

Informe Técnico N° A6736

# PELIGROS GEOLÓGICOS EN MACA

## Región Arequipa

### Provincia Caylloma

### Distrito Maca



POR:

PATRICIO VALDERRAMA MURILLO  
GAEL ARAUJO HUAMÁN

DICIEMBRE  
2016

## **INDICE**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2. ALCANCES SOBRE LA GEODINÁMICA DEL DESLIZAMIENTO Y SU INFLUENCIA SOBRE MACA</b> | <b>3</b>  |
| <b>2.1 Geodinámica del Deslizamiento de Maca</b>                                     | <b>3</b>  |
| <b>2.2 Mapa de Peligrosidad a Movimientos en Masa</b>                                | <b>4</b>  |
| <b>2.3 Mapa de Peligrosidad a Procesos Sísmicos</b>                                  | <b>7</b>  |
| <b>2.4 Mapa de Peligrosidad Múltiple</b>   | <b>9</b>  |
| <b>3. CONCLUSIONES</b>   | <b>9</b>  |
| <b>4. REFERENCIAS</b>  | <b>11</b> |

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente informe se realiza de acuerdo a la solicitud mediante Oficio N° 097-2016-GR/ORDNDC del Gobierno Regional de Arequipa donde requieren esclarecer la situación del deslizamiento y poblado de Maca.

Como parte de los estudios adicionales al Informe Técnico N° A6628 titulado “**Evaluación de la Seguridad física del distrito de Maca**” (abril, 2012), efectuados por la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico de INGEMMET, se está trabajando en el “**Monitoreo Geofísico y Geodésico de Fallas activas y Movimientos en masa**” (ACT1), labores que involucran la continuidad de la evaluación y monitoreo del deslizamiento de Maca.

## 2. ALCANCES SOBRE LA GEODINÁMICA DEL DESLIZAMIENTO Y SU INFLUENCIA SOBRE MACA

A continuación se hacen algunas aclaraciones adicionales respecto a este deslizamiento:

1. Este proceso geológico activo que afecta la zona urbana en Maca, terrenos de cultivo y la carretera, tiene un avance progresivo (hacia el río Colca) como retrogresivo (hacia el poblado).
2. La delimitación o zonificación de zonas peligrosas, no implica considerar el cuerpo mismo del deslizamiento que está en movimiento activo (agrietamientos, saltos, bofedales, áreas disturbadas, etc.); y las zonas al pie del deslizamiento (el cual podría represar el río Colca), sino también el material arriba de la “cabecera” o escarpa principal. Considerando el sentido de los factores detonantes (ver siguiente ítem).
3. En la zona de Maca y alrededores se consideran los siguientes detonantes: a) El aumento de las precipitaciones o lluvias que se infiltran en el suelo y rocas fracturadas. Estas saturan el material mueble, produciendo su pérdida de cohesión, agrietamiento y por su desplazamiento; b) presencia de napa freática superficial; infiltración no solo de aguas de lluvia sino también de las zonas de riego; y c) ocurrencia de sismos asociados a fallas activas en la región, que origina una mayor aceleración en el suelo como resultado de la vibración sísmica.

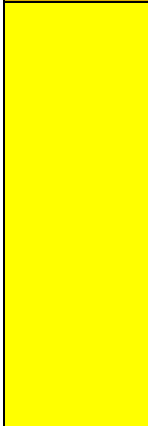
Para ilustrar de mejor manera se incluyen los siguientes mapas:

### 2.1 Geodinámica del Deslizamiento de Maca (figura 1):

Este mapa muestra los principales sistemas de escarpas y agrietamientos asociados al movimiento del deslizamiento de Maca. Las **Escarpas Principales** corresponden a aquellas que coronan el deslizamiento y muestran saltos mayores a 2 metros de altura. Las **Escarpas Secundarias** son zonas de deformación dentro de la masa del deslizamiento, están asociadas a saltos que varían entre 1 a 2 metros y zonas de compresión y extensión; en algunos casos se muestra un “basculamiento” o inclinación de las escarpas en sentido opuesto a la dirección del movimiento, típico de un deslizamiento de tipo rotacional.

