



2020

Memoria Institucional



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

CONTENIDO

PRESENTACIÓN.....	3
MISIÓN.....	4
RESEÑA HISTÓRICA.....	4
ESTRUCTURA ORGÁNICA.....	5
INVESTIGADORES CIENTÍFICOS.....	6
INVESTIGADORES EMÉRITOS	6
CONVENIOS INTER-INSTITUCIONALES	7
TABLA N° 01 NACIONALES	7
TABLA N° 02 INTERNACIONALES.....	7
CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA	8
PROGRAMA PRESUPUESTAL 068	8
EVALUACIÓN GEODINÁMICA, GEOFÍSICA Y GEOLÓGICA DE LOS DESLIZAMIENTOS QUE AFECTAN LA CIUDAD HUANCABAMBA – PIURA.....	9
CENTRO SISMOLÓGICO NACIONAL - CENSIS.....	10
MODELAMIENTO NUMÉRICO DE FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA UNGULO CIUDAD DE HUANCABAMBA, , REGIÓN PIURA	10
ESTUDIO GEODÉSICO Y SÍSMICO DEL SISMO DE ACARÍ DEL 25 DE SETIEMBRE DE 2013 MW7.0	11
COMPORTAMIENTO DINÁMICO DE SUELOS EN LAS PROVINCIAS DE CHUMBIVILCAS Y PARURO – REGIÓN CUSCO	11
ESTUDIO GRAVIMÉTRICO EN LA LOCALIDAD DE HUANCABAMBA, PIURA	12
ANÁLISIS Y EVALUACIÓN HISTÓRICA DEL FENÓMENO EL NIÑO EN CHIMBOTE Y NUEVO CHIMBOTE – ANCASH.....	12
OTROS ESTUDIOS GEOFÍSICOS	14
CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA E HIDRÓSFERA.....	15
FÍSICA ATMOSFÉRICA	15
HIDROLOGÍA Y SUELOS	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
INVESTIGACIÓN EN INCENDIOS FORESTALES	20
INVESTIGACIONES EN LA AMAZONIA	21
APORTE A LAS INVESTIGACIONES SOBRE ECOSISTEMAS DE MONTAÑA	22
CLIMATOLOGÍA.....	22
OCEANOGRAFÍA.....	23
GEOFÍSICA & SOCIEDAD	27
CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE DE ECOSISTEMAS PARA LA PROVISIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	27

RADIO OBSERVATORIO DE JICAMARCA.....	30
APORTANDO A LA CIENCIA.....	31
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE RADARES.....	32
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO & INNOVACIÓN.....	33
INSTRUMENTOS PARA OBSERVACIONES EN BAJAS LATITUDES ECUATORIALES (LISN – CIELO).....	34
PROYECTOS TECNOLÓGICOS.....	35
PARTICIPACIÓN EN EVENTOS NACIONALES E INTERNACIONALES	36
FORMACIÓN ACADÉMICA.....	36
REDES GEOFÍSICAS.....	37
LA RED SÍSMICA NACIONAL (RSN).....	38
SOPORTE DE DATOS EN TIEMPO REAL PARA EL CENSIS Y EL CENVUL.....	38
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES SÍSMICAS TEMPORALES	39
PROYECTO DE ALARMA SÍSMICA PERUANO (SASPE)	39
VULCANOLOGÍA.....	40
CONSOLIDACIÓN DEL CENTRO VULCANOLÓGICO NACIONAL (CENVUL)	41
ATENCIÓN DE LA ACTIVIDAD ERUPTIVA DEL VOLCÁN SABANCAYA	41
CONSOLIDACIÓN DE REDES DE MONITOREO GEOFÍSICO EN 12 VOLCANES DEL PAÍS	42
GENERACIÓN DE INFORMACIÓN GEOFÍSICA SOBRE LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA	43
INFORMES TÉCNICOS.....	44
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.....	45
DIFUSIÓN Y EDUCACIÓN ACERCA DE LOS PELIGROS VOLCÁNICOS	46
ASTRONOMIA	48
OFICINA DE TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y DATOS GEOFÍSICOS	52
PRESUPUESTO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN 2020	52
INVERSIÓN EN SERVICIOS, INFRAESTRUCTURA Y MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO	52
CRECIMIENTO DEL PARQUE INFORMÁTICO Y COMUNICACIONES	53
SERVICIOS IN.....	53
FORMÁTICOS E INTERNET.....	53
LICENCIAS DE SOFTWARE ADQUIRIDAS.....	54
DESARROLLO DE SOFTWARE.....	55
GESTIÓN DE LA GOBERNANZA DIGITAL.....	56
GESTIÓN DE LA SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN	57
CAPACITACIONES AL PERSONAL EN HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS.....	57
BIBLIOTECA CENTRAL	58
RECURSOS HUMANOS	59
DISTRIBUCIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS	59
SUBSISTEMA DE ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	61
SUBSISTEMA DE GESTIÓN DEL EMPLEO	61
PROCEDIMIENTOS DISCIPLINARIOS.....	62
SUBSISTEMA DE GESTIÓN DEL RENDIMIENTO.....	63
GESTIÓN DE LA CAPACITACIÓN.....	64
CURSOS PDP.....	64
CURSOS NO PDP.....	67
PLAN DE BIENESTAR SOCIAL.....	68
OTRAS ACTIVIDADES	68

PRESENTACIÓN

El Instituto Geofísico del Perú - IGP es un órgano público adscrito al Ministerio del Ambiente, tiene por finalidad realizar investigación científica, la realización de estudios y proyectos, la prestación de servicios y la formación profesional de alto nivel en los diferentes campos de la Geofísica y Ciencias afines. Asimismo desarrolla e implementa mecanismos que contribuyen a reducir el impacto destructor de los peligros naturales y antrópicos en beneficio de los ciudadanos peruanos. El IGP realiza intervenciones a nivel nacional y sus funciones se sustentan en el siguiente marco legal:

- Decreto Legislativo No.136, Ley de Creación del Instituto Geofísico del Perú
- Decreto Supremo N° 001-2015-MINAM), Aprobación del su Reglamento de Organización y Funciones – ROF
- Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD).

El IGP forma parte del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) contribuyendo con sus investigaciones y desarrollo tecnológico en el conocimiento y vigilancia y monitoreo de los peligros naturales asociados a la geodinámica interna y externa de la Tierra como son los sismos, actividad volcánica, deslizamientos, huaycos y Clima Espacial entre otros.

La presente Memoria Institucional resume todas las actividades que los diferentes Órganos de Línea y Unidades Orgánicas pudieron realizar a pesar de las restricciones impuestas por la crisis sanitaria del COVID-19 iniciada en Marzo 2020.

MISIÓN

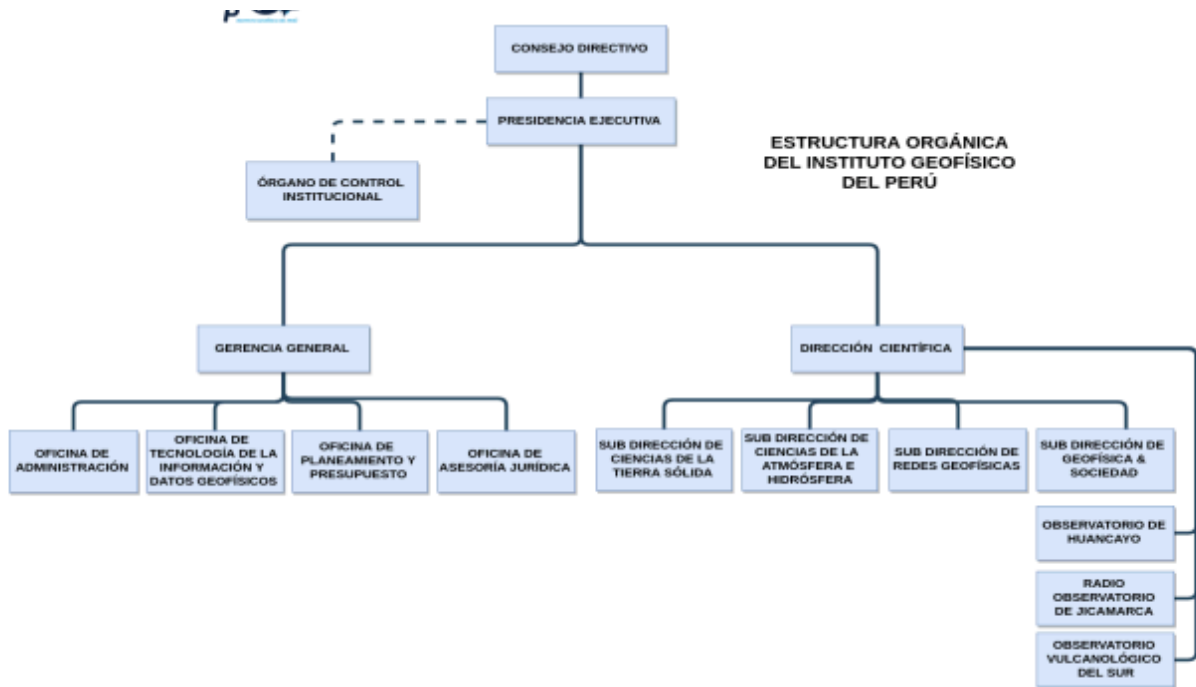
“Desarrollar investigación científica, innovación tecnológica y vigilancia permanente de peligros naturales de origen geofísico para el bienestar de la sociedad de manera eficiente y eficaz.

RESEÑA HISTÓRICA

La historia del Instituto Geofísico del Perú se remonta a 1920 cuando Jhon Flemming y colegas del Departamento de Magnetismo Terrestre de la Carnegie Institution of Washington vienen al Perú a fin de construir un observatorio científico dedicado a efectuar mediciones del campo magnético y eléctrico de la Tierra. Luego de evaluar sitio en Cusco, Ayacucho entre otros deciden construirlo cerca a unos pocos kilómetros de la ciudad de Huancayo, en el distrito de Huayao. Luego de varios años de construcción el Observatorio Magnético de Huancayo inició sus operaciones en Marzo de 1922..

Con el pasar de los años, el Observatorio Magnético de Huancayo fue ampliando sus campos de investigación y es así que en 1932 se instalan uno de los primeros sismógrafos de la región andina en Sudamérica. El Departamento de Magnetismo Terrestre (DTM) de la Carnegie Institution of Washington mantuvo la administración del observatorio desde 1922 a 1947, fecha en que lo transfiere al Gobierno del Perú. Sobre esa base, el gobierno peruano oficializa las operaciones científicas del observatorio y lo renombra como Instituto Geofísico de Huancayo (IGH). Finalmente, en Enero de 1962, el Estado amplía las funciones del IGH y extiende sus intervenciones a nivel nacional, cambio su nombre a Instituto Geofísico del Perú (IGP) y establece su sede principal en la ciudad de Lima.

ESTRUCTURA ORGÁNICA



INVESTIGADORES CIENTÍFICOS

- Hernando Tavera, Ph.D., Universidad Complutense de Madrid, España.
- Edmundo Norabuena, Ph.D., Universidad de Miami, EE.UU.
- Marco Milla, Ph. D., Universidad de Illinois-Urbana, EE.UU.
- Danny Scipi3n, Ph.D., Universidad de Oklahoma, EE.UU.
- Edgardo Pacheco, Ph.D., Universidad de Texas en Dallas, EE.UU.
- Yamina Silva de Millones, Ph.D., Instituto Estatal de Hidrometeorolog3a, Rusia.
- Ivonne Montes, Ph.D., Universidad de Concepci3n, Chile.
- Yamina Silva, Ph.D., Instituto Estatal de Hidrometeorolog3a, Rusia.
- Elisa Armijo, Ph.D., Universidad Paul Sabatier, Toulouse III, Francia.
- Kobi Mosquera, Ph.D, Universidad Paul Sabatier, Toulouse III., Francia.
- James Apa3stegui, Ph.D. Universidad Federal Fluminense, Brasil.
- Sergio Morera, Dr., Universidad Nacional Agraria La Molina, Per3.
- Isabel Bernal, Dr., Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Adolfo Inza, Ph.D., Universidad Joseph Fourier, Francia.
- Nobar Baella, Ph.D., Observatorio Nacional de Brasil, Brasil.
- Juan Carlos Villegas, Ph.D. Universidad de Niza Sophia Antipolis, Francia.
- Ricardo Zubieta, Dr., Dr., Universidad Nacional Agraria La Molina, Per3.
- Juan Carlos G3mez, M.Sc., Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Per3.
- Alejandra Mart3nez, M.Sc., Universidad Ricardo Palma, Per3.
- Hugo Trigoso, M.Sc., Instituto Nacional de Investigadores Espaciales, Brasil.
- Wendy Quiroz M.Sc., Universidad Joseph Fourier, Grenoble, Francia.
- Liliana Torres, M.Sc., Universidad Blas Pascal, Francia.

INVESTIGADORES EM3RITOS

- Ronald Woodman, Ph.D., Universidad de Harvard, EE.UU
- Pablo Lagos, Ph.D., Instituto de Tecnolog3a de Massachusetts, EE.UU.
- Leonidas Ocola, Ph.D., Universidad de Winsconsin, EE.UU
- Hernan Montes Ugarrte, Ph..D., Columbia University, EE.UU

CONVENIOS INTER-INSTITUCIONALES

Tabla N° 01 Nacionales

		* A : Adenda C : Cooperación y/o colaboración E : Específico M: Marco		
ITEM	INSTITUCIÓN	*TIPO	PAÍS	FECHA
1	Universidad Católica San Pablo (Arequipa)	M	Perú	02/12/20
2	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP)	M	Perú	20/01/20
3	Universidad Nacional Del Centro Del Perú (UNCP)	M	Perú	18/02/20
4	Municipalidad Metropolna de Lima	C	Perú	23/10/20
5	Universidad Nacional de Moquegua	E	Perú	06/10/20
6	Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montañas (INAIGEM)	E	Perú	05/10/20
7	Instituto Peruano De Energía Nuclear –IPEN	E	Perú	07/09/20
8	Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED)	M	Perú	07/02/20
9	Universidad Nacional del Centro del Perú	E	Perú	13/10/20
10	Ministerio de Defensa - Marina de Guerra del Perú - Dirección de Hidrografía y Navegación	E	Perú	21/09/20
11	Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles (SENACE)	M	Perú	31/08/20
12	Pontificia Universidad Católica del Perú	E	Perú	20/11/20

Tabla N° 02 Internacionales

		* A : Adenda C : Cooperación y/o colaboración E : Específico M: Marco		
ITEM	INSTITUCIÓN	*TIPO	PAÍS	FECHA
1	Instituto Volcanológico de Canarias (IVC)	M	España	10/03/20
2	Boston College Institute For Scientific Research	C	EE.UU.	23/11/20
3	Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD)	M	Francia	20/02/20

CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA

Generando conocimiento de la dinámica terrestre bajo y sobre la superficie del territorio nacional.



Vista de la ciudad de Huancabamba, Región Piura.

La Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida (SCTS) tiene como misión promover, realizar, coordinar y ejecutar investigaciones científicas y estudios interdisciplinarios en los campos de la Tierra sólida y ciencias afines orientados a conocer, ampliar y generar nuevo conocimiento que contribuya al desarrollo de la ciencia y a la gestión del riesgo de desastres por sismos, erupciones volcánicas en beneficio de la sociedad peruana.

PROGRAMA PRESUPUESTAL 068

En el marco de este proyecto se realizan anualmente estudios de zonificación geofísica geotécnica en localidades vulnerables a sismos. En el año 2020 se programaron 7 estudios para igual número de localidades: Dos (02) en la Región Ancash y cinco (05) en la Región La Libertad. Sin embargo, la coyuntura de emergencia sanitaria nacional por

el COVID 19 no permitió cumplir con lo programado a inicios de año y solo se realizaron algunas tareas de gabinete (nivel preliminar) y sólo la actividad de levantamiento fotogramétrico de las 7 localidades mencionadas se culminaron con los trabajos de campo programados. Entre los productos obtenidos en el 2020 están los siguientes:

Estudios de zonificación geofísica-geotécnica en las localidades de Coishco y Santa (Región Ancash)/Zonificación geológica-geotécnica

- Levantamiento topográfico mediante fotogrametría con dron y mediciones GNSS, lo cual ha permitido generar un mapa del modelo digital del terreno a escala 1:5000 con una resolución espacial de 35 cm/píxel y un ortomosaico con una resolución espacial de 8.8 cm/píxel. Se ha elaborado mapas de curvas de nivel del terreno con intervalo de 5 metros a escala 1:5000, para las 7 localidades mencionadas.
- Se realizó el modelamiento numérico de inundaciones en las localidades de Santa, Viru, Moche, Chao y Coischo obteniéndose como resultado las alturas máximas de flujo alcanzadas para cada escenario simulado, así mismo a partir de esta información se determinaron las zonas susceptibles a ser afectadas por inundaciones.
- Evaluación de la vulnerabilidad ante peligro por sismos y movimientos en masa de las 7 localidades mencionadas, que incluye el análisis de elementos expuestos en las localidades de Santa, Coishco, Chao, Virú, Moche, Salaverry y San José. Haciendo uso de información estadística del censo nacional de población y vivienda ejecutado por el INEI en el 2017, se analizó el nivel de vulnerabilidad física y crecimiento urbano representados gráficamente en mapas temáticos.
- Se realizó el informe preliminar “Caracterización geomorfológica, geológica, geodinámica y geotécnica”, con información secundaria disponible.

EVALUACIÓN GEODINÁMICA, GEOFÍSICA Y GEOLÓGICA DE LOS DESLIZAMIENTOS QUE AFECTAN LA CIUDAD HUANCABAMBA – PIURA

En la ciudad de Huancabamba se han generado eventos geodinámicos del tipo movimientos en masa, que afectan la seguridad física del centro urbano y anexos. Dentro de las zonas potencialmente inestables se delimitaron cuatro perfiles, tales como: 1-1’ (ubicado a 1.2 km al norte del centro urbano), 2-2’ (bifurca el centro urbano), 3-3’ (1 km al noreste de la ciudad, margen derecha de la quebrada Ungulo) y finalmente, 4-4’ (500 m al este de la plaza de armas, margen izquierda de la quebrada en mención), a los cuales se les realizó el análisis de estabilidad de talud en condiciones estáticas y pseudo-estáticas. Con la finalidad de generar conocimiento sobre la problemática descrita anteriormente se ejecutó el Convenio 166-2017-FONDECYT, cuya finalidad fue efectuar el “Análisis de Estabilidad de Talud de la ladera” de la ciudad de Huancabamba. Este análisis se realizó en suelos de espesor promedio de 40 m y en condiciones parcialmente saturadas, en base a criterios de rotura (Mohr Coulomb y Hoek-Brown), métodos de

análisis (Bishop Simplificado, GLE/Morgenstern-Price y Janbú Simplificado) y mediante la aplicación de una herramienta de modelamiento computacional Slide v6.0. De los resultados del análisis de estabilidad, se determinó que el perfil 1-1', en condiciones estáticas, el Factor de Seguridad (FS) es menor a 1.3, y en condiciones pseudo-estáticas el FS es menor a 1, por lo que se considera un talud INESTABLE. En los perfiles 2-2', 3-3' y 4-4' los FS son menores a 1 y por tanto son INESTABLES.

CENTRO SISMOLÓGICO NACIONAL - CENSIS

El Centro Sismológico Nacional (CENSIS) del IGP, tiene como objetivo: procesar los datos registrados por la Red Sísmica Nacional (RSN), analizarlos, interpretarlos y difundir los parámetros hipocentrales de los sismos ocurridos dentro del territorio nacional. Adicionalmente, a partir de los resultados del procesamiento de datos, se evalúa la severidad de sacudimiento del suelo de las localidades próximas a la zona epicentral, a fin de que el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), tome las medidas que conlleve a la disminución de riesgo de los habitantes afectados. En el periodo de enero a diciembre del 2020 se han registrado 6,726 sismos y se han publicado los parámetros hipocentrales de 810 sismos. Este servicio de valor público se realiza de manera ininterrumpida las 24 horas del día y los 365 días del año.



