

SILVESTRO LAZZARI¹, MAURIZIO LAZZARI²,
ANTONIO DE SANTIS³

¹ CEDAT Europa - Via Ancona 37/G - Potenza. www.cedateuropa.it

² CNR - IBAM, Sezione di Potenza - Via Federico II 85020 Lagopesole (PZ) lazzari@iisf.pz.cnr.it

³ Libero professionista - Via S. Antonio, Castro (LE)

RISCHI GEOMORFOLOGICI ED AMBIENTALI IN UN'AREA CARSICA URBANIZZATA DEL SALENTO LECCESE

RIASSUNTO

In questa nota vengono illustrati i risultati di una ricerca realizzata nel territorio e nell'area urbana di Castro nel Salento leccese, dove le particolari configurazioni geologiche, tettoniche e geomorfologiche, congiunte all'antropizzazione, hanno indotto alcuni episodi di pericolosità e rischio geomorfologico ed ambientale. La ricerca è stata sviluppata sia mediante uno studio geologico, geomorfologico e meteo-climatico del territorio, realizzato anche con analisi di immagini telerilevate, sia attraverso una verifica della vulnerabilità e del degrado monumentale e paesistico-ambientale di questo centro urbano. Dalla sovrapposizione dei diversi livelli informativi è stato realizzato un modello di valutazione dei rischi esteso anche alla fascia costiera, che ha consentito di elaborare una carta dei rischi geomorfologici ed ambientali, consentendo l'individuazione e la localizzazione di interventi strutturali e non strutturali capaci di ridurre il livello di rischio e di recuperare le configurazioni naturali ed antropiche danneggiate o fortemente minacciate dal progressivo degrado strutturale ed ambientale.

SUMMARY

In this work the results of a research carried out in the hinterland and coastal zone of the Castro urban centre and its territory are illustrated. The peculiar geological, tectonic and geomorphological settings, associated with intense anthropic activity, induced some hazards and geomorphological-environmental risk episodes, observable in other Mediterranean karst urban areas too. The Castro urban centre, located on the southern margin of the Salento coasts up on a calcareous characteristic cape, is known and valued for the beautiful landscape, environmental, historical and monumental heritage. It develops on a hill ridge and on the flanks of a little water basin, called "Canalone" which cross the village for all its extension to the coast. Several and important karst episodes both in the hinterland and along the coast, represent on one hand natural-environmental emergencies of notable interest (e.g. the Zinzulusa and Romanelli caves) and the other hand diffused risks connected to possible direct and indirect pollution phenomena, hydrogeological risk also along the coast and degradation episodes of monumental and building heritage. These phenomena can damage some important territory sectors and limit beauty and use of the landscape and of monumental and marine heritage. The research was developed by the geological, geomorphological and weathering-climate

study of territory, carried out also using remote sensing images analysis and verifying the vulnerability and monumental and environmental deterioration of this urban centre. An evaluation risk model has been realized from the overlapping of different layers, extended also to the coast, that permitted to elaborate a geomorphological and environmental risk map. Moreover, these information permitted to individuate and locate direct and indirect interventions able to reduce the risk level and recover the natural and anthropic configurations damaged or strongly threatened by the progressive and often uncontrolled structural and environmental degradation.

INTRODUZIONE

I centri urbani costieri di maggior pregio rappresentano le aree a più elevato rischio ambientale in quanto, da un lato, posseggono caratteristiche tali da attirare flussi turistici sempre maggiori, concentrati in brevi periodi, dall'altro non sono generalmente attrezzati per sostenere il carico di tali flussi, con la conseguenza che le emergenze ambientali rischiano di essere deteriorate in tempi più o meno brevi. Le coste mediterranee, sede di antiche e sviluppate comunità residenti in metropoli e centri urbani, presentano numerosi esempi di degrado del patrimonio naturale, antropico e storico, dovuto soprattutto all'aggressione territoriale, causata da un intensivo sfruttamento di tutte le possibili risorse che, in molti casi, porta ad un impoverimento delle comunità residenti.

Con il presente studio si è inteso realizzare un primo modello di verifica e di proposta inerente i rischi ambientali dei centri urbani di minori dimensioni, che rappresentano non solo delle realtà molto diffuse talora di elevato pregio e di concreta potenzialità economica, quanto delle testimonianze di storia millenaria. Il Salento è particolarmente ricco di insediamenti simili sia lungo la costa sia nell'entroterra, in ambiti carsici di particolare significato geologico, ambientale e paesistico-monumentale. Tra questi il Comune di Castro rappresenta un importante riferimento per l'elevata qualità del proprio territorio e dell'ambiente. Tuttavia negli ultimi anni sono risultati evidenti numerosi indicatori locali di un certo degrado che potrebbe produrre situazioni di irreversibile deterioramento ambientale e di progressivo rischio per l'incolumità pubblica.

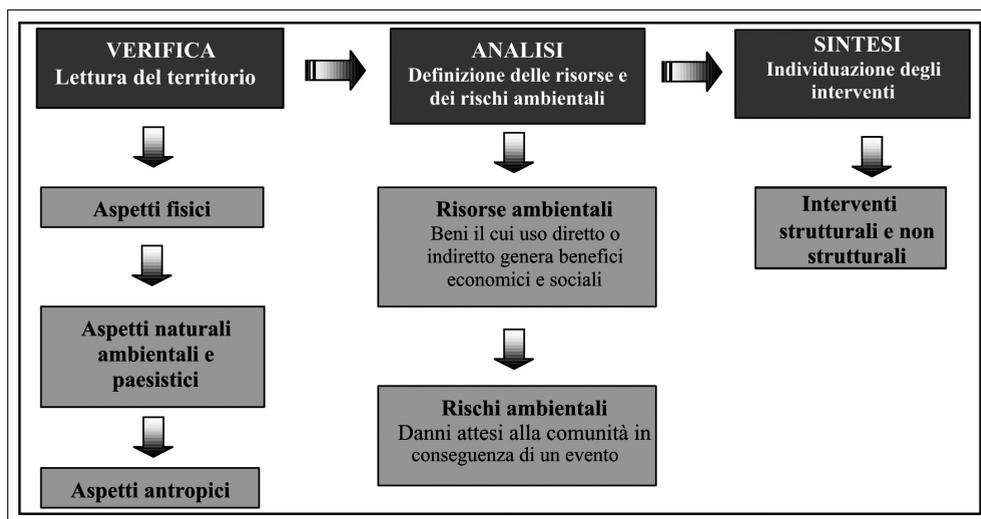


Fig. 1 Diagramma di flusso dello schema metodologico utilizzato per lo studio dei rischi e salvaguardia ambientale.