## 2.2 Mapa de Peligrosidad a Movimientos en Masa (figura 2):

En este mapa se aprecia la zonificación del sector Maca de acuerdo a su grado de peligrosidad, diferenciándose tres sectores:

| ZONA  | CARACTERÍSTICAS   |
|---|---|
|    | <p><b>Peligro Muy Alto</b></p> <p>Corresponde a la zona de mayor deformación y la que es actualmente la más afectada por el deslizamiento. Se caracteriza por tener una superficie irregular, con escarpas secundarias y grietas importantes y la presencia de zonas de emanación de agua de infiltración permanentes, que constituye el principal detonante del deslizamiento.</p> <p>Las estaciones de monitoreo han registrado desplazamientos importantes, llegando a 1.3 m al año (Periodo 2015-2016).</p>   |
|   | <p><b>Peligro Alto</b></p> <p>Corresponde al resto del cuerpo del deslizamiento; presenta también una superficie ondulada con saltos y escarpas secundarias. Zona que muestra una deformación importante, principalmente en épocas de lluvias o cuando se producen inundaciones asociadas a la agricultura. La presencia de zonas de emanación de agua de infiltración es limitada en época de estiaje, pero abundante en época de lluvia. Las estaciones de monitoreo han reportado pequeños desplazamientos menores en esta área que oscilan entre 0.5cm a 2cm por año.</p> |
|  | <p><b>Peligro Medio</b></p> <p>Representa el área alrededor del deslizamiento de Maca, tanto aguas abajo, como aguas arriba de la escarpa principal del deslizamiento. Esta zona puede ser incorporada al deslizamiento por la acción de un detonante externo, caso de un sismo de regular intensidad. Presenta tasas de movimiento menores a 1cm por año, sin embargo, esta condición podría cambiar de incrementarse el agua de infiltración en el terreno, por un fenómeno de lluvias extremas, por ejemplo.</p>   |