Centro Sismológico Nacional (CENSIS)

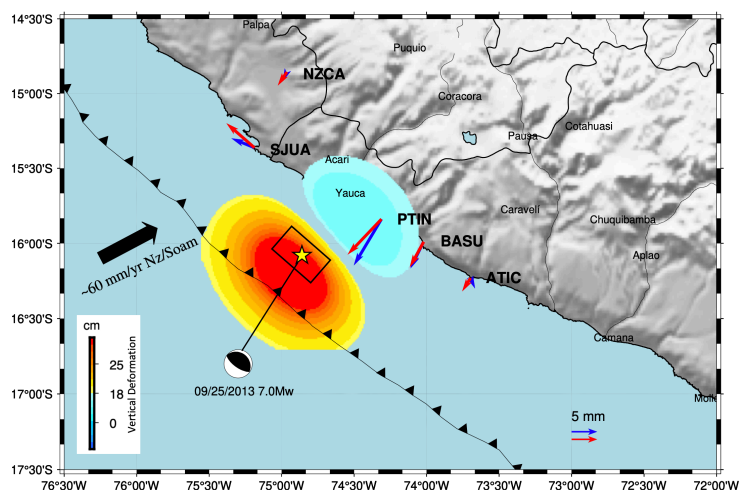
MODELAMIENTO NUMÉRICO DE FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA UNGULO CIUDAD DE HUANCABAMBA, , REGIÓN PIURA

Se generaron escenarios de ocurrencia de flujos de detritos en la Quebrada Ungulo utilizando el modelo numérico bidimensional FLO-2D, a dicho modelo se ingresó el

modelo digital de terreno, la rugosidad del terreno, parámetros reológicos y los hidrogramas – solido-gramas de avenidas a partir de lo cual se obtuvo que ante la ocurrencia de un evento hidro-meteorológico correspondiente a un periodo de retorno de 20 años existiría una producción líquida de hasta 11.7 m³/s la cual a su vez generaría flujo de lodos con concentraciones volumétricas variables de entre 0.20 a 0.45, alcanzando alturas máximas de flujo de hasta 6.3 metros medidos desde el fondo del cauce, que afectaría a la Av. 2 de mayo y la calle Morropón con alturas de hasta 0.246 y 0.73 metros respectivamente sumando así un total de 0.401 hectáreas afectadas. Ante la ocurrencia de un evento hidro-meteorológico correspondiente a un periodo de retorno de 20 años existiría una producción líquida de hasta 11.7 m³/s la cual a su vez generaría flujo de lodos con concentraciones volumétricas variables de entre 0.20 a 0.45, alcanzando alturas máximas de flujo de hasta 6.3 metros medidos desde el fondo del cauce; afectaría a la Av. 2 de mayo y la calle Morropón con alturas de hasta 0.246 y 0.73 metros respectivamente sumando así un total de 0.401 hectáreas afectadas.

ESTUDIO GEODÉSICO Y SÍSMICO DEL SISMO DE ACARÍ DEL 25 DE SETIEMBRE DE 2013 MW7.0

Aplicando geodesia espacial se efectuó un estudio del sismo de magnitud Mw 7.0 ocurrido en setiembre 2013 en las inmediaciones de la localidad de Acarí - Region Arequipa. Este sismo fue un evento característico de la zona de subducción peruana. El objetivo del presente estudio fue analizar las observaciones GPS continuas y episódicas recolectadas en la zona de impacto antes y después del movimiento sísmico y asociarla con la variación espacio-temporal de la sismicidad regional y caracterizar los parámetros de la fuente y la distribución del deslizamiento azocados al sismo principal. Se estimaron desplazamientos (GPS) cosísmicos entre 2 y 3 mm, con buenos factores de calidad (WRMS).

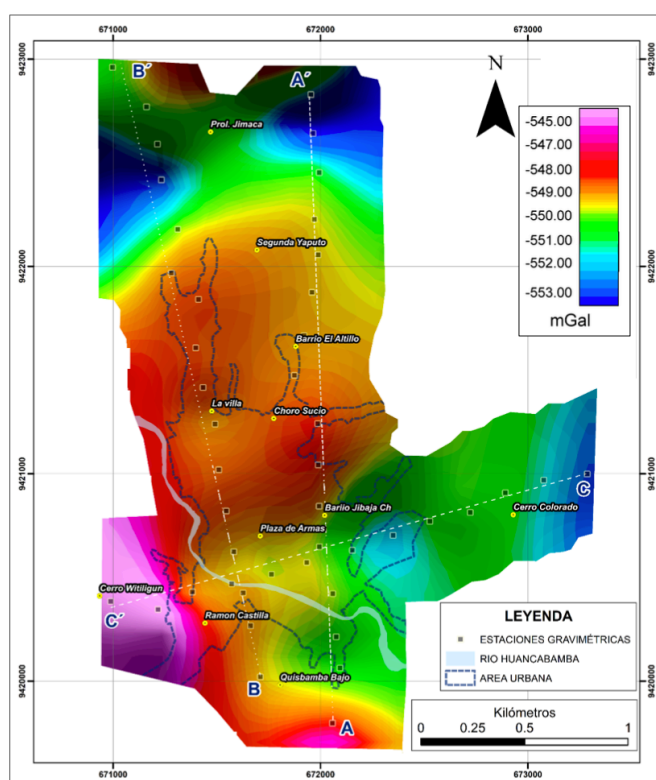


COMPORTAMIENTO DINÁMICO DE SUELOS EN LAS PROVINCIAS DE CHUMBIVILCAS Y PARURO – REGIÓN CUSCO

Se evaluaron las características físicas y dinámicas del suelo mediante técnicas geofísicas, cuya evaluación se realizó en 16 localidades ubicadas en las vías de tránsito de las provincias de Chumbivilcas y Paruro (Región Cusco), las mismas que facilitan el acceso de vehículos de carga provenientes principalmente del Corredor Vial Apurímac,

Cusco y Arequipa. Estas localidades son: Huaylla Huaylla, Halanta, Patacsillo, San Roque, Sol de Oro, Tuntuma, Huallpamayo, Huincho, Huinquiri, Pumapuquio, Ocho de Agosto, Ccoyabamba, Ayusbamba, Ccoypa, Paccarectambo y Ranrraccasa. La aplicación de estos métodos geofísicos en las localidades indicadas permitió conocer las características físicas de los suelos, delimitar la profundidad del nivel freático, espesores de suelos y sedimentos y velocidades de las ondas de corte (Vs) de las capas que conforman el subsuelo; además de evaluarse el comportamiento dinámico de los mismos al paso de camiones de carga de diferentes dimensiones y peso. El informe fue entregado a la PCM, MINAM, OEFA, Gobiernos regionales y locales y se expusieron los resultados ante las autoridades indicadas. Los resultados obtenidos sirven a las autoridades competentes para la toma de decisiones.

ESTUDIO GRAVIMÉTRICO EN LA LOCALIDAD DE HUANCABAMBA, PIURA



Se efectúa una interpretación de los datos de gravedad obtenidos en la localidad de Huancabamba a fin de conocer las propiedades del subsuelo y la profundidad del basamento rocoso presentes en dicha localidad. El resultado de los modelos realizados indican que el basamento alcanza una máxima profundidad en la zona de Jimaca, con un rango de variación de 400 a 500 metros. Además se observa la presencia de un lecho rocoso a una profundidad que varían de 200 a 300 metros en toda la zona de estudio. Por otro lado, el modelo adoptado presenta densidades que varían de 1.1 a 1.5 gr/cm³ en la parte superficial y para el basamento metamórfico varía de 2.3 a 2.75 gr/cm³, estos valores de densidad están de acuerdo al criterio geológico y se valida con estudios anteriores de geología de la parte superficial, obteniendo modelos que

comparten propiedades de la base de datos con las formaciones reales presentes en la zona de estudio.

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN HISTÓRICA DEL FENÓMENO EL NIÑO EN CHIMBOTE Y NUEVO CHIMBOTE – ANCASH

En esta investigación se analiza la evolución urbana de Chimbote, los efectos y los daños en áreas urbanas por las inundaciones, que han ido en aumento conforme la población fue ocupando el cauce antiguo del río Lacramarca y los humedales de Villa María. Desde la década del 50, la ciudad de Chimbote tuvo un crecimiento económico importante

debido al boom de la industria pesquera, siderúrgica y agrícola. La demanda de mano de obra atrajo la migración de personas que vivían en el campo en extrema pobreza al puerto pesquero en busca de mejores salarios, acelerando la expansión urbana de manera desordenada y riesgosa.

ESTUDIO GEOFISICO DE LOS ACANTILADO DE LA COSTA VERDE, LIMA

A raíz de la declaratoria del Estado de Emergencia por Peligro inminente ante nuevos deslizamientos en los Acantilados de la Costa Verde (ACV) de los distritos de San Miguel, Magdalena del Mar, San Isidro, Miraflores, Barranco y Chorrillos, mediante el Decreto Supremo N° 161-2019-PCM, en el mes de Febrero del año 2020, CENEPRED y la Municipalidad Metropolitana de Lima obtienen el financiamiento de FONDES para realizar estudios técnicos multidisciplinarios en los ACV, donde participaron el Instituto Geográfico Nacional (IGN), el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI- CISMID), la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) y el Instituto Geofísico del Perú (IGP).



El proyecto fue coordinado por CENEPRED y el IGP se encargó de realizar estudios Geofísicos y de Peligro Sísmico de los ACV. En primera fase se realizaron trabajos de campo para la recolección de datos, pseguidamente fueron procesados e interpretación a fin de conocer la estructura del subsuelo, así como evaluar su comportamiento dinámico a partir de la aplicación de diferentes métodos geofísicos (sísmica, eléctrica, gravimetría, razones espectrales y georadar). Asimismo, se determinó en superficie, el límite que separa los suelos estables de los inestables y que ante la ocurrencia de sismos de gran

magnitud, podría producirse asentamientos y deslizamientos de tierra y/o piedras de variado volumen.

Las coordinaciones finales, para la ejecución de los estudios Geofísicos se realizaron en el mes de noviembre del 2020, dándose inicio a los trámites para el financiamiento del proyecto. Sin embargo, dada la importancia y necesidad de acelerar su ejecución, el IGP con sus propios recursos, inicia la adquisición, in situ, de los datos geofísicos a lo largo del Acantilado de la Costa Verde; en tanto se hacía efectivo el financiamiento, coordinado por CENEPRED, para la ejecución de este proyecto.

OTROS ESTUDIOS GEOFÍSICOS

- Evaluación de los efectos de sitio en Lima Metropolitana y Callao: Aplicación del método de razones espectrales y espectros de respuesta usando registros de microtemores y aceleración
- Informe de avance caracterización geodinámica - geotécnica y monitoreo geodésico espacial con GPS diferencial del deslizamiento del tipo rotacional aplicado en el paraje Sangallaya, distrito de Sangallaya, provincia Huarochirí, región Lima
- Proyecto de investigación caracterización geológica-geodinámica preliminar por flujos de detritos (huaycos) en las quebradas: Quirio, Chacrasana, La Ronda, Barba Blanca y Río Seco
- Modelamiento geo-estadístico para la obtención de mapa de suelos, aplicado en Tacna
- Estimación de parámetros de resistencia en suelos arenosos empleando el ensayo dpl y su aplicación en los estudios de zonificación sísmica geotécnica - caso Catacaos
- Análisis del proceso de ruptura y del nivel de sacudimiento del suelo asociado al sismo de Azángaro (m6.9) del 01 de marzo del 2019
- Determinación de los parámetros de origen del sismo de Lampa del 1 de diciembre del 2016 ml= 6.0 (Puno) y su secuencia de réplicas
- Geometría y distribución de esfuerzos en el borde oriental de la Región Central del Perú - Nido de Pucallpa
- Análisis de la sismicidad asociada a la deformación cortical en la falla Ichupampa (Caylloma – Arequipa)
- Catálogo de Tsunamis del Perú (1500-2020)
- Modelado numérico de escenarios del comportamiento dinámico de la rotura de represas: caso Yanacocha, Pasco
- Evaluación de riesgo sísmico por exposición en la ciudad de Punta de Bombón – Arequipa
- Evaluación de riesgo sísmico por exposición en la ciudad de Acarí -Arequipa

CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA E HIDRÓSFERA



IGP en el Estrecho de Bransfield, verano 2020.

El Perú es un país altamente expuesto a la variabilidad y cambio climático que pueden generar importantes pérdidas de vidas humanas, en infraestructura y económicas. Por ejemplo, los eventos El Niño de 1982-1983, 1997-1998 y El Niño Costero de 2017 tuvieron impactos negativos en el Perú con pérdidas económicas cuantiosas. En la actualidad, estos eventos extremos, como otros, son más frecuentes e intensos como consecuencia del cambio climático. En tal sentido, conocer y entender los procesos asociados a la variabilidad natural, los cambios de la variabilidad natural asociados al cambio climático, así como sus impactos son los temas que ha investigado durante el 2020 la Subdirección de Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera (SCAH). Así aporta a dos objetivos del Plan Estratégico Institucional. Por un lado, al OE01 que dice “Incrementar el conocimiento científico en el campo de la geofísica y ciencias afines de las entidades del SINAGERD” y, por otro lado, al OE02 que dice “Mejorar el nivel de conocimiento sobre peligros geofísicos de las entidades del SINAGERD”. Ello a través de la generación de artículos bajo revisión por pares (también denominadas publicaciones científicas indexadas), informes y reportes técnicos, y boletines técnicos e informativos. Asimismo, mediante la participación en comités, comisiones y consejos de gobiernos regionales y locales. Adicionalmente, mediante la impartición de charlas, cursos, talleres y similares.

FÍSICA ATMOSFÉRICA

En el 2020 se publicaron 15 artículos científicos en revistas indexadas, tales como Atmospheric research, Atmosphere, International Journal of Remote Sensing, Climate, Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, Data in Brief, Revista Internacional de Contaminación Ambiental, Journal of Geophysical Research Atmospheres, GIScience &

Remote Sensing, entre otros en los últimos 5 años, ha orientado sus investigaciones a conocer y entender los procesos físicos, microfísicos y la dinámica de la atmósfera, con el propósito de comprender las causas y el origen de la variabilidad climática y los eventos meteorológicos extremos en los Andes centrales del Perú. Para ello, se usan datos generados en el Laboratorio de Microfísica Atmosférica y Radiación-LAMAR, ubicado en el Observatorio de Huancayo del IGP; así como datos de satélites y modelos numéricos atmosféricos. Por su parte, LAMAR cuenta con tres radares perfiladores: 1) de nubes y precipitación, 2) de vientos y 3) de precipitación y viento. Asimismo, se cuenta con una “torre de gradiente” de 30 metros, dos disdrómetros para medir los tipos de precipitación, una estación BSRN (Baseline Surface Radiation Network), entre otros.

Asimismo se culminó con la ejecución del proyecto Magnet - IGP “Fortalecimiento de la línea de investigación en física y microfísica de la atmósfera” (Convenio N° 010-2017/FONDECYT), mediante el cual se incorporó a la plana de investigadores del IGP a 5 científicos extranjeros. Este proyecto, en los 3 años y medio de ejecución, contribuyó con 28 publicaciones indexadas, además de otras 6 en colaboración con otros proyectos y convenios que aportan a la línea de investigación. En el marco del proyecto se desarrollaron 15 tesis: 2 de doctorado, 9 de maestría y 4 de pregrado; así como 6 cursos a nivel de posgrado, con una participación de más de 400 personas a nivel nacional, contribuyendo con ello a la formación de capacidades en investigación.

Uno de los temas de mayor interés en el clima de los Andes es la variabilidad en el inicio de la temporada de lluvias. El estudio realizado para el periodo 1965-2013 muestra una tendencia en la reducción de la temporada de lluvias a una razón de 3 días por década, debido al retraso en el inicio de las lluvias. También se indica que El Niño favorece el inicio tardío y la finalización temprana de la temporada de lluvias, es decir, una temporada de lluvias más corta¹. Por otro lado, usando el modelo , cambios en la topografía y uso de suelo, podrían aumentar o disminuir la precipitación, con valores superiores al 25 %, esto fue demostrado usando el modelo WRF (Weather and Research Forecast) para la cuenca del Mantaro². En cuanto a las causas que generan lluvias muy intensas en el valle del Mantaro, se ha encontrado que las ondas inercia-gravitatorias, formadas en la Amazonía transportan humedad y energía a los Andes centrales e intensifican los procesos de convección³.

El ciclo diurno de precipitación en los Andes centrales está caracterizado por lluvias convectivas durante la tarde y lluvias estratiformes en la noche. Para el periodo de lluvias 2016-2018, se muestra que los sistemas de precipitación de larga duración (6-12 horas), que produjeron alrededor del 17 % de las lluvias monzónicas en 2016 y 2018, están asociadas con El Niño y La Niña, respectivamente. Esta fracción de lluvia

¹ Giráldez, L., Silva, Y., Zubieta, R., & Sulca, J. (2020). Change of the rainfall seasonality over Central Peruvian Andes: onset, end, duration and its relationship with large-scale atmospheric circulation. *Climate*, 8 (2), 23. <https://doi.org/10.3390/cli8020023>

² Saavedra, M., Junquas, C., Espinoza, J. C., & Silva, Y. (2020). Impacts of topography and land use changes on the air surface temperature and precipitation over the central Peruvian Andes. *Atmospheric Research*, 234, 104711. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2019.104711>

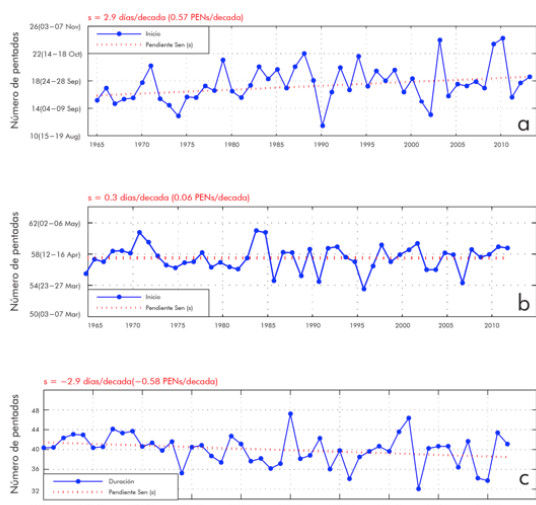
³ Flores-Rojas, J. L., Moya-Álvarez, A. S., Valdivia-Prado, J. M., Piñas-Laura, M., Kumar, S., Karam, H. A., . . . Silva, Y. (2021). On the dynamic mechanisms of intense rainfall events in the central Andes of Peru, Mantaro valley. *Atmospheric Research*, 248, 105188. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2020.105188>

monzónica se duplica a 35 % en condiciones de El Niño Costero 2017⁴. Diversos estudios se han realizado en el valle del Mantaro utilizando los datos del disdrómetro, los que permiten identificar el ciclo diurno de la distribución del tamaño de las gotas de la lluvia, asociado a los tipos de nubes. Los eventos que incluyen lluvias convectivas aportan el 67.5 % del total acumulado, donde el 92 % ocurre entre las 15 y 20 horas local⁵. El conjunto de datos sobre la distribución del tamaño de las gotas de lluvia, su velocidad de caída y los datos de precipitación, medidos con disdrómetros y pluviómetros sobre los Andes centrales peruanos, pueden ser usados en otros estudios, por lo que los datos son públicos⁶.

El ciclo de vida de las nubes y de la estructura vertical de la precipitación, durante las diferentes fases de desarrollo de las nubes, han sido estudiados usando datos del satélite GPM y GOES, así como con los radares en tierra. Este conocimiento es importante para mejorar su representación en los modelos numéricos⁷.

Con el objetivo de transferir conocimiento y compartir experiencias y herramientas en física atmosférica, se han desarrollado 3 cursos de capacitación que fueron dirigidos a profesionales del SINAGERD y estudiantes universitarios. En el primer curso presencial, “Métodos de análisis de sistemas océano-atmosféricos para estudios de variabilidad climática”, participaron 27 estudiantes. Debido a la pandemia, el segundo curso, “Modelado Numérico de la Atmósfera”, se desarrolló en modalidad virtual y con una asistencia de 124 personas. El tercer curso virtual especializado, “Estimación y

Monitoreo de precipitación por Radar”, se desarrolló en convenio con el Instituto de Ciencias de la Naturaleza, Territorio y Energías Renovables (INTE) de la PUCP, en este participaron 236 alumnos, de los cuales 140 fueron becados por el IGP. En todos los cursos, en promedio, se logró el 75 % de aprobados, aproximadamente el 30 % de participantes fueron mujeres y en los cursos virtuales se logró que el 50 % de participantes fueran de regiones diferentes



a Lima
 Figura 1. Serie temporal del número de pentadas (línea azul) y tendencia por década (línea punteada roja) para (a) inicio, (b) final y (c) duración de la temporada de lluvias en la cuenca del Mantaro para el período 1965-2013.

