

8 FOCUS
Una strategia
per i beni culturali

98 QUADRO INTERNAZIONALE
Structural analysis of
historic constructions

104 PUNTO E CONTROPUNTO
Tecnologie
e beni culturali

Energia ambiente e innovazione

ENEA magazine

N. 4/2016
eai.enea.it

ISSN: 1124-0016

Intervista

Dario Franceschini,
*Ministro dei Beni
e delle Attività Culturali
e del Turismo*

Patrimonio Culturale

dal bello al possibile



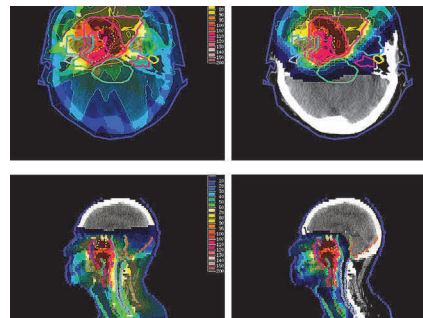
Sommario



42 Inquadramento storico dell'area archeologica di Sinuessa



84 Conservation of garden sculptures



108 Confronto socio-economico protonterapia-radioterapia

- 48 Assetto geomorfologico dell'area marina di Sinuessa e ipotesi di fruizione sostenibile
- 54 Elaborazione di un itinerario subacqueo sul banco roccioso di Sinuessa
- 60 Biotecnologie in gioco verso processi e prodotti sostenibili per i beni culturali
- 66 La nuova prestazione energetica dell'edilizia storica e monumentale
- 72 La riqualificazione dei centri storici
- 76 L'uso dei composti di cobalto dall'antichità al XVIII secolo
- 80 Un nuovo modo di comunicare l'arte: i musei virtuali

QUADRO INTERNAZIONALE

- 84 How to support the conservation of garden sculptures: A case study in Romania
- 88 How to evaluate and mitigate vulnerability of historical buildings. A Spanish project experience
- 94 E-RISH: l'infrastruttura di ricerca europea per la scienza del patrimonio culturale e naturale
- 98 Structural analysis of historic constructions: Some notable examples

PUNTO & CONTROPUNTO

- 104 Marco Bussagli (Accademia di Belle Arti di Roma) e Cecilia Frosinini (Opificio delle Pietre Dure di Firenze)

SPAZIO APERTO

- 108 Considerazioni sull'impatto socio-economico della protonterapia
- 114 Cibo come farmaco naturale nell'era della nutrie-pigenomica

Assetto geomorfologico dell'area marina di Sinuessa ed ipotesi di fruizione sostenibile

Studio geomorfologico dell'area costiera di Sinuessa (Golfo di Gaeta) che ha consentito di individuare l'approdo di epoca romana di Sinuessa; la ricostruzione dell'evoluzione geomorfologica e tettonica recente dell'area ha reso possibile l'individuazione delle cause della sommersione dell'approdo. L'intenso sviluppo insediativo che oggi caratterizza il tratto di litorale prospiciente l'area spinge a sviluppare un sistema di gestione integrato volto alla valorizzazione dell'area

DOI 10.12910/EAI2016-056

di **Micla Pennetta, Carlo Donadio e Corrado Stanislao**, Università degli Studi di Napoli Federico II - Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse (DiSTAR),
Renata Valente, Seconda Università degli Studi di Napoli - Dipartimento di Ingegneria Civile, Design, Edilizia, Ambiente,
e **Raffaella Nappi**, Autorità di Bacino Nazionale Liri-Garigliano e Volturno

Questo contributo è mosso dall'esigenza di comprendere l'ambiente marino-costiero dell'area di Sinuessa (Campania settentrionale), ricostruendone l'evoluzione geomorfologica e la tettonica recente, al fine di riqualificare e rendere fruibile un territorio in-

tensamente modificato dall'attività antropica.