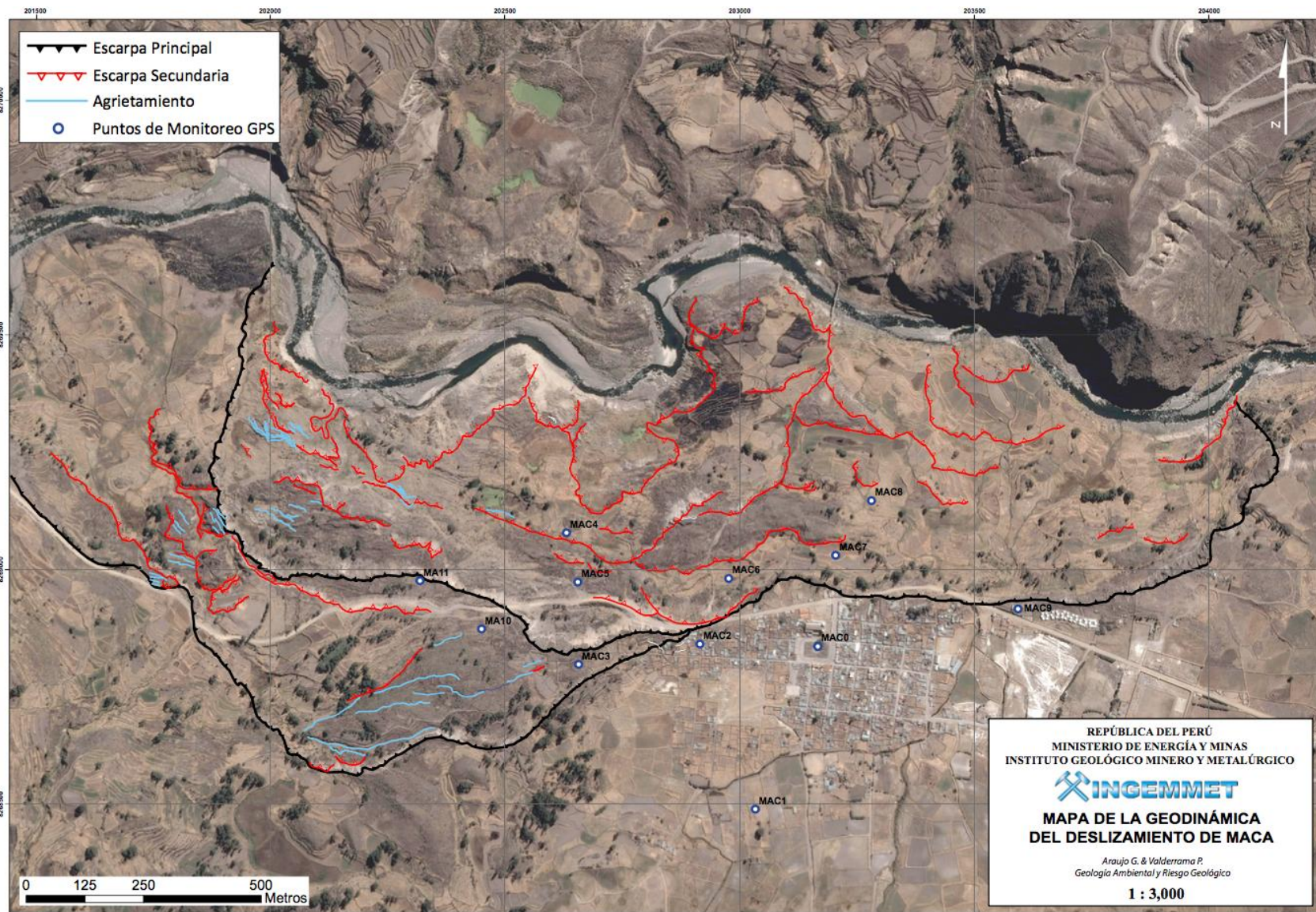


Figura 1: Geodinámica en el deslizamiento de Maca indicando puntos de control, escarpas principales y secundarias.



