

**INDAGINE GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICA FINALIZZATA ALLA
DEFINIZIONE DELLE CONDIZIONI DI STABILITÀ E DELLE
TIPOLOGIE DI INTERVENTO PER IL CONSOLIDAMENTO DELLE
FONDAZIONI DEGLI EDIFICI, DELLA FALESIA COSTIERA E PER LA
SISTEMAZIONE E BONIFICA DELL'AREA.**

A cura del prof. Torquato Nanni

Prof. Torquato Nanni
Dipartimento di Scienze dei Materiali
e della Terra. Università degli Studi
di Ancona. Via Brezze Bianche 60110-AN
Tel. 071/2204717 - Fax 071/2204729
Ab. Via la croce di Varano, 178 Ancona
Tel 071/2866817

Ancona, 30.07.98

OGGETTO: Piano particolareggiato "Cappuccini-Cardeto". Indagine geologico-geomorfologica finalizzata alla definizione delle condizioni di stabilità e delle tipologie di intervento per il consolidamento delle fondazioni degli edifici, della falesia costiera e per la sistemazione e bonifica dell'area. Del. n.1360 del 14/05/91. Relazione di sintesi e osservazioni relative agli interventi proposti nel P.P.E: Cappuccini-Cardeto

Premessa

Il programma della Convenzione stipulata con il Comune di Ancona aveva come scopo l'analisi delle problematiche geologiche riguardanti l'area del Cardeto. Tale indagine era inserita in un più ampio studio intersettoriale finalizzato al recupero urbanistico ed ambientale dell'area del Cardeto.

Nello studio dei caratteri geologici dell'area, completato e consegnato all'Amministrazione comunale il 25.09.'93, sono stati trattati gli argomenti relativi alle problematiche geologico-tecniche dell'area con particolare riguardo alla pericolosità da frana della falesia. Sono stati inoltre forniti elementi per programmare gli interventi necessari alla riduzione del rischio geologico e per il recupero ambientale dell'area del Cardeto. Le informazioni di carattere geologico-geomorfologico sono state ampiamente discusse con gli estensori del "Piano Particolareggiato del Cardeto" e utilizzate per operare specifiche scelte urbanistiche. L'impossibilità di effettuare sondaggi geognostici non ha permesso di verificare le ipotesi desunte dalle indagini geologiche e geomorfologiche e di analizzare le caratteristiche idrogeologiche e geomeccaniche dei litotipi affioranti nell'area.

Nell'ambito del rilevamento geologico-tecnico sono state condotte, come previsto dalla convenzione: ricostruzione dell'assetto geolitologico-strutturale; indagine geomorfologica; analisi delle fratture e lesioni degli edifici in relazione alle condizioni di stabilità dell'area; acquisizione ed analisi dei dati esistenti di tipo geologico e geognostico e riguardanti eventi calamitosi, in particolare frane; analisi delle condizioni di stabilità della falesia costiera, delle caratteristiche meccaniche dei litotipi con elaborazione dei probabili modelli evolutivi dei fenomeni franosi; elaborazione dei criteri e dei metodi per il consolidamento della falesia costiera con

l'individuazione delle differenti tipologie di intervento per le diverse aree. Sinteticamente vengono di seguito riportati i risultati salienti delle indagini geologiche e geomorfologiche.

Lineamenti di Geologia.

La successione litostratigrafica presente nell'area del Cardeto è costituita essenzialmente dai litotipi della "Formazione" dello Schlier, ben osservabili lungo la falesia anconetana tra il porto di Ancona e il Trave. Lo Schlier affiorante nella falesia è rappresentato, nella parte medio bassa, da marne e marne calcaree grigio-nocciola in strati di 20-100 cm, alternati a bancate di calcari marnosi di 200-500 cm di spessore. La parte medio alta è invece costituita da marne più meno calcaree, con livelli di calcari marnosi di colore grigio-verdastro e grigio-bruno, in strati di 10-40 cm e più raramente di 1-2 m. La porzione sommitale è costituita da marne argilloso-siltose grigio-verdastre con rarissime intercalazioni arenacee. L'età dello Schlier è riferibile al Langhiano-Tortoniano

La sequenza dello Schlier affiorante nella falesia sottostante i colli del Cardeto e dei Cappuccini, ben osservabile seguendo il sentiero che conduce dalla Via Panoramica al mare, appartiene alla porzione medio-bassa della Formazione dello Schlier. I litotipi affioranti sono rappresentati da una alternanza di unità costituite da marne calcaree grigio-biancastre, marne siltoso-sabbiose, calcari marnosi biancastri e nocciola, marne, marne argillose e argille marnose. Lo spessore complessivo dello Schlier nell'area del monte Cardeto è di circa 200-250 m.

