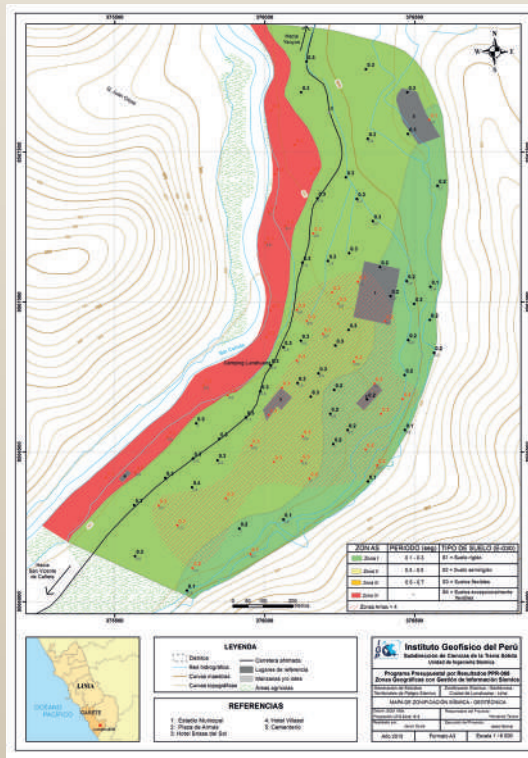


Programa Presupuestal N° 068: "Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres"
 Producto: "Estudios para la estimación de Riesgos de Desastres"

Generación de información y monitoreo de peligro por sismos, fallas activas y tsunamis

Boletín técnico bimensual

Peligro por sismos en la localidad de Lunahuaná



Contenido

2 - 3 Introducción

4 - 19 Boletín Especial

Programa Presupuestal por Resultados N° 68 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”.

Producto: Estudios para la estimación de Riesgos de Desastres

Actividad: Peligro por sismos, fallas activas y tsunamis

Elsa Galarza

Ministra del Ambiente

Ronald Woodman

Presidente Ejecutivo IGP

José Macharé

Director Científico IGP

Hernando Tavera

Responsable de la Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Edmundo Norabuena

Responsable de la Subdirección de Redes Geofísicas

Alejandra Martínez

Responsable de la Subdirección de Geofísica y Sociedad

Edición: Luis Santos

Diseño y Diagramación: Dante Guerra E.

Instituto Geofísico del Perú
Calle Badajoz 169 Mayorazgo
IV Etapa - Ate
Teléfono (511) 3172300

Impreso por:
Lettera Gráfica SAC.
Av. La Arboleda 431 - Ate
Teléfono (511) 7150315

Lima, Octubre del 2016

Hecho el Depósito Legal en la
Biblioteca Nacional del Perú N° 2016 - 05047

Introducción

El Programa Presupuestal por Resultados (PPR) es una estrategia de gestión pública que vincula la asignación de recursos a productos y resultados medibles a favor de la población. Dichos resultados se vienen implementando progresivamente a través de los programas presupuestales, las acciones de seguimiento del desempeño sobre la base de indicadores, las evaluaciones y los incentivos a la gestión, entre otros instrumentos que determina el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) a través de la Dirección General de Presupuesto Público, en colaboración con las demás entidades del Estado.

El Instituto Geofísico del Perú (IGP) viene participando en el Programa Presupuestal 068: “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”, específicamente con el producto “Estudios para la estimación del riesgo de desastres”.

Con este propósito, tres de las cuatro subdirecciones del IGP vienen participando activamente en una actividad que incluye el monitoreo, generación de información, y difusión de resultados de esa actividad: Ciencias de la Tierra Sólida, Redes Geofísicas y Geofísica & Sociedad. Todas ellas contribuyen – desde su específico campo de trabajo –, a que la ciudadanía pueda contar con información confiable y oportuna sobre el ambiente geofísico que la rodea, y a que las autoridades puedan tomar decisiones informadas sobre eventos potencialmente desastrosos en su localidad, municipio o región, específicamente sobre sismos, fallas activas y tsunamis.

Así, el presente Boletín bimensual tiene como objetivo difundir información de primera mano sobre el ambiente geofísico, conocimientos y avances científicos y tecnológicos, y noticias relacionadas. Este quinto número se centra en la localidad de Lunahuaná, sin embargo la información que contiene es válida para recordarnos que nuestro país está expuesto y es vulnerable ante fenómenos geofísicos que pueden afectar a sus ciudadanos y sus principales medios de vida.

Los resultados de esta actividad están disponibles en:
www.igp.gob.pe/sysppr.



IGP

PO-SNAT

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

Es importante recalcar que se cumple un rol social, pues se contribuye a prevenir y mitigar fenómenos con gran potencial destructivo. Las actividades principales son: la investigación científica, la educación y la prestación de servicios en Geofísica Aplicada. Con más de 60 años de aportes de conocimiento y tecnología, contamos con connotados especialistas para hacer investigación, todos ellos peruanos, que contribuyen con talento y experiencia para servir a la población peruana.

El Protocolo Operativo del Sistema Nacional de Alerta de Tsunami (PO-SNAT) es el resultado de un trabajo conjunto entre el Instituto Geofísico del Perú (IGP), la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) y el Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci).

Las bases del mismo establecen las responsabilidades y funciones de cada institución en caso ocurra un evento sísmico que origine un tsunami en las costas de Perú.

De esta forma, se determinó que ante la ocurrencia de un sismo de origen cercano el IGP proporcionará los parámetros sísmicos de localización (latitud, longitud, profundidad y magnitud) a la DHN, institución que previo análisis y evaluación de estos datos determinará la posibilidad que ocurra un tsunami, información que será transmitida al Indeci para que sea difundida a las autoridades locales correspondientes.

El citado protocolo fue aprobado oficialmente en junio de 2012 por las máximas autoridades de cada institución: el Dr. Ronald Woodman del IGP, el General Alfredo Murgueytio del Indeci, y el Almirante Javier Gaviola de la DHN.