⁴ Chavez, S. P., Silva, Y. & Barros, A. P. (2020). High-elevation monsoon precipitation processes in the central Andes of Peru. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 125 (4), e2020JD032947. <https://doi.org/10.1029/2020JD032947>
⁵ Villalobos-Puma, E., Martínez-Castro, D., Flores-Rojas, J. L., Saavedra-Huanca, M., & Silva-Vidal, Y. (2020). Diurnal Cycle of Raindrops Size Distribution in a Valley of the Peruvian Central Andes. *Atmosphere*, 11 (1), 38. <https://doi.org/10.3390/atmos11010038>
⁶ Valdivia, J. M., Contreras, K., Martínez-Castro, D., Villalobos-Puma, E., Suarez, L. F., & Silva, Y. (2020). Dataset on raindrop size distribution, raindrop fall velocity and precipitation data measured by disdrometers and rain gauges over Peruvian central Andes (12.0° S). *Data in Brief*, 29, 105215. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105215>
⁷ Kumar, S., Castillo-Velarde, C., Flores, J. L., Moya-Álvarez, A., Martínez, D., Srivastava, S. & Silva, Y. (2020). Precipitation structure during various phases the life cycle of precipitating cloud systems using geostationary satellite and space-based precipitation radar over Peru. *GIScience & Remote Sensing*, 57 (8), 1057-1082. <https://doi.org/10.1080/15481603.2020.1843846>

Como parte de las actividades de divulgación científica a nivel nacional, el Dr. Daniel Martínez, investigador del proyecto Magnet, participó como expositor en el Ciclo de Conferencias “Con CienciaGeofísica” con el tema “El Niño: Investigación y monitoreo de lluvias usando radar meteorológico en Piura”, evento coorganizado con la Universidad de Piura. La Dra. Yamina Silva participó en dos conferencias, en las cuales presentó los resultados del proyecto Magnet en el evento de cierre organizado por el IICA y FONDECYT, y en el Webinar “Rumbo al Bicentenario: CNP Mujeres en Ciencias”, organizado por la Biblioteca Nacional, su charla estuvo enfocada en el conocimiento científico para adaptación al cambio climático. Así mismo, en el año 2020 se participó en el EGU General Assembly 2020, realizado en modo virtual del 4 al 8 de mayo de 2020, con dos charlas: la Dra. Yamina Silva presentó los resultados del proyecto Magnet-IGP⁸ y el Dr. Daniel Martínez sobre LAMAR⁹.



El conocimiento generado en el proyecto Magnet del IGP y los proyectos financiados por el FONDES se consolidaron en un boletín informativo sobre “Eventos fríos y lluviosos en el valle del Mantaro”, el cual será entregado mensualmente a las autoridades e instituciones locales a través del Consejo Regional de Cambio Climático (CORECC) de Junín, con el propósito de estar informados ante la ocurrencia de eventos meteorológicos y climáticos extremos y tomar decisiones informadas. Tal es el caso que en el primer número sobre las condiciones de noviembre de 2020, se evidencia el retraso en el inicio de la temporada de lluvias (Foto 2).

Foto 2. Boletín informativo “Eventos fríos y lluviosos en el valle del Mantaro”

⁸Silva, Y., Martínez-Castro, D., Moya-Álvarez, A., Estevan, R., Flores Rojas, J., and Kumar, S. (2020). Atmospheric physics and microphysics research project in the Central Peruvian Andes. A multilateral approach., EGU General Assembly 2020, Online, 4–8 May 2020, EGU2020-6534, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-6534>.

⁹ Martinez, D., Silva, Y., Estevan, R., Flores, J. L., Suarez, L., Moya, A., Valdivia, J., and Saavedra, M. (2020). Laboratory of Atmospheric Microphysics and Radiation (LAMAR): a set of sensors for the study of extreme meteorological events in the Central Andes of Peru., EGU General Assembly 2020, Online, 4–8 May 2020, EGU2020-12664, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-12664>.

Por otro lado, se contribuyó al fortalecimiento institucional, en apoyo al Programa de Desarrollo de Personas, mediante el diseño y ejecución del curso virtual “Ciencia para la administración y administración para la ciencia” con el objetivo de fortalecer la comprensión de las actividades científicas del IGP que permita mejorar y simplificar los procesos administrativos para consolidar la investigación en el IGP. En total participaron 29 servidores que se desempeñan en las diversas oficinas administrativas de la institución.

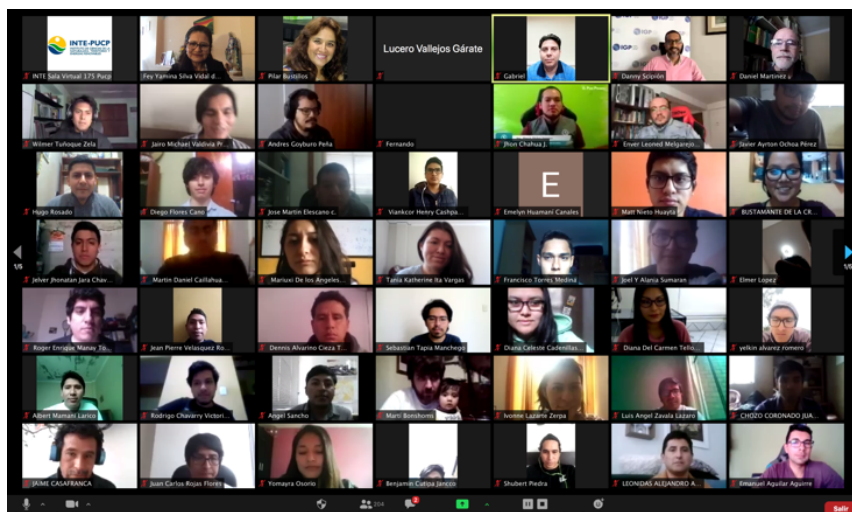


Foto 1. Foto grupal del curso Internacional de Capacitación en “Estimación y Monitoreo de Precipitación por Radar”

HIDROLOGÍA Y SUELOS

Durante el 2020 se participó en la elaboración del artículo “First record of OSL-dated fluvial sands in a tropical Andean cave reveals rapid late Quaternary tectonic uplift”¹⁰ publicado en la revista Terra Nova. En dicha publicación se presenta, a partir de las dataciones realizadas en arenas fluviales colectadas dentro de cavernas de la región San Martín, el cálculo de las tasas de incisión del valle del Alto Mayo (San Martín) en el Noreste peruano, el cual es principalmente forzado por la dinámica de la geología regional. Dicha información es crucial en la comprensión de los procesos asociados a la formación del valle del Alto Mayo y la influencia de la actividad tectónica regional (Foto 3). Adicionalmente, se logró el financiamiento por parte del FONDECYT para el proyecto titulado: "Paleo ENSO y eventos climáticos extremos pasados: Generación de evidencias para la gestión de riesgo de desastre en el norte peruano". Dicho proyecto se enfoca en extender los registros de Paleo Niño, a partir de registros de espeleotemas (Estalgotitas de cavernas) colectados en la región de la costa norte del Perú. A su vez, este proyecto busca generar información que brinde soporte a otras comunidades académicas (p. ej., Arqueología) para la comprensión del pasado del clima en la región.

¹⁰ Baby, P., Viveen, W., Sanjurjo-Sanchez, J., Bigot, J. Y., Dosseto, A., Villegas-Lanza, J. C., ... & Guyot, J. L. (2021). First record of OSL-dated fluvial sands in a tropical Andean cave reveals rapid late Quaternary tectonic uplift. Terra Nova, 33(3), 262-273.



Foto 3. Cueva de Tishuca- San Martín

INVESTIGACIÓN EN INCENDIOS FORESTALES

La frecuencia de incendios forestales en el Perú usualmente se incrementa en el segundo semestre de cada año, específicamente entre agosto y noviembre. Los años con incremento severo de la frecuencia de incendios (400%) fueron 2005, 2010 y 2016. Investigaciones del IGP sugieren que este incremento está asociado a eventos de sequía extrema como la de los eventos de El Niño 2005 o 2010, los cuales impactaron severamente los Andes y la Amazonía peruana. Para mejorar la gestión prospectiva de los incendios forestales, investigaciones en curso, abordadas por la Subdirección de Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera del IGP, se enfocan en 1) analizar la utilidad de datos satelitales para caracterizar las condiciones vegetativas que contribuyen al incremento de la frecuencia de incendios, y 2) caracterizar el impacto de las anomalías de precipitación que conducen a incrementar o reducir el combustible forestal, el cual está expuesto durante el periodo de estiaje e inicio de la temporada de lluvias ante quemas por parte de la población.

En ese contexto, desde 2020, el IGP monitorea también las condiciones vegetativas potenciales para la ocurrencia de incendios forestales en los Andes y Amazonía peruana mediante sensoramiento remoto. Este monitoreo es documentado en el boletín “Indicadores de la vegetación andina amazónica para la prevención de incendios forestales”, el cual está disponible en <https://www.igp.gob.pe/incendios-forestales/>

INVESTIGACIONES EN LA AMAZONIA

En el 2020 se publicó el artículo “On the relationship between reversal of the river stage (repiquetes), rainfall and low-level wind regimes over the western Amazon basin”¹¹, en la revista *Journal of Hydrology: Regional Studies*. Esta investigación muestra el origen y las características de las inundaciones repentinas conocidas localmente como “repiquetes” que afectan a una de las actividades económicas más importantes, como es la agricultura ribereña amazónica. Durante el período de vaciante de junio a octubre, los agricultores aprovechan las playas fertilizadas durante la época de crecida para sembrar arroz y frijol chichayo en la región cercana a Iquitos. Los repiquetes son producidos principalmente por eventos de lluvia originados en el norte de la cuenca del río Marañón en los Andes peruanos-ecuatorianos y estos acontecen entre 5 y 3 días antes de evidenciar los repiquetes en la estación hidrológica Tamshiyacu en el río Amazonas (Figura 4). Este trabajo es parte del proyecto financiado por el FONDECYT-Banco Mundial.

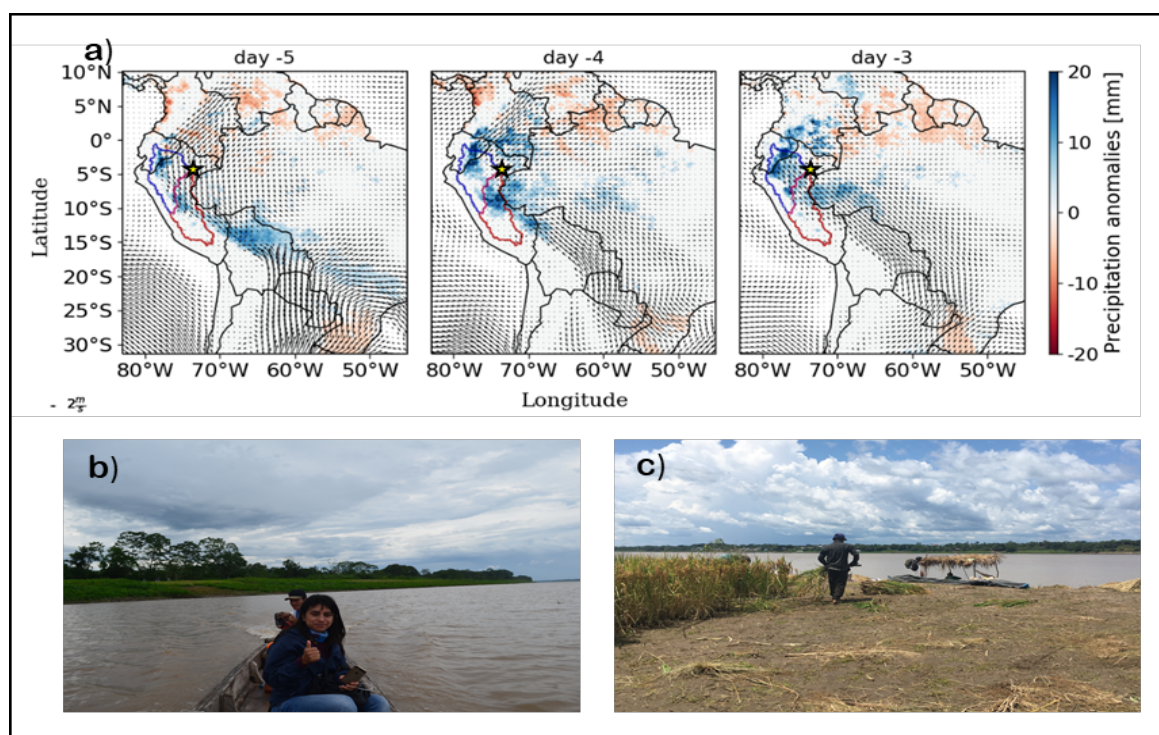


Figura 4. a) Anomalías de precipitación 5, 4, 3 días antes de iniciar los repiquetes en la Tamshiyacu (50 km antes de Iquitos), b) trabajo de campo para determinar las zonas de inundación de los repiquetes, c) cosecha de arroz en frente de Tamshiyacu

Este año también se trabajó en la publicación “Rainfall control on Amazon sediment flux: synthesis from 20 years of monitoring”¹² de la revista *Environmental Research Communication*, en donde se analiza cómo la variación de las precipitaciones y el caudal

¹¹ Figueroa, M., Armijos, E., Espinoza, J. C., Ronchail, J., & Fraizy, P. (2020). On the relationship between reversal of the river stage (repiquetes), rainfall and low-level wind regimes over the western Amazon basin. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 32, 10075

¹² Armijos, E., Crave, A., Espinoza, J. C., Filizola, N., Espinoza-Villar, R., Fonseca, P., ... & Guyot, J. L. (2020). Rainfall control on Amazon sediment flux: synthesis from 20 years of monitoring. *Environmental Research Communications*, 2(5), 051008.

de los ríos amazónicos influyen en el transporte de sedimentos, teniendo un impacto directo en la biodiversidad y riqueza de las llanuras de inundación del Amazonas y, además, de los efectos sobre proyectos hidráulicos. A través de relaciones empíricas encontradas en este trabajo se pudo determinar el flujo líquido y de sedimentos en suspensión bajo diferentes condiciones climáticas que controlan la entrada de lluvia en la cuenca del Amazonas.

APORTE A LAS INVESTIGACIONES SOBRE ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

Se trabajó activamente en el PP0089, este año el IGP aporta con financiamiento al Programa, lo cual apoya las investigaciones y monitoreo en la cuenca del río Santa. La importancia de este estudio es de estimar la contaminación natural generada por el retroceso de los glaciares; además de evidenciar la importancia de los páramos como zonas de recarga hídrica y su conservación a través de pagos por servicios ecosistémicos. Se han realizado la caracterización hidrológica y de calidad de agua en la vertiente occidental de la cuenca alta. En ella, la ciudad de Huaraz es el principal centro dinamizador de la zona altoandina de la cuenca. La subcuenca que provee de servicios hídricos a la ciudad de Huaraz es la unidad h.

CLIMATOLOGÍA

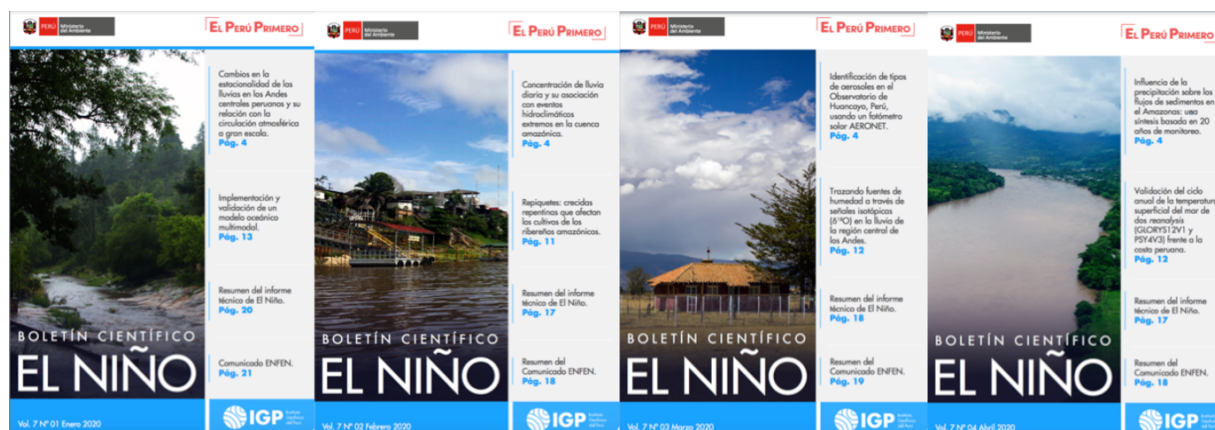
Se continuó con el monitoreo de las condiciones oceánicas y atmosféricas en la región del Pacífico Tropical, enfocado en el desarrollo de anomalías que puedan generarse tanto durante El Niño como La Niña y, de esta manera, poder contribuir a la Gestión del Riesgo de Desastres. En este año 2020, se logró implementar, de manera operativa, un nuevo modelo numérico de ondas ecuatoriales, el cual es forzado con distintas fuentes de datos de vientos, que permite, un mejor diagnóstico de la dinámica y termodinámica oceánica, así como sus perspectivas tanto en el Pacífico ecuatorial como a lo largo de la costa peruana.

Cabe resaltar que el análisis de las condiciones climáticas y sus perspectivas se logran gracias a los resultados de las investigaciones que permiten entender, entre otras cosas, qué procesos físicos están involucrados en estos eventos y, de esta manera, contribuir con la predicción de los eventos El Niño y La Niña, así como sus impactos. En este año 2000 se continuó investigando sobre cómo los eventos El Niño, tanto el del Pacífico central como el oriental, así como otros índices atmosféricos, afectan las lluvias en los Andes peruanos desde un punto de vista decadal.

Durante el año 2020, y en el marco del Programa Presupuestal por Resultados N° 068 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”, el IGP continuó generando información con el análisis de pronósticos numéricos sobre El Niño/La Niña y la opinión experta para ser llevada al ENFEN, contribuyendo en la elaboración de 16 comunicados oficiales y 1 nota de prensa. Asimismo, como parte de esta tarea, se elaboraron doce informes técnicos, los cuales fueron insumos para preparar los informes técnicos del ENFEN, los que, finalmente, sustentan el comunicado oficial. Estos

documentos se han distribuido a los tomadores de decisiones y al público en general, y se encuentran en el repositorio del IGP (<https://repositorio.igp.gob.pe>).

Entre las actividades para la difusión de información generada en temática de El Niño/La Niña, se publicaron solamente cuatro boletines técnicos compuestos por artículos de divulgación científica y avances de investigación sobre temas relacionados a El Niño y sus impactos. Los artículos de divulgación fueron los siguientes: “Cambios en la estacionalidad de las lluvias en los Andes centrales peruanos y su relación con la circulación atmosférica a gran escala”, escrito por Lucy Giraldes y colegas; “Concentración de lluvia diaria y su asociación con eventos hidroclimáticos extremos en la cuenca Amazónica”, escrito por Ricardo Zubieta y compañía; “Identificación de tipos de aerosoles en el Observatorio de Huancayo, Perú, usando un fotómetro solar AERONET”, por René Estevan y compañía, y, finalmente, “Influencia de la precipitación sobre los flujos de sedimentos en el Amazonas: una síntesis basada en 20 años de monitoreo”, escrito por Elisa Armijos y colegas. Estos y otros artículos se encuentran disponibles en el Repositorio Geofísico Nacional (REGEM): <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/IGP/4594>.



Imágenes: boletines 2020

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

OCEANOGRAFÍA

El océano actúa como regulador del clima del planeta y brinda más del 60 % del oxígeno que respiramos, ya que distribuye el calor a través de las corrientes marinas y absorbe el dióxido de carbono (CO₂, gas de efecto invernadero) de la atmósfera. Investigarlo implica establecer un enfoque que combine el análisis de datos oceánicos y atmosféricos con la implementación y experimentación de modelos numéricos acoplados que permitan llenar el vacío en la información y el conocimiento.

En tal sentido, la unidad de oceanografía durante el 2020 ha continuado la investigación de temas oceanográficos mediante un enfoque metodológico que se basa en la modelación

numérica que incluye el uso, la implementación, la calibración, la optimización y el desarrollo de modelos numéricos hidrodinámicos del océano, modelos acoplados físicos-biogeoquímicos y acoplados océano-atmósfera. En especial, se ha implementado un modelo regional acoplado océano-atmósfera desarrollado en base al modelo oceánico CROCO y atmosférico WRF mediante el acoplar OASIS (Figura 5), haciendo uso del Sistema computacional de alto rendimiento para la simulación de fluidos geofísicos ‘HPC-Linux-Cluster’. Los primeros análisis de sensibilidad consisten en realizar configuraciones acopladas que cubren la región del Pacífico tropical este para el periodo 2000-2015 donde las versiones del modelo CROCO son modificadas. Enfocándonos en analizar la región Niño 1+2, los resultados preliminares muestran que las configuraciones del modelo acoplado simulan con alta correlación el Índice Costero El Niño (ICEN, Figura 6) y, por lo tanto, son útiles para estudiar los procesos de interacción océano-atmósfera en el Pacífico sudeste.

Durante este año también se ha contribuido con investigaciones enfocadas en entender, por ejemplo, la modulación de la energía cinética de los remolinos (EKE) frente a Perú por El Niño – Oscilación Sur (ENSO, por sus siglas en inglés)¹³; lo cual muestra que la EKE tiende a aumentar durante los fuertes eventos de El Niño a lo largo de la costa peruana, mientras que apenas cambia durante los eventos de El Niño y La Niña en el Pacífico Central. Sin embargo, la magnitud de los cambios de EKE durante los fuertes eventos de El Niño en el Pacífico Este no es proporcional a su fuerza, destacando en particular el evento de El Niño de 1972/1973 como un evento extremo en términos de aumento de EKE frente a Perú alcanzando una amplitud tres veces mayor durante el evento El Niño 1997/1998, y teniendo un impacto débil en EKE durante el Niño 2015/2016. También se ha podido entender que la fuerte variabilidad estacional en las condiciones físico-químicas del océano Pacífico sudeste crea un escenario ideal para estudiar la distribución espacio-temporal de comunidades microbianas marinas clave¹⁴; donde los resultados indican que la fluctuación de la abundancia microbiana está asociada con la variabilidad del afloramiento y las condiciones del agua con deficiencia de oxígeno que dan forma a la disponibilidad de sustratos y la respuesta metabólica de los microbios marinos, incluidos los conjuntos clave de oxidación del amoníaco y sus interacciones ecológicas.