METODOLOGIA E MODELLO DI STUDIO

Per realizzare lo studio è stato considerato l'intero territorio comunale, del quale sono stati analizzati sia gli aspetti fisici, naturalistici ed ambientali, che le varie componenti antropiche. L'insieme di questi aspetti determina un sistema integrato molto complesso, nel quale le varie componenti devono essere in equilibrio tra loro, per evitare un rapido deterioramento. Successivamente sono state analizzate le risorse ambientali esistenti, di cui è stato verificato il livello di conservazione e di degrado.

Sulla base di questi elementi e di uno schema metodologico di valutazione sperimentato in occasione del presente lavoro (Fig. 1) sono stati individuati i rischi esistenti sul territorio, classificati in questa prima fase del lavoro solo a livello qualitativo e non quantitativo (KAPLER e GARRIK, 1981). I dati e le informazioni sono stati verificati in sito, utilizzando anche immagini telerilevate e supporti cartografici a varie scale e di varie epoche forniti dal Comune di Castro.

$$\mathbf{R} = \mathbf{P}_r (\mathbf{P}_l \times \mathbf{E}_u \times \mathbf{V}_s)$$

Per la definizione del rischio è stata utilizzata la seguente espressione:

dove,

\mathbf{P}_r = Pericolosità di riferimento

\mathbf{P}_l = Pericolosità locale

\mathbf{E}_u = Esposizione del sistema ambientale

$$\mathbf{V}_s = \mathbf{S}_a \times \mathbf{D}_p$$

\mathbf{V}_s = Vulnerabilità del sistema ambientale

con,

$$\mathbf{E}_u = \mathbf{D}_e \times \mathbf{I}_u$$

dove, \mathbf{S}_a rappresenta le caratteristiche strutturali del sistema ambientale e \mathbf{D}_p i dispositivi di protezione attivati. L'esposizione del sistema è pari a:

$$\mathbf{P}_l = \mathbf{t}_f \times \mathbf{P}_a$$

considerando \mathbf{D}_e la densità abitativa come rapporto tra il numero di edifici e superficie abitata mentre \mathbf{I}_u è l'intensità d'uso del sistema antropico e naturale, pari al rapporto tra abitanti residenti insediati (flusso visitatori) ed abitanti teorici insediabili (flusso teorico). Infine, \mathbf{P}_l è pari a:

dove,

\mathbf{t}_f = tipo di agente di pericolosità

\mathbf{P}_a = conformazione del sito

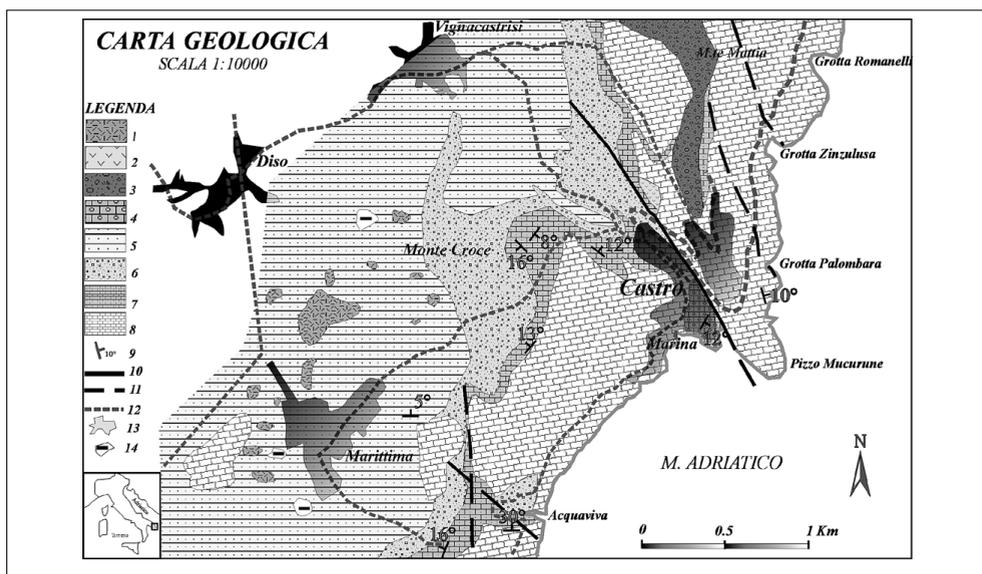


Fig. 2 - Carta Geologica. Legenda: 1) Depositi antropici; 2) Depositi di frana; 3) Terre rosse con spessori superiori al m; 4) Calcareni organogeni del Pleistocene inferiore (Calcareni del Salento); 5) Biomicriti fossiliferi del Pliocene inferiore-medio (Formazione di Uggiano); 6) Breccie e conglomerati ad elementi calcarei in matrice sabbioso-limosa del Pliocene inferiore (Formazione di Leuca); 7) Calcari bioclastici del Messiniano inferiore (Calcareni di Andrano-Formazione di Novaglie); 8) Calcari oligocenici (Calcari di Castro); 9) Giaciture; 10) Faglie dirette; 11) Faglie presunte; 12) Principali vie di comunicazione; 13) Centri urbani; 14) Doline.

Agli elementi considerati non è stato attribuito, in questa fase di valutazione preliminare del sistema, alcun parametro numerico, ma solo dei riferimenti qualitativi.

LETTURA DEL TERRITORIO

Inquadramento geologico e tettonico

L'abitato di Castro è ubicato su un promontorio calcareo sul margine meridionale della costa salentina, e si sviluppa in parte sulla dorsale collinare ed in parte sui bordi di un piccolo bacino imbrifero, denominato "Canalone", che lo attraversa per tutta la sua estensione fino alla costa.

Il territorio ricade in un'area in cui affiora diffusamente (Fig. 2), da Capo d'Otranto a S. Maria di Leuca, la *Formazione dei Calcari di Castro* (MARTINIS, 1967), riferibile all'Oligocene (Cattiano) e rappresentante un complesso di barriera della piattaforma carbonatica Apula, in cui sono ben evidenti le varie associazioni laterali di facies dei diversi subambienti (BOSELLINI e RUSSO, 1992; BOSELLINI *et al.*, 1999). I litotipi calcarei, di colore variabile dal grigio al biancastro, si presentano compatti ma anche intensamente fratturati.

