Dott. GIOVANNI TILOCCA – Geologo -
Dottore di Ricerca in Scienze della Terra
07100 Sassari - Via C. Floris,2
cell.: 3476841401- fax 079 –246118

N° 224 Ordine dei Geologi della Sardegna
CF: TLC GNN58 M17B354S
PI: 01819860907

ALLEGATO

SCHEDA GEOMORFOLOGICA DELLO STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA
ADEGUAMENTO PUC A PAI SANTA TERESA GALLURA

INTEGRAZIONE SPECIFICA DELLO STUDIO SUL DISSESTO GEOMORFOLOGICO DELLA SPIAGGIA DI RENA BIANCA

Da "Interventi di consolidamento sulla falesia retrostante la Spiaggia di Rena Bianca e di sistemazione idraulica del Riu Lucianeddi"

PREMESSA

Quel che segue ha lo scopo di integrare i contenuti della progettazione definitiva del Giugno 2005 ed in particolare gli elementi caratterizzativi della condizione determinatasi ed evidenziatasi in corrispondenza della Falesia retrostante la spiaggia di *Rena Bianca*, di cui alla relativa Relazione Geologica.

In modo particolare si tenta con la presente di superare tutte le perplessità residue o ulteriormente emergenti così come esposte dall'Amministrazione Regionale con nota del 1/08/06 del Servizio S.A.V.I. dell'Assessorato Difesa dell'Ambiente.

Specificamente, non potendosi evincere quali siano le ragioni che inducano detto servizio S.A.V.I. a ritenere che l'instabilità della falesia di Rena Bianca sia "*dovuta prevalentemente ai processi di erosione derivanti dalla dinamica marina (scalzamento alla base della falesia ad opera dell'onda di battente durante le intense mareggiate*)", si ritiene doveroso riprendere la trattazione del tema in termini più dettagliati, sia mediante una disamina geomorfologico-marittima della dinamica della cella sedimentaria che attraverso l'illustrazione del dissesto (Scheda di Rilevamento) eseguita dallo scrivente geologo e riportata come *report* nel recente I.F.F.I.-***Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia -*** (***Sardegna***- **Assessorato della Difesa dell'Ambiente**, Settembre 2005), documento che è ritenuto essere in disponibilità di codesto Servizio, ma che si allegherà comunque alla presente.

1. INTRODUZIONE

Si noti che:

a- Lo sviluppo totale della falesia di Rena Bianca è di circa 170 m, ivi compreso il tratto meno elevato sulla spiaggia a ridosso dell'area di parcheggio comunale;

b- I fenomeni denunciati nel 2000 dall'Amministrazione Comunale di Santa Teresa Gallura durante la fase iniziale di redazione del P.S.A.I., sui quali si dovette basare la successiva perimetrazione dell'area di pericolosità (fig.1) e rischio, occorrevano sul pendio occidentale della Falesia, ovvero quello a quota più elevata sul l.m.m., in concomitanza o posteriormente ad eventi di pioggia intensi;

c- Nelle schede di rilevamento del P.S.A.I. si menzionava in via ipotetica che una delle possibilità, peraltro **predisponente** (quindi **non innescante**), del dissesto potesse essere il moto ondoso;

d- I suddetti fenomeni sul margine più occidentale appaiono al momento per lo più in **stato di quiescenza**, tendente alla stabilizzazione per via naturale,

e- In accordo pertanto con le Linee Guida del P.S.A.I., potrebbero essere declassati dal punto di vista sia della pericolosità (Hg4→Hg3), in quanto non attivi, che, conseguentemente, del rischio Rg (Rg4→Rg3, in quanto Hg3 x E4 = Rg3);

f- Si tratta ora come allora di: 1) crolli in senso stretto (*Falls*) ovvero collassi per caduta verticale senza ribaltamento di porzioni (1m x 1,5m e minori) di stratificazioni di arenaria aggettante, coerente e a cemento carbonatico; 2) crollo e ribaltamento lungo il pendio di frana stabilizzata di interi blocchi, provenienti dalle cornici superiori;

g- I fenomeni franosi in stato di attività o di sospensione stagionale, sia pur a bassa rilevanza in termini di volumetrie di distacco, ma progressivi e pertanto a maggior probabilità di prosecuzione, quindi a maggior pericolosità, sono a tutt'oggi quelli segnalati nella relazione di cui al progetto definitivo e si manifestano sul fronte roccioso aggettante, in posizione centrale rispetto allo sviluppo della spiaggia; essi si riferiscono al caso 1) del precedente punto F;