En especial, durante el 2020, la unidad de oceanografía ha incursionado en la implementación de proyectos de investigación para la colecta de información. Dos proyectos han sido claves: uno denominado SEPICAF y otro denominado Bransfield.

En el marco de la implementación del proyecto SEPICAF (South Eastern Pacific Circulation from Argo Floats, Circulación del Pacífico Este a partir de Flotadores ARGO), se recibieron con éxito los 9 flotadores que serán lanzados mediante embarcaciones de oportunidad frente a Perú; localizándose en la sede Mayorazgo del IGP. Cabe señalar que este proyecto está dirigido a mejorar la red de observación del Pacífico este por medio del lanzamiento de 17 flotadores entre 2021 y 2023 frente a las

¹³ Conejero, C., B. Dewitte, V. Garçon, J. Sudre, L. Montes (2020) ENSO diversity driving low-frequency change in mesoscale activity off Peru and Chile. *Sci Rep* 10, 17902, <https://doi.org/10.1038/s41598-020-74762-x>

¹⁴ Molina, V., L. Belmar, H.A. Levipan, S. Ramírez-Flandes, C. Anguita, A. Galan, L. Montes, O. Ulloa (2020) Spatiotemporal Distribution of Key Pelagic Microbes in a Seasonal Oxygen-Deficient Coastal Upwelling System of the Eastern South Pacific Ocean, *Frontiers in Marine Science*, 7, <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.561597>

costas de Perú y Chile. El interés específico para el Perú en este proyecto está relacionado con la oportunidad de expandir el sistema de observación frente a las costas de Perú y soportar las actividades de monitoreo de la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN). Además, proporcionará información para abordar problemas científicos claves e implementar sistemas de pronósticos regionales.

El proyecto Bransfield, por su parte, ha permitido que el IGP participe en la Vigésima Séptima Campaña Científica del Perú a la Antártida (ANTAR XXVII), durante el verano del 2020 a bordo del Buque Oceanográfico con capacidad polar “BAP Carrasco (BOP 171)” en el marco del proyecto ‘Estructura y Dinámica de la Circulación en el Estrecho de Bransfield (Bransfield-IGP)’, propuesto al Ministerio de Relaciones Exteriores (MRE). El proyecto, Bransfield-IGP, tiene como objetivo general estudiar la estructura y dinámica del Estrecho de Bransfield mediante la colección sistemática de información oceanográfica, enfocándose en describir la variabilidad espacio-temporal de las condiciones físicas, así como entender el rol de la actividad de mesoescala y los procesos de intercambio en aguas profundas. Para ello se colectaron datos mediante el uso del correntímetro (ADCP - Acoustic Doppler Current Profilers), instrumento de medición de conductividad-temperatura-presión-oxígeno (CTDO) y un perfilador de conductividad-temperatura-presión arrastrado (UnderwayCTD). El logro alcanzado durante el ANTAR XXVII con el proyecto Bransfield-IGP fue una base de datos oceanográfica (variables físicas), la cual permite caracterizar la dinámica del Estrecho de Bransfield durante febrero de 2020, la cual está siendo comparada con la información de otros trabajos de investigación con la finalidad ver si existen cambios en el tiempo, así como la naturaleza de estos. La misión fue alcanzada con éxito (Figura 7), pues se pudo recolectar información adicional en otra zona clave del estrecho, aprovechando las actividades de otro proyecto.

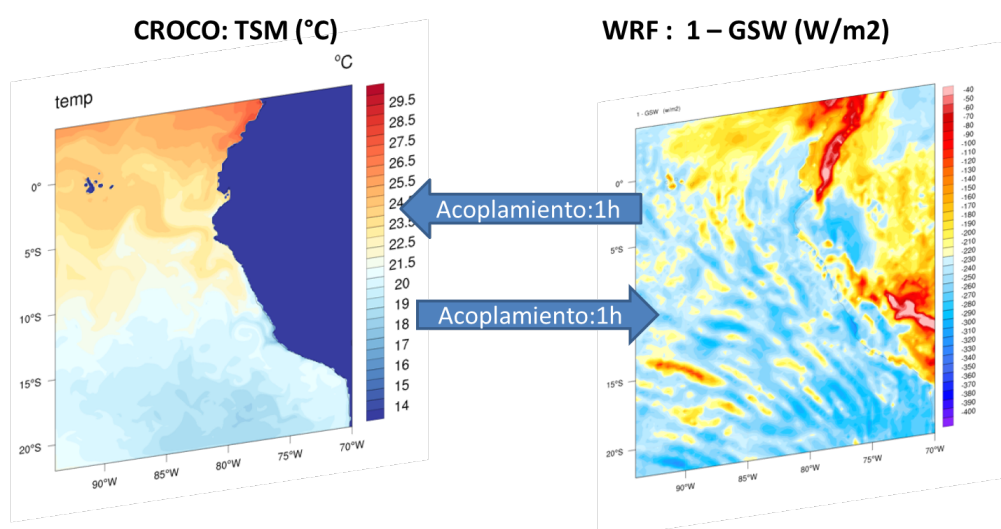
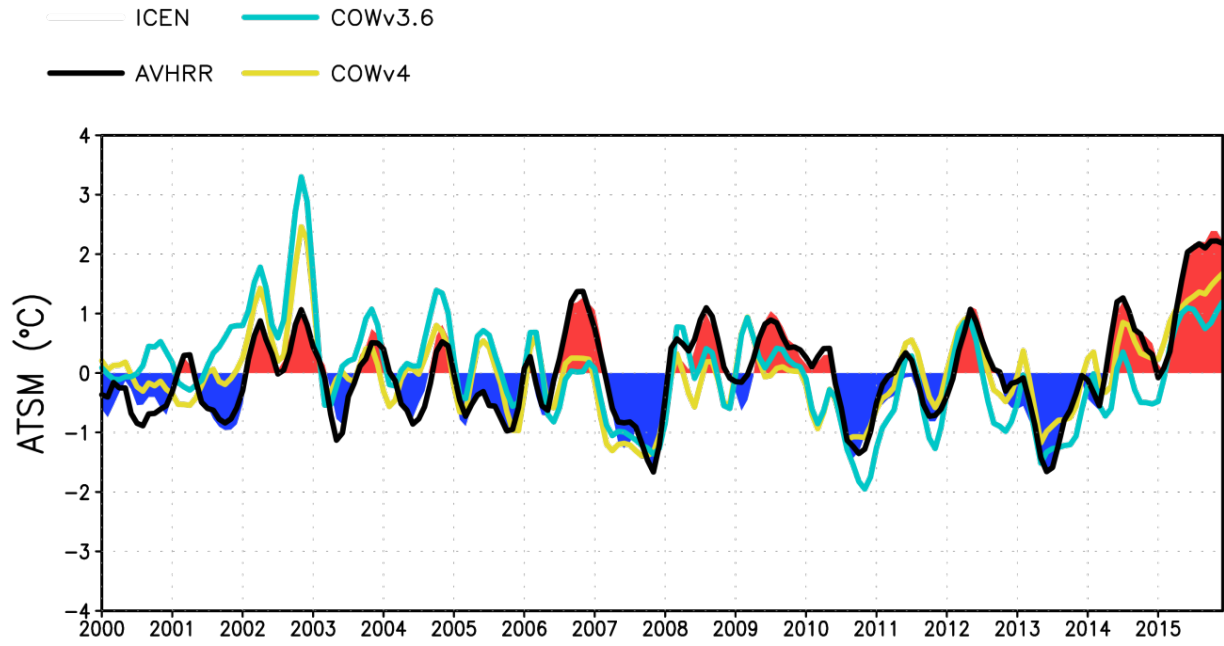


Figura 5. Esquema del acoplamiento entre el WRF y CROCO. WRF envía al CROCO, cada hora, los promedios horarios del flujo radiativo neto de onda corta (GSW); mientras que el CROCO envía al WRF, cada hora, el promedio horario de la TSM.



F
 igura 6. Serie de tiempo de la media móvil de 3 meses de la anomalía mensual de la TSM simulada por COWv3.6 y COWv4, así como observada de AVHRR e ICEN para la región Niño 1+2 en el periodo 2000-2015.

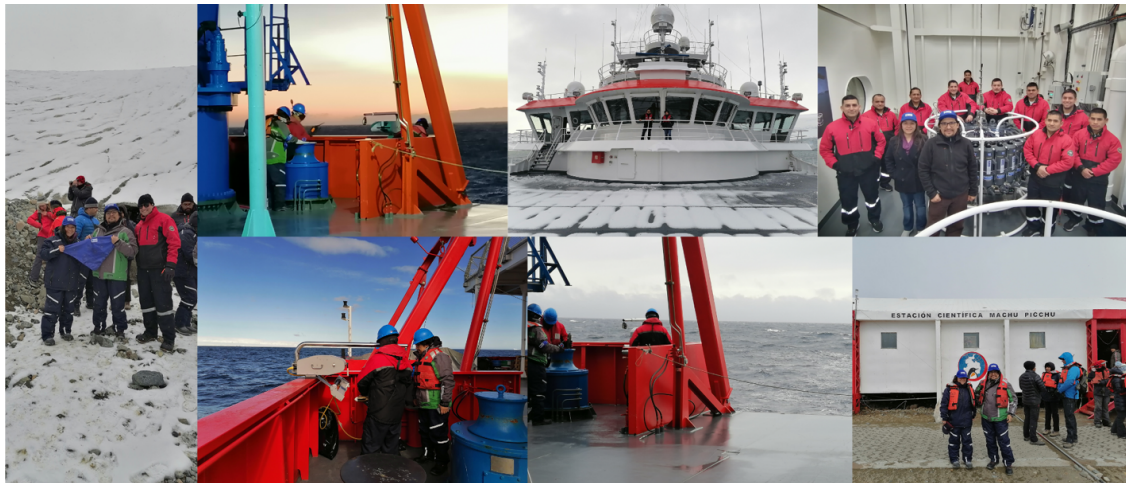


Figura 7. IGP en el Estrecho de Bransfield, verano 2020.

GEOFÍSICA & SOCIEDAD

Se busca poner en valor el conocimiento científico para su uso en beneficio de todos los ciudadanos. Para ello, se utiliza la información geofísica generada por todos los programas de investigación del IGP para incluir el factor social –como el impacto que tienen los eventos geofísicos en la sociedad, la percepción del peligro que tiene la población, etc.– con el fin de que los tomadores de decisiones puedan desarrollar acciones que permitan diagnosticar, analizar, adaptar, o mitigar los impactos identificados. 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 ciudadanía¹⁵.

CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE DE ECOSISTEMAS PARA LA PROVISIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

El Programa Presupuestal 0144 “Conservación y uso sostenible de ecosistemas para la provisión de servicios ecosistémicos” a cargo del MINAM, busca que los gobiernos regionales y locales cuenten con instrumentos y capacidades que permitan la recuperación, conservación y aprovechamiento sostenible de los ecosistemas. La función del IGP en el marco de este programa presupuestal es la de generar conocimiento sobre los peligros geofísicos que amenazan a los ecosistemas, para contribuir con su conservación y uso sostenible; esto es especialmente crítico en un país como Perú, con una alta diversidad biológica y donde se han identificado cuarentaidós ecosistemas¹⁶ (MINAM, 2019), divididos en las regiones selva tropical, yunga, andina, costa, y ecosistemas acuáticos y sistemas intervenidos, pero sobre los cuales aún existe una brecha en investigación.

En ese sentido, el IGP busca que los diferentes actores de los diferentes niveles de gobierno cuenten con la información necesaria sobre peligros geofísicos que permitan la recuperación, conservación y aprovechamiento sostenible de los ecosistemas y los servicios ecosistémicos que brindan tomando en cuenta la gestión del riesgo de desastres.

En el periodo 2020, se trabajó en el ecosistema de humedales de costa, con el estudio de caso Albufera El Paraíso en Huacho – Lima. En general los humedales, son ecosistemas

¹⁵ Martínez, A. (2020): ¿Podemos prevenir los desastres? Monitoreo del fenómeno El Niño y su impacto socioeconómico en el Perú. Libros & Ciencias, 1, 22-27. CONCYTEC.

¹⁶ MINAM (2019). Mapa de Ecosistemas del Perú.

https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/315991/Documento_Mapa_de_Ecosistemas.pdf

con una fragilidad inherente, que se ubican en una posición transicional entre ambientes acuáticos y terrestres, y brindan servicios esenciales para la vida en el planeta, pues proveen de hábitats a muchas especies de flora y fauna; sirven de barrera natural ante eventos extremos como precipitaciones intensas, tormentas y huracanes, así como ante la erosión; provee de estabilización y retención de nutrientes al suelo; regula y controla los flujos de agua; son importantes sumideros de carbono y pueden constituir un elemento de importancia para las acciones de mitigación; y además brindan beneficios a las sociedades que habitan cerca de ellos de combustible, forraje, madera, peces, entre muchos otros^{17, 18}.

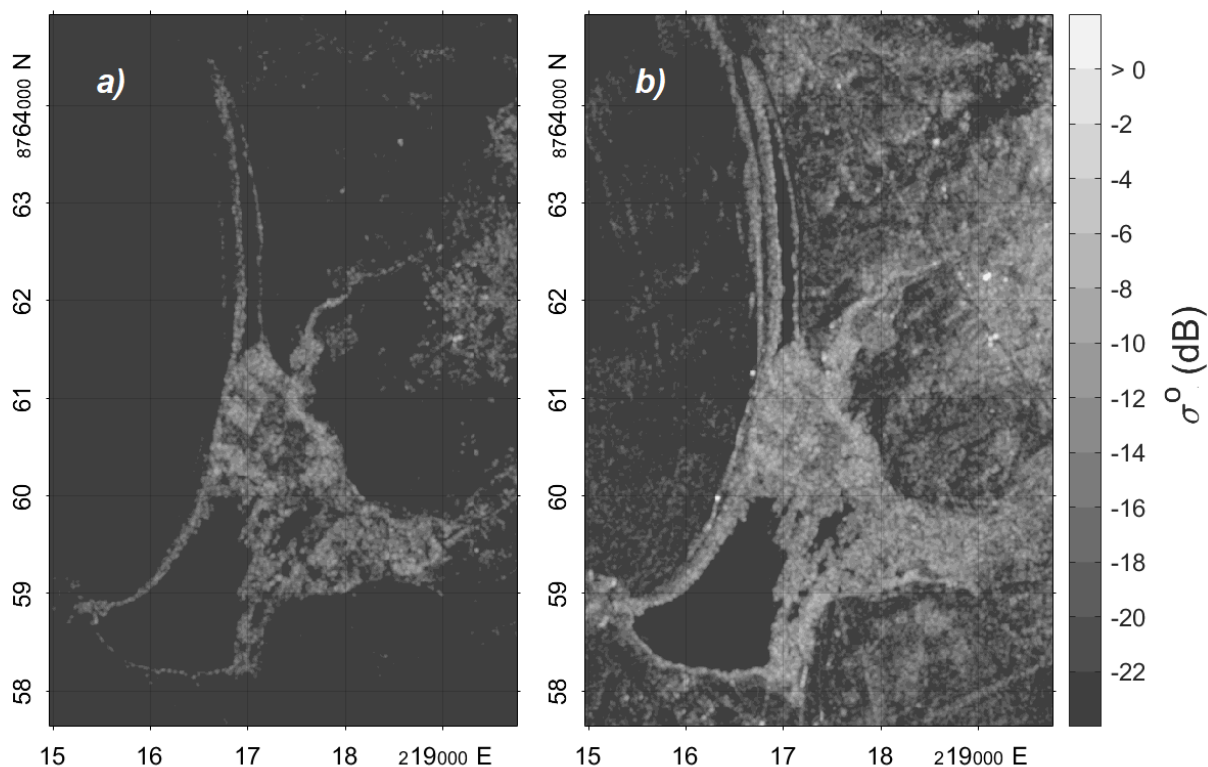


Figura 1. Coeficiente de backscattering del área de estudio. Imagen del radar Sentinel-1B del 22 de junio de 2020: canal VH (Izquierda) y canal W (derecha).

El humedal El Paraíso se localiza en el distrito de Huacho, provincia de Huaura, departamento de Lima (Figura 1), aproximadamente a 136 km al norte de la ciudad de Lima y a 10 km al sur de la ciudad de Huacho; geográficamente se ubica entre las latitudes de 11°13' S y 11°10' S y longitud 77°36' W – 77°35' W, y se clasifica como una albufera, es decir, una laguna de agua salada ubicada contigua al mar, y que queda aislada de este por un banco de arena, y que además de mar abierto, playa, zona de vegetación y zonas cenagosas, presenta dos cuerpos de agua: lagunas norte y sur.

¹⁷ Wolanski, E., Brinson, M. M., Cahoon, D. R. and Perillo G. M. E. (2018). Coastal Wetlands: A Synthesis. Chapter 1. 1-62 pags. In Coastal Wetlands: An Integrated Ecosystem Approach. Perillo, G. M. E., Wolanski, E., Cahoon D. R. and C. S. Hopkins, editores.

¹⁸ Barbier, E. B. (2018). The Value of Coastal Wetland Ecosystem Services. Chapter 27, 947-964 pp. In Coastal Wetlands: An Integrated Ecosystem Approach. Perillo, G. M. E., Wolanski, E., Cahoon D. R. and C. S. Hopkins, editores.



Figura 2a Fotos de campo en la zona de estudio



Figura 2.b Fotos de campo en la zona de estudio

Los estudios desarrollados buscaron ahondar en el conocimiento biofísico y socioeconómico que se tiene sobre el humedal El Paraíso, incluyendo una propuesta de extensión física y delimitación del humedal; la clasificación supervisada de la cobertura vegetal, que dio como resultado la identificación de un total de diez clases de cobertura de suelo; un análisis temporal de la variación en la vegetación y salud vegetal del humedal; el comportamiento geodinámico del humedal –para lo cual se generaron mapas locales de información geológica-geomorfológica; además de un análisis de la percepción que vecinos, investigadores y autoridades tienen sobre El Paraíso, incluyendo su estado de conservación, razones de su importancia y problemas para su efectiva gestión. Debido a la pandemia por el Covid-19, las estrategias utilizadas para recoger la información necesaria para cada uno de los estudios incluyeron la toma de datos socioeconómicos a través de herramientas virtuales como encuestas on-line y entrevistas telefónicas, así como el uso de metodologías de teledetección satelital.

RADIO OBSERVATORIO DE JICAMARCA

“A la vanguardia del conocimiento del geoespacio ecuatorial”



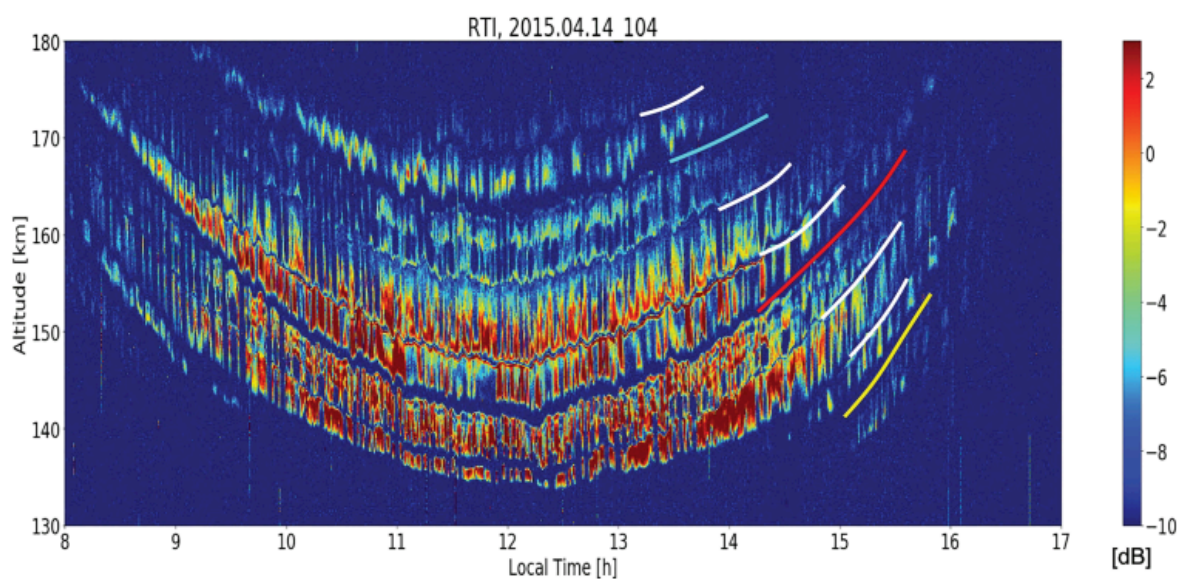
El Radio Observatorio de Jicamarca (ROJ) es un órgano desconcentrado del Instituto Geofísico del Perú y es reconocido a nivel mundial como una de las principales facilidades científicas para la observación y estudio de la ionósfera y capas altas de la atmósfera. Estas regiones, situadas por encima de 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. Estas regiones conforman lo que conocemos como geoespacio.

