

Su proposta dell'Assessore all'Ambiente;

VISTA la Legge Regionale n. 25 del 20 novembre 2001 in materia di programmazione, bilancio e contabilità;

VISTA la legge regionale 11 aprile 1985 n.37 – istitutiva del servizio di protezione civile nella Regione Lazio;

VISTA la legge 24 febbraio 1992, n.225 – istitutiva del servizio nazionale della protezione civile;

VISTA la legge 8 giugno 1990, n.142 – Ordinamento delle Autonomie Locali;

VISTA la legge 10 aprile 1991 n.15 che apporta integrazioni alla sopracitata legge regionale n.37/85;

Viste le deliberazioni di Giunta Regionale nn.:

- 2876/98 con la quale è stata approvata la costituzione dei dipartimenti e ne sono state individuate le funzioni;

- 495/99 con la quale sono state specificate le attribuzioni ed i compiti connessi alla direzione dei dipartimenti;

Vista la legge regionale 18 febbraio 2002, n. 6 recante la “disciplina del sistema organizzativo della Giunta e del Consiglio e disposizioni relative alla dirigenza ed al personale regionale”;

Visto l'art. 40 della citata l.r. 6/2002 la quale dispone che “a decorrere dalla data di entrata in vigore della presente legge, le disposizioni previgenti che conferiscono agli organi di governo l'adozione di atti di gestione e di atti o provvedimenti amministrativi di cui all'art. 4, comma 3, si intendono nel senso che la relativa competenza spetta ai dirigenti.”;

VISTO, inoltre l'art 42 della citata l.r. 6/2002 che dispone che i dipartimenti regionali assumono la denominazione di “direzioni regionali”

VISTA la Legge 2 febbraio 1974 n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche";

VISTO l'art. 13 della Legge 2 febbraio 1974 n.64;

VISTO l'art.20 della Legge 10 dicembre 1981 n.781;

VISTA la Legge 9 luglio 1908 n. 445 relativa agli abitati da consolidare o trasferire;

VISTA il D.M. LL.PP. 11 marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e successive integrazioni e modifiche;

VISTA la deliberazione n. 2649 del 18-05-1999 "Linee guida e documentazione per l'indagine geologica e vegetazionale. Estensione dell'applicabilità della legge 2 febbraio 1974, n. 64" e successive modifiche ed integrazioni;

VISTA la legge regionale 1 luglio 1996 n.25 inerente le norme sulla dirigenza e sulla organizzazione regionale;

VISTA la legge regionale 7 giugno 1999 n.6 "accelerazione delle procedure relative alla attività contrattuale ed all'esercizio dei poteri di spesa";

CONSIDERATA l'importanza dell'indagine geologica in sede di formazione degli strumenti urbanistici finalizzata alla compatibilità geomorfologica, al contenimento del dissesto idrogeologico e alla tutela della pubblica incolumità;

PRESO ATTO che nella regione, le aree indiziate da rischio sinkhole sono numerose e di vasta estensione;

VISTA LA NECESSITA' di fissare gli accertamenti minimali da effettuare sulle zone indiziate da sinkhole ai fini del rilascio del parere regionale di cui alla citata deliberazione n. 2649/99 per non penalizzare vaste aree del territorio regionale a causa della carenza degli studi e delle ricerche effettuate;

PRESO ATTO della relazione predisposta dal Geologo Dott. Francesco Nolasco, che forma parte integrante della presente deliberazione, nella quale sono rappresentati i rischi connessi al fenomeno sinkhole nonché gli studi effettuati al fine di impostare una metodologia di indagine finalizzata alla individuazione delle eventuali cavità ipogee;

VISTO il sistema di indagini integrate in essa contenuto;

all'unanimità

DELIBERA

DI APPROVARE la citata relazione, che forma parte integrante della presente deliberazione;

DI APPROVARE la seguente normativa tecnica di indagini, a supporto del parere di cui alla deliberazione n. 2649/99 per le aree interessate da edificazioni ricomprese in quelle indiziate di rischio sinkhole:

nelle aree indiziate, dovranno essere condotti i seguenti studi ed accertamenti:

1. Indagini geofisiche:

- almeno 2 SEV con AB=3000 m;
- rettangoli di resistività con AB idoneo alla situazione locale.

