



RILEVANTI ACCUMULI ANOMALI DI CO₂ IN LOCALI SEMINTERRATI, INTERRATI E POCO AREATI

**Indicazioni utili per individuare
le misure idonee di prevenzione**

*Il contenuto di tale documento è da intendersi
indicativo e non esaustivo*

CAUSE PRINCIPALI DELL'ACCUMULO DI CO₂

Degassamento dal sottosuolo

- In zone con fenomeni di bradisismo, come nei Campi Flegrei o in altre aree vulcaniche attive o quiescenti, il suolo può rilasciare gas, tra cui CO₂, attraverso fratture o fessurazioni.
- Il CO₂, essendo più denso dell'aria, tende ad accumularsi negli ambienti bassi e poco ventilati, come cantine, garage e locali seminterrati/interrati.

Scarsa ventilazione

- Gli ambienti chiusi con limitato ricambio d'aria favoriscono l'accumulo di gas pesanti come il CO₂, soprattutto in assenza di sistemi di ventilazione meccanica.

Processi di decomposizione organica

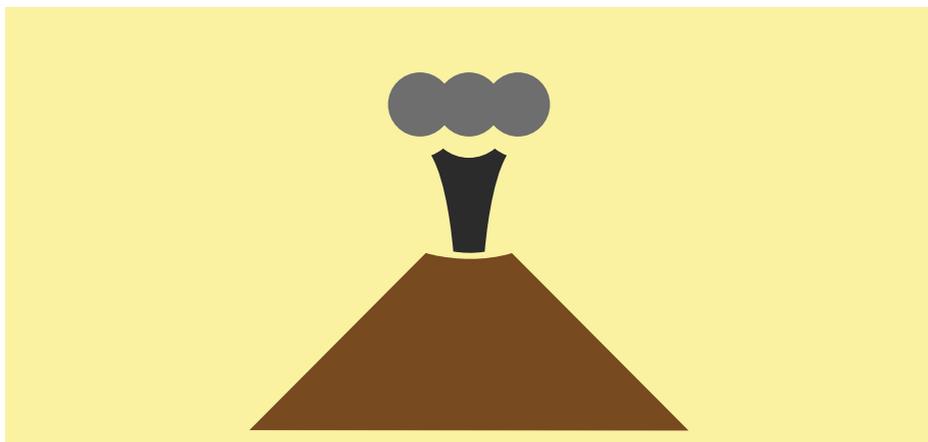
- In ambienti con elevata umidità e materiale organico in decomposizione (come legno, foglie o rifiuti organici), la produzione di CO₂ può aumentare.

Combustione incompleta

- Se nel locale sono presenti caldaie, stufe o generatori con combustione incompleta, possono contribuire alla produzione di CO₂ (oltre a CO, che è ancora più pericoloso).

Infiltrazioni da cavità sotterranee

- In alcune zone con grotte naturali o cavità sotterranee, il CO₂ può provenire da emissioni profonde e diffondersi in superficie.



STRATEGIE DI INTERVENTO NEI LOCALI SEMINTERRATI/INTERRATI

Monitoraggio della concentrazione di CO₂

- Installare sensori di gas in grado di rilevare concentrazioni anomale di CO₂ e allertare in caso di livelli pericolosi.

Migliorare la ventilazione

- **Ventilazione naturale:** Creare aperture o griglie di aerazione in punti strategici per favorire il ricambio d'aria.
- **Ventilazione forzata:** Installare ventilatori meccanici o estrattori d'aria per espellere il gas accumulato.

Isolamento e sigillatura delle fessure nel pavimento e nelle pareti

- Sigillare eventuali crepe o punti di ingresso attraverso cui il gas potrebbe infiltrarsi dal sottosuolo.

CONCLUSIONI

L'accumulo di CO₂ in locali seminterrati può essere un fenomeno pericoloso, soprattutto in zone a rischio di degassamento naturale. L'approccio migliore è una combinazione di **monitoraggio continuo, ventilazione efficace e isolamento delle infiltrazioni.**

CONSEGUENZE PRINCIPALI DELL'ACCUMULO DI CO₂

L'accumulo di anidride carbonica (CO₂) in ambienti chiusi può avere **gravi conseguenze sulla salute umana**, a seconda della concentrazione e della durata dell'esposizione. Essendo un gas incolore e inodore, il CO₂ può accumularsi senza che le persone se ne accorgano, aumentando il rischio di **asfissia**.