I caratteri litologici dello Schlier presente nel versante occidentale dei colli Cardeto e Cappuccini non sono, con poche eccezioni, osservabili in affioramento in quanto nel versante si hanno coperture più o meno spesse, vegetazione ed insediamenti abitativi. Il substrato comunque è rappresentato da marne argillose e argille marnose della parte sommitale dello Schlier.

I depositi continentali presenti nell'area del Cardeto sono costituiti principalmente da litotipi: argilloso-limoso-sabbiosi ed argilloso-limosi, di probabile origine eluvio-colluviali, con inclusi lapidei a spigoli vivi, costituiti da marne calcaree, a geometria lenticolare. Tali depositi sono presenti tra il Faro ed il colle del Cardeto, nell'area del "Cimitero degli Ebrei". Lo spessore, osservabile al tetto della falesia, è superiore ai 4 m. Allontanandosi dalla falesia, in prossimità della ex Caserma Villa Rey, lo spessore di questi depositi può facilmente superare i 20 metri. In superficie essi sono fortemente rimaneggiati dall'attività antropica che ha interessato l'area nelle diverse epoche storiche. Estesi sono anche i depositi di natura antropica costituiti da riporti di materiali eterogenei (eluvio-colluvioni, Schlier, laterizi, ecc.) messi in posto per la realizzazione di rilevati, piazzali, orti, giardini, ecc. Questi depositi sono molto frequenti nel versante occidentale del monte Cardeto, nell'area del Faro e nella base della marina sul Cardeto. Sono presenti anche depositi dovuti a accumuli di frana limoso-argillosi con blocchi marnosi dello Schlier, soprattutto alla base della falesia.

Da un punto di vista strutturale la zona del Cardeto fa parte della monoclinale di Ancona, costituita dalla successione mio-pleiocenica, che presenta una direzione degli strati N130-N140 ed immersione di circa 35 gradi a sud-ovest. Nella zona del Cardeto non si hanno linee tettoniche che sbloccano lo Schlier affiorante nella falesia. I litotipi dello Schlier sono invece interessati da un'intensa fratturazione conseguenza dell'evoluzione strutturale che ha interessato l'area anconetana. L'andamento e l'intensità della fratturazione, associata all'erosione marina ed alla litostratigrafia, è una delle cause principali dell'alto rischio da frana della falesia.

Lineamenti di geomorfologia

L'assetto geomorfologico attuale dell'area è stato condizionato da più fattori tra i quali i più importanti sono in relazione alle caratteristiche lito-strutturali del substrato, all'evoluzione neotettonica, alla successione degli eventi climatici quaternari e all'attività antropica. L'area è parte della monoclinale di Ancona, immergente verso oriente, e la diversa acclività e le rotture di pendio, mascherate ed accentuate da opere antropiche, sono dovute all'erosione selettiva attiva prima dell'antropizzazione del versante.

Nell'evoluzione dell'area la tettonica ha avuto un'importanza basilare nella morfogenesi della zona, in particolare a partire dalla fine del Pleistocene. Il sollevamento dell'area ha causato un'erosione generale, con intensità variabile e con stasi, in relazione alle diverse fasi climatiche che, a partire dal Pleistocene medio, si sono succedute nell'area. Il risultato finale dei processi morfogenetici è costituito da un paesaggio, che caratterizza tutta la costa anconetana, rappresentato da forte energia di rilievo e da una falesia attiva.

Le successioni climatiche quaternarie hanno anch'esse giocato un ruolo basilare nell'evoluzione della zona indagata. Al succedersi delle diverse fasi climatiche si hanno alternanze di periodi a prevalente erosione lineare e periodi a prevalente sedimentazione.

Nell'evoluzione della falesia costiera invece hanno sempre dominato i processi connessi con l'azione erosiva operata dal mare ed i movimenti gravitativi. I fattori antropici sull'evoluzione della falesia hanno iniziato ad agire in quest'ultimo secolo con gli interventi di stabilizzazione condotti tra le due guerre mondiali nella falesia prospiciente il teatro romano e, recentemente, con la costruzione della condotta fognaria, con l'ampliamento del cantiere navale e con la costruzione delle grotte e relative opere alla base della falesia del colle Cardeto

Anche nella falesia, dove invece i processi connessi con l'azione marina e gravitativi sono molto attivi, le forme ed i depositi sono stati fortemente influenzati dall'attività antropica

La morfologia nel versante occidentale ed i depositi superficiali sono frequentemente di origine antropica, spesso costituiti da riporti di varia natura.

