 | 99,8% |
| 2.3 BIENES Y SERVICIOS | 15 845 000 | 15 441 036 | 15 075 520,80 | 97,6% |
| 2.4 DONACIONES Y TRANSFERENCIAS | 0 | 36 347 | 36 346,38 | 100,0% |
| 2.5 OTROS GASTOS | 147,000 | 133,005 | 131 838,98 | 99,1% |
| GASTOS DE CAPITAL | 6 966 000 | 7 067 703 | 7 001 158,69 | 99,1% |
| 2.6 ADQUISICION DE ACTIVOS NO FINANCIEROS | 6 966 000 | 7 067 703 | 7 001 158,69 | 99,1% |
| 2 RECURSOS DIRECTAMENTE RECAUDADOS | 778 000 | 778 000 | 343 146,22 | 44,1% |
| GASTOS CORRIENTES | 728 000 | 708 113 | 294 467 | 41,6% |
| 2.3 BIENES Y SERVICIOS | 728 000 | 706 912 | 293 429,39 | 41,5% |
| 2.5 OTROS GASTOS | | 1201 | 1 037,50 | 86,4% |
| GASTOS DE CAPITAL | 50 000 | 69 887 | 48 679,33 | 69,7% |
| 2.6 ADQUISICION DE ACTIVOS NO FINANCIEROS | 50 000 | 69 887 | 48 679,33 | 69,7% |
| 3 RECURSOS POR OPERACIONES OFICIALES DE CREDITO | 0 | 724 863 | 627 806 | 86,6% |
| GASTOS DE CAPITAL | 0 | 724 863 | 627 805,60 | 86,6% |
| 2.6 ADQUISICION DE ACTIVOS NO FINANCIEROS | 0 | 724 863 | 627 805,60 | 86,6% |
| 4 DONACIONES Y TRANSFERENCIAS | 600 000 | 6 438 775 | 4 711 490,97 | 73,2% |
| GASTOS CORRIENTES | 600 000 | 2 127 540 | 1 667 981,62 | 78,4% |
| 2.1 PERSONAL Y OBLIGACIONES SOCIALES | 0 | 35 200 | 22 600,00 | 64,2% |
| 2.3 BIENES Y SERVICIOS | 600 000 | 2 091 440 | 1 645 381,62 | 78,7% |
| 2.5 OTROS GASTOS | 0 | 900 | 0,00 | 0,0% |

| | | | | | |
|-------------------------|---------------------------------------|------------|------------|--------------|-------|
| GASTOS DE CAPITAL | | 0 | 4 311 235 | 3 043 509,35 | 70,6% |
| 2.6 | ADQUISICION DE ACTIVOS NO FINANCIEROS | 0 | 4 311 235 | 3 043 509,35 | 70,6% |
| 5 RECURSOS DETERMINADOS | | 0 | 3 689 135 | 2 785 192,98 | 75,5% |
| GASTOS CORRIENTES | | 0 | 1 609 120 | 1 221 008,54 | 75,9% |
| 2.3 | BIENES Y SERVICIOS | 0 | 1 609 120 | 1 221 008,54 | 75,9% |
| GASTOS DE CAPITAL | | 0 | 2 080 015 | 1 564 184,44 | 75,2% |
| 2.6 | ADQUISICION DE ACTIVOS NO FINANCIEROS | 0 | 2 080 015 | 1 564 184,44 | 75,2% |
| TOTAL PLIEGO | | 30 509 000 | 39 311 912 | 35 509 137 | 90,3% |

Comportamiento histórico del Presupuesto del IGP

Para el periodo fiscal 2018, y tomando como base el año 2013, el presupuesto del Instituto Geofísico del Perú 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, cuando la disponibilidad presupuestal disminuye en 15 % respecto al año 2013. Para 2018, el presupuesto se ha incrementado en un 39 % respecto al año 2016, esto debido a se asignan recursos para la ejecución del proyecto de inversión "Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alerta ante el Riesgo Volcánico en el Perú", y para la operación y mantenimiento de la Red Sísmica Nacional.

