



Boletín de la Sociedad Geológica del Perú

journal homepage: [www.sgp.org.pe](http://www.sgp.org.pe) ISSN 0079-1091

## CONTROL GEOMORFOLÓGICO EN EL DESARROLLO DE LOS SUELOS EN LA SUBCUENCA HIDROGRÁFICA LINGA, AREQUIPA

Arnold García<sup>1,2</sup>, Wilson López<sup>1,2</sup>, Dennis Guevara<sup>1,3</sup>, Cristina Cereceda<sup>1</sup> & Abraham Fernández<sup>1</sup>

(1) Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, Dirección de Geología Regional, Lima, Perú ([arnoldgarciazg@gmail.com](mailto:arnoldgarciazg@gmail.com))

(2) Escuela Profesional de Ingeniería Geológica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

(3) Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Piura, Perú

### 1. INTRODUCCIÓN

La zona de estudio pertenece a la subcuenca Linga, en el Distrito de Cocachacra, Departamento de Arequipa (Figura 1). En esta zona aflora una gran variedad de rocas sedimentarias, metamórficas, volcánicas e intrusivas que abarcan un amplio rango de edad que van desde el Proterozoico hasta el Cuaternario, además existen unidades de relieve tales como montañas, colinas, lomas, llanuras y vallecitos, y zonas climáticas de desierto superárido con sus respectivos microclimas.

Este trabajo tiene como objetivo realizar un análisis del desarrollo del suelo en las superunidades Linga y Punta Coles con la finalidad de comprender la relación existente entre el grado de desarrollo del suelo, el relieve del terreno y el microclima en el cual se dan lugar los procesos pedogénéticos. Este estudio se encuentra enmarcado dentro de las labores realizadas dentro de la cuenca hidrográfica del Río Tambo por el Proyecto de la Carta Nacional de Suelos de la Dirección de Geología Regional, INGEMMET.

Los estudios de pedogénesis muestran que el material parental, relieve, clima, organismos y tiempo, son los factores relevantes en el desarrollo de un suelo. En este trabajo, se ha evaluado el grado de desarrollo de los suelos en función de la variación del relieve y microclima en unidades intrusivas del Cretácico superior - Paleoceno y Jurási-

co inferior a medio (Superunidad Linga y Punta Coles). Se establecieron 2 catenas, 4 pedones en la superunidad Linga y 3 pedones en la superunidad Punta Coles. Los pedones de ambas catenas corresponden a depósitos residuales, con grado de desarrollo desde muy superficiales a superficiales. Las observaciones sugieren que existe un claro contraste entre los suelos generados en zonas de montañas, colinas y lomas, correspondiendo a un dominio del factor relieve y en menor medida al microclima.

### 2. CONTEXTO GEOLÓGICO

Las unidades geológicas abarcan un amplio rango de edad, desde el Proterozoico hasta el Cuaternario (Figura 1). Sin embargo para la generación de los suelos es necesario dar énfasis en la parte litológica independientemente de la edad de la roca, pues las rocas guardan una estrecha relación con la distribución y características del relieve y de sus suelos (cf. Villota, 1991), por lo cual se presenta la Tabla 1, en la cual se han agrupado las unidades litológicas. Específicamente, este estudio se ha enfocado en las rocas intrusivas intermedias de las superunidades Linga y Punta Coles.

**Superunidad Linga:** está constituida por monzonitas y monzodioritas del Cretácico superior, datadas en 66.6 Ma (Mukasa, 1986). Estos afloramientos se ubican parte alta de la subcuenca Linga, ocupando la mayor parte de esta zona.