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

Los diferentes datos obtenidos por el radar de Jicamarca y los instrumentos que lo rodean son utilizados en todo el mundo para el estudio de la ionosfera ecuatorial. Esto nos compromete a mantener la alta calidad de los datos generados en el observatorio en sus casi 60 años de funcionamiento ininterrumpido.

APORTANDO A LA CIENCIA

Con el fiel objetivo de generar conocimiento científico en el campo del Geoespacio es que el presente año, las observaciones que se realizan con el instrumental en el Radio Observatorio de Jicamarca han permitido la generación de 27 publicaciones científicas en revistas científicas internacionales, de las cuales 9 cuentan con nuestra autoría o coautoría. Podemos destacar entre ellas nuestros aportes al estudio sobre la relación que existe entre las características de radiopropagación en la región del valle de la ionósfera y la ocurrencia de los ecos de 150km que se miden con el radar de Jicamarca. Así también, a pesar de la dificultades causadas por las restricciones implementadas a causa de la pandemia por COVID 19, el radar de Jicamarca pudo operar por más de 5,000 horas en el presente año, tanto en sus modelos de baja como alta potencia.



Mapa de SNR (relación señal a ruido) de los ecos de 150 km medidos con el radar de Jicamarca (Lehmacher et. al, 2020).

En esta línea, las observaciones que se realizan con el radar de Jicamarca buscan entender mejor el comportamiento e incrementar el conocimiento de los fenómenos que ocurren en las regiones altas de la atmósfera que tienen efectos sobre las señales de las comunicaciones satelitales y radionavegación. En lo que concierne a la instrumentación, debemos destacar los esfuerzos realizados por el personal del observatorio que lograron mantener operativo el radar de Jicamarca a pesar de los casi 4 meses de cuarentena nacional impuesto por el gobierno a causa de la pandemia. Una serie de trabajos de mantenimiento preventivos y correctivos realizados por nuestro personal mostraron su alta capacidad y buen entrenamiento, así logramos ser el único radar de dispersión incoherente a nivel mundial que logró mantener su operatividad durante la pandemia.

Durante este periodo, se retomó el desarrollo de los programas de procesamiento especializado para los diferentes modos de operación que utiliza el radar de Jicamarca, a fin de integrar estas rutinas a nuestro software de procesamiento de datos de radar denominado Signal Chain. Por ejemplo, concluimos con el desarrollo de los programas de procesamiento para los modos Doble Pulso-Faraday y Pulso Largo. Además, se actualizaron los diferentes procedimientos para realizar los diversos mantenimientos preventivos y correctivos del instrumental con el que cuenta el observatorio. Otro desarrollo ejecutado a destacar es el nuevo repositorio de datos del ROJ basado en el framework CKAN y la puesta en producción de la nueva aplicación para monitoreo en tiempo real de los experimentos del radar principal.

A lo largo del 2020, nuestras tres unidades de desarrollo e ingeniería realizaron diferentes proyectos y actividades, relacionados al estudio de la ionósfera y, a su vez, desarrollaron otros proyectos con impacto directo en la sociedad, los cuales aportaron a la Gestión de Riesgo de Desastres.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE RADARES

A pesar de las restricciones impuestas por la crisis pandémica del COVID-19, se logró mantener la operación del radar de Jicamarca lo que permitió funcionar el radar por espacio de 998 horas en los modos de dispersión incoherente (ISR, por sus siglas en inglés) y 4,269 horas en el modo JULIA de dispersión coherente, modo ideal para el estudio de las irregularidades de la ionósfera ecuatorial. Debemos mencionar que la operación del radar de Jicamarca es financiada por la National Science Foundation de los EE.UU. a través de un convenio de colaboración con la Universidad de Cornell.

Al igual que el 2019, este año se realizó el experimento denominado High Altitude Drifts que permite realizar observaciones de las velocidades del plasma ionosférico por encima de los 1,000 km de altura, lo cual permite el estudio de la dinámica de la región alta de la ionósfera dominada por la presencia de iones de hidrógeno. Así también, se brindó soporte a la misión de los satélites COSMIC II de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) de los Estados Unidos de América. Para ello se realizaron diferentes experimentos de radar, lo cual permitió la medición de densidad de electrones y de derivas del plasma ionosférico alrededor de los 540 km de altura, a fin de permitir la calibración de los instrumentos de la constelación de satélites COSMIC II.

En lo que concierne al mantenimiento de los diferentes instrumentos, tenemos la habilitación del cuarto transmisor de alta potencia para lo cual se realizaron pruebas de funcionamiento de sus fuentes de alta tensión. De igual forma, se realizaron mantenimientos correctivos de los demás transmisores de alta potencia, los cuales consistieron en el cambio de mangueras de los cuatro transmisores, cambio de agua y filtros, resoldado de sus estructuras, limpieza y el reemplazo de condensadores de las fuentes de los amplificadores. Asimismo, se realizó el mantenimiento de los cuartos Oeste, Este y Sur de la antena principal y se corrigió la inclinación de las antenas Yagis Oblicuas usadas en el modo de operación JULIA. Además, se hizo la construcción del cuarto híbrido de líneas de 6 pulgadas para realizar mezcla de transmisores.

Respecto al desarrollo de software, se avanzó con el desarrollo en Python de los programas de procesamiento especializado (Drifts, Faraday y JULIA), con el fin de integrarse a la librería de procesamiento Signal Chain. Además, se han generado reportes mensuales de las operaciones realizadas con los diferentes instrumentos del Radio Observatorio de Jicamarca mostrando estadísticas de los ecos más comunes que se estudian.

Entre los proyectos a cargo de la unidad, tenemos el proyecto de sistema de radiosondeo ionosférico HF el cual cuenta con un set de estaciones de transmisión y recepción distribuidas en diferentes localidades de la costa y sierra central del Perú. En este proyecto, pudimos realizar mejoras en el procesamiento de los datos con el fin de poder detectar de forma más precisa las señales de reflexión provenientes de la ionósfera, esto nos va a permitir realizar mejores estimados de la densidad de electrones de la parte baja de la ionosfera ecuatorial. En el caso del radar AMISR, se realizó la reparación de 6 paneles de un total de 14 paneles que conforman el radar, a fin de ponerlo en funcionamiento. El gran avance obtenido fue gracias a la implementación de una mesa de pruebas para poder reparar los amplificadores sin necesidad de prender todo el radar. Finalmente, sobre el proyecto SIMONe Perú, se viene trabajando en el cambio de las minPCs originales del sistema, por PCs de escritorio que son más robustas para la operación continua. A la fecha, se cuenta con una estación de transmisión ubicada en el ROJ y cinco estaciones de recepción que se ubican en Azpitia, Ancón, Huancayo, Sta Rosa de Quives y Chaclacayo. De esta manera, con el análisis de estos datos se está obteniendo la climatología de los vientos de la mesósfera y baja termósfera sobre la costa central del Perú.

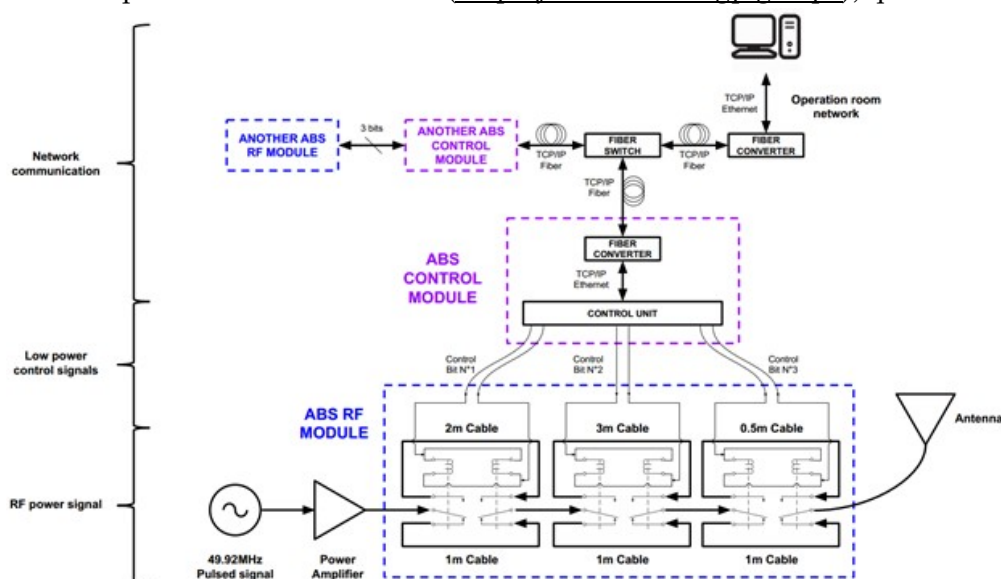
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO & INNOVACIÓN

Entre los proyectos de instrumentación desarrollados se tiene el sistema de adquisición JARS (Jicamarca Acquisition Radar System), que se encuentra operando en los sistemas de imágenes, Julia, JASMET y CLAIRE. Estos sistemas se han estandarizado para que puedan ser intercambiables y se construyó un nuevo sistema de backup. Asimismo, se han realizado las primeras pruebas de la nueva versión JARS 2.0, con el cual se logró realizar la adquisición continua con 08 canales y se trabajó en la mejora de filtros para la minimización de interferencias. Es así que este nuevo sistema tendrá una interfaz de configuración compatible con GNU Radio.

En el proyecto ABS, se realizaron avances en la implementación del sistema para los cuartos Este y Oeste de la antena principal de Jicamarca. Además, se fabricaron 32 nuevos módulos de control V2.0, de los cuales 16 de ellos han sido instalados en el cuarto Sur para verificar su funcionamiento. Asimismo, en los módulos de RF se documentaron los procedimientos de construcción y calibración; además, se inició la preparación de los componentes necesarios para su ensamblaje.

Respecto al desarrollo de software, se logró publicar la versión estable (3.0) de nuestro software de procesamiento Signal Chain, que incluye los procesamientos de Faraday, EW-Drifts, Julia, entre otras mejoras. Esta aplicación está disponible en el repositorio

de Python (Pypi). Asimismo se puso en producción la nueva aplicación web para monitoreo de experimentos en realtime (<http://jro-realtime.igp.gob.pe>), que utiliza una



Esquema de sistema ABS

librería interactiva para mostrar las mediciones de forma gráfica. Finalmente, se trabajó en el nuevo prototipo para el repositorio de datos del ROJ, que está basado en el framework CKAN.

INSTRUMENTOS PARA OBSERVACIONES EN BAJAS LATITUDES ECUATORIALES (LISN – CIELO)

Se continuó con la operación de los instrumentos geofísicos del proyecto LISN que se encuentran distribuidos en Perú, Argentina, Colombia, Brasil y Bolivia ribuido LISN, De manera adicional se gestionaron los instrumentos de la red de interferómetros Fabry Perot, cámaras de airglow y la red magnética nacional.

En la red LISN, se incrementó el número de solicitudes de acceso a la base de datos de la red en casi un 100% comparado con el 2019. En esa misma línea, se inició con el desarrollo de la nueva plataforma web y los trabajos para incrementar la capacidad del servidor de datos de 9 TB a 54 TB.

En cuanto a la instrumentación óptica, se rediseñó la web de base datos de estos instrumentos, lo cual se implementó en un servidor paralelo para su evaluación y pruebas. Asimismo, se inició el reprocesamiento de los datos obtenidos con los interferómetros Fabry Perot aplicando nuevos algoritmos de procesamiento. Respecto a las cámaras All-Sky, podemos mencionar que estas operaron en un porcentaje superior al 80%.

Dentro de las actividades de geomagnetismo, se desarrollaron los planos en 3D del chasis de los magnetómetros fluxgate construidos en el ROJ y se incorporaron los magnetómetros de la red Magdas de Japón a la base de datos de LISN. Asimismo, se construyeron tres nuevos magnetómetros fluxgate para instituciones de investigación: 2

para Funcate (Brasil) y 1 para la Universidad Nacional Autónoma de México (México). Además, se realizó la corrección de datos reportados de minuto de las estaciones magnéticas de Ancón (1990 - 2020), Huancayo (1997 - 2020), ROJ (1997 - 2020), estaciones LISN (2007 - 2020), estaciones IGP (1997 - 2020). Finalmente, se realizó la medición de la declinación magnética de la pista principal del aeropuerto internacional Jorge Chávez.

Por otro lado, se reinstalaron las estaciones meteorológicas en el Observatorio Óptico de Jicamarca y en el ROJ para continuar con el registro de la temperatura, humedad y precipitación en estos lugares. Así también, se instaló en el ROJ una estación estación GNSS de la Universidad de Texas en Dallas (EE.UU.) para el monitoreo de cintilaciones.

PROYECTOS TECNOLÓGICOS

Durante el presente año, se continuó con el desarrollo de los proyectos con financiamiento del FONDES (Fondo Para Intervenciones ante la Ocurrencia de Desastres Naturales). Es así que pese a las restricciones de acceso al ROJ por la cuarentena establecida por el Gobierno peruano, el proyecto del Sistema de Monitoreo de Huaicos (SMH), instalado en la quebrada de Jicamarca, se mantuvo operativo brindando información de forma oportuna sobre la ocurrencia de huaycos. Asimismo, a fin de garantizar la operatividad del SMH, se implementó un sistema redundante de servidores en el ROJ y en la sede Camacho.



En el proyecto de construcción del radar meteorológico SOPHy (Scanning-system for Observation of Peruvian Hydrometeorological-events), los avances se concentraron principalmente en el desarrollo de los algoritmos de procesamiento utilizando la librería *Signal Chain*. Esto permitió que a finales de año se realizarán las

primeras pruebas del sistema de recepción junto con el pedestal y la antena obteniendo así el patrón de radiación para una posición fija.

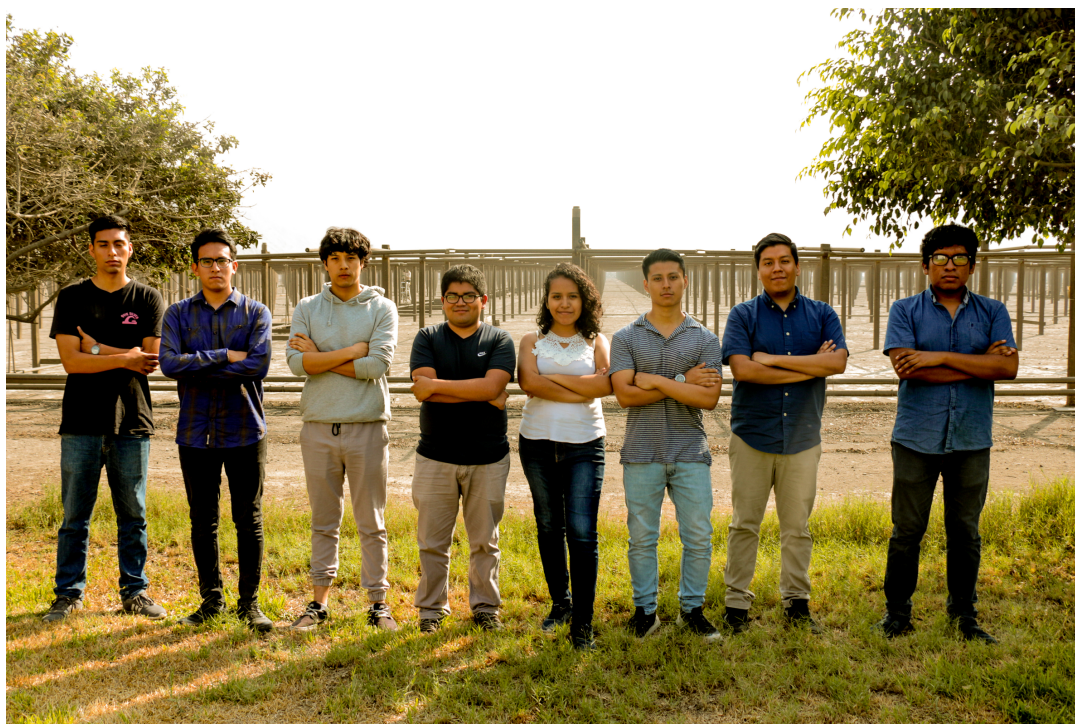
Por otro lado, se realizó la reactivación del radar de apertura sintética (SAR, por sus siglas en inglés) ubicado en Cuenca (Huancavelica) que se encontraba inoperativo debido a una falla en el mecanismo de encendido remoto de este sistema. Así también, se realizaron avances en el desarrollo de los programas de control del SAR y de procesamiento de datos.

PARTICIPACIÓN EN EVENTOS NACIONALES E INTERNACIONALES

En el 2020, nuestro personal de investigación e ingeniería participaron en diferentes eventos nacionales e internacionales que se realizaron durante el año de forma virtual. A nivel internacional, tenemos la Conferencia internacional CEDAR Workshop 2020 (EE.UU.). A nivel nacional, tenemos el INTERCON 2020, Perú con Ciencia 2020 y Coloquios de Física organizado por la Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

FORMACIÓN ACADÉMICA

En el año 2020, se realizó el Programa nacional de prácticas pre profesionales “Experiencia en Investigación Científico y Desarrollo Tecnológico para universitarios”, desarrollado y asesorado por personal profesional del Radio Observatorio de Jicamarca, a fin de contribuir en la formación de jóvenes universitarios en temas de estudio del Geoespacio. Como resultado de la convocatoria a nivel nacional se eligieron a 7 estudiantes de un total 313 postulantes provenientes de las diferentes universidades públicas y privadas del Perú, quienes vienen cursando las carreras de Ingeniería Electrónica, Ingeniería de Sistemas, Matemática, Ciencias de la Computación, Física y/o afines, entre el 7mo y 10mo ciclo.



REDES GEOFÍSICAS



Estación de vigilancia de SASPe

Para el Instituto Geofísico del Perú, el proceso de generación de conocimiento científico en el ámbito de la geofísica tiene como etapa fundamental la medición de parámetros físicos relacionados a sismos, actividad volcánica, clima espacial entre otros. La Subdirección de Redes Geofísicas (SRG) es responsable de realizar las actividades estratégicas relacionadas con la innovación, desarrollo, implementación y operación del instrumental geofísico, brindando soporte de alta tecnología a la investigación científica y al proceso de generación de información de base para la gestión de riesgos de desastres a través de la implementación y operación de la Red Sísmica Nacional en sus funciones de vigilancia y generación de información para alerta temprana del Peligro por sismo.

La SRG cuenta con el capital intangible del aprendizaje instrumental adquirido en sus 46 años de actividad continua, así como talento humano especializado (ingenieros y técnicos) altamente motivado e identificado con la institución, cuyo esfuerzo hace posible que los parámetros físicos registrados por los equipos geofísicos, que se encuentran instalados a lo largo de costa, sierra y selva, fluyan de manera continua y automática para la generación de información del ambiente geofísico.

LA RED SÍSMICA NACIONAL (RSN)

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

RED SISMICA NACIONAL	PERMANENTES		TEMPORALES
	Tiempo real	Fuera de línea	
Red de estaciones sísmicas	58	17	47
Red de estaciones acelerométricas	80	111	
Red de vigilancia volcánica	40		
Red de Estaciones GNSS		62	
Centros de Registro y Gestión de Red	2		
TOTAL	370		47

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

SOPORTE DE DATOS EN TIEMPO REAL PARA EL CENSIS Y EL CENVUL

En el año 2020, en el escenario de una situación extrema generada por la emergencia sanitaria por el COVID19, se logró mantener soporte a la operación del CENSIS y del CENVUL, la SRG ha implementado y opera diversos sistemas de telecomunicaciones de cobertura nacional dedicados a la transmisión de datos geofísicos en tiempo real, estos sistemas emplean diversas tecnologías como la satelital, los radioenlaces terrestres y las redes de comunicaciones implementadas sobre servicios de conexión a internet.