LEY N° 29664

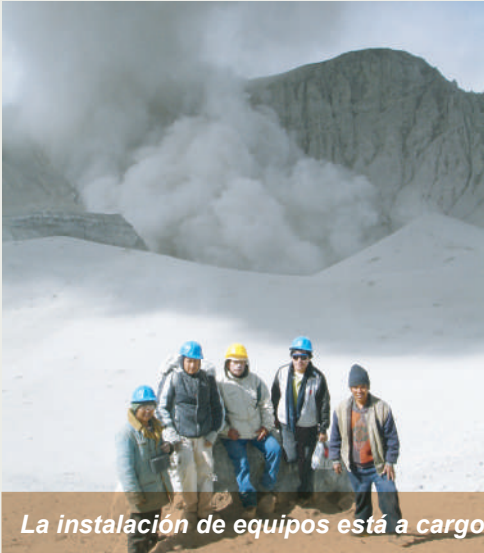
Resumen

La Norma regula los objetivos, composición y funcionamiento del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres - SINAGERD, cuya finalidad es identificar y reducir los riesgos asociados a peligros, minimizar sus efectos y atender situaciones de peligro mediante lineamientos de gestión.

Entre otros puntos indica que, teniendo como base la investigación científica, se identificará y conocerá los peligros naturales a los que estamos expuestos para tomar las medidas de prevención, reducción y de control de los factores de riesgo, labor que recae en el gobierno pero que involucra a la sociedad, cuya protección es el fin último de la gestión de riesgo de desastres.

“La instrumentación que gestiona Redes geofísicas es el pilar de gran parte de los estudios científicos del IGP”

Edmundo Norabuena, Ph.D.



La instalación de equipos está a cargo del personal de la Subdirección de Redes Geofísicas

El planeta donde vivimos, a través de sus 4,000 millones de años de existencia, ha sido y sigue siendo controlado por grandes fuerzas internas (tectónicas) y externas como los eventos climáticos extremos que de manera independiente o conjunta producen cambios irreversibles sobre la superficie terrestre. Dado que la población mundial habita sobre esta y recibe el impacto de estos eventos extremos se hace imprescindible un monitoreo adecuado para entender su comportamiento, sobre todo para diagnosticar y/o analizar sus eventuales anomalías. Para este fin, a lo largo de la corteza se instala estratégicamente una serie de instrumentos que registran parámetros físicos y proporcionan información invaluable para la investigación científica.

En el caso peruano, el Instituto Geofísico del Perú (IGP) tiene la función de vigilar y estudiar los fenómenos geofísicos (sismos, tsunamis, fallas activas, movimientos de masa, erupciones volcánicas, cambio climático entre otras), que presentan peligro al ciudadano y afectan su ambiente de vida así como la infraestructura donde desarrolla sus actividades socioeconómicas. Para cumplir con este fin cuenta con la Subdirección de Redes Geofísicas (RGE) dirigida por el Dr. Edmundo Norabuena, la cual es responsable de desarrollar e instalar instrumentación geofísica a lo largo y ancho del país para recolectar información para la alerta temprana y ampliar el conocimiento de los fenómenos antes mencionados. “Nuestra misión es la gestión de los sistemas de monitoreo geofísico del IGP e incluye estratégicamente la innovación, desarrollo, implementación y operación

del instrumental científico requerido por los sistemas de alerta sísmicos y de investigación en ciencias de la Tierra. Para este fin contamos con un equipo humano conformado por ingenieros y técnicos altamente motivados y cuyo esfuerzo permite que la información de los equipos fluya en tiempo real de manera constante hacia el centro de adquisición sísmica en Lima”, señala el Dr. Norabuena para luego dar detalle de los avances en instrumentación geofísica.

La Red Geofísica Nacional

“La Red Geofísica Nacional está conformada por redes independientes, cada una cumpliendo una función específica: La Red Sísmica Nacional (RSN), la Red Acelerométrica Nacional (RAN) y la Red de Monitoreo de Deformación y Fallas Activas (RMD). Estas redes mejoradas y ampliadas en los últimos 5 años utilizan instrumental de última tecnología así como el estado del arte en sistemas de telecomunicación digital”, afirma.

Agrega que la RSN está conformada por 52 estaciones sísmicas distribuidas a nivel nacional, de las cuales 40 de ellas cuentan con transmisión satelital VSAT y 12 con conexión a internet para enviar su información en segundos al Servicio Sismológico Nacional.

Asimismo, indica que en setiembre último se ha completado la instalación de 169 modernos acelerómetros que constituyen el núcleo de los 192 componentes de la Red Acelerométrica Nacional

y que permitirá obtener mapas de intensidades sísmicas inmediatamente después de ocurrido un sismo para evaluar los niveles de sacudimiento inducidos.

Añade que se ha implementado un centro de respaldo de monitoreo satelital en el Observatorio de Huancayo, por lo que de ocurrir un sismo en Lima que afecte la operatividad de la sede central del IGP, la instalación alterna de monitoreo al estar registrando simultáneamente las señales garantiza el flujo de información al Servicio Sismológico Nacional.

Programa Presupuestal 068

Respecto al PP068 refiere que la Red de Monitoreo de Deformación (RMD) alcanza el número de 35 estaciones GPS de operación continua, la mayoría en el sur del Perú monitoreando el gap sísmico de Tacna-Arica y el resto distribuido en las principales fallas activas que existen a nivel nacional (Cordillera Blanca, Altomayo, Huaytapallana Tambomachay y Cabanaconde), las cuales son fuente de actividad sísmica que podría afectar a las poblaciones asentadas en sus alrededores.

Destaca que se ha logrado la instalación, operación y mantenimiento de estas estaciones, lo que permite que el IGP este en el “estado del arte” a nivel sudamericano en tecnologías de monitoreo de actividad sísmica y geofísica en general. “En Sudamérica estamos acercándonos al nivel alcanzado por Chile luego del terremoto de Maule 2010. y en desarrollo tecnológico llevamos quizás levemente la delantera”, afirma.

Sobre el aporte de su subdirección en la vigilancia volcánica, el Dr. Norabuena explica: “Este último año completamos 18 estaciones sísmicas alrededor de los volcanes Misti, Ubinas, Ticsani y Sabancaya, las cuales conforman la Red de Monitoreo Volcánico (RMV)”

Convenios

“Dado el alto nivel de nuestro trabajo, empresas estatales y privadas se han interesado en trabajar conjuntamente con la institución. Por ello, se mantiene convenios con las empresas Electroperú y Milpo, respectivamente. En el primer caso se estudia la actividad sísmica que podría afectar la represa del Mantaro y la estación hidroeléctrica Santiago Antúnez de Mayolo; mientras que en el segundo se monitorea los niveles de aceleración en el área de operación de la minera”, refiere el investigador.

Agrega que como parte de convenios con otras instituciones y/o universidades extranjeras entre



Perfil del entrevistado

Edmundo Norabuena, Ph.D.