TIPO DE ROCA	LITOLOGÍA		UNIDADES GEOLÓGICAS	
Sedimentarias	Areniscas cuarzosas		Fm. Hualhuani	
			Fm. Labra	
	Areniscas, limolitas y limoarcillitas		Fm. Cachios	
			Fm. Puente	
	Calizas		Fm. Gramadal	
Ígneas	Intrusivas Félsicas	Granito	Granito de Tambo - Jaguay	
			Superunidad Ilo	
		Granodiorita	Superunidad Yarabamba	
		Tonalita	Superunidad Linga	
	Intrusivas Intermedias	Monzonita, monzodiorita y cuarzodiorita con cuarzo		Superunidad Linga
				Superunidad Punta Coles
	Volcánicas	Piroclásticas		Fm. Añashuayco
				Fm. Huaracane
		Efusivas		Fm. Matalaque
				Fm. Guaneros Superior
		Fm. Chocolate		
Metamórficas	Gneis		Complejo Basal de la costa	
Volcano- sedimentarias	Conglomerados y tobas		Fm. Millo	
			Fm. Moquegua	
	Andesitas y areniscas		Fm. Guaneros inferior	

Tabla 1. Unidades geológicas y su respectiva composición litológica.

- **Superunidad Punta Coles:** está constituida por monzodioritas y monzodioritas con cuarzo del Jurásico inferior a medio, datadas en 189.13 Ma y 170.4 Ma “(Cordani et al., 1985. Estos afloramientos se ubican en la parte baja de la subcuenca hidrográfica Linga al suroeste.

### 3. METODOLOGÍA

Las superunidades Linga y Punta Coles fueron seleccionadas con la finalidad de tener un factor del desarrollo del suelo de manera constante, para este caso la litología de las superunidades Linga y Punta Coles. Fijado ese factor, se puede

de observar la influencia de otros factores tales como relieve y microclima. Para esto, se realizó un cartografiado litológico y geomorfológico, tomando en cuenta la clasificación propuesta por Villota (1991), finalmente en base a las unidades geomorfológicas se estableció la ubicación y el número de calicatas para el registro de los pedones, las cuales representaran a cada unidad geomorfológica.

Específicamente para este trabajo se registraron 16 pedones (Tabla 2), en la superunidad Linga se registraron 4 pedones en montañas y 7 en colinas, mientras que en la superunidad Punta Coles

SUPERUNIDAD	RELIEVE	CALICATA	PENDIENTE	CANTIDAD
Linga	Montañas	CA-025	(G) Muy empinado	4
		CA-125	(G) Muy empinado	
		CA-127	(G) Muy empinado	
		CA-131	(F) Empinado	
	Colinas	CA-134	(E) Moderadamente empinado	7
		CA-049	(F) Empinado	
		CA-104	(F) Empinado	
		CA-107	(F) Empinado	
		CA-108	(E) Moderadamente empinado	
		CA-110	(F) Empinado	
	CA-122	(G) Muy empinado		
Punta Coles	Colinas	CA-051	(F) Empinado	3
		CA-053	(F) Empinado	
		CA-058	(G) Muy empinado	
	Lomas	CA-061	(E) Moderadamente empinado	2
		CA-093	(C) Moderadamente inclinado	
Total				16

Tabla 2. Calicatas por unidad de relieve realizadas en cada una de las superunidades intrusivas.

se registraron 3 pedones en colinas y 2 en lomas; a manera de esquematizar este trabajo se realizaron 2 catenas, una para cada superunidad ubicadas en zonas de microclimas distintos, y también de manera que se registre una variación de relieves en cada una de las superunidades (Figura 2).

#### 4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DESARROLLO DE LOS SUELOS

A manera de mostrar el grado de desarrollo del suelo, tomando en cuenta la clasificación de profundidad efectiva propuesto por Soil Survey Staff (1993), fueron seleccionadas las calicatas más representativas de cada relieve para cada superunidad (Figura 2).

##### 4.1. SUPERUNIDAD LINGA

En la Figura 2A, las calicatas CA-134, CA-107 Y CA-025 se encuentran ubicadas dentro de la zona de vida de Desierto superárido, mientras que la calicata CA-125 se ubica dentro de la zona climática Desierto perárido.

