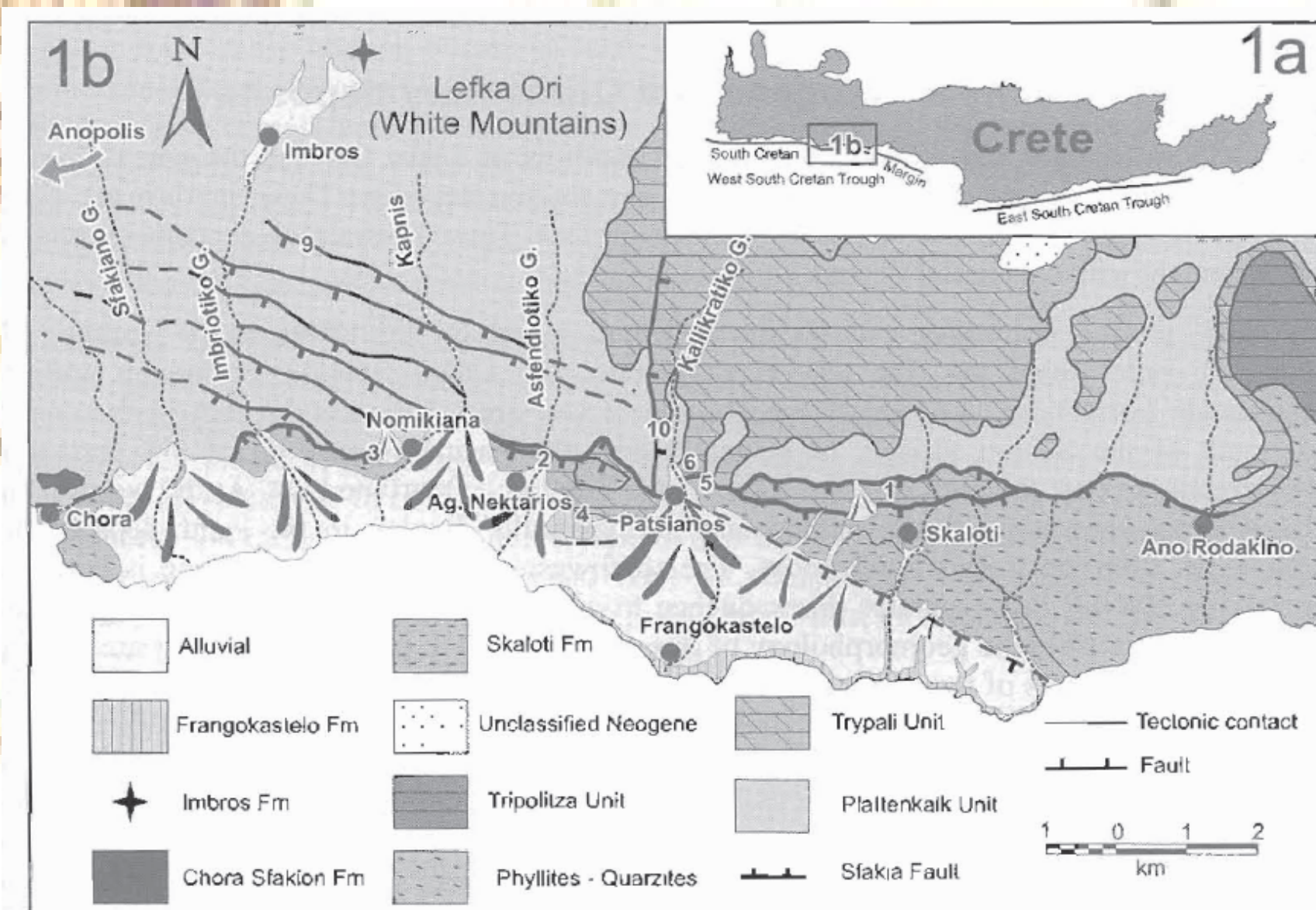


Το πρόβλημα

Το Φραγκοκάστελλο είναι μεσαιωνικό κάστρο που χτίστηκε στο διάστημα 1371-74 από τους Βενετούς σε μια στενή παράκτια ζώνη στο νοτιοανατολικό τμήμα των Λευκών Όρων, περίπου 12 χιλιόμετρα ανατολικά της Χώρας Σφακίων. Αυτό το τμήμα χαρακτηρίζεται από έντονο μορφολογικό ανάγλυφο που η δημιουργία του καθορίστηκε από την κινητικότητα κανονικών ρηγμάτων με γενικές διευθύνσεις Α-Δ, ΒΒΑ-ΝΝΔ και ΒΒΔ-ΝΝΑ. Την περιοχή ενδιαφέροντος δομούν επιφανειακά ακολουθίες (κυρίως θαλάσσιες) του Τortonίου, του Κάτω Πλειοκαίνου και του Κατώτερου Πλειστόκαινου. Από το Μέσο Πλειστόκαινο πολλαπλές συμφύσεις αλλουβιακών ριπιδίων κάλυψαν το αλπικό υπόβαθρο της ευρύτερης περιοχής που αποτελείται από τα μεταμορφωμένα πετρώματα της Ομάδας των Πλακωδών Ασβεστόλιθων, της ενότητας Τρυπαλίου και της Φυλλιτικής Χαλαζιακής Σειράς καθώς και τους νεότερους σε ηλικία σχηματισμούς. Η έντονη τεκτονική δραστηριότητα που σχετίζεται με σχετικά υψηλούς ρυθμούς ανύψωσης των ρηξιτεμαχών στην περιοχή, επηρέασε καθοριστικά την στατική του