Nelle zone che hanno evidenziato anomalie elettriche, si procederà con le seguenti ulteriori indagini:

- tomografia elettrica dipolare nelle configurazioni e con i passi ritenuti più idonei in relazione ai risultati ottenuti dalle indagini precedenti;

- stazioni microgravimetriche con una densità utile determinata sulla base dei risultati ottenuti dalle indagini precedenti;

Le misure microgravimetriche devono essere effettuate a circuiti chiusi per il controllo della deriva strumentale, che non deve superare i 10 microGal l'ora; la lettura al gravimetro per ogni stazione deve essere ripetuta con circuiti diversi. La precisione delle misure deve essere ± 5 microGal. L'ubicazione delle stazioni deve avere una precisione di ± 5 cm e la precisione sulla quota di ± 1.0 cm. La correzione topografica deve essere estesa a non meno di 29 km e deve essere calcolata con particolare riguardo per le zone circostanti ogni stazione.

2. Geognostiche

- Un numero idoneo di perforazioni a carotaggio continuo, comunque non inferiore a tre, fino alla profondità ritenuta utile alla taratura dei dati dei rilievi geofisici e per la verifica delle stratigrafie esistenti.

Al termine delle indagini geofisiche e geognostiche gli studi possono ritenersi conclusi in assenza di anomalie elettriche e gravimetriche imputabili a presenze di cavità.

In presenza di cavità nel sottosuolo, al fine di determinare l'evoluzione e il grado di pericolosità del fenomeno, dovranno essere eseguite indagini:

3. Idrogeologiche e geochimiche

- Situazione idrogeologica del contesto in cui si opera;
- campionamento ed analisi chimico-fisiche di alcuni punti d'acqua utili per la caratterizzazione di quelle di falda;
- prelievi di gas dal suolo e relative analisi, in numero idoneo e proporzionato alla superficie da investigare

PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

Geoelettrica

- pseudosezioni e sezioni interpretative ottenute dai dati sperimentali;
- i modelli di inversione ottenute con programmi commerciali;
- i modelli di inversione bidimensionale con l'indicazione della distribuzione dei terreni presenti entro la profondità di indagine e le loro resistività vere;
- i modelli di inversione tridimensionali con l'indicazione delle dimensioni e profondità dell'eventuale anomalia elettrica riconducibile ad una cavità ipogea;
- le carte della distribuzione delle resistività apparenti a diverse profondità.

Microgravimetria

- la carta delle Anomalie di Bouguer e relativo tabulato delle stazioni microgravimetriche;
- carte delle anomalie gravimetriche del Campo Regionale del 1° e del 2° ordine e delle Anomalie Residue di ordine n-1 e n-2;
- la carta dei Gradienti Gravimetrici Orizzontali delle Anomalie Residue di ordine n-1 e n-2;
- modelli bi- e tridimensionali delle anomalie gravimetriche riconducibili a cavità o a zone con carenza di massa nel sottosuolo;
- carta con la delimitazione delle zone con carenza di massa nel sottosuolo.

Geognostica

- stratigrafie ed ubicazioni dei sondaggi di taratura.

Idrogeologia

- le tabelle riassuntive dei dati dei punti d'acqua censiti;
- la carta idrogeologica di una superficie significativa per inquadrare la situazione generale;

- stazioni microgravimetriche con una densità utile determinata sulla base dei risultati ottenuti dalle indagini precedenti;

Le misure microgravimetriche devono essere effettuate a circuiti chiusi per il controllo della deriva strumentale, che non deve superare i 10 microGal l'ora; la lettura al gravimetro per ogni stazione deve essere ripetuta con circuiti diversi. La precisione delle misure deve essere ± 5 microGal. L'ubicazione delle stazioni deve avere una precisione di ± 5 cm e la precisione sulla quota di ± 1.0 cm. La correzione topografica deve essere estesa a non meno di 29 km e deve essere calcolata con particolare riguardo per le zone circostanti ogni stazione.