h- Detti fenomeni stagionalmente attivabili su un fronte concentrato di **10-15 m**, sono localizzabili in modo sparso su di un fronte di circa **40 m**, il quale costituisce a sua volta la parte centrale di un più ampio fronte di circa **70 m** di falesia a sviluppo subverticale, dove più, dove meno aggettante;

i- I fenomeni sono potenzialmente più in grado di sollecitarsi (persino durante la stagione estiva) in corrispondenza degli aggetti più pronunciati; ad essi corrisponde tuttavia una più bassa magnitudo volumetrica (lastre da 0,m x 0,20m a 1,50 m x 1,00 m);

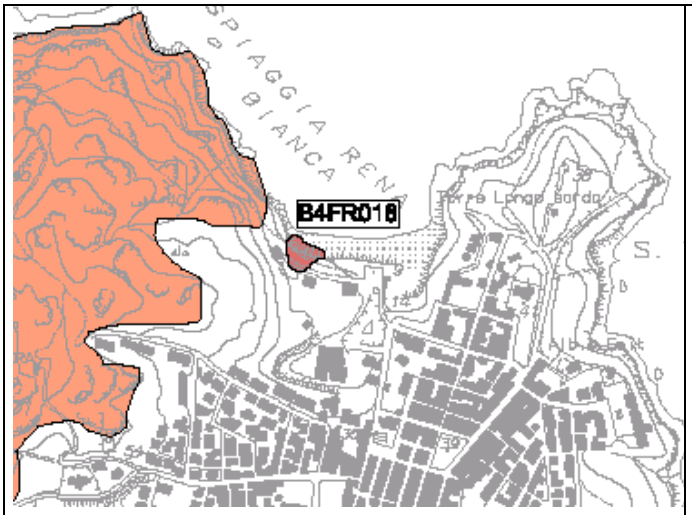
j- I fenomeni a più bassa magnitudo ma più pericolosi, sono costantemente sollecitati durante la stagione estiva da due ordini di ragioni:

1^ - stato di scarsa coesione del sostrato ad arenarie fini rossastre sorreggenti alla base le arenarie dunari a stratificazione incrociata e cemento calcareo con comportamento litoide;

2^ - azioni umane di progressivo escavo a scopi meramente ludici (così come attestato dalle foto allegate alla relazione di cui al progetto definitivo), all'interno delle concavità sottostanti il settore più aggettante, di tipo predisponente;

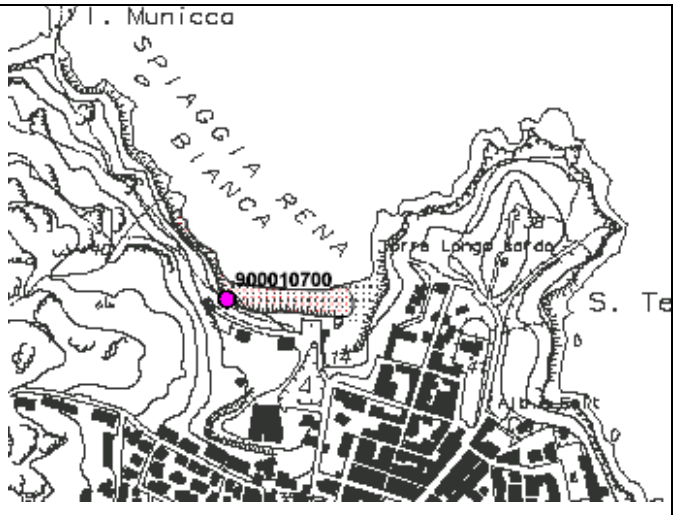
3^ - azione della gravità in conseguenza delle giaciture sub-orizzontali delle stratificazioni di arenaria che collassano per caduta verticale (ovvero per ***crollo semplice o caduta- fall***);

k- Detti fenomeni sono quelli che per le ragioni esposte ma soprattutto per la intensa frequentazione del sito, dovuta anche alla **paradossale sussistenza di una concessione balneare al di sotto della falesia stessa**, priva di qualunque misura di deterrenza o di avviso, sono quelli che possono cagionare pregiudizio all'incolumità delle persone e pertanto rivestono i caratteri di maggiore rischio;



Stralcio dalla cartografia **P.S.A.I**.:.perimetrazione di Pericolosità

Hg4 Hg2



Stralcio dalla cartografia **I.F.F.I.** (2005)-id frana 0900010700

punto identificativo (a quota max)

Fig. 1: localizzazione criticità secondo i documenti ufficiali della R.A.S..

