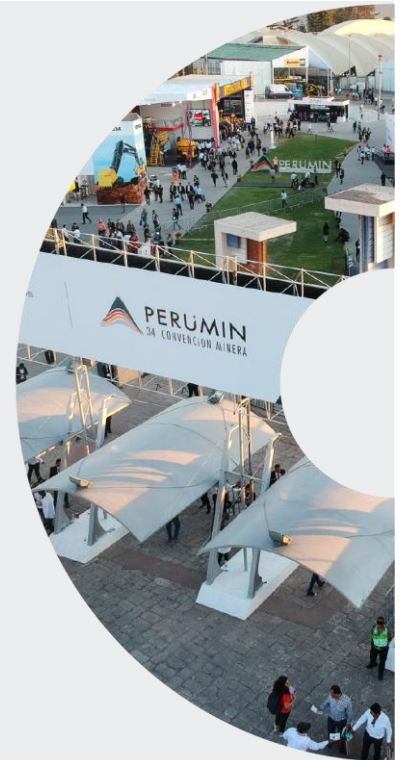


Análisis geotécnico de un deslizamiento superficial en Cercs Prepirineo

Angel M. & Marcel H.

CONSTRUYENDO
JUNTOS UN
PERÚ MEJOR

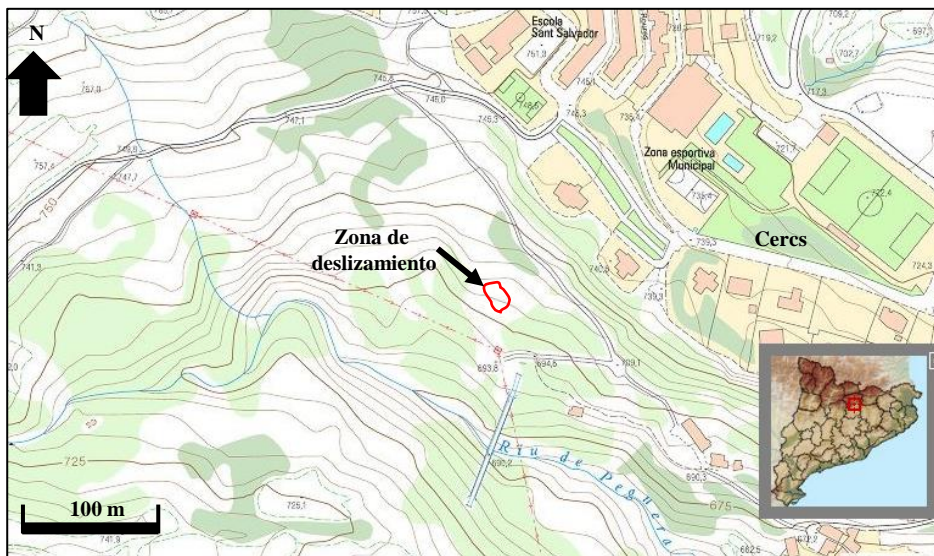


Contenido

1. Introducción
2. Caracterización geológica y geotécnica
3. Instrumentación y monitoreo geotécnico
4. Modelización numérica – Termo Hidráulico (TH)
5. Análisis de estabilidad
6. Conclusiones

