



Settore III - Territorio

Nuovo Piano per Insediamenti Produttivi in Ampliamento

Progettisti:

ing. Flavio Mastropasqua

arch. Maria Gerolama Altomare

Rilievi in sito:

geom. Giuseppe Introna

Geologo:

dott. Mauro Palombella

Redattore Relazione Preliminare Ambientale:

ing. Michele de Pinto

Responsabile Unico del Procedimento

ing. Alessandro Binetti

Tecnico del Settore Territorio:

geom. Luciano Mezzina

Supporto Ufficio di Pianificazione:

ing. Mario Emilio de Gennaro

geom. Alessandro de Robertis

Relazione sul rischio da gas radon

Marzo 2020

l'Assessore all'Urbanistica

Pietro Mastropasqua

il Sindaco

Tommaso Minervini

Il territorio in cui ricadono le aree oggetto del nuovo Piano per Insediamenti Produttivi in Ampliamento è costituito da un potente basamento calcareo cretaceo riferibile al gruppo dei Calcari delle Murge.

La formazione più antica che affiora nell'area è il calcare di Bari.

La roccia calcarea può essere soggetta a fenomeni più o meno estesi di alterazione carsica sviluppatasi in corrispondenza di accidenti strutturali di vario genere che favoriscono una più rapida dissoluzione delle rocce ad opera delle acque di circolazione sia sotterranea che superficiali.

La successione cretacea forma una estesa struttura monoclinale interessata da una tettonica di tipo plicativo (pieghe blande) e disgiuntivo (faglie dirette).

Le aree oggetto di pianificazione si trovano fra la "Lama Calamita" che più a valle assume il nome di "Lama Marcinase", la "Lama Scorbeto" e la "Lama del Pulo". Le lame sono dei solchi erosivi presumibilmente originatisi lungo discontinuità strutturali.

Il territorio in esame, sotto l'aspetto idrogeologico, appartiene alla cosiddetta "*Idrostruttura delle Murge*", isolata dalle altre idrostrutture presenti nella Regione Puglia. Essa costituisce un vasto e potente serbatoio, sede della falda idrica profonda, in cui si accumulano le acque sotterranee, occupando gli orizzonti più fratturati e carsificati che conferiscono all'ammasso una permeabilità "per carsismo" o "in grande".

L'acquifero Murgiano è caratterizzato da una permeabilità d'insieme piuttosto bassa estremamente variabile sia in senso verticale sia orizzontale con valori compresi tra 10^{-2} e 10^{-5} cm/s.

La falda idrica profonda è sostenuta dall'acqua marina di ingressione e la separazione tra i due corpi idrici è costituita da un'interfaccia (zona di transizione) avente uno spessore molto variabile.

Nel caso specifico, nel territorio oggetto di indagine la situazione idrogeologica è piuttosto complessa e si può così schematizzare: la parte più profonda della falda è costituita da acqua marina di ingressione continentale, essa è presente in tutto il basamento calcareo dell'intera Murgia; il pelo libero di questa "falda salata" si deprime man mano che si addentra nel basamento roccioso con un gradiente medio di circa 15 metri per ogni Km di distanza dalla linea di costa.

Tale falda salata rappresenta il substrato su cui "galleggia" la falda dolce di origine meteorica, che si infiltra in profondità nel basamento roccioso finché non incontra la falda salata sopra la quale si ferma essendo meno densa.

Lo spessore della falda dolce è variabile in rapporto alla piovosità, al periodo dell'anno nel quale si fanno le rilevazioni, e all'eventuale emungimento; anche la distanza dalla linea di costa entra in gioco

a determinare lo spessore della falda dolce ed infatti tale spessore è inversamente proporzionale alla distanza dal mare.

L'interfaccia acqua dolce - acqua salata in uno stesso luogo è variabile in rapporto allo spessore della falda dolce soprastante, infatti più è spessa la falda dolce più profonda è la posizione di tale interfaccia.

La determinazione sperimentale della Conducibilità Idraulica dei suoli è stata sempre estremamente complessa; il valore di Coefficiente di Permeabilità (K) è risultato affetto da errori di alcuni ordini di grandezza, imputabili alla disomogeneità stratigrafica e granulometrica dei litotipi.

In prossimità della costa le acque sotterranee circolano, generalmente, in condizioni freatiche all'interno della formazione carbonatica, sia a scala regionale sia nell'ambito del territorio di Molfetta.

Nella gran parte dell'area industriale, verso valle, il livello piezometrico della falda idrica si attesta di poco sopra il livello del mare, anche se non si può escludere la presenza di falde secondarie più superficiali. La falda è inclinata verso la linea di costa, dove il suo carico idraulico si annulla e si riversa in mare in forma, generalmente, diffusa.