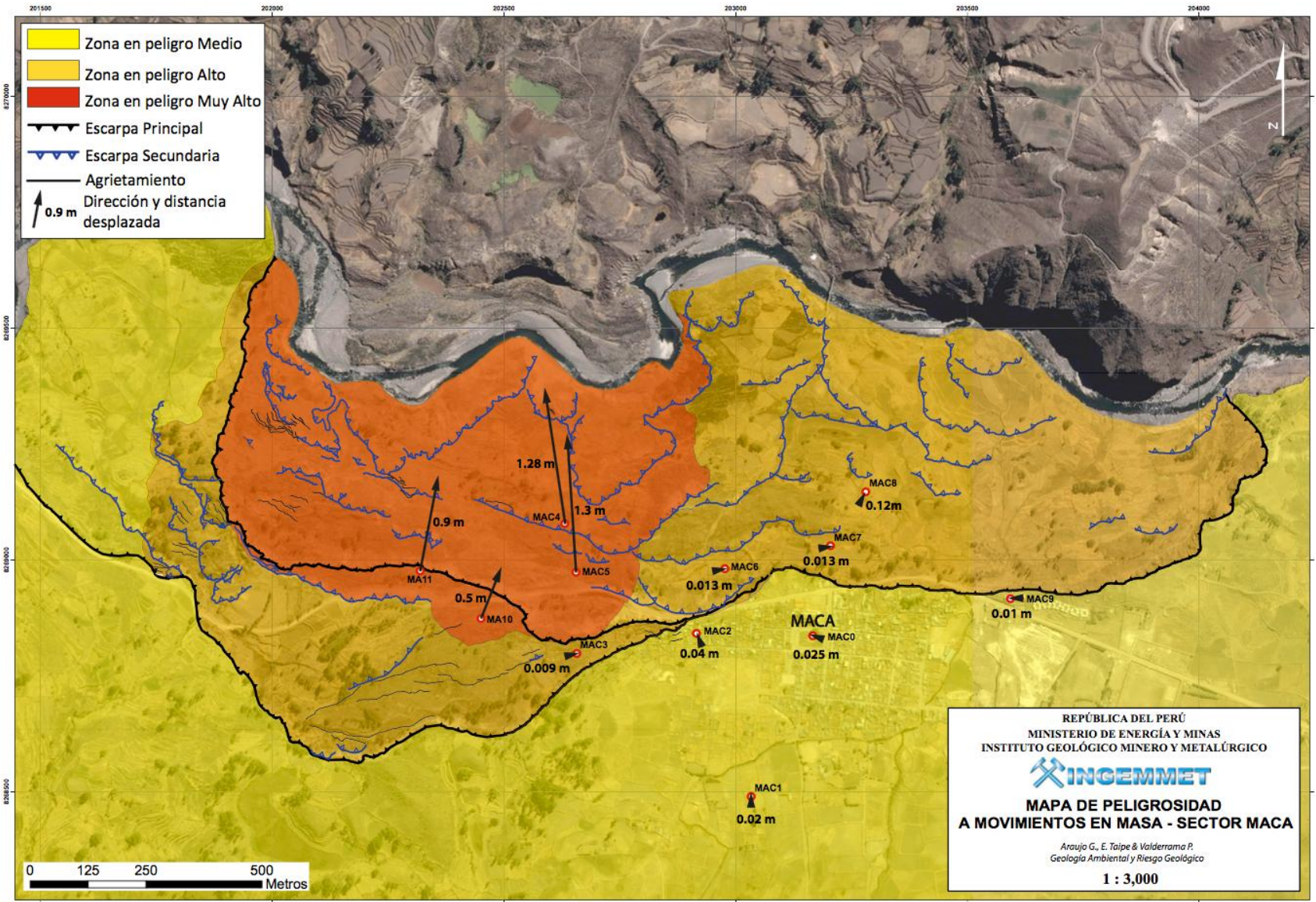


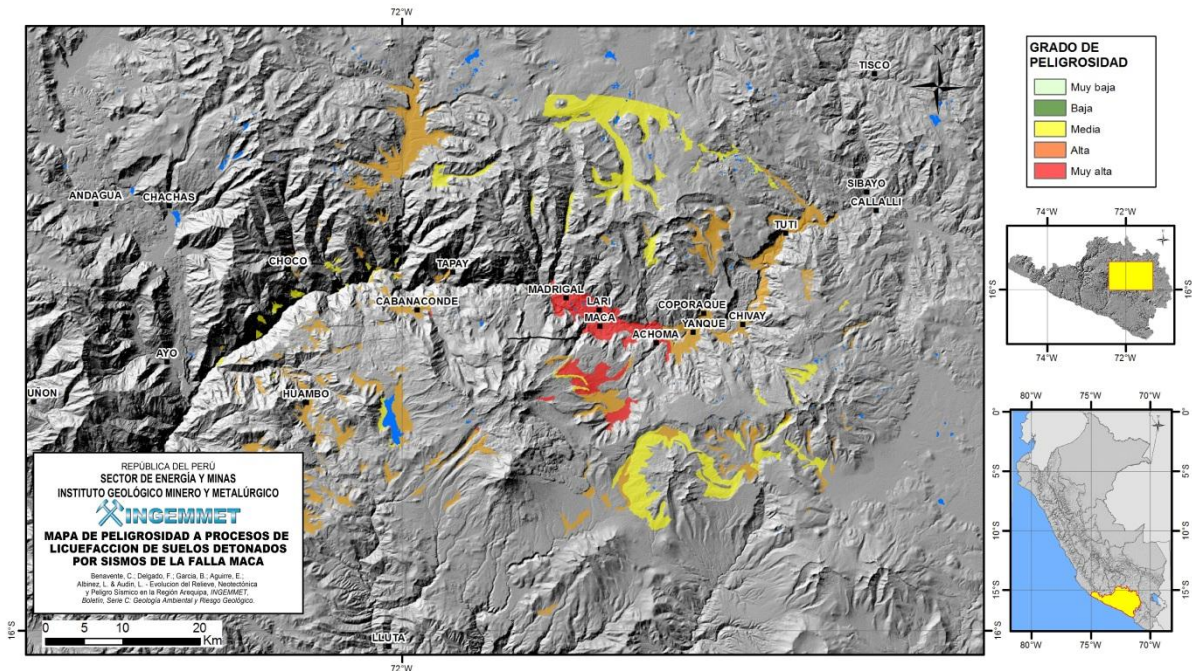
Figura 2: Mapa de Peligrosidad a Movimientos en Masa, sector Maca.

