

## **INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES GEOMECÁNICAS Y EL ESTADO DE METEORIZACIÓN DEL MAICILLO EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES EN EL SECTOR DE NAHUELBUTA**

**N. Montecinos Ortega<sup>1</sup>, R W. King St-onge<sup>2</sup>, J M. Montenegro Cooper<sup>3</sup>**

### **RESUMEN**

El maicillo es un término chileno adoptado por la comunidad geotécnica-geológica para referirse a rocas graníticas altamente meteorizadas. Este material además de ser uno de los suelos residuales más comunes y abundantes en Chile, produce problemas en el diseño y estabilización de taludes. Se estudian desde un punto de vista geotécnico y mineralógico (específicamente el índice de meteorización) los maicillos presentes en la Cordillera de Nahuelbuta, con el fin de entender la relación e influencia de las dos ciencias en la estabilidad de taludes. Para el análisis geotécnico, se utilizan datos de diferentes estados de meteorización de los maicillos, con el objetivo de establecer la influencia de los parámetros resistentes y el porcentaje de material fino en el comportamiento de cada uno de los estados de meteorización. En el estudio mineralógico, se analiza la coloración del maicillo y de la biotita de todos los maicillos de la zona de estudio.

Resultados del análisis de estabilidad para taludes de 10, 20 y 30 metros, arrojan que el comportamiento geotécnico de los maicillos que presentan un porcentaje de material fino entre el 20% y 29%, es singular y muy parecido. Sin embargo el comportamiento ya difiere en aquellos maicillos que presentan un porcentaje de material fino entre el 30% y 40%. La coloración de la biotita y del maicillo presenta variaciones en función de la alteración del maicillo. El patrón de coloración RGB arrojan un tipo de valores para maicillos que presentan entre un 20% y 29% de material fino; y otros para maicillos que presentan entre un 30% y 40%.

**PALABRAS CLAVES:** Maicillo; Porcentaje de finos; Índice de meteorización, Estabilidad de taludes.

### **ABSTRACT**

The maicillo is a Chilean term adopted by the geotechnical-geological community to refer to heavily weathered granitic rocks. This material, besides being one of the most common residual soils and abundant in Chile, produces problems in the design and stabilization of slopes. From the geotechnical and mineralogical point of view (specifically the index of weathering) the maicillos present in the Cordillera de Nahuelbuta are studied, in order to understand the relationship and influence of the two sciences in the slopes stability. For the geotechnical analysis, data from different states of weatherization of maicillos are used, in order to establish the influence of the resistant parameters and the percentage of fine material in the behavior of each of the weathering states. In the mineralogical study, the coloration of maicillo and biotite of all maicillos of the study area is analyzed.

Results of the stability analysis for slopes of 10, 20 and 30 meters, show that the geotechnical behavior of maicillos that present a percentage of fine material between 20% and 29%, is unique and very similar. However, the behavior already differs in those maicillos that present a percentage of fine material between 30% and 40%. The coloration of the biotite and maicillo presents variations depending on the maicillo alteration. The RGB coloration pattern yields a type of values for maize varieties with between 20% and 29% of fine material; and others for maicillos that present between 30% and 40%.

**KEYWORDS:** Maicillo; Percentage of fines; Index of weathering, Stability of slopes.

<sup>1</sup> Nicolás Montecinos, Ingeniería Civil Geológica, Universidad Católica de la Santísima Concepción, CHILE, nmontecinos@ing.ucsc.cl

<sup>2</sup> Robert King, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Católica de la Santísima Concepción, CHILE, rking@ucsc.cl

<sup>3</sup> José Miguel Montenegro, Departamento Ingeniería Civil, Universidad Católica de la Santísima Concepción, CHILE, jmontenegro@ing.ucsc.cl

## 1. INTRODUCCIÓN

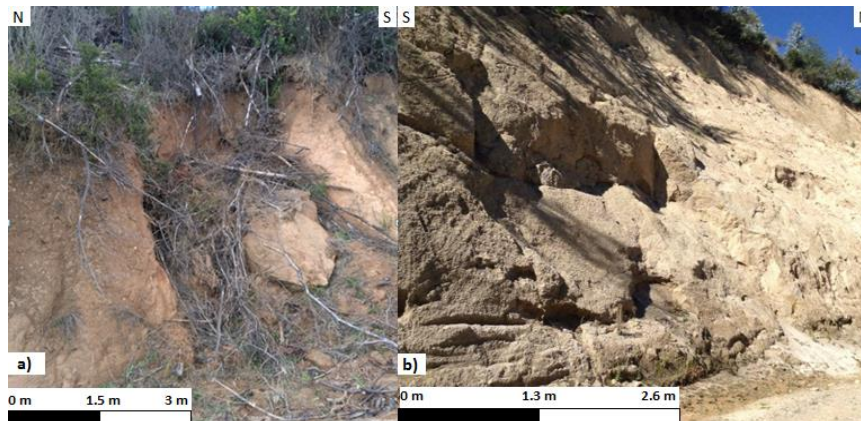
El maicillo es un término chileno adoptado por la comunidad geotécnica-geológica para referirse a rocas graníticas altamente meteorizadas. Este material además de ser uno de los suelos residuales más abundantes de Chile, es uno de lo que más problemas causa en la realización de proyectos ingenieriles. Debido a la complejidad que presenta este material, su estudio se ha desarrollado multidisciplinariamente. Ciencias como la edafología, geología, mecánica de suelos y la mecánica de rocas lo analizan con el objetivo de entender y caracterizar de mejor manera su comportamiento.

