



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

COMITATO ISTITUZIONALE DELL'AUTORITÀ DI BACINO

Allegato A alla delibera n. 9 del 30.6.2008

**PROTOCOLLO TECNICO "TIPO" DI CUI ALL'ART. 31 c.8 DELLE N.A. P.A.I.  
- INDICAZIONI PER LE INDAGINI E STUDI DA EFFETTUARE NELLE ZONE  
MAPPATE A PERICOLOSITA' DI FRANA PER FENOMENI DI *SINKHOLE* - .**

Con riferimento alla D.G.13/22 del 4.3.2008 e ai fini del superamento dei vincoli delle aree comprese nel perimetro delle aree a pericolosità di frana di cui alla cartografia allegata al PAI dovrà essere dimostrata, con ragionevole certezza, ricorrendo ad opportune indagini e studi, l'assenza del rischio di fenomeni gravitativi denominati *sinkhole* sulle aree sulle quali sono previsti gli interventi di cui all'art. 31 comma 8 delle N.A. del PAI.

Le aree da investigare dovranno essere oltre a quelle direttamente interessate dagli interventi sopra detti, quelle ad essa pertinenti e quelle necessarie per l'utilizzo dell'area stessa ove le medesime non siano già state investigate. Il perimetro dell' area da studiare andrà convenientemente ampliato in ragione della forma del lotto, dell'ipotizzato spessore della coltre di ricoprimento e della tipologia di struttura da realizzarsi. In ogni caso l'area da studiare sarà ampliata con un offset del perimetro di non meno di 20 m.

Gli studi e gli accertamenti sono da intendersi come preliminari e integrativi rispetto allo studio di compatibilità geologica e geotecnica di cui all'articolo 25 delle N.A. del PAI e del relativo allegato F. e dovranno comprendere l'utilizzo di metodologie di indagine sia indiretta che diretta e andranno completati da un idoneo piano di monitoraggio.

Gli studi da effettuarsi, il cui programma esecutivo dovrà essere, preliminarmente, comunicato all'autorità idraulica, dovranno comprendere i seguenti punti:

- 1. Rilievo geolitologico** di superficie correlato alla situazione geologico strutturale e idrogeologica dell'area in cui si inserisce il sito in oggetto, con particolare riguardo alla presenza di pozzi di emungimento e alle quantità estratte.
- 2. Indagine storica** degli eventuali fenomeni morfologici riscontrati nel tempo nell'area di intervento ed in quella circostante corredato di tavola di dettaglio con localizzazione dei fenomeni nell'area di indagine.
- 3. Indagine geofisica** che dovrà essere condotta utilizzando almeno due dei metodi di prospezione di seguito specificati e opportunamente scelti in base alle esigenze contingenti. *La scelta dei metodi più adeguati alla caratterizzazione del sottosuolo, tra quelli sottoindicati, andrà argomentata e motivata da qualificati da professionisti specializzati nelle indagini geofisiche mediante apposita dichiarazione circa le competenze specialistiche maturate.*



## REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

### COMITATO ISTITUZIONALE DELL'AUTORITÀ DI BACINO

#### A. Indagini gravimetriche.

Da effettuarsi preferibilmente con tecniche microgravimetriche con una densità utile in funzione dell'area da investigare e con una precisione centimetrica sulla ubicazione planoaltimetrica delle stazioni. La correzione topografica dovrà essere calcolata con particolare riguardo per le zone circostanti ogni stazione. In caso di profili ubicati in zone notevolmente urbanizzate, il sistema di acquisizione dovrà essere dotato di opportuni sistemi di filtraggio.

#### B. Indagini sismiche

Da effettuarsi con varie tecniche di acquisizione ed analisi dei dati, opportunamente scelte sulla base della situazione contingente. Tali indagini dovranno prevedere sia misure sismiche di superficie sia misure sismiche in fori di sonda opportunamente attrezzati. Non si potrà, comunque, prescindere dall'esecuzione di tomografie sismiche tra fori adiacenti o tra punti diversi del piano topografico, laddove si riconoscano condizioni critiche.

#### C. Indagine geoelettrica / elettromagnetica

Per quanto riguarda l'indagine elettrica, si dovrà fare riferimento alle tecniche tomografiche nelle configurazioni e con i passi ritenuti più idonei in relazione all'area da investigare.

Le indagini elettromagnetiche potranno essere applicate scegliendo i metodi che si riterranno più adatti alla soluzione delle problematiche geologiche dell'area da investigare.