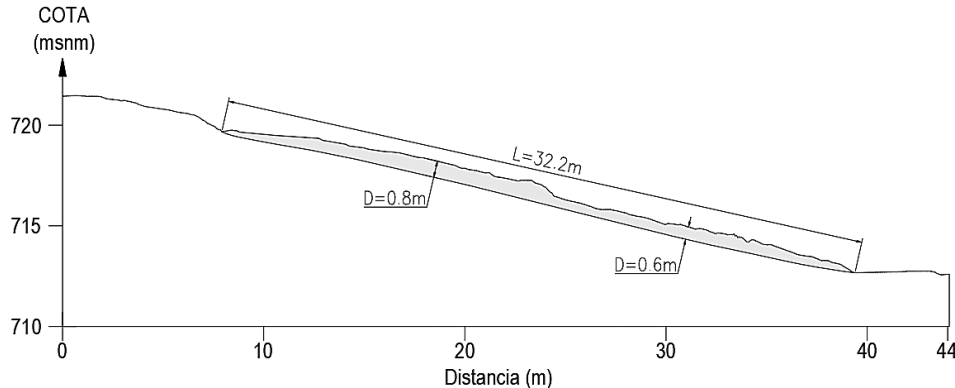
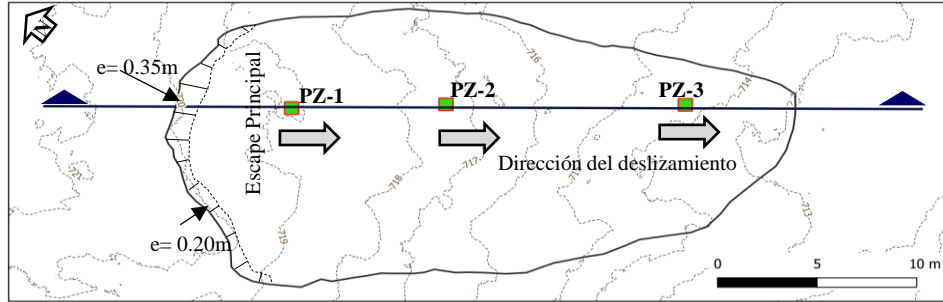


1. Introducción



Poblado de Sant Jordi en Cercs, Comarca de Berguedà, Barcelona, España.

1.1 Descripción del deslizamiento

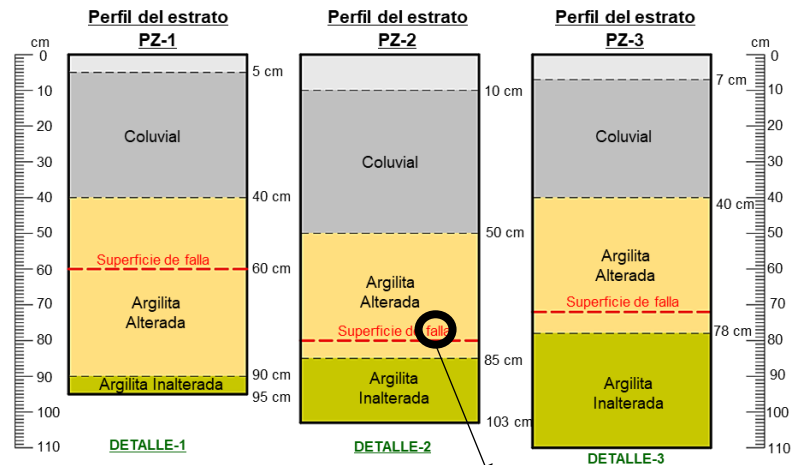
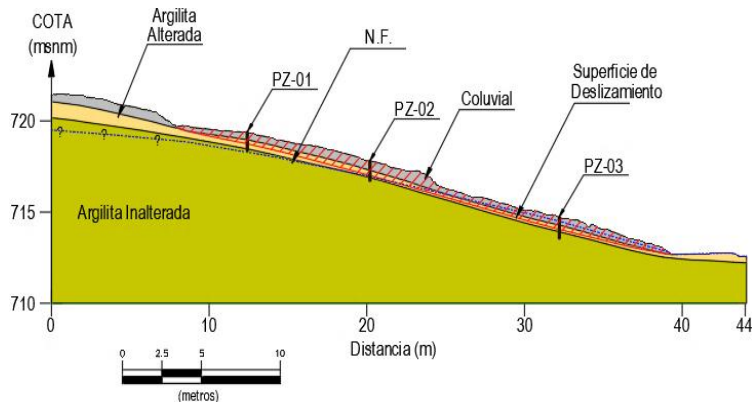


- Deslizamiento traslacional
- Inclinación de ladera 10 a 15°
- Prof. De superficie de falla 0.6 a 0.8 m.
- Ancho 15 m y la longitud de 32.2 m
- Escarpe principal con saltos de 0.20 y 0.35 m.