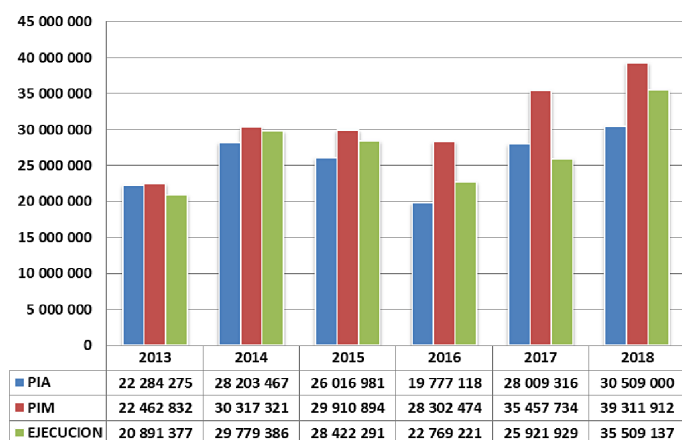


Gráfico N°06: Comportamiento histórico del presupuesto del IGP (en nuevos soles).

Comportamiento histórico de los Recursos Ordinarios

Verificando el comportamiento histórico por fuente de financiamiento, observamos que a nivel de Recursos Ordinarios (RO) a partir del año 2013, tuvo un incremento significativo, debido a la incorporación del IGP a los programas presupuestales, asignando mayor presupuesto para la ejecución del proyecto de inversión y actividades, enfocados al PP068–Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres, teniendo en cuenta que las actividades del IGP tienen impacto en la gestión del riesgo y desastres.

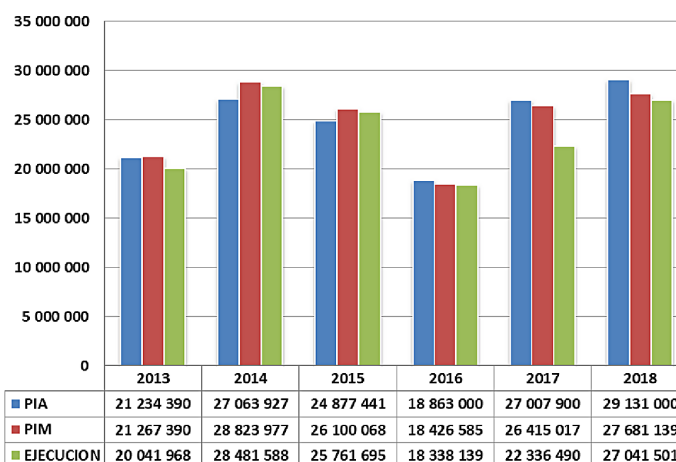


Gráfico N°07: Comportamiento Histórico RO (en nuevos soles).

Comportamiento histórico Recursos Directamente Recaudados

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 por los servicios especializados que brinda a diferentes entidades privadas y públicas. En 2018, se tiene una disminución

del PIM del 47 %, debido a una menor recaudación por la fuente recursos directamente recaudados, toda vez que dichos ingresos dependen de la demanda por los servicios que brindamos.

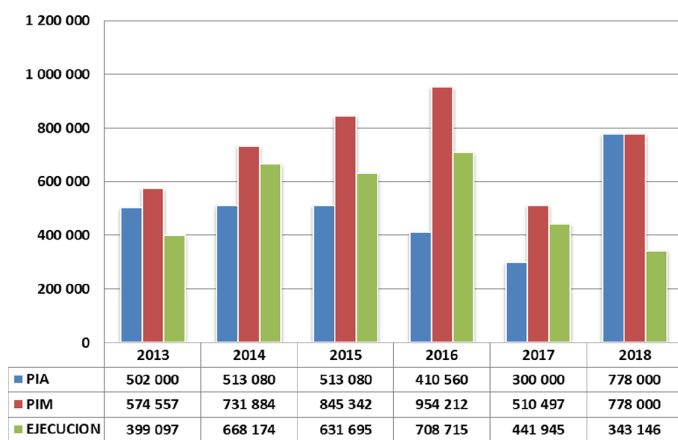


Gráfico N°08: Comportamiento Histórico RDR.

