

I SEDIMENTI NELLA EVOLUZIONE STORICA DEL TRATTO COSTIERO PROSPICIENTE IL SITO ARCHEOLOGICO DI EGNAZIA

Claudio Cherubini⁽¹⁾, Girolamo M. Gentile⁽¹⁾, Rosa Pagliarulo⁽²⁾

⁽¹⁾Politecnico di Bari. Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale (c.cherubini@poliba.it; gentilegirolamo@libero.it)

⁽²⁾CNR- Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Bari (r.pagliarulo@ba.irpi.cnr.it)

RIASSUNTO

Il susseguirsi di periodi più freddi e molto spesso più piovosi a periodi più caldi e poveri di afflussi ha inciso notevolmente sul territorio, lasciando testimonianze e tracce che consentono la ricostruzione e l'evoluzione degli ambienti nel corso del tempo. I siti archeologici, come nel caso dell'antica Egnazia e della costa lungo cui è localizzata costituiscono dei markers del tutto particolari, poiché permettono una più precisa correlazione cronologica degli eventi. Questo studio, dopo aver determinato, con uno specifico ed originale codice di calcolo, i flussi d'energia che il moto ondoso applica alla costa ed aver confrontato i risultati dello stesso con i dati tecnici derivanti da studi geologici ed archeologici, ha permesso di ricostruire le possibilità che si sono offerte ai diversi usi del territorio in epoche successive.

1. PREMESSA

Da qualche anno al sito archeologico di Egnazia è rivolta l'attenzione da parte di studiosi sia dal punto di vista archeologico, con la ricostruzione delle varie fasi del suo sviluppo urbano con l'apertura di nuovi cantieri di scavo per ritrovare le tracce del foro e del tempio, sia dal punto di vista dell'evoluzione geomorfologica del sito.

L'antica Egnazia, come tutti i siti archeologici in cui sono presenti i resti di antichi insediamenti marittimi, oggi sommersi o emersi come i porti, le cisterne e le vasche, costituisce un indicatore per i diversi livelli di stazionamento del mare. Le strutture dalla cronologia archeologica nota possono essere considerate come veri e propri capisaldi archeo geodetici e quindi dare un contributo essenziale alle ricerche sull'eustatismo e indirettamente sulla paleoclimatologia (Antonoli & Leoni, 1998). Più volte nel corso del passato il livello del mare è cambiato per cause astronomiche, climatiche e biologiche durante i periodi glaciali e interglaciali. Nella morfodinamica costiera le variazioni del clima hanno un ruolo predominante anche ai fini dell'equilibrio che si viene a creare tra mare e terra. Basti pensare ai processi erosivi operati dall'azione marina in generale e al trasporto, alla dispersione e al deposito dei sedimenti che avvengono longitudinalmente ossia parallelamente alla linea di costa; fenomeni questi in stretta relazione con il moto ondoso suscitato dal vento e quindi con il clima. Questa ricerca ha considerato il materiale detritico movimentato dagli agenti di trasporto che hanno andamento normale alla linea di battigia, che nell'area oggetto, sono rappresentati dalle lame (Fig. 1).

2. IL TERRITORIO

Il sito di Egnazia è localizzato in prossimità dell'attuale linea di costa adriatica, in un pianoro, che si estende dal bordo dell'altopiano murgiano al mare. Il paesaggio è caratterizzato da una sequenza di superfici suborizzontali inclinate leggermente verso il mare, formatesi per abrasione marina a seguito delle fasi di sollevamento tettonico regionali e dei diversi livelli di stazionamento del mare sin dal Pleistocene medio. Il territorio è solcato da incisioni e valli, localmente denominate lame, generalmente parallele tra loro e perpendicolari alla costa. Lungo queste valli che costituiscono una rete di drenaggio relitto scarsamente gerarchizzata, si incanalavano copiosi sedimenti trasportati durante i periodi piovosi (Mastronuzzi & Sansò, 2000). Il litorale, quindi, risulta inciso e articolato in piccole baie e calette in corrispondenza dei punti di sbocco delle lame.

La geologia dell'area è rappresentata da calcareniti e calciruditi Plio-Pleistoceniche estesamente affioranti lungo tutta la costa, trasgressive sui calcari cretacei del substrato. La formazione calcarenitica, nota in letteratura come formazione dei Tufi delle Murge, è rappresentata da depositi calcareo-arenacei e biocalcareni grossolani, poco cementate di colore grigio-giallastro. Sono presenti livelli fossiliferi ad *Ostrea* e *Pecten*. Gli affioramenti calcarenitici mostrano quattro principali sistemi di discontinuità le cui direzioni sono approssimativamente NO-SE, SO-NE, N-S e E-O. Le calcareniti si presentano molto carsificate lungo i sistemi di frattura citati e facilmente aggredibili anche dall'azione demolitrice del mare. (Delle Rose *et al.*, 2002) Questo processo