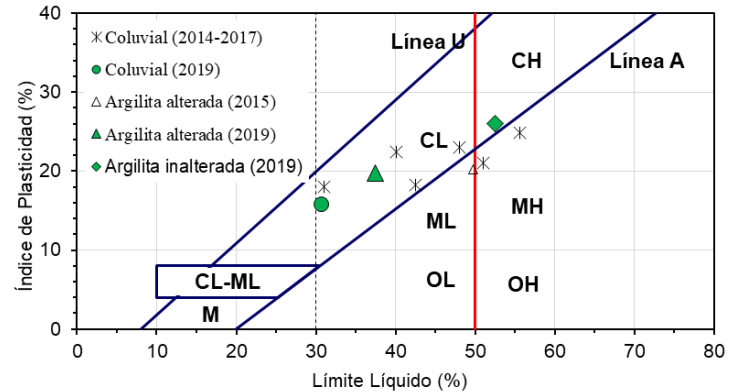
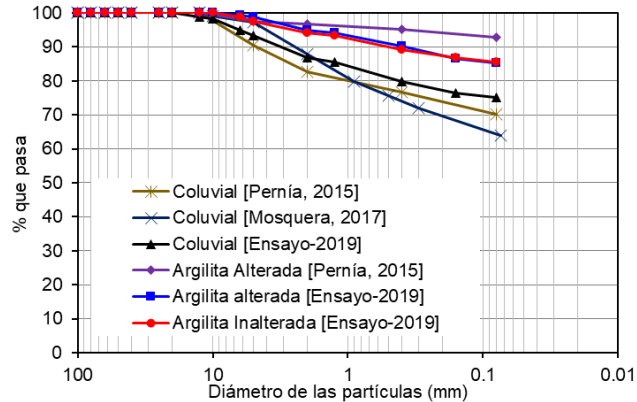
2. Caracterización geológica y geotécnica

2.2 Caracterización geológica

- Coluvial
- Argilita alterada
- Argilita inalterada
- Basamento rocoso: lutitas, arcillas y calizas del Keuper del Cretáceo Superior.

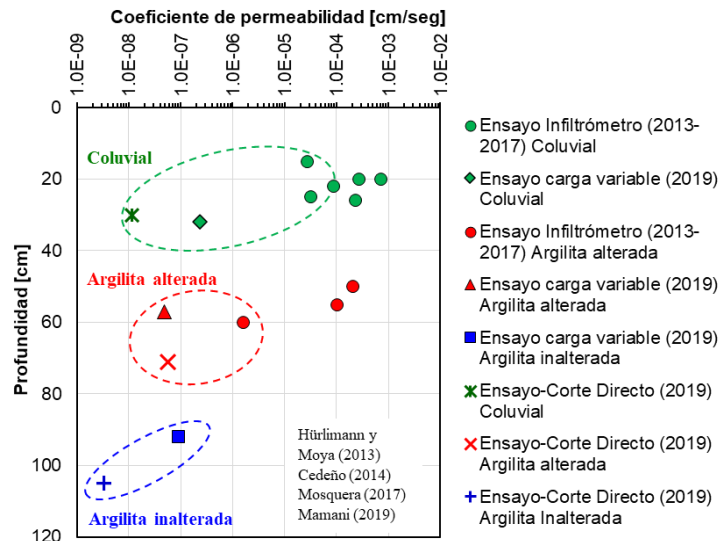


2.2 Caracterización geotécnica



- Coluvial, arcilla inorgánica (CL) de baja plasticidad.
- Argilita alterada, arcilla inorgánica (CL) de media a alta plasticidad;
- La argilita inalterada, arcilla inorgánica (CH) de alta plasticidad.