L'area in oggetto di studio è ubicata in un tratto di mare del Golfo di Gaeta (Campania, Italia meridionale) (Figura 1) in corrispondenza della terminazione occidentale della dorsale carbonatica del Monte Massico. Il Golfo è delimitato nell'entroter-

ra dai rilievi carbonatici dei Monti Aurunci e dei Monti di Caserta, che attraverso sistemi di faglie dirette, creano le condizioni di sviluppo delle piane costiere del Fiume Garigliano, al cui margine sudoccidentale si individua l'area in studio, e del Fiume Volturno. Il Monte Massico rappresenta un *Horst* ad andamento antiap-

penninico che separa le due piane. Densi flussi ignimbritici emessi dai Campi Flegrei (circa 39.000 anni fa) si propagarono verso Nord colmando la Piana Campana. Questi flussi, ostacolati morfologicamente dalle dorsali bordiere, misero in posto l'Ignimbrite Campana fino al versante meridionale del Monte Massico, mentre una frazione subordinata ha aggirato il massiccio invadendo la piana del Fiume Garigliano.

La morfoevoluzione dell'intero litorale, dalla foce del Fiume Garigliano a Cuma, dall'epoca greco-romana fino all'incirca al 1950 è segnata da una generale fase di progradazione e stabilità della linea di riva, con sviluppo di un cordone dunare. Quest'ultimo era esteso senza soluzione di continuità e colonizzato da una fitta vegetazione a macchia mediterranea ad Ovest di una duna più antica d'età preromana. A partire dal 1950 circa e fino ad oggi [1], invece, l'impatto antropico dovuto anche all'incremento della domanda di territorio ha innescato ovunque un marcato arretramento della linea di riva, soprattutto nelle zone prossime alle foci fluviali del Garigliano e del Volturno, dell'ordine di decine di metri all'anno e la perdita di migliaia di metri cubi di sedimenti [2, cum bibliografia]. Il litorale è caratterizzato da una spiaggia sabbiosa alimentata dai sedimenti provenienti dal Garigliano e dalle aree più a Nord.

La morfologia della spiaggia sommersa nel complesso è caratterizzata dalla presenza di un fondale sabbioso regolare a bassa pendenza, interessato sotto costa, entro la profondità di 1,5 m, da un sistema di truogoli passante, intorno alla profondità di 2 m, ad uno di barre. Alla profondità di 7 m sino a 15 m la morfologia del fondo si modifica bruscamente per la presenza di un

banco roccioso costituito da Ignimbrite Campana.

La sommità del banco è dissecata talvolta da scarpate alte tra i 2 ed i 4 m da ascrivere agli effetti della fratturazione colonnare riveniente dal raffreddamento della massa ignimbritica dopo la sua deposizione in ambiente subaereo. Il banco tufaceo sommerso risulta notevolmente inciso da paleocanali in allineamento con gli attuali corsi d'acqua presenti nell'entroterra. Questi paleocanali interrompono la continuità della superficie topografica, conferendo alla fascia superficiale una morfologia articolata, espressa da scarpate anche di dimensioni metriche e da vaste aree depresse a scala plurimetrica. I paleocanali sono stati incisi in ambiente subaereo durante l'ultimo episodio glaciale (*Last Glacial Maximum*, LGM, 18 mila anni fa), quando il livello del mare nel Mar Tirreno è arretrato sino all'attuale isobata dei 110-120 m. La risalita post-glaciale del livello marino ha determinato un avanzamento verso terra della linea di riva, con retrogradazione delle *facies* di piattaforma e poi costiere, con fasi di stasi e con genesi di ambienti lagunari e palustri. Durante l'epoca greco-romana (3800-2300 anni fa) si verificarono le condizioni per la formazione del cordone dunare costiero e di retrostanti ambienti umidi. La retrogradazione determina uno spostamento verso terra e verso l'alto delle unità trasgressive più recenti, consentendo un'aggradazione della piattaforma interna crescente verso terra da correlare al consistente apporto sedimentario dei fiumi che ivi confluivano, segnatamente il Fiume Garigliano.

In un periodo intorno ai 2300 anni fa è stata costruita la strada romana basolata in calcare, trasversale alla linea di riva e nella zona anti-

stante Monte Cicoli, tra questo e il mare, mediante il taglio della duna. La strada romana, attualmente in parte sepolta da depositi sabbiosi post-romani, prosegue lungo la stessa direttrice ed è ascrivibile ad una rete di strade costiere a servizio della zona portuale con attività sviluppate sulla parte di superficie deposizionale pianeggiante del banco roccioso tufaceo. La strada poteva essere di servizio alla spiaggia; quest'ultima in tale periodo era ubicata in corrispondenza dell'attuale batimetrica degli 11 m; a quella profondità è stata rilevata una paleospiaggia ed una cava di una macina (a circa 1000 m dall'attuale linea di riva), che potrebbe risalire ad un periodo iniziale di suo impiego (a partire da 2500 anni fa).