2. CHIARIMENTI SULLA GEOMORFOLOGIA DEL PARAGGIO E I' AZIONE DEL MOTO ONDOSO SUL LITORALE

Nella nota del S.A.V.I. si ammette che la causa di maggiore rilevanza nell'instabilità della falesia sia determinata dai processi erosivi della dinamica marina e, specificamente, dall'azione di scalzamento nella parte sottostante della falesia ad opera del moto ondoso ("Onda Battente") durante le mareggiate intense.

Orbene, chi scrive, è l'autore della scheda di rilevamento P.S.A.I. B4FR018, nella quale si sostiene (al punto 2) che "*il dissesto e' stato osservato successivamente ad un intenso evento pluviale ma é anche in relazione ad un intensa erosione al piede operata dalle più intense mareggiate e da fenomeni di deterioramento fisico-chimico dei sedimenti*". Si precisa che tali affermazioni derivavano dalle segnalazioni raccolte presso l'Ufficio Tecnico Comunale.

Oggi, a seguito di numerose osservazioni eseguite sul posto in tempi stagionalmente differiti, e delle informazioni raccolte localmente, in seguito, sul moto ondoso e sulle azioni ad esso conseguenti, in tempi successivi ai rilievi P.S.A.I., nonché alla luce dell'esperienza maturata durante la stesura dell'I.F.F.I. Sardegna su tutti i fronti rocciosi di falesie costituiti dalle cosiddette *Paleodune quaternarie* contornanti numerosi paraggi costieri, lo scrivente ritiene che tali azioni di scalzamento non possano determinare azione erosiva semplicemente poiché esse non avvengono con quella sistematicità necessaria affinché il fenomeno di dissesto che si evidenzia, sia con esse spiegabile. Nella sostanza, stanti le evidenze geomorfologiche e sedimentologiche, l'ipotesi di erosione differenziale da solo moto ondoso non solo appare poco probabile ma è da ritenersi, allo stato attuale, del tutto priva di ammissibilità, sia come causa d'innesco dei fenomeni franosi che come causa predisponente.

Si deve notare infatti che:

A) La spiaggia ha una estensione di circa 210 m ed é allineata quasi esattamente secondo la direzione Est-Ovest, lasciando supporre che la risultante media annua del flusso di energia del moto ondoso provenga da Nord.

B) La spiaggia é protetta efficacemente sui due bordi da prominenze rocciose abbastanza accentuate, che precludono l'ingresso di onde con direzione di provenienza obliqua.

C) il solco basale, nella condizione presente di pressoché totale omogeneità laterale di condizioni geolitologiche e topografiche, si sarebbe dovuto manifestare se non in tutto il contorno di falesia retrostante la falcata, almeno in gran parte di essa o, in sub ordine, lungo un'aliquota rilevante o evidente dell'arco di falesia, sia ad Ovest che ad Est del punto incriminato (più prossimo al battente d'onda) mentre così non è affatto. Ma non solo.

D) L'ondazione che si ammette come origine del dissesto, anche per ragioni litologico-sedimentologiche, avrebbe potuto e dovuto essere in grado di rimuovere da tempo gli accumuli gravitativi ovvero i detriti di frana deposti al piede del pendio, sia nei punti d'interesse specifico ai fini del progetto che, soprattutto, su tutto il lato Ovest della spiaggia (in quanto di più antica data), come effetto del *run down* proporzionale, a sua volta, all'ondazione di *run up* ritenuta capace di pregiudicare la base della falesia; mentre così non è affatto, anche a giudicare dal solo confronto fra le immagini degli anni sessanta e quelle odierne (Foto 1).

E) Curiosamente proprio il lato immediatamente ad Ovest degli attuali aggetti più pericolosi, non solo coincide col punto più arretrato della falesia e più profondo della falcata, ma è anche quello che attesta di presenza al piede di accumuli consolidati, a dimostrazione di dissesti del tutto derivanti da cause "continentali" e non marittime. Tale evidenza è suffragata inoltre dall'inclinazione assunta dal versante di falesia, in tutto il suo settore occidentale. Vero è che, dallo stesso confronto, emerge con chiarezza la diversità delle porzioni aggettanti di falesia sulla parte centrale della stessa, ovvero quella considerata ai fini del presente progetto. Essa infatti appare anche negli anni sessanta, con spiaggia con profilo estivo o di bel tempo, come quella in corrispondenza della quale il limite della battigia risulta lievemente più arretrato di circa 2,00 m.