### 2.3 Mapa de Peligrosidad a Procesos Sísmicos (figura 3):

Este mapa muestra el grado de afectación que sufrirá el sector Maca ante la ocurrencia de un sismo local, originado por la reactivación de una falla geológica activa que discurre cerca de la localidad de Maca, o por un sismo tectónico de intensidad considerable (sismo de subducción).

Se puede notar que todo el sector está en la **Zona de Peligro Muy Alto**, esto debido principalmente a las características geológicas del suelo, que lo hacen muy susceptible a generar **procesos de licuación de suelos** durante un sismo que produciría el colapso de viviendas en la zona.

Esto ha sido tomado del trabajo realizado por Benavente *et al.*, 2016 (Ingemmet, en prensa) donde se consigna el “Mapa de peligrosidad a procesos de licuefacción de suelos detonados por sismos de la falla Maca” (figura 3), que forma parte del Boletín Neotectónica y Peligro Sísmico en la Región Arequipa.



Un acercamiento de la zona de mapa se muestra en la figura 4.



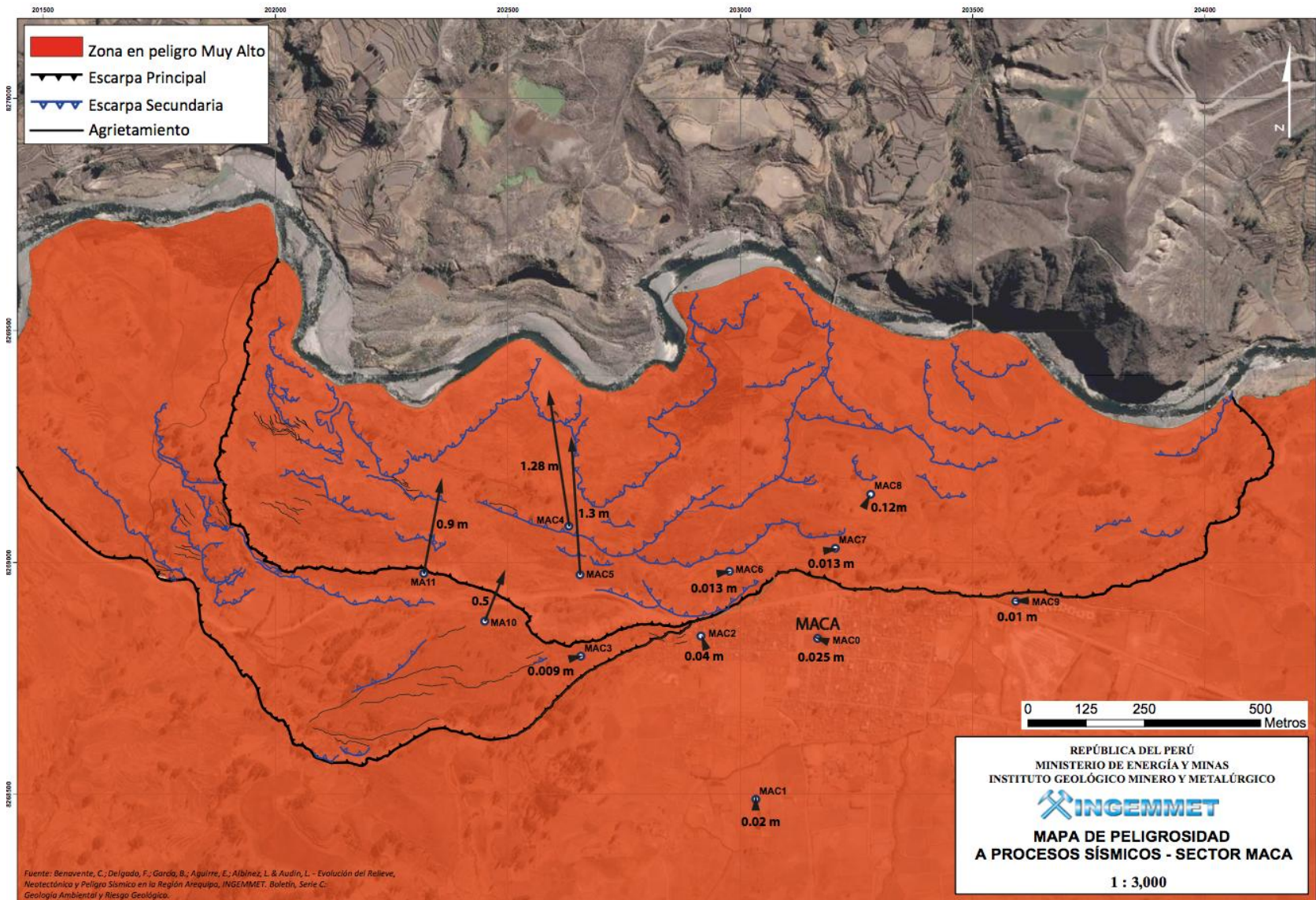


Figura 4. Mapa de Peligrosidad a Procesos Sísmicos



## 2.4 Mapa de Peligrosidad Múltiple (figura 5):

El mapa de peligrosidad múltiple muestra cómo se el sector de Maca está expuesto a la ocurrencia de fenómenos geológicos.

Para este caso se consideran do zonas:

- I) **Zona de Peligro Muy Alto**, que engloba las escarpas y cuerpo del deslizamiento activo, ya que está en constante movimiento y este se podría ver acelerado por la ocurrencia de un sismo, una temporada extrema de lluvia teniendo en cuenta su intensidad y duración (lluvias de baja intensidad pero de larga duración o prolongadas, o lluvias cortas pero de gran intensidad), la rotura de un canal de regadío, etc.