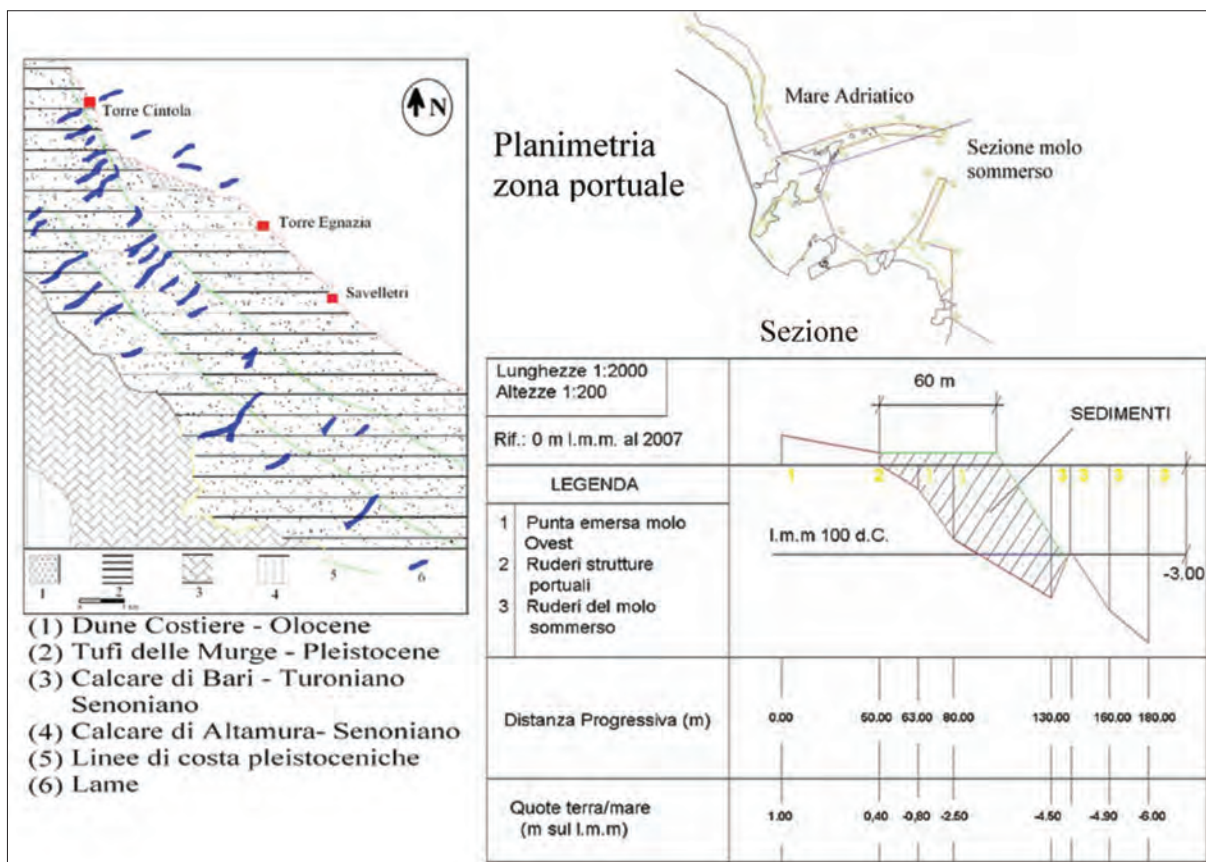


Figura 1 - Planimetria della zona portuale e la carta geomorfologica schematica

accelera la continua trasformazione della linea di costa. A ciò si aggiunge l'azione antropica. Le rocce costiere di questa zona sono state cavate e utilizzate come materiale da costruzione. I tagli operati dall'uomo sono stati ulteriormente elaborati da parte del moto ondoso e talvolta non è possibile riconoscere i tratti costieri originari.

La formazione calcarenitica presenta alta permeabilità per fratturazione e carsismo e per queste caratteristiche sostiene delle falde superficiali e secondarie rispetto alla falda profonda, infatti nell'area archeologica la superficie piezometrica risulta essere pochi metri al di sotto del piano campagna ed il fondo di cisterne e tombe è quasi sempre invaso dalle acque. (Milella *et al.*, 2007). Lungo costa si riscontra il fenomeno dell'intrusione marina al di sotto della falda e l'acqua salmastra della zona di transizione potrebbe risultare particolarmente aggressiva ai fini della dissoluzione carsica delle rocce calcarenitiche.

Sulla base di evidenze morfologiche e stratigrafiche si riscontra che l'entità del sollevamento tettonico della piattaforma carbonatica pugliese (Ferranti *et al.*, 2006), per la zona di Egnazia (Lambeck *et al.*,

2004) è di 0,08- 1,1 mm/anno. Recenti rilievi effettuati sulle strutture sommerse riferibili al porto Romano e alla presenza di una necropoli costiera (Auriemma *et al.*, 2004) permettono di ipotizzare livelli del mare compatibili con le datazioni dei resti archeologici e i tassi del sollevamento isostatico.