F) Il profilo morfologico, in particolare quello batimetrico più ancora di quello che topografico (fig.2 e 3) ha evidenze che propendono per un assetto di spiaggia a tendenza dissipitava più che riflettente, con frangimento di tipo *spilling* e *set up*

(innalzamento della linea di battigia) che tende a coincidere col *run up* (quota più alta raggiunta dall'acqua sulla spiaggia).

G) Non può escludersi che con eventi intensi di mareggiata si determini un profilo invernale con barra trasversale e conseguente relativo truogolo e sviluppo, quindi, di un frangimento a tendenza *plunging*.

Si deve notare inoltre nella foto storica (Foto 1) un particolare di non poco conto ovvero la presenza di accumuli sabbiosi alla base di tutta la falesia, accumuli che oltre tutto sono colonizzati da vegetazione alofila.

Quantunque lo scrivente non possa escludere l'insorgenza di moti ondosi[1] intensi tali da poter interessare la base della falesia, **le evidenze sul terreno contraddicono ancora oggi la possibilità che l'area sia stata storicamente soggetta e, soprattutto, vada ordinariamente soggetta agli effetti diretti e reiterati del moto ondoso ed attestano, semmai, che i materiali pur sciolti, alla base della falesia, mobili lo siano soprattutto per effetto della deflazione.**

E' stato eseguito un sopralluogo in giornata **24 Dicembre 2006**, con vento Grecale, mare molto mosso ed onda frangente perpendicolarmente sulla spiaggia, nel quale è stato possibile rilevare il seguente profilo di spiaggia

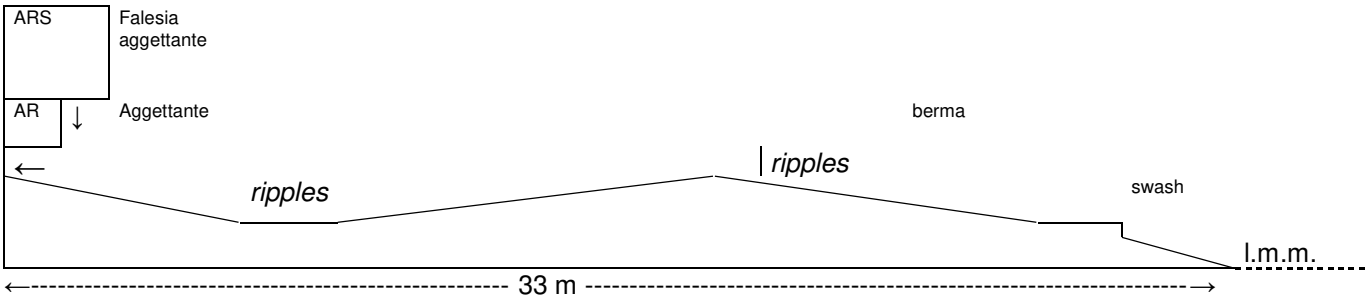


Fig. 2: Profilo di spiaggia. ARS= Arenarie stratificate a cemento carbonatico; AR= Arenarie poco coese. Scala verticale 1:200; Scala orizzontale 1:200

Da notare che la su tutta la superficie di spiaggia si erano formate tipiche ondulazioni a ***Ripples***, oblique ovvero trasversali alla direzione del vento (e quindi in gran parte

[1] I fenomeni invocabili debbono, tuttavia, ascriversi a quelli occorrenti per tempi di ritorno medio-elevati (10-20 anni), in concomitanza con mareggiate invernali da Grecale. Risulta, in tal senso, che l'ultima mareggiata estrema con vento da NordEst, che sulle coste isolane orientali abbia provocato danni strutturali, risalga all'**Ottobre del 1997**.

all'andamento della spiaggia) ed attestanti il moto di risalita delle sabbie per deflazione verso la parte alta della spiaggia al limite della falesia.