Comportamiento Histórico Donaciones y Transferencias

La fuente Donaciones y Transferencias (DyT), muestra un comportamiento homogéneo a partir del 2013 al 2014, y a partir del año 2015 podemos que el PIM tuvo un incremento significativo debido a que se reciben recursos, principalmente por las actividades que se desarrollan en el marco de las donaciones de la Universidad de Kiushu, Universidad New Jersey, Universidad Metropolitana, convenio Astra y por los convenios suscritos con la Universidad de Cornell; además de las actividades que fueron programadas gracias a los proyectos de investigación transferidos por Fondecyt y Fincyt; sin embargo, en 2018 el PIM disminuyó debido a que algunos proyectos de investigación culminaron su ejecución.

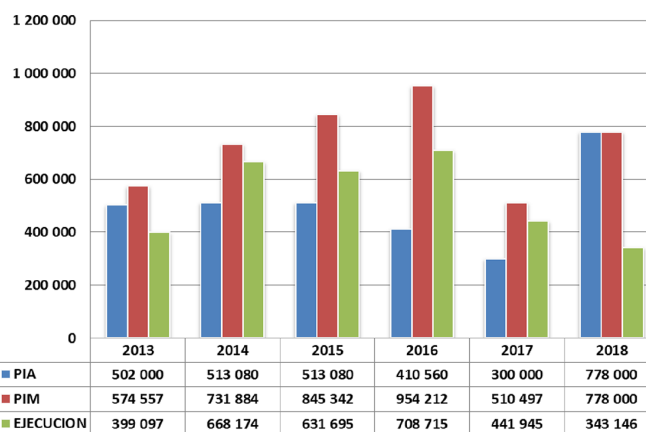


Gráfico N°09: Comportamiento Histórico DYT.

Comportamiento de Gastos de Programas Presupuestales

El presupuesto asignado para la ejecución de Programas Presupuestales ascendió a S/ 23 045 946,00 soles, y al 31 de diciembre de 2018 se obtuvo un PIM de S/ 32 731 487,00 soles, haciéndose una ejecución del 90,27 %, quedando un saldo por ejecutar de S/ 3 183 899,51 soles, lo que equivale al 10 % del PIM.

En esta categoría presupuestal se vienen ejecutando los siguientes programas presupuestales, el PP068–Reducción de Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres, obteniendo una ejecución del 90,86 %; el PP 137–Desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica, con una ejecución del 87,10 %; y el PP 144–Conservación y Uso Sostenible de Ecosistemas para la Provisión de Servicios Ecosistémicos, tiene una ejecución de 93,33 %.

Cuadro 4. Presupuesto y Ejecución, por Programa Presupuestal

| PROGRAMA PRESUPUESTAL | FUENTE DE FINANCIAMIENTO | PIA (A) | PIM (B) | EJECCION | | VARIACION (E)=(B)-(C) |
|---|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------|-----------------------|
| | | | | MONTO (C) | % (D)=(C)/(B) | |
| 0068: REDUCCION DE VULNERABILIDAD Y ATENCION DE EMERGENCIAS POR DESASTRES | 01.RECURSOS ORDINARIOS | 19 238 239,00 | 18 927 577,00 | 18 573 589,32 | 98,13 % | 353 987,68 |
| | 02.RECURSOS DIRECTAMENTE RECAUDADOS | 0,00 | 93 071,00 | 53 921,67 | 57,94 % | 39 149,33 |
| | 03.RECURSOS POR OPERACIONES OFICIALES DE CREDITO | 0,00 | 724 863,00 | 627 805,60 | 86,61 % | 97 057,40 |
| | 04.DONACIONES Y TRANSFERENCIAS | 0,00 | 3 843 969,00 | 2 745 690,09 | 71,43 % | 1 098 278,91 |
| | 05.RECURSOS DETERMINADOS | 0,00 | 3 689 135,00 | 2 785 192,98 | 75,50 % | 903 942,02 |
| TOTAL 068 | | 19 238 239,00 | 27 278 615,00 | 24 786 199,66 | 90,86 % | 2 492 415,34 |