κάστρου. Το κάστρο παρουσιάζει θέσεις θραυσίγενούς παραμόρφωσης των τοιχίων του κατά θέσεις εσωτερικά, κατά θέσεις εξωτερικά, αλλά και με θέσεις όπου η παραμόρφωση διαπερνά το εξωτερικό και εσωτερικό τοίχιο. Οι διαστάσεις των διαρρήξεων - ρωγματώσεων διαφέρουν από θέση σε θέση ως προς τα μεγέθη μήκους και πλάτους των διαρρήξεων. Η μεγαλύτερη παρατηρείται στο βόρειο τοίχιο του βοριοδυτικού πύργου. Με βάση τα ανωτέρω στόχος της εργασίας αυτής αποτέλεσε αρχικά η συλλογή βιβλιογραφικών δεδομένων σχετικών με την στρωματογραφία και τεκτονική της περιοχής. Ο συνδυασμός αυτών των δεδομένων με εργασίες πεδίου βοήθησε στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων γεωφυσικής διασκόπησης που πραγματοποιήθηκε εντός και πέριξ του κάστρου, για τον καθορισμό κυρίως ζωνών ασυνεχειών του ανθρακικού στρώματος πάχους μερικών μέτρων, πάνω στο οποίο εδράζεται το κάστρο. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν μπορούν να αποτελέσουν δεδομένα εισαγωγής μοντέλων στατικότητας, στα πλαίσια των προτάσεων συντήρησης και αποκατάστασης του μνημείου.