Foto 1: la spiaggia di *Sa Rena Bianca* negli anni sessanta (situazione estiva o di *bel tempo*). E' sede di ribaltamenti su pendio. Si noti la disposizione a distanza di sicurezza delle due file di cabine (nonché la loro rarefazione con progressiva scomparsa verso la parte ovest al termine del sentiero d'accesso sullo sfondo), sia rispetto alla falesia aggettante che rispetto alla linea di battigia. Tale disposizione non può deporre a favore dell'ipotesi che il paraggio, all'epoca, andasse soggetto a moti ondosi in grado di aggredire e scalzare alla base la falesia retrostante. Non c'è traccia di un solco che avvalori tale ipotesi, nè, sempre alla base della falesia, sul suo lato ovest, si è determinata, al contrario di quel che accade nelle falesie attive, la rimozione naturale da ondazione dei risultati dei crolli e dei ribaltamenti. La base della falesia, semmai, sul lato aggettante risulta protetta mediante l'accumulo di sabbie per effetto di deflazione e, sul lato meno acclive (in quanto soggetto a movimenti gravitativi), da quello di detriti e blocchi (foto tratta da pag. 92 del volume: ***Sardegna - un popolo, una terra***. Vol. 1° pp. 398; Istituto Editoriale Italiano, 1963). in entrambi i casi c'è presenza di vegetazione erbacea alofila.

E' inoltre evidente dall'immagine presentata in Fig. 1 che ben difficilmente si sarebbero potute disporre le cabine nel modo che risulta indicato, ove vi fosse stata una ricorrenza del moto ondoso tale da pregiudicarne la conservazione nel tempo. L'immagine sottolinea altresì la prudenza utilizzata all'epoca nell'allineamento in corrispondenza del settore aggettante della falesia, quantunque la sporgenza risulti minore di quella attuale.