#### **4. Indagine geognostica:**

Dovranno essere condotti almeno due sondaggi preliminari utili per la verifica delle stratigrafie e/o per l'acquisizione dei dati geofisici (p.e. per la realizzazione di tomografie sismiche tra fori adiacenti) e la loro calibrazione, potranno essere realizzati, contemporaneamente alle indagini indirette.

A seguito dei risultati dei rilievi e delle indagini di cui ai punti precedenti, qualora si volesse perseguire la realizzazione degli interventi edificatori, sarà programmato e si sottoporrà all'autorità idraulica, un idoneo piano di indagini geognostiche per una verifica più approfondita delle anomalie ritrovate e/o per eventuali ulteriori indagini sismiche in foro.

In ogni caso il piano dovrà comprendere almeno ulteriori n.3 sondaggi a carotaggio spinti per almeno 5 metri nel bedrock o, alternativamente, fino alla profondità di 40 m dal piano campagna. Nel numero dei sondaggi potranno essere inclusi quelli eventualmente utilizzati per le tomografie sismiche, se rispondenti ai requisiti detti e meglio specificati di seguito.

Le perforazioni, a carotaggio continuo, dovranno, in particolare, definire la consistenza dei materiali attraversati, l'eventuale presenza di vuoti e cavità, anche attraverso la misurazione delle velocità di avanzamento delle colonne di perforazione e l'analisi dei parametri significativi di perforazione. Dovranno altresì



## REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

### COMITATO ISTITUZIONALE DELL'AUTORITÀ DI BACINO

essere evidenziate la presenza di acque in pressione e non, e le relative profondità di intercettamento. Il foro dovrà poi essere attrezzato con idoneo tubo piezometrico che consenta il monitoraggio della falda.

#### **5. Piano di monitoraggio:**

In base ai risultati delle indagini, e anche se nessuna particolare anomalia dovesse essere messa in luce, andrà predisposto un piano di monitoraggio delle mutazioni planoaltimetriche dell'area mediante il posizionamento razionale di capisaldi di misura, in numero adeguato rispetto all'estensione dell'area e alle sue caratteristiche emerse dalle indagini. I capisaldi saranno battuti, con cadenza semestrale, mediante operazione di livellazione geometrica di alta precisione; le misure dovranno essere annotate in apposito registro reso costantemente disponibile presso la sede del latore la richiesta e trasmessi all'amministrazione locale ed all'autorità idraulica che operano nell'area per l'aggiornamento del sistema generale di monitoraggio. Le misure da effettuarsi saranno obbligatorie per almeno due anni dall'intervento; successivamente, in assenza di movimenti planoaltimetrici, andrà assicurata la conservazione e la manutenzione dei capisaldi e garantito l'accesso ai siti per un utilizzo dei punti di misura da parte degli organi tecnici della P.A.

Queste misurazioni locali andranno riferite, sempre mediante livellazione d'alta precisione e con cadenza annuale, alla rete di monitoraggio generale una volta che questa sia stata realizzata.

Le indagini andranno concentrate in prossimità degli elementi sensibili e delle vie di accesso al lotto.

*Solo in particolari condizioni geologico morfologiche documentate si potranno escludere, con opportuna motivazione, alcune delle indagini specialistiche sopra elencate.*



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

COMITATO ISTITUZIONALE DELL'AUTORITÀ DI BACINO

## PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

### Relazione di sintesi

Relazione conclusiva con la sintesi delle operazioni effettuate.

Risultati conseguiti interfacciando i dati delle diverse metodologie d'indagine indirette con quelli dell'indagine geognostica.

Prime indicazioni sul monitoraggio e prescrizioni per il proseguimento dello stesso.

Compatibilità degli interventi da realizzarsi in funzione della situazione ritrovata con eventuali indicazioni sulle misure di salvaguardia da porre in essere.

La relazione dovrà comunque contenere almeno:

- carta del rilievo di superficie con le ubicazioni delle indagini effettuate e del reticolo di monitoraggio.
- stratigrafie dei sondaggi e sezioni stratigrafiche sui sondaggi
- carte (sezioni orizzontali e verticali) illustranti le risultanze delle indagini geofisiche specialistiche
- carta (planimetria e sezioni) con la delimitazione delle zone a rischio *sinkhole*;
- planimetria generale e di dettaglio degli interventi da realizzarsi con le opere di salvaguardia previste.

A cura del Servizio del Genio Civile di Cagliari