I calcari cretacei costituiscono il substrato dei sedimenti miocenici rappresentati dalle *Calcareni di Andrano* (MARTINIS, 1967) e dalla *Formazione di Novaglie* (BOSELLINI *et al.*, 1999), riferibili al Miocene superiore e precisamente al Messiniano inferiore (BOSSIO *et al.*, 1989). Le *Calcareni di Andrano* sono costituite da una successione carbonatica, ampiamente affiorante nella metà orientale della Penisola Salentina, con spessori massimi di 50-60 m e rappresentate da litotipi calcareo-marnosi, banchi corallini, calcareniti oolitiche e breccie clinostratificate con sedimenti di scarpata progradanti (BOSELLINI *et al.*, 1999). Nell'ambito di questa formazione BOSELLINI *et al.* (1999) propongono di distinguere e separare le

facies di barriera corallina in senso stretto e quelle clinostratificate di scarpata dalle facies di piattaforma, definendo la Formazione di Novaglie. Sui Calcari di Castro e sui depositi miocenici si ritrovano due formazioni plioceniche: la *Formazione di Leuca* (Pliocene inferiore) e la *Formazione di Uggiano la Chiesa* (Pliocene medio). La prima è rappresentata da una successione di circa 30 m, costituita da breccie e conglomerati (acque basse) con un'unità marnosa biancastra superiore glauconitica (acque più profonde), ricca di foraminiferi planctonici; la seconda, posta in contatto discordante sulla Formazione di Leuca, presenta, invece, spessori molto più contenuti ed è costituita da una calcarenite biomicritica di ambiente neritico, molto friabile e ricca di macrofossili (bivalvi), alghe rosse e briozoi. Al più recente Siciliano (Pleistocene inferiore) sono riferibili le *Calcareniti del Salento*, affioranti in corrispondenza di Castro Marina, direttamente trasgressive sulla Formazione di Leuca ed in contatto tettonico sui Calcari di Castro. Tale formazione rappresenta il più giovane sistema carbonatico del Salento orientale ed è costituita da uno spessore massimo di 10-15 m di calcareniti friabili grossolane, ricche in macrofossili (bivalvi, brachiopodi, ecc.) e fortemente bioturbate.

Infine, al top di queste formazioni si rinviene diffusamente l'unità litologica delle *Terre rosse*, che interessa depressioni morfologiche e tettoniche con spessori di ordine metrico. L'unità è costituita da sedimenti continentali sciolti, formati da elementi provenienti dal disfacimento delle rocce preesistenti (depositi residuali) o accumulate dalle acque superficiali (depositi colluviali), per lo più rappresentati da argille limoso-sabbiose con un grado di permeabilità per porosità variabile da medio a basso in funzione dell'assortimento granulometrico.

La successione appena descritta è interessata da una serie di sistemi disgiuntivi e plicativi osservabili in tutto il settore studiato. Tali sistemi definiscono regionalmente le principali morfologie ad horst e graben, marcate tra l'altro, da depositi e litologie differenti. In generale possiamo affermare che in tutta la Penisola Salentina si osserva una generale concordanza tra morfologia e tettonica, dove tutti i rilievi corrispondono ad alti strutturali e le aree più o meno pianeggianti, dove affiorano in prevalenza terreni quaternari o pliocenici, corrispondono a zone strutturalmente ribassate. Le faglie dirette e transtensive rappresentano l'elemento tettonico più diffuso e spesso il loro riconoscimento è molto semplice, poiché spesso, ad un'evidente

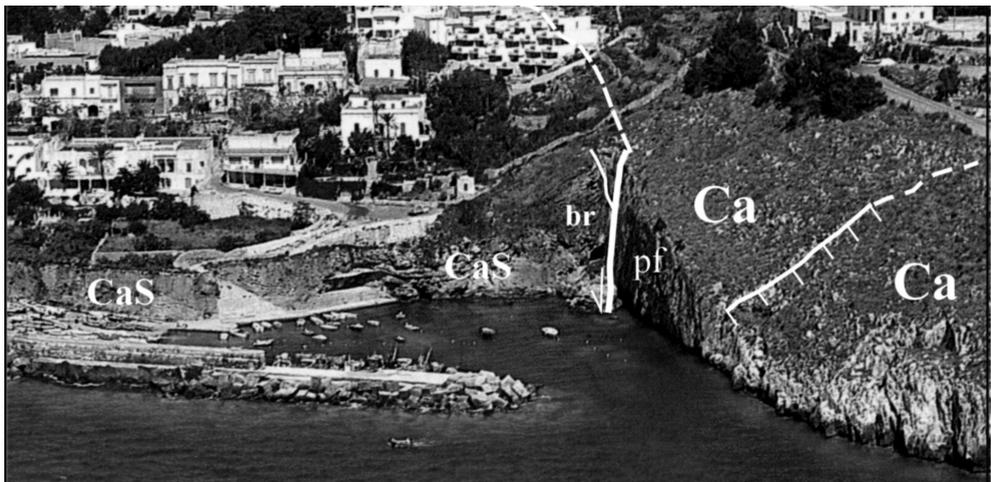


Fig. 3 - Particolare dell'area portuale di Castro marina con evidenza del contatto tettonico (lineamento e tratteggio in bianco) tra i Calcari di Castro (*Ca*) e le Calcareniti del Salento (*CaS*). In primo piano si osservano le breccie di versante (*br*) pleistoceniche sintettoniche, che marcano e suturano l'attività della faglia principale (*pf*, piano di faglia).

scarpata morfologica, si associa uno specchio di faglia, come nel caso di Castro Marina (Fig. 3). Altre volte, invece, il rilievo della faglia riesce alquanto difficile. Le faglie ad alto angolo interessano con un orientamento NNO-SSE e NO-SE tutte le serie affioranti, compresi i terreni quaternari, talora chiaramente dislocati. Nella zona di Castro si riconosce un sistema di faglie sub-parallele con orientamento NO-SE, che ha ribassato i Calcari di Castro e le Calcareniti di Andrano. Verso l'interno il contatto tra i Calcari di Castro e le Calcareniti del Salento emiliane, fratturate e leggermente piegate, avviene proprio lungo lo stesso specchio di faglia; verso l'interno, conglomerati e brecce di versante pleistoceniche con matrice rossastra fossilizzano la faglia stessa, fissando il limite superiore della sua attività (Emiliano).

Caratteri geomorfologici

I principali caratteri geomorfologici del settore studiato sono essenzialmente legati ad un dominante paesaggio carsico, che si sviluppa con effetti e modalità diverse in rapporto alla litologia, struttura e storia geologica della regione. Sono, infatti, arealmente diffusi fenomeni di carsismo ipogeo, epigeo e costiero.