- II) **Zona de Peligro Alto**, corresponde a los alrededores del deslizamiento, esta zona, donde se ubica el poblado de Maca, puede ser afectada tanto por deslizamientos activos como por los procesos asociados a un sismo: licuación de suelos, agrietamiento del terreno, derrumbes locales, etc.

Es importante aclarar que en este mapa solo se evalúa el deslizamiento de Maca como proceso que afecta este sector; otros procesos adyacentes como los que se encuentran en la margen derecha, caso los deslizamientos de Lari y Madrigal, no se evalúa la influencia sobre Maca.

## 3. CONCLUSIONES

1. El poblado de Maca y sus alrededores se encuentra en una zona geológicamente muy activa, siendo actualmente afectada por un deslizamiento activo y con potencialidad de ser afectada por sismos y licuación de suelos. Los diversos mapas generados identifican claramente las zonas de mayor afectación ante fenómenos de movimiento en masas y procesos sísmicos.
2. Los mapas de peligros como una herramienta de gestión para la prevención de desastres, determinan zonas que por sus características (en este caso en particular de Maca), **geológicas** (características y tipos de suelos: efectos de sitio), **hidrogeológicas** (presencia de surgencias de agua, bofedales, así como dirección de flujo de agua subterránea), **sísmicas** (sismicidad asociada principalmente a fallas geológicas) son consideradas potencialmente peligrosas o zonas críticas.
3. No podemos predecir con exactitud cuándo va suceder el evento, para ello se recurre al monitoreo del deslizamiento que esta implementado en Maca (geodésico y geofísico), el cual será una acción constante y permanente. La reubicación definitiva del poblado es necesaria.