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

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

Finalmente, se cuenta con una Red de Monitoreo de Deformación y Fallas Activas, integrada por estaciones GNSS/GPS de operación continua que registran los cambios que sufre la corteza terrestre por efecto de convergencia de las placas tectónicas Nazca y Sudamérica, y que inexorablemente conducen a la generación de eventos sísmicos

extremos en las zonas de fallas activas. Dicha red está formada principalmente por estaciones implementadas en colaboración con el Instituto Tecnológico de California (Caltech - EEUUAA) y con el Instituto de Ciencias de la Tierra de la actual Universidad de los Alpes (Grenoble - Francia). La deformación regional registrada es utilizada para estimar, de manera periódica, la evolución del potencial sísmico y, por ende, la magnitud estimada del siguiente terremoto en la región de influencia.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES SÍSMICAS TEMPORALES

En el 2020, se brindó soporte a la instrumentación sísmica de banda ancha para estudios de investigación específicos de la sismicidad en el entorno de las fallas geológicas de Huambo–Cabanaconde (08 estaciones), Huaytapallana (06 estaciones) y complejo Cusco-Tambomachay (26 estaciones) y el gap sísmico de Tacna y Arica. Esta actividad se realiza en coordinación con la Subdirección de Ciencias de la Tierra (SCTS).

PROYECTO DE ALARMA SÍSMICA PERUANO (SASPE)

El proyecto considera la instalación de una red de vigilancia compuesta por 106 estaciones acelerométricas, ubicadas a lo largo de la línea de costa, espaciadas una de la otra entre 25km a 30km dedicadas a vigilar permanentemente la actividad sísmica, efectuando la detección rápida automática de eventos sísmicos de gran magnitud y la generación de información de alerta, información que será entregada automáticamente a INDECI para fines de difusión de alerta.

En el 2020, completados los procedimientos de aprobación del estudio definitivo y registro de inversiones, el día 05 de marzo de 2020, se inicia la ejecución de las componentes N° 1 “Conocimiento del Peligro por Sismo” y Componente N° 2 “Vigilancia y Generación de Alerta” a cargo del Instituto Geofísico del Perú. La situación de emergencia sanitaria del COVID 19 afecta el desarrollo del proyecto de muchas maneras, sin embargo, la institución logra avanzar en la ejecución de los procesos de contratación del equipamiento de instrumental geofísico, computacional y de comunicaciones. A pesar de la difícil coyuntura se logra avanzar en el proceso de acondicionamiento de los algunos de los lugares donde se ubicarán las estaciones acelerométricas correspondientes a las regiones Lima, Ica, Arequipa y Ancash. También se logran importantes en el desarrollo de los mecanismos de identificación y estimación rápida de los parámetros hipocentrales, resaltando el empleo de técnicas de Inteligencia Artificial.

VULCANOLOGÍA



Personal del Observatorio Vulcanológico del Sur – IGP al pie del volcán Sabancaya.

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

En todo este tiempo, se han atendido exitosamente los procesos eruptivos de los volcanes Ubinas (2006-2009, 2014-2017 y 2019-actualidad) y Sabancaya (1990-1998, 2016-actualidad). En esa línea, a pesar de la pandemia por el Covid-19, el 2020 ha sido un año en el cual el IGP ha continuado demostrando su rol de entidad responsable del monitoreo y alerta volcánica, a través de la generación de productos técnico-científicos útiles para la gestión del riesgo volcánico en el país.

CONSOLIDACIÓN DEL CENTRO VULCANOLÓGICO NACIONAL (CENVUL)

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



El CENVUL es el segundo servicio implementado por el IGP por encargo del Estado peruano para la vigilancia permanente de un peligro natural en el país, en este caso, la actividad volcánica.

ATENCIÓN DE LA ACTIVIDAD ERUPTIVA DEL VOLCÁN SABANCAYA

Durante el 2020 el Sabancaya por cuarto año consecutivo continuó con su proceso eruptivo iniciado en 2016. Una de las características más destacadas en 2020 fue la identificación de un segundo domo de lava en el cráter del volcán. A partir de ello, el IGP comunicó al INDECI y al Gobierno Regional de Arequipa y municipalidades provinciales los diversos escenarios eruptivos que podrían suceder si dicho domo colapsara, asociados, principalmente, a la posible ocurrencia de flujos piroclásticos. Diversos

informes técnicos, además de 52 boletines vulcanológicos semanales, han sido elaborados y remitidos a las instituciones miembros del SINAGERD.

CONSOLIDACIÓN DE REDES DE MONITOREO GEOFÍSICO EN 12 VOLCANES DEL PAÍS

En 2020, el IGP ha culminado la instalación de instrumentación geofísica permanente en los volcanes Sara Sara y Cerro Auqui huato en Ayacucho; Coropuna, Sabancaya, Misti y Chachani en Arequipa; Ubinas, Huaynaputina y Ticsani en Moquegua; Tutupaca, Yucamane y Casiri en Tacna.

Equipos de medición de gases han sido instalados en las inmediaciones de los volcanes Sabancaya y Ubinas. La toma de datos es ininterrumpida y se transmiten en tiempo real (vía telemetría) hacia el CENVUL.

Tabla 1: Instrumentación Geofísica Operativa en Los Volcanes Vigilados

Instrumento	Número
Equipos Multigas	2



Estación multigas instalada en el volcán Sabancaya por el IGP en el marco de la implementación del CENVUL y la consolidación de redes de monitoreo.

GENERACIÓN DE INFORMACIÓN GEOFÍSICA SOBRE LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA

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

La periodicidad de publicación de los boletines vulcanológicos depende muchas veces del nivel de actividad de cada volcán. En consecuencia, se han elaborado un número mayor de boletines para volcanes en proceso eruptivo, como en el caso de Sabancaya y Ubinas en 2020. Respecto a estos volcanes, también se han elaborado alertas de dispersión de cenizas y alertas de descenso de lahares.

TABLA 2: Boletines Vulcanológicos Elaborados y Publicados – 2020

Volcán	Número
Cerro Auqui huato (Ayacucho)	11
Sara Sara (Ayacucho)	11
Coropuna (Arequipa)	23
Sabancaya (Arequipa)	52
Chachani (Arequipa)	11
Misti (Arequipa)	23
Ubinas (Moquegua)	53
Ticsani (Moquegua)	23
Huaynaputina (Moquegua)	11
Tutupaca (Tacna)	11
Yucamane (Tacna)	11
Casiri (Tacna)	12

En 2020 se han elaborado y emitido en total 253 reportes diarios sobre el comportamiento dinámico de los 12 volcanes activos y potencialmente activos del sur peruano monitoreados por el CENVUL, dirigidos a las autoridades del COEN y del SINAGERD. Asimismo, se emitieron 4 alertas por dispersión de ceniza del volcán Sabancaya y 19 alertas por descenso de lahares en los volcanes Sabancaya, Misti, Ubinas y Huaynaputina.



De manera periódica y programada, el IGP, a través del Centro Vulcanológico Nacional, elabora productos informativos como alertas, boletines y reportes para informar el estado de cada uno de los 12 volcanes vigilados a las autoridades e instituciones del SINAGERD, así como a la población.

INFORMES TÉCNICOS

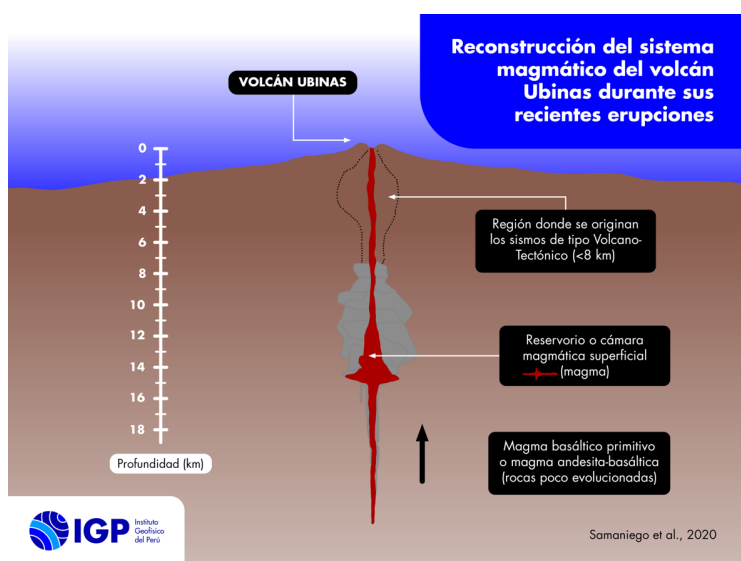
Se han elaborado 12 informes técnicos a solicitud de las autoridades de gobiernos regionales, municipales y locales.

- Informe Técnico N°05-2020/IGP “Evaluación geofísica del comportamiento dinámico del volcán Sabancaya (febrero-noviembre de 2020). Autores: Puma, N., Rivera, M., Tavera, H., Centeno, R. et al. (2020)
- Informe Técnico IGP/CENVUL-MIS/IV 2020-0001 “Reconocimiento automático de señales sísmicas de origen volcánico para la alerta temprana de erupciones volcánicas del sur del Perú”. Autores: Centeno R., Rivera, M. (2020)
- Informe Técnico IGP/CENVUL-UBI/IV 2020-0002 “Monitoreo de la deformación volcánica con GNSS en los volcanes activos del Perú”. Autores: Vargas, K., Cruz, J., Villegas, J.C. (2020)
- Informe Técnico IGP/CENVUL-SAB/IV 2020-0001 “Evaluación y análisis de la actividad sísmica en el volcán Sabancaya, periodo 1990-2019” Autores: Puma, N., Torres, J. (2020)
- Informe Técnico IGP/CENVUL-COR/IV 2020-0001 “Evaluación y análisis de la actividad sísmica en el complejo volcánico nevado Coropuna (Periodos 2001-2002, 2008-2010, 2018-2019)” Autores: Torres, J., Del Carpio J., Rivera M., (2020)
- Informe Técnico N° 002-2020/IGP “Evaluación geofísica del volcán Ubinas (octubre 2019 – julio 2020)”. Autores: Del Carpio J., Rivera, M., Vargas, K., Lazarte I., Concha J., (2020)
- Informe Técnico “Evaluación geofísica del deslizamiento ocurrido el 18 de junio de 2020 en el distrito de Achoma (Caylloma - Arequipa)”. Autores: Vargas, K., Rivera, M., Villegas, J., Martínez, J., Tavera, H., Arapa, E., Cruz, J., Puma, N., Torres, J., (2020)

- Informe Técnico IGP/CENVUL-SAB/IV 2020-0001 “Evaluación geofísica del comportamiento dinámico actual del volcán Sabancaya, periodo 1 de diciembre de 2019 – 2 de febrero de 2020. Autores: Del Carpio J., Rivera, M., Puma, N., Cruz, J., Torres, J., Vargas, K., Lazarte I., Machacca, R., Concha J., (2020)
- Informe Técnico N° 003-2020/IGP “Análisis de la Crisis Sísmica ocurrida en julio de 2020 en el distrito de Tarata (región - Tacna)” Autores: Velarde, L., Tavera, H., Vargas, K., Villegas, J. (2020)
- Informe Técnico N° 003-2020/IGP “Análisis geofísico de zonas susceptibles a deslizamientos en el valle del Colca (Caylloma – Arequipa)”. Autores: Vargas, K., Rivera, M., Aguilar, J. (2020)
- Informe Técnico IGP/CENVUL-TIC/IV 2020-0001 “Análisis de la actividad sísmica en el volcán Ticsani y su variación temporal, periodo 1999-2019”. Autor Cruz, J., 2020
- Informe Técnico IGP/CENVUL-UBI/IV 2020-0001 “La actividad sísmica en el volcán Ubinas y su variación temporal (1998-2019) para la identificación de patrones de sismicidad a ser considerados en la gestión del riesgo de desastres” Autores: Del Carpio, J., Aguilar, J. (2020)
- Informe Técnico N°011-2021/IGP Ciencias de la Tierra Sólida. Análisis de los escenarios de peligros volcánicos con origen en el volcán Misti: Aplicación al Distrito de Mariano Melgar (Región Arequipa) Autores: K. Vargas, L. Macedo, I. Lazarte, J. Cruz (2021)

INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

En el 2020 se han ejecutado 8 proyectos de investigación en volcanes orientadas en identificar patrones pre-eruptivos para el pronóstico de erupciones volcánicas, así como determinar la geometría de la estructura interna de los volcanes para entender el modo de funcionamiento de sus sistemas magmáticos de los volcanes.



Se publicó un artículo científico “Linking magmatic processes and magma chemistry during the post-glacial to recent explosive eruptions of Ubinas volcano (southern Peru)” Samaniego P., Rivera M, et al. (2020), en el Journal of Volcanology and Geothermal Research.

Representación gráfica de la estructura interna del volcán Ubinas presentada en uno de los artículos científicos del IGP publicados en una prestigiosa revista científica.

DIFUSIÓN Y EDUCACIÓN ACERCA DE LOS PELIGROS VOLCÁNICOS

Durante 2020, se ha continuado con la realización de charlas, talleres y seminarios dirigidos a autoridades, estudiantes, representantes de instituciones, población, etc. Asimismo, se ha participado en eventos académicos y se ha coordinado visitas guiadas a las instalaciones del CENVUL. En total, han sido 15 los eventos en los que han estado presentes profesionales del IGP, dando a conocer la labor de la institución y el estado de la actividad volcánica en el país.

En virtud de dichas actividades, se ha logrado comunicar directamente a 134 450 personas en qué consiste el trabajo de investigación y monitoreo que desarrolla el IGP y los proyectos de investigación en vulcanología efectuados por la institución.

Como actividades destacadas en 2020, pueden citarse los siguientes eventos:

- UNIVERSITAS 2020, evento organizado por la Universidad Católica San Pablo (Arequipa), con la exposición denominada “Peligro volcánico en el Perú y métodos de prevención
- Curso de vulcanología física y procesos asociados, organizado por el IGP y dirigido a estudiantes universitarios de todo el Perú y autoridades encargadas de la gestión del riesgo de desastres de las regiones de Ayacucho, Arequipa, Moquegua y Tacna.
- Taller “¿Se puede pronosticar la próxima erupción del volcán Ubinas?”, organizado por el IGP conjuntamente con el Gobierno Regional de Moquegua.
- Conferencia internacional “*Erupciones volcánicas: estrategias para la prevención del riesgo volcánico*”, organizada por el IGP en colaboración con la Asociación Latinoamericana de Volcanología (ALVO), el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS), el Instituto de Investigación para el Desarrollo de Francia (IRD) y la Asociación Internacional de Vulcanología y Química del Interior de la Tierra (IAVCEI). Este evento virtual congregó a expertos vulcanólogos de Ecuador, Colombia, Argentina, Chile, México, Estados Unidos, España, Francia y Perú, y se efectuó los días 4, 5 y 6 de noviembre de 2020. En el marco del evento, se elaboró un Libro de Conferencia Internacional “Erupciones volcánicas: estrategias para la prevención y mitigación del riesgo volcánico. Noviembre 2020, 43 p.

Asimismo, en coordinación con el Ministerio de Educación, se elaboró con la realización de un video educativo para el programa Aprendo En Casa formulado por el Gobierno Central en el contexto de la pandemia. Este video educativo fue presentado a nivel nacional a los estudiantes del nivel secundario y se encuentra disponible actualmente en el canal de YouTube del IGP.



Expositores nacionales e internacionales que participaron en la I Conferencia Internacional “Erupciones volcánicas: estrategias para la prevención del riesgo volcánico”, organizada por el IGP en noviembre de 2020.

ASTRONOMIA

Esta Unidad Funcional realizó la publicación de un reporte científico internacional presentando medidas astrométricas de un asteroide potencialmente peligroso para la Tierra, el asteroide 1998 OR2. Fue posible gracias a la colaboración con el Observatorio/Planetario Moche (quien fue responsable del registro de las imágenes) y otros colaboradores nacionales que poseen instrumentos astronómicos en nuestro territorio.

<https://www.astronomerstelegam.org/?read=13733>

Animación GIF:

<https://drive.google.com/file/d/1T7zlw5ffUQw0qNOOj2KBpMGeY7pPbBHv/view>

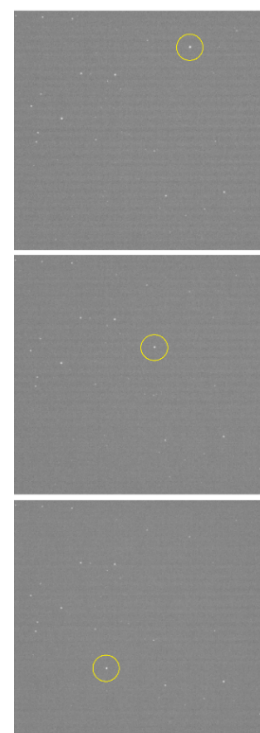
El enlace de arriba corresponde a un GIF animado en donde se muestra el movimiento del asteroide 1998 OR2 sobre el fondo de estrellas la noche de observación: 29 de abril, 2020).

En la Figura se indican tres posiciones sucesivas del asteroide 1998 OR2 (dentro de la circunferencia amarilla) en donde se evidencia su movimiento relativo sobre el fondo de estrellas.

Adicionalmente se efectuó el estudio de una estrella binaria clasificada como variable cataclísmica: FO Aqr. Las observaciones se realizaron usando el telescopio de 0.5 metros de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería instalado en el Observatorio de Huancayo (IGP).

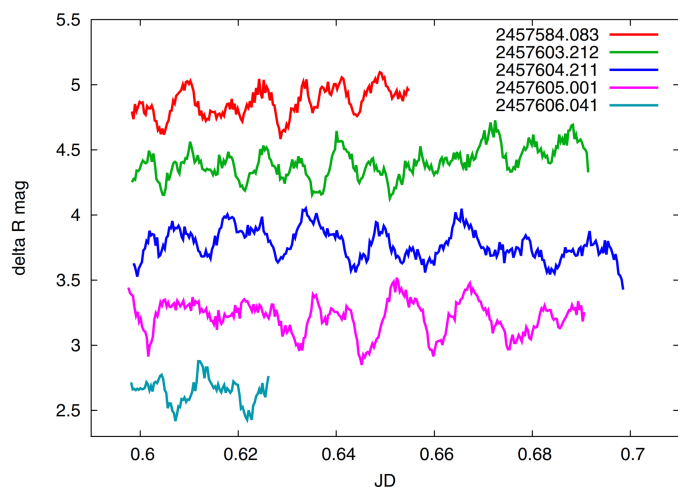
En la Figura 2, se pueden observar las cinco curvas de luz de FO Aqr mostrando evidencia de variabilidad en su brillo. La gráfica cubre un intervalo temporal máximo de 2.4 horas (144 minutos). Publicación:

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1558/1/012005/pdf>



Por otro lado se consiguió una subvención de FONDECYT (2020) para un proyectos de investigación en ciencias básicas denominado “Estudios de variabilidad estelar usando fotometría astronómica en el Observatorio de Huancayo”. El proyecto busca la continuidad de las observaciones astronómicas realizadas desde el telescopio de 0.5 metros de la Facultad de Ciencias de la

Universidad Nacional de Ingeniería instalado en el Observatorio de Huancayo (IGP).



Asimismo, urante la emergencia sanitaria en nuestro territorio, las redes sociales cobraron un papel protagónico. Es así que se consiguió realizar una transmisión en vivo, desde distintas localidades del Perú y usando solo telescopios locales de nuestros colaboradores, del eclipse parcial de Sol producido el 14 de diciembre del 2020. La

transmisión se realizó usando las redes sociales del IGP, consiguiendo alcanzar hasta la fecha más de medio millón de reproducciones. Enlace de la publicación: https://www.facebook.com/igp.peru/videos/1695145117329657/?so=channel_tab&rv=all_videos_card

La transmisión fue registrada en la lista oficial de eventos asociados a dicho eclipse de la División C, Comisión C1 (Astronomy Education and Development) de la Unión Astronómica Internacional. Enlace oficial en donde figura el registro del evento:

<https://iau-dc-c1.org/event/transmision-del-eclipse-parcial-de-sol/#about-c1>

Unido a la transmisión, también se consiguió elaborar una guía descriptiva y observacional correspondiente a dicho eclipse solar. Este documento tuvo como objetivo principal guiar al público hacia el correcto entendimiento del fenómeno. Además, la guía incorporó sugerencias de observación y tiempos de los contactos Sol-Luna mediante tablas para distintos lugares del territorio peruano. En la Figura 3 se muestra el porcentaje de oscurecimiento máximo que fue observado desde diferentes lugares de nuestro territorio durante el eclipse solar del 14 de diciembre del 2020.

También se participó en la exposición y preparación parcial de material científico divulgativo en astronomía, que fue incorporado al programa de “Aprendo en Casa” (MINEDU) durante la emergencia sanitaria nacional 2020. El capítulo correspondió al tema: “Las Estaciones”. Enlace de la publicación:

<https://es-la.facebook.com/TVPeruOficial/videos/1030021664127468/UzpfSTI3MjAyMjY3Mjg2MTUyMjjozNDQzOTIzNzk5MDA0NzEx/>

Además, fue posible asesorar el contenido científico de láminas infográficas con tema astronómico de carácter divulgativo que aparecieron en un medio de prensa nacional. Las láminas (página central) aparecieron tanto en medio impreso físico como en la web. Es importante mencionar que en dichas láminas se consiguió mencionar logros principales relacionados a la investigación en astronomía alcanzados por nuestra institución.