Los pedones de las calicatas CA-134 y CA-107 de la unidad de relieve "Colina" muestran un desarrollo de suelo superficial (~45 cm) en pendientes empinadas (F) y moderadamente empinadas (E) con presencia de los horizontes C y CR; mientras que el pedón de la calicata CA-025 del relieve "Montaña" con pendiente muy empinada (G) muestra un desarrollo de suelo superficial (~35 cm) con presencia de los horizontes C y CR; por otro lado, la calicata CA-125 con relieve "Montaña" y pendiente muy empinada (G) muestra un desarrollo de suelo superficial (~45 cm) con presencia de horizontes A y CR, mostrando características físicas distintas a la calicata CA-025 a pesar de poseer características de relieve similares.

##### 4.2. SUPERUNIDAD PUNTA COLES

En la Figura 2B, la calicata CA-058 se encuentra ubicada dentro la zona vida de Desierto superárido, la calicata CA-093 se encuentra ubicada dentro la zona climática de Desierto desecado, y la calicata CA-053 se encuentran ubicada dentro de la zona de vida de Desierto perárido.

Los pedones de las calicatas CA-058 y CA-053 de la unidad de relieve "Colina" muestran un desarrollo de suelo muy superficial (~15 - 22 cm) en pendientes muy empinada (G) y

empinada (F) respectivamente, con presencia de los horizontes C y CR (solo en la CA-053); por otro lado, el pedón de la calicata CA-093 del relieve "Loma" con pendiente moderadamente inclinada (C) muestra un desarrollo de suelo superficial (~60 cm) con presencia de los horizontes C y CR.

#### 5. DISCUSIÓN

El desarrollo de los suelos en todos los pedones de este trabajo muestran procesos pedogénéticos dependientes del relieve, quienes juegan un papel relevante en el aumento de la variedad y el desarrollo del suelo, tal como lo describe Gracheva (2011) especially in the mountain regions, cannot be fully explained by climatic control over soil formation. The objective of the research was to investigate the role of time and erosion processes as factors controlling soil diversity in humid tropical and subtropical mountains that differ in the characteristics of the parent rocks. The study is based on the concept of two main pathways of the weathering of silicate rocks, depending on whether phyllosilicates are present or lacking in their composition. This has a direct relationship to thickness and properties of the weathered mantle. A chronosequence of soils on river and marine terraces developed on weathered chloritized diabase porphyrites were studied in humid subtropics of the South Caucasus, on the eastern coast of the Black Sea, Georgia. On a terrace sequence with sand and pebble marine sediments that ranges in age from 1000 to 500. 000. years, Regosols, Ferralic Cambisols, Haplic Nitisols and Stagnic Acrisols are defined as consecutive stages of time-dependent soil formation. An erosional soil sequence in the hilly-mountain area of this region shows regressive soil development, from Stagnic Acrisols to Regosols/Leptosols. The erosion truncates relatively thick pre-erosion soils and regolith layer-by-layer; the exposed deep horizons play the role of parent rock for soil formation. In addition, soil sequences traced across hillslopes composed of serpentinite, ultrabasic and sedimentary rocks devoid of phyllosilicates have been studied in tropical regions of western Cuba. A mosaic of Ferralsols, Cambisols and Leptosols was formed under erosional impact on pre-erosion shallow soils and regolith. Time-dependent and erosion-dependent regularities of pedogenesis play an essential role in soil diversity and usually complicate initial soilscape, leading to formation of soils typical for extra-tropical/subtropical conditions. "(Grache-

va, 2011 en los trópicos montañosos y subtrópicos. Por otro lado las observaciones del desarrollo de suelo en la subcuenca Linga muestran que el factor clima se encuentra presente, sin embargo es llevado a segundo plano por los procesos geomorfológicos y de erosión, tal como lo describe Driessen et al. (2001).

