

Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

Opinión Técnica N° 12-2022

REPORTE DE MONITOREO DEL DESLIZAMIENTO DE PUNILLO A DICIEMBRE 2022

Departamento Arequipa
Provincia Arequipa
Distritos La Joya y Vitor

Diciembre
2022

REPORTE DE MONITOREO DEL DESLIZAMIENTO DE PUNILLO

A DICIEMBRE 2022

(Distritos La Joya y Vitor, provincia Arequipa, departamento Arequipa)

Elaborado para la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET

Equipo de investigación:

Luis Albinez
Angella Zegarra
Joseph Huanca
Dulio Gómez
Fredy Perez

DICIEMBRE 2022

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	4
1.1 Aspectos generales	4
1.1.1 ANTECEDENTES.....	4
1.1.2 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD.....	4
1.1.3 CONTEXTO GEOLOGICO Y GEOMORFOLÓGICO (INGEMMET 2020)	5
1.1.4 PELIGROS GEOLOGICOS	6
2 MONITOREO DEL DESLIZAMIENTO DE PUNILLO	10
2.1 Toma de datos	10
2.1.1 GEODESIA.....	10
2.1.3 COMPARACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES	11
2.2 Interpretaciones	15
2.2.1 DESPLAZAMIENTOS DEL CUERPO.....	16
2.2.1 AVANCE DE LA CORONA	16
3. CONCLUSIONES	17
4. RECOMENDACIONES	19
5. BIBLIOGRAFÍA	21

1 INTRODUCCIÓN

En el valle de Vítor se observan grandes deslizamientos activos ubicados en su margen izquierda, uno de los cuales es el deslizamiento de Punillo originado en los años noventa y con reactivaciones importantes desde el 2016. Mediante los trabajos de monitoreo realizados entre agosto del 2018 y febrero del 2020 se registraron movimientos de su masa y desplazamientos retrogresivos de más de 100 m hacia terrenos de cultivo ubicados detrás de la escarpa principal (INGEMMET 2020).

Acorde a al análisis de monitoreo, el deslizamiento de Punillo viene presentando aceleración de su movimiento desde mediados de agosto. Evaluaciones de la emergencia describen estrangulamientos del cauce del río Vítor y permanentes avances del deslizamiento en diferentes sectores del valle, a la altura de la Irrigación La Cano.

Ante la emergencia por la reciente actividad del deslizamiento, el Gobierno Regional de Arequipa mediante Oficio N°859-2022-GRA-ORGRDDN (VV77999), solicita opinión sobre el deslizamiento y datos actualizados del monitoreo que viene realizando el INGEMMET. Es así que, en el marco de nuestras competencias, se realiza este reporte sobre el monitoreo del deslizamiento de Punillo, con los datos obtenidos durante el 2022, disponibles a la fecha de la solicitud.

1.1 Aspectos generales

1.1.1 ANTECEDENTES

Sobre el monitoreo que INGEMMET viene realizando en el deslizamiento de Punillo se puede citar:

- a) Evolución y monitoreo fotogramétrico del deslizamiento de Punillo período 2020, Región Arequipa, Provincia Arequipa, Distritos de La Joya, Vítor (INGEMMET, 2020), en respuesta a la solicitud de la comisión de usuarios de La Cano, explica la dinámica activa del valle Vítor y los resultados de monitoreo fotogramétrico y GPS del deslizamiento de Punillo, en un periodo de 1 año y 5 meses, de 22 de agosto de 2018 al 24 de febrero de 2020.

1.1.2 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

El deslizamiento de Punillo se encuentra en el distrito de Vítor, provincia y departamento de Arequipa, en la margen izquierda del río Vítor (cuadro 1, figura 1).

Cuadro 1. Coordenadas del deslizamiento, zona 1.

COORDENADA CENTRAL				
N°	UTM - WGS84 - Zona 19S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
A	185043	8170840	16°31'25"S	71°57'02"O