Il carsismo epigeo è reso immediatamente evidente da una rete idrografica superficiale quasi prevalentemente priva di deflussi, sia per l'alto grado di permeabilità delle rocce calcaree affioranti che per la loro intensa fratturazione, che ne ostacola i deflussi superficiali. I pochi corsi d'acqua, spesso aventi carattere effimero e stagionale, sono poco gerarchizzati e terminano spesso in corrispondenza d'inghiottitoi. I corsi maggiori, come quello del T. Canalone, si sviluppano in incisioni anche profonde, soprattutto nei depositi plio-pleistocenici, ed hanno come recapito il mare. Le forme carsiche più diffuse sono le doline, uvala ed inghiottitoi, che interessano sia l'entroterra che le aree costiere. In particolare, gli inghiottitoi sono molto diffusi e spesso segnano il contatto fra litotipi a differente permeabilità, per esempio tra i calcari di Castro e le unità calcarenitiche e conglomeratiche plioceniche e pleistoceniche, che colmano aree strutturalmente ribassate. Il carsismo ipogeo assume un'importanza notevole soprattutto in contesti naturalistici ed ambientali quali quelli studiati, dove le cavità naturali, le grotte ed i canali carsici non costituiscono solo un effetto della dissoluzione chimica e dell'erosione, bensì una vera e propria risorsa naturale (es. Grotta Zinzulusa) e storico-antropologica (es. Grotta Romanelli; LAZZARI, 1959). Le grandi grotte costiere di questo settore di costa salentina costituiscono delle terminazioni a mare di imponenti reti carsiche ipogee, in parte ancora interessate da deflussi d'acqua dolce.

La costa è caratterizzata da falesie calcaree che raggiungono anche i 30 m d'altezza, su cui si nota la presenza di cavità derivate dall'ampliamento di condotti carsici ad opera del moto ondoso. Le falesie sono, inoltre, interessate da crolli diffusi innescati sia dall'interazione del moto ondoso con il sistema di fratturazione dell'ammasso roccioso che dall'alterazione fisica e chimica.

Caratteri climatici ed idrogeologici

L'area di studio ricade in una fascia climatica di tipo mediterraneo semiarido, caratterizzata da una marcata incostanza delle precipitazioni e delle temperature. Per la verifica di questi ultimi parametri sono stati utilizzati i dati disponibili del Servizio Idrografico relativi alla stazione termopluviometrica di Vignacastri a circa 1 km da Castro, dal 1981 al 1992. L'analisi di tali dati in un periodo di 10 anni ha evidenziato una precipitazione media annua di 678 mm ed una temperatura media di 16,2°C. Le piogge non sono uniformemente ripartite nell'arco dell'anno, ma sono concentrate per la maggior parte nel periodo ottobre-dicembre, mentre nei mesi caldi tendono a diminuire sensibilmente.

Sussistono tuttavia numerose eccezioni, connesse a precipitazioni intense che cadono in archi temporali molto brevi, fenomeno questo che si manifesta indifferentemente in tutti i mesi dell'anno, compresi quelli estivi. Questi fenomeni mettono in crisi il sistema di drenaggio naturale dell'acqua piovana, che tende a concentrarsi nel tratto terminale del corso principale rappresentato dal T. Canalone, che si sviluppa lungo un percorso pressoché rettilineo in direzione NW-SE, lambendo gli abitati di Vignacastri e Vitigliano e sfociando nel porto di Castro marina. Tutto ciò trova riscontro nei dati storici della piovosità, come ad esempio il caso del 1992, quando sono stati registrati dei massimi di pioggia a luglio (118 mm), ottobre (170 mm) e dicembre (156 mm). In particolare, nei primi 5 giorni di luglio sono caduti ben 110 mm di pioggia, ovvero circa il 20% del totale annuo. L'andamento delle temperature è più uniforme. Nei più caldi (luglio, agosto e settembre) si superano medie di 20°- 25°C. Nei mesi più freddi (dicembre, gennaio e febbraio) le medie delle temperature non superano 10° - 11°C. Tenuto conto dei valori della piovosità media annua (678 mm) e della temperatura media annua (16,2°) sono stati calcolati i valori dell'evapotraspirazione (ETR), con le note formule di TURC e KELLER, pari rispettivamente a 563 mm e 538 mm, che risultano alquanto elevati in relazione ai parametri piuttosto alti delle temperature medie annuali. In base ai valori ottenuti emerge, pertanto, che l'evapotraspirazione esercita un ruolo di regolazione dei flussi solo a lungo termine e per eventi ripartiti nel tempo in modo uniforme, mentre per eventi rapidi ed abbondanti essa assume una funzione marginale, in quanto le acque tendono a defluire con rapidità nella rete di drenaggio, soprattutto nei rami in cui la vegetazione è più scarsa, ovvero sussistono superfici antropizzate quali abitati e strade.

I deflussi conferiscono al T. Canalone un carattere di spiccata intermittenza, connessa alla presenza di acqua solo dopo forti piogge, che vengono rapidamente drenate ed altrettanto rapidamente smaltite, dopo aver accumulato quantità varie di sedimenti e materiali vegetali esistenti nell'alveo, che in qualche caso hanno causato danni a strutture e mezzi presenti nella parte terminale fuori terra del T. Canalone.

Il bacino idrografico nella sua interezza si sviluppa per gran parte su litotipi tufacei e calcarei permeabili per porosità, fratturazione e carsismo, che consentono solo ad una limitata quantità di pioggia un ruscellamento superficiale, mentre la gran parte ritorna in atmosfera sotto forma di vapore, ovvero si infiltra più o meno rapidamente nel sottosuolo. Pertanto gli afflussi maggiori provengono da quelle superfici impermeabilizzate artificialmente, dove i tempi di corrivazione sono molto brevi.

Prendendo in considerazione tutto il bacino imbrifero del Canalone, riportato nella *Carta Idrogeologica* (Fig. 4), è possibile osservare che i punti di maggiore e significativo afflusso e deflusso nel torrente Canalone, a partire dalla parte più alta, sono ubicati essenzialmente nella parte medio-bassa del bacino, nel territorio di Castro, Marittima e Vignacastri. Un reticolo idrografico vero e proprio è però pressoché assente e le acque trovano quasi immediatamente recapito nella rete ipogea, attraverso fessurazioni ed inghiottitoi carsici, proseguendo poi verso il mare e dando vita a sorgenti sottomarine costiere presenti lungo tutto il tratto litorale considerato ed in particolar modo lungo il segmento di Castro.