2. Geognostiche

- Un numero idoneo di perforazioni a carotaggio continuo, comunque non inferiore a tre, fino alla profondità ritenuta utile alla taratura dei dati dei rilievi geofisici e per la verifica delle stratigrafie esistenti.

Al termine delle indagini geofisiche e geognostiche gli studi possono ritenersi conclusi in assenza di anomalie elettriche e gravimetriche imputabili a presenze di cavità.

In presenza di cavità nel sottosuolo, al fine di determinare l'evoluzione e il grado di pericolosità del fenomeno, dovranno essere eseguite indagini:

3. Idrogeologiche e geochemiche

- Situazione idrogeologica del contesto in cui si opera;
- campionamento ed analisi chimico-fisiche di alcuni punti d'acqua utili per la caratterizzazione di quelle di falda;
- prelievi di gas dal suolo e relative analisi, in numero idoneo e proporzionato alla superficie da investigare

PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

Geoelettrica

- pseudosezioni e sezioni interpretative ottenute dai dati sperimentali;
- i modelli di inversione ottenute con programmi commerciali;
- i modelli di inversione bidimensionale con l'indicazione della distribuzione dei terreni presenti entro la profondità di indagine e le loro resistività vere;
- i modelli di inversione tridimensionali con l'indicazione delle dimensioni e profondità dell'eventuale anomalia elettrica riconducibile ad una cavità ipogea;
- le carte della distribuzione delle resistività apparenti a diverse profondità.

Microgravimetria

- la carta delle Anomalie di Bouguer e relativo tabulato delle stazioni microgravimetriche;
- carte delle anomalie gravimetriche del Campo Regionale del 1° e del 2° ordine e delle Anomalie Residue di ordine n-1 e n-2;
- la carta dei Gradienti Gravimetrici Orizzontali delle Anomalie Residue di ordine n-1 e n-2;
- modelli bi- e tridimensionali delle anomalie gravimetriche riconducibili a cavità o a zone con carenza di massa nel sottosuolo;
- carta con la delimitazione delle zone con carenza di massa nel sottosuolo.

Geognostica

- stratigrafie ed ubicazioni dei sondaggi di taratura.

Idrogeologia

- le tabelle riassuntive dei dati dei punti d'acqua censiti;
- la carta idrogeologica di una superficie significativa per inquadrare la situazione generale;

- se possibile, per l'area in esame, rappresentazione grafica della durezza totale, del pH, delle temperature, della conducibilità, del grado di saturazione dei carbonati, della pressione parziale della CO₂.

Gas nel suolo

- la carta dei punti di prelievo dei gas dal suolo e le tabelle con i risultati delle analisi effettuate;
- i grafici della probabilità cumulata delle specie gassose più significative (CO₂, radon, elio, metano);
- rappresentazione planimetrica della distribuzione dei gas nell'area in esame.

Relazione di sintesi

Relazione conclusiva con la sintesi delle operazioni effettuate, i risultati conseguiti e, incrociando i dati delle diverse metodologie d'indagine, le conclusioni cui si è pervenuti circa la presenza di sinkhole nell'area indagata. La relazione dovrà comunque contenere:

- *la carta con la delimitazione delle zone a rischio sinkhole*
- *la carta dell'idoneità territoriale in riferimento al rischio sinkhole.*

Gli accertamenti di cui sopra, dovranno essere attestati da professionisti specializzati, il cui curriculum comprovi la loro esperienza nel campo della ricerca applicata alla individuazione di sinkhole, ed iscritti ai competenti ordini professionali.

Gli Uffici regionali preposti al rilascio del parere geologico potranno chiedere integrazioni una sola volta.

I comuni che ad oggi hanno acquisito parere contrario ai sensi della deliberazione n. 2649/99 su aree indiziate di sinkhole, possono richiedere, previo espletamento delle indagini di cui sopra, nuovo parere.

Gli oneri derivanti dagli accertamenti specializzati, possono anche essere a carico di privati interessati all'esecuzione di piani particolareggiati, lottizzazioni, piani di zona, realizzazione di infrastrutture e quanto altro.