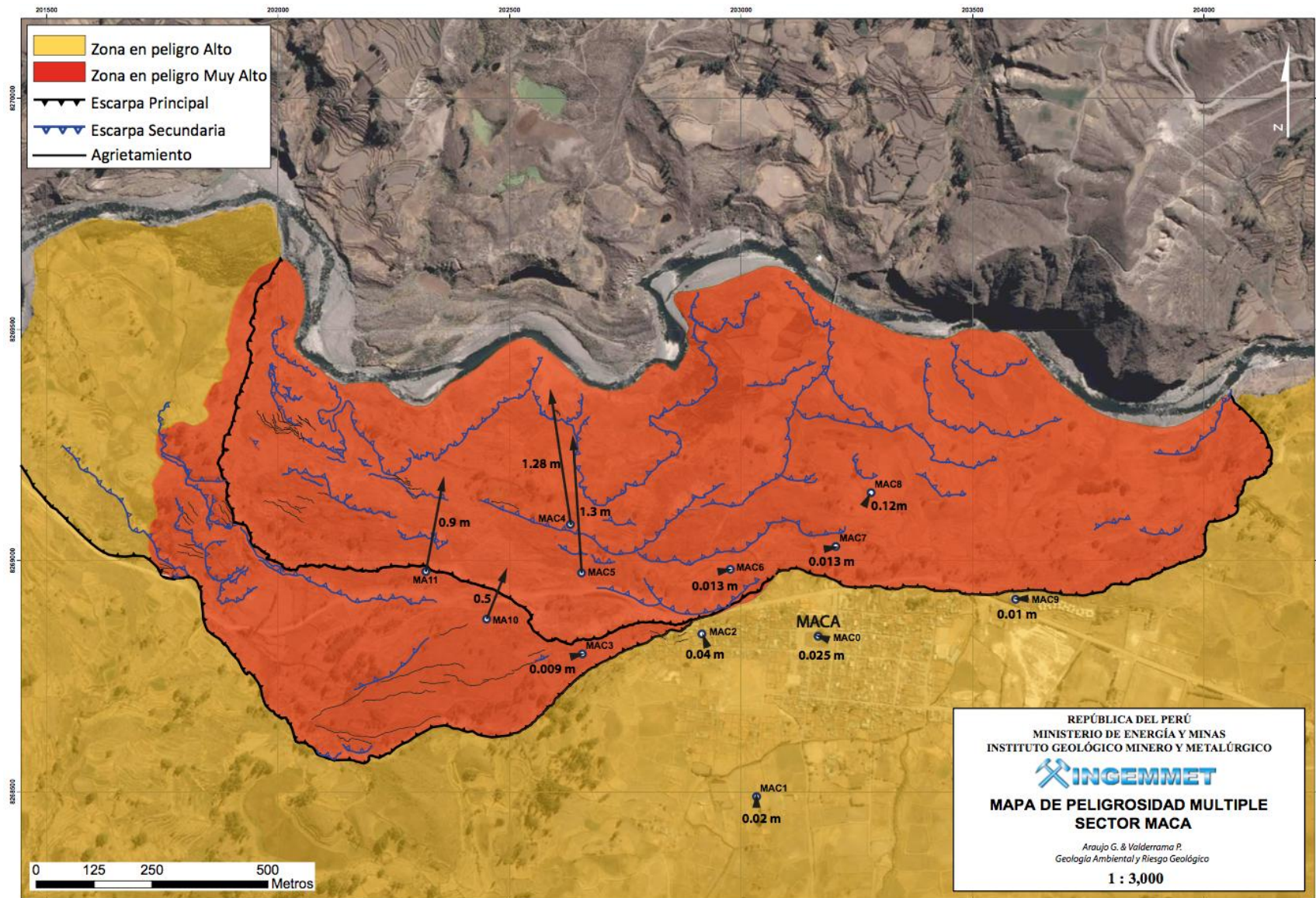


Figura 4: Mapa de Peligrosidad Múltiple del sector de Maca



## REFERENCIAS

**Zavala B; Mariño J.; Lacroix P, Taibe E.; Tatard L.; Benavente C. & Otros (2012).** Evaluación de la seguridad física del distrito de Maca - Estudios geológicos, geofísicos y monitoreo de movimientos en masa, INGEMMET - Dirección de Geología Ambiental y Riesgo geológico, IRD Francia e Instituto Geofísico del Perú, 2012 -159 p.

**Miranda R.; Taibe E.; Diaz J. & Araujo G.** (2016). Monitoreo de deformación del deslizamiento de Maca con scanner LiDAR, periodo 2015-2016, INGEMMET - Dirección de Geología Ambiental y Riesgo geológico, 2016,10p.

**Taibe E.; Miranda R.; Araujo. G. & Diaz J.** (2016). Monitoreo de deformación del deslizamiento de Maca - periodo 2015-2016, INGEMMET - Dirección de Geología Ambiental y Riesgo geológico, 2016, 10p.