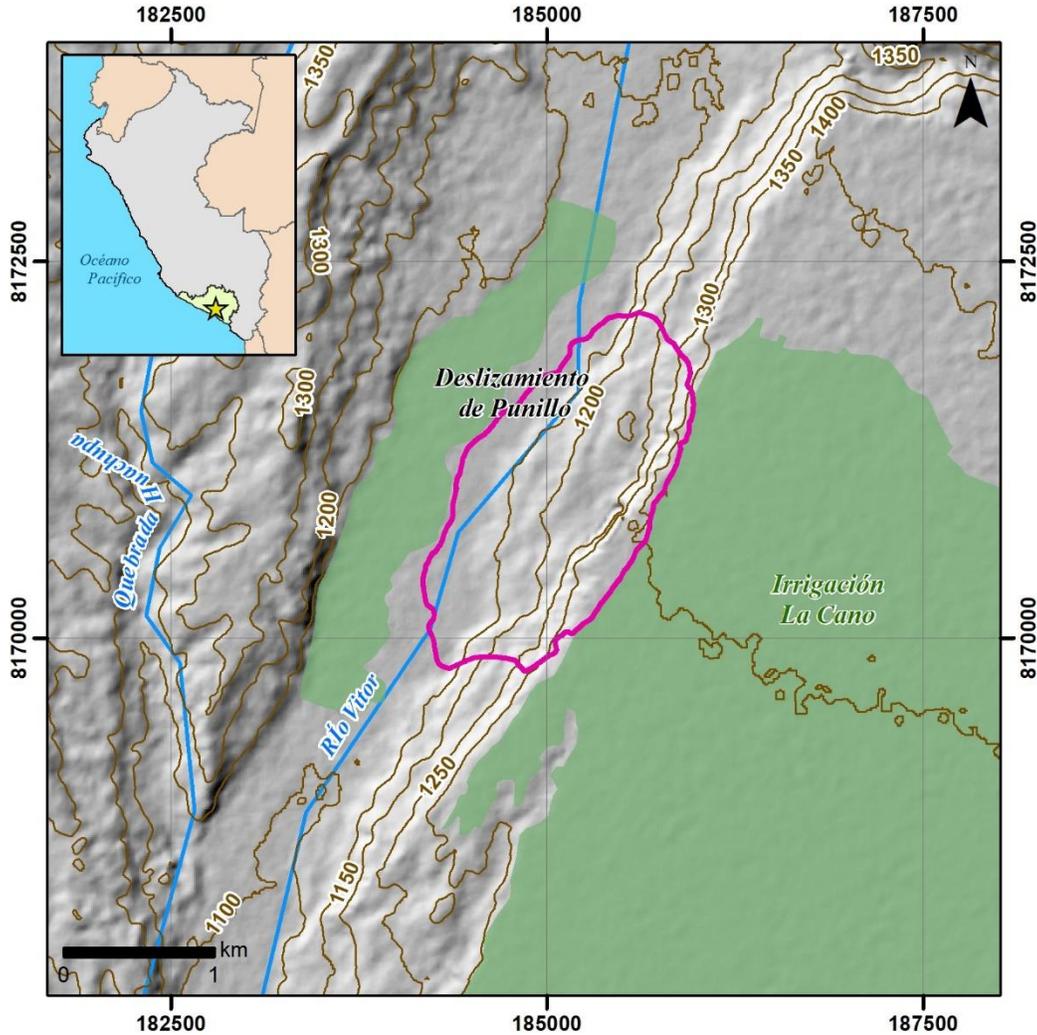


Figura 1. Mapa de ubicación, deslizamiento de Punillo.

1.1.3 CONTEXTO GEOLOGICO Y GEOMORFOLÓGICO (INGEMMET 2020)

1.1.3.1 Aspectos geológicos.

A lo largo de los flancos del valle del río Vitor se observan afloramientos de las formaciones Millo y Moquegua constituidas por ignimbritas y depósitos conglomerádicos. El piso de valle está compuesto por terrazas de depósitos cuaternarios aluviales, usados como terrenos agrícolas cultivables y vivienda. Los depósitos coluviales están dispuestos al pie de las laderas de pendientes abruptas a moderadas y representan el aporte de movimientos en masa antiguos y recientes (Araujo et al. 2018).

La parte alta del sector de Punillo está compuesta por depósitos aluviales de edad Pleistocena (Galdos, 1977 citado en Araujo & Miranda 2016 y Araujo et al. 2018), constituidos principalmente por conglomerados de clastos volcánicos, sedimentarios y metamórficos, sub redondeados a redondeados, con diámetros de entre 10 a 20 cm, unidos por una matriz arenosa.

1.1.3.2 Aspectos geomorfológicos.

Todo el valle de Vítor está disectado por quebradas secas. Ambos flancos del valle son empinados y escarpados suavemente, a medida que se aproximan al litoral su inclinación es mayor.

1.1.4 PELIGROS GEOLOGICOS

1.1.4.1 Dinámica del valle de Vítor (INGEMMET 2020)

A lo largo del valle de Vítor se encuentran deslizamientos activos de kilómetros de extensión (Pie de Cuesta y Punillo), ubicados en su margen izquierda. También se observan flujos de detritos y conos aluviales principalmente en el flanco derecho. Además, ambos flancos del valle presentan erosión de laderas.

La comparación de áreas de susceptibilidad alta a muy alta muestra la disposición de características del terreno, resultados que corroboran la ocurrencia en el mapa de Movimientos en Masa (Araujo et al. 2018). Los sectores de Pie de Cuesta y Punillo, presentan grado alto a muy alto de susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa.

1.1.4.2 Deslizamiento de Punillo (INGEMMET 2020)

El deslizamiento de Punillo es uno de los movimientos en masa más activos de Arequipa, originado en los años 90s y con reactivaciones importantes en el 2016. Está ubicado en el flanco izquierdo del valle de Vítor, sobre una zona desértica pero con gran aporte hídrico sobre sus capas potencialmente permeables de conglomerados no consolidados visibles en el corte de valle. Una de las causas principales del deslizamiento de Punillo es la infiltración hídrica generada por el riego de terrenos agrícolas proveniente de la irrigación La Cano.

Entre noviembre del 2018 y febrero del 2020 se observó notable movimiento de su masa y desplazamientos retrogresivos de más de 100 m de terrenos de cultivo ubicados detrás de la escarpa principal. En ese periodo se identificaron agrietamientos de más de 40 m de extensión a lo largo del límite del corte de valle de Vítor (paralelos a la escarpa principal del deslizamiento de Punillo). También se determinó mediante fotogrametría y comparaciones del relieve, desplazamientos verticales positivos de hasta 50 m y negativos de hasta 80 m, relacionados a caídas y/o desplazamientos de sedimentos a favor de la pendiente y acumulación de y/o aporte de sedimentos por caída de la masa deslizada por encima del sector, siendo el sector más activo la parte alta.

1.1.4.3 Actividad reciente 2022

Acorde a informes técnicos de emergencia y testimonios de pobladores locales, se interpreta que el cuerpo del deslizamiento de Punillo vienen presentando aceleración de su actividad hacia el río Vitor, desde mediados de septiembre.

La evaluación realizada por el ANA sobre los deslizamientos producidos en la margen izquierda del Valle de Vítor, del 3 de octubre del presente año, describe estrangulamientos del cauce y permanentes avances del deslizamiento en las últimas dos

semanas antes de la evaluación, entre los sectores de la comisión de usuarios Valcarcel Desamparados y Huachipa, a la altura de la Irrigación La Cano del distrito de La Joya.

Durante los trabajos de campo realizados como parte del monitoreo periódico del deslizamiento de Punillo, del 17 de noviembre del presente año, se observó deformación reciente en la corona, cuerpo y pie del deslizamiento (figuras 2, 3 y 4).



Figura 2. Se observa el avance del pie del deslizamiento de Punillo, intervenido con obras de mitigación realizadas para ampliar, contener el cauce, evitar embalses y desembalses que afecten terrenos de cultivo. La línea amarilla muestra el frente activo del deslizamiento y la flecha blanca indica la dirección aproximada hacia el río Vitor.