Lentamente il livello marino è risalito fino ad una profondità pari all'attuale batimetrica degli 8 m circa; si sono sviluppate attività antropiche connesse alla portualità su un'area allora emersa, e naturalmente pianeggiante, fino probabilmente al III secolo d.C. Infatti, la storia della città sembra interrompersi intorno al III secolo d.C. insieme alle sue strutture portuali. Erroneamente si è sempre riferito di un probabile insabbiamento del porto, mentre in realtà è stato sommerso. In tale periodo (nell'intorno di 1700 anni fa) dovrebbe essersi verificato un innalzamento relativo di circa 1 m del livello marino; quest'ultimo per processi glacio-idro-isostatici, lungo la costa tirrenica dalla Toscana al Lazio meridionale, dall'epoca romana ad oggi si è innalzato di circa 1,25 m. Tutto ciò premesso, si è valutata una variazione complessiva e relativa del livello marino a partire da 1700 anni fa che ha raggiunto valori nell'intorno di -8 m, sommità delle *pilae* romane, coincidente con

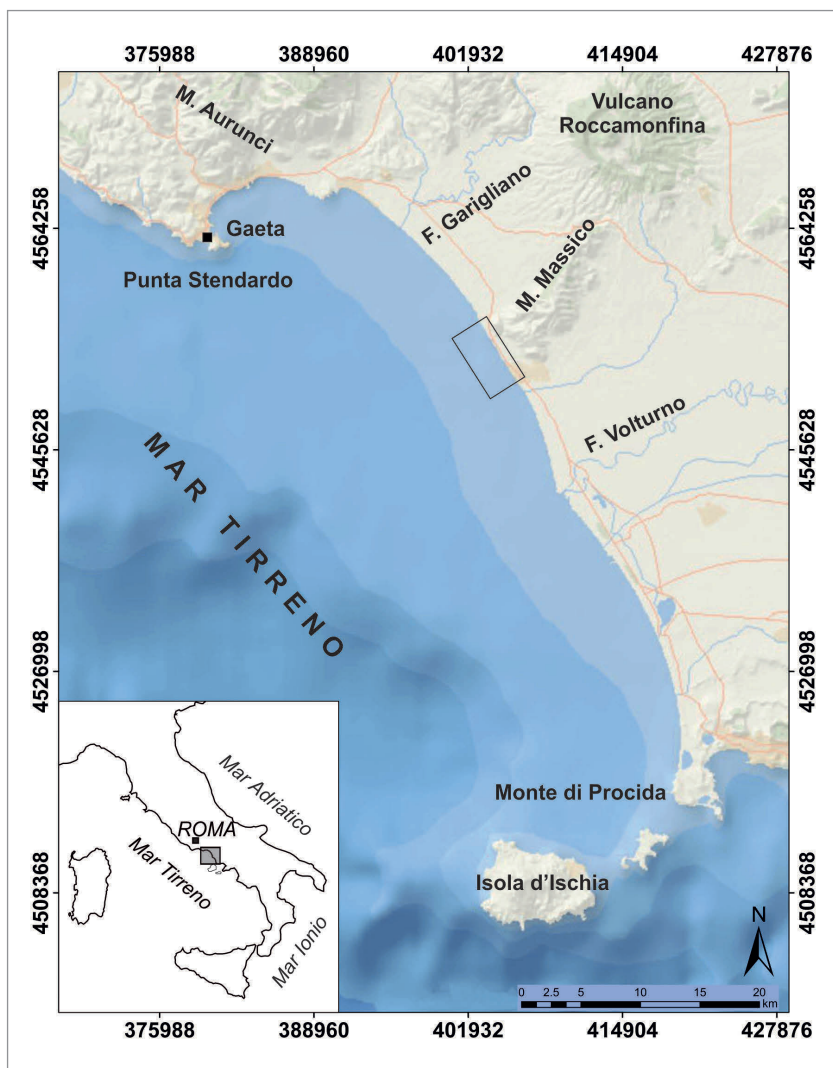


Fig. 1 Golfo di Gaeta: l'unità fisiografica è compresa tra Punta Stuardo e Monte di Procida. Il rettangolo nero indica l'area di studio; sistema di coordinate geografiche WGS84 UTM Zona 33T

il ripiano morfologico frequentato in epoca romana, rispetto all'attuale livello marino. Utilizzando nell'area in studio un valore possibile di sollevamento del livello del mare mediamente pari a +1 m, l'abbassamento tettonico del suolo insieme alla subsidenza complessivamente risulta di almeno -7 m. (Figura 2). Tali movimenti combinati del suolo si sono verificati in un periodo inferiore agli ultimi 1700 anni.

