



## ESPECULACIONES Y CONSECUENCIAS DEL ACOPLAMIENTO INTERPLACAS EN LA OROGENESIS ANDINA: REVISION DEL PARADIGMA DESDE LA PERSPECTIVA DE MEDIOS CONTINUOS.

YAÑEZ, G.<sup>1</sup> CEMBRANO, C.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CODELCO-CHILE, Teatinos 258 7° Piso, Santiago-Chile , email: gyane003@stgo.codelco.cl

<sup>2</sup> Univ. Católica del Norte, Av. Angamos 0610, Antofagasta-Chile , email: jcembrano@ucn.cl

El paradigma comúnmente aceptado para explicar la deformación continental en ambientes no colisionales del tipo andino considera dos elementos centrales: (1) cambios en la velocidad de convergencia (básicamente en la cinemática de la placa de Nazca), y (2) la edad de la placa subductada. De acuerdo a este paradigma, un incremento en la convergencia normal a la fosa, aumentaría la fase compresiva y el consecuente acortamiento. Lo opuesto se verificaría en caso de una disminución en la tasa de convergencia. La edad de la placa subductada cumpliría a su vez un rol complementario: a menor edad la placa tendría una mayor flotabilidad, incrementando de esta forma el acomplamiento con la placa continental que la sobreyace. Este mayor acomplamiento tendría por consecuencia un aumento en las respectivas tasas de acortamiento, nuevamente lo opuesto sería razonablemente predicho ante un aumento en la edad de la placa subductada.

Este paradigma se ha cimentado en el tiempo a partir del trabajo pionero de Uyeda y Kanamori (1979), que acertadamente clasificaron la subducción tipo Andina, como un ambiente compresivo extremo asociado a una corteza oceánica joven y altas tasas de convergencia. Estableciendo un claro contraste con la subducción del tipo Marianas, en la cual una placa oceánica de edad jurásica, densa, colapsa bajo un arco de islas sometido a un ambiente tectónico abiertamente distensivo.

Desde la fecha de su publicación hace mas de 20 años, el trabajo de Uyeda y Kanamori (1979), constituye el pilar fundamental para explicar los procesos orogénicos en ambientes del tipo andino, pese a que muchos autores han reconocido incongruencias entre las predicciones del modelo y las observaciones de campo. Entre estas discrepancias destacan las siguientes:

- Las fases orogénicas son episódicas y restringidas espacialmente, mientras que los cambios de velocidad en la placa de Nazca son de carácter permanente y prácticamente comunes a todo el margen.
- No existe una correlación directa entre cambios en la velocidad de placas y las fases orogénicas reconocidas (por ejemplo Jordan et al., 2001; Hindle et al., 2002).

- Las mayores tasas de acortamiento se observan en la zona altiplánica, sector del margen andino en el cual la edad de la placa subductada es máxima (Hindle et al., 2002).
- El ciclo andino propiamente tal, se inicia en el Jurásico Medio tras la inversión de cuencas de trasarco en directa asociación con el proceso de “rifting” en el Atlántico Sur, pese a que la subducción en el margen occidental de Sudamérica estaba presente desde al menos el Triásico (e.g. Mpodozis y Ramos, 1990).

Estas inconsistencias con las predicciones del paradigma, plantean la necesidad de revisar, el mecanismo de acoplamiento entre las placas oceánica y continental. El grado de acoplamiento indicará la cantidad de esfuerzo tectónico que es efectivamente transformado en deformación de la litósfera continental. Si el acoplamiento, o resistencia al deslizamiento, de la placa continental por sobre la placa oceánica es nulo, la deformación será mínima. Por otra parte si el acoplamiento es completo, entonces la placa continental deberá absorber en deformación interna todo el esfuerzo tectónico asociado a la dinámica de placas.

Desde una perspectiva de medios continuos, Yáñez y Cembrano (2002) han demostrado que el acoplamiento interplacas esta asociado a una capa de baja viscosidad, cuya intensidad varía en forma proporcional a la edad de la placa subductada. Dada la directa correspondencia entre la edad de la placa subductada y la temperatura en la zona de acoplamiento, esta variabilidad en la viscosidad se puede expresar en forma natural en términos termales. Estudios teóricos y de laboratorio (e.g. Evans and Kohlstedt, 1995), indican que la temperatura constituye la variable de primer orden en la reología litosférica. Esta observación permite en consecuencia proponer un mecanismo de acoplamiento viscoso interplacas que depende directamente de la edad de la placa subductada, pero en sentido opuesto al paradigma original. A mayor edad en la placa subductada, aumenta el acoplamiento y la consiguiente deformación continental. El concepto de una lámina de baja viscosidad que controla el acoplamiento entre la placa continental y oceánica permite a su vez separar la deformación continental en dos ambientes: (1) ante arco y (2) arco-trasarco. En la zona de antearco la deformación esta controlada por el equilibrio dinámico entre los esfuerzos tectónicos transmitidos desde la placa oceánica a la placa continental, vía lámina viscosa de acoplamiento, y las fuerzas de flotabilidad asociadas al relieve de la fosa y talud continental. En la zona de arco y trasarco la deformación esta controlada por la resistencia al deslizamiento en la zona de acoplamiento y la velocidad absoluta de la placa continental. El modelo propuesto se representa esquemáticamente en Figura 1.

El modelo de deformación y acoplamiento interplacas, dependiente de una zona de acoplamiento viscosa, permite predecir en forma satisfactoria las inconsistencias planteadas en el paradigma original. Adicionalmente entrega una explicación coherente para los estilos de rotación de bloques en la zona altiplánica, la deformación global del margen activo de Sudamérica, y el desarrollo de la depresión intermedia en los Andes del Sur.