2.3 Caracterización hidráulica



Conductividad hidráulica

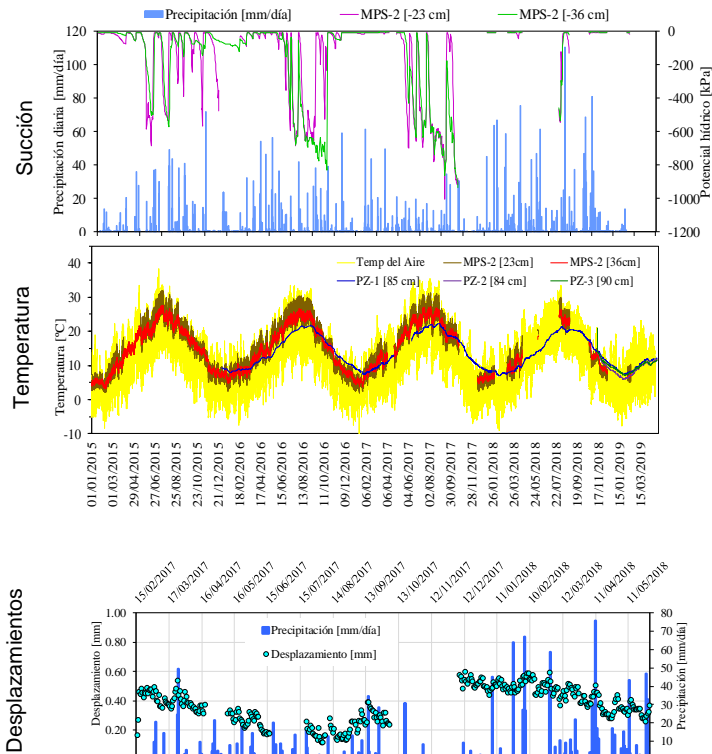
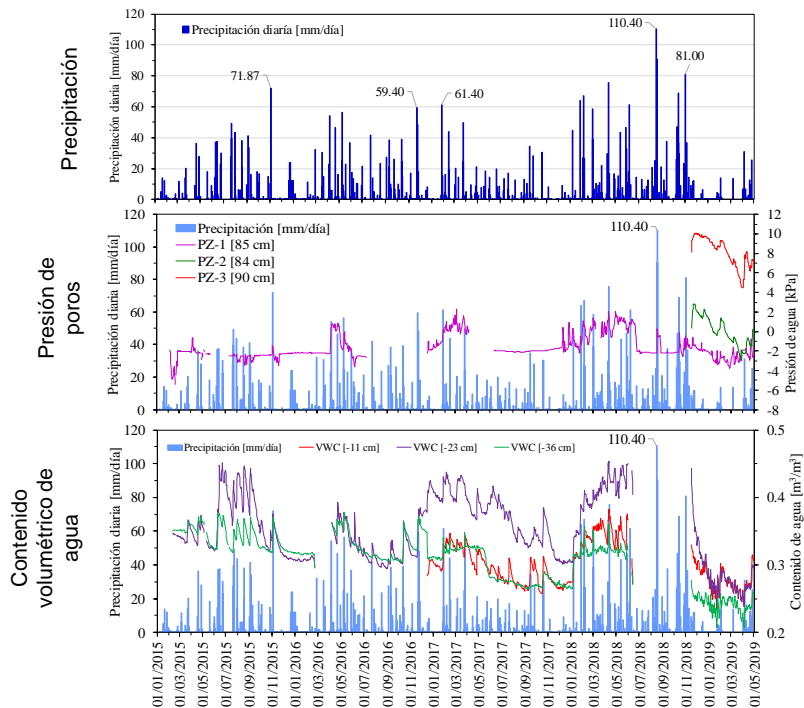
- Ensayo Infiltrómetro.
- Ensayo de Permeabilidad por carga variable.
- Ensayo – Corte Directo

Capa/Estrato	Conductividad hidráulica K (cm/s)	Permeabilidad intrínseca k (m ²)
Coluvial	2.91E-06	2.97E-15
Argilita alterada	5.65E-07	5.76E-16
Argilita inalterada	4.74E-08	9.34E-17

4. Instrumentación y monitoreo

Nombre de Estación	Tipo de equipos	Cantidad	Marca y modelo.
METEO	Pluviómetro	1	Decagon ECRN-100
	Sensor de temperatura y humedad relativa del aire	1	Campbell Scientific HC2S3.
	Barómetro	1	Bosch BMP085
SLOPE	Piezómetro de cuerda vibrante.	3	Geosense VWP-3200
	Extensómetro Horizontal.	1	ASM WS12-3000
	Sonda de humedad 10HS	3	Decagon 10HS
	Sensor de potencial de agua dieléctrico (Succión) y sensor de temperatura.	2	Decagon MPS-2