Tali processi sono testimoniati da evidenze riconducibili ad un ambiente di spiaggia caratterizzato da paleospiege e lembi di superfici di abrasione marina modellati sul banco tufaceo, con forme accessorie di ambiente marino (microfalesie, sgrottamenti, paleospiege ciottolose), tidale (pozze di scogliera, marmitte di eversione) e continentale (*gullies*). In definitiva, si ritiene che le attività

legate a portualità all'epoca romana dovessero svolgersi sul banco tufaceo allora posto al massimo a +0,5 m sopra il livello del mare; nelle insenature lungo il paleoalveo verosimilmente attraccavano le grosse navi romane atteso che i canali e le insenature sono profondi dai 2 ai 3 m. Le evidenze archeologiche, espresse nei ritrovamenti di *pilae*, di una macina cavata, anfore e ceppi d'ancora a profondità incompatibili con l'attuale livello marino confermano l'ipotesi di un banco tufaceo emerso ed impiegato come area portuale o di transito di navi. Si ritiene plausibile che la linea di riva all'epoca romana corrisponda a quella presente alla attuale profondità di -6,5/-7 m.

L'urgenza di riqualificare e valorizzare territori di interesse e notorietà millenari¹ - nella convinzione di doversi opporre con forza a condizioni di degrado mortificante troppo frequenti nell'Italia meridionale - spinge a guardare verso luoghi notevoli per caratteristiche naturali e tracce di memoria storica. L'area di Sinuessa è sicuramente tra questi siti che sin dai tempi della Magna Grecia presidiava il passaggio più agevole verso il Sud della penisola italiana.

Oggi, dopo molti decenni d'intenso sviluppo insediativo, questo tratto di Litorale Domitio risulta depauperato dal punto di vista paesaggistico, eppure ancora affascinante e suscettibile di recupero ambientale. Pertanto, partendo dall'analisi dell'ecosistema litoraneo e dalla sua condizione di degrado, è possibile sviluppare un sistema di gestione integrato delle risorse per proteggere e valorizzare le peculiarità e le attrezzature del luogo, arricchendole con nuovi tipi per differenziare l'offerta ai residenti e turisti.

Si propone, pertanto, di strutturare un progetto ambientale in base al

concetto di riqualificazione dell'ecosistema, in questo caso costiero, inteso alla riorganizzazione armonica dell'uso delle risorse naturali e dello svolgersi dei processi antropici. La lettura delle componenti ambientali si struttura secondo l'analisi delle risorse naturali (acqua, suolo e vegetazione, aria, sole) ed in seguito dello svolgersi dei processi antropici (considerando energia, costruito, mobilità, gestione dei rifiuti, sistema dell'informazione).

La principale risorsa idrica presente nella zona è l'acqua del mare, che risulta di buona qualità fatta eccezione per le aree immediatamente prossime alle foci fluviali e dei canali. Dopo aver controllato l'adeguamento dei sistemi, per l'approvvigionamento idrico e la canalizzazione fognaria, affiancandoli oltre che a corretti sistemi di drenaggio al maggior numero possibile di impianti di fitodepurazione, si dovrà prevedere la realizzazione di sistemi che permettano il riciclo delle acque piovane, non trascurando la cura della progressiva permeabilizzazione delle superfici per consentire il ricarica della falda acquifera sotterranea. Tali considerazioni discendono anche dalle informazioni relative ai dati del regime pluviometrico. Potenziali inneschi di fenomeni alluvionali (*flash flood*) e dissesti idrogeologici (colate rapide, conoidi detritico-alluvionali, ristagno delle acque in zone depresse) che si ripercuotono sull'ambiente costiero, rendono indispensabile l'utilizzo di dispositivi progettuali sostenibili, quali impianti di drenaggio e lagunaggio, *bioswales* e *rain gardens*.