I comuni potranno inoltrare richiesta alla Regione Lazio per un contributo pari al 50% se gli accertamenti si riferiscono ad opere di interesse pubblico.

La Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile, provvederà agli adempimenti connessi con l'attuazione di quanto riportato nella presente deliberazione.

La presente deliberazione sarà pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Lazio.

**Integrazione alla D.G.R. n. 2649 del 18 maggio 1999.
Normativa tecnica per l'edificazione nelle zone a rischio sinkhole**

Relazione

Improvvisi sprofondamenti del terreno, noti col sinkhole, si verificano in alcune zone della regione Lazio.

I crolli avvengono per il cedimento della volta di cavità localizzate nel sottosuolo a breve profondità, che si formano per la concomitante azione di diversi fattori fra cui le condizioni litostratigrafiche del sottosuolo, la situazione tettonica locale, la presenza di acque aggressive, la circolazione di gas di provenienza endogena. La causa scatenante può essere attribuita all'assottigliamento della volta fino al crollo, ad un evento sismico, ad una sollecitazione esterna come l'aumento di peso sulla volta.

Il fenomeno, anche se per frequenza e per cadenze temporali sporadicamente punteggia il territorio regionale, assume tuttavia una notevole importanza specie quando le zone indiziate sono localizzate in aree urbanizzate o interessate da future espansioni. Le superfici che possono essere interessate è la più varia possibile in quanto si passa da situazioni puntuali, dell'ordine di qualche decina di metri, ad estensioni rilevanti che coinvolgono diversi kmq. Gli esempi di sinkhole più recenti relativi a fenomeni isolati sono quelli avvenuti nell'alveo del Velino (Posta-Ri) e a Marcellina (Rm), quelli che insistono su grandi estensioni areali si sono verificati a Doganella di Ninfa (Sonnino-Lt), San Vittorino (Castel S. Angelo-Ri), Altipiani di Arcinazzo (Arcinazzo Romano-Rm). Anche una vastissima area compresa nei comuni di Guidonia e di Tivoli, a cavallo della pianura delle Acque Albule, interessata da tremori e da boati percepiti nel corso del 2001 e da sinkhole storici, è fortemente indiziata.

E' evidente che il fenomeno oltre a rappresentare un rischio per i cittadini, le abitazioni e le infrastrutture che potrebbero essere coinvolte nei crolli, è anche un elemento di grande incertezza nell'uso del suolo. In particolare assume rilevanza nella programmazione degli strumenti urbanistici qualora vengono interessate zone che si collocano fra quelle a rischio sinkhole. Per cui in assenza di una approfondita conoscenza del territorio si rischia di penalizzare vaste aree e inibirle a qualsiasi forma di sviluppo di tipo industriale, turistico, residenziale, infrastrutturale e quanto altro. E' quindi indispensabile acquisire elementi di certezza per consentire alle amministrazioni locali un'appropriata programmazione territoriale e contestualmente assicurare gli utilizzatori dell'assoluta mancanza di rischio connesso al fenomeno sinkhole attraverso preventive indagini finalizzate.

La Regione Lazio è già intervenuta con alcuni provvedimenti di prevenzione che hanno portato al blocco per motivi di sicurezza di alcune zone (1992 - Delimitazione delle aree a rischio nella Piana di S. Vittorino e D.G.R. del 12 novembre 1996 n. 8989).

Contemporaneamente ha impostato e portato avanti una serie di studi e ricerche specifiche, finalizzate alla individuazione delle zone a rischio sinkhole, che nel tempo si sono sempre più specializzate, e che hanno raggiunto l'obiettivo di mettere a punto una metodologia per la localizzazione delle cavità nel sottosuolo.

In particolare le ricerche effettuate, coordinate dalla Regione ed eseguite dall'Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Dipartimento di Scienze della Terra, sono relative a:

1998 – Prospezioni geofisiche di dettaglio di una zona sita nella piana del F. Velino nel Comune di Castel s. Angelo (Ri) allo scopo di identificare e circoscrivere le aree soggette a rischio di crollo per la presenza di cavità ipogee.