Aspetti naturalistico-ambientali e paesistici

Il territorio di Castro racchiude un ecosistema molto complesso, nel quale agli aspetti della terra emessa si affiancano quelli marini. Nell'entroterra la vegetazione naturale e quella introdotta dall'uomo sono tipiche delle aree mediterranee, con una prevalenza di macchia e piantagioni di ulivo. Nella macchia mediterranea, di cui permane un lembo molto significativo poco a monte di Castro Marina, in località "Bosco delle Querce", si rinvengono numerose

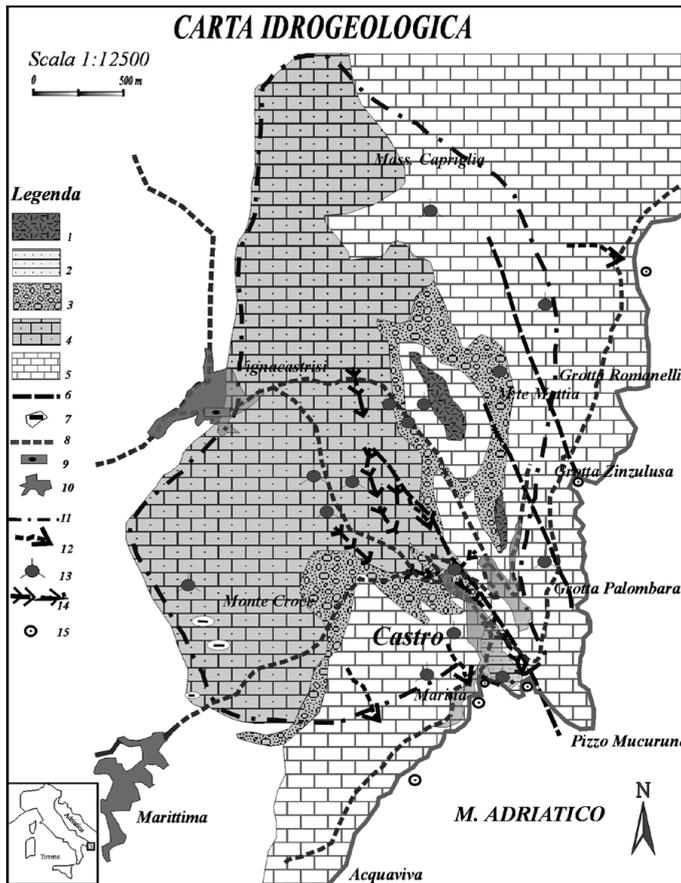


Fig. 4 - Carta Idrogeologica.
 Legenda: 1) Terre rosse limoso-sabbiose con ghiaia. Permeabilità medio bassa per porosità; 2) Calcareniti e sabbie organogene con livelli limoso-sabbiosi con permeabilità media per porosità e fessurazione; 3) Calcareniti bioclastiche. Permeabilità media per porosità; 4) Breccie e conglomerati ad elementi calcarei. Permeabilità media per porosità e fessurazione; 5) Calcari di base compatti, ma molto carsificati. Permeabilità alta per fessurazione e carsismo; 6) Faglie principali; 7) Doline; 8) Principali vie di comunicazione; 9) Stazione termopluviometrica; 10) Centri urbani; 11) Limite del bacino imbrifero del Fosso Canalone; 12) Direzione preferenziale di deflusso della falda; 13) Pozzi noti di emungimento della falda sotterranea; 14) Canale di drenaggio delle acque superficiali; 15) Sorgenti costiere e marine.

specie (FENAROLI, 1985; MARCHIORI *et al.*, 1998) interessanti tra cui l'orchidea *Epipactis microphilla* Swartz, la scrofularia nodosa (*Scrophularia nodosa*) e la crassulacea balcanica (*Unibulicus clorantus* H. e S.). Le piantagioni di ulivo, alcune delle quali molto antiche, ricoprono circa il 40% dell'intero territorio, mentre la vite, coltivazione tipica della provincia, è pressoché assente. In realtà l'urbanizzazione diffusa e progressiva ha comportato sia l'asportazione di vaste zone di macchia mediterranea, dove erano presenti diffuse specie utilizzate per l'alimentazione umana quali ad esempio il carrubo, quanto lo sradicamento di numerosi appezzamenti e coltivazioni d'ulivo e vite. Per contro in alcune zone urbanizzate è stato introdotto il pino, pianta non autoctona.

Per quanto concerne la fauna terrestre, è di grande interesse quella presente nel diffuso sistema carsico ipogeo che ha originato numerose cavità disseminate per lo più lungo le coste, alcune delle quali assumono notevole rilevanza anche preistorica. Sussistono altresì cavità con imboccatura subacquea che, nel loro percorso, si sviluppano per una parte al di sopra del livello del mare. Le grotte più note con imboccatura subacquea sono la grotta "Giustino", lungo la costa orientale e la grotta "Bisso" nei pressi dell'insenatura Acquaviva, nella quale passa una falda d'acqua dolce. Le grotte superficiali più importanti sono la "Zinzulusa" e la "Romanelli", cui si associa un sistema carsico di cavità minori ed in parte non ancora esplorate. In particolare la grotta Romanelli, posta a circa 6 m s.l.m. su una falesia modellata sui

Calcarei di Castro, è sede di una stazione paleolitica e neolitica tra le più importanti d'Italia in cui sono stati rinvenuti manufatti, graffiti e resti animali di diversi ambienti (BLANC, 1958). La fauna tipica di queste cavità è molto ricca di endemismi; tra le altre specie sono presenti, infatti, *Typhlocaris salentina*, *Spelaeomysis bottazzii* e *Higginsia ciccaresei*, specie di crostacei e di spugne molto rare, che vanno tutelate e salvaguardate.

Attività antropica

Le prime testimonianze di un'attività antropica nel territorio di Castro sono riferibili agli insediamenti paleolitici e neolitici (graffiti e reperti litici) ricordati da PALMISANO et al. (1996). Successivamente alcuni ipogei scavati dall'uomo nel tufo, oggi abbandonati e degradati, sono stati utilizzati come frantoi e prima ancora come veri e propri insediamenti abitativi probabilmente basiliani, romani e greci. Nell'attuale centro storico, si distinguono varie stratificazioni a partire dall'antico insediamento messapico, su cui è stato costruito il borgo medioevale, di cui rimangono ancora oggi importanti testimonianze, quali la chiesa madre ed il castello aragonese.

Di recente l'uomo ha realizzato su questo territorio numerose opere che, da un lato hanno contribuito ad una sua maggiore qualificazione, dall'altro hanno causato un forte sovraccarico strutturale. A tal proposito si cita il caso dell'ampliamento del porto, uno degli interventi più recenti di maggiore impatto che, a causa di voluminosi scavi, della costruzione di strutture di sostegno elevate e di opere di protezione a mare della banchina realizzate in calcestruzzo, ha deturpato l'intero specchio d'acqua della Grotta del Conte, modificando irreversibilmente l'ambiente naturale. Infine, la continua domanda di suoli edificabili ha determinato un'occupazione crescente del territorio, con il totale congiungimento dei due nuclei urbani originari, Castro Alta e Castro Marina, ed il progressivo allargamento verso N e verso W della periferia urbana. Le conseguenze sono state sia una modifica sostanziale del patrimonio paesistico ed una sempre maggiore riduzione della caratteristica macchia mediterranea, sia locali episodi di deturpamento della costa. Oggi due elementi sono seriamente minacciati dall'uso intensivo del territorio: la falda profonda, oggetto di un massiccio emungimento e di scarico di liquami e le acque marine costiere dove emerge la falda profonda dell'entroterra talora carica di sostanze inquinanti.