Nell'evoluzione morfologica dell'area indagata un fattore di principale importanza è rappresentato dall'elemento antropico che ha fortemente contribuito all'attuale assetto geomorfologico. L'area, infatti, è stata interessata sin dalla protostoria da alterazioni antropiche. Dall'epoca romana in poi la zona ha subito notevoli trasformazioni che hanno profondamente alterato l'assetto morfologico originario. Si veda in proposito il lavoro di E. Sori (nell'ambito dello stesso progetto e dal titolo "*L'area del Monte Cardeto, storia iconografica ed indirizzi progettuali*".) sull'evoluzione storica dell'area

Attualmente l'area ai margini dei colli dei Cappuccini e del Cardeto è completamente edificata, mentre i due colli sono piuttosto interessati dai resti di imponenti edifici militari che hanno completamente alterato la morfologia dei due siti. Anche l'area del "Campo degli Ebrei" che apparentemente sembra presentare minori alterazioni è in realtà il risultato di trasformazioni antropiche dei secoli passati. Pertanto la morfologia della zona è il prodotto combinato di processi morfogenetici naturali passati e non più attivi su cui si sono attivati, dall'epoca romana in poi, essenzialmente processi antropici.

Anche nella falesia, dove invece i processi connessi con l'azione marina e gravitativi sono molto attivi, le forme ed i depositi sono stati fortemente influenzati dall'attività antropica

Indagini storiche su eventi calamitosi avvenuti nel territorio anconetano

L'analisi degli eventi calamitosi storicamente documentati, evidenziano che nell'evoluzione della falesia anconetana un ruolo fondamentale è stato svolto dalle frane. I fenomeni franosi, documentati dal crollo di edifici probabilmente edificati a distanze non inferiore ai 5-10 m dal ciglio della falesia, hanno sicuramente interessato in epoca storica ampie zone della costa.

La documentazione storica, anche se molto limitata, prova che la dinamica evolutiva della falesia è molto rapida. La rapida evoluzione della falesia è documentata anche dalla presenza al piede della stessa di cippi delle sepolture del Cimitero degli Ebrei. In una foto riportata nell'appendice allo studio di E. Sori dal titolo " *Il cimitero ebraico di Monte Cardeto ad Ancona* ", ad opera di G.Laras, si può osservare che numerosi cippi erano presenti anche nel tratto ubicato tra la strada che conduce al Faro ed il ciglio della Falesia. Attualmente in tale zona non vi è traccia di steli funerarie.

I dati storici evidenziano inoltre che nella falesia anconetana la presenza di fenomeni franosi, anche di notevoli dimensioni, si sono verificati con una certa frequenza.

Pertanto, anche se recentemente non si sono avuti vasti franamenti della falesia, è certo che questi sono possibili, come ben evidenziato dalla documentazione storica.

I dati storici disponibili confermano quindi l'elevata pericolosità del tratto di costa indagata.

Fenomeni franosi nella falesia

La falesia anconetana, formata essenzialmente dai litotipi dello Schlier, è generalmente instabile con diverse tipologie di movimento di versante che interessano sia la roccia sia le coperture detritiche. La falesia è impostata, come si è visto, su una famiglia di fratture subverticali ad andamento NO-SE. L'ammasso roccioso è caratterizzato da altri sistemi di discontinuità, soprattutto subverticali.

I crolli costituiscono la tipologia franosa dominante, sia a causa dell'elevato grado di fratturazione della roccia, sia dello scalzamento al piede della falesia causato dalle onde o da scavi artificiali.

Scivolamenti planari o di cunei, che evolvono rapidamente in crolli, avvengono nei tratti in cui la falesia presenta una forte acclività, generalmente con pareti a picco, e sono normalmente di modeste dimensioni. Essi sono generalmente connessi con il sistema di giunti orientati NO-SE, che generalmente immerge con inclinazioni superiori all'angolo di attrito dei giunti. In alcuni casi movimenti di scivolamento possono essere causati da rotture di neoformazione nella roccia, in particolare laddove questa è maggiormente soggetta a processi di degradazione meteorica. Scivolamenti di dimensioni maggiori possono avvenire in corrispondenza di piani di debolezza, sfavorevolmente orientati, laddove sono presenti interstrati argilloso-limosi.