4.1 Registros de Monitorización



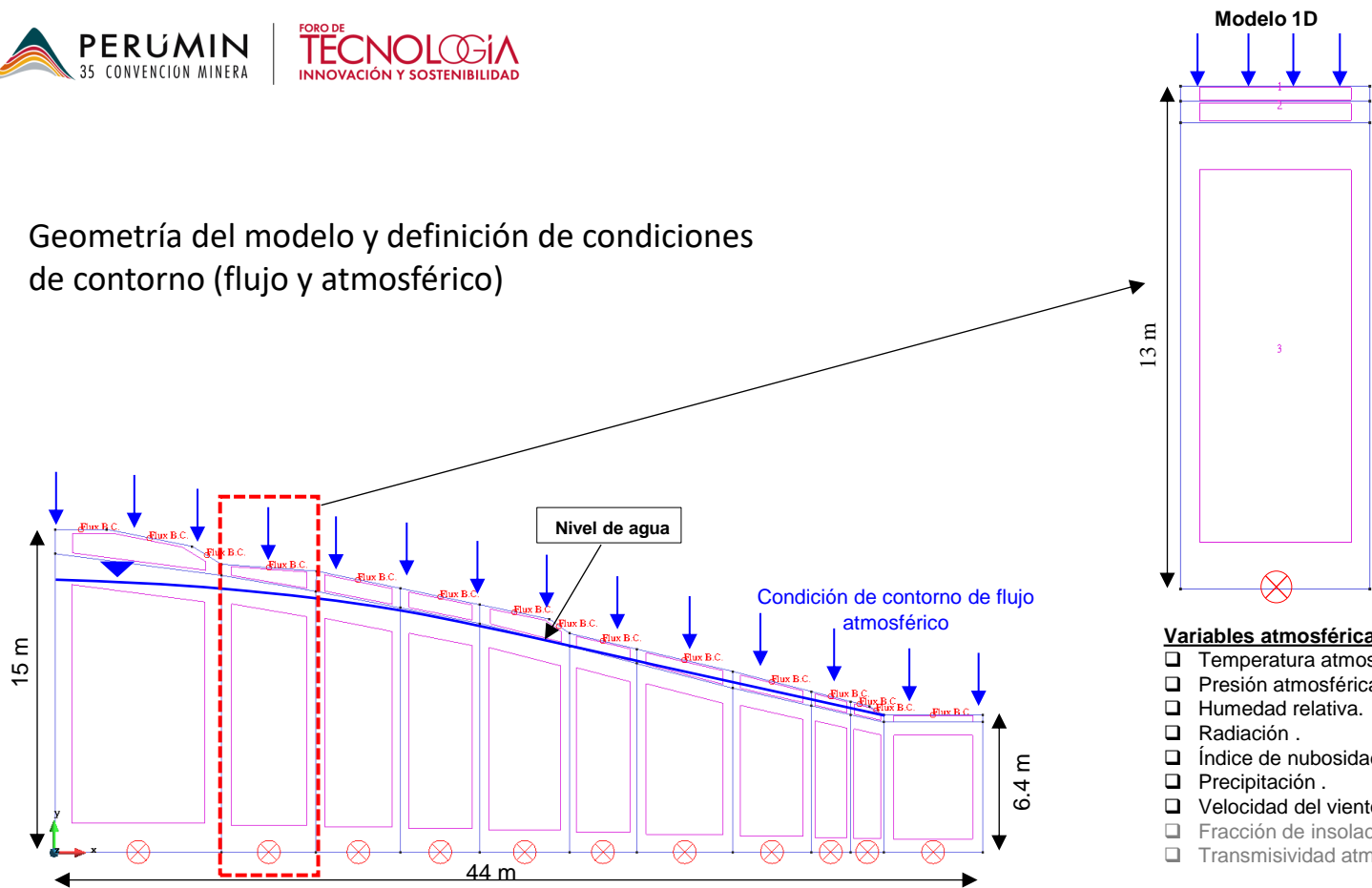
5. Modelización numérica – Termo Hidráulico

La metodología para la modelación numérica en modelo 1D y 2D, en Code_Bright comprende de ocho pasos básicos:

- 1) Geometría del modelo.
- 2) Definir los datos del problema.
- 3) Parámetros de los materiales.
- 4) Definición de condiciones de contorno (flujo y atmosférico).
- 5) Definición del intervalo de tiempo para la modelación.
- 6) Generación de la malla con refinamiento en la zona de interés.
- 7) Etapa de cálculo en Code_Bright y
- 8) Post procesamiento y visualización de los resultados.