RISORSE AMBIENTALI

Per "risorse ambientali" vengono generalmente intesi quei beni materiali ed immateriali che un territorio possiede e che possono essere oggetto di tutela e valorizzazione, essendo destinati alla fruizione come singoli, in gruppo o come sistema ben definito ed integrato, per sostenere ed incrementare il reddito ed il benessere pubblico e privato.

Sulla base di questa definizione, è stato realizzato un censimento di tali beni, che ha portato a constatare come in un territorio sia pure di limitate dimensioni, il patrimonio naturalistico-ambientale, paesistico, storico e monumentale sia non solo estremamente importante, ma anche molto diffuso e differenziato nelle sue varie componenti.

Il censimento ha consentito di elaborare un'apposita carta denominata *Carta delle Risorse Ambientali* (Fig. 5) nella quale sono riportati ben 16 elementi, definiti come "risorse" sia in base al loro interesse culturale e scientifico, che alla ricaduta di tipo economico che esse producono nei confronti della comunità. Gli elementi di maggior pregio attengono ad un unico ecosistema costituito da elementi interdipendenti, quali il fondale marino, la fascia costiera e l'entroterra.

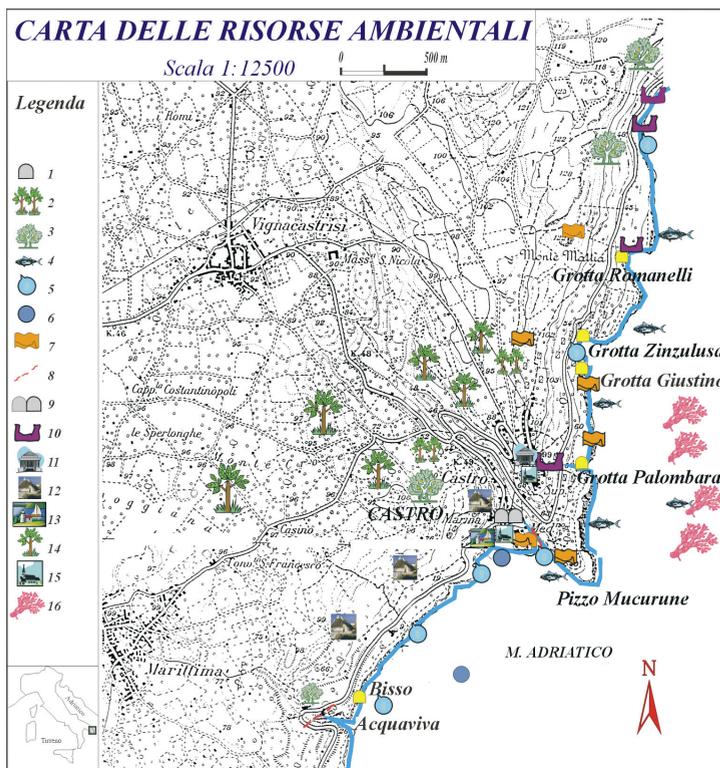


Fig. 5 - Carta delle Risorse Ambientali. Legenda: 1) Grotta costiera; 2) Bosco; 3) Macchia Mediterranea; 4) Fondale importante; 5) Sorgente costiera d'acqua dolce; 6) Sorgente sottomarina d'acqua dolce; 7) Affioramento roccioso; 8) Elemento tettonico; 9) Cavità scavata in tempi remoti; 10) Sito archeologico; 11) Centro storico con varie stratificazioni e monumenti; 12) Trullo; 13) Porto naturale; 14) Oliveto antico; 15) Piazza caratteristica; 16) Coralligeno.

Risorse di primaria importanza del fondale sono il coralligeno esistente ad E di Pizzo Mucurune, le sorgenti costiere sottomarine d'acqua dolce, i fondali che caratterizzano il "Sentiero blu" che si estende tra la Grotta Zinzulusa e la Grotta Romanelli ed, infine, alcune grotte ad accesso subacqueo. Lungo la fascia costiera le principali risorse sono individuabili nelle grotte, nelle sorgenti d'acqua dolce, talora con un certo tenore di zolfo, in importanti geositi quali ed, infine, nei tratti di macchia mediterranea, che si estende diffusamente anche nelle aree più interne. L'entroterra è, inoltre, ricco di risorse storico-monumentali e di aspetti legati ad un uso del suolo che caratterizza l'intero Salento. Sono, infatti, presenti siti archeologici, un borgo antico con importanti monumenti ed opere d'arte, ipogei scavati dall'uomo in varie epoche, una serie di trulli in antichissimi oliveti, il Parco comunale di Bosco delle Querce e degli elementi urbani piuttosto caratteristici, quali ad esempio, la piazza di Castro Marina.

RISCHI AMBIENTALI

La complessità, i vari fattori di pericolosità e la vulnerabilità dell'ecosistema, congiunti al carico urbano e, in alcuni periodi dell'anno molto accentuato inducono sul territorio di Castro un livello di rischio ambientale talora piuttosto elevato. I rischi sono di varia natura e risultano piuttosto marcati in relazione alla notevole qualità dell'ambiente prima descritto. Come si può riscontrare dal modello precedentemente descritto, i fattori che causano i rischi sono molteplici e dipendono essenzialmente dall'intervento umano e, subordinatamente, da cause naturali (LAZZARI e RIVIELLO, 1993). Essi sono stati ripartiti in cinque categorie così distinte: 1)Rischi geomorfologici; 2)Rischi idrogeologici; 3)Rischi d'incendio; 4)Rischi d'in-