3. IL SITO ARCHEOLOGICO

La storia dell'antica Gnathia si è snodata nell'arco di molti secoli. Citata da autori come Plinio, Strabone, Orazio, la città ebbe grande importanza nel mondo antico per la sua posizione geografica. Il primo insediamento, costituito da un villaggio di capanne, sorse nel XV sec. a. C. (età del bronzo). Nell'XI sec. a. C. (età del ferro) si registra l'invasione di popolazioni provenienti dall'area balcanica, gli Iapigi, mentre con l'VIII sec. a. C. inizia la fase messapica che per Egnazia, come per tutto il Salento, cesserà con l'occupazione romana avvenuta a partire dal III sec. a. C. La città entrerà quindi a far parte prima della repubblica e poi dell'impero romano e decadrà insieme ad esso.

Per quanto riguarda le strutture sommerse si ricorda Strabone che per primo dà indicazioni rela-



tive al suo porto, e Tolomeo (138- 180 d.C.) che lo considerava sulla rotta del cabotaggio adriatico, oltre che lungo la via Traiana con i porti di Bari e Brindisi. Si è avanzata l'ipotesi che quello di Egnazia fosse il porto della Peucezia, e quindi secondo questi antichi autori avrebbe avuto la funzione di scalo, tappa e porto di rifugio. Di Ceglie (1972) osserva che tutta la costa offriva cinque ancoraggi. L'insenatura più profonda e vasta, a Sud-Est, sede del più antico insediamento, ebbe la funzione di porto della Egnazia messapica, senza opere protettive e compatibile con l'ancoraggio alle imbarcazioni di un piccolo centro quale l'Egnazia dell'epoca. Schmiedt (1970) pose la sua attenzione sulle cale maggiori, le cui sponde risultano rettificata e conservano tracce di rientranze artificiali riscontrate in alcuni porti greci. In seguito, nel II e I secolo a.C., con il consolidarsi del dominio Romano, il centro messapico iniziò ad ingrandirsi per cui l'antico ancoraggio iniziò a non essere più sufficiente. L'andamento della linea di costa era variata e quindi fu realizzato un porto esterno nell'insenatura a NW dell'acropoli. Notizie di un porto in funzione ci giungono da Strabone (60 a. C.- 180 d.C.) e negli stessi anni da Orazio.

4. IL CLIMA

La valutazione della variabilità naturale del clima viene effettuata attraverso lo studio degli indicatori climatici quali le sequenze sedimentarie marine, i depositi continentali, le beach rocks, i bacini lacustri etc. che sono anche in stretta relazione con le variazioni del livello del mare, con le precipitazioni e la concentrazione di CO₂. L'impatto dei cambiamenti climatici è notevole sia sulla superficie terrestre sia sulla vita degli organismi che vi abitano, che, ad ogni variazione, hanno dovuto rispondere con nuove forme di adattamento, e/o con migrazioni. Per esempio l'aumento della temperatura, oltre a determinare lo scioglimento dei ghiacci e l'innalzamento del livello del mare, influisce in modo diretto sugli ecosistemi in dipendenza diretta anche con il regime pluviometrico.

Dal termine dell'ultima glaciazione (Wurm), il cui acme (LGM) viene registrato a circa 22.000 anni fa, il clima ha iniziato ad essere più caldo e umido. Avvicinandosi ai nostri giorni, le informazioni a disposizione diventano sempre più precise. Per quanto riguarda la zona oggetto del presente studio e quindi l'area Mediterranea possiamo considerare che dopo l'optimum climatico olocenico (HCO), a

circa 8000 anni fa e fino al secondo millennio a. C il clima risulta essere caldo arido. Verso il 900 a. C. il clima si fa più fresco ed umido, mentre in epoca greco-romana le oscillazioni caldo freddo si fanno più frequenti e meno ampie. I primi secoli dell'era cristiana sembrano essere caratterizzati da un clima mite ma arido. La tendenza all'aumento delle temperature si protrae sino al XII secolo AD. Dal XV secolo fino a metà 800, una lunga fase fredda interessa tutto il pianeta ed in particolare l'Europa. Alle nostre latitudini si manifesta una accentuata fase piovosa. Finita la Piccola Età Glaciale, dal 1850 ad oggi la temperatura media annuale è in aumento.