| | | | | | | |
|---|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------|--------------|
| 0137: DESARROLLO DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA | 01.RECURSOS ORDINARIOS | 3 002 807,00 | 2 837 229,00 | 2 754 053,73 | 97,07 % | 83 175,27 |
| | 02.RECURSOS DIRECTAMENTE RECAUDADOS | 0,00 | 189 116,00 | 111 670,37 | 59,05 % | 77 445,63 |
| | 04.DONACIONES Y TRANSFERENCIAS | 600 000,00 | 2 233 006,00 | 1 715 042,10 | 76,80 % | 517 963,90 |
| TOTAL 137 | | 3 602 807,00 | 5 259 351,00 | 4 580 766,20 | 87,10 % | 678 584,80 |
| 0144: CONSERVACION Y USO SOSTENIBLE DE ECOSISTEMAS PARA LA PROVISION DE SERVICIOS ECOSISTEMICOS | 01.RECURSOS ORDINARIOS | 204 900,00 | 193 521,00 | 180 621,63 | 93,33 % | 12 899,37 |
| | TOTAL 144 | 204 900,00 | 193 521,00 | 180 621,63 | 93,33 % | 12 899,37 |
| TOTAL PP | | 23 045 946,00 | 32 731 487,00 | 29 547 587,49 | 90,27 % | 3 183 899,51 |

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas –MEF – DGCP.

Como se puede observar en el cuadro, al 31 de diciembre del año 2018 en el Programa Presupuestal 068–Reducción de Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres, se obtuvo un saldo mayor por ejecutar de S/ 2 492 415,34 soles, en comparación a los otros programas presupuestales, de los cuales corresponde a la Fuente de Financiamiento 4: Donaciones y Transferencia, por S/ 1 098 278,91 soles, correspondientes a la Genérica de Gasto 2.6: Adquisición de Activos no Financieros, debido a que en los últimos meses de 2018, se tuvo problemas con la contratista que estaba ejecutando la obra del proyecto de inversión 2.195475 . “Mejoramiento y ampliación del sistema de alerta ante el riesgo volcánico y del observatorio vulcanológico en la macro región sur del Perú”, ya que incumplieron los plazos establecidos en el contrato de la obra. También se tuvieron inconvenientes en el proceso de la adquisición de equipos, por ser equipos especializados y escasos en el mercado. Asimismo en Recursos Determinados, se obtuvo un saldo de S/ 903 942,02 soles, debido a que los recursos transferidos por FONDES llegaron recién en los últimos días del mes de julio. Estos fueron los recursos con los cuales se debió ejecutar la adquisición de los equipos (pedestales, analizador vectorial, amplificador, antena de banda X de doble polarización, entre otros equipos). Además, en el proceso de selección se presentaron inconvenientes debido a que no se encontraban proveedores nacionales, por lo que se debió buscarlos en el exterior. Pero, una vez obtenida la Buena Pro y hecha la firma del contrato, la entrega de los equipos ya no pudo hacerse en 2018.

A nivel de categoría de Gasto, en lo que respecta a Proyectos de Inversión, al 31 de diciembre se obtuvo un PIM de S/ 10 634

832,00 soles, alcanzando una ejecución de S/ 9 395 808,22 soles, lo que representa el 90,27 %, de los cuales se ejecutó la adquisición de equipos, gastos generales, contratación de especialistas y parte de la obra del Proyecto “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alerta ante el Riesgo Volcánico en el Perú”, con código SNIP–271840; asimismo, se ejecutó actividades enmarcadas en la elaboración del expediente técnico 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–distrito de La Molina, Lima”, con código SNIP–242750.

En la categoría Acciones Comunes del PP 068, se alcanzó al 31 de diciembre de 2018 un PIM de S/ 2 427 291,00 soles, y una ejecución de S/ 2 370 733,45 soles, lo que representa el 97,66 % del PIM, de los cuales se ejecutaron gastos fijos, contratación de CAS, locadores y entre otros gastos programados, permitiendo el logro del objetivo del programa presupuestal 068.

Respecto a los Productos de los Programas Presupuestales, al 31 de diciembre de 2018 se obtuvo un PIM de S/ 19 669 364,00 soles, y se ejecutó la suma de S/ 17 781 345,83 soles; de los cuales el 97,40 % corresponde a la fuente de financiamiento de Recursos Ordinarios; 58,68 % a Recursos Directamente Recaudados; el 76.80 % a Donaciones y Transferencias; y Recursos Determinados el 75.50 %, habiéndose ejecutado los gastos programados de las diferentes actividades de los programas presupuestales (PP068,PP137 y PP144); el pago de personal 728,CAS, locadores, comisión de servicios

(viáticos y encargos), para realizar los estudios en los diferentes lugares del país, y el mantenimiento y operación de las estaciones de la Red Sísmica Nacional, además de gastos de los proyectos de investigación transferidos por Innóvate Perú y Fondecyt, entre otros gastos.