Un'altra tipologia molto comune di movimenti è costituita dai ribaltamenti di blocchi e lastre di roccia. Il ribaltamento diretto interessa blocchi delimitati da giunti subverticali NNE-SSO e NE-SO con piano basale NO-SE, generalmente piuttosto inclinato (50-70°); data tale inclinazione i fenomeni evolvono generalmente in crolli. Ribaltamenti per flessura avvengono essenzialmente in corrispondenza del sistema di fratture NO-SE, sul quale sono impostate in gran parte le falesie fra Ancona e Numana.

Lineamenti di Idrogeologia

Nell'area del Cardeto sono presenti complessi litologici che possono essere sede di modeste falde idriche a regime stagionale. Il complesso litologico che, per estensione e spessore, presenta le migliori condizioni per formazione di una falda idrica, sicuramente a regime stagionale, è rappresentato dalle eluvio-colluvioni situate tra il monte Cappuccini ed il monte Cardeto corrispondenti approssimativamente alla zona del "Campo degli Ebrei". L'acquicluda che può sostenere le acque sotterranee è in questo caso rappresentato dalle marne argillose, marne e marne calcaree dello Schlier. La ricarica è rappresentata esclusivamente dalle acque di pioggia e quindi la piezometrica subirà forti oscillazioni stagionali. A causa delle caratteristiche morfologiche e strutturali è presumibile che il drenaggio delle acque presenti si abbia in direzione della caserma Villarey. L'assenza di pozzi non permette di verificare la presenza d'acqua in tali depositi. Anche nei depositi di origine antropica e di origine mista è probabile la presenza d'acqua durante le stagioni piovose. Nei depositi dello Schlier, caratterizzati da alternanze di marne calcaree, marne e marne argillose, l'acqua, in analogia con quanto osservato nell'anconetano negli stessi depositi, è presente. La circolazione idrica in questo caso avviene nelle fratture ed è probabilmente limitata alla parte sommitale della formazione dove le fratture sono spesso benanti. In questo caso la circolazione può essere veloce ed altrettanto le variazioni piezometriche che sono strettamente connesse all'andamento delle precipitazioni. E' quindi plausibile che la variazione dei carichi piezometrici sia notevole. In tali depositi sono presenti cisterne, nella zona del Faro, che, all'epoca dei rilievi, conteneva acqua. A causa dell'intensa fratturazione dei litotipi presenti nell'area del Cardeto la presenza d'acqua è certa anche nei depositi argilloso-marnosi e marnoso-argillosi delle formazioni messiniane e della parte sommitale dello Schlier. L'importanza che riveste l'acqua nel suolo nel condizionare e modificare le caratteristiche meccaniche dei differenti litotipi è ben nota ed è per tale motivo che qualora siano previste, nell'ambito del progetto di recupero urbanistico dell'area del Cardeto, opere che prevedano sbancamenti rilevanti è importante verificare la presenza d'acqua nei complessi individuati e la variazione annuale dei livelli piezometrici. Negli interventi di recupero del patrimonio edilizio esistente particolare attenzione deve essere prestata alle opere di drenaggio delle acque meteoriche e, se presenti di quelle sotterranee.

Pericolosità di frana nella falesia costiera

Le condizioni geomorfologiche della falesia costiera sono il risultato di più fattori, interagenti tra loro, quali la natura litologica del versante, la storia tettonica recente (Pleistocene) e l'erosione marina. L'area analizzata è parte della monoclinale di Ancona originatasi con la tettonogenesi pliocenica. Durante il Pleistocene la monoclinale ha continuato a sollevarsi, ed è probabile che sia attualmente in sollevamento. Il sollevamento ha determinato situazioni di disequilibrio nei versanti. L'evoluzione strutturale ha inoltre provocato una minuta fratturazione dei litotipi che ha peggiorato notevolmente le caratteristiche meccaniche d'insieme dei litotipi affioranti nel versante costiero. La falesia, dal Pleistocene in poi, è stata infine soggetta ad abrasione marina ed a processi erosivi superficiali. Le oscillazioni glacio-eustatiche pleistoceniche, variando il livello marino, hanno infine fortemente contribuito al peggioramento delle condizioni di equilibrio della falesia. Il risultato di tale storia geologica è la falesia attuale, caratterizzata da pareti subverticali, interrotte da gradini di erosione selettiva in corrispondenza di discontinuità litologiche.