5. STUDIO DELL'ENERGIA APPLICATA DAL MOTO ONDOSO

Dal calcolo delle energie da moto ondoso disponibili per il moto lungo costa si è ricostruito il paesaggio costiero di Egnazia prendendo in considerazione il trasporto dei sedimenti che il modello energetico e le informazioni del clima sinteticamente riportate consentivano di ipotizzare. Il moto lungo costa dei sedimenti che giungono o sono giunti in ogni periodo sulla linea di battigia è stato studiato e calcolato determinando l'energia applicata al litorale dalle mareggiate che si sono succedute fra il 1951 ed il 2000. E' stata eseguita una prima determinazione su di un tratto di litorale esteso all'incirca 6 Km incentrato sulla antica città. Di seguito è stato eseguito uno studio di dettaglio per un tratto incentrato sul punto ove sono presenti sul fondo resti di opere portuali. Per queste determinazioni si è utilizzato il programma "Perfect Storm" realizzato e di proprietà di G.M. Gentile del Politecnico di Bari. Costatato che, il principale agente di trasformazione del litorale è il moto ondoso da vento, il programma "Perfect Storm" consente di individuare, partendo dai dati del vento, le mareggiate che hanno investito il paraggio di Egnazia, di seguire il complesso fenomeno di trasferimento di energia che dai venti che spirano sul mare si accumula nelle onde e, di seguito, di determinare le caratteristiche del moto ondoso sviluppato da ciascuna delle mareggiate individuate. Il programma permette, in successive fasi, di determinare l'energia che le onde frangenti, di ciascuna delle mareggiate individuate, applicano al litorale schematizzato in tratti rettilinei e di redarre bilanci energetici pluriennali e/o complessivi che esplicita con i valori dei flussi di energia risultante (f.e.r.).

I f.e.r., flussi d'energia risultante, sono la quan-



tità di energia a disposizione dei sedimenti presenti su di un tratto di litorale, per muoversi lungo costa. I **f.e.r.** sono creati dal moto ondoso che incide sul litorale, sono direttamente proporzionali all'altezza d'onda, alla durata della mareggiata, e funzione dell'angolo che la cresta dell'onda forma con il tratto di litorale considerato. Una mareggiata applica flussi d'energia diversi a tratti di litorale che formano angoli diversi con il fronte d'onda della mareggiata, ovviamente mareggiate distinte, contrassegnate da caratteristiche del moto ondoso diverse, applicano ai tratti del litorale flussi d'energia diversi. I **f.e.**, flussi d'energia, suscitati da una singola mareggiata ed i **f.e.r.**, flussi d'energia risultante, somma algebrica dei **f.e.** suscitati da tutte le mareggiate verificatesi in un cinquantennio, sono caratterizzati da un ammontare e da un verso, algebricamente un segno. In definitiva il verso ed il valore dei **f.e.r.** indica la possibilità, velocità e la direzione che hanno i sedimenti di muoversi lungo riva. nello stesso verso dei flussi di energia risultanti. I **f.e.r.** sono espressi in Joule/anno per metro di spiaggia.

5.1 Dati di ingresso

Il programma *Perfect Storm*, per questo studio, ha utilizzato come dati d'ingresso:

- I dati del vento trionari registrati dalla A.M. presso l'aeroporto di Bari Palese dal Gennaio 1951 al 2000.
- L'ortofoto del tratto costiero oggetto di studio.

Il programma assume la linea di battigia schematizzata in tratti rettilinei. Questa rettilinearizzazione del litorale possibile in ogni scala, per la prima determinazione di questo studio è stata effettuata schematizzando in 152 tratti una fascia di litorale estesa 6 km circa, per la determinazione di dettaglio la rettilinearizzazione è stata eseguita schematizzando il litorale lungo 1500 in 75 tratti.

5.2 Principali fasi del programma

A grandi linee il programma *Perfect Storm* ha svolto, per il presente studio, le seguenti fasi:

a) individuazione dei dati anemometrici spiranti all'interno del settore di traversia (individuato nell'angolo compreso fra le direzioni 310° da nord- 110° da nord) e quindi in grado di suscitare mareggiate che raggiungano il litorale dell'antica città di Egnazia.

b) selezione fra i dati del vento individuati al punto a) dei dati riportanti velocità maggiori o uguali al valore soglia. Creazione di una banca dati

efficaci del vento al termine delle fasi a) e b).

c) collegamento dei dati efficaci del vento in sequenze temporali dei dati stessi "tempeste di vento" in grado di suscitare mareggiate che raggiungono il litorale storico di Egnazia. Il programma *Perfect Storm* ha individuato, nel periodo di tempo compreso fra gli anni 1951-2000 ben 2786 mareggiate che hanno raggiunto il litorale egnazino, (registro delle mareggiate)

d) calcolo delle caratteristiche del moto ondoso di largo per ognuna delle 2786 mareggiate suscitate dalle tempeste di vento usando, in modo omogeneo per tutti i 2786 eventi le tre equazioni alla base del metodo di previsione del moto ondoso noto come S.M.B. Questa fase è terminata con l'individuazione per ogni singola mareggiata della direzione e durata della mareggiata stessa nonché dell'altezza d'onda significativa di largo H_0 e del periodo T_0

e) calcolo del flusso d'energia che ciascuna delle 2786 mareggiate ha applicato ad ognuno dei 152 tratti in cui era stato schematizzato il litorale intorno alla antica città di Egnazia e per la determinazione di dettaglio ai 75 tratti in cui è stato schematizzato il litorale storico. Di seguito il programma ha eseguito per ciascuno dei 152 tratti prima, e 75 tratti dopo, il bilancio dei flussi d'energia applicati da tutte le 2786 mareggiate determinando i flussi d'energia risultante **f.e.r.** applicati dal moto ondoso ad ognuno dei tratti.

