



Environment and Society

Marshes and Earthquakes in Phaistos and Haghia Triada

Simona Todaro
University of Catania, DISUM

The evolution of societies is inscribed in geomorphology, as there is a close relationship between landscapes and human beings. In particular, the role of landscape was fundamental for the development of early civilisations, especially in relation to aspects such as the emergence of agriculture and cities (e.g., waterways, natural communication routes, strategic locations, etc.). These environments, however, are highly dynamic. Any change beyond what these societies can adapt to can become detrimental to their smooth functioning, but can also act as a stimulus to develop increasingly complex forms of organisation.

The island of Crete, located in the southern Aegean, offers numerous case studies to investigate the complex relationship between environmental changes due to climate, floods, earthquakes, and human societies. Two case studies are presented here.

A coastal lagoon in Phaistos?

Phaistos developed on a favorable position to control the westernmost part of the Messara, the largest and most fertile plain on the island. Located today 5.6 km from the coast, at the time of its discovery the site overlooked a malarial swamp that was later drained thanks to a modern system of mechanical pumps. Recent geological research, conducted by a French-Italian team coordinated by M. Ghilardi, has clarified (a) that the swamp formed around 1200 BC in an area that was occupied by a shallow freshwater lake at the end of the third millennium BC; and (b) that the lake was formed between 2900 BC and 2050 BC, covering deposits of red soil. Unfortunately, none of the many cores drilled with hand-held devices were able to go deeper than 8 m, and thus the situation prior to the formation of the lake remained unclear. In particular, it has not been possible to ascertain whether the shoreline was actually located in the vicinity of the palace hill until the mid-4th millennium BC, as proposed by N. Fytrolakis at the end of his geomorphological study of the area.

While waiting for new cores to be drilled in the area, the problem of the coastline was tackled on the basis of material culture, which, although no longer conceivable as an 'extra somatic mechanism of adaptation to the environment', should nevertheless be understood as strongly linked to the environment in which and for which it was produced.

The preliminary conclusions of our research can be listed as follows:

- The hill of Phaistos was originally located on the coast, in the middle of a deep V-shaped bay (Fig.1, Detailed plans of the western Messara, drawn up according to information collected by Fytrolakis (1980), in which the coastline is reconstructed up to around 3500 BC and from around 3200 BC;
- The material culture associated with these early phases of frequentation finds no comparison in Crete, but is identical to that found at coastal sites, founded in the Cycladic islands on low hills in the center of V-shaped bays (Fig. 2, Material culture associated with the first frequentations of Phaistos (A) and Ftelià (b), a site founded on the island of Mykonos in 5200 BC.);
- Around the 4th millennium B.C., coinciding with the expansion of human settlement in the region, the progradation of the coastline would have begun, possibly aided by vertical tectonic movements;
- The subsequent palaeogeographical evolution of the alluvial-coastal sector would have seen the formation of lagoon-barrier systems progressing towards the sea, characterized by extensive dune belts and wide retro-dune depressions that, at first, being still connected to the sea, hosted lagoon environments. The latter quickly turned into marshy environments that were later filled in with sediment transported by rivers (Fig. 3, Palaeo-geographic evolution of the alluvial-coastal sector with the formation of barrier-lagoon systems progressing towards the sea (reconstruction by V. Amato)).

Seismic disruptions at Phaistos and Haghia Triada

Carmelo Monaco
University of Catania, DSBGA

The island of Crete is characterized by deep seismicity related to the northeastward subduction of the African plate beneath the Aegean Sea and by surface seismicity caused by the activity of normal faults, with clearly visible morphology which accommodate the NW-SE oriented tectonic extension associated with subduction (Fig. 1, View to the northwest of the Spili fault scarp. Note the lighter band, about 1.5 m high, indicating the movement that has occurred during the last 10,000 years.). The development of numerous settlements since the Bronze Age, together with the presence of well-exposed active faults, make the island of Crete one of the most suitable areas in the entire Mediterranean to test the relationship between seismic events and the destruction of Minoan palaces (single or multiple events?). Our study was conducted in the southern part of the island along the Messara plain where several archaeological sites from the Minoan period are located, such as Phaistos

and Agia Triada. Moreover, these sites are located near west-east-oriented normal faults, which show signs of recent activity.

The research carried out under the supervision of Prof. Vincenzo La Rosa consisted of: 1) analysis of the different types and geometries of damage that occurred in the archaeological sites of Phaistos and Agia Triada; 2) structural and geomorphological analysis along the main Quaternary fault segments that extend into the areas bordering the archaeological sites; 3) correlation of the recent activity of the fault segments with possible destructive earthquakes responsible for damage in the archaeological sites.