Investigador Científico del Instituto Geofísico del Perú

Ph.D en Geofísica y Geología Marina (University of Miami – FI, USA); MSc. en Geofísica (Virginia Polytechnic Institute & State University Virginia Tech, USA); segunda Especialización en Ingeniería de Sistemas (Universidad de Lima); BSc. en Ingeniería Electrónica-Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). Campo de investigación en dinámica de la corteza terrestre utilizando geodesia espacial, sismología aplicada, experto en sistemas de adquisición en tiempo real y procesamiento de señales digitales aplicados al monitoreo y estudio de eventos geofísicos extremos (terremotos, erupciones volcánicas, deslizamientos naturales y antrópicos entre otros).

las que se mencionan el Instituto Tecnológico de California (Caltech), el Instituto de Ciencias de la Tierra – ISTerre- Grenoble, Universidad de Liverpool-UK, la RGE se encarga de la gestión del instrumental Geofísico y participa en los estudios consiguientes.

Futuro

El Dr. Norabuena explica que el nuevo enfoque de Redes Geofísicas está orientado a una acción más proactiva de desarrollo e innovación con la incorporación de ingenieros jóvenes en los procesos del área. Esto es imprescindible dada la reciente aprobación por parte del Estado de implementar el “Laboratorio Nacional de Instrumentación Geofísica – LNIG”, el cual es un proyecto SNIP elaborado por RGE y recientemente declarado viable por la PCM y el MEF, cuya fase de implementación inicia en enero del 2017 y construcción en agosto del mismo año. Se proyectó sea un centro de alto nivel en instrumentación geofísica, el cual además de encargarse del desarrollo de prototipos, mantenimiento, y calibración de equipos geofísicos del IGP, dará consultoría y servicio técnico experto a otras instituciones que utilizan instrumentación geofísica similar.

“La finalidad del LNIG es salvaguardar la inversión del Estado en toda la instrumentación adquirida (por adquirirse) en los últimos años y como institución mantener la marca IGP como expertos en instrumentación geofísica a nivel nacional, ya que sin instrumentos en óptimas condiciones y desarrollo tecnológico permanente no es posible hacer investigación.”, finaliza.

Estudios en Ingeniería Sísmica en Lunahuaná



La técnica de cocientes espectrales es una de las tres que se usaron durante los estudios.

La Unidad de Ingeniería Sísmica de la Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida del IGP realizó durante el 2015, en el área urbana del distrito de Lunahuaná, una serie de estudios en sísmica y geofísica con el objetivo de conocer las propiedades físicas del subsuelo (periodos dominantes, velocidades sísmicas, resistividades del subsuelo, entre otros). Los mismos que comprendieron la aplicación de los siguientes métodos:

Estudio sísmico con la técnica H/V; para su aplicación se procedió, sobre el mapa catastral de la ciudad de Lunahuaná y alrededores, a definir la distribución y el número de puntos para el registro de vibraciones ambientales teniendo en cuenta la información geológica y geomorfológica de la zona de estudio. Esta información permitió obtener espectros de Fourier para los componentes de registro y a partir de la razón de estos (componentes horizontales y verticales), conocer las frecuencias predominantes y/o periodos dominantes de vibración natural del suelo y, en algunos casos, la amplificación sísmica relativa.

Según los resultados obtenidos, en la ciudad de Lunahuaná predominan frecuencias entre 3.0 y 4.0 Hz, y sus características están de acuerdo a la topografía de la zona. Por ejemplo, próximo al río se presentan amplificaciones máximas relativas de hasta seis veces, y en el centro del área urbana de hasta cuatro veces. Por otro lado, conforme se acercan hacia los cerros, las frecuencias tienden a valores mayores del orden de 10 Hz, con mínimas amplificaciones relativas. Estos resultados evidencian que los suelos en la ciudad de Lunahuaná son consistentes, excepto próximo al río Cañete donde son mayormente flexibles.

Estudios sísmicos con la técnica de arreglos sísmicos; el método MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) permite conocer la velocidad de propagación de las ondas sísmicas en el subsuelo a partir del análisis de la dispersión de ondas superficiales registradas por arreglos lineales de estaciones sísmicas. Para el registro de la información se utilizó un equipo de refracción sísmica que consta de un registrador multipropósito, modelo GEODE (24 canales), geófonos de 4.5 Hz y registros a una resolución de 24 bits con un rango dinámico mayor a 110 dB. Como fuente de impacto y/o energía para generar las ondas sísmicas se utilizó un martillo de 20 lbs.

Asimismo, con el objetivo de conocer la velocidad de las ondas de corte (V_s) en la ciudad de Lunahuaná, se realizaron un total de ocho perfiles sísmicos distribuidos en los extremos de la localidad teniendo como guía los puntos cardinales, entre los puntos considerados figuran los jirones Nicolás Ayllón, 28 de Julio, Bolívar, la plaza de armas, entre otros.

Los resultados obtenidos con los sondeos MASW permitieron conocer que los suelos de la ciudad de Lunahuaná están conformados por una capa de sedimentos superficial con velocidades entre 200 y 290 m/s y espesores de hasta siete metros seguido por un estrato de gravas areno-limosas con velocidades de entre 300 y 500m/s y espesores que superan los 10 metros. Próximo al río Cañete la capa superficial presenta velocidades bajas alrededor de los 180 m/s, los mismos que corresponden a suelos flexibles.

Estudios de tomografía eléctrica; técnica que permite obtener información sobre las propiedades físicas del subsuelo mediante la evaluación del parámetro de resistividad al paso de la corriente eléctrica. Esta propiedad permite conocer la resistividad del subsuelo asociada a la presencia de capas con mayor o menor contenido de agua. En la ciudad de Lunahuaná y alrededores se realizaron cinco líneas de tomografía eléctrica con el dispositivo polo-dipolo y la distribución de 25 electrodos a fin de alcanzar tendidos de 24, 60, 120 y 144 metros, lo cual permitió tener alcances en profundidad del orden de 10 y 40 metros.

La distribución de los valores de resistividad evidencian la presencia de zonas con valores altos resistivos asociados a afloramientos de granodiorita (extremo Este) y otras con valores bajos resistivos que corresponderían a suelos saturados por la influencia del río Cañete (extremo Oeste). Hacia el extremo norte del área urbana de Lunahuaná se evidencia la presencia de zonas con alto nivel freático, debido a la presencia de terrenos de cultivo y canales de agua que contribuyen a la saturación del medio. Mientras que, a profundidades mayores a los 10 metros, se observa estratos más resistivos asociados a suelos compactados o afloramientos de rocas ígneas intrusivas.