2000 – Prospezioni geofisiche di verifica in una zona sita nella Piana del Fiume Velino nel Comune di S. Angelo (Ri)

2001 – Piana di S. Vittorino – Castel S. Angelo (Rieti): studi preliminari per l'individuazione di precursori di rischio e sistemi di monitoraggio

2001 – Prospezioni geofisiche, studio idrogeologico, analisi di gas e di acque nella Piana di S. Vittorino (Ri)

2001 – Studio idrogeologico dell'area compresa tra il F. Velino e le pendici del M. Paterno, nel comune di Castel S. Angelo

2001 – Indagini geofisiche nel F. Velino presso Posta (Ri)

2001 – Indagini geofisiche in Comune di Guidonia

2002 – Ricerca di eventuali cavità sotterranee in località Altipiani di Arcinazzo

Il sistema di indagini integrate, ormai collaudato, dà certezza sulla presenza o meno di cavità nel sottosuolo investigato e quindi della propensione al fenomeno sinkhole.

Per cui, mediante studi approfonditi basati su questa metodologia, è possibile accertare la reale presenza di aree a rischio di collasso e delimitarle, evitando così di operare nell'incertezza o di bloccare indiscriminatamente vaste aree regionali solo perchè indiziate.

Per fornire un metro di misura della rilevanza del fenomeno, di seguito si riportano le zone indiziate più significative suddivise per provincia:

- provincia di Latina: fascia di territorio della Piana Pontina ai piedi dei Monti Lepini. Comuni interessati: Cisterna di Latina, Norma, Latina, Sermoneta, Sezze, Priverno, Pontinia e Sonnino;
- provincia di Roma: territori dei comuni di Tivoli e Guidonia compresi nella zona di pianura, di Arcinazzo Romano in località Altipiani di Arcinazzo;
- nella provincia di Frosinone: territori di Piglio e Trevi nel Lazio nella zona di Altipiani di Arcinazzo;
- nella provincia di Rieti: territori compresi nei comuni di Castel S. Angelo e Cittaducale in località Piana di S. Vittorino.

Si ritiene pertanto che studi e ricerche effettuate secondo la metodologia già sperimentata possano offrire le indispensabili garanzie per interventi in sicurezza anche su territori inclusi fra quelli a rischio sinkhole. Sicchè, per dotare gli strumenti urbanistici generali e particolareggiati del necessario supporto tecnico conoscitivo, i territori indiziati di rischio sinkhole possono essere oggetto di indagini specifiche al fine di determinare l'idoneità o meno delle aree alle previsioni di piano.

Tali indagini, basate principalmente sulla geofisica applicata, dovranno fornire indicazioni sia sulla presenza, dimensioni e profondità di eventuali cavità ipogee, che, se possibile, sulla profondità del substrato carbonatico.

Queste ricerche, previste in progressione, dovranno, se necessario, essere affiancate da un'indagine idrogeologica della zona, supportata da analisi chimico-fisiche delle acque di falda e da prospezioni per la determinazione delle concentrazioni dei gas nel suolo e in particolare di CO₂, He, H₂S, Rn e metano.

Comunque gli accertamenti di cui sopra non suppliscono le indagini geognostiche e geotecniche utili all'individuazione delle migliori tipologie fondali ed al loro

dimensionamento, ma possono essere considerate un valido ausilio per definire l'andamento delle diverse litologie riscontrate.

Ciò premesso, per determinare le zone a rischio sinkhole, nelle aree indiziate, dovranno essere condotti i seguenti studi ed accertamenti:

1. Indagini geofisiche:

- Almeno 2 SEV con $AB=3000$ m;
- rettangoli di resistività con AB idoneo alla situazione locale.