Geometría del modelo y definición de condiciones de contorno (flujo y atmosférico)



Variables atmosféricas

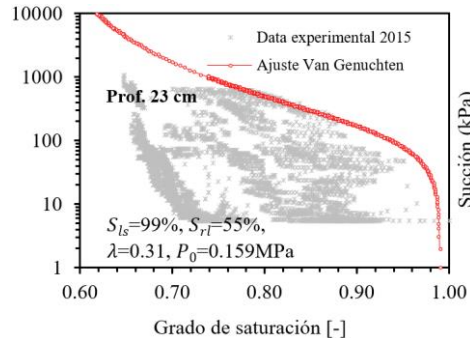
- Temperatura atmosférica.
- Presión atmosférica.
- Humedad relativa.
- Radiación .
- Índice de nubosidad.
- Precipitación .
- Velocidad del viento.
- Fracción de insolación.
- Transmisividad atmosférica.

5.1 Parámetros de los materiales

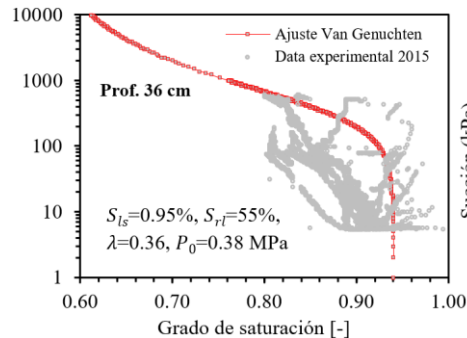
- Curva de retención (Van Genuchten)
- Permeabilidad intrínseca (Kozeny)
- Permeabilidad relativa de fase gas (ley cúbica)
- Porosidad del material

Modelo Van Genuchten

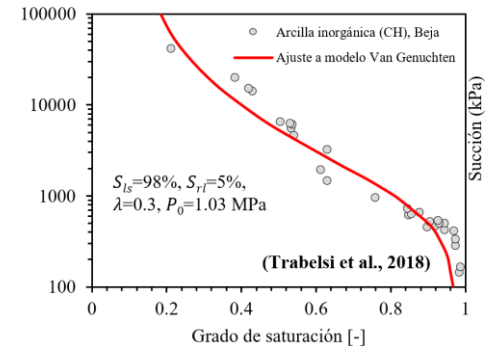
$$S_e = \frac{S_l - S_{rl}}{S_{ls} - S_{rl}} = \left[1 + \left(\frac{P_g - P_l}{P} \right)^{\frac{1}{1-\lambda}} \right]^{-\lambda}$$