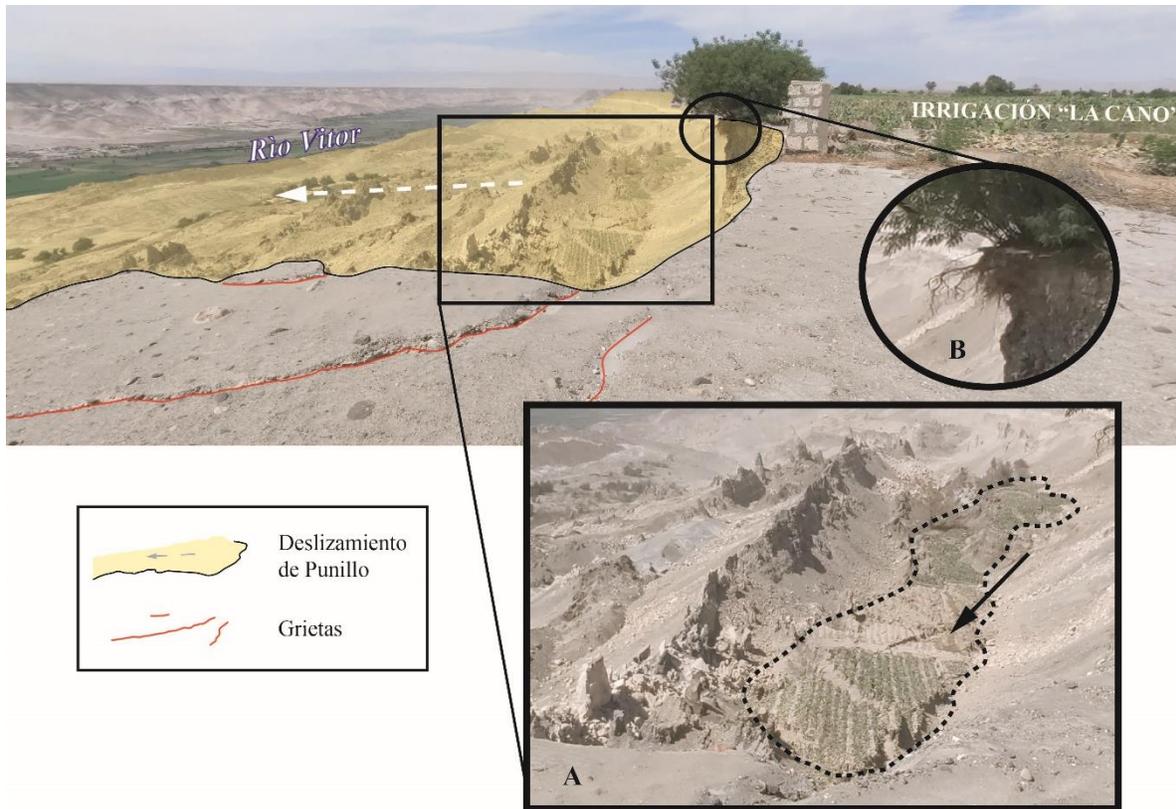


Figura 3. Vista hacia el deslizamiento de Punillo desde el lado izquierdo de su corona. En líneas rojas se observan grietas proyectándose y paralelas a la corona. El círculo de detalle B muestra raíces colgadas producto de los recientes desplazamiento. El rectángulo de detalle A muestra terrenos de cultivo muy poco deformados, recientemente desplazados verticalmente desde la zona agrícola, producto de la actividad retrogresiva del deslizamiento.

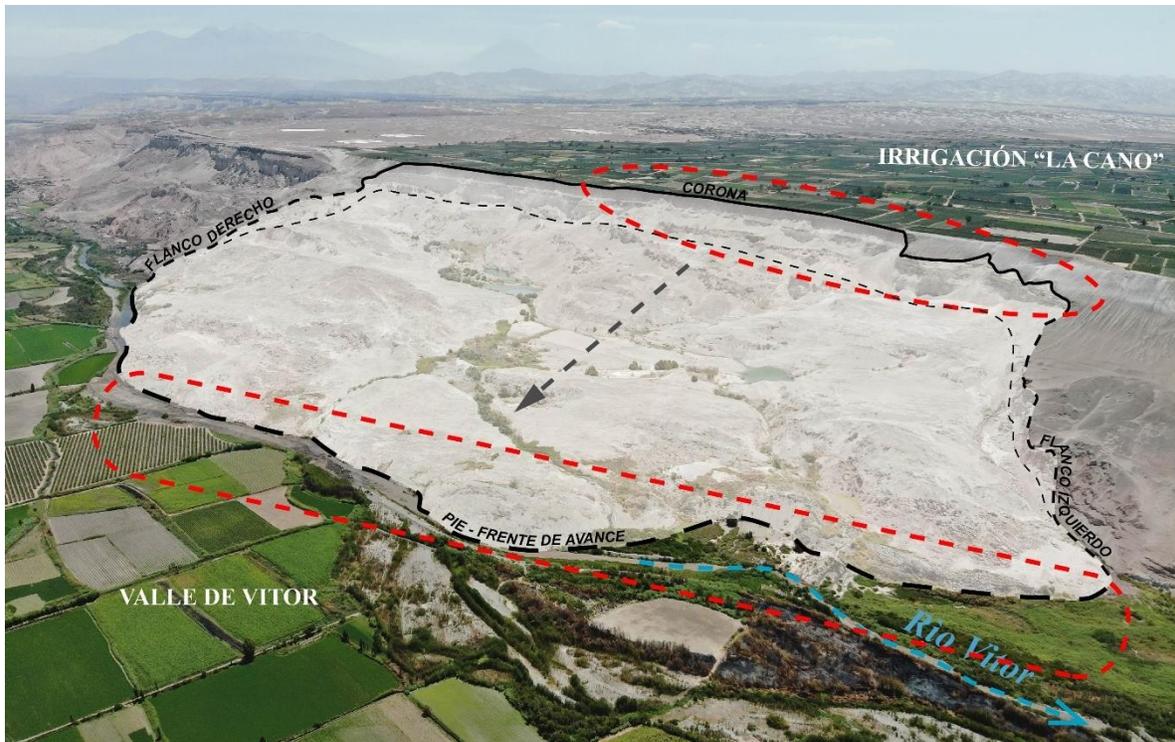


Figura 4. Vista aérea del deslizamiento de Punillo tomada con dron. Las líneas entrecortadas rojas delimitan de forma estimada, los sectores del pie y corona que mostraron mayor actividad reciente. También se distinguen las partes del deslizamiento: la línea entrecortada delgada limita de forma estimada el contacto del cuerpo con el escarpe principal.