La subducción de zonas de fractura con fuertes variaciones de edad, dorsales oceánicas asimicas y activas, constituyen factores episódicos que pueden modificar la condición de acoplamiento interplacas y el grado de deformación en el margen continental.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo ha sido financiado por proyecto Fondecyt 1000136.

## **REFERENCIAS**

- Evans B., y Kohlstedt, D.L. 1995. Rheology of rocks, in Rock physics and phase relations, A handbook of physical constants, AGU Ref. Shelf, vol 3, edited by T.J. Ahrens, 148-165, AGU, Washington D.C.
- Hindle D., Kley, J., Klosko, E., Stein, S, Dixon, T., y Norambuena, E. 2002. Consistency of geological and geodetic displacements during Andean orogenesis, Geophys. Res. Lett., 29, 1-4.
- Jordan, T., Burns, W., Veiga, R., Pángaro, F., Copeland, P., Kelley, S. y Mpodozis, C. 2001. Extension and basin formation in the Southern Andes caused by increased convergence rate: A Mid-Cenozoic trigger for the Andes, Tectonics, 20, 308-324.
- Mpodozis, C. y Ramos, V. 1990. The Andes of Chile and Argentina: Circum Pacific Council for Energy and Mineral Resources, Earth Science Series, 11, 59-90.
- Uyeda S. y Kanomari, H. 1979. Back-arc opening and the mode of subduction, J. Geophys. Res., 84, 1049-1061.
- Yáñez G. y Cembrano, J. 2002. Viscous modeling of the dynamic trench topography along the Central and South american active margin: implications on the interplate rheology and the degree of coupling, ISAG.

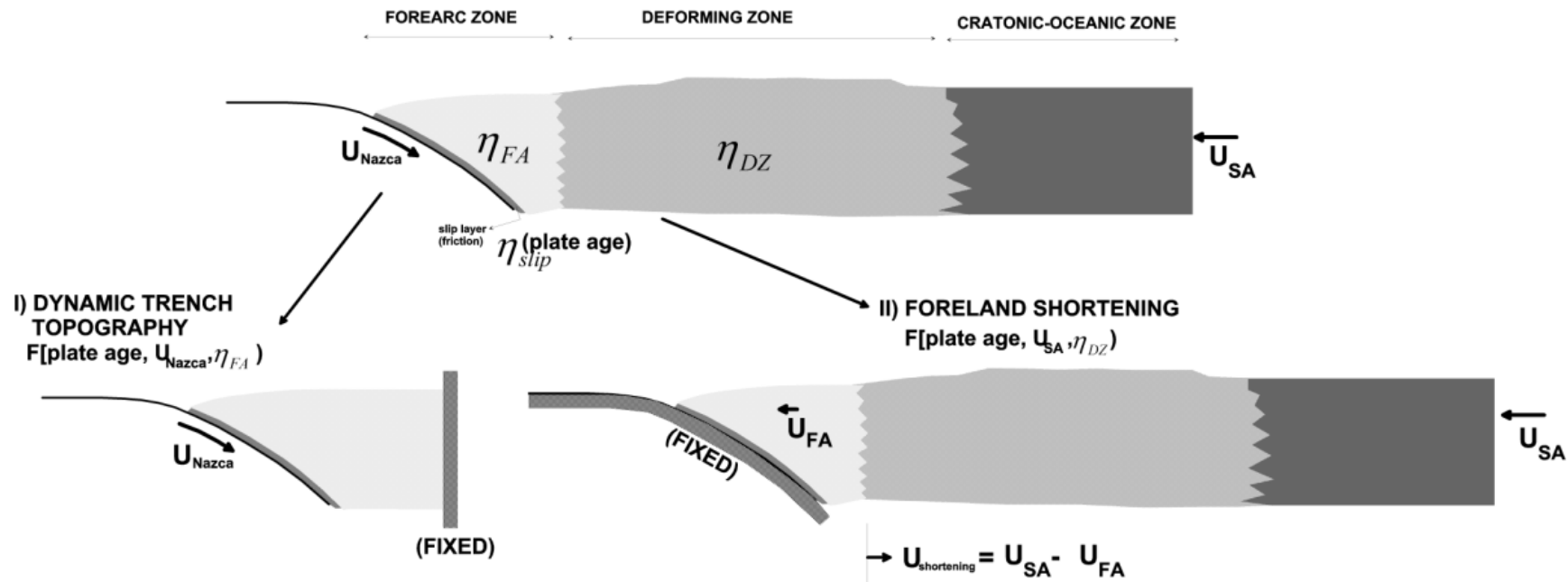


Figura 1: Representación esquemática de los mecanismos de deformación en ambientes compresivos del tipo Andino. Panel superior: representación del problema total, fuerzas tectónicas expresadas en términos de la velocidad absoluta de las placas oceánica ( $U_{Nazca}$ ) y continental ( $U_{SA}$ ). Los tres dominios tectónicos: antearco-deformación (arco-trascarco), y cratónico-oceánico, y la zona de acoplamiento viscoso se parametrizan en términos de sus respectivas viscosidades en el enfoque continuo. El problema es separado en sus dos dominios naturales en el panel inferior. La zona de antearco en el flanco izquierdo, que es controlada por la velocidad de la placa subductada, las viscosidades de la zona de acoplamiento y el antearco. En la derecha, la deformación continental es a su vez controlada por la velocidad absoluta de la placa continental (o “ridge push”), la reología de la zona de deformación y la resistencia en la zona de acoplamiento. En este dominio la placa oceánica no presenta velocidad, resistiendo pasivamente el sobre escurrimiento del continente sobre ella.