

Tesista

Marco Di Stefano

Relatore

Prof. Attilio Sulli

Tesi dal titolo

Analisi sismostratigrafica e strutturale del settore pacifico dell'offshore del Nicaragua

Il presente lavoro di tesi è stato incentrato sullo studio del margine di subduzione nicaraguense, un margine atipico per la presenza di movimenti strike-slip nella zona di affioramento di avanarco e per le variazioni longitudinali tra diversi settori porzioni della fossa oceanica e del complesso di accrezione.

In relazione a queste problematiche, questa tesi si è prefissato l'obiettivo di fornire un contributo alla ricostruzione dell'assetto geodinamico profondo ed al riconoscimento dei caratteri strutturali e stratigrafici che caratterizzano questo sistema.

A questo scopo è stata analizzata una maglia di profili sismici a riflessione acquisiti nel settore pacifico dell'offshore del Nicaragua ed orientati perpendicolarmente alla direzione della fossa oceanica, che hanno fornito una serie di sezioni verticali del sistema subduttivo del Nicaragua e delle strutture crostali che caratterizzano la lower e l'upper plate.

Comparando i profili interpretati con i numerosi dataset realizzati (contenenti tra gli altri, dati di natura geologica, geofisica e DEM) e con una di una serie di parametri che descrivono quantitativamente alcuni aspetti del processo di subduzione, è stato ricostruito il contesto stratigrafico e strutturale dell'area. Nel dettaglio di seguito vengono riportati i principali risultati raggiunti:

- 1) Sono stati individuati tre settori con differenti regimi tettonici principali:
 - il settore di crosta oceanica della **placca di Cocos** (lower plate) appare dominato da sforzi di tipo distensivo, testimoniati dalla presenza di un elevato numero di faglie dirette ad alto angolo, classificate come faglie legate alla flessura o "bending-related fault";
 - il settore di **avanarco della placca caraibica** appare dominato da sforzi di tipo compressivo, come risulta evidente dalla presenza di sovrascorrimenti, retroscorrimenti e faglie inverse ad alto angolo;
 - il settore dell'upper plate in cui ricade la **depressione del Nicaragua** è soggetto ad un regime di sforzi di tipo trascorrente che agisce in direzione NW – SE, parallelamente allo sviluppo fossa centroamericana (*Middle America Trench, MAT*).

- 2) È stato realizzato un **modello geologico evolutivo** del margine subduttivo nicaraguense, grazie al quale sono stati ricostruiti i vari step che hanno caratterizzato sia il settore della lower plate, che quello dell'upper plate come di seguito riportato:
 - la **placca di Cocos** è caratterizzata da un'evoluzione iniziata con l'istaurarsi di un regime di sforzi di tipo distensivo, la cui principale espressione risiede nelle faglie dirette legate alla flessura. A tale regime di sforzi, che domina il settore della crosta oceanica della placca di Cocos durante tutta la sua evoluzione e tutt'ora attivo, si sovrappone un regime di tipo compressivo testimoniato da un

esiguo numero di faglie inverse e che è stato messo in relazione con un debole raccorciamento subito dalla lower plate.

- il **settore nicaraguense della placca caraibica** possiede una storia molto più complessa e articolata, costantemente caratterizzata dalla presenza di un regime di tipo compressivo, coerente con il contesto tettonico in cui ricade l'area investigata:
 - tra l'**Oligocene inferiore e medio** si attivano una serie di sovrascorrimenti vergenti verso SW, che evidenziano una propagazione della deformazione in questa direzione e che si formano in risposta al raccorciamento subito dal complesso di accrezione;
 - tra l'**Oligocene medio e superiore**, l'evoluzione della regione compresa tra la fossa e il bacino di avanarco è legata principalmente all'attivazione di *underthrust*, con una struttura interpretata come *backstop* alle spalle del fronte di accrezione. L'attivazione di *backthrust* genera inoltre un alto strutturale, il quale funge da soglia per l'accumulo della successione bacinale del bacino di avanarco, denominato bacino di Sandino. Sempre in questo periodo si verificano le imponenti risalite magmatiche che caratterizzano il fianco superiore del bacino di avanarco di Sandino e che influiranno sulle geometrie e sugli spessori delle successioni bacinali.
 - tra l'**Oligocene superiore e il Pleistocene** si deposita la successione del bacino di Sandino. Quest'ultima mostra geometrie e spessori molto variabili, a causa della forte variabilità dei parametri di subsidenza, uplift e apporto sedimentario.
 - l'ultima fase coincide con l'attivazione di frane **pleistoceniche-oloceniche**, presumibilmente innescatesi in risposta alle condizioni di disequilibrio cui era soggetto il cuneo di accrezione secondo il modello di Coulomb.