The conclusions of the research are listed below:

- Damage analysis of the archaeological sites of Phaistos and Agia Triada suggests that these settlements were probably destroyed by two large seismic events with intensity IX-X MKS that occurred around the end of the Protopalatial (1700 BC) and Neopalatial (1450 BC) periods (Fig. 2 Palace of Phaistos: the western wall of the LVI atrium tilted 25° westwards towards the LXX courtyard. Note the counterfort consisting of a pile of ruins (a) supporting the stone wall whose center of gravity is outside the vertical projection of the horizontal axis of rotation. Fig. 3, Villa of Haghia Triada: view from the south of the stone wall sloping towards the west of a storehouse belonging to the northwest);
- Geological and morphological studies conducted in the surrounding areas show the presence of direct fault segments of Quaternary age with an approximately west-east trend belonging to a 50 km long system that controls the current topography; the faults show at their base recent scarps with a very clear morphology, indicating Holocene activity (<10,000 years);
- On the basis of these studies, we can deduce that the Spili and Agia Galini faults can be considered active tectonic structures generating large earthquakes, including those that may have destroyed the settlements of Phaistos and Agia Triada;
- This confirms that the palaces of Phaistos and Agia Triada were destroyed by a sequence of earthquakes rather than a single catastrophic event that would have caused the abrupt destruction of the Minoan civilization in the eastern Mediterranean.



**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΑ ΒΑΛΤΟΙ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΣΤΗ
ΦΑΙΣΤΟ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΓΙΑ ΤΡΙΑΔΑ**

Simona Todaro
Πανεπιστήμιο της Κατάνια, DISUM

Η εξέλιξη των κοινωνιών αποτυπώνεται στη γεωμορφολογία, καθώς υπάρχει στενή σχέση μεταξύ των τοπίων και των ανθρώπων. Ειδικότερα, ο ρόλος του τοπίου ήταν θεμελιώδης για την ανάπτυξη των πρώτων πολιτισμών, ιδίως σε σχέση με πτυχές όπως η ανάδυση της γεωργίας και των πόλεων (σκεφτείτε τις υδάτινες οδούς, τις φυσικές οδούς επικοινωνίας, τις στρατηγικές τοποθεσίες κ.λπ.) Τα περιβάλλοντα αυτά, ωστόσο, είναι ιδιαίτερα δυναμικά. Οποιαδήποτε αλλαγή, πέρα από αυτή στην οποία μπορούν να προσαρμοστούν αυτές οι κοινωνίες, μπορεί να αποβεί επιζήμια για την ομαλή λειτουργία τους, αλλά μπορεί επίσης να λειτουργήσει ως έναυσμα για την ανάπτυξη όλο και πιο πολύπλοκων μορφών οργάνωσης.

Το νησί της Κρήτης, που βρίσκεται στο νότιο Αιγαίο, προσφέρει πολυάριθμες μελέτες περιπτώσεων για τη διερεύνηση της πολύπλοκης σχέσης μεταξύ των περιβαλλοντικών αλλαγών λόγω κλίματος, πλημμυρών και σεισμών και των ανθρώπινων κοινωνιών. Εδώ παρουσιάζονται δύο μελέτες περίπτωσης.

Μια παράκτια λιμνοθάλασσα στη Φαιστό

Η Φαιστός αναπτύχθηκε σε μια ευνοϊκή θέση για τον έλεγχο του δυτικότερου τμήματος της Μεσσαράς, της μεγαλύτερης και πιο εύφορης πεδιάδας του νησιού. Βρίσκεται σήμερα σε απόσταση 5,6 χιλιομέτρων από την ακτή, την εποχή της ανακάλυψής της, η τοποθεσία έβλεπε σε ένα ελνοφόρο έλος που αργότερα αποξηράνθηκε χάρη σε ένα σύγχρονο σύστημα μηχανικών αντλιών. Πρόσφατες γεωλογικές έρευνες, που διεξήχθησαν από γαλλο-ιταλική ομάδα υπό τον συντονισμό του M. Ghilardi, διευκρίνισαν (α) ότι ο βάλτος σχηματίστηκε γύρω στο 1200 π.Χ. σε μια περιοχή που καταλαμβάνονταν από μια ρηχή λίμνη γλυκού νερού στο τέλος της τρίτης χιλιετίας π.Χ. και (β) ότι η λίμνη σχηματίστηκε μεταξύ 2900 π.Χ. και 2050 π.Χ., καλύπτοντας αποθέσεις ερυθρού χρώματος. Δυστυχώς, κανένας από τους πολλούς πυρήνες που χτυπήθηκαν με φορητές συσκευές δεν μπόρεσε να φτάσει σε βάθος μεγαλύτερο των 8 μέτρων, και έτσι η κατάσταση πριν από το σχηματισμό της λίμνης παρέμεινε ασαφής. Ειδικότερα, δεν κατέστη δυνατό να εξακριβωθεί αν, μέχρι τα μέσα της 4ης χιλιετίας π.Χ., η ακτογραμμή βρισκόταν στην περιοχή του λόφου του ανακτόρου, όπως πρότεινε ο N. Φυτρολάκης στο τέλος της γεωμορφολογικής μελέτης του για την περιοχή.

