

## MASTER IN EARTH SCIENCES

Orientation: *Geochemistry – Alpine Tectonics – Ore Deposits*

by **BETANCUR FIGUEROA, Sebastian**

**TITLE: PRE-ACCRETIONARY TECTONIC HISTORY OF THE BASEMENT OF  
THE WESTERN CORDILLERA AND COASTAL FOREARC, ECUADOR**



Under the supervision of:

Dr. Richard Spikings

University of Geneva

January 2024

# **PRE-ACCRETIONARY TECTONIC HISTORY OF THE BASEMENT OF THE WESTERN CORDILLERA AND COASTAL FOREARC, ECUADOR**

## **Abstract**

Newly reported ages for Late Cretaceous gabbroic intrusions in Ecuador challenge the prevailing notion that the Caribbean Large Igneous Province (CLIP) formed in a single, brief eruptive event, like other oceanic plateau basalts in Large Igneous Provinces (LIPs). These findings prompt a reevaluation of the genetic model for the oceanic allochthonous blocks in the Western Cordillera and Coastal forearc in Ecuador and Colombia, which currently lack a robust geochronological framework. Here we applied isotopic (Sm, Nd, Pd), geochemical (whole rock and trace elements), and geochronological (U/Pb and  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ) analyses on the Pallatanga, San Juan, and Multitud units in the Western Cordillera, and the Piñon San Lorenzo, and Pedernales blocks in the coastal forearc of Ecuador to assess the nature and age of the accreted allochthonous blocks. While geochemical evidence shows a link between these allochthonous mafic units and the CLIP, uncertainties in dating mafic and ultramafic rocks have hindered precise timing assessments. The aim is to resolve controversies surrounding the origin of the allochthonous material in the Ecuadorian segment of the CLIP and untangle the sequence of events leading to the formation and subsequent accretion of these blocks onto the continental margin. Radiometric dating of Late Cretaceous rocks within the Pallatanga Block reveals ages (U/Pb zircons) ranging from 90 to 85 Ma, encompassing ultramafic rocks, ocean plateau basalts, and associated marine sediments. Conversely, the Piñon Formation in the coastal region appears to be at least 10 Ma older than its Cordilleran counterpart. Concordant U/Pb and weighted mean  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  ages of both basement and overlying island arcs spanning from 120 to 43 Ma across the coastal and Cordilleran regions reflect the thermal response to tectonic events shaping the

Northern Andean Block. The proposed model suggests the presence of at least two oceanic plateau blocks, formed around 100 Ma and 90 Ma, which accreted against the continental margin at ca. 75 Ma and ca. 60 Ma during successive collisions in a complex mechanism of repeated accretion and subduction events.

**Key words:** Oceanic plateau, Western Cordillera, Coastal forearc, allochthonous basement Ecuador, Pallatanga Block, Piñon Block, geochronology, geochemistry, isotopes

## Résumé

Des nouvelles datations rapportées pour des intrusions gabbroïques du Crétacé Supérieur en Équateur remettent en question l'idée prédominante selon laquelle la province ignée caribéenne (Caribbean Large Igneous Province, CLIP) s'est formée lors d'un seul et bref événement éruptif, à l'instar d'autres basaltes de plateaux océaniques de provinces ignées (LIPs). Ces résultats incitent à une réévaluation du modèle génétique des blocs allochtones océaniques dans la Cordillère Occidentale et le bassin d'avant arc (fore arc) côtier en Équateur et en Colombie, qui manquent actuellement d'un cadre géochronologique solide. Nous avons appliqué des analyses isotopiques (Sm, Nd, Pd), géochimiques (roches entières et éléments en traces) et géochronologiques (U/Pb et  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ) sur les unités de Rio Cala, Pallatanga, Pujilí, San Juan et Multitud dans la Cordillère Occidentale, ainsi que sur les blocs de Piñon, San Lorenzo et Pedernales dans le forearc côtier de l'Équateur. Ces analyses ont été effectuées afin d'évaluer la nature et l'âge de ces blocs allochtones acrésés. Bien que les preuves géochimiques indiquent un lien entre ces unités allochtones et la CLIP, des incertitudes dans la datation des roches mafiques et ultramafiques ont entravé des évaluations précises de la mise en place de ces blocs. L'objectif de ce projet, est de résoudre les controverses entourant l'origine du matériel allochtone dans le segment équatorien de la CLIP et de démêler la séquence d'événements conduisant à la formation et à l'accrétion subséquente de ces blocs sur la marge continentale. Les datations radiométriques des roches du Crétacé supérieur dans le Bloc de Pallatanga révèlent des âges (zircons U/Pb) s'échelonnant de 90 à 85 Ma. À l'inverse, la Formation Piñon dans la région côtière semble être d'au moins 10 Ma plus ancienne que ses homologues cordillériennes. Les âges concordants U/Pb et moyens pondérés  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  tant du socle que des arcs insulaires, allant

de 120 à 43 Ma à travers les régions côtière et cordillèreenne, reflètent la réponse thermique aux événements tectoniques ayant façonné le Bloc Nord-Andin. Le modèle proposé suggère la présence d'au moins deux blocs de plateau océanique, formés entre 100 Ma et 90 Ma, qui se sont accrétés contre la marge continentale entre 75 Ma et 60 Ma lors d'événements de collision successifs, et ce, dans le cadre d'un mécanisme complexe d'accrétion et de subduction répétées.

**Mots clés :** Plateau océanique, Cordillère occidentale, avant-arc côtier, socle allochtone Équateur, bloc Pallatanga, bloc Piñon, géochronologie, géochimie, isotopes