- 3) È stato realizzato un modello 3D del piano di Benioff lungo il margine subduttivo nicaraguense, grazie al quale si deduce che:
 - la zona di Wadati-Benioff è caratterizzata da una netta rottura di pendenza che separa due segmenti: uno superiore poco acclive ed uno inferiore maggiormente inclinato (in accordo con quanto precedentemente affermato da alcuni autori);
 - il piano di Benioff aumenta gradualmente la sua inclinazione, longitudinalmente rispetto allo sviluppo del MAT, in direzione Sud. Questa evidenza si correla bene con la variazione di età della placca di Cocos parallelamente al MAT.

- 4) Sono state riscontrate significative differenze di carattere morfostrutturale tra settori adiacenti, nell'area compresa tra l'arco e la fossa oceanica, che potrebbero essere il prodotto di processi a piccola scala. Per tale motivo sono stati messi in relazione diversi parametri (alcuni dei quali elencati in tabella 1), che hanno permesso di formulare le seguenti considerazioni:
 - l'aumento della profondità della fossa e la contemporanea diminuzione dell'intervallo arco-fossa in direzione Nord, sono risultati coerenti con una diminuzione dell'angolo dello slab e con la variazione di età della crosta oceanica in questa direzione;
 - la presenza di un trend di diminuzione, verso Sud, della distanza tra le risalite magmatiche, che si verificano in corrispondenza del fianco superiore del bacino di avanarco di Sandino, e la fossa, ha permesso di far risalire l'aumento di inclinazione dello slab in direzione Nord già a partire dal Oligocene med. – sup.;

- l'esiguo spessore dei sedimenti della fossa oceanica (tra i 74 m e i 185 m), è stato messo in relazione con il rapido tasso di subduzione della placca di Cocos al di sotto di quella caraibica (stimato in 70-85 mm yr⁻¹), che di fatto impedirebbe l'accumulo di elevate quantità di sedimenti all'interno della flessura; la variazione dello spessore dei sedimenti della fossa tra i vari settori è stata ricondotta al diverso apporto di sedimenti provenienti dalla scarpata. In tal senso giocherebbe un ruolo fondamentale la presenza lungo la scarpata di fenomeni franosi (nonché l'estensione degli stessi) e di soglie;
- la relazione tra lo spessore massimo del bacino di avanarco e lo spessore massimo del substrato del bacino di avanarco ha evidenziato che questi presentano uno stesso trend di variazione in funzione della latitudine. Dato che lo spessore del substrato del bacino di avanarco viene misurato a partire dallo slab, un suo aumento è riconducibile ad uno slab più profondo. Il corrispondente inspessimento del bacino potrebbe quindi essere interpretato come la conseguenza di una maggiore subsidenza, che si viene ad innescare dove lo slab è più inclinato e quindi maggiormente soggetto al rollback. Tale considerazione tuttavia presupporrebbe un maggiore rollback in direzione Nord e ciò è in disaccordo con le precedenti osservazioni fatte, che mostrano uno slab più inclinato in direzione Sud;
- la differente geometria della scarpata continentale è uno degli aspetti morfostrutturali che maggiormente differenzia i vari settori. Tale variabilità è stata attribuita a diversi fattori quali: la posizione dell'*underthrusting*; la profondità e le variazioni "*long dip*" del piano di subduzione; la presenza di frane, di faglie dirette, di canyon e di risalite magmatiche.

	Profilo sismico				
	90	80	70	60	50
profondità fossa	-5428	-5401	-5263	-5207	-5285,6
larghezza fossa	1100	1520	508	1600	940
spessore sedimenti fossa	74	185	92	89	148
distanza arco-fossa	176,8	181,8	178,2	172,3	170,4
distanza risalite magmatiche- fossa	135,6	108,9			96,8
spessore massimo del bacino di avanarco	10050	8051			6976
spessore massimo del substrato del bacino di avanarco	17760	20400			7440
spessore massimo del complesso di accrezione	27810	28451			14416
Numero di faglie principali nel settore della crosta oceanica della placca di Cocos		39	40	35	44

Tabella 1 – tabella riassuntiva dei parametri considerati. Tutte le profondità e le distanze sono espresse in metri, ad eccezione della "distanza arco-fossa" e della "distanza risalite magmatiche – fossa", le quali sono espresse in chilometri.