Le rocce della sequenza dello Schlier, composte da marne e calcari marnosi in strati massivi e con percentuale di carbonato di calcio variabile fra 35 e 80%, presentano localmente livelli argilloso- limosi fra i giunti di strato. Questi livelli costituiscono le principali superfici di debolezza della roccia.

Variazioni graduali della frazione argillosa nella facies massiccia producono talvolta strutture primarie simili alla stratificazione. Tutta lo Schlier è intensamente fratturato e spesso gli ammassi rocciosi sono completamente frantumati tanto da rendere difficile il riconoscimento delle famiglie di fratture.

Le caratteristiche litologiche e la fratturazione rendono la roccia estremamente soggetta a processi di degradazione meteorica che causano la frammentazione della roccia e la produzione di detrito che è rapidamente rimosso dall'erosione marina nel tratto di costa non "protetto " dalle "Grotte". In alcuni tratti della falesia, tra il colle dei Cappuccini e del Cardeto, si possono osservare, nella parte alta delle falesia, accumuli di detrito.

Nella falesia esaminata sono presenti diverse tipologie di movimenti di versante che interessano essenzialmente la roccia, raramente le coperture detritiche, presenti soprattutto nel tratto di costa protetto dalle Grotte. In questo caso l'azione marina è ostacolata ed i detriti accumulati sopra le grotte vengono preservati.

La falesia risulta impostata su una famiglia di fratture subverticali ad andamento NW-SE. Gli ammassi rocciosi sono caratterizzati anche da altri sistemi di discontinuità, generalmente sub-verticali.

Le frane di crollo rappresentano la tipologia più frequente a causa dell'elevato grado di fratturazione della roccia e per lo scalzamento al piede della falesia causato dall'erosione marina.

Al sistema di giunti orientato NW-SE sono associati scivolamenti planari o di cunei che evolvono rapidamente in crolli. Queste tipologie, che generalmente interessano volumi limitati di roccia, si hanno in corrispondenza dei litotipi più competenti dove generalmente la falesia è subverticale. Possono comunque aversi scivolamenti di dimensioni maggiori in corrispondenza di piani di debolezza, orientati sfavorevolmente, ed in connessione di interstrati argilloso-limosi.

In presenza di giunti subverticali NNE-SSW e NE-SW, con piano basale NW-SE e con inclinazioni variabili tra 50-70°, si hanno frane di ribaltamento di blocchi e di lastre di roccia. Sono presenti anche ribaltamenti per flessura essenzialmente in corrispondenza del sistema di fratture NW-SE. Con questa direzione è impostata la falesia. Tali fenomeni evolvono generalmente in crolli.

Il fenomeno del ribaltamento può interessare anche ampie zone retrostanti il ciglio della falesia anche se nell'area compresa tra il colle del Cardeto ed il Guasco non si sono rilevati elementi a favore di una tale ipotesi. Ciò è invece stato rilevato per l'abitato di Sirolo, ubicato sugli stessi litotipi e con caratteri simili (Si veda in proposito il paragrafo sui "Fenomeni franosi ad alto rischio nella falesia d'Ancona").

In definitiva quindi l'analisi della franosità condotta nella falesia ha evidenziato differenti tipologie di frana in cui i crolli costituiscono quella dominante. I movimenti gravitativi presenti sono di tipo prevalentemente planare o plano-rotazionale, nei litotipi meno competenti (marne) e di tipo scivolamento planare, di cunei, di ribaltamento e crollo nelle unità più competenti (calcari marnosi). I volumi attualmente coinvolti nei franamenti sono generalmente modesti ed interessano porzioni ristrette del versante costiero. Tutta la falesia è comunque interessata dai fenomeni franosi. Le aree maggiormente interessate dai fenomeni di crollo sono riportate nella carta geologica.

Il pericolo di franamenti nella falesia è pertanto estremamente elevato sia per le caratteristiche

litologiche della sequenza dello Schlier che per l'intensa fratturazione dei litotipi. A ciò si deve sommare l'azione erosiva del mare che contribuisce notevolmente all'incremento della pericolosità di frana della falesia.

Rischio potenziale di frana nella falesia costiera

L'analisi della franosità condotta nella falesia ha evidenziato differenti tipologie di frana in cui comunque i crolli costituiscono quella dominante. I movimenti gravitativi sono di tipo prevalentemente planare o plano-rotazionale, nei litotipi meno competenti (marne) e di tipo scivolamento planare, di cunei, di ribaltamento e crollo nelle unità più competenti (calcarei marnosi).