EFFETTI SULLA SALUTE IN BASE ALLA CONCENTRAZIONE DI CO₂

Le concentrazioni di CO₂ si misurano in parti per milione (ppm):

400–1000 ppm (normale)

- Livelli tipici dell'aria esterna e degli ambienti ben ventilati.
- Nessun effetto sulla salute.

1.000–2.000 ppm (moderatamente elevato)

- Sensazione di **sonnolenza** e affaticamento.
- Possibile mal di testa lieve.
- Riduzione della concentrazione e del rendimento cognitivo.

2.000–5.000 ppm (elevato, rischio moderato)

- **Mal di testa, vertigini, nausea.**
- Aumento della frequenza cardiaca e lieve dispnea.
- Sensazione di oppressione o disagio.
- Peggioramento della qualità del sonno.

5.000–10.000 ppm (molto elevato, rischio grave)

- **Intossicazione cronica da CO₂** con affaticamento marcato.
- **Difficoltà respiratoria** e sensazione di soffocamento.
- **Aumento della pressione intracranica** (cefalea intensa).
- **Alterazioni cognitive**, confusione mentale e ridotta capacità decisionale.

>10.000 ppm (pericoloso per la vita)

- **Perdita di coscienza e possibile coma.**
- **Ipossia** per ridotta disponibilità di ossigeno.
- **Convulsioni e arresto respiratorio** in esposizioni prolungate.

>100.000 ppm (10%) (letale)

- **Morte per asfissia** dovuta alla sostituzione dell'ossigeno con CO₂ nell'aria respirata.



COSA FARE IN CASO DI ESPOSIZIONE A LIVELLI ELEVATI DI CO₂?

1. **Allontanarsi immediatamente dall'area contaminata** e raggiungere un ambiente ventilato.
2. **Se si verificano sintomi gravi (confusione, difficoltà respiratoria, svenimento), chiamare i soccorsi.**
3. **Garantire la ventilazione dell'area** prima di rientrarvi.
4. **Utilizzare rilevatori di gas** in ambienti a rischio per monitorare i livelli di CO₂.

L'accumulo di CO₂ è un pericolo sottovalutato, ma in ambienti poco ventilati e in zone vulcaniche o soggette a bradisismo può rappresentare un rischio grave per la salute umana.

MISURE DI PREVENZIONE

Obiettivo: ridurre il rischio di accumulo di CO₂ e garantire un ambiente sicuro.

A. PROGETTAZIONE E MANUTENZIONE DELL'EDIFICIO

Ventilazione continua:

- Installare **sistemi di ventilazione meccanica forzata** per il ricambio costante dell'aria.
- Prevedere **estrattori d'aria automatici** nei locali seminterrati/interrati collegati ai sensori di CO₂.

B. MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Al fine di fornire ogni utile elemento in merito agli strumenti di rilevazione e alla normativa di riferimento, si riportano di seguito alcune indicazioni a riguardo, esemplificative e non esaustive.

Strumenti di Rilevazione CO₂:

- Dispositivi compatti con sensori a infrarossi (NDIR) per misurare la CO₂ in tempo reale.
- Dispositivi dotati di allarme acustico e visivo in caso di superamento delle soglie di sicurezza.
- Eventuale registrazione dati per analisi successive.

Sistemi Fissi di Monitoraggio:

- Da installare in locali seminterrati/interrati con sensori multipli per rilevare accumuli di CO₂;
- Possibilità di collegamento a sistemi di allarme centralizzati e ventilazione automatizzata;

Autorespiratori e Sistemi di Ventilazione:

- Autorespiratori a circuito chiuso o aperto, obbligatori per l'accesso in ambienti con alte concentrazioni di CO₂;
- Ventilatori mobili e estrattori d'aria per favorire il ricambio d'aria prima dell'ingresso

C. FORMAZIONE E PROCEDURE OPERATIVE

- **Informazione e formazione del personale potenzialmente esposto** sui rischi della CO₂ e sulle procedure di emergenza.
- **Protocolli di ventilazione manuale** (se possibile, garantire l'apertura di porte e finestre per migliorare il ricambio d'aria).