6. ANALISI DEI RISULTATI DEL PROGRAMMA

L'analisi dei risultati del programma ci informa che l'energia complessiva che il moto ondoso ha applicato all'attuale litorale di Egnazia e diretta verso sud ovvero che i **f.e.r.** sono principalmente diretti verso sud, pertanto i sedimenti che giungono alla linea di riva migrano verso sud. Lo studio di dettaglio inoltre ci informa che i sedimenti che giungono alle cale, se copiosi, tenderebbero a colmare le cale attualmente incastonate sul litorale e a formare una spiaggia antistante le cale stesse. La fase attuale di clima caldo e di diminuita piovosità e di conseguente diminuito afflusso di sedimenti alla linea di riva unitamente alla trasformazione del territorio che ha annullato molte delle lame esistenti rende impossibile attualmente il riempimento delle cale stesse.

In definitiva l'analisi dei risultati del programma confrontata con lo stato dei luoghi che al massimo presenta spiagge residuali in fondo alle cale ci informa che la fase attualmente attraversata anche dal



litorale lungo il quale si estendono i resti di Egnazia è di erosione. In una fase erosiva, che comporta una sensibile diminuzione dei sedimenti presenti lungo costa conseguenzialmente è associata una maggiore visibilità dei reperti archeologici man mano privati della coltre di sedimenti sovrastante (Fig. 2 e 3).

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il programma, che ha come dati di ingresso i dati del vento trionfanti così come rilevati presso Bari-Palese dalla A.M. negli ultimi 50 anni, ha fondamentalmente garantito che i **f.e.r.** e conseguenzialmente i sedimenti da essi trasportati sono diretti a sud. La prevalenza nel bilancio energetico di **f.e.r.** diretti a sud conferma la maggior energia applicata al litorale da mareggiate suscitate da venti provenienti intorno nord, e tutto questo in un periodo di clima prevalentemente caldo. E' possibile tranquillamente ipotizzare che, nei periodi di clima fresco e piovoso, durante i quali aumenta certamente la frequenza dei venti provenienti intorno nord lo schema dei **f.e.r.**, diretti a sud si mantenga costante se non addirittura incrementi i moduli dei **f.e.r.** in direzione sud.

Incrociando i risultati del modello con l'evoluzione del clima, prima schematicamente descritta, si può ricavare che:

1) nel primo millennio a.C., caratterizzato da un clima fresco e piovoso, in cui attraverso le lame venivano incanalati grandi quantità di sedimenti verso la linea di riva, i **f.e.r.** diretti verso sud hanno riempito le cale allora presenti e si sono depositati anche fuori le stesse. Il paesaggio doveva, lentamente ma costantemente, a partire dall'instaurarsi di una fase climatica piovosa, essere costituito da un litorale calcarenitico intervallato da spiagge ciottoloso-sabbiose. In questo periodo il livello del mare era in sollevamento, ma la distanza dalla attuale linea di riva, (la zona emersa) e quindi dai manufatti rinvenuti, la cui realizzazione è databile in questo lungo periodo, doveva essere probabilmente consistente per la presenza di una cospicua fascia di sedimenti. (Fig. 1 sezione). Lo spazio occupato dai sedimenti potrebbe rispondere alla richiesta di maggiore distanza dalla fondazione di alcuni edifici e dalla linea di battaglia come messo in evidenza da Guerrichio *et al.* (1996): *“Le sagome delle fondazioni degli antichi edifici costituiscono già per sé una chiara testimonianza che la linea di costa del tempo fosse più lontana di quella attuale.*

2) a partire dal primo secolo AD il clima diviene arido. La diminuita piovosità garantisce un minor

afflusso di sedimenti alla linea di riva e quindi minor quantità di sedimenti che migrano verso sud, lungo costa. Il litorale entra in erosione e probabilmente si assiste alla scomparsa delle spiagge che lo bordano.