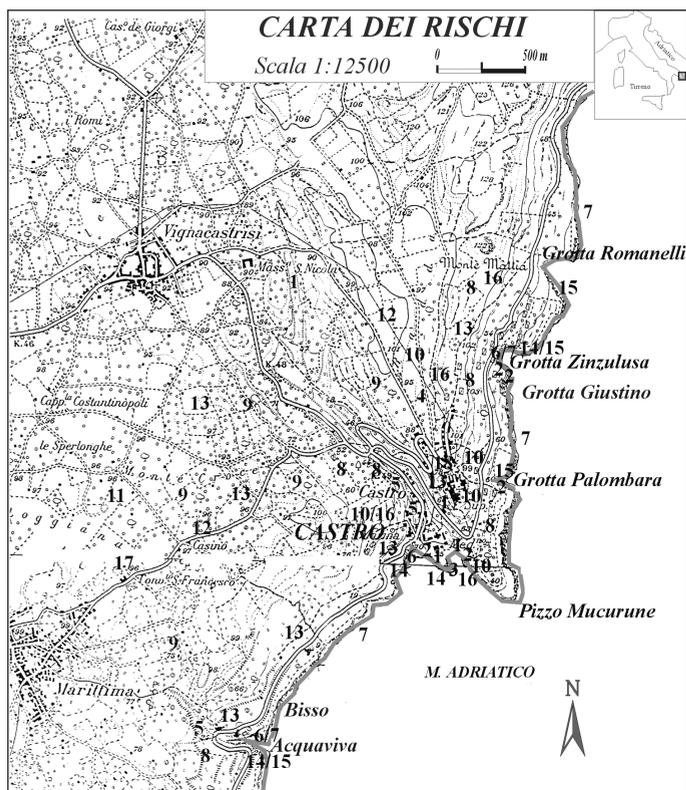


Fig. 6 - Carta dei Rischi. Legenda: 1) Erosione; 2) Distacchi di blocchi rocciosi isolati; 3) Frana per crollo; 4) Cedimento e subsidenza; 5) Alluvione; 6) Riduzione della portata della sorgente costiera; 7) Mescolamento acqua dolce acqua salata della falda profonda; 8) Area ad alta valenza biologica e paesistica; 9) Area agricola con colture pregiate; 10) Area verde prossima al centro urbano; 11) Discarica; 12) Depositi di rifiuti a cielo aperto; 13) Inquinamento della falda profonda; 14) Inquinamento di zona balneare; 15) Inquinamento di cavità carsica ad alta valenza ambientale; 16) Uso improprio del suolo (scavi, interferenza su habitat e geositi, modifiche del paesaggio); 17) Degrado e modifica di monumenti e reperti storici; 18) Impianti a rischio elettromagnetico.

quinamento; 5) Rischi antropici. Sulla base di tale ripartizione è stata elaborata un'apposita *Carta dei Rischi* (Fig. 6), che riporta ben 18 tipologie diverse di rischio. I fenomeni connessi alla gravità sono poco diffusi, mentre quelli causati dall'acqua incanalata sono piuttosto frequenti nel bacino del Canalone, che sfocia nel porto naturale di Castro Marina.

Rischi di crollo sono stati individuati all'ingresso della grotta Zinzulusa e lungo le pareti arenacee del porto, mentre il canale subisce periodici alluvionamenti.

Il sistema idrogeologico profondo, che sfocia a mare con numerose sorgenti, presenta un'elevata vulnerabilità dovuta sia al prelievo diffuso attraverso numerosi pozzi, sia allo scarico di pozzi fognari perdenti, sia alla presenza di numerosi pozzi neri. L'inquinamento si può manifestare anche per la percolazione attraverso le masse calcaree, molto permeabili per fessurazione, di sostanze utilizzate in agricoltura. L'inquinamento della falda si può trasmettere a sua volta anche alle sorgenti costiere, ai condotti carsici ipogei, ivi compresa la Zinzulusa, ed a vari tratti costieri dove le acque sotterranee sfociano a mare, inducendo gravi ripercussioni su in tutto il sistema biologico ipogeo e marino, nonché sulle attività balneari. L'inquinamento atmosferico e del sottosuolo può essere causato, tra l'altro, da alcune discariche rilevanti sul territorio, per lo più adibite allo stoccaggio d'inerti di vario genere.

Uno dei rischi che si manifesta con frequenza nei mesi estivi è quello d'incendio, spesso causa di notevoli danni al patrimonio botanico naturale ed alle zone coltivate ad uliveto. Piuttosto diffusi sono anche i rischi di danno al patrimonio naturalistico, monumentale e paesistico, caratterizzato da un'elevata vulnerabilità. Infatti, interventi antropici poco appropriati (sbancamenti, deforestazioni ed edificazioni spesso incontrollate) hanno causato e potrebbero

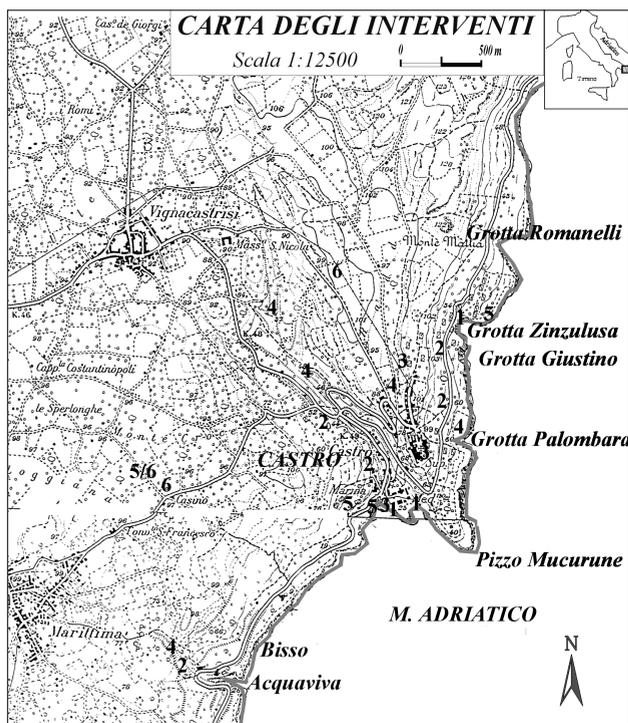


Fig. 7 - Carta degli Interventi. Legenda: 1) Consolidamento dei versanti; 2) Sistemi antincendio; 3) Recupero statico dei monumenti dei reperti e delle cavità; 4) Regolazione delle acque; 5) Impianto antinquinamento; 6) Risanamento di zone inquinate.

ed esteso all'intero territorio comunale ed al suo contorno, intesi questi come un ecosistema molto complesso, in cui vari elementi sono spesso interdipendenti tra loro. Dall'incrocio dei vari elementi inerenti le risorse ed il rischio ambientale è stato possibile individuare alcuni possibili interventi finalizzati alla mitigazione dei numerosi rischi riscontrati. Tali interventi possono essere sia di tipo strutturale che non strutturale: i primi sono finalizzati ad eliminare cause ed effetti dei fenomeni di degrado e di rischio, i secondi sono soprattutto finalizzati alla prevenzione.

In figura 7, sono stati riportati gli interventi che lo studio ha individuato come necessari e che consistono nella realizzazione di opere che, in alcuni casi, risultano piuttosto urgenti. Tra queste è emersa la necessità di realizzare opere di consolidamento dei costoni che sovrastano la strada d'accesso al porto ed alla Grotta Zinzulusa. Poiché alcuni monumenti, quali il castello e la chiesa madre, sono interessati da fenomeni di intenso degrado, è opportuno prevedere opere che ne assicurino la staticità e la fruizione (Fig. 8). Anche le mura messapiche e gli ipogei scavati dall'uomo necessitano d'interventi di consolidazione atti a tutelarne la conservazione nel tempo. Il bacino del Canalone e la zona di Via di Mezzo, sedi di fenomeni d'alluvionamento in occasione di forti eventi pluviometrici, richiedono delle opere idrauliche di regolazione dei deflussi, in parte realizzate solo nell'ambito del tratto terminale del T. Canalone. Un pericoloso carico ambientale ad elevato potenziale d'inquinamento è rappresentato, infine, dai pozzi neri che ogni abitazione possiede, in mancanza di una rete fognaria

produrre in futuro danni irreversibili, come ad esempio si può riscontrare nell'area della Grotta del Conte, nei pressi di Monte l'Acquaro, nei pressi del Parco delle Querce e lungo la litoranea che porta alla marina di Andrano.