Para presentar los resultados finales obtenidos con la técnica H/V, los valores de frecuencias fueron transformados a periodos dominantes y para construir el mapa de periodos se asignó a cada punto de medición un radio de confiabilidad de 10 metros, lo cual facilita los procedimientos seguidos para la zonificación de los suelos.

Los periodos dominantes que caracterizan a los suelos de la ciudad de Lunahuaná están relacionados por sus condiciones físico-dinámicas a través de la relación $T_0=4H/V_s$ (T_0 , periodo dominante; H , espesor del estrato y V_s , velocidad de onda de corte). Asumiendo velocidades de 180 m/s y 350 m/s para las ondas de corte (V_s) y periodos de 0.3 segundos, se estimó para la capa superficial espesores entre 10 y 26 metros. Estos valores fueron confirmados con los modelos de velocidad y espesores de capas obtenidos con los métodos geofísicos.

Por otro lado, se tiene también como resultado que los suelos en la ciudad de Lunahuaná son dinámicamente similares y responden a periodos menores e iguales a 0.3 segundos, los cuales sugieren la presencia de una capa superficial de poco espesor que es influenciada por otra de mayor espesor y más profunda, ambos con efectos especiales asociados a la dinámica local del subsuelo.



Los estudios comprendieron el área urbana del distrito de Lunahuaná.

Estudios en Geodinámica Superficial en Lunahuaná

Durante el 2015, la Unidad de Geodinámica Superficial de la Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida del Instituto Geofísico del Perú (IGP), realizó una serie de trabajos de campo enfocados a la caracterización geodinámica y geotécnica del distrito de Lunahuaná, tras los cuales llegó a las siguientes conclusiones:

Geomorfología; en el área sobre la cual se emplaza la ciudad de Lunahuaná se ha identificado la existencia de seis unidades geomorfológicas, las mismas que – según su origen – se clasifican en: tectónico (montaña, con un 30 % de ocupación de la zona de estudio en ambos márgenes del río Cañete), denudacional (lomas, con un 5 % de ocupación de la ciudad en el extremo suroeste del centro urbano), depositacional (terrazza y abanico aluvial, con un uso del 70 % para la actividad agrícola y el resto por el área urbana en el primer caso y 15% de la ciudad en el segundo), fluvial (lecho aluvial y torrenteras, que son cursos de agua permanente y estacionales, respectivamente, con una ocupación – cada una – del 10% de superficie de la ciudad de Lunahuaná).

Geología; se hizo incidencia en el reconocimiento de las formaciones geológicas (litologías) y depósitos del cuaternario en la ciudad de San Vicente de Cañete y alrededores. A nivel regional se tomó como base la información descrita por Salazar y Landa (1993) a escala 1/100000, autores que describen las unidades litológicas aflorantes en la zona de estudio, las mismas que consisten en rocas del Mesozoico

Inferior al Cuaternario Reciente, todas conformadas por rocas volcánicas de las cuales se tiene como substrato a la Formación Huaranguillo (Kis-hu), constituida principalmente por calizas intercaladas con lutitas andesíticas, seguida de granodioritas (ks-in/gd) que pertenecen a la Superunidad Incahuasi.

Mientras que a nivel local se realizó el reconocimiento y cartografiado de las unidades litológicas aflorantes en la ciudad de Lunahuaná a escala 1:10,000, tras lo cual se determinó la presencia de las siguientes unidades estratigráficas: rocas intrusivas, formación Huaranguillo, depósitos cuaternarios y coluviales.

Geodinámica; los eventos geodinámicos predominantes en la ciudad de Lunahuaná son los movimientos de masa del tipo caída de rocas e inundaciones. En el primer caso, según el movimiento, se tiene cinco clases: caída, volcamiento, deslizamiento, flujo y propagación lateral, mientras que según el material se tiene: rocas y suelos (divididos en detritos y tierras).

En el segundo caso, para la simulación de los eventos hidrometeorológicos, la estimación de áreas inundables y la obtención del umbral de inundación del río Cañete, fue necesario utilizar un modelo numérico hidráulico computacional. De esta forma, para el cálculo del hidrograma del caudal máximo que puede fluir en el cauce del río Cañete antes que ocurra un desbordamiento y provoque una



Uno de los eventos geodinámicos predominantes son la caída de rocas.



En Lunahuaná se identificaron seis unidades geomorfológicas: montaña, lomas, terraza y abanico fluvial, lecho aluvial y torrenteras.

inundación, se realizaron simulaciones del flujo permanente (caudales constantes) menor al máximo calculado para el evento extremo, hasta llegar al mínimo caudal que produzca desbordamiento. En este caso el umbral de inundación calculado fue de 240 m³/s.

Geotecnia; para el estudio de los suelos en la ciudad de Lunahuaná se recolectó información según las siguientes técnicas: exploraciones a cielo abierto (calicatas, Norma ASTM D420), exploración con posteadora manual (Norma ASTM D1452) y ensayo de penetración dinámica ligera (DPL, Norma DIN4094).

En base a la información recopilada de las calicatas, posteos y de los resultados obtenidos de los ensayos granulométricos realizados en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina, se realizó la clasificación de suelos SUCS para la ciudad de