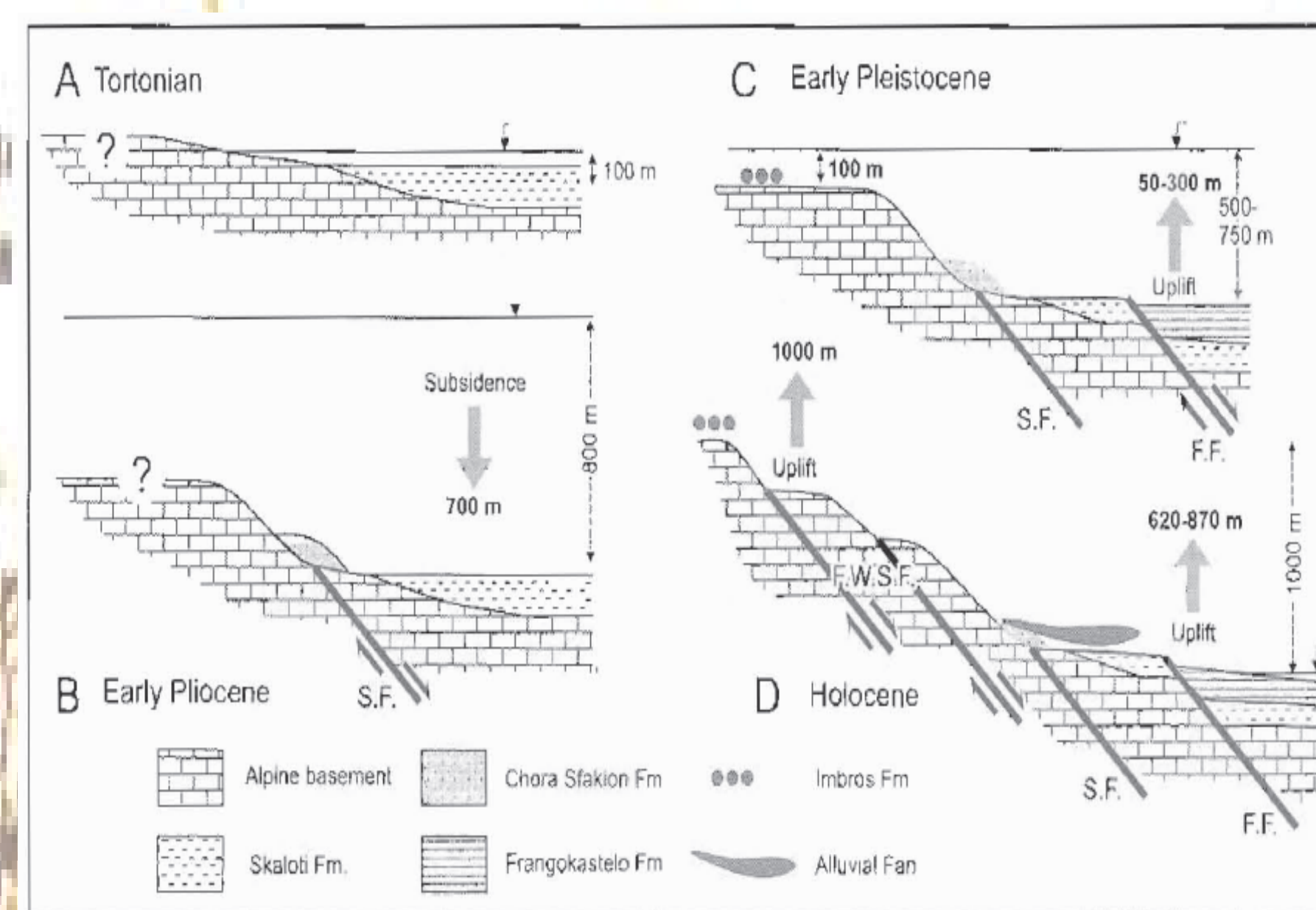
Μεθοδολογίες
Βιβλιογραφική
ανασκόπηση
Εργασίες πεδίου
Γεωφυσικές
διασκοπήσεις
Επεξεργασία
γεωφυσικών δεδομένων
με διαφορετικές
συνδυαστικές μεθόδους
Μέθοδοι αντιστροφής
Τρισδιάστατοι
Μοντελοποιητές
Ηλεκτρική τομογραφία



Εικόνα 1: α) Σκαρίφημα γεωλογικού χάρτη της περιοχής τροποποιημένα από τα αντίστοιχα φύλλα χάρτη του ΙΓΜΕ (1982, 1987). Η παραλιακή ζώνη των Σφακίων αντιπροσωπεύει το χερσαίο τμήμα του νότιου Κρητικού περιθωρίου (από Skourtsos et al., 2007, τροποποιημένο από Alves et al., 2007).