## 6. CONCLUSIONES

-En la zona no se observa el efecto del factor tiempo, pues a pesar de que las dos súper unidades difieren cerca de 100 Ma no se observa una marcada diferencia en el desarrollo del suelo.

-El desarrollo del suelo se relaciona directamente al factor relieve; es así que en zonas de montañas, que poseen pendientes más pronunciadas, presentara un menor desarrollo del suelo a comparación a zonas de colinas y lomas, las cuales poseen pendientes menos pronunciadas y por lo cual presentan un mayor desarrollo.

-La influencia del microclima en el desarrollo de los suelos en la zona no es considerada un factor relevante, sin embargo, se hace presente en la zona de montaña representada por la calicata CA-125, la cual muestra un mayor desarrollo que las calicatas con características de relieve similar.

## REFERENCIAS

- Cordani, U., Kawashita, K., Siegl, G., & Vicente, J. (1985). Geochronological results from the Southeastern Part of the Arequipa Massif. *Comunicaciones*, 35, 45–51.
- Driessen, P., Deckers, J., & Spaargaren, O. (2001). *Lecture Notes on the major Soils of the world. World Soil Resources Reports*.
- Gracheva, R. (2011). Formation of soil diversity in the mountainous tropics and subtropics: Rocks, time, and erosion. *Geomorphology*, 135(3–4), 224–231.
- Mukasa, S. (1986). Zircon U-Pb ages of super-units in the Coastal batholith, Peru: Implications for magmatic and tectonic processes. *Geological Society of America Bulletin*, 97(2), 241–254.
- Soil Survey Staff. (1993). *Soil survey manual, United States Department of Agriculture*, 315 p.
- Villota, H. (1991). *Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. Santafe de Bogota, DC*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Subdirección de Docencia e Investigación, 184 p.