Enlace de la publicación:

<https://especiales.ojo.pe/megalaminas-el-universo-nnndxvisual/index.html?ref=ojr>

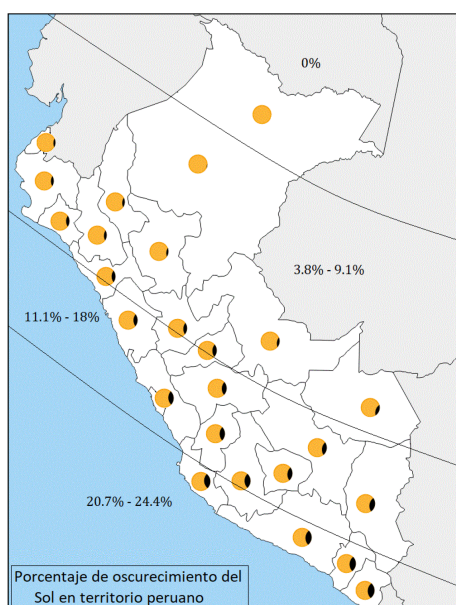
También se participó en la exposición y preparación parcial de material científico divulgativo en astronomía, que fue incorporado al programa de “Aprendo en Casa” (MINEDU) durante la emergencia sanitaria nacional 2020. El capítulo correspondió al tema: “Las Estaciones”. Enlace de la publicación:

<https://es-la.facebook.com/TVPeruOficial/videos/1030021664127468/UzpfSTI3MjAyMjY3Mjg2MTUyMjozNDQzOTIzNzk5MDA0NzEx/>

Además, fue posible asesorar el contenido científico de láminas infográficas con tema astronómico de carácter divulgativo que aparecieron en un medio de prensa nacional. Las láminas (página central) aparecieron tanto en medio impreso físico como en la web. Es importante mencionar que en dichas láminas se consiguió mencionar logros principales relacionados a la investigación en astronomía alcanzados por nuestra institución.

Enlace de la publicación:

<https://especiales.ojo.pe/megalaminas-el-universo-nnndxvisual/index.html?ref=ojr>



También se participó en la exposición y preparación parcial de material científico divulgativo en astronomía, que fue incorporado al programa de “Aprendo en Casa” (MINEDU) durante la emergencia sanitaria nacional 2020. El capítulo correspondió al tema: “Las Estaciones”. Enlace de la publicación:

<https://es-la.facebook.com/TVPeruOficial/videos/1030021664127468/UzpfSTI3MjAyMjY3Mjg2MTUyMjozNDQzOTIzNzk5MDA0NzEx/>

Además, fue posible asesorar el contenido científico de láminas infográficas con tema astronómico de carácter divulgativo que aparecieron en un medio de prensa nacional. Las láminas (página central) aparecieron tanto en medio impreso físico como en la web. Es importante mencionar que en dichas láminas se consiguió mencionar logros principales relacionados a la investigación en astronomía alcanzados por nuestra institución.

Enlace de la publicación:

<https://especiales.ojo.pe/megalaminas-el-universo-nnndxvisual/index.html?ref=ojr>

OFICINA DE TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y DATOS GEOFÍSICOS

La Oficina de Tecnología de la Información y Datos Geofísicos (OTIDG) tiene entre sus actividades principales la administración de los sistemas de información, la red de comunicaciones institucional, el parque informático, la custodia de los datos geofísicos y el soporte técnico informático a las unidades orgánicas del Instituto Geofísico del Perú (IGP). En este marco, la Oficina de Tecnología de la Información y Datos Geofísicos dirige sus esfuerzos en la gestión de servicios TI, desarrollo e innovación tecnológica con el fin del logro de los objetivos institucionales.

PRESUPUESTO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN 2020

La OTIDG en el marco de sus funciones trabaja constantemente en mejora de la infraestructura tecnológica, administración de los servicios informáticos y el mantenimiento preventivo y correctivo del parque informático y red de comunicaciones del IGP; En virtud a ello, el Instituto Geofísico del Perú ha realizado la siguiente inversión en el presente año que se presenta:

INVERSIÓN EN SERVICIOS, INFRAESTRUCTURA Y MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO

	TIPO	Costo anual ▾
1.	SERVICIO	S/.1.085.308,74
2.	HARDWARE	S/.933.118,99
3.	SOFTWARE	S/.118.986,26
4.	COMUNICACIONES	S/.97.651,01
5.	SERVICIO-MANTENIMIENTOS	S/.20.595,28
	Total	S/.2.255.660,28

CRECIMIENTO DEL PARQUE INFORMÁTICO Y COMUNICACIONES

A continuación, se muestra el resumen de equipos informáticos y de comunicaciones para redes informáticas adquiridas en el 2020, 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).

- Inversión en equipos computacionales y periféricos adquiridos - año 2020 por UO

	AREA	Cantidad	Inversión ▾
1.	RGE	67	S/.778.172,68
2.	OTIDG	49	S/.66.760,6
3.	ROJ	29	S/.65.205,97
4.	CTS	27	S/.14.394,44
5.	OCI	1	S/.5.594,9
6.	GSO	10	S/.1.651,09
7.	OPP	2	S/.1.339,31
	Total	185	S/.933.118,99

SERVICIOS IN

FORMÁTICOS E INTERNET

- Servicios informáticos

Item	Descripción Servicio	Costo Annual S/.	Fuente
1	Servicio De La Nube	128 761.60	R.O.
2	Servicio De Telefonía Móvil	48 000.00	R.O.
3	Servicio De Impresión Y Fotocopias	0.00	R.O.
4	Servicio De Mantenimientos	20,595.28	R.O.
	Total	197,356.88	

- **Servicios de internet**

Item	Sede	Descripción Servicio	Costo Anual S/	Fuente
1	Mayorazgo-Camacho	Servicio de internet institucional (OTIDG) 65 Mbps (02) y (SRGE) 15 MBPS (01)	215 000.01	R.O.
2	Arequipa - Usuarios	Servicio de Internet fibra óptica 30 Mbps	18 000.00	R.O.
3	Arequipa – Datos Sísmicos	Servicio de Internet fibra óptica 10Mbps	6 720.00	R.O.
4	Huancayo	Servicio de Internet dedicado corporativo 20 Mbps	20 062.00	R.O.
5	Chiclayo	Speedy_N 2Mbps 25%	3 700.00	R.O.
6	Ancon	Speedy_N 2 Mbps 25%	5 280.00	R.O.
7	Camacho - SSN	Speedy_N 5 Mbps 25%	12 211.80	R.O.
8	Servicio Satelital Bgan	Plan BGAN bolsa anual de 250MB	4 361.04	R.O.
9	Servicio Satelital Vsat-Sicaya	Servicio De Internet Satelital Vsat 256KBPS	6 198.72	R.O.
TOTAL			S/. 291,533.57	

LICENCIAS DE SOFTWARE ADQUIRIDAS

- **Inversión y cantidad de licencias de software 2020**

	AREA	BIEN O SERVICIO	Costo anual ▼
1.	RGE	Microsoft Office STD 2016	S/.48.117,69
2.	CTS	Renovación licencia ArcGis Server	S/.25.287,58
3.	OTIDG	Antivirus Institucional	S/.19.039,3
4.	CTS	GEOSOFT RESEARCH - GEOSCIENC...	S/.13.167,71
5.	CTS	Renovación licencia ArcGis Desktop	S/.8.698,98
6.	UFC	Adobe suite creative cloud para MAC	S/.4.675
Total			S/.118.986,26

DESARROLLO DE SOFTWARE

La Oficina de Tecnologías de la Información y Datos Geofísicos 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 carácter interno o público, así como también por su finalidad: **administrativo, operativo o de investigación**. A continuación, se detalla el portafolio de software disponible del IGP según su clasificación.

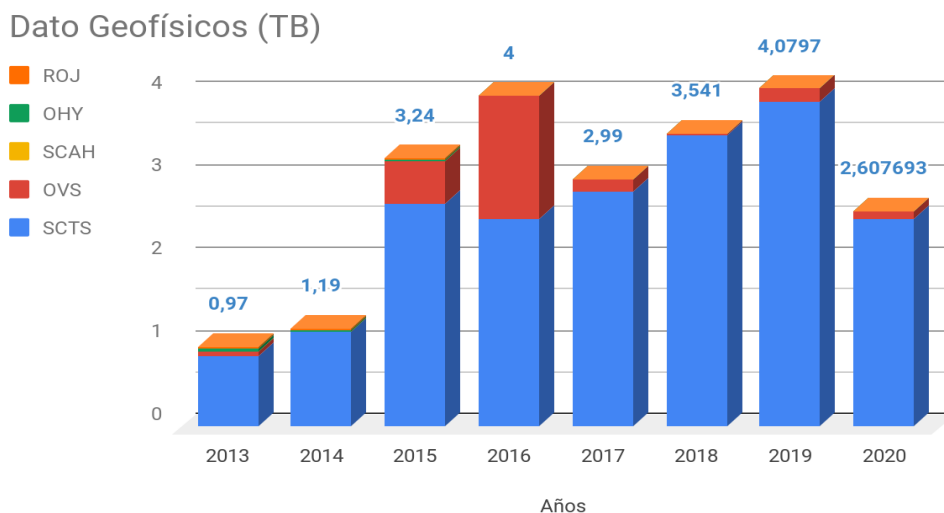
Aplicaciones desarrolladas en el año 2020		
Finalidad	Carácter	Nombre de la aplicación
Investigación	Público	Página web SASPE
Investigación	Interno	CRIS
Investigación	Interno	SIR
Investigación	Público	Infraestructura de datos espaciales
Investigación		Reporte de simulacros
Investigación	Público	Página web del CENSIS
Investigación	Público	Página web del CENVUL
Investigación	Público	Página web del CEMOHUI
Operativo	Interno	Estado de operatividad
Investigación	Público	Repositorio Geofísico Nacional
Investigación		Bitácora Científica
Administrativo	Interno	Módulo de registro documental
Administrativo	Interno	Ficha sintomatológica
Administrativo	Interno	Comunicación interna
Administrativo		Información Institucional
Operativo	Interno	Servicios de TI
Administrativo	Interno	Módulo de Locadores

- **Servicios o productos informáticos de uso Público**

El software y/o Aplicación informática de uso público se caracteriza por ser un producto o servicio que debe estar al alcance del ciudadano, Estos aplicativos son monitoreados, administrados y actualizados permanentemente; entre los más destacados podemos definir: Página web de último Sismo, Repositorio Geofísico Nacional - REGEN, Página web de Planetario Nacional, Aplicativo móvil Sismos Perú, Volcanes Perú y Servicios Web de Parámetros Sísmicos en la PIDE y GEOIDEP.

BANCO DE DATOS GEOFÍSICOS

- Inversión y capacidad de almacenamiento de Datos Geofísicos por años



GESTIÓN DE LA GOBERNANZA DIGITAL

El Instituto Geofísico del Perú, en cumplimiento con el marco normativo en materia de Transformación y Gobierno Digital, ha trabajado en cumplimiento de los compromisos solicitados por la Secretaría de Transformación y Gobierno Digital, en la siguiente imagen podemos apreciar los compromisos en los que viene el Comité de Gobierno Digital en coordinación con la Oficina de Tecnologías de Información y Datos Geofísicos por encontrarse dentro de su competencia.

Diagrama de compromisos en materia de Transformación y Gobierno Digital



GESTIÓN DE LA SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN

Durante el año 2020 se desarrolló la ejecución del proyecto de implementación del SGSI, el cual como producto final dejó la implementación del Sistema de Gestión de Seguridad de la Información.

También se desarrollaron una auditoría interna y una auditoría externa para la certificación del sistema de gestión implementado, en el cuál se logró obtener la certificación ISO 27001:2013 de seguridad de la información con una vigencia de 3 años a partir del 20 de enero del 2021.

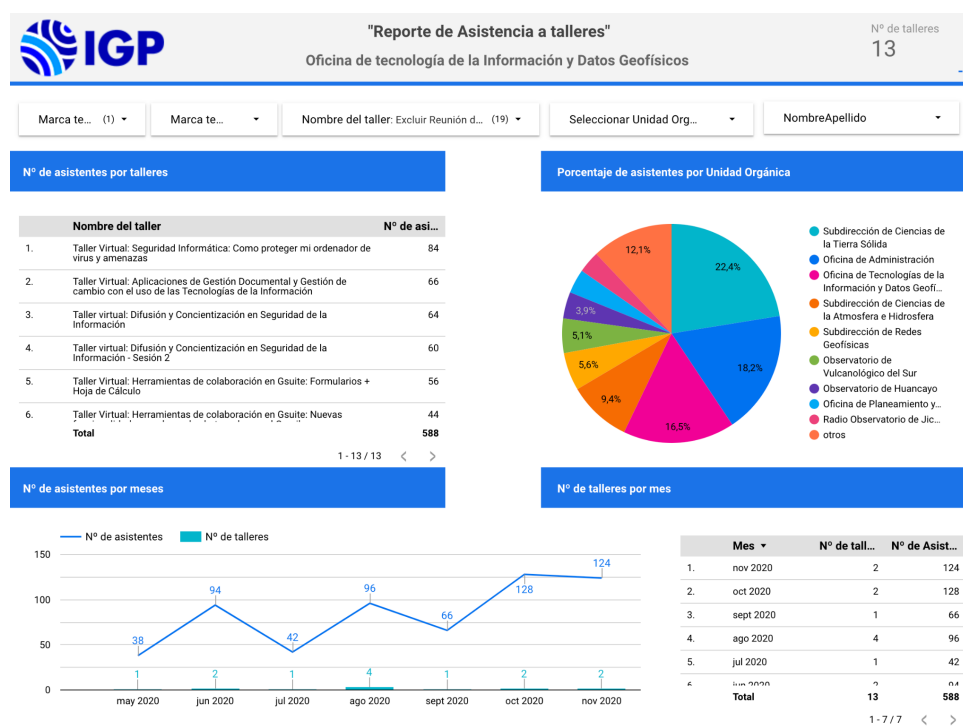


CAPACITACIONES AL PERSONAL EN HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS

La Oficina de Tecnologías de la Información y Datos Geofísicos realizó capacitaciones a los servidores del IGP enmarcados en el Objetivo N° 04 del Plan de Gobierno Digital - "Fortalecer las competencias digitales del personal del Instituto Geofísico del Perú".

En el presente año, se realizaron 13 capacitaciones al personal del IGP en temas de: Seguridad de la Información, Uso de la plataforma GSUITE, Plataformas GIS, ORCID, CTI Vitae y Google Scholar.

Reporte de capacitaciones realizadas en el uso de Herramientas tecnológicas



BIBLIOTECA CENTRAL

La Biblioteca Central del IGP es un servicio que proporciona información especializada en la temática de geofísica y ciencias afines. Así también, se encarga de recopilar, centralizar, procesar, registrar y difundir la producción científico-técnica generada por el Instituto Geofísico del Perú, a través del Repositorio Geofísico Nacional - REGEN IGP.

En el año 2020, las atenciones a usuarios internos y externos se efectuaron de manera virtual, por lo mismo se empleó de forma constante el correo electrónico institucional de la biblioteca. En torno a la gestión de materiales bibliográficos, estos fueron sistematizados a través del catálogo en línea que emplea el software libre Koha, utilizado hoy en día por varias bibliotecas en el

N° Publicaciones en REGEN - 2020	
	57
Informes Técnicos	32
Boletines	15
Comunicados	15
Tesis	15
Otros	17
Total	151

ámbito nacional e internacional. Los materiales y recursos informativos fueron organizados en la plataforma mediante siete colecciones: bibliográfica, referencia, publicaciones periódicas, mapas, audiovisual, tesis y finalmente la colección IGP, donde se reúnen todas las publicaciones editadas por la entidad. De esta manera a través del catálogo se muestra y da a conocer el fondo bibliográfico que posee la biblioteca.

Con respecto a las actividades efectuadas en torno al repositorio, en primera instancia se registraron las publicaciones institucionales y con participación de investigadores del IGP. Para esta actividad se siguieron los estándares y lineamientos establecidos por el CONCYTEC. Asimismo, se elaboró la Directiva del Repositorio Geofísico Nacional con fines de garantizar una adecuada y eficiente gestión del mismo y establecer los procedimientos para el registro permanente de la producción científica institucional.

Por último, se adecuaron los metadatos de los registros del repositorio de acuerdo al documento Guía Alicia 2.0., cuya aplicación tiene carácter de norma para garantizar la correcta interoperabilidad con otros sistemas de información. En virtud de lo establecido en la norma, se implementó el prefijo Handle para el Repositorio Geofísico Nacional.

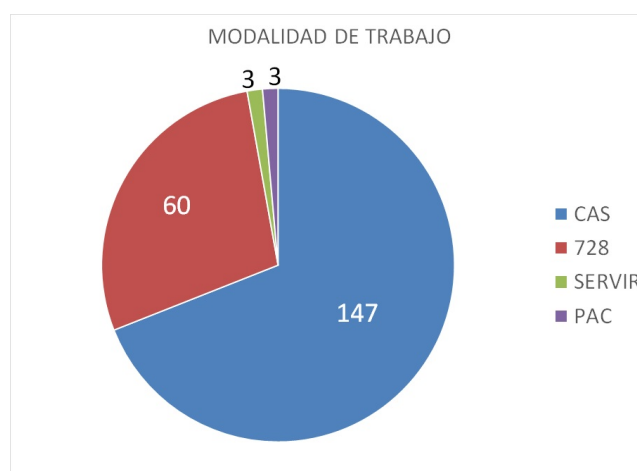
RECURSOS HUMANOS

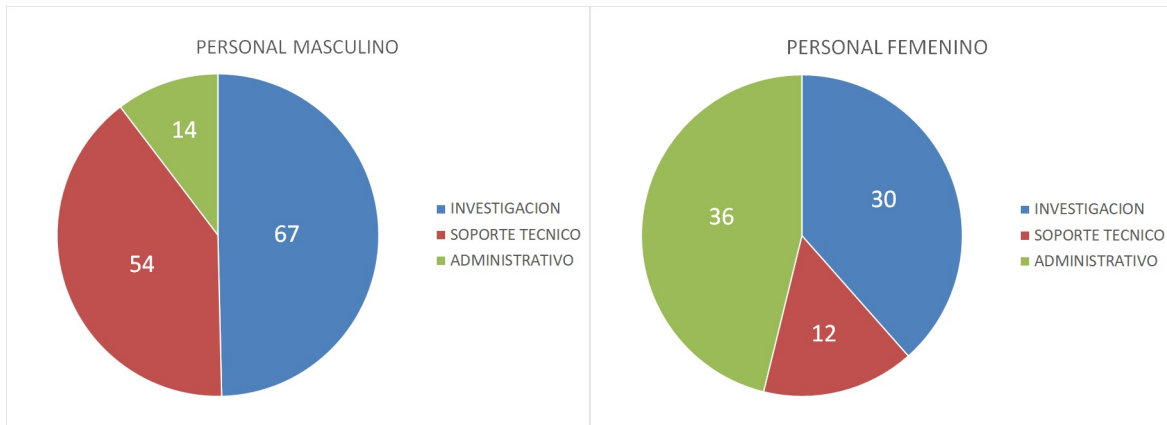
Los recursos humanos en el sector público son las capacidades, trabajo o habilidades físicas de las que dispone una entidad pública para llevar a cabo sus actividades ordinarias y dar cumplimiento a sus metas institucionales. Es importante entender que, si bien el término “Recurso Humano” puede ser entendido como sinónimo de funcionario público o servidor del Estado, en realidad cuando hablamos de lo primero nos referimos a las capacidades y habilidades que aportan cada uno al desempeño de las organizaciones estatales. Por ello, si bien hay puntos en común entre la gestión de recursos humanos y los derechos de los trabajadores, también existe un amplio aspecto propio a la administración del Estado.

El objetivo general de la administración de recursos humanos es utilizar los mismos de forma óptima y efectiva, a fin de cumplir con las metas institucionales de manera efectiva y con la mayor satisfacción de la población. Para ello, se destinan más y mejores recursos en las áreas más complicadas y menos en las áreas de menos complejidad.