3) In una fase successiva, sino al 400 d.C. fu possibile realizzare opere portuali senza attendersi un immediato insabbiamento delle stesse. Lo studio di dettaglio mostra che in caso di presenza di sedimenti a nord del porto lo stesso si sarebbe insabbiato velocemente. I resti di un'opera portuale attribuibili a questo periodo potrebbero essere rimasti funzionali grazie ad una fase di clima arido e quindi con pochi sedimenti. Pioveva poco e quindi pochi sedimenti raggiungevano la linea di costa provenienti dal retroterra. Va fatto notare comunque che i blocchi che testimoniano l'opera portuale poggiano su uno strato di ciottoli. Probabilmente i ciottoli sono in quella posizione proprio a causa del precedente periodo di abbondanza di sedimenti. Sino all'anno zero pioveva molto, molti sedimenti, anche di tipo ciottoloso, giungevano alla linea di riva. Le opere portuali posano su di un consistente strato di ciottoli che sono lì perché hanno raggiunto la linea di costa nei periodi piovosi. Si preferisce parlare di opere portuali e non di testate di moli per la ristrettezza del bacino racchiuso. Inoltre sempre la presenza della coltre di sedimenti potrebbe spiegare la mancata lettura del sepolcreto messapico in epoca romana.

4) segue un ulteriore periodo (800 ÷ 1200 AD) di erosione dovuto ad un clima caldo, che probabilmente ha prodotto un paesaggio molto simile a quello attuale. La zona archeologica torna probabilmente completamente alla luce e si hanno le prime modificazioni dovute al mare nella zona stessa.

5) La successiva Piccola Età Glaciale che si instaura fra il 1400 ed il 1850, con le sue frequenti piogge, ripropone un grande afflusso di sedimenti verso la linea di riva e quindi la lenta riproposizione di una coltre di sedimenti, questa volta prossima e antistante la linea di riva attuale. E' probabilmente grazie a questa coltre di sedimenti che ricopriva la zona archeologica che si estende presso la linea di riva attuale che i reperti sottratti alla azione del moto ondoso perché inglobati e sommersi dalla coltre, giungono a noi. In questo periodo nei comuni del nord barese vengono abbandonate cisterne di acqua piovana inutili per le piogge frequenti.

6) A partire dal 1850 sino ad oggi si è instaurato progressivamente un clima arido. Le spiagge residuali arretrano in fondo alle cale e la zona archeologica si mostra probabilmente nella sua totalità.