Εν αναμονή της άντλησης νέων πυρήνων στην περιοχή, το πρόβλημα της ακτογραμμής αντιμετωπίστηκε με βάση τον υλικό πολιτισμό, ο οποίος, αν και δεν μπορεί πλέον να νοηθεί ως "εξωσωματικός μηχανισμός προσαρμογής στο περιβάλλον", πρέπει ωστόσο να κατανοηθεί ως στενά συνδεδεμένος με το περιβάλλον στο οποίο και για το οποίο παρήχθη.

Τα προκαταρκτικά συμπεράσματα της έρευνάς μας μπορούν να απαριθμηθούν ως εξής:

- Ο λόφος της Φαιστού βρισκόταν αρχικά στην ακτή, στη μέση ενός βαθύ κόλπου σε σχήμα V (Εικ. 1, Λεπτομερή σχέδια της δυτικής Μεσσαράς, που συντάχθηκαν σύμφωνα με τις πληροφορίες που συνέλεξε ο Φυτρολάκης (1980), στα οποία ανακατασκευάζεται η ακτογραμμή μέχρι το 3500 π.Χ. περίπου και από το 3200 π.Χ. περίπου,
- Ο υλικός πολιτισμός που σχετίζεται με αυτές τις πρώτες φάσεις της συχνότητας δεν βρίσκει καμία σύγκριση στην Κρήτη, αλλά είναι πανομοιότυπος με αυτόν που βρέθηκε σε παράκτιες θέσεις, που ιδρύθηκαν στα κυκλαδίτικα νησιά σε χαμηλούς λόφους στο κέντρο κόλπων σχήματος V (Εικ. 2, Υλικός πολιτισμός που σχετίζεται με τις πρώτες συχνότητες της Φαιστού (Α) και της Φτελιάς (β), μιας θέσης που ιδρύθηκε στο νησί της Μυκόνου το 5200 π.Χ.),
- Γύρω στην 4η χιλιετία π.Χ., η οποία συμπίπτει με την επέκταση της ανθρώπινης εγκατάστασης στην περιοχή, θα πρέπει να άρχισε η υποβάθμιση της ακτογραμμής, ενδεχομένως υποβοηθούμενη από κάθετες τεκτονικές κινήσεις,
- Η επακόλουθη παλαιογεωγραφική εξέλιξη του αλλουβιακού-παραθαλάσσιου τομέα θα είχε ως αποτέλεσμα το σχηματισμό συστημάτων λιμνοθαλασσών-φραγμάτων που προχωρούσαν προς τη θάλασσα, τα οποία χαρακτηρίζονταν από εκτεταμένες ζώνες αμμολόφων και ευρείες κοιλάτητες αμμολόφων, οι οποίες, αρχικά, καθώς εξακολουθούσαν να συνδέονται με τη θάλασσα, φιλοξενούσαν περιβάλλοντα λιμνοθαλασσών. Τα τελευταία μετατράπηκαν γρήγορα σε ελώδη περιβάλλοντα που αργότερα συμπληρώθηκαν με ιζήματα που μεταφέρθηκαν από ποταμούς (Εικ. 3, Παλαιογεωγραφική εξέλιξη του αλλουβιακού-παραθαλάσσιου τομέα με το σχηματισμό συστημάτων φραγμάτων-λιμνοθαλασσών που προχωρούσαν προς τη /θάλασσα (ανακατασκευή από τον V. Amato)).

ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΔΟΝΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΦΑΙΣΤΟ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΓΙΑ ΤΡΙΑΔΑ

Carmelo Monaco
Πανεπιστήμιο της Κατάνια, DSBGA

Το νησί της Κρήτης χαρακτηρίζεται από βαθιά σεισμικότητα που σχετίζεται με τη βορειοανατολική υποβάθμιση της Αφρικανικής πλάκας κάτω από την Αιγαιακή θάλασσα και από επιφανειακή σεισμικότητα που προκαλείται από τη δραστηριότητα των φυσιολογικών ρηγμάτων, με σαφώς ορατή μορφολογία. , η οποία φιλοξενεί την τεκτονική επέκταση NW-SE που σχετίζεται με την υποβύθιση (Εικ. 1, θέα προς τα βορειοδυτικά του απόκρημνου ρήγματος Σπήλι. Σημειώστε την

ανοιχτότερη ζώνη, ύψους περίπου 1,5 μέτρων, που δείχνει την κίνηση που έχει πραγματοποιηθεί κατά τα τελευταία 10.000 χρόνια.). Η ανάπτυξη πολυάριθμων οικισμών από την Εποχή του Χαλκού, μαζί με την παρουσία καλά εκτεθειμένων ενεργών ρηγμάτων, κάνουν το νησί της Κρήτης μία από τις πιο κατάλληλες περιοχές σε ολόκληρη τη Μεσόγειο για να δοκιμάσουν τη σχέση μεταξύ σεισμικών γεγονότων και της καταστροφής των Μινωικών ανακτόρων (ένα ή πολλαπλά γεγονότα;).