IPOTESI OPERATIVE E CONCLUSIONI

Da quanto sin ora esposto appare chiaro come il territorio di Castro, così come molti altri centri urbani del Mediterraneo, costituisce un'area ad elevata vulnerabilità ed esposizione e pertanto ad alto rischio ambientale. Tale rischio diventa ancor più manifesto soprattutto in aree carsiche dotate di limitati dispositivi di prevenzione e tutela del territorio e dove i processi di antropizzazione sono accelerati ed intensi. Per valutare i rischi ed i possibili interventi di mitigazione è stato utilizzato un approccio sistematico basato su tre fasi (verifica, analisi e sintesi)

in esercizio. Gli interventi non strutturali o indiretti consistono nella previsione di dispositivi amministrativi, normativi e pianificatori finalizzati a prevenire alcuni effetti dovuti all'incidenza negativa di un uso intensivo del territorio e dei beni ambientali. Tra questi rientra anche il monitoraggio dei fattori e dei parametri che maggiormente incidono sulla qualità ambientale o ne rappresentano dei significativi indicatori, come i flussi turistici e l'uso della fascia costiera e del fondale marino, la regolamentazione dei prelievi idrici dalla falda profonda e degli scarichi di liquami in superficie e nel sottosuolo.

Con questo lavoro, pertanto, si è inteso realizzare un primo approccio sistematico e sperimentale, cui deve seguire una fase di definizione numerica dei vari livelli di rischio.



Fig. 8 - Ripresa aerea di Castro (Foto Dedalus Ed.) con indicazione di alcuni interventi di protezione e recupero delle risorse ambientali e territoriali. Legenda: 1) Consolidamento dei versanti; 2) Sistemi antincendio; 3) Recupero statico dei monumenti, dei reperti e delle cavità; 5) Impianto antinquinamento.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare i revisori del manoscritto Prof. Marcello Schiattarella e Dr. Giuseppe Gisotti per l'attenta lettura critica del lavoro ed i preziosi suggerimenti proposti, ed il Prof. Genuario Belmonte per il costruttivo contributo apportato al testo ed ai contenuti scientifici. Si ringrazia, inoltre, la Società Diving D.W.D. di Diso (LE), per aver fornito la documentazione fotografica e televisiva, nonché le informazioni inerenti i dati a mare rilevati nel corso di numerose immersioni, e la Dedalus Edizioni di Gallipoli (LE) per l'autorizzazione all'utilizzo di immagini fotografiche. Lavoro eseguito con fondi Cedat Europa, che si riserva tutti i diritti.

BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDER D., 1989 – Natural Disaster. University of Massachusetts, USA.
- BLANC G.A., 1958 – La Grotta Romanelli. Les grottes des Striars. Les grottes thermales de S.ta Cesarea. Atti II Congr. Intern. Speleolog., Putignano: 35-49.
- BOSELLINI F. R., RUSSO A., 1992 – A Castro Limestone: stratigraphy and facies of an Oligocene fringing reef (Salento Peninsula, southern Italy). *Facies*, 26: 145-166.
- BOSELLINI A., BOSELLINI F. R., COLALONGO M., PARENTE M., RUSSO A., VESCOGNI A., 1999 – Stratigraphic architecture of the Salento coast from Capo d'Otranto to S. Maria di Leuca (Apulia, Southern Italy). *Riv. It. Paleont. Stratigr.*, 105 (3): 397-416.

- BOSSIO A., MAZZEI R., MONTEFORTI B., SALVATORINI G., 1989 – Studi sul Neogene e Quaternario della penisola salentina. II - Evoluzione paleogeografia dell'area di Leuca nel contesto della dinamica mediterranea. Atti Conv. sulle "Conoscenze Geologiche del Territorio Salentino", Quad. Ric. Centro St. Geotec. Ing., 11: 7-29.
- COTECCHIA V., 1977 – Studi e ricerche sulle acque sotterranee e sull'intrusione marina in Puglia. C.N.R. - IRSA. Quaderni della Ricerca Scientifica, 20, 345pp., Roma.
- FENAROLI L., 1985 – Guida alla flora mediterranea. Giunti Martello. Firenze
- KAPLER S., GARRIK J., 1981 – On the quantitative definition of risk. Risk Analysis, 1: 11-27.
- IACOBELLI C., LANZARA C., MAZZUCA F., SALONIA P., 1990 – Valutazione dei rischi ambientali. Una proposta Metodologica. Maggioli Editore, Rimini.
- LAZZARI A., 1959 – La Grotta Zinzulusa presso Castro provincia di Lecce. Ann. Ist. Sup. Sc. Lett. S. Chiara, 8: 5-63, tav. 6.
- LAZZARI S., RIVIELLO A., 1993 – Modellazione e rischio di frana in aree urbanizzate. Boll. Ass. It. Cartogr., 89, 99-116. Pavia.
- MARCHIORI S., MEDAGLI P., RUGGERO L., 1998 – Guida botanica del Salento. Congedo Edit., Galatina.
- MARTINIS B., 1967 – Note geologiche sui dintorni di Casarano e di Castro (Lecce). Riv. It. di Paleontol. e Strat., 73: 1297-1380.
- MENONI S., 2000 – La valutazione di vulnerabilità territoriale applicata ai rischi naturali: alcune riflessioni. Geologia dell'Ambiente, 2, 2-5. Roma.
- PALMENTOLA G., 1987 – Lineamenti geologici e geomorfologici del Salento leccese. Quad. Ric. Centro Studi Geot. Ing., Lecce, 11: 7-30.
- PALMISANO P., ONORATO R., CONTESSA G., 1996 – Alla Grotta Zinzulusa con gli spleleosub. Riv. Soc. Spel. It., 35, Città di Castello.
- PARENZAN G., 1979 – Puglia marittima. Congedo Edit., Galatina.
- ZITO G., RUGGIERO L., ZUANNI F., 1988 – Zone climatiche omogenee in Puglia. Atti 2° Colloquio su "Approcci Metodologici per la definizione dell'Ambiente Fisico e Biologico Mediterraneo". Edizioni Orantes. Lecce.