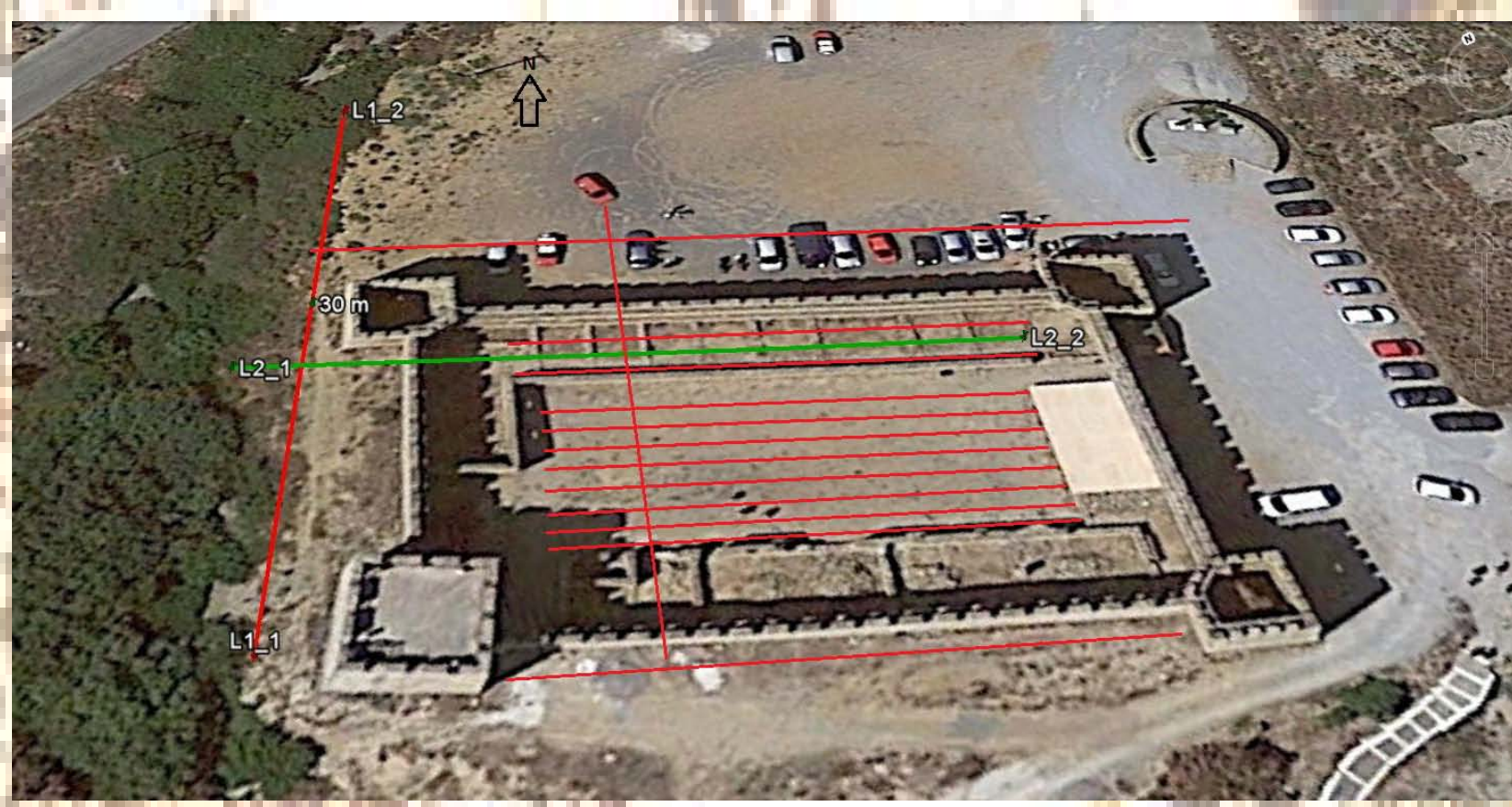
Εικόνα 2: Οι νότιες παρυφές του ορεινού όγκου γύρω από το χωριό Σκαλιωτή με εμφανές το διακλαδιζόμενο τμήμα του ρηξιγενούς πρηνούς που δημιούργησε το ρήγμα των Σφακίων (από Tsimi et al., 2007)



Εικόνα 3: Μορφοτεκτονική κινηματική εξέλιξη της περιοχής μελέτης (Κατά Skourtsos et al., 2007).