Nelle zone che hanno evidenziato anomalie elettriche, si procederà con le seguenti ulteriori indagini:

- tomografia elettrica dipolare nelle configurazioni e con i passi ritenuti più idonei in relazione ai risultati ottenuti dalle indagini precedenti;
- stazioni microgravimetriche con una densità utile determinata sulla base dei risultati ottenuti dalle indagini precedenti;

Le misure microgravimetriche devono essere effettuate a circuiti chiusi per il controllo della deriva strumentale, che non deve superare i 10 microGal l'ora; la lettura al gravimetro per ogni stazione deve essere ripetuta con circuiti diversi. La precisione delle misure deve essere ± 5 microGal. L'ubicazione delle stazioni deve avere una precisione di ± 5 cm e la precisione sulla quota di ± 1.0 cm. La correzione topografica deve essere estesa a non meno di 29 km e deve essere calcolata con particolare riguardo per le zone circostanti ogni stazione.

2. Geognostiche

- Un numero idoneo di perforazioni a carotaggio continuo, comunque non inferiore a tre, fino alla profondità ritenuta utile alla taratura dei dati dei rilievi geofisici e per la verifica delle stratigrafie esistenti.

Al termine delle indagini geofisiche e geognostiche, gli studi possono ritenersi conclusi in assenza di anomalie elettriche e gravimetriche imputabili a presenze di cavità.

In presenza di cavità nel sottosuolo, al fine di determinare l'evoluzione e il grado di pericolosità del fenomeno, dovranno essere eseguite indagini:

3. Idrogeologiche e geochimiche

- Situazione idrogeologica del contesto in cui si opera;
- campionamento ed analisi chimico-fisiche di alcuni punti d'acqua utili per la caratterizzazione di quelle di falda;
- prelievi di gas dal suolo e relative analisi, in numero idoneo e proporzionato alla superficie da investigare

PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

Geolettrica

- pseudosezioni e sezioni interpretative ottenute dai dati sperimentali;
- i modelli di inversione ottenute con programmi commerciali;
- i modelli di inversione bidimensionale con l'indicazione della distribuzione dei terreni presenti entro la profondità di indagine e le loro resistività vere;

- i modelli di inversione tridimensionali con l'indicazione delle dimensioni e profondità dell'eventuale anomalia elettrica riconducibile ad una cavità ipogea;
- le carte della distribuzione delle resistività apparenti a diverse profondità.

Microgravimetria

- la carta delle Anomalie di Bouguer e relativo tabulato delle stazioni microgravimetriche;
- carte delle anomalie gravimetriche del Campo Regionale del 1° e del 2° ordine e delle Anomalie Residue di ordine n-1 e n-2;
- la carta dei Gradienti Gravimetrici Orizzontali delle Anomalie Residue di ordine n-1 e n-2;
- modelli bi -- e tridimensionali delle anomalie gravimetriche riconducibili a cavità o a zone con carenza di massa nel sottosuolo;
- carta con la delimitazione delle zone con carenza di massa nel sottosuolo.

Geognostica

- stratigrafie ed ubicazioni dei sondaggi di taratura.

Idrogeologia

- le tabelle riassuntive dei dati dei punti d'acqua censiti;
- la carta idrogeologica di una superficie significativa per inquadrare la situazione generale;
- se possibile, per l'area in esame, rappresentazione grafica della durezza totale, del pH, delle temperature, della conducibilità, del grado di saturazione dei carbonati, della pressione parziale della CO₂.

Gas nel suolo

- la carta dei punti di prelievo dei gas dal suolo e le tabelle con i risultati delle analisi effettuate;
- i grafici della probabilità cumulata delle specie gassose più significative (CO₂, radon, elio, metano);
- rappresentazione planimetrica della distribuzione dei gas nell'area in esame.

Relazione di sintesi

Relazione conclusiva con la sintesi delle operazioni effettuate, i risultati conseguiti e, incrociando i dati delle diverse metodologie d'indagine, le conclusioni cui si è pervenuti circa la presenza di sinkhole nell'area indagata. La relazione dovrà comunque contenere:

- *la carta con la delimitazione delle zone a rischio sinkhole*
- *la carta dell'idoneità territoriale in riferimento al rischio sinkhole.*

Gli accertamenti di cui sopra, dovranno essere attestati da professionisti specializzati, il cui curriculum comprovi la loro esperienza nel campo della ricerca applicata alla individuazione di cavità ipogee, ed iscritti ai competenti ordini professionali.

Dott. Francesco Nolasco