Coluvial



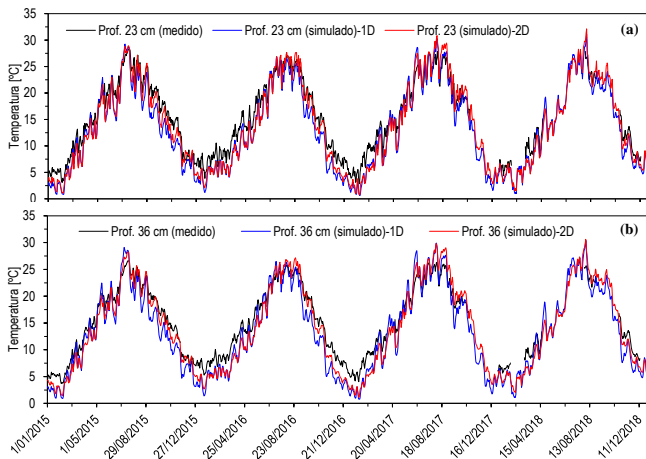
Argilita alterada



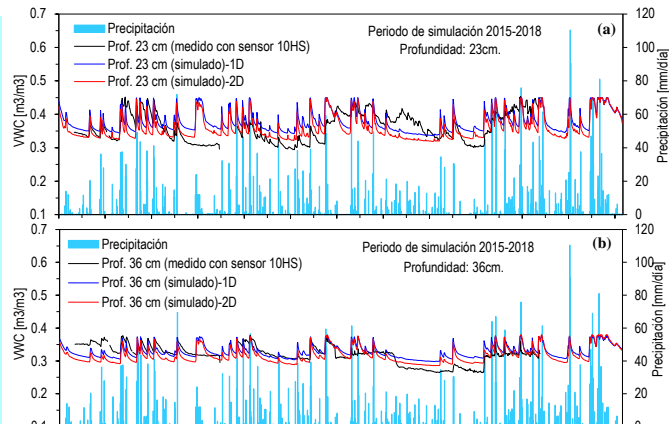
Argilita inalterada

5.2 Resultados de la modelación TH

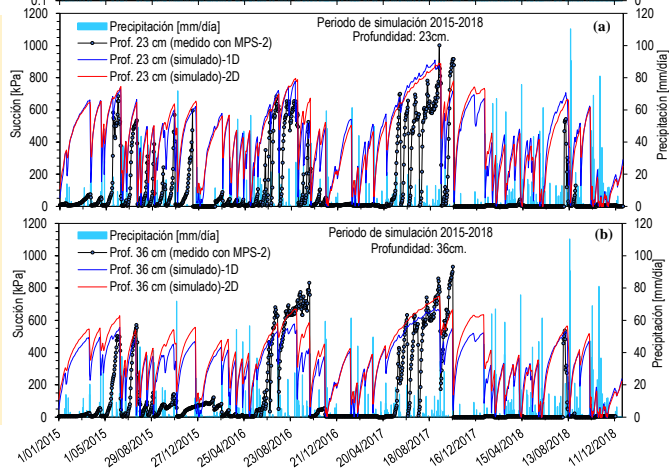
Temperatura



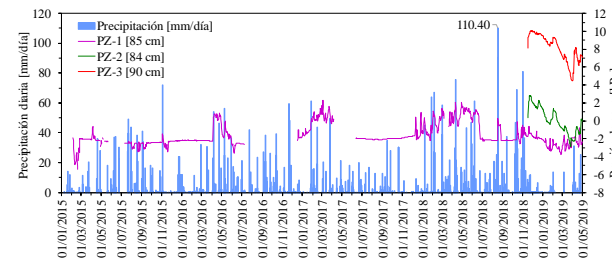
Contenido volumétrico de agua



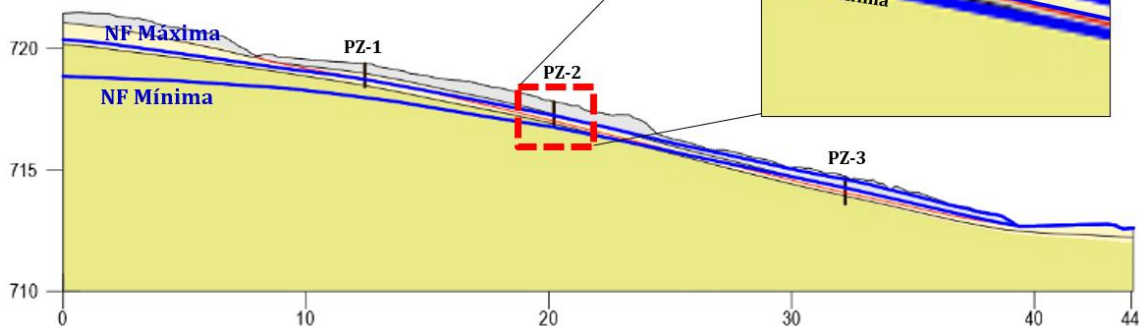
Succión (Potencial hídrico)



6. Análisis de estabilidad



Estrato	Peso específico (kN/m ³)	Cohesión (kPa)	Angulo de fricción (°)
Coluvial	20.2	18.7	32
Argilita alterada	20.6	0	15
Argilita inalterada	20.8	16.9	28