Il modello geologico è stato desunto attraverso il rilevamento geologico di dettaglio della zona, oltre che dalla considerazione sulle caratteristiche elastiche dei terreni ottenute dai risultati delle indagini sismiche realizzate.

Al di sotto di uno spessore di circa 1,00 m di terreno vegetale, sono stati distinti tre livelli di rocce con caratteristiche geomeccaniche distinte, di seguito riportati:

TERRENO VEGETALE:

PRIMO LIVELLO: calcare molto fratturato;

SECONDO LIVELLO: calcare mediamente fratturato;

TERZO LIVELLO: calcare compatto.

Il **radon** è un elemento chimicamente inerte, in quanto gas nobile, naturalmente radioattivo, inodore e incolore a temperatura e pressione standard. Nonostante sia un gas nobile alcuni esperimenti indicano che il fluoro può reagire col radon e formare il difluoruro di radon.

Tale elemento è solubile in acqua e, poiché la sua concentrazione in atmosfera è in genere estremamente bassa, l'acqua naturale di superficie a contatto con l'atmosfera (sorgenti, fiumi, laghi...) lo rilascia in continuazione per volatilizzazione anche se generalmente in quantità molto limitate.

D'altra parte, l'acqua profonda delle falde, può presentare una elevata concentrazione di ^{222}Rn rispetto alle acque superficiali.

In Italia gli enti preposti alla misura del radon nelle abitazioni e nei luoghi chiusi sono le ARPA, a cui si può fare riferimento per adottare provvedimenti di bonifica nei casi di superamento dei limiti di legge.

Le principali fonti di inquinamento da radon all'interno degli ambienti confinati sono:

- a. il suolo
- b. i materiali da costruzione
- c. l'acqua

Il radon prodotto nel suolo è in grado di diffondersi fino ad arrivare in superficie.

Un terreno ghiaioso o una **roccia molto fratturata** (ricca di fessurazioni) consentirà al gas di muoversi con facilità attraverso gli strati rocciosi. Pertanto nell'area in esame è opportuno che la realizzazione dei nuovi edifici sia preceduta da **studi preliminari del suolo** e sottosuolo necessarie a dimostrare la bassa esposizione al gas radon.

Il radon è un gas radioattivo immesso nell'aria ambiente e proveniente dal decadimento dell'uranio presente nelle rocce, nel suolo e nei materiali da costruzione

Sino dall'approvazione del Piano Regionale radon e agli adeguamenti degli strumenti urbanistici comunali di cui all'articolo 2, comma 5, e salvo limiti di concentrazione più restrittivi previsti dalla Legislazione Nazionale, ovvero limiti specifici previsti per particolari attività di lavoro, per le nuove costruzioni, eccetto i vani tecnici isolati o a servizio di impianti a rete, il livello limite di riferimento per concentrazione di attività di gas radon in ambiente chiuso, e in tutti i locali dell'immobile interessato, non può superare **300 Bq/mc**, misurato con strumentazione passiva.

Il rilascio della certificazione di agibilità deve tener conto del livello limite per concentrazione consentito. Pertanto devono essere avviate su ogni locale della nuova costruzione le misurazioni del livello di concentrazione del Gas Radon, con le modalità previste nella Legge della Regione Puglia del 3 novembre 2016, n. 30.

La prevenzione dal gas radon inizia dalla progettazione dell'edificio, con particolare attenzione alla posizione e alla destinazione d'uso dei locali, alla scelta di materiali da costruzione impermeabili al radon, alla pianificazione dei passaggi di condotte dal terreno, all'isolamento termico, al sistema

d'aerazione, agli impianti di riscaldamento.

Si promuove la ventilazione globale dell'edificio, cercando di non prelevare aria direttamente dal terreno, evitare la formazione di depressioni, garantire un sufficiente flusso d'aria esterna nei bagni e cucine adottando aperture adeguate. In generale si può affermare che da una parte è fondamentale impermeabilizzare l'edificio al radon, dall'altra è importante favorire la ventilazione naturale del suolo. Se il radon proviene specialmente dal sottosuolo, le tecniche di riduzione devono mirare soprattutto a impedire o limitare l'ingresso di questo gas dal suolo.

A tale fine possono essere utilizzate tecniche quali la ventilazione dei vespai, la sigillatura di tutte le possibili vie di ingresso dalle pareti e dai solai a contatto con il terreno, l'aspirazione del gas dal suolo al di sotto dell'edificio.