Foto 2: Foto aerea dell'Ottobre 2006. Stato della cella sedimentaria

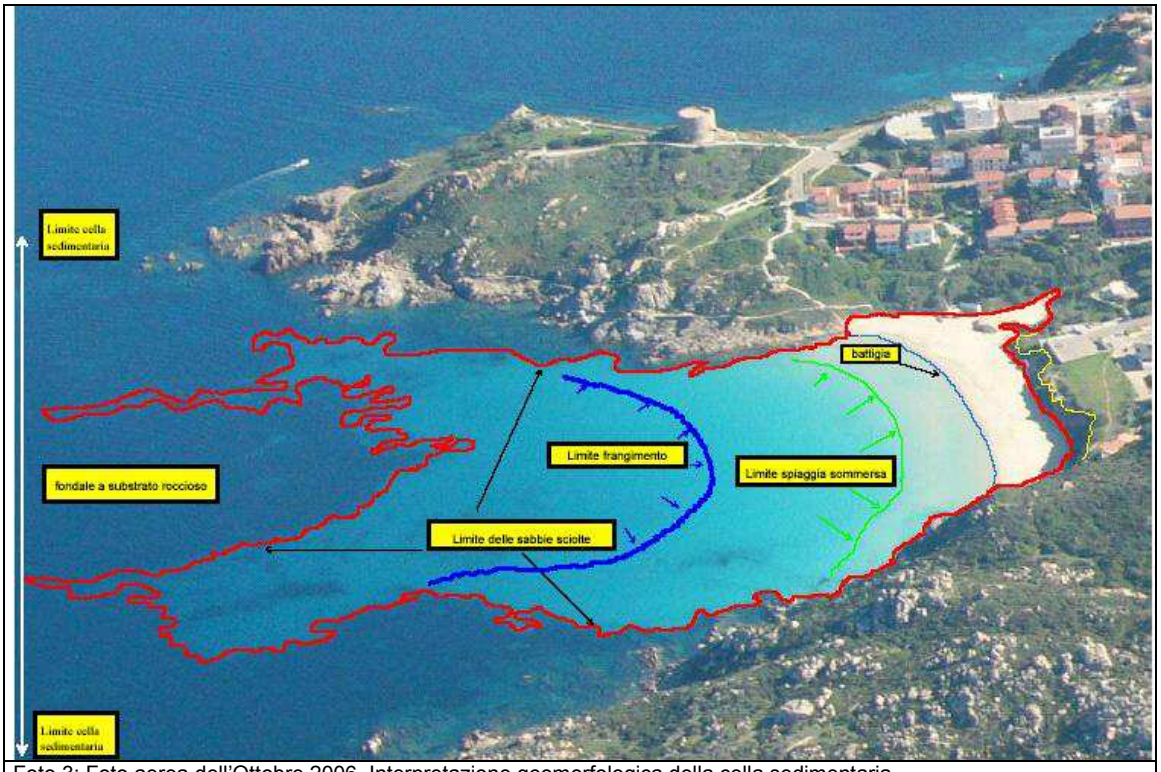
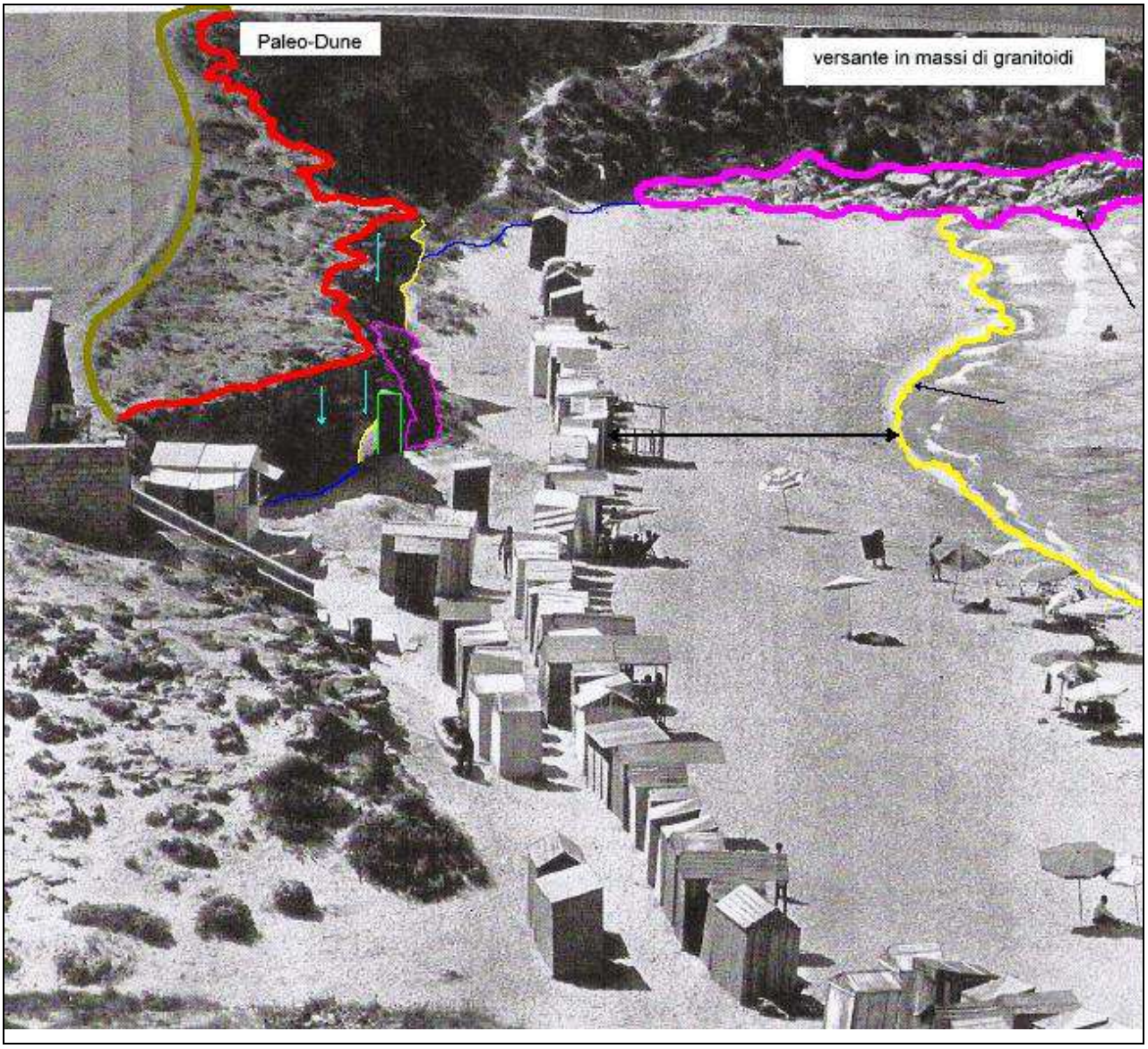


Foto 3: Foto aerea dell'Ottobre 2006. Interpretazione geomorfologica della cella sedimentaria

Dott. GIOVANNI TILOCCA – Geologo -
Dottore di Ricerca in Scienze della Terra
07100 Sassari - Via C. Floris,2
cell.: 3476841401- fax 079 –246118

