

FICHA TÉCNICA: MODELACIÓN GEOTÉCNICA Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES

ACUMEN OS 1.0 — Ecosistema Multi-Agente en Tiempo Real

Esta ficha técnica describe la metodología de modelación y estabilización de laderas expuestas a solicitaciones hidrológicas críticas en portales de túneles viales, integrada en la plataforma interactiva de ACUMEN.

1. Metodología de Modelación Geomecánica

La simulación recrea un talud rocoso fracturado en el portal de entrada de un túnel bajo condiciones de infiltración pluvial extrema. La estabilidad del talud se evalúa cuantitativamente a través de métodos de equilibrio límite (MÉL), determinando la relación entre las fuerzas resistentes y las fuerzas motoras que inducen la falla.

Mecanismo de Falla

- **Infiltración y Presión de Poros:** Ante eventos de lluvia intensa, el agua infiltra a través de las fracturas del macizo rocoso, incrementando la presión de poros y reduciendo el esfuerzo cortante efectivo a lo largo de la superficie de falla potencial.
 - **Periodo de Retorno (T_r):** Se simulan escenarios climatológicos desde $T_r = 10$ años (lluvias de diseño estándar) hasta $T_r = 120$ años (eventos extremos de variabilidad climática), donde el Factor de Seguridad cae bajo el límite de equilibrio estricto ($FoS < 1.0$), detonando un deslizamiento rotacional/traslacional.
-

2. Ecosistema de Agentes de IA en ACUMEN OS

El protocolo de mitigación es gestionado por cuatro unidades lógicas de agentes inteligentes que colaboran en tiempo real:

1. **Agente A (Geología):** Monitorea la precipitación acumulada en la cuenca y calcula la rata de infiltración en las juntas del macizo rocoso basándose en registros históricos de pluviosidad.

2. **Agente B (Estructuras):** Dimensiona la capacidad estructural de los elementos de soporte requeridos (diámetro y longitud de pernos de anclaje de acero).
3. **Agente C (Geotecnia):** Ejecuta el cálculo dinámico del Factor de Seguridad (FoS) actualizando la cohesión y fricción efectiva del suelo/roca conforme varía el nivel freático.
4. **Agente D (Seguridad / Monitoreo):** Evalúa el factor de seguridad remanente post-estabilización y emite las alertas del sistema.
-

3. Glosario y Términos Clave

- **FoS (Factor de Seguridad):** Relación cuantitativa entre la resistencia al corte del suelo/roca y el esfuerzo cortante movilizado. Un $FoS \geq 1.5$ es el estándar de diseño seguro para taludes definitivos en carreteras nacionales de Colombia (según el Manual de Estabilidad de Taludes del INVIAS).
 - **Pernos de Anclaje Activos:** Elementos de refuerzo de acero de alta resistencia insertados en perforaciones en el talud y tensionados para aplicar una fuerza de confinamiento activa (T_{bolt}), aumentando el esfuerzo normal y la resistencia a la fricción en la superficie de falla.
 - **Tr (Periodo de Retorno):** Intervalo de tiempo promedio en el que se espera que un evento de lluvia de cierta magnitud sea igualado o superado.
 - **Equilibrio Límite:** Método matemático que analiza la estabilidad de una masa de suelo/roca propensa a deslizarse a lo largo de una superficie de falla supuesta, asumiendo que el factor de seguridad es constante en toda la superficie.
-

4. Parámetros Técnicos de la Simulación

Parámetro	Estado Inicial (Lluvia Base)	Estado Crítico ($T_r \geq 60$ años)	Estado Estabilizado (RDM)
Precipitación (T_r)	10 años	> 60 años	> 60 años
Factor de Seguridad (FoS)	1.45 (Estable)	0.98 (Falla Inminente)	1.38 - 1.62 (Seguro)
Soporte Activo	Ninguno	Inactivo	Pernos de 30 toneladas
Estado del Talud	Conforme	Deslizamiento de masa	Estabilizado

ACUMEN SAS INGENIERÍA

Ingeniería del territorio e infraestructura resiliente.

Contacto Técnico: contacto@acumeningenieria.com