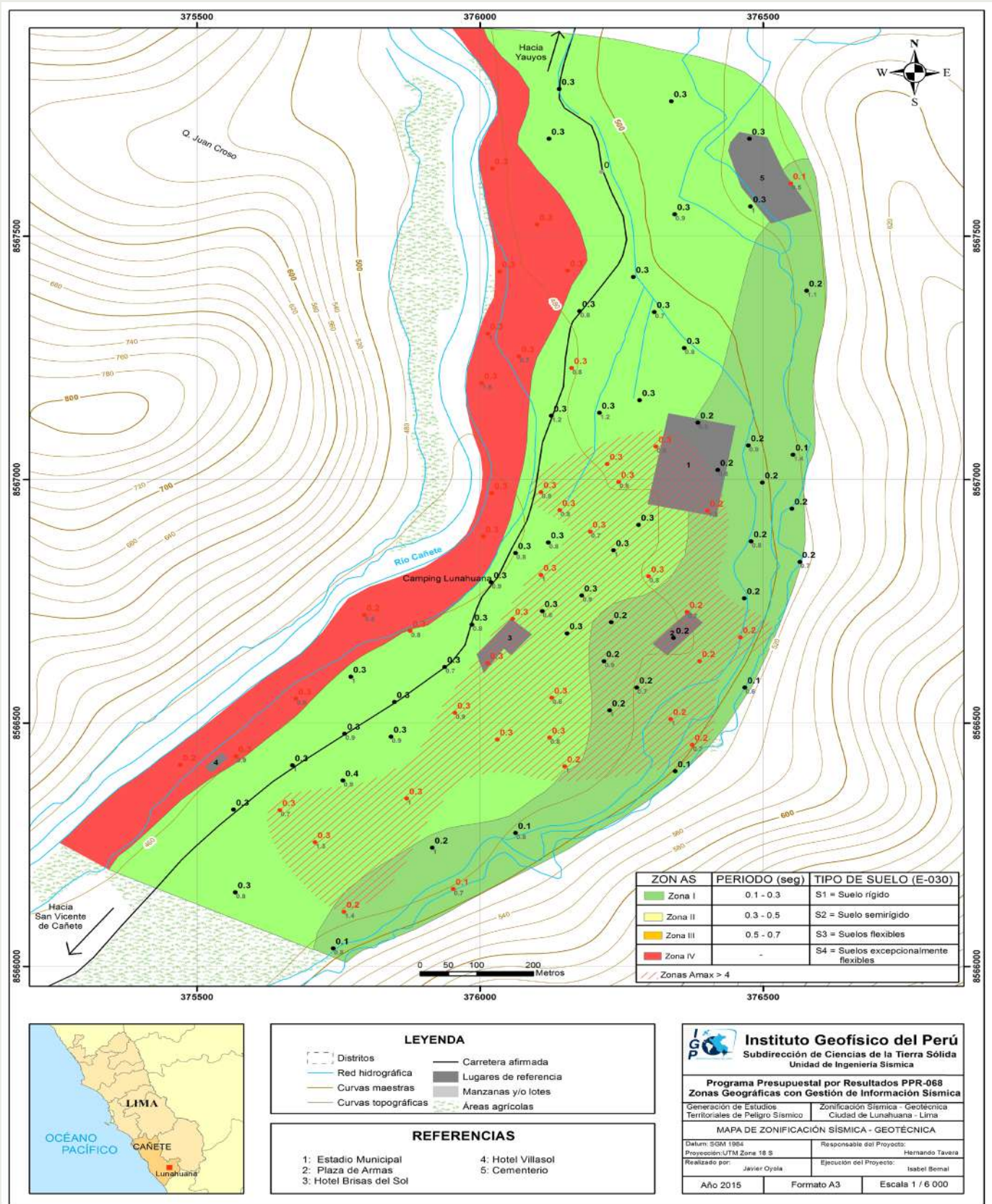
Lunahuaná, tras lo cual se identificaron los siguientes tipos: suelos GW (gravas arenosas bien graduadas con humedad de 4.24%), GM(gravas arenosas bien graduadas con humedad de 3.60%), SW (arenas bien graduadas con contenido de grava y limos), y SP (arenas mal graduadas con contenido de grava y limos).

Asimismo, el desarrollo de ensayos de corte directo muestran que los suelos en el área urbana de Lunahuaná presentan bajos valores de cohesión; mientras que los valores para los ángulos de fricción interna son mayores a 28°, característico de suelos conformados por arenas sueltas mal graduadas con contenido de gravas. Por otro lado, en lo que respecta a la capacidad de carga admisible, se determinó que gran parte del área urbana de la ciudad de Lunahuaná se asienta sobre carga admisible baja y alta, 40% del área de estudio en ambos casos.

<< Todas las conclusiones, gráficos y mapas de estos estudios están incluidos en el informe “Zonificación sísmica - geotécnica del área urbana de la ciudad de Lunahuaná”, elaborado en el marco del Programa Presupuestal 068 >>