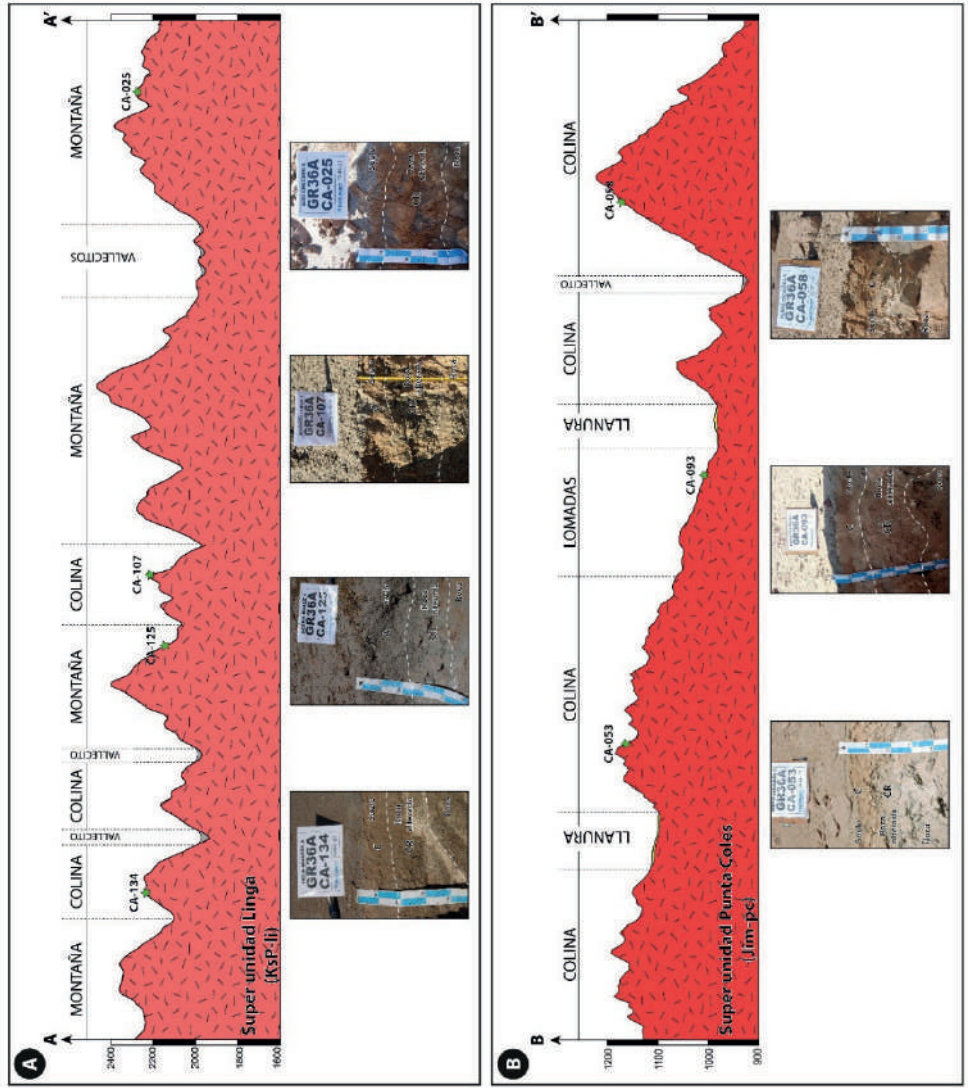


Figura 2. Catenas (A y B) que muestran las unidades de relieve y su relación con el desarrollo del suelo en las rocas intrusivas de la superunidad Linga y Punta Coles.

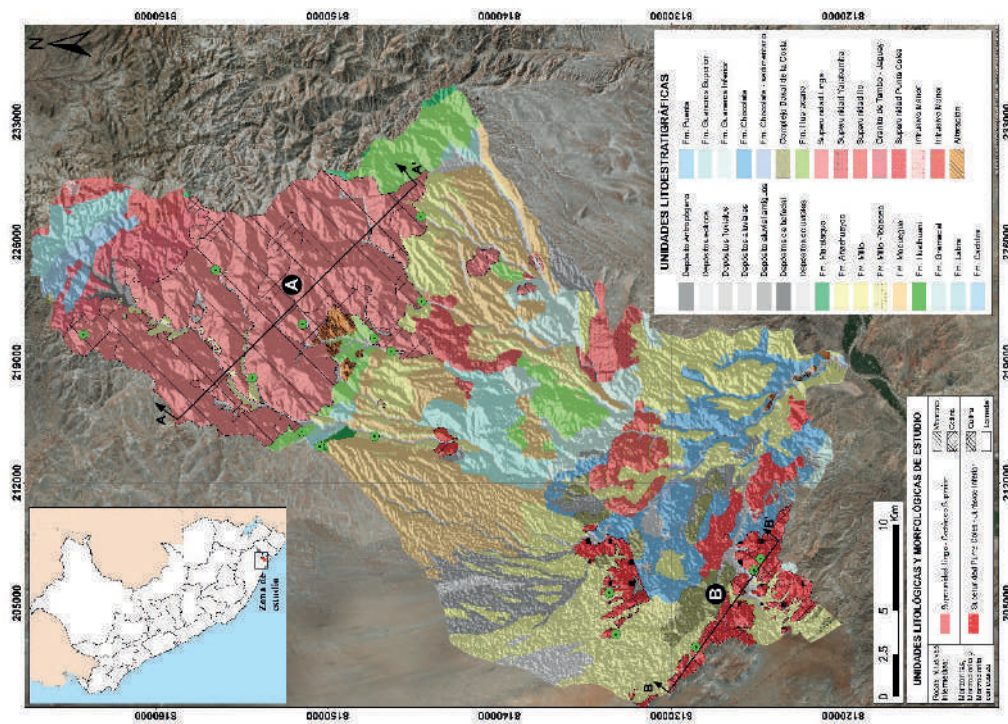


Figura 1. Mapa geológico de la subsecuencia Linga; en puntos verdes se muestran las calicatas realizadas para el registro de los pedones en la zona de estudio.