Cuadro 5. Presupuesto y Ejecución por Categoría Presupuestal, Fuente de Financiamiento

| CATEGORIA PRESUPUESTAL / CATEGORIA DE GASTO/ FUENTE DE FINANCIAMIENTO | | PIA (A) | PIM (B) | EJECUCIÓN | | VARIACIÓN (E)=(B)-(C) |
|---|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------|
| | | | | MONTO (C) | % (D)=(C)/(B) | |
| I | Programas Presupuestales | 23 045 946,00 | 32 731 487,00 | 29 547 587,49 | 90,27 % | 3 183 899,51 |
| PROYECTO | | 6 066 000,00 | 10 634 832,00 | 9 395 808,21 | 88,35 % | 1 239 023,79 |
| 01 - Recursos Ordinarios | | 6 066 000,00 | 6 066 000,00 | 6 022 312,52 | 99,28 % | 43 687,48 |
| 03 - Recursos por Operaciones Oficiales de Credito | | 0,00 | 724 863,00 | 627 805,60 | 86,61 % | 97 057,40 |
| 04 - Donaciones y Transferencias | | 0,00 | 3 843 969,00 | 2 745 690,09 | 71,43 % | 1 098 278,91 |
| ACCIONES COMUNES | | 2 392 491,00 | 2 427 291,00 | 2 370 433,45 | 97,66 % | 56 857,55 |
| 01 - Recursos Ordinarios | | 2 392 491,00 | 2 427 291,00 | 2 370 433,45 | 97,66 % | 56 857,55 |
| PRODUCTO | | 14 587 455,00 | 19 669 364,00 | 17 781 345,83 | 90,40 % | 1 888 018,17 |
| 01 - Recursos Ordinarios | | 13 987 455,00 | 13 465 036,00 | 13 115 518,71 | 97,40 % | 349 517,29 |
| 02 - Recursos Directamente recaudados | | 0,00 | 282 187,00 | 165 592,04 | 58,68 % | 116 594,96 |
| 04 - Donaciones y Transferencias | | 600,000,00 | 2 233 006,00 | 1 715 042,10 | 76,80 % | 517 963,90 |
| 05 - Recursos Determinados | | 0,00 | 3 689 135,00 | 2 785 192,98 | 75,50 % | 903 942,02 |

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas –MEF – DGCP.

Proyectos de Inversión Pública

En el año 2018 se ejecutaron importantes proyectos de inversión pública, los cuales se detallan a continuación.

1.- 2195475–“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: | 2 195 475 |
| 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" | 6 066 000 | 10 269 487 | 9 127 521 | 88,88 % |

A inicios de 2018, el proyecto empezó con un PIA de S/6 066 000,00 soles, y al 31 de diciembre de 2018, se tuvo un PIM total de S/10 269 487,00 soles. En la fuente Recursos Ordinarios, el monto fue de S/6 066 000,00 soles; en la fuente Donaciones y Tránsito se realizó una incorporación de saldo de balance 2017 por S/3 843 969,00 soles; y en la fuente Recursos por Operaciones Oficiales de Crédito, el monto fue de S/359 518,00 soles (continuidad de inversiones); obteniendo una ejecución de S/9 127

520,61 soles, que representa un 88,88 % respecto al PIM a toda fuente de financiamiento, los cuales fueron dirigidos principalmente al desarrollo de las siguientes actividades:

- Adquisición de 284 equipos geofísicos necesarios para la instalación de las 17 estaciones volcánicas.
- Adquisición de 40 equipos informáticos.
- Avance de ejecución de la obra en el distrito de Sachaca.