N° 224 Ordine dei Geologi della Sardegna
CF: TLC GNN58 M17B354S
PI: 01819860907



Limite accumuli orlo di frana lato W falesia in litologie Quaternarie e limite falesia-spiaggia	Limite planimetrico Fronte aggettante	Linea di costa estiva 1962	Limite massimo d'intervento per eventuale risagomatura fronte
verso dei moti gravitativi possibili	Limite sezione aggettante	struttura non meglio identificata	Accumuli di blocchi granitici

Foto 4: Sintesi geomorfologica della spiaggia e della falesia di Rena Bianca negli anni sessanta, con legenda

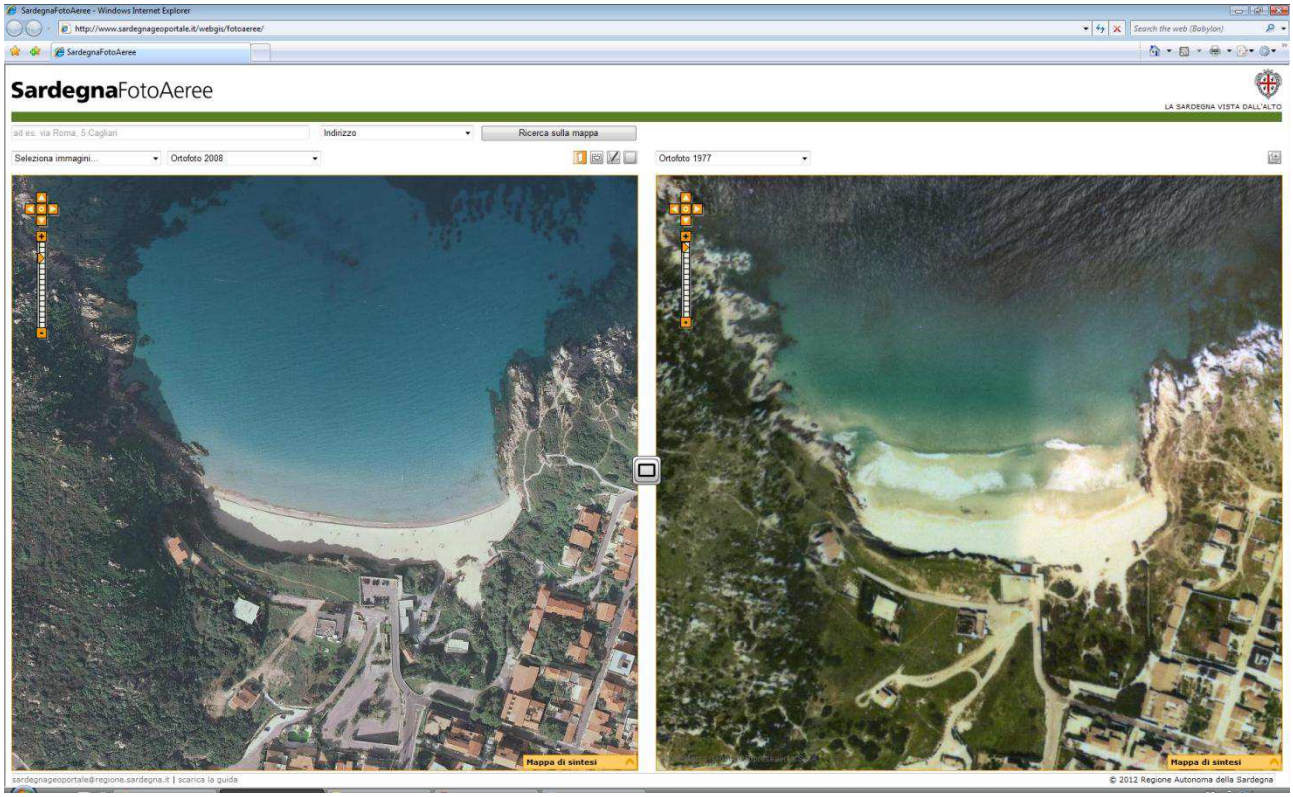


Foto5-6 -Confronto diacronico 2008-1977.

Sulla base del confronto diacronico di cui alle foto precedenti, si evidenzia l'arretramento dell'area di battigia per palese riduzione volumetrica dei sedimenti in spiaggia sommersa. Si noti che la perdita è superiore a quella calcolabile come effetto nel tempo, di sottrazioni dovute ad eccesso di frequentazione (cfr. Allegato 2).