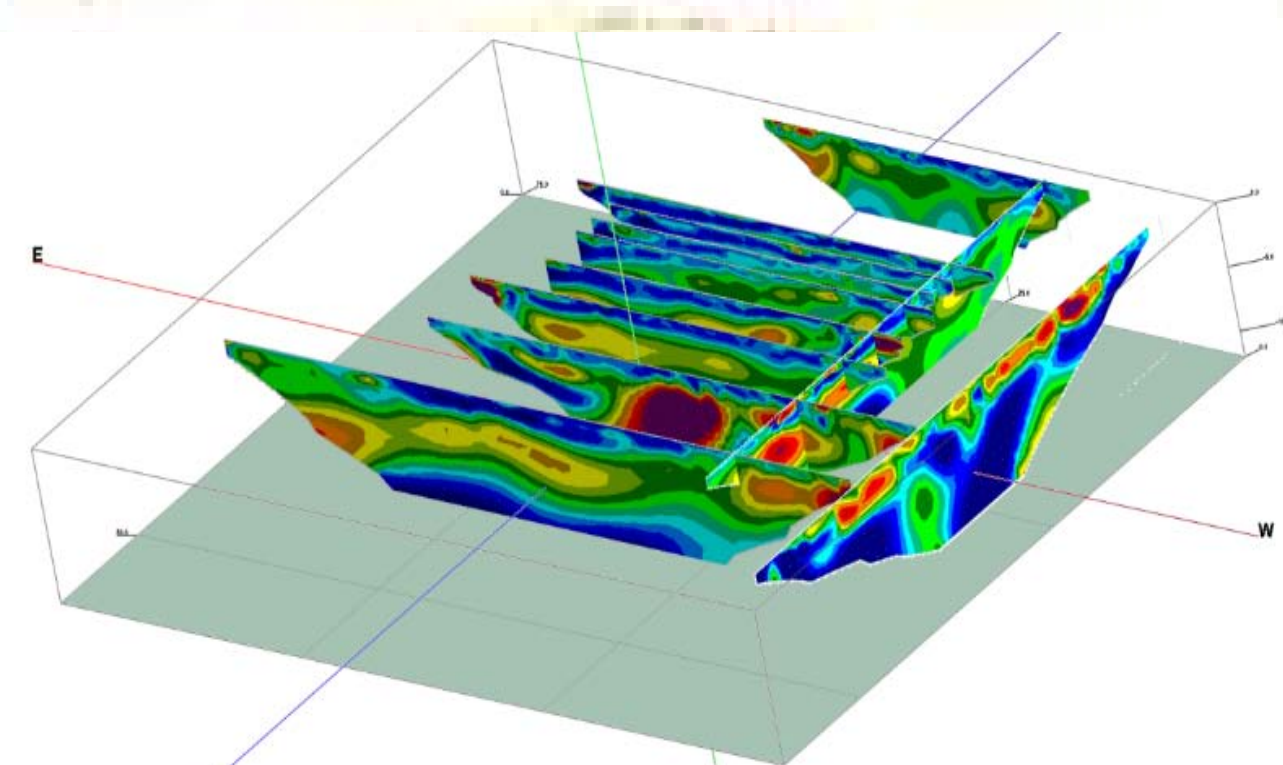
Εικόνα 4: Κατακερματισμένοι σε διεύθυνση ΒΒΑ-ΝΝΔ βιογενείς ασβεστόλιθοι του σχηματισμού Φραγκοκάστελλο που εξελίσσονται πάνω από στρώματα ψαμμιτών σε εναλλαγή με μικροκροκαλαπαγή.



Εικόνα 5: Το Φραγκοκάστελλο σε κάτοψη με σχεδιασμένες τις γραμμές της ηλεκτρικής τομογραφίας.