Η μελέτη μας διεξήχθη στο νότιο τμήμα του νησιού κατά μήκος της πεδιάδας της Μεσσαράς, όπου βρίσκονται αρκετοί αρχαιολογικοί χώροι της Μινωικής περιόδου, όπως η Φαιστός και η Αγία Τριάδα. Επιπλέον, αυτές οι περιοχές βρίσκονται κοντά στα δυτικά-ανατολικά ως προς τον προσανατολισμό τους κανονικά ρήγματα, τα οποία δείχνουν σημάδια πρόσφατης δραστηριότητας.

Η έρευνα η οποία διεξήχθη υπό την επίβλεψη του Καθηγητή Vincenzo La Rosa, περιλάμβανε την: 1) ανάλυση διαφορετικών τύπων και γεωμετρίας των ζημιών που σημειώθηκαν στους αρχαιολογικούς χώρους της Φαιστού και της Αγίας Τριάδας, 2) δομική και γεωμορφολογική ανάλυση κατά μήκος των κύριων τμημάτων των ρηγμάτων της Τεταρτογενούς περιόδου που εκτείνονται στις περιοχές που συνορεύουν με τους αρχιτεκτονικούς τόπους, 3) συσχέτιση της πρόσφατης δραστηριότητας τμημάτων των ρηγμάτων με πιθανούς καταστροφικούς σεισμούς υπεύθυνους για ζημιές στους αρχαιολογικούς χώρους. Τα συμπεράσματα της έρευνας παρατίθενται παρακάτω:

- Η Ανάλυση των ζημιών των αρχαιολογικών χώρων της Φαιστού και της Αγίας Τριάδας υποδηλώνει ότι αυτοί οι οικισμοί καταστράφηκαν πιθανότατα από δύο μεγάλα σεισμικά γεγονότα με ένταση IX-X MKS που συνέβησαν περί από το τέλος της Πρωτοανακτορικής (1700 π.Χ.) και Νεοανακτορικής (1450 π.Χ.) περιόδου (Εικ. 2. Ανάκτορο της Φαιστού: ο δυτικός τοίχος του προθάλαμου LVI κλίνει 25° μοίρες δυτικά προς την αυλή LXX. Σημειώστε την αντιρίδα στήριξης που αποτελείται από έναν σωρό ερειπίων (α) που στηρίζουν τον λίθινο τοίχο του οποίου το κέντρο βάρους βρίσκεται έξω από την κάθετη προβολή του οριζόντιου άξονα περιστροφής. Εικ. 3, Βίλα της Αγίας Τριάδας: θέα από το νότιο τμήμα του λίθινου τείχους που κλίνει προς τα δυτικά από μια αποθήκη που ανήκει στη βορειοδυτική πλευρά).
- Οι γεωλογικές και μορφολογικές έρευνες που διεξήχθησαν στις γύρω περιοχές δείχνουν την παρουσία άμεσων ρηγμάτων της Τεταρτογενούς περιόδου με μια τάση περίπου δυτικά-ανατολικά, τα οποία ανήκουν σε ένα δίκτυο μήκους 50 χιλιομέτρων που ελέγχει την τρέχουσα τοπογραφία. Τα ρήγματα δείχνουν στη βάση τους πρόσφατους κρημνούς με πολύ σαφή μορφολογία, υποδεικνύοντας δραστηριότητα στο Ολόκαινο (<10.000 χρόνια).
- Με βάση αυτές τις μελέτες, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι τα ρήγματα Σπήλι και Αγία Γαλήνη μπορούν να θεωρηθούν ενεργές τεκτονικές δομές που προκαλούν μεγάλους

σεισμούς, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που μπορεί να έχουν καταστρέψει τους οικισμούς της Φαιστού και της Αγίας Τριάδας.

- Αυτό επιβεβαιώνει ότι τα ανακτορικά κέντρα της Φαιστού και της Αγίας Τριάδας καταστράφηκαν από μια σειρά σεισμών και όχι από ένα μόνο καταστροφικό γεγονός που θα είχε προκαλέσει την αιφνίδια καταστροφή του Μινωικού πολιτισμού στην ανατολική Μεσόγειο.