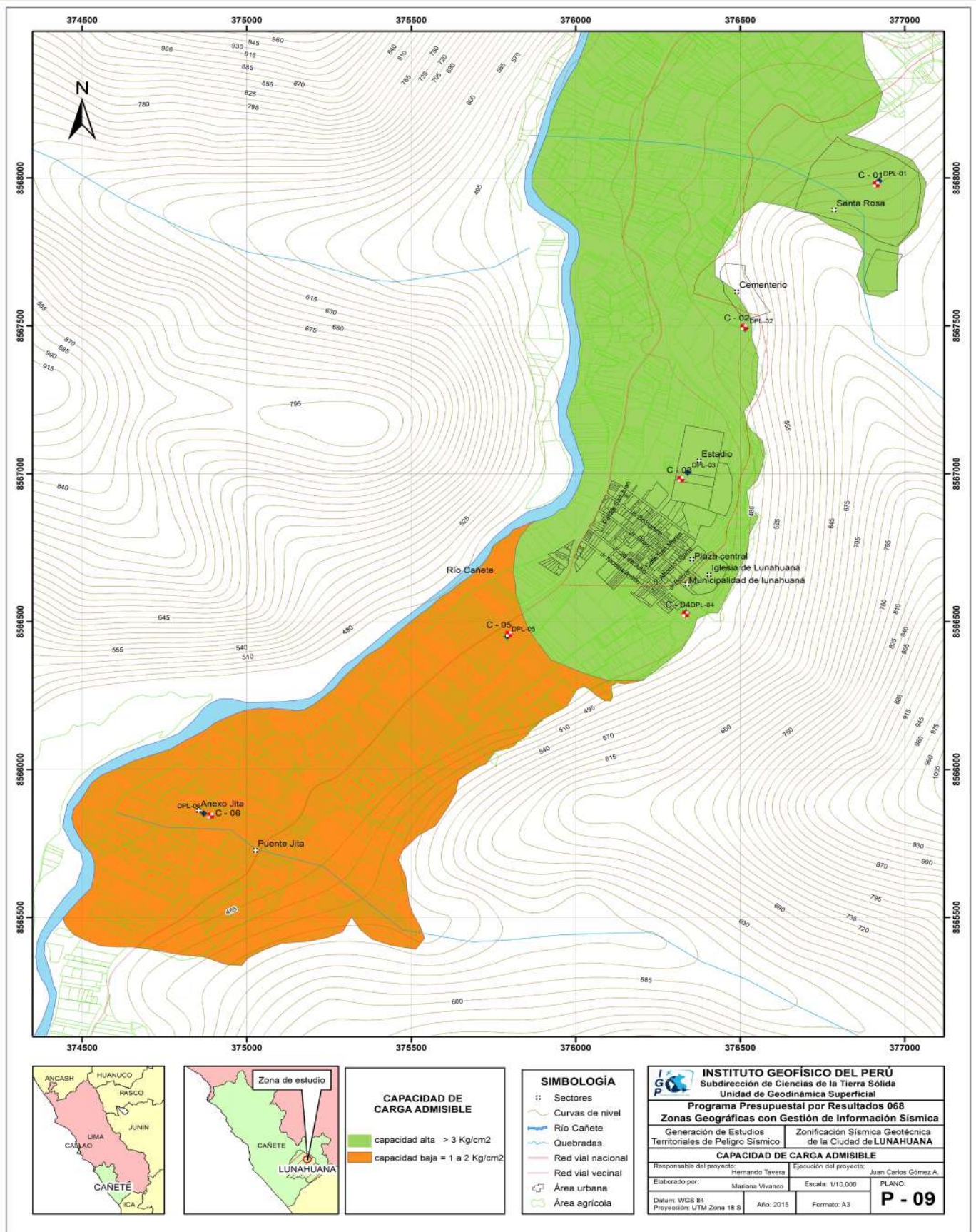
Ingeniería Sísmica

Mapa de zonificación sísmica-geotécnica



Geodinámica Superficial

Mapa de capacidad de carga admisible



Municipalidad de Huaral realizó reconocimiento al trabajo de CTS



El Dr. Tavera recibió la distinción en representación de CTS.

La alcaldesa provincial de Huaral, Ana Kobayashi, realizó en julio un reconocimiento al trabajo realizado en su ciudad por la Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida (CTS), distinción que fue recibida por el Dr. Hernando Tavera, director de la citada Subdirección de investigación del IGP.

El reconocimiento fue dado por los estudios desarrollados en el 2015 en el marco del Programa

Presupuestal 068, los cuales conllevaron a la entrega a las autoridades municipales del informe técnico “Zonificación Sísmica – Geotécnica del área urbana de la ciudad de Huaral”.

“Con este informe se podrá reordenar el uso de suelos y así reducir la vulnerabilidad de la ciudad”, señaló el Dr. Tavera.

Red Acelerométrica Nacional continúa implementación de equipos a nivel nacional

La red acelerométrica del Instituto Geofísico del Perú (IGP) se ha mejorado e implementado hasta tener operativos a la fecha cerca de 200 acelerómetros, todos instalados en el interior de locales escolares de las principales ciudades del país mediante la firma de convenios, lo cual facilitó los temas logísticos del caso. La tarea de instalación y mantenimiento de la red está a cargo de la Subdirección de Redes Geofísicas mientras que el análisis de la información lo realiza la Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida.

La especialista Luz Arredondo indicó al respecto que la información obtenida por esta red permite conocer las propiedades físicas del subsuelo, como es el Pico Máximo de Aceleración (PGA, Peak Ground Acceleration) y, mediante su espectro de respuesta, los periodos de respuesta del suelo y sus factores de amplificación máxima. Desde el punto de vista de la ingeniería estos valores definen las características del comportamiento del suelo y de las estructuras al paso de las ondas sísmicas.

Proyectos de estudios en geodinámica son ejecutados en Huancavelica y Puno

Como parte de la investigación científica que realiza el IGP, la Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida (CTS) está realizando el proyecto “Fenomenología de las principales avalanchas de escombros en el complejo volcánico Sillapaca, Puno-Perú”, a cargo del ingeniero geólogo Julio Lara. Este estudio cuenta con la participación de geólogos mexicanos del Instituto Geofísico de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Asimismo, teniendo en cuenta la alta vulnerabilidad física de la localidad de Cuenca y el barrio de Huayllapampa, la Ing. Socorro Vivanco, de la citada subdirección, está desarrollando el proyecto “Caracterización geológica – geotécnica y monitoreo geodésico espacial del deslizamiento en la localidad de Cuenca, distrito de Cuenca, provincia y región Huancavelica”, el cual permitirá determinar la tasa de movimiento y la dirección con la que el suelo se desplaza.



El Ing. Lara realizó el estudio junto con geólogos de la UNAM.

Ejecutivos de Japón y China visitaron centro de monitoreo sísmico acelerométrico

Representantes de la empresa japonesa NEC Corporation visitaron la primera semana de junio el Centro Nacional de Monitoreo Sísmico – Acelerométrico del Instituto Geofísico del Perú (IGP), ubicado en su sede de Camacho, para conocer los proyectos que se están llevando a cabo en el país en el ámbito de la tecnología de instrumentación para el monitoreo de sismos y comportamiento dinámico de suelos.

Asimismo, en la segunda quincena del citado mes, ejecutivos del gobierno de Zhangzhou (China) visitaron la referida sede para conocer la puesta en marcha de una alerta integral sobre sismos en el Perú, los proyectos científicos que se están llevando a cabo y el apoyo gubernamental para el desarrollo de nuevos estudios del sistema de fallas de la región.



El Dr. Tavera (centro) recibió a los visitantes extranjeros en la sede de Camacho del IGP.

Análisis de microsismicidad definirá geometría de fallas en Tacna y Moquegua

La Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida del IGP está desarrollando el proyecto “Análisis de la microsismicidad asociada al sistema de fallas presentes en las regiones de Tacna y Moquegua”, en el cual la Ing. Patricia Guardia analiza la microsismicidad registrada por una red compuesta por 12 estaciones sísmicas de banda ancha que operó en dicha región durante los años 2010 - 2012.

“Nuestro objetivo es analizar la actividad microsísmica y definir la geometría del sistema de fallas, así como identificar los patrones de la deformación que controlan la geodinámica local en el borde occidental de la cordillera andina en la región sur”, precisó la ingeniera.

Lunahuaná recibió capacitación sobre ocurrencia de sismos

Mediante un taller organizado por el Instituto Geofísico del Perú (IGP) en el marco del Programa Presupuestal 068 “Reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”, funcionarios y público en general del distrito de Lunahuaná fueron capacitados en agosto sobre la ocurrencia de sismos.

Las presentaciones estuvieron a cargo por parte del IGP de representantes de las subdirecciones de Geofísica & Sociedad y Ciencias de la Tierra Sólida, así como del Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci) y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (Cenepred).

Asimismo, comprendieron temas como las características del Programa Presupuestal 068, la sismicidad en la costa peruana, la gestión prospectiva y reactiva en la gestión de riesgo de desastres, además del uso de los mass media y redes sociales en esta labor.

Como actividad previa a las ponencias el IGP hizo entrega a la Municipalidad Distrital de Lunahuaná de un ejemplar del Mapa Sísmico del Perú, el cual cuenta con un consolidado de los sismos percibidos en el país desde 1960 a la actualidad.