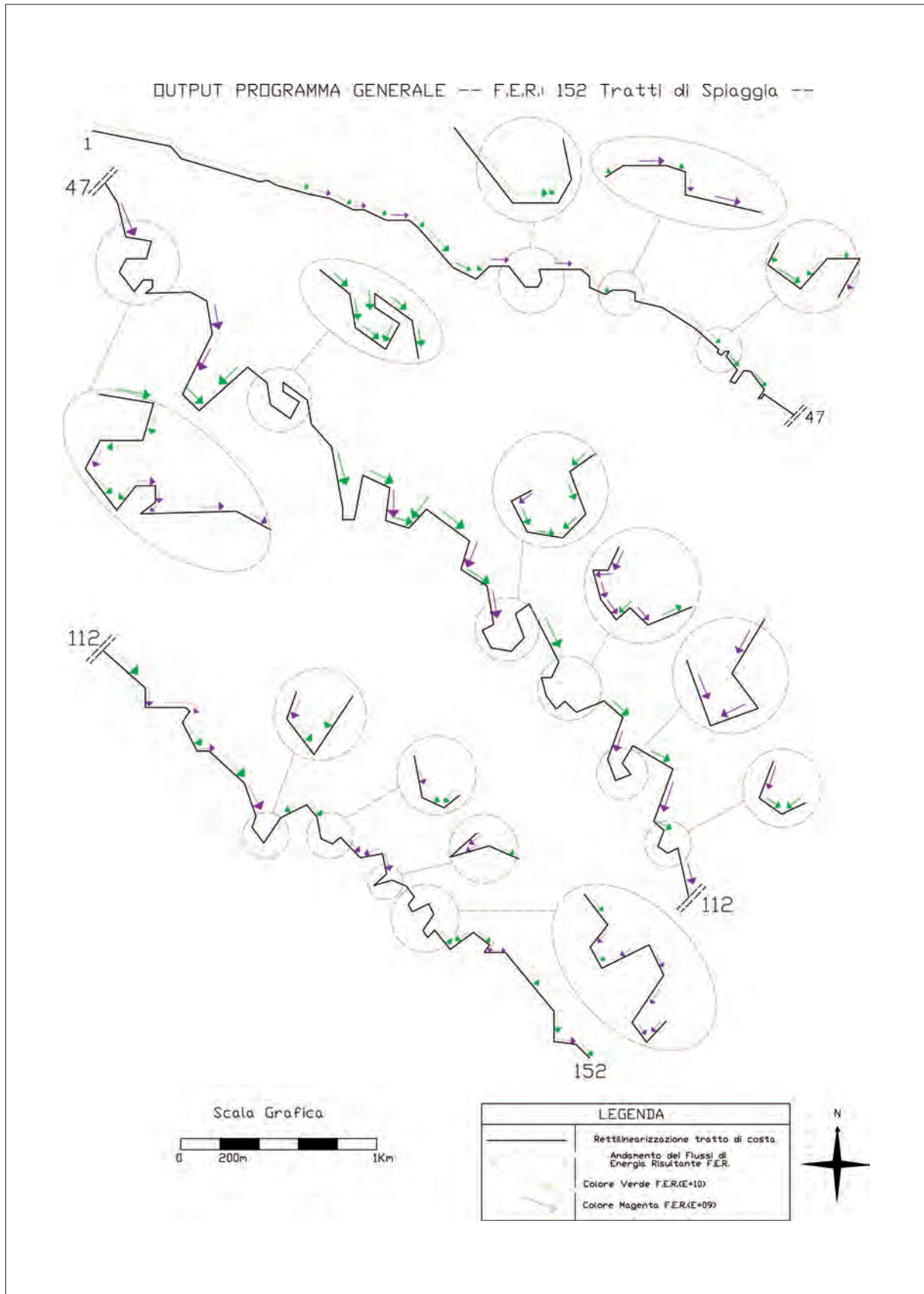


Figura 2 - Output del programma generale

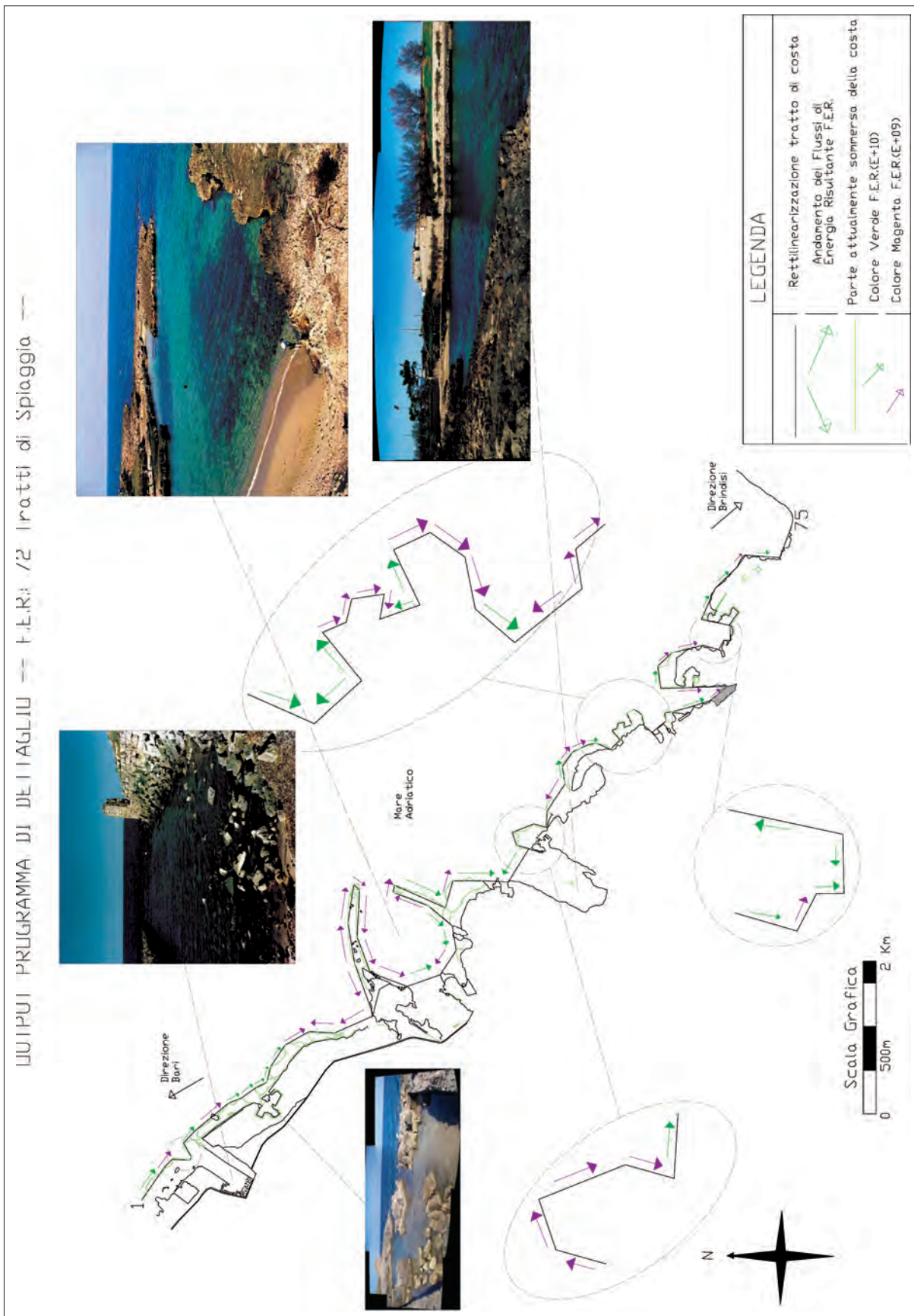


Figura 3 - Output del programma di dettaglio



La storia del clima ed il susseguirsi di periodi piovosi, nei quali copiosi sedimenti giungono alla linea di battigia, si muovono lungo essa e si accumulano nelle cale, e periodi aridi durante i quali i sedimenti appena depositati vengono smantellati, potrebbe spiegare in definitiva la maggiore distanza dalla linea di riva di strutture cittadine, la mancata lettura di parte del sepolcreto messapico in epoca romana e l'esistenza di opere portuali altrimenti sottoposte ad un veloce insabbiamento. Gli studi procedono nel tentativo di effettuare una taratura quantitativa dei sedimenti in movimento sulla base di un maggior dettaglio del susseguirsi delle vicende climatiche.