2 MONITOREO DEL DESLIZAMIENTO DE PUNILLO

Para este reporte se utilizaron mediciones geodésicas y comparación multitemporal de imágenes satelitales.

2.1 Toma de datos

2.1.1 GEODESIA

El INGGEMMET instaló tres puntos de control (hitos para monitoreo GNSS) en el deslizamiento de Punillo, en agosto de 2018 y en febrero del 2022 dos puntos de control adicionales. La ubicación de los puntos la red de monitoreo se puede observar en la figura 5.

Hasta la fecha, entre agosto del 2018 y noviembre de 2022, se realizaron ocho campañas de medición, utilizando receptores GNSS de la marca Trimble, empleando la técnica RTK, la cual permitió una obtención de datos con precisiones centimétricas.

Para la elaboración de este informe se utilizaron los datos obtenidos durante el 2022.

2.1.1.1 Desplazamientos

En el transcurso del 2022, se realizaron tres campañas de medición de la red de puntos de control GNSS del deslizamiento de Punillo. A partir de estos datos se calculó el desplazamiento horizontal y vertical de la masa deslizada (cuadro 2).

En el cuadro 2, se observa que durante el periodo comprendido entre febrero y agosto de 2022 (~6 meses), el desplazamiento horizontal de la masa deslizada fluctuó entre 0.88 m y 2.09 m. El punto de control PU01, localizado cerca al flanco derecho del deslizamiento, fue el que presentó menor desplazamiento horizontal. Por su parte, el punto PU05, localizado cerca al flanco izquierdo del deslizamiento, presentó el mayor desplazamiento horizontal.

Para el periodo comprendido entre agosto y noviembre de 2022 (3 meses), el desplazamiento horizontal de la masa deslizada fluctuó entre 14.16 m y 49.90 m. Al igual que en el periodo anterior, los puntos de control PU01 y PU05 fueron los que presentaron el menor y mayor desplazamiento horizontal respectivamente.

También se puede observar que los desplazamientos más altos se midieron cerca al flanco izquierdo del deslizamiento, mientras que los de menor magnitud se midieron cerca del flanco derecho.

2.1.1.2 Cinemática

En la figura 5, se observa la representación gráfica de la magnitud y dirección del desplazamiento horizontal de los cinco puntos de control GNSS, medidos para ambos periodos. En este mapa se observa claramente desplazamiento de este a oeste (EO) hacia el río Vítor.

Cuadro 2. Desplazamiento horizontal y vertical de los puntos de control GNSS del deslizamiento de Punillo

Puntos de control GNSS	Primer Periodo		Segundo Periodo	
	26/02/2022 al 20/08/2022		20/08/2022 al 17/11/2022	
	(~6 meses)		(3 meses)	
	Desplazamiento horizontal (m)	Desplazamiento vertical (m)	Desplazamiento horizontal (m)	Desplazamiento vertical (m)
	Δ_{E-N}	Δ_z	Δ_{E-N}	Δ_z
PU01	0.88	-0.14	14.16	-1.84
PU02	1.86	-0.06	35.22	-1.26
PU03	1.61	0.04	43.28	-0.73
PU04	1.34	-0.03	24.22	-0.38
PU05	2.09	-0.17	49.90	-3.71

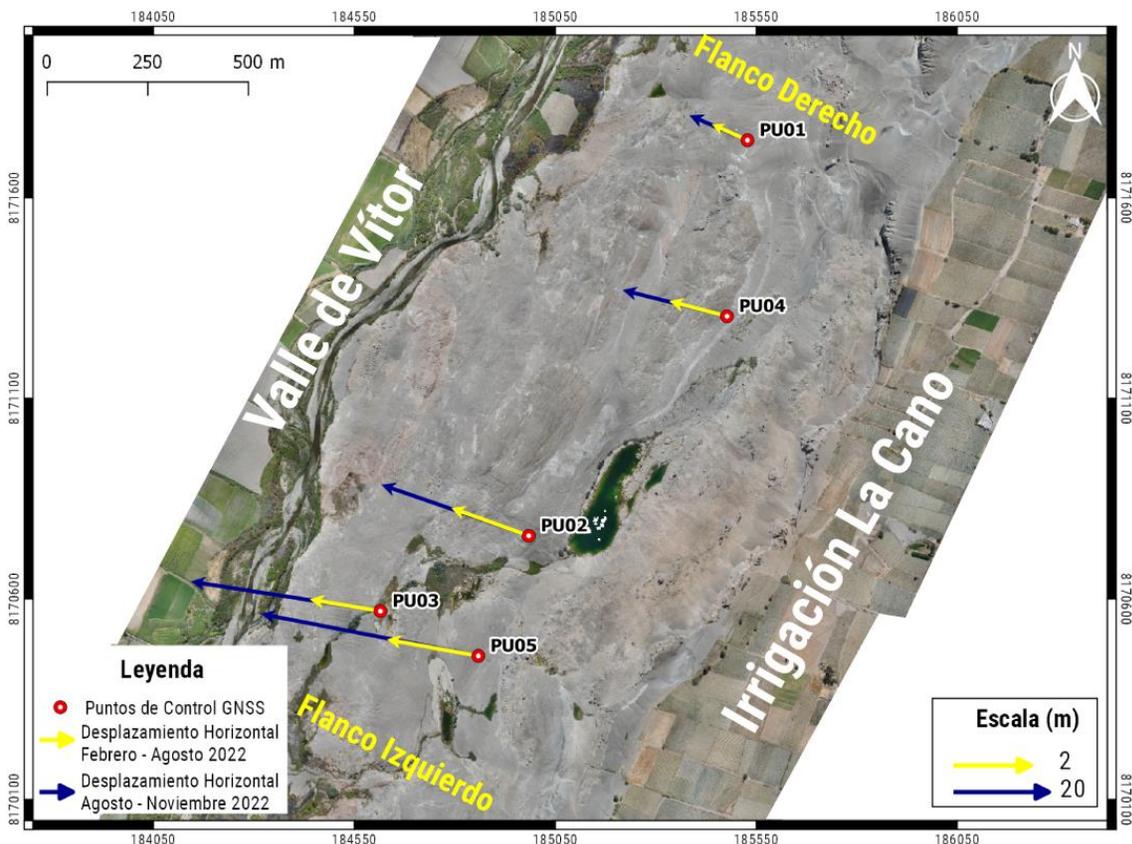


Figura 5. Mapa de vectores de desplazamiento horizontal de los puntos de control GNSS instalados en el deslizamiento de Punillo. La ortofoto base es de agosto de 2018.