3. CONCLUSIONI

Il quadro che si è prospettato mostra quale siano le ragioni che convincono chi scrive a sostenere che la falesia sia soggetta a moti gravitativi cagionati da cause innescanti del tutto disgiunte dal moto ondoso. Esse semmai vanno ricercate negli effetti risultanti dalla combinazione di azioni derivanti dalle acque di ruscellamento, con l'ammaloramento dei materiali più superficiali e col carico litostatico dei volumi aggettanti. Si è visto inoltre che non è estranea l'azione umana, dal momento che la spiaggia non solo è gravata da migliaia di presenze quotidiane ma le prospicienze del tratto più prominente dell'aggetto, peraltro in pertinenza ad una concessione balneare, costituiscono luogo privilegiato per talune discutibili pratiche ludiche (documentate in relazione) e sono sede di rifugio per gruppi di famiglie e bambini.

Qualora le precedenti argomentazioni non fossero sufficienti a rimuovere la convinzione o l'ipotesi che la franosità della falesia sia cagionata dall'azione del moto ondoso, è indubbio che, traendone le dovute conseguenze, per la risoluzione della criticità, occorrerebbe ripensare l'intervento tramite l'aggiunta di una soluzione che punti al recupero dell'originaria funzionalità della spiaggia come soggetto attivo di difesa della falesia. Pertanto, in tale prospettiva, non si potrebbe rinunciare all'ipotesi di un ripascimento della spiaggia con sabbie compatibili per tessitura, composizione, densità e colore. Tale intervento sarebbe da prospettare come "libero" ovvero in assenza di vincoli protettivi artificiali, dal momento che la protezione fisica può ritenersi esercitata dai due promontori bordanti la spiaggia e con prospettive di periodiche manutenzioni.

Andrebbe tuttavia studiata con cura per via idraulico-marittima la nuova geometria della linea di costa, in particolare la quota di progradazione artificiale da ottenersi posteriormente al versamento, dal momento che l'avanzamento della battigia, con creazione di *arenile*[2], porrebbe come effetto possibile quello di una riduzione della capacità della cella sommersa di trattenere i sedimenti rispetto all'effetto trasversale del moto ondoso.

In ogni caso, ai fini del calcolo della massima risalita delle onde (*run-up*) e quindi della possibilità di attacco della base della falesia che delimita la spiaggia occorre eseguire i seguenti studi:

a) regime del moto ondoso all'ingresso della baia, all'incirca su una profondità di 10-15m. Data l'assenza di misure dirette e la difficoltà di estrapolare alla località oggetto dello studio i dati dell'ondametro di Alghero, occorrerà ricostruire indirettamente il moto ondoso, a partire dai dati di vento;
b) dei massimi e minimi livelli del mare per effetto combinato di marea, vento, pressione atmosferica;
c) trasferimento del moto ondoso a riva con apposito modello (es: **SWAN**) e individuazione dei massimi livelli di risalita con modello trasversale (es: **SBEACH**).

[2] Il termine ***Arenile*** per la giurisprudenza costituisce un'estensione concettuale della nozione di spiaggia, ovvero il risultato della formazione di un relitto di mare in caso di progradazione della spiaggia stessa, cioè, in sostanza, del "*ritiro del mare*" (Cassazione Civile, sezione 1, sentenza n° 2995 del 6 Maggio 1980), ovvero di un avanzamento della linea di spiaggia.

Per l'insieme di tali ragioni si ritiene che l'intervento più indicato per l'abbattimento qualitativo e geometrico della pericolosità sulla falesia sia quello di una riprofilatura secondo una nuova pendenza che, in base agli scopi di progetto, si conformi da un lato agli angoli di riposo naturali del litotipo e renda possibile, dall'altro, correttivi di ordine naturalistico per non compromettere l'attuale connotazione paesistica del paraggio. Anche in base ad esperienze analoghe condotte in Provincia di Sassari (Caso *Rasciada* di Castelsardo), che occorrerebbe non ripetere dato il loro drastico ed ingiustificabile carattere impattante, si ritiene opportuno escludere qualunque soluzione che comporti la sola sia pur parziale verticalizzazione della parete per taglio semplice dell'aggetto. Il profilo dovrebbe retrocedere, in tal modo, ferma restando la garanzia dell'angolo di verifica geotecnica, dei soli metri necessari a raccordare il tratto di circa 70 m di sviluppo alle pendenze del restante settore occidentale.

Dott. Geol. *Phd* Giovanni TILOCCA

Sassari, Luglio 2007
[rev. Sassari, Dicembre 2013]