La **ventilazione del vespaio** è realizzabile se l'edificio presenta un'intercapedine al di sotto della soletta dell'attacco a terra. La presenza di venti potrebbe aiutare a ventilare naturalmente il vespaio, diluendo il gas proveniente dal terreno, oppure è possibile utilizzare ventilatori che creano una pressione negativa o positiva al di sotto del solaio dell'edificio.

Per prevenire la presenza di radon durante la costruzione di un edificio è possibile anche inserire una barriera resistente ai gas quando si realizzano le parti a contatto con il terreno, oppure utilizzare particolari cementi che limitano il naturale ritiro che si verifica dopo ogni colata di cemento e la conseguente formazione di fessure nella fase di consolidamento.

Nel caso in esame, sarà necessario analizzare la situazione di partenza prima dell'effettiva progettazione dell'edificio riguardo al sito prescelto, al fine di verificare la concentrazione di radon.

I terreni di fondazione con delle crepe o molto permeabili sono comunque a rischio radon, anche se si trovano al di fuori delle aree riconosciute ad elevata concentrazione di tale gas.

Terreni argillosi in genere garantiscono una bassa concentrazione di radon. Se però durante lo scavo lo strato d'argilla viene perforato, il rischio radon può aumentare.

Normalmente per la realizzazione delle fondamenta e le mura nelle parti interrato, il cemento dà le maggiori garanzie di isolamento da radon e sono da preferire ai mattoni forati.

In zone a rischio radon si consiglia di realizzare la fondazione a platea in **cemento armato** (spessore ca. 30 cm) che ricopra tutta la superficie orizzontale dello scavo del corpo di fabbrica; di realizzare tutte le mura esterne (verticali) nella parte interrato in cemento armato (spessore ca. 30 cm),

prestando la massima attenzione alla congiunzione tra muro e platea (punto estremamente critico). Importante sarebbe anche evitare assolutamente di bucare la platea. Se questo non fosse possibile, si consiglia di isolare tutte le perforazioni (condotte di tubazioni, corrente elettrica ecc.) con materiali isolanti o flange elastiche. A proposito ricordiamo che il successo della prevenzione radon si basa soprattutto sulla scrupolosa esecuzione dei lavori di dettaglio. In aggiunta è possibile realizzare la fondazione a platea su di uno strato in cemento armato e fra questi posare uno strato isolante, quali membrane impermeabilizzanti in polimeri bituminosi plastificati o membrane di plastica.

Si raccomanda di sigillare con cura le giunzioni, incollare o saldare le membrane senza lasciare fessure, sigillare accuratamente tutti i punti di perforazione. Per l'impermeabilità al radon è essenziale l'assenza di fessure nella barriera impermeabile installata. In zone con concentrazioni di radon molto elevate può essere opportuno stendere aggiuntivamente uno strato di ghiaia.

Il rischio derivante da gas radon riguarda soprattutto ambienti a contatto diretto con il terreno; soprattutto in edifici costruiti su pendii, su materiale fratturato.

Garage o depositi sempre aperti, al piano terra o interrato, possono proteggere le stanze superiori dal radon. Questo vale in particolare per i cosiddetti vespai. Tutte le strategie che mirano a "separare" dal suolo i locali, contribuiscono a proteggere dal radon.

Qualsiasi parte dell'edificio penetri nel terreno, costituisce un potenziale punto d'infiltrazione di radon.

Le condotte dell'acqua e del gas, le condotte del gasolio da riscaldamento provenienti da serbatoi interrati, serbatoi per la raccolta dell'acqua piovana, ecc. andrebbero introdotte dalle pareti laterali e non dal pavimento, assicurando una buona ventilazione della tubazione in prossimità della costruzione (riempimento con ghiaia, lastre di drenaggio).

Lo stesso vale sostanzialmente anche per condutture di piccolo diametro, come cavi elettrici e d'antenna, che vanno sigillati con materiali elastici; il riempimento con terra dei canali di sterro scavati per le canalizzazioni spesso fungono da vero e proprio veicolo per l'ingresso del radon.

Il progetto delle fognature dovrebbe dunque prevedere il minimo indispensabile di condotte di scarico, possibilmente senza diramazioni ed isolamento o sfiato delle condutture.

L'aria presente nel sottosuolo, aria che trasporta il radon dal suolo, prima dell'edificazione è aria a

diretto contatto con l'esterno. Essa viene continuamente rinnovata e scambiata. Conviene pertanto, a seguito dell'edificazione, favorire questo scambio naturale collegando opportunamente lo strato (relativamente permeabile) al di sotto della piastra di fondazione con il materiale di riempimento laterale, altrettanto permeabile. In questo modo l'aria sotto l'edificio si rinnoverà più rapidamente e la concentrazione di radon diminuirà.

Molfetta, Marzo 2020

I Progettisti

Il Geologo