2.1.3 COMPARACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES

Para esta comparación se utilizó como base imágenes satelitales multitemporales de la constelación Planet, desde agosto del 2018 a la actualidad. Se fotointerpretó el frente del deslizamiento (progresión) y corona (retrogresión) para cada uno de los periodos de tiempo escogidos. Debe mencionarse que los cálculos de áreas y distancias pueden variar al realizar la misma comparación con imágenes de otras constelaciones o insumos fotogramétricos.

2.1.3.1 Comparación multitemporal de imágenes, periodo 2018 - 2022.

En relación al cuerpo, se aprecia un mayor avance de masas hacia el lado izquierdo del deslizamiento en comparación a su lado derecho (figura 6). En área, se calcula un avance progresivo aproximado de 223757 m², en dirección promedio EO, hacia el río Vítor.

La corona muestra un retroceso más homogéneo, estando la retrogresión concentrada entre la parte central y lado izquierdo. En área, se calcula un avance retrogresivo de 146612 m², en dirección promedio OE, hacia los terrenos de cultivo.

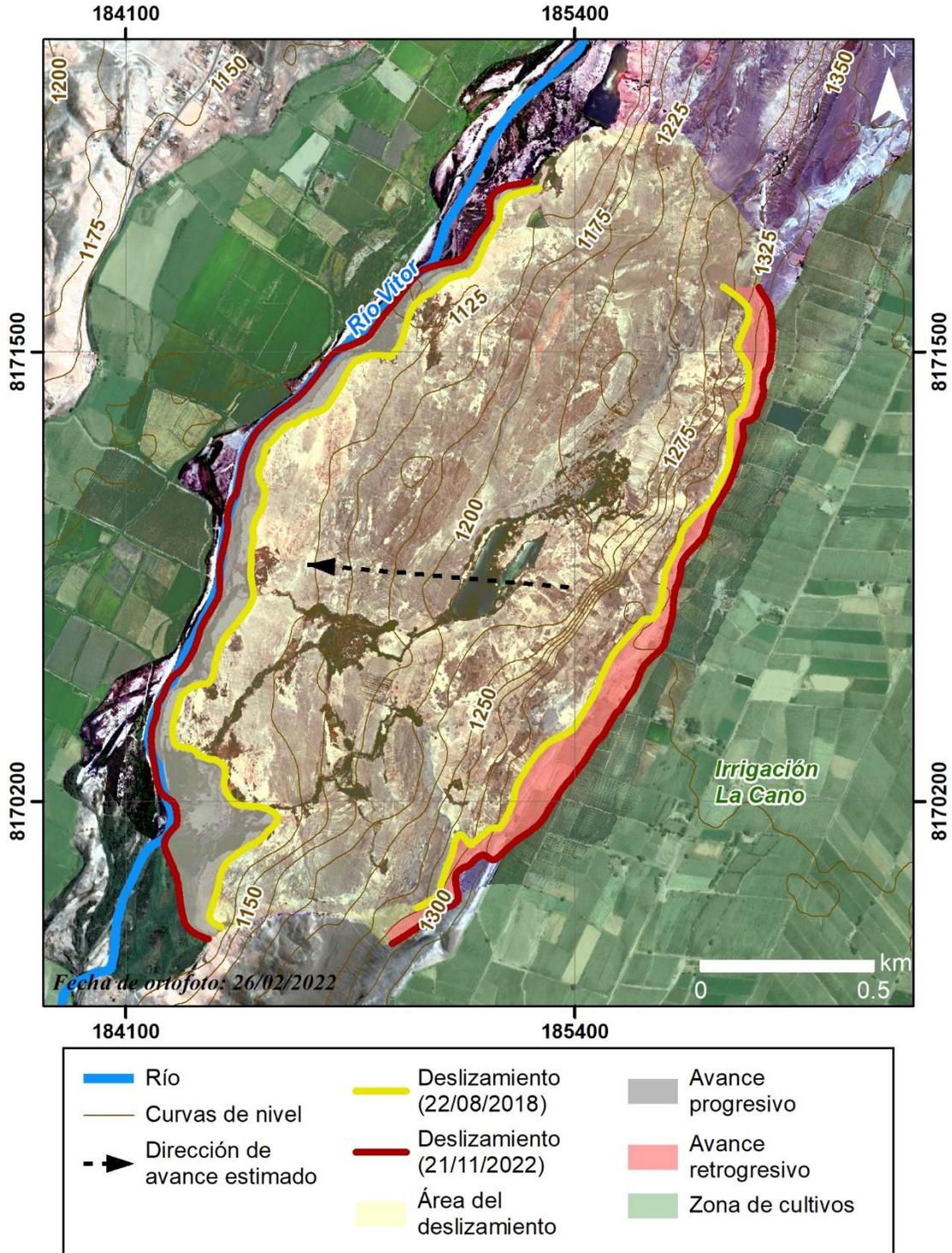


Figura 6. Comparación multitemporal de movimiento del deslizamiento de Punillo (Corona y frente del cuerpo), entre agosto del 2018 y noviembre del 2022.

2.1.3.2 Comparación multitemporal de imágenes, actividad reciente entre agosto - noviembre 2022.

Para realizar esta comparación se consideró el periodo de la aceleración reciente ocurrido aproximadamente entre agosto y noviembre del 2022 (figura 7).