MISURE DI PROTEZIONE (IN CASO DI RILASCIO DI CO₂)

Se viene rilevato un accumulo di CO₂, bisogna attuare misure di protezione immediata:

A. EVACUAZIONE IMMEDIATA

- **Abbandonare i locali seminterrati o interrati** e portare il personale in zone aperte e ventilate.

B. VENTILAZIONE D'EMERGENZA

- Attivare **estrattori d'aria supplementari**, se presenti.
- Aprire **porte e finestre** per favorire il deflusso della CO₂.

C. PRIMO SOCCORSO

- **Allontanare immediatamente le persone esposte** da ambienti chiusi con alti livelli di CO₂.
- In caso di sintomi come **cefalea, vertigini, confusione, dispnea o perdita di coscienza**, chiamare il **118**.
- Nei casi più gravi, praticare supporto ventilatorio fino all'arrivo dei soccorsi.

D. INTERVENTO DELLE AUTORITÀ COMPETENTI

- **Vigili del Fuoco (115)** per la gestione dell'emergenza.

MISURE SPECIFICHE PER ZONE CON BRADISISMO

In aree con bradisismo attivo, il rischio di rilascio di CO₂ è maggiore e possono verificarsi variazioni improvvise nelle emissioni dal suolo. È quindi necessario adottare strategie aggiuntive:

- **Indagini geologiche periodiche** per monitorare le emissioni gassose nell'area.
- **Sistemi di ventilazione di emergenza** con alimentazione indipendente (generatori) per garantire il funzionamento anche in caso di crisi sismica.
- **Piani di emergenza** aggiornati con procedure specifiche per il rischio CO₂, integrati con i piani di protezione civile.

CONCLUSIONE

Per proteggere la popolazione ed i lavoratori delle aree interessate è essenziale:

- **Prevenire** l'accumulo di CO₂ con ventilazione e barriere geotecniche.
- **Monitorare** costantemente la qualità dell'aria con sensori.
- **Intervenire tempestivamente** in caso di rilevamento di CO₂, con evacuazione e primo soccorso.
- **Adottare misure specifiche** per il rischio geologico, in collaborazione con esperti del settore.

NORMATIVE SULLA SICUREZZA SUL LAVORO

L'esposizione alla CO₂ è regolamentata da diverse normative nazionali ed europee:

A. NORMATIVE SULLA SICUREZZA SUL LAVORO

D.Lgs. 81/2008 e ss.mm.ii. – Testo Unico sulla Sicurezza sul lavoro

- Obbligo di valutazione del rischio chimico e atmosferico nei luoghi di lavoro.
- Necessità di formazione specifica per lavoratori esposti a gas pericolosi.
- Previsione di DPI e procedure di emergenza.

B. LIMITE DI ESPOSIZIONE ALLA CO₂

Direttiva 2006/15/CE e TLV (Threshold Limit Value) ACGIH e ss.mm.ii.:

- 5.000 ppm (0,5%) – Limite di esposizione professionale (media ponderata su 8 ore)..
- 30.000 ppm (3,0%) – Breve esposizione tollerabile per pochi minuti.
- >100.000 ppm (10%) – Livello pericoloso per la vita, rischio di perdita di coscienza e morte.

C. NORMATIVE SPECIFICHE PER AMBIENTI CONFINATI

- **Norma UNI 11700:2018 e ss.mm.ii.:** definisce le procedure per operare in ambienti confinati e sospetti di inquinamento.
- **DPR 177/2011 e ss.mm.ii.:** regola i requisiti di sicurezza per le aziende che operano in spazi confinati.

CONCLUSIONE

Le soluzioni a lungo termine per prevenire l'accumulo di CO₂ nei locali seminterrati/interrati situati in zone soggette a bradisismo devono essere multidisciplinari e integrate. Un approccio efficace prevede:

- **Interventi strutturali** (ventilazione forzata, materiali impermeabili).
- **Monitoraggio costante** con sensori e allarmi automatici.