Una definición simple del maicillo puede ser descrita como el resultado de la meteorización de rocas graníticas, sin embargo es necesario entender que varias ciencias se dedican a estudiar desde diferentes puntos de vista el maicillo, por lo que el entender solo una definición no es suficiente. De la literatura surgen diversas definiciones; desde un punto de vista taxonómico, la FAO (Food and Agriculture Organization) (2006) clasifica al maicillo como un Arenosols. Estos comprenden a los suelos arenosos, incluyendo también los suelos desarrollados en arenas residuales luego de ocurrir la meteorización in-situ de sedimentos ricos en cuarzo o roca, y suelos desarrollados en depósitos de arenas tales como las dunas y playas. Desde la perspectiva geotécnica, el maicillo es denominado como saprolito granítico. Este se define como el macizo rocoso meteorizado que conserva la estructura rocosa de la roca madre, aunque la composición de la roca matriz se haya alterado y tenga menos resistencia que la roca sana, pudiendo presentar, además las discontinuidades originales del macizo y/u otros planos de debilidad (Díaz, 1998).

En relación al origen del maicillo, este proviene de rocas de composición granítica, que forman parte del Batolito Costero Chileno. Esta unidad geológica es definida como una gran masa de rocas intrusivas, que se ha formado en paralelo a la zona de subducción, a partir del enfriamiento del magma y que se emplaza a lo largo de la Cordillera de la Costa desde Valparaíso hasta la IX región de Chile (Toro, 2007). Al ser la granodiorita la principal unidad granítica del Batolito Costero Sur (Hervé et al., 1987), el área de estudio se ha visto expuesto a un fuerte proceso de meteorización física y química que ha aflojado y desmembrado las uniones entre los cristales de cuarzo, feldspatos y biotita; así texturalmente, el maicillo presenta granos de tamaño grueso y en menor medida granos de tamaño medio (Creixell, 2001).

Desde un punto de vista mineralógico, una de las problemática de los suelos residuales es que en algunos casos es posible encontrar una gran variedad de materiales que presentan la misma composición mineralógica, sin embargo la concentración de los minerales varía considerablemente. El origen de este hecho se explica en el rol que desempeñan las estructuras heredadas y la acción de la meteorización de las rocas parentales y/o formadas durante el desarrollo del suelo, a su vez las posibilidades de existencia de éstos están reguladas por el entorno en que se encuentran (Díaz, 1998). Este aspecto es muy importante en el estudio del maicillo, puesto que el estado de meteorización del suelo regula en gran parte el comportamiento geomecánico del maicillo (Figura 1).

El caracterizar suponiendo que todos los maicillos, con diferentes estados mineralización, tienen el mismo comportamiento geomecánico, conduce a errores en el diseño de obras civiles, en particular en el diseño de taludes. Existen diferentes formas de establecer el grado de meteorización de un material; desde análisis mineralógicos, cuantificaciones geoquímicas, hasta simples observaciones en terreno. La clasificación ISRM (International society of rock mechanics) (1981) denota el estado de meteorización en función de la coloración, discontinuidades y resistencia del material (Tabla 1). Esta tabla de meteorización describe de forma muy general el estado de meteorización de las rocas y/o suelos. La determinación del estado de meteorización para un material tan complejo como el maicillo (problemas como la variación de la concentración mineralógica y el comportamiento geomecánico) no es suficiente con la utilización del sistema ISRM.



**Figura 1:** Representación de dos estados de meteorización diferentes del maicillo. A) Maicillo con estado de meteorización 4 (Falla rotacional). B) Maicillo con estado de meteorización 2 (falla en bloque).

**Tabla 1:** Grado de meteorización según ISRM (1981).

TERMINO	DESCRIPCIÓN	GRADO
Roca Fresca	No presenta signos visibles de meteorización en la roca; tal vez una leve decoloración en las superficies de las discontinuidades mayores.	I
Roca levemente meteorizada	La decoloración indica meteorización de la roca y en las superficies de las discontinuidades. La roca en su totalidad puede estar decolorada por la meteorización y puede estar extremadamente algo más débil, que en su condición física.	II
Roca moderadamente meteorizada	Menos de la mitad de la roca está descompuesta y/o desintegrada como un suelo. La roca fresca o decolorada se puede presentar como colpas o testigos continuos.	III
Roca muy meteorizada	Más de la mitad de la roca está descompuesta y/o desintegrada como un suelo. La roca fresca o decolorada se puede presentar como colpas o testigos discontinuos.	IV
Roca completamente meteorizada	Toda la roca está descompuesta y/o desintegrada como un suelo. La estructura original del macizo aún se mantiene en gran parte intacta.	V
Suelo residual	Toda la roca está convertida como suelo. La estructura del macizo y la fábrica del material están destruidas. Existe un gran cambio de volumen, sin embargo el suelo no ha sido transportado significativamente.	VI

Es por esa razón que el determinar una clasificación de la meteorización para el maicillo es muy útil para entender los factores cualitativos (coloración) y cuantitativos (porcentaje de material fino, parámetros resistentes) influyentes en la meteorización de materiales de origen ígneo; así, si se quieren estudiar rocas meteorizadas de origen granítico se tengan en cuenta aspectos nuevos del presente estudio.

El área de estudio se encuentra en los alrededores de la ciudad de Nacimiento, la cual se encuentra ubicada a 108 km al sur de Concepción, Región de Biobío (Figura 2a). El estudio contempla el análisis de 6 sectores estudiados anteriormente por Rodríguez (2015), los cuales presentan taludes de maicillo con diferentes estados de meteorización (Figura 2b). Estos se encuentran insertos en predios forestales pertenecientes a la empresa Forestal Mininco S.A. Esta constantemente construye nuevas vías, interviniendo en reiteradas ocasiones en áreas de gran pendiente, lo que da como resultado la creación de cortes de cerros.