En general, en relación al cuerpo, se aprecia un mayor avance de masas hacia el lado izquierdo del deslizamiento. En área, se calcula un avance progresivo aproximado de 104754 m², de dirección promedio EO, hacia el río Vítor. A partir de mediados de octubre, se observa un importante avance en los lados, principalmente el izquierdo, lo cual coincide con los reportes de instituciones y pobladores locales.

La corona muestra un retroceso en toda su extensión, concentrado en el lado izquierdo. En área, se calcula un avance retrogresivo de 77472 m², en dirección promedio OE, hacia los terrenos de cultivo. Se observa que los desplazamientos retrogresivos, principalmente del lado izquierdo, iniciaron aproximadamente a mediados de agosto.

2.1.3.3 Comparación porcentual de avance 2018 y periodo de aceleración reciente entre agosto - noviembre 2022.

Comparando las áreas de progresión y retrogresión entre el 2018 y 2022, se observa que el 46% del área total de avance del cuerpo ocurrió entre agosto y noviembre de este año. En función a la corona, se observa que el 52% de área total retrocedió solo entre agosto y noviembre de este año.

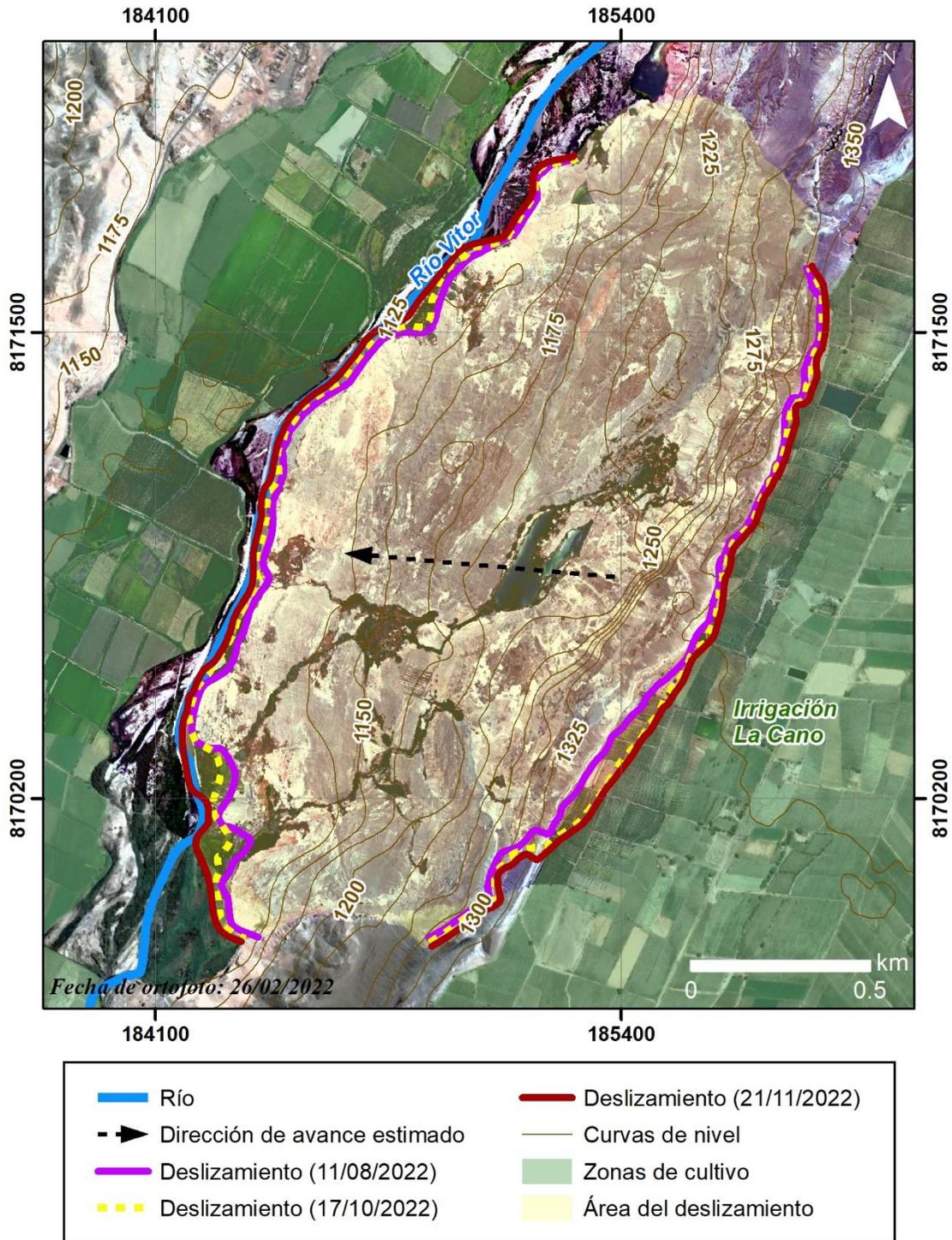


Figura 7. Comparación multitemporal de movimiento del deslizamiento de Punillo (Corona y frente del cuerpo), durante el evento de aceleración de entre agosto y noviembre del 2022.

2.2 Interpretaciones

2.2.1 DESPLAZAMIENTOS DEL CUERPO

Los datos de geodesia y comparación de imágenes satelitales muestran una clara concentración de la deformación hacia el lado izquierdo del cuerpo. En función a la presencia de agua superficial (lagunas) y zona de drenaje natural hacia el SO, se asume que la actividad estaría relacionada a mayor saturación del material en este sector.

Hay una clara variación en los desplazamientos comparando los datos de antes de agosto, marcándose dos periodos de actividad durante este año.

En base a los datos geodésicos se puede interpretar para el segundo periodo (agosto a noviembre de 2022), que los valores de desplazamiento horizontal en las estaciones PU02, PU03 y PU05 son mayores como consecuencia del movimiento generado por la masa desprendida producto del avance retrogresivo de la corona. Sin embargo, a su vez, la reciente actividad también está relacionada a la compensación generada por la retrogresión del plano de deslizamiento y consecuente avance progresivo de la masa, acelerado a mediados de noviembre.

Por otro lado, si bien es cierto que el avance progresivo fue mayor en el lado izquierdo, la comparación de imágenes, así como los datos GPS muestran avance de todo el frente del cuerpo, lo cual indica que la totalidad de la masa presenta actividad permanente.