BIBLIOGRAFIA

- AURIEMMA R., MASTRONUZZI G., SANSÒ P. (2004) - *Middle to Late Holocene relative sea-level change recorded on the coast of Apulia (Italy)*. *Geomorphology: relief, processus, environment* 1, 19-34.
- ANTONIOLI F., LEONI G. (1998) - *Siti Archeologici sommersi e loro utilizzazione quali indicatori per lo studio delle variazioni recenti del livello mare*. *Il Quaternario*, 11 (1), 53-66.
- DELLE ROSE M., PARISE M., PAGLIARULO R. (2002) - *Some insight for the evolution of the Adriatic coast line, as inferred from research at the archaeological site of Gnathia (Abulia, southern Italy)*. *GPS Coast, Research Publication* 1, 69-72.
- DI CEGLIE S. (1972) - *Il Porto di Egnazia*. Fasano
- DI CEGLIE S. (1981) - *Gnathia Forma della città delineata mediante la prospezione archeologica*. Lab. Centro Aerofotografico. Università di Bari
- LAMBECK K., ANTONIOLI F., PURCELL A., SILENZI S. (2004) - *Sea level change along the Italian coast for the past 10.000 yr*. *Quaternary Science Reviews*, 23. 1567-1598.
- FERRANTI L., ANTONIOLI F., MAUZ B., AMOROSI A., DAI PRA G., MASTRONUZZI G., MONACO C., ORRÙ P., PAPPALARDO M., RADTKE, RENDA P., ROMANO P., SANSÒ P., VERRUBBI V. (2006) - *Markers of the last interglacial sea level high stand along the coast of Italy: Tectonic implications*. *Quaternary International*, 145. 30-54.
- FENTILE G.M., MASTRORILLI M. (1997) - *Determinazione del rapporto fra materiale dissolto ed energia del moto ondoso incidente su una falesia in materiali sabbiosi-argillosi: possibilità di determinazione diretta dell'arretramento del ciglio della falesia*. *Ingegneria Ambientale* n. 9 Editore C.I.P.A. srl Piazza Velasca 5 Milano;
- GENTILE G.M., GIASI C.I. (2001) - *Costruzione di una spiaggia con sterili di cava. Una metodologia di intervento ambientale ecocompatibile*. GEAM (Georingegneria ambientale e Mineraria) anno XXXVIII n.° 2-3;
- GENTILE G.M., SELICATO F. (2002) - *Pianificazione e gestione dei sistemi costieri marini. Ipotesi di naturalizzazione e recupero di coste urbane in Puglia*. *Atti dell'International Conference Landscapes of Water; History, Innovation and Sustainable Design*, Monopoli 26-29 Settembre 2002.
- GENTILE G.M. (2002) - *La cartografia storica per il modello dei litorali di Mar Grande – Taranto*. *Atti della 6° Conferenza Nazionale ASITA*, Perugia 5-8 Novembre 2002.
- GUERRICCHIO A., GUERRICCHIO M., MARUCA A. (1996) - *Strutture archeologiche fisse sommerse a Vasto ed Egnazia*. Centro Editoriale Librario Università degli studi della Calabria.
- GUERRICCHIO A., GUERRICCHIO M., MARUCA A. (1997) - *Sul presunto antico porto romano di Egnazia (BR)*. Centro Editoriale Librario Università degli studi della Calabria.
- MASTRONUZZI G., SANSÒ P. (2000) - *Pleistocene sea level changes, sapping processes and development of valley networks in the Apulia region (southern Italy)*. *Geomorphology*, 46, 19-34
- MILLELLA M., PIGNATELLI C., DONNALOIA M., MASTRONUZZI P. (2007) - *Sea level during 4th- 2nd century B.P. in Egnazia (Italy) from archaeological and hydrogeological data*. *Il Quaternario*. Vol. 19 (2).251- 258.
- SCHMIEDT G. (1970) - *Atlante Geografico delle Sedi Umane in Italia*, Firenze.
- SILENZI S., DEVOTI S., GABELLINI M., MAGALETTI E., NISI M.F., PISAPIA M., ANGELELLI F., ANTONIOLI F., ZARATTINI A. (2004) - *Le variazioni del clima nel Quaternario*. *Geo-Archeologia*, 1, 15-50