**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)

**Ceremonia de colocación de la primera
piedra**



2.- 2234253-“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”

| 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: | 2 234 253 |
| 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 geofísicos 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” | | 365 345 | 268 288 | 73,43 % |

El proyecto consiste en la implementación de los ambientes del Laboratorio 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, distribuidos a nivel nacional para adquirir parámetros geofísicos necesarios para la oportuna gestión del riesgo de desastres del Perú. El proyecto también aportará en el desarrollo de sistemas de alerta temprana de desastres asociados a sismos, tsunamis, fallas activas y problemas de geodinámica de superficie, debido a que a través del laboratorio se brindará soporte a toda la instrumentación geofísica.

En 2018 se registró un PIM de S/365 345,00 soles, por la fuente de financiamiento de recursos por operaciones oficiales de crédito, de los cuales se logró ejecutar S/268 287,60 soles, lo que representa un 73,43 % respecto al PIM, monto que fue dirigido principalmente a la elaboración del estudio definitivo.

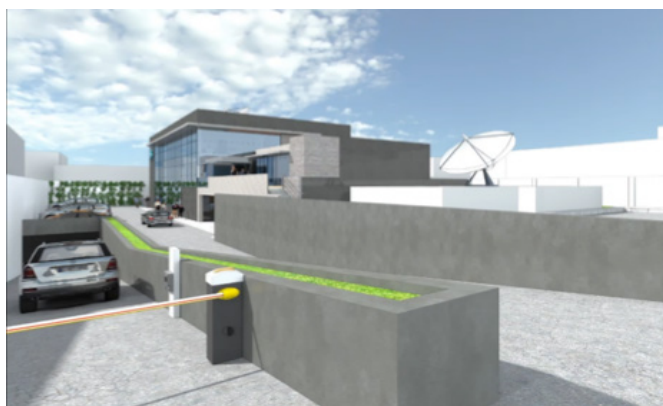
Al 31 de diciembre de 2018, está pendiente culminar el expediente técnico del proyecto en mención.

Vista Frontal del Laboratorio Nacional de Instrumentación Geofísica (LNIG)



(Imagen referencial del LNIG)

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



(Imagen referencial del LNIG)

3.- Proyecto de Inversión Pública 2160305–“Innovación para la competitividad”

| PRODUCTO / PROYECTO | PIA | PIM | EJECUCIÓN | AVANCE % |
|--|----------|----------------|----------------|----------------|
| 9002. ASIGNACIONES PRESUPUESTARIAS QUE NO RESULTAN EN PRODUCTOS | | | | |
| 2.160305. INNOVACIÓN PARA LA COMPETITIVIDAD | 0 | 304 393 | 200 558 | 65,89 % |
| TOTAL | 0 | 304 393 | 200 558 | 65,89 % |

A partir del mes de abril, a través del Programa de Inversión para la Competitividad y Productividad – Innóvate, se transfiere al IGP recursos para ejecutar los proyectos de investigación.

En 2018 se contó con un PIM de S/ 304 393,00 soles, por la fuente de financiamiento de Donaciones y Transferencias. Al 31 de diciembre, se ha ejecutado un presupuesto de S/

200 557,78 soles, lo que representa un 65,89 % respecto al PIM.

Este año no se logró cumplir con las metas programadas, ya que los desembolsos por parte de Innóvate Perú se realizaron en los últimos meses de año, lo cual no permitió disponer del tiempo necesario para realizar los procesos de contrataciones de los equipos.

Personal IGP 2018



SEDE JICAMARCA



OFICINA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y DATOS GEOFÍSICOS



SEDE HUANCAYO



CONTROL INSTITUCIONAL



OFICINA DESCONCENTRADA DE CHICLAYO



GEOFÍSICA & SOCIEDAD



OFICINA DE PLANEAMIENTO Y PRESUPUESTO



SEDE AREQUIPA



ALTA DIRECCIÓN



CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA E HIDRÓSFERA



OFICINA DE ADMINISTRACIÓN



REDES GEOFÍSICAS



CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA




Instituto Geofísico del Perú

Calle Badajoz 169,
Urb. Mayorazgo IV Etapa,
Ate, Lima, Perú
Central Telefónica: (511) 317 2300

<https://www.gob.pe/igp>

 <http://www.facebook.com/igp.peru>

 http://twitter.com/igp_peru

 https://www.youtube.com/c/igp_videos