2.2.1 AVANCE DE LA CORONA

La corona muestra un avance homogéneo en toda su extensión hasta antes de agosto, mes en el que inicia un evento retrogresivo importante hacia su lado izquierdo. Este movimiento acelerado puede interpretarse como un evento de retrogresión y ensanchamiento hacia el flanco izquierdo del deslizamiento.

3. CONCLUSIONES

Considerando que las condiciones de peligrosidad son las mismas a las del periodo 2018-2020, se reiteran las siguientes conclusiones plasmadas del informe de INGEMMET (2020):

1. El deslizamiento de Punillo es uno de los movimientos en masa más activos del Sur del Perú. Su movimiento empezó en los años 90s y desde entonces ha ido evolucionando. Ha afectado terrenos de cultivo, carreteras y viviendas ubicadas en su área de afectación.
2. Geológicamente el área de estudio está constituida por conglomerados e ignimbrita de las formaciones Sotillo y Moquegua, mientras que geomorfológicamente se encuentra sobre una colina disectado en roca sedimentaria.
3. Las características mencionadas que unidas a la saturación del terreno provenientes de las aguas de la irrigación La Cano y San Isidro, lo convierten en una zona altamente susceptible a la ocurrencia de movimientos en masa.

En función a los datos de monitoreo 2022 obtenidos a la fecha de este reporte, se concluye lo siguiente:

4. Acorde a informes técnicos de emergencia y testimonios de pobladores locales, el cuerpo del deslizamiento de Punillo vienen presentando aceleración de su actividad hacia el río Vitor, desde mediados de septiembre. Los movimientos generaron estrangulamientos del cauce entre los sectores de la comisión de usuarios Valcarcel Desamparados y Huachipa, a la altura de la Irrigación La Cano del distrito de La Joya. La actividad se corroboró durante los trabajos de campo realizados el 17 de noviembre donde se observó deformación reciente en la corona, cuerpo y pie del deslizamiento.
5. Los datos de monitoreo geodésico obtenidos durante las tres campañas de medición realizadas durante el 2022 muestran dos periodos de actividad bien marcados. Para el periodo entre febrero y agosto de 2022, el cuerpo del deslizamiento de Punillo presentó un desplazamiento horizontal entre 0.9 m y 2.1 m; mientras que, para el periodo entre agosto y noviembre de 2022 presentó un desplazamiento horizontal entre 14.2 m y 49.9 m.
6. Los datos de fotointerpretación de imágenes satelitales muestran que entre el 22 de agosto y 21 de noviembre del 2022, el cuerpo avanzó aproximadamente 104754 m² hacia el río Vitor y la corona retrocedió 77472 m² hacia los terrenos de cultivo de la irrigación La Cano.
7. Los datos de monitoreo 2022 muestran el inicio de un periodo de aceleración desde mediados de agosto. El avance progresivo y retrogresivo se concentra principalmente en el lado izquierdo del cuerpo y corona respectivamente, sin embargo, los datos de monitoreo anual muestran un avance permanente y homogéneo en todo el deslizamiento durante el 2022, hasta antes de mediados de agosto.
8. En función a la presencia de agua superficial (lagunas), datos geodésicos y comparación de imágenes satelitales, se interpreta que la reciente actividad estaría relacionada a mayor saturación del material hacia el lado izquierdo del cuerpo. La aceleración reciente corresponde a un evento de retrogresión y ensanchamiento hacia el flanco izquierdo del deslizamiento.
9. Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas analizadas con datos de monitoreo, el deslizamiento de Punillo, es considerado como zona de peligro Muy Alto a la ocurrencia de movimientos en masa y otros peligros geológicos,

que pueden ser desencadenados por sismos, condiciones climáticas excepcionales o detonantes antrópicos.

10. Los resultados del monitoreo al 17 de noviembre del 2022, muestran que el deslizamiento de Punillo se encuentra en un evento de mayor actividad, por lo tanto, persiste la situación de muy alto peligro por el avance progresivo de la masa deslizada hacia el valle de Vítor y avance retrogresivo de la escarpa principal hacia la irrigación La Cano.

4. RECOMENDACIONES

Considerando que las condiciones de peligrosidad son las mismas a las del periodo 2018-2020, se reiteran las siguientes recomendaciones del INGEMMET 2020:

1. Implementar un sistema de riego tecnificado, este debe de ser un plan de acción a corto plazo, sensibilizando a la junta de usuarios de las Irrigaciones La Cano y San Isidro, a usar racionalmente el agua para el riego de cultivos. Esto permitiría disminuir la infiltración de agua al subsuelo (los conglomerados no consolidados) del valle de Vítor.
2. Prohibir el uso de terrenos para sembrío de plantas y/o agricultura que necesita mucha agua (Alfalfa, maíz, etc.), para evitar la saturación del terreno.
3. Afianzar el sembrío de cactus a lo largo de la escarpa principal, que es un cultivo que demanda de un uso racional de agua.
4. Cercar una zona desde el escarpe principal hasta una longitud de 100 m, como zona restringida para cualquier actividad.
5. Reubicar viviendas cercanas al deslizamiento de Punillo, en la parte alta del valle de Vítor.

En función a la actual emergencia, se plantean las siguientes recomendaciones:

6. A fin de salvar la integridad de las personas ante un nuevo evento de aceleración y teniendo en cuenta la permanente actividad del deslizamiento de Punillo y su condición de zona de muy alto Peligro influenciada por el riego permanente de la irrigación La Cano, el área del deslizamiento de Punillo y zonas cercanas, no deben ser usadas para vivienda u otras actividades que impliquen establecerse en el lugar, temporal o permanentemente. También debe considerarse que Arequipa es un departamento altamente sísmico y que el cuerpo del deslizamiento tiene condiciones para licuefacción de suelos o hundimientos que podrían ocurrir durante sismos de gran magnitud, en cualquier momento.
7. Debido a la reciente actividad es necesario mantenerse alertas y reportar la aparición de nuevas grietas que puedan aparecer principalmente hacia el flanco izquierdo y detrás de la corona, dentro de los terrenos de cultivo.
8. Drenar las lagunas de manera controlada. A fin de conseguir ese fin, considerar para la ubicación de los drenes la propuesta planteada en la figura 8. Esta propuesta constituye obras de mitigación temporal mas no es una solución definitiva, sin embargo, podría ayudar a bajar el nivel freático en sectores del cuerpo del deslizamiento y reducir la saturación de masas. Debe tenerse en cuenta que los drenes podrían servir permanentemente de controlarse y no excederse con el riego en la parte alta (irrigación la Cano).