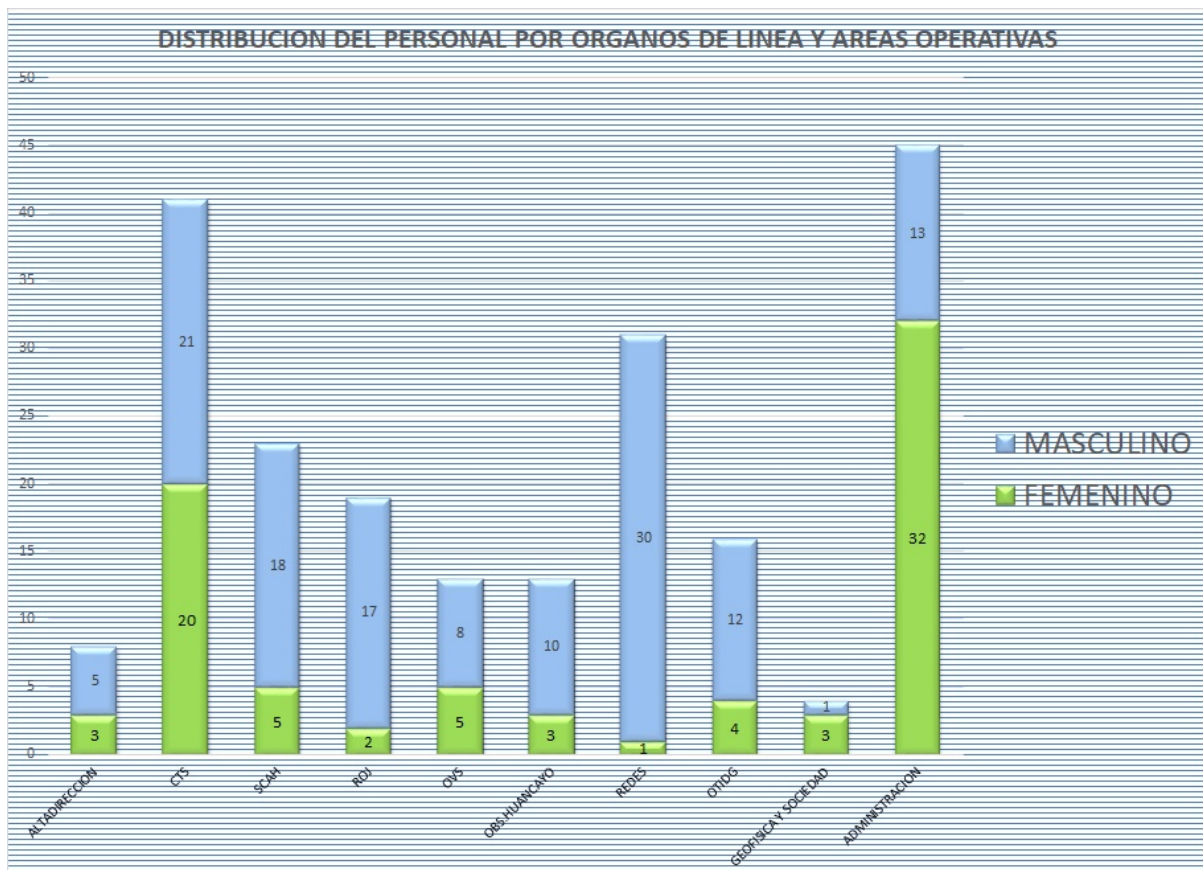
La administración de los recursos humanos es tan importante que existe el Sistema Administrativo de Gestión de Recursos Humanos, el cual tiene como objetivo aplicar la política de Estado sobre el servicio civil, a través de la implementación de normas, principios, métodos, procedimientos, técnicas y fondos utilizados en las distintas entidades estatales, así como brindar herramientas para garantizar un uso correcto a los recursos públicos. Lo que se busca es que exista una correlación entre los recursos públicos, los recursos humanos y las necesidades de la población que deban ser atendidas mediante la intervención de las entidades públicas.

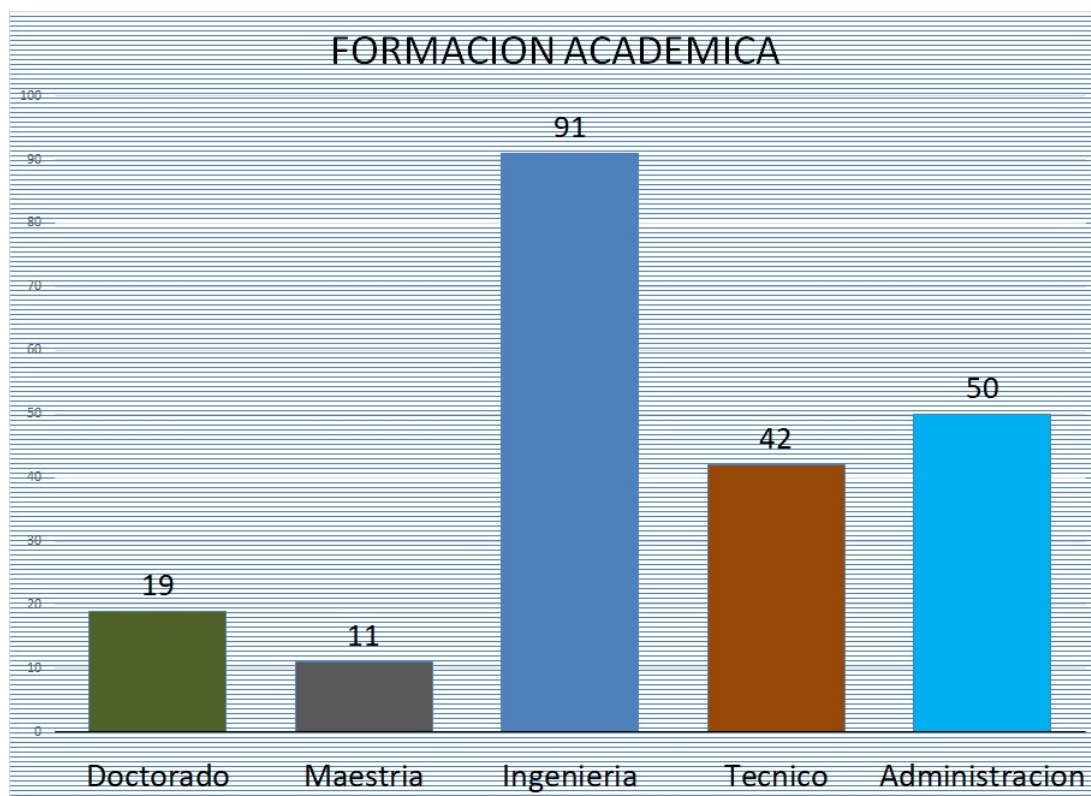
DISTRIBUCIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS





Distribución de Personal por Género y Ocupación





SUBSISTEMA DE ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

En este subsistema se definen las características y condiciones para el ejercicio de las funciones que requieren los servidores, así como los requisitos de idoneidad de las personas llamadas a desempeñarlas; en ese sentido, tenemos que, en el año 2020, no se han efectuado modificación y/o actualización de perfiles de puestos que haya requerido formalizar incorporación al Manual de Organización y Funciones del Instituto Geofísico del Perú – IGP, su correspondiente al régimen del D. Leg 728.

SUBSISTEMA DE GESTIÓN DEL EMPLEO

En este subsistema se gestiona un conjunto de políticas y prácticas de personal destinadas a formalizar los flujos de los servidores civiles en el Sistema Administrativo de Gestión de Recursos Humanos desde su incorporación hasta su desvinculación. En el periodo 2020 se efectuaron 13 procesos de selección, 08 procesos de vinculación, 10 adendas y 25 procesos de desvinculación.

a) Inducción:

Se ha llevado a cabo 01 programa de inducción dirigido al personal ingresante a la entidad, siendo el número de servidores ingresantes beneficiados de 24, de los cuales 22 servidores participaron de forma presencial y 02 de forma virtual.

INDUCCIÓN			
FECHA	PARTICIPANTES	ÁREAS	TEMARIO
20/01/2020	24	<input type="checkbox"/> ROJ, <input type="checkbox"/> SCTS, <input type="checkbox"/> CENSIS, <input type="checkbox"/> SCAH, <input type="checkbox"/> ULO, <input type="checkbox"/> SRG, <input type="checkbox"/> OPP, <input type="checkbox"/> OTIDG, <input type="checkbox"/> OVS	<input type="checkbox"/> Información Institucional <input type="checkbox"/> Introducción al Estado, modernización del Estado, modelo de gestión del conocimiento, documentos de gestión. <input type="checkbox"/> Planes y Presupuesto <input type="checkbox"/> Inducción a la Calidad y la Norma ISO 9001 <input type="checkbox"/> Inducción a la ética e integridad <input type="checkbox"/> Inducción al sistema de Gestión Antisoborno <input type="checkbox"/> lineamientos del hostigamiento sexual y género <input type="checkbox"/> Programas científicos: <ul style="list-style-type: none"> ○ SCAH ○ SCTS ○ SRG ○ ROJ <input type="checkbox"/> Subsistema de Recursos Humanos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Control de asistencia, horarios, ○ Licencia, Permisos, ○ Remuneraciones, ○ Bienestar Social, ○ Proceso de Capacitación ○ Gestión de Rendimiento, ○ Seguridad y Salud en el Trabajo.

Se realizó el envío del comunicado de bienvenida a los/as servidores/as ingresantes a todo el personal del IGP, a través del correo de comunicándonos.

PROCEDIMIENTOS DISCIPLINARIOS

Con Resolución de Gerencia General N° 0032-IGP/2019, de fecha 17 de octubre de 2019, se dejó sin efecto la designación de la abogada Illian Milagros Hawie Lora como Secretaria Técnica y se designó como Secretario Técnico de Procedimientos Disciplinario del IGP, al abogado Gonzalo Roberto Ruiz Pinto. A continuación, se detalla el estado de los expedientes PAD al año 2020:

- 07 Procesos Administrativos Disciplinarios Instaurados.
- 05 Expedientes PAD con informe de precalificación.
- 03 Procesos Administrativos Disciplinarios archivados.
- 02 Procesos Administrativos Disciplinarios

SUBSISTEMA DE GESTIÓN DEL RENDIMIENTO

Este subsistema identifica, reconoce y promueve el aporte de los servidores civiles a los objetivos y metas institucionales. Cabe mencionar, que en el presente año se desarrolló el segundo año de la implementación del modelo de Gestión del Rendimiento en el IGP, para tal efecto se aprobó con Resolución de Presidencia N° 003-IGP/2020, de fecha 11 de febrero del 2020, donde se aprueba el cronograma de actividades y la lista de participantes, conforme a las disposiciones que emita la Autoridad Nacional del Servicio Civil – SERVIR, sobre dicha materia. En el periodo comprendido se han desarrollado las siguientes metas:

- ❑ Propuesta de cronograma de actividades y listado de participantes de GdR ciclo 2020, a través del Informe N°028-2020-IGP/GG-OAD-URH, de fecha 23 de enero de 2020.
- ❑ Se realizaron 02 Talleres de Sensibilización de Gestión de Rendimiento 2020, a cargo de los especialistas en GdR de SERVIR

TALLER	N° PARTICIPANTES	FECHA
Talleres de Sensibilización de Gestión de Rendimiento 2020, dirigido a Evaluados	63	21/02/2020
Talleres de Sensibilización de Gestión de Rendimiento 2020, dirigido a Evaluadores	10	21/02/2020

Debido a la coyuntura sanitaria por la propagación del COVID19, durante el mes de marzo 2020, se estableció desarrollar de manera virtual las siguientes actividades a cargo de los especialistas en GdR de SERVIR, descritas en el MEMORÁNDUM MÚLTIPLE N°0011-2020-IGP/GG, de fecha 29 de abril de 2020:

- 01 Taller teórico de Establecimiento de Metas y 02 Talleres prácticos de Establecimiento de Metas, dirigidos a los segmentos Directivos y Mandos Medios de las oficinas y subdirecciones participantes; adicionalmente, se solicitó el apoyo técnico de 01 taller teórico de Establecimiento de Metas dirigidos a los segmentos de Personal Ejecutor y Personal Operador y Asistencia.

TALLER	N° PARTICIPANTES	FECHA
Talleres de teórico de Establecimiento de Metas GdR 2020, dirigido a Directivos y Mandos Medios	26	07/05/2020
Talleres de práctico de Establecimiento de Metas GdR 2020, dirigido a Directivos y Mandos Medios de los órganos de apoyo y asesoramiento.	17	12/05/2020

Talleres de práctico de Establecimiento de Metas GdR 2020, dirigido a Directivos y Mandos Medios de los órganos de línea.	11	13/05/2020
Talleres de teórico de Establecimiento de Metas GdR 2020, dirigido al Personal Ejecutor y Personal Operador y Asistencia.	78	29/05/2020

- Cabe mencionar que, durante la etapa en mención, se realizaron asistencias técnicas a los/as servidores/as participantes de GdR ciclo 2020, por parte de la gestora en GdR del IGP y los especialistas en GdR de SERVIR, según las solicitudes y necesidades presentadas.
- Las actividades desarrolladas correspondientes a la Etapa de Seguimiento del ciclo de GdR, son las siguientes:

TALLER	N° PARTICIPANTES	FECHA
Charlas de la Etapa de Seguimiento, dirigidos a los órganos de asesoría y apoyo	43	07/09/2020
Charlas de la Etapa de Seguimiento, dirigidos a los órganos de línea	37	10/09/2020

GESTIÓN DE LA CAPACITACIÓN

Este subsistema contiene políticas de progresión en la carrera y de desarrollo de capacidades, destinadas a garantizar los aprendizajes individuales y grupales necesarios para el logro de las finalidades organizativas, desarrollando las competencias de los servidores y, en los casos que corresponda, estimulando su desarrollo profesional, para ello se han realizado las siguientes actividades:

CURSOS PDP

Con Resolución de Presidencia N° 023-IGP/2020, de fecha 18 de febrero de 2020, se formalizó la aprobación del Plan de Desarrollo de Personas del IGP para el año 2020, el cual cuenta con 21 acciones de capacitación transversales y dando cumplimiento a los establecido.

Se logró capacitar a ciento veintisiete (127) servidores de un total de ciento cuarenta y cuatro (144) servidores estimados como beneficiarios de siete (07) acciones de capacitación priorizadas, dando un cumplimiento del 88.19%. Si bien en el PDP 2020 se programó la realización de veintiún (21) acciones de capacitación, debido a la coyuntura nacional se tuvieron que priorizar siete (07) acciones de capacitación programadas, de los cuales fueron cursos internos sin costo, de carácter transversal y de línea.

Es así que, de acuerdo al numeral 6.4.1.3 de la Directiva Normas para la Gestión del Proceso de Capacitación en las entidades públicas, las acciones de capacitación se evalúan en la Matriz de Ejecución PDP 2020, se adjunta en el Anexo 01 al presente informe.

Beneficiarios de las acciones de capacitación por áreas

BENEFICIARIOS DE LA CAPACITACIÓN POR ÁREAS		
Curso	Área	N° Beneficiarios
Programa de Capacitación en Vulcanología Física y Procesos Asociados	Observatorio Vulcanológico del Sur	8
	Subdirección de Ciencia de la Tierra Sólida	6
	Subdirección de Redes Geofísicas	1
Programa de Fortalecimiento de Capacidades en Igualdad de Género	Dirección Científica	1
	Observatorio de Huancayo	3
	Observatorio Vulcanológico del Sur	2
	Oficina de Administración	2
	Oficina de Planeamiento y Presupuesto	2
	Oficina de Tecnologías de la Información y Datos Geofísicos	2
	Radio Observatorio de Jicamarca	1
	Subdirección de Ciencia de la Atmósfera e Hidrósfera	4
	Subdirección de Ciencia de la Tierra Sólida	7
	Subdirección de Redes Geofísicas	3
	Unidad de Contabilidad	1
	Unidad de Logística	2
	Unidad de Recursos Humanos	5
Unidad de Tesorería	2	
Unidad Funcional de Planetario	1	
Ciencia para	Oficina de Administración	1

Administración y Administración para la Ciencia	Oficina de Asesoría Jurídica	1
	Oficina de Planeamiento y Presupuesto	1
	Oficina de Tecnologías de la Información y Datos Geofísicos	7
	Subdirección de Ciencia de la Atmósfera e Hidrósfera	1
	Unidad de Contabilidad	2
	Unidad de Logística	5
	Unidad de Recursos Humanos	5
	Unidad de Tesorería	2
	Unidad Funcional de Comunicaciones	4
Geología Física y del Perú Aplicada a la Gestión del Riesgo de Desastres	Subdirección de Ciencia de la Atmósfera e Hidrósfera	1
	Subdirección de Ciencia de la Tierra Sólida	29
	Subdirección de Redes Geofísicas	6
Introducción a la Instrumentación Geofísica	Observatorio Vulcanológico del Sur	8
	Subdirección de Ciencia de la Tierra Sólida	19
	Subdirección de Redes Geofísicas	20
Gestión por Procesos	Observatorio Vulcanológico del Sur	1
	Oficina de Administración	1
	Oficina de Tecnologías de la Información y Datos Geofísicos	5
	Radio Observatorio de Jicamarca	4
	Subdirección de Ciencia de la Tierra Sólida	8
	Subdirección de Redes Geofísicas	5
	Unidad de Contabilidad	2
	Unidad de Logística	3
	Unidad de Recursos Humanos	2
Aeronomía Ecuatorial	Radio Observatorio de Jicamarca	4

CURSOS NO PDP

Según el Decreto Legislativo N°1505, la cual habilita a las entidades públicas disponer las medidas temporales excepcionales con respecto a las acciones a) Para las capacitaciones que no irroguen gasto a las entidades públicas, donde, a.1 Podrán ejecutarse de manera inmediata, sin requerir la aprobación del Plan de Desarrollo de las Personas 2020 o estar inscritas en este, siempre que la capacitación a la que acceda el/la servidor/a civil esté estrictamente relacionada con los objetivos institucionales y/o las funciones asignadas y/o la capacitación esté relacionada con temas vinculados con la Emergencia Sanitaria o que se deriven de esta, y a.4 La verificación de los requisitos antes mencionados corresponde al responsable del órgano o unidad orgánica en la que labora el/la servidor/a civil y al/a la responsable de la Oficina de Recursos Humanos o la que haga sus veces, quienes deberán validar dicha capacitación.

En coordinación con la Alta Dirección y la presentación del MEMORÁNDUM MÚLTIPLE N°021-2020-IGP/PE de asunto Cursos de Capacitación con fecha 19 de mayo de 2020, y el MEMORÁNDUM MÚLTIPLE N°022-2020-IGP/PE de asunto Actividades Académicas 2020 con fecha 18 de mayo de 2020; ambos documentos relacionados al mencionado decreto legislativo, se logra programar y ejecutar siete (07) acciones de capacitación no incluidos en el Plan de Desarrollo de Personas 2020, entre los cuales se desarrollaron talleres y cursos con el apoyo especializado de la Unidad Funcional de Comunicaciones y la Oficina de Tecnologías de la Información y Datos Geofísicos.

N°	NOMBRE DE ACTIVIDAD	PONENTE	FECHA	HORARIO	N° PARTICIPANTES
1	Taller Herramientas de Colaboración en GSuite: Form + Sheets	Pedro Cuya Manco	17/06/2020	2:00 pm a 4:00 pm	56
2	Taller Herramientas de Colaboración en G-Suite : Plantillas Documentos + Hoja de Cálculo	Pedro Cuya Manco	24/06/2020	3:00 pm a 5:00 pm	38
3	Taller virtual: Importancia y Uso Plataforma GIS	William Félix Guerrero	19/08/2020	9:00 am a 11:00 am	45
4	Taller virtual: Perfiles del investigador: ORCID, CTI Vitae y Google Scholar Citations. Visibilidad de la producción científica a través del REGEN	Joselyn López y Gaby Alvarez	21/08/2020	2:30 pm a 4:00 pm	33

5	Taller virtual: Aplicaciones de Gestión Documental y Gestión de cambio con el uso de las Tecnologías de la Información	George Alain Huamanñahui y Alex Naupay Ferrer	14/09/2020	3:00 pm a 5:00 pm	66
6	Taller virtual: Nuevas funcionalidades del google chat y salas en el Gmail	Pedro Cuya Manco	23/09/2020	9:00 am a 11:00 am	44
7	Taller virtual: Cómo proteger mi ordenador de virus y amenazas	Walter Morales Rivera	30/10/2020	10:00 am a 12:00 am	84

PLAN DE BIENESTAR SOCIAL

Conforme a la revisión del Plan de Bienestar Social 2020, aprobada con Resolución De Gerencia General N° 003-2020-IGP-GG-OAJ, se desarrollaron actividades presenciales en los meses de enero, febrero y primera semana de marzo 2020.

Por otro lado, a raíz de la emergencia sanitaria por COVID 19, iniciada el 16 de marzo del 2020, se efectuó la priorización de actividades virtuales para el periodo julio a diciembre 2020. Acorde a lo señalado se desarrollaron las siguientes actividades con la participación de los colaboradores a nivel nacional.

- Campaña Odontológica
- Charla Virtual de Alimentación saludable en tiempos de COVID 19
- Talleres interactivos de Tai Chi
- Charlas de Salud Mental en Tiempos de COVID 19
- Campaña de Vacunación contra la Influenza, Hepatitis B, Tétanos y Neumococo

OTRAS ACTIVIDADES

- Taller: “Chocolate de la amistad IGP 2020”
- Taller:” Mujeres Trabajadoras del IGP
- Actividad virtual de integración y de confraternidad por aniversario del IGP 2020.
- Actividades Navideñas Sectoriales MINAM 2020.