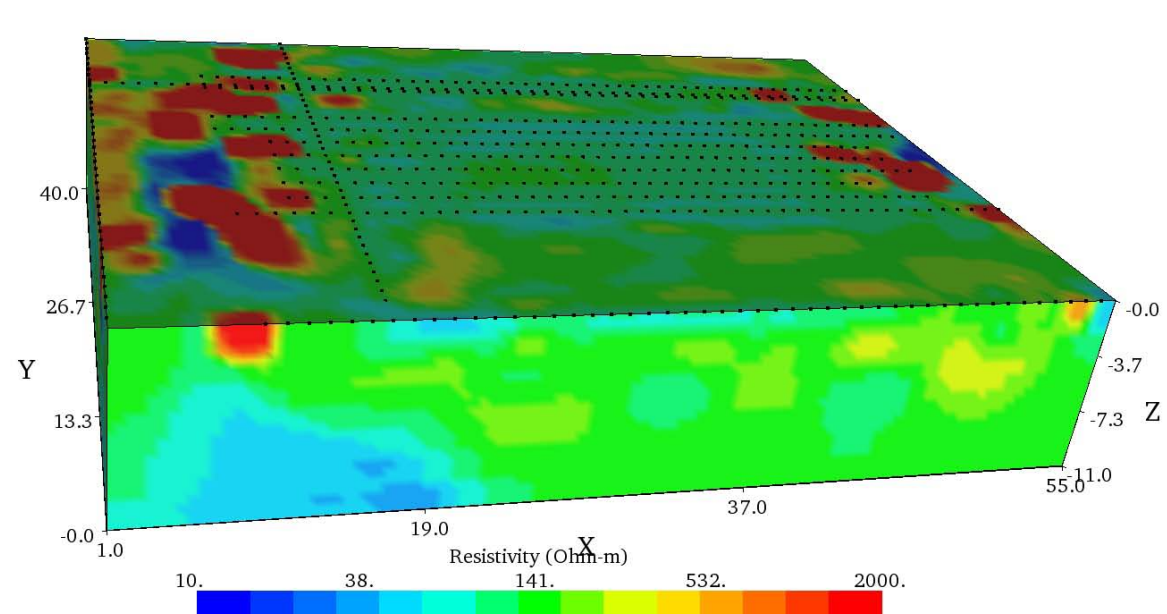


Εικόνα 6: Η ρωγμάτωση στο ΒΔ πύργο

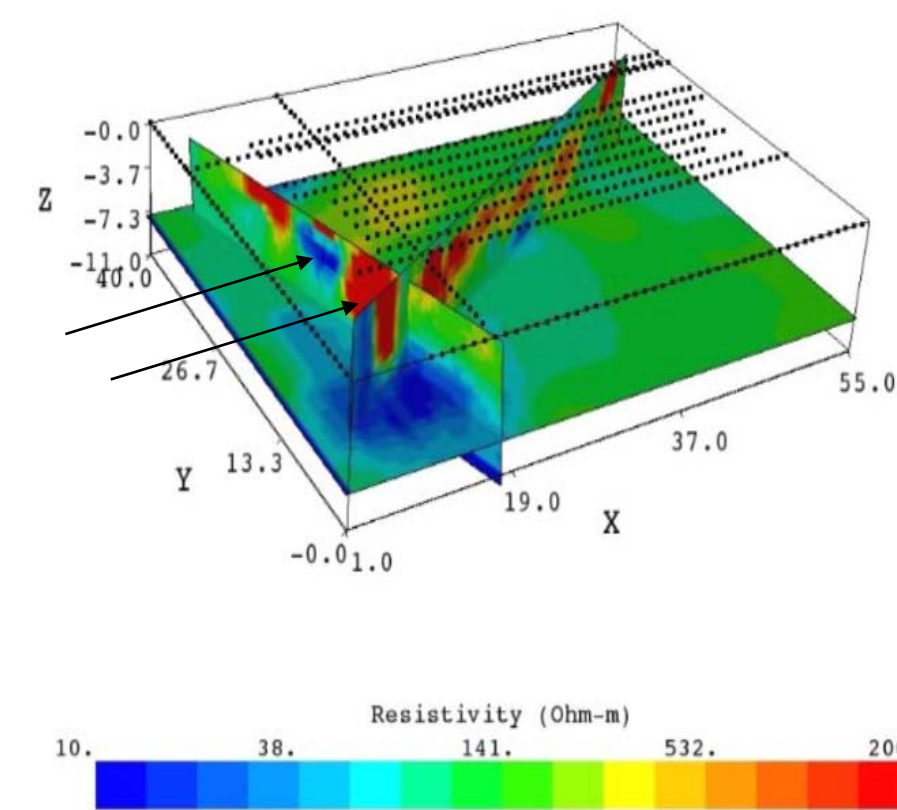


Εικόνα 7: Τρισδιάστατη χωροθέτηση με το λογισμικό RockWorks των γεωηλεκτρικών τομών των πραγματικών ειδικών ηλεκτρικών αντιστάσεων που προέκυψαν από την αντιστροφή των γεωφυσικών δεδομένων στο λογισμικό Res2dinv

Inverted Resistivity Image



Εικόνα 8: Μοντέλο τρισδιάστατης ηλεκτρικής τομογραφίας της περιοχής μελέτης.