L'ulteriore risorsa presente, ossia le acque termali, le cui proprietà sono state decantate sin dall'antichità, può essere opportunamente potenziata sia per fini terapeutici,

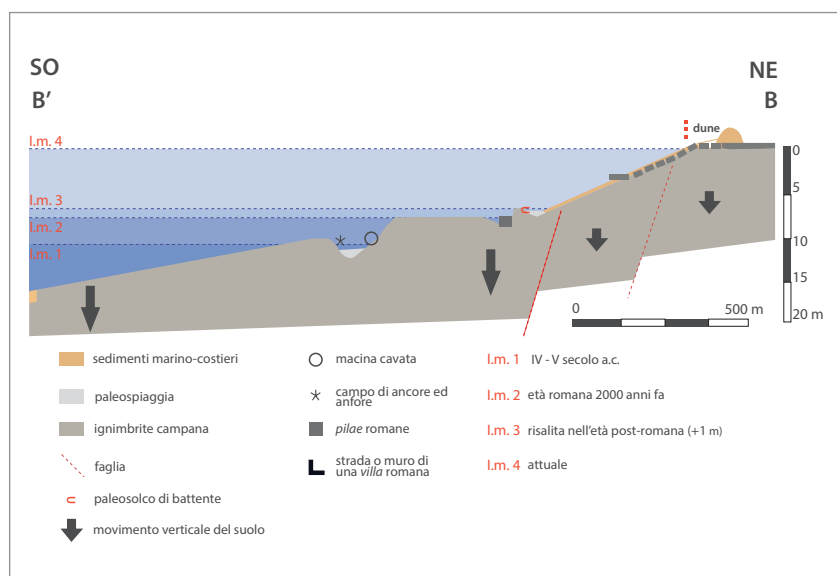


Fig. 2 Sezione geologica schematica da Nordest verso Sudovest dell'area di studio. Viene rappresentata la morfoevoluzione costiera durante gli ultimi 2.500 anni, desunta dai caratteri geomorfologici, sedimentologici ed archeologici

sia per lo sfruttamento dell'energia geotermica.

La risorsa suolo è in gran parte costituita dalla sabbia fine e chiara ed i fenomeni erosivi sono dovuti alla mancanza di apporto di sedimenti dai corsi d'acqua. Oltre ai rimedi che possono essere offerti dai ripascimenti artificiali, vanno attuate strategie per favorire i fenomeni di scambio osmotico tra spiaggia, duna e retroduna, attualmente impedito dalla radicata struttura antropica disposta sul cordone dunare.

Pertanto, i cordoni dunari esistenti devono essere salvaguardati con la sistemazione di passerelle sopraelevate per poterli attraversare, oltre che con strutture in legno per proteggerli e favorire la stabilizzazione o nuova formazione. Il patrimonio vegetazionale dei luoghi, per lo più macchia mediterranea, inoltre, deve diventare l'ossatura della rete dei corridoi ecologici da costruire o rinforzare. Filari di alberi lungo i percorsi ne permet-

teranno il riequilibrio termogeometrico e, quindi, una gradevole fruizione durante la stagione estiva, costituendo anche un indicatore visivo per un agevole orientamento durante la percorrenza, adottando sezioni stradali tipo, differenziate in funzione della gerarchia.

Mancanza di apporto di sedimenti fluviali al mare, opere di protezione incongrue e cementificazione nelle zone dunari e di spiaggia, agiscono sul degrado ambientale innescando il fenomeno dell'erosione costiera. Attualmente sono disponibili tecnologie sostenibili di intervento come il sistema *dewatering RSA*, in grado di contrastare il fenomeno dell'erosione e di riattivare il meccanismo naturale di progredazione del litorale sabbioso in tempi rapidi, stabilizzandolo. Questo sistema già applicato in Italia, con ottimi risultati in termini di progredazione della spiaggia, (Bibione, Alassio, Ostia, Procida e Metaponto), permette di interveni-

re sui litorali mediante piccoli impianti a basso impatto ambientale (tubi e pozzi di drenaggio), con costi inferiori nel medio termine rispetto alle tradizionali opere di difesa costiera quali barriere oppure ripascimenti artificiali morbidi o protetti al piede.

L'osservazione del clima meteomarino della fascia litorale di Sinuessa indica la vocazione della zona ad ospitare attività ludiche e sportive, quali vela, *kyte* e *windsurf* che, opportunamente potenziate con organizzazioni di *contest*, introdurrebbero altri elementi nel mosaico di offerte turistiche interconnesse. I dati relativi alle temperature ed alla radiazione solare, nel confermare la vocazione balneare dell'area, avvalorano l'opportunità di utilizzare l'energia del sole come principale fonte alternativa per la produzione di energia.