ING. LUIS ALBÍNEZ BACA



Ing. LIONEL V. FIDEL SMOLL
Director
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

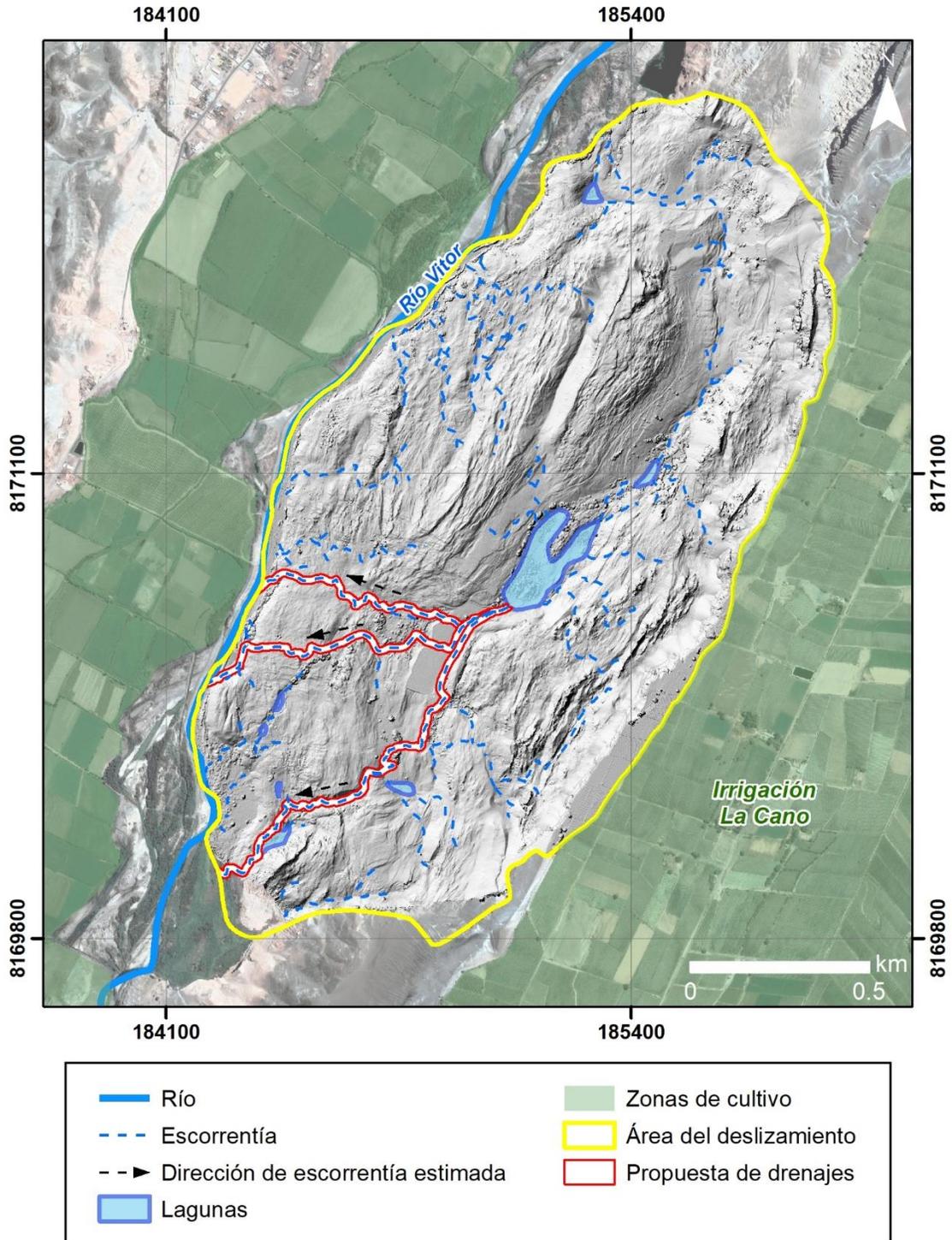


Figura 8. Mapa de surgencias de agua y red de drenajes (escorrentía superficial), en el cuerpo del deslizamiento de Punillo. Los límites rojos muestra los sectores más óptimos según la configuración morfológica del deslizamiento a febrero del 2022, donde se podrían cavar drenes o canales de evacuación, según propuestas detalladas de ingeniería, para la mitigación temporal del deslizamiento. Debe considerarse que los drenes podrían obstruirse o colapsar por el avance del cuerpo mientras se desfoga toda el agua de las lagunas, por tanto, debe tenerse en cuenta mantenimiento hasta que se concluya el desfogue y se asegure el permanente traslado de agua.

5. BIBLIOGRAFÍA

Araujo, G. & Miranda, R. (2016). Evaluación geológica y geodinámica de deslizamientos en el flanco izquierdo del Valle de Vitor, sectores Pie de Cuesta, Telaya, Gonzales y Socabón. Distritos Vitor y La Joya, región Arequipa, provincia Arequipa. Informe Técnico;N° A6722 - INGEMMET.

Araujo, G., Pari W., Ojeda H., Huanca J., (2018). Geodinámica, Monitoreo Geodésico y Prospección Geofísica del deslizamiento de Pie de Cuesta – Vitor, Arequipa. Informe técnico A6813 – INGEMMET.

Taipe E. & Huanca J., (2018). Monitoreo de los Deslizamientos de la parte baja del Valle de Vitor (Punillo-Huachipa-Boyadero). Reporte técnico de Monitoreo INGEMMET.

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2020). Evolución y monitoreo fotogramétrico del deslizamiento de Punillo periodo 2020. Región Arequipa, provincia Arequipa, distritos La Joya, Vitor. Informe Técnico;N° A7041 – INGEMMET