Factores de seguridad

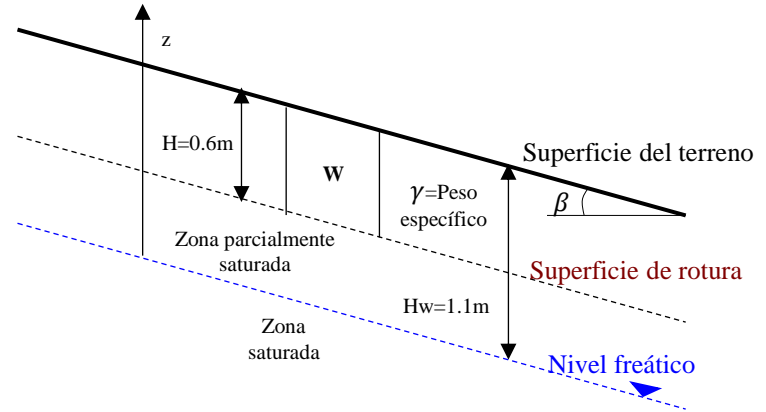
NF	FS
2015 a 2018	Estático
NF mínima	1.351
NF media	1.258
NF máxima	1.153

6.1 Análisis de estabilidad – Talud Infinito

$$FS = \frac{\tan\phi'}{\tan\beta} + \frac{2c'}{\gamma H \sin 2\beta} - \frac{\sigma^s}{\gamma H} (\tan\beta + \cot\beta) \tan\phi'$$

$$\sigma^s = -\frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} (u_a - u_w) = -\frac{S_l - S_{rl}}{S_{ls} - S_{rl}} (P_g - P_l)$$

Parámetros obtenidos a partir de la modelación numérica Termo-Hidráulico



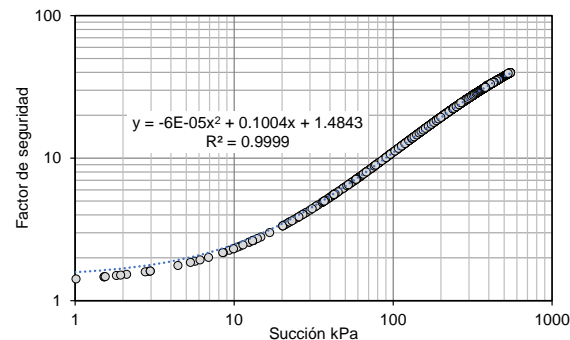
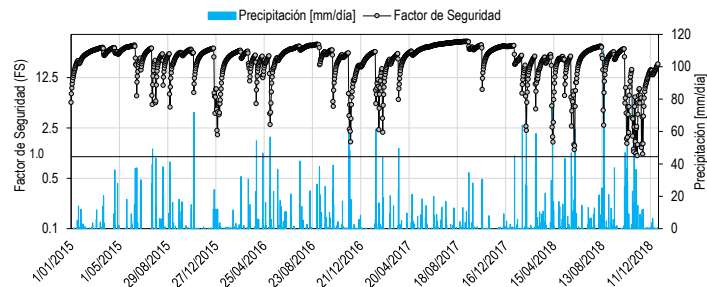
$$\begin{aligned}\beta &= 12^\circ \\ \phi' &= 15^\circ \\ c' &= 0 \\ \gamma &= 20.60 \text{ kN/m}^3\end{aligned}$$

6.2 Resultados del análisis de estabilidad – Talud Infinito

- El cálculo de FoS obtenido para cada día (2015 a 2018).
- Cuando presenta precipitaciones > 50 mm/día, FoS disminuye drásticamente.
- Cuando la precipitación es menor, el FoS resulta muy superiores a la unidad.
- Por tanto, la succión contribuye a la resistencia.

Factor de seguridad mínima:

- 1.16 → Obtenido con (Slide)
- 1.09 → Obtenido de Talud infinito incluyendo la succión mátrica.



7. Conclusiones

- La caracterización geológica y geotecnia es de vital importancia para el estudio de los deslizamientos.
- La instrumentación y monitoreo ayudan a entender el comportamiento del suelo ante la variación de factores atmosféricos.
- La modelización numérica permitió simular la interacción entre suelo y atmosfera.
- Los análisis de estabilidad mostraron que el deslizamiento se mantiene estable y es corroborada con la instrumentación directa.
- Los deslizamientos superficiales pueden activarse ante las precipitaciones pluviales intensas.



CONSTRUYENDO
JUNTOS UN
PERÚ MEJOR



FORO DE
TECNOLOGIA
INNOVACIÓN Y SOSTENIBILIDAD