L'analisi di stabilità della falesia, ha evidenziato che l'entità del materiale attualmente coinvolto nei franamenti è generalmente di volumi limitati e quindi interessa porzioni ristrette del versante costiero. Ciò contrasta con i dati storici che riportano invece franamenti di vaste proporzioni che hanno prodotto in passato la distruzione di chiese e rocche edificate nei colli del Guasco, dei Cappuccini e del Cardeto.

Questa differenza può essere spiegata considerando che lo studio ha potuto osservare soltanto i fenomeni attualmente attivi che coinvolgono solo limitati volumi di roccia. I depositi degli antichi franamenti non sono attualmente osservabili a causa della loro distruzione ad opera dell'azione erosiva del mare. Pertanto è difficile, sulla sola base degli elementi geomorfologici, geomeccanici e dell'analisi della fratturazione verificare la possibilità che ampie zone retrostanti il ciglio della falesia possano essere coinvolte nei franamenti. Analisi simili richiedono indagini sperimentali in zone campione per la verifica delle condizioni geomeccaniche dei litotipi, delle tipologie dei movimenti franosi e per delineare i caratteri relativi alla fratturazione, soprattutto nella parte alta della falesia. Generalmente i fenomeni di crollo verificatisi nei secoli passati si sono avuti a seguito di piogge abbondanti e di lunga durata. Considerando anche quest'ultimo elemento l'indagine sperimentale deve quindi indagare anche gli effetti della circolazione idrica nei depositi dello Schlier e la sua influenza nell'innescare dei movimenti gravitativi.

Complessivamente quindi la falesia costiera è da considerarsi ad alto rischio, per la presenza di condizioni lito-strutturali, geomorfologiche e geomeccaniche che mantengono attivi i movimenti gravitativi, per la presenza in prossimità del ciglio della falesia di insediamenti e a causa dell'attività balneare estiva lungo la costa.

Interventi previsti nel P.P.E. Cappuccini-Cardeto per il recupero ambientale e urbanistico dell'area

Gli interventi previsti nel P.P.E. Cappuccini-Cardeto, così come riportati nella tav.4 del piano e nelle relative schede di progetto, consistono essenzialmente in opere che non apportano modifiche dell'attuale morfologia dell'area. Gli interventi proposti sono finalizzati essenzialmente al recupero di edifici esistenti e del sistema ambientale, al miglioramento dei percorsi esistenti e alla creazione di nuovi tracciati, principalmente pedonali. L'unico intervento che prevede modificazioni della morfologia attuale, di natura prevalentemente antropica, è la sistemazione *dell'area libera Via del Faro* (Scheda di progetto integrativa n.t.a., 12). Gli interventi, ad eccezione delle zone relative all'ex carcere e al Faro, interessano aree poste nel

versante occidentale delle colline Cardeto-Cappuccini, distanti dal ciglio della falesia. Gli interventi proposti, non prevedendo sostanziali modifiche nella morfologia dei luoghi, non incrementano la pericolosità e i rischi potenziali da frana attualmente esistenti nella Falesia e nelle zone immediatamente retrostanti. Naturalmente tali interventi non riducono i rischi potenziali presenti nell'area.

Il recupero degli edifici e la sistemazioni delle aree richiedono, soprattutto per quegli interventi che necessitano di sbancamenti di un certo rilievo, di specifiche indagini geognostiche e geotecniche per la verifica delle condizioni geologiche, geomeccaniche e idrogeologiche dei siti in cui sono previsti gli interventi di recupero e sistemazione delle aree.

Gli interventi sugli edifici (*Area carcere minorile*, scheda di progetto integrativa n.t.a. 11) a picco sulla falesia e sulle aree immediatamente retrostanti il ciglio della stessa, caratterizzate da una elevata instabilità, dovrebbero essere corredati da specifiche indagini sperimentali per la valutazione del rischio da frana. Sarebbe opportuno, considerando la veloce evoluzione della falesia, documentata anche dai dati storici, e la nota sismicità dell'anconetano, tenere sotto osservazione l'evoluzione dell'area con un impianto permanente di monitoraggio o con misure periodiche plano-altimetriche di precisione del ciglio della falesia e delle zone retrostanti.

Ancona, 30.07.998

Prof. Torquato Nanni