Il patrimonio storico-archeologico che interessa l'area di Sinuessa ed in

particolare la zona sommersa, suscita interesse e fascino che, tuttavia, devono essere valorizzati da un sistema di connessione in rete, interrogabile *online* e rintracciabile attraverso una cartellonistica aggiornata ed interattiva. La rete risulterebbe rafforzata, inoltre, dai rimandi a quella dei siti architettonici di pregio nell'entroterra, dalla Reggia di Caserta, al Real Sito di Carditello. Tra gli aspetti relativi ai processi di antropizzazione della zona vi è la necessità di applicare criteri di sostenibilità al sistema della mobilità, attualmente affidato esclusivamente al traffico carrabile privato. Nuovo *driver* di rilancio ecoturistico è sicuramente il progetto di una rete di percorsi ciclabili e pedonali intergrati, raccordati con la rete ferroviaria e spostamento via mare. La stessa storia della via Appia (*regina viarum*), nei suoi tratti antichi e recenti, opportunamente attrezzata per ospitare in sicurezza i

fruitori, suggerisce un percorso che può presentare soste con offerte di qualità.

Una passeggiata in bicicletta lungo una nuova pista ciclabile, protetti da filari di alberi che ne ombreggiano anche il percorso, ascoltando via *smartphone* la guida virtuale georeferenziata, potrà condurre attraverso i ritrovamenti archeologici più prossimi alla zona sommersa e culminare, ad esempio, con la vista verso il litorale, dai ruderi sul piccolo rilievo del Casino di Transo. Il recupero ecocompatibile di una preesistenza edilizia contemporanea nelle vicinanze, con funzioni punto ristoro, permetterà ai futuri visitatori di ritempersi godendo di una straordinaria vista sul tramonto, secondo la sapiente indicazione dei nostri progenitori.

*per saperne di più:
pennetta@unina.it*

¹ Il testo a seguire è stato redatto da Renata Valente

BIBLIOGRAFIA

- [1] M. Pennetta, V.M. Brancato, S. De Muro, D. Gioia, C. Kalb, C. Stanislao, A. Valente, C. Donadio, (2016), "Morpho-sedimentary features and sediment transport model of the submerged beach of the "Pineta della foce del Garigliano" SCI Site (Caserta, southern Italy). *Journal of Maps*, DOI: 10.1080/17445647.2016.1171804
- [2] M. Pennetta, C. Stanislao, V. D'Ambrosio, F. Marchese, C. Minopoli, A. Trocciola, R. Valente, C. Donadio, (2016) "Geomorphological features of the archaeological marine area of Sinuessa in Campania, southern Italy", *Quaternary International*
DOI: DX.DOI.ORG/10.1016/J.QUAINT.2016.04.019
- [3] R. Valente, (2006), "STRATEGIE PROGETTUALI PER UN PIANO DEL DEMANIO MARITTIMO NEL LITORALE DOMITIO (CE)", COMPRESO NEGLI ATTI DEL PRIMO CONVEGNO INTERNAZIONALE BLU+VERDE ACQUA E VEGETAZIONE: RISORSE PER L'AMBIENTE COSTRUITO, A CURA DI M. BOTTERO E L. M. FABRIS, PAGG. 357-362, CLUP EDIZIONI MILANO
- [4] P. De Vita, V. Allocca, F. Manna, S. Fabbrocino, (2012), "Coupled decadal variability of the North Atlantic Oscillation, regional rainfall and karst spring discharges in the Campania region (southern Italy)", *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 16, pagg. 1389-1399
- [5] R. Valente, C. Donadio, (2007), "Beach drainage technologies for coastal landscape environmental recovery", in *Medcoast Proceedings of the Eighth International Conference On The Mediterranean Coastal Environment*, a cura di E. Ozhan, Mid. East Techn., pagg. 1093-1104, Alexandria, Egypt
- [6] T. De Pippo, C. Donadio, F. Terlizzi, (2008), "Analisi critica della letteratura geomorfologica sulla dinamica evolutiva delle coste campane", in *Le criticità delle aree costiere della Campania. Verso un progetto di monitoraggio integrato*, Conv. Naz. ARPAC, CoNISMa, pagg. 442, Napoli