De esta forma, el IGP capacitó a la quinta localidad programada en el presente año dentro del ciclo de talleres 2016 sobre la ocurrencia de sismos y tsunamis, siendo las localidades ya visitadas Chancay, Asia, Cerro Azul y Huaral.

Durante la estadía del personal del IGP en Lunahuaná se visitaron en compañía de personal de la Subgerencia de Defensa Civil de la comuna local, las principales zonas vulnerables ante la ocurrencia de sismos. La evaluación de esta visita está registrada en la sección “Características geográficas” del presente boletín.



En el taller de sismos participaron funcionarios, profesionales y público en general.

Introducción

La provincia de Cañete se divide en dieciséis distritos: San Vicente de Cañete, Asia, Calango, Cerro Azul, Chilca, Coaylo, Imperial, Lunahuaná, Mala, Nuevo Imperial, Pacarán, Quilmaná, San Antonio, San Luis, Santa Cruz de Flores y Zúñiga. El distrito de Lunahuaná tiene una altitud de 479 m.s.n.m. sus coordenadas geográficas, son 12°57'36"S 76°08'04"O, se encuentra ubicada en el kilómetro 182 al Sureste de Lima y tiene una extensión territorial de 500,33 km² (INEI, 2013).

Lunahuaná es declarada como "Capital turística y cultural de la provincia de Cañete" debido a los deportes de aventura que se practican.

Los sismos son amenazas constantes para el país, y el distrito de Lunahuaná no es ajeno a este tipo de peligros. Las comunidades y sectores poblados con un alto nivel de desigualdad social serían las más afectadas, por estar más expuestas ante un evento de esa naturaleza (UNESCO, 2011).

El análisis socioeconómico que se realizó tuvo como finalidad saber el grado de desigualdad social de la población. Las secciones desarrolladas son: demografía, salud y vivienda.

Demografía

La población de la provincia de Cañete asciende a 229 693 habitantes, siendo la segunda provincia de la región Lima y representando cerca del 2,4% del total de habitantes, con una tasa anual de crecimiento poblacional de 1,46% desde el año 2007.

El distrito de Lunahuaná en el año 2014 tuvo una población de 4 805 habitantes, representando el 2,1% de los habitantes de la provincia de Cañete. La tasa anual de crecimiento poblacional desde el año 2007 fue de 0,15%.

El crecimiento anual del distrito de Lunahuaná (0,15%) fue menor al de la provincia de Cañete (1,46%), al de la región Lima (1,49%) y al país en su totalidad (1,13%). (Tabla 1)

Tabla 1: Población proyectada y tasa de crecimiento 2007 - 2014

| Ámbito geográfico | 2000 | 2007 | 2014 | Crecimiento anual 2007-14 |
|-----------------------|------------|------------|------------|---------------------------|
| Distrito de Lunahuaná | 4 672 | 4 756 | 4 805 | 0,15% |
| Provincia de Cañete | 184 998 | 207 462 | 229 693 | 1,46% |
| Región Lima | 7 767 873 | 8 730 820 | 9 685 490 | 1,49% |
| Perú | 25 983 588 | 28 481 901 | 30 817 696 | 1,13% |

Fuente: Población Perú 2000 - 2015 (INEI, 2014)

Tabla 2: Distribución de la población por grupos de edad

| Grupos de edad | Distrito de Lunahuaná | | Perú | |
|----------------|-----------------------|--------|------------|------------|
| | 1993 | 2007 | 1993 | 2007 |
| 0 - 14 | 29,20% | 24,11% | 37,00% | 30,50% |
| 15 - 29 | 22,68% | 21,13% | 28,60% | 27,60% |
| 30 - 64 | 34,75% | 38,41% | 29,80% | 35,50% |
| 65 y más | 13,37% | 16,36% | 4,70% | 6,40% |
| Total (*) | 4 233 | 4 567 | 22 048 356 | 27 412 157 |

(*) Número total de personas censadas. Fuente: Censos Nacionales (INEI, 1993 y 2007)

La Tabla 2 presenta los grupos de edades para el distrito de Lunahuaná y para el Perú. La población agrupada de acuerdo a las edades proporciona una información valiosa sobre la dinámica poblacional.

El 55% de la población está conformada por adultos jóvenes, adultas y adultos mayores (INEI, 2008), a pesar de que la población menor a 30 años en el año 2007 (45,2%) presentó una caída a comparación del año 1993 (51,8%).

Salud

La salud tiene un rol muy importante en el capital humano, debido a que es necesario para el desarrollo de las capacidades productivas de la población.

La Tabla 3 muestra la infraestructura en salud para Lunahuaná, la provincia de Cañete, y para el país en su conjunto en el año 2014.

Tabla 3: Infraestructura en salud

| Ámbito geográfico | Número de: | | | Habitantes por cada: | | |
|-----------------------|------------|------------------|------------------|----------------------|-----------------|-----------------|
| | Hospitales | Centros de salud | Puestos de salud | Hospital | Centro de salud | Puesto de salud |
| Perú | 526 | 2 096 | 7 124 | 57 938 | 14 540 | 4 278 |
| Prov. de Cañete | 2 | 16 | 29 | 113 130 | 14 141 | 7 802 |
| Distrito de Lunahuaná | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 798 | 0 |

Fuente: Registro Nacional de Establecimientos de Salud (MINSA, 2014)

El distrito de Lunahuaná tiene 1 centro de salud, no tiene hospitales ni puestos de salud, existiendo cuatro mil setecientos noventa y ocho habitantes por centro de salud.

Este número es inferior al número de habitantes por provincia de Cañete (14 141) y a nivel nacional (14 540). Es decir, el distrito posee un número menor de centros de salud por persona que el promedio nacional.

Vivienda

El acceso a servicios básicos de la vivienda posibilita un incremento del bienestar de las personas y la menor exposición a enfermedades que son consecuencia de no poseer acceso a una red básica de saneamiento.

La Tabla 4 indica el porcentaje de viviendas según su forma de acceso al agua en el distrito de Lunahuaná y para la provincia de Cañete.

Tabla 4: Viviendas según forma de acceso al agua (en porcentajes)

| Ámbito geográfico | RP en vivienda | RP fuera de vivienda | Pilón de uso público | Camión - cisterna | Pozo | Río o acequia | Vecino | Otro |
|-----------------------|----------------|----------------------|----------------------|-------------------|------|---------------|--------|------|
| Distrito de Lunahuaná | 72,6 | 7,5 | 0,5 | 4,7 | 0,4 | 9,5 | 4,5 | 0,2 |
| Provincia de Cañete | 54,9 | 5,1 | 4,5 | 9,0 | 10,6 | 9,7 | 4,7 | 1,5 |

Fuente: Censo Nacional (INEI, 2007).