Εικόνα 9: Μοντέλο τρισδιάστατης ηλεκτρικής τομογραφίας της περιοχής μελέτης. Με τα βέλη οι ζώνες με έντονες εναλλαγές υψηλών και χαμηλών αντιστάσεων.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Το Φραγκοκάστελλο εδράζεται πάνω σε βιογενείς ασβεστόλιθους του σχηματισμού Φραγκοκάστελλο, ηλικίας Κάτω Πλειοκαίνου. Όπως προκύπτει από τις συνδυαστικές μεθοδολογίες διακρίνονται τρεις διαφορετικές ζώνες (στρώματα) διαφορετικών αντιστάσεων. Ένα στρώμα πολύ χαμηλών αντιστάσεων, με αντιστάσεις κάτω από 50 Ohmm που μπορεί να αντιστοιχιστεί με το εδαφικό κάλυμμα. Μία δεύτερη ζώνη αντιστάσεων μεγαλύτερη των 400 Ohmm που κατά θέσεις ξεπερνούν και τιμές ρ των 1000 Ohmm. Το στρώμα αυτό ξεκινάει από βάθος 1,80 m και φτάνει μέχρι και τα 7 m. Επίσης μπορεί να αντιστοιχιστεί στον βιογενή ασβεστόλιθο. Κάτω από αυτό το στρώμα εντοπίζεται ένα τρίτο στρώμα το οποίο έχει αντιστάσεις μικρότερες των 400 Ohmm και στο μεγαλύτερο τμήμα του κάτω από 50 Ohmm. Το στρώμα αυτό μπορεί να αντιστοιχιστεί στην κλαστική ακολουθία (εναλλαγές άμμων, κροκαλοπαγών και μαργών) που εντοπίστηκαν κάτω από τον βιογενή ασβεστόλιθο. Οι πολύ χαμηλές τιμές ρ του κατώτερου στρώματος πιθανόν να οφείλονται στην ύπαρξη είτε υγρασίας είτε υδροφορίας. Αφού στα δυτικά του κάστρου υπάρχει ρέμα το οποίο έχει δημιουργηθεί και ρέει σε λιθολογίες ομόλογες του τρίτου στρώματος. Και με την χρήση τρισδιάστατων μοντελοποιητών επεξεργασίας των δεδομένων της γεωφυσικής διασκόπησης είναι εμφανής η ύπαρξη των τριών ζωνών. Το εδαφικό κάλυμμα έχει μία τάση προσαύξησης του πάχους προς τα ΝΑ. Ενώ προς την ΒΔ περιοχή το δεύτερο στρώμα που μπορεί να αντιστοιχιστεί στον βιογενή ασβεστόλιθο είναι πιο κοντά στην επιφάνεια. Το στρώμα αυτό δεν εμφανίζεται σε όλες τις τομές ενιαίο. Μπορεί να διακριθεί μια διασπορά τιμών εντός του στρώματος του βιογενούς ασβεστόλιθου χαμηλών αντιστάσεων που μπορεί να ερμηνευθεί ως περιοχές/ζώνη ρηγματώσεως διεύθυνσης ΒΒΑ-ΝΝΔ είτε ΒΒΔ - ΝΝΑ. Οι ζώνες αυτές των μικρορηγμάτων είναι της ίδιας διεύθυνσης με τα ρήγματα μεγάλου μεγέθους που διατρέχουν την ευρύτερη περιοχή. Τα ρήγματα αυτά σε συνδυασμό με τα επίσης μεγάλα σε μέγεθος ρήγματα διεύθυνσης Α-Δ, φαίνεται ότι είναι ενεργά είδη από το μέσο Μειοκαίνο μέχρι και σήμερα. Ιδιαίτερη μνεία θα πρέπει να γίνει για τις χαμηλές τιμές ρ που μετρήθηκαν κάτω και πέριξ του βόρειου δυτικού πύργου (που παρουσιάζει και τις μεγαλύτερες ρωγματώσεις) και οι οποίες δηλώνουν είτε μείωση του πάχους του ανθρακικού σχηματισμού, είτε κατακερματισμό από μικρορήγμα στην θέση αυτή. Επίσης πολύ χαμηλές τιμές ρ μετρήθηκαν και στην δυτική περιοχή εντός του κάστρου όπου υπήρχε πηγάδι το οποίο στην πορεία των χρόνων πληρώθηκε με χαλαρά υλικά. Το σύνολο των αποτελεσμάτων που προέκυψαν αποτελούν όμως και σημαντική εις βάθος πληροφορία και υλικό για μια περαιτέρω μελέτη της σεισμικής συμπεριφοράς της κατασκευής και της αλληλεπίδρασης γεωλογικού υποβάθρου - κατασκευής, με χρήση υπολογιστικών μεθόδων και την προσομοίωση όλου του φορέα μαζί με το υπόβαθρο.