Diagnóstico socioeconómico

En el distrito de Lunahuaná, cerca del 81% de viviendas tienen acceso a la red pública de agua, dentro y fuera de la vivienda. Más del 19% restante, acceden al agua de otra forma (pozo, camión cisterna, río o acequia, vecino, etc.). Por otra parte, la proporción de viviendas que tienen acceso al agua por pozos, ríos o acequias en la provincia de Cañete es del 25%, cantidad superior a lo correspondiente al distrito de Lunahuaná (14%).

La Tabla 5 muestra el porcentaje de viviendas según su forma de acceso a algún servicio de desagüe.

En la provincia de Cañete cerca del 45% de las viviendas tienen acceso a la red pública de desagüe, proporción que se incrementa a comparación del distrito de Lunahuaná, con 16%. Por otro lado, las viviendas que no están conectadas a los sistemas públicos de tratamientos de aguas residuales utilizan el pozo séptico, pozo ciego o negro, letrinas, río, acequia o canal. La población de la provincia de Cañete presenta estos sistemas de desagüe (42%) en menor cantidad a comparación de Lunahuaná (77%).

Tabla 5: Viviendas según servicio de desagüe (en porcentajes)

| Ámbito geográfico | RP en vivienda | RP fuera de vivienda | Pozo séptico | Pozo ciego o negro / letrina | Río, acequia o canal | No tiene |
|-----------------------|----------------|----------------------|--------------|------------------------------|----------------------|----------|
| Distrito de Lunahuaná | 14,4 | 1,8 | 9,8 | 64,9 | 2,6 | 6,6 |
| Provincia de Cañete | 41,4 | 3,5 | 8,9 | 29,2 | 3,6 | 13,6 |

Fuente: Censo Nacional (INEI, 2007)

Tabla 6: Viviendas según el material de construcción empleado en las paredes (en porcentajes)

| Ámbito geográfico | Ladrillo o bloque de cemento | Adobe o tapia | Madera | Quincha | Estera | Piedra con barro | Piedra con cemento | Otro |
|-----------------------|------------------------------|---------------|--------|---------|--------|------------------|--------------------|------|
| Distrito de Lunahuaná | 21,7 | 57,5 | 1,4 | 7,9 | 9,8 | 0,1 | 0,2 | 1,4 |
| Provincia de Cañete | 41,7 | 34,8 | 2,9 | 4,8 | 13,5 | 0,0 | 0,1 | 2,2 |

Fuente: Censo Nacional (INEI, 2007).

En la Tabla 6, se observa que las paredes (cerca del 42% de las viviendas de la provincia de Cañete) están construidas de ladrillo o bloque de cemento, mientras que cerca del 35% de las viviendas están construidas con adobe o tapia. En comparación, las viviendas en Lunahuaná tienen como principal material de construcción en las paredes al adobe o tapia,

con cerca del 58% del total de las viviendas, y cerca del 22% de las paredes de las viviendas del distrito están construidas con ladrillo o bloque de cemento. Además la provincia de Cañete presenta un porcentaje superior de viviendas construidas con esteras (14%) a comparación de Lunahuaná (10%).

Tabla 7: Viviendas según el material de construcción empleado en los pisos (en porcentajes)

| Ámbito geográfico | Tierra | Cemento | Losetas o terrazos | Parquet/madera pulida | Madera o entablados | Láminas asfálticas | Otro |
|-----------------------|--------|---------|--------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|------|
| Distrito de Lunahuaná | 65,5 | 31,6 | 2,5 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,3 |
| Provincia de Cañete | 45,7 | 47,0 | 6,4 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,6 |

Fuente: Censo Nacional (INEI, 2007).

Según la información mostrada en la Tabla 7, cerca del 66% de las viviendas en Lunahuaná emplean en los pisos la tierra, porcentaje superior al de la provincia de Cañete con 45,7%. El piso de cemento ocupa el

segundo lugar con un 31,6% para el distrito y 47% para la provincia de Cañete. Tanto en el distrito como en la provincia de Cañete, es casi nulo el uso de parquet, madera o láminas asfálticas.

Referencias bibliográficas

- INEI, 1993. Sistema de consulta de datos del IX Censo Nacional de Población y IV Censo Nacional de Vivienda. [En línea] Disponible en: <http://censos.inei.gob.pe/censos1993/redatam/>
- INEI, 2007. Sistema de consulta de datos del XI Censo Nacional de Población y VI Censo Nacional de Vivienda. [En línea] Disponible en: <http://censos.inei.gob.pe/Censos2007/redatam/>
- INEI, 2013. Compendio Estadístico del Perú 2013. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- INEI, 2014. Población Perú 2000-2015. [En línea] Disponible en: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/>
- MINSA, 2014. Registro Nacional de Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo. [En línea] Disponible en: <http://app12.susalud.gob.pe:8080/views/ConsultaPorCodigoUnico.aspx>
- Municipalidad distrital de Lunahuaná, 2016. Portal distrital. [En línea] Disponible en: <http://www.munilunahuana.gob.pe/historia/>
- UNESCO, 2011. Manual de Gestión del Riesgo de Desastre para Comunicadores Sociales, Lima: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

Créditos

- *Entrevista especial* - Lic. Luis Santos Chaparro.
- *Diagnóstico socioeconómico* - Eco. Digna Trujillo Saavedra.
- *Características geográficas* - Ing. Raquel Ríos Recra.

Características geográficas

La entrada del distrito de Lunahuaná está ubicado en los inicios del emplazamiento del batolito costanero, presentando un relieve abrupto y disectado por alrededor de 370 quebradas.



Vista de la entrada de Lunahuná desde el puente Socsi.



Vista panorámica del centro poblado El Arca, ubicado en la margen derecha del río Cañete.

El extremo Este de Lunahuaná presenta altitudes de hasta los 3500 m.s.n.m., pertenecientes al inicio de la cordillera occidental.

El centro poblado El Arca se encuentra aproximadamente a los 350 m.s.n.m., emplazada en la margen derecha del Río Cañete, siendo un centro poblado expuesto ante el deslizamiento de sus laderas colindantes al Río Cañete.

El alineamiento montañoso de la cordillera Occidental presente en el distrito de Lunahuaná es el resultado del suave plegamiento marino.




Vista panorámica de la entrada al centro poblado Lúcumo en el valle del río Cañete.



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

 http://twitter.com/igp_peru

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