



FEDERCHIMICA
ASSOGASTECNICI

Associazione nazionale imprese gas tecnici,
speciali e medicinali

Training Package Assogastecnici

TP n. 02/2025

Atmosfere sopra e sottossigenate

Pacchetti Formativi per le principali
mansioni del settore dei gas industriali e medicinali

dicembre 2025

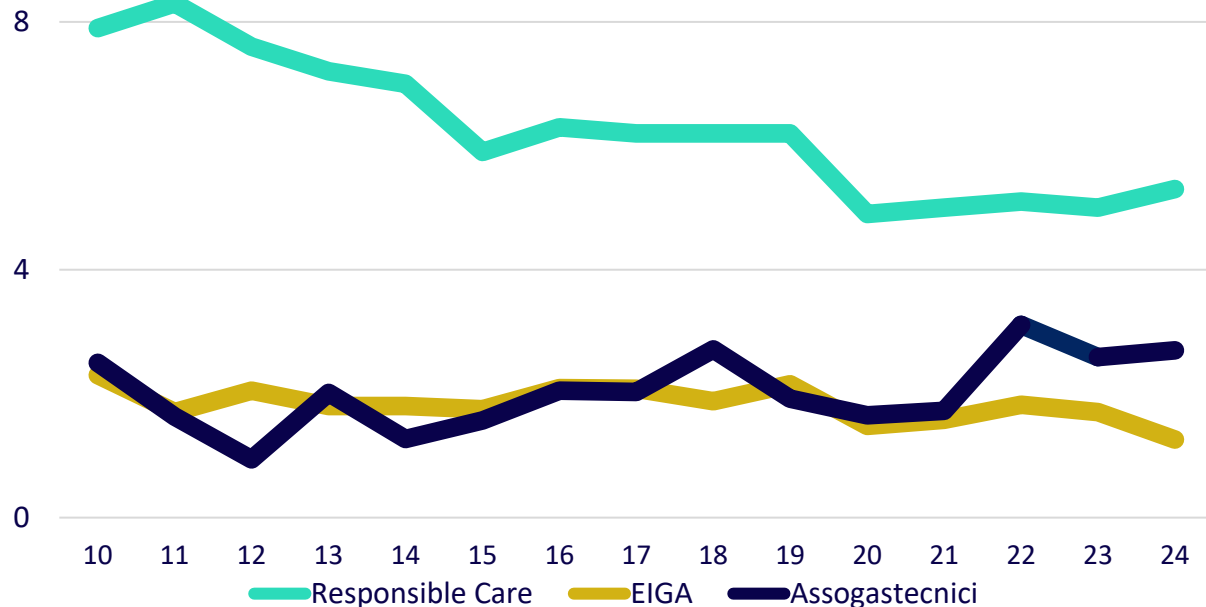
“ La
conoscenza
è il primo
passo verso
la sicurezza ”



Sicurezza sul lavoro

Frequenza infortuni

Numero di infortuni per milione di ore lavorate



70%

Oltre il 70% del fenomeno infortunistico è correlato al comportamento delle persone e alla loro percezione del rischio.



FEDERCHIMICA
ASSOGASTECNICI

Associazione nazionale imprese gas tecnici,
speciali e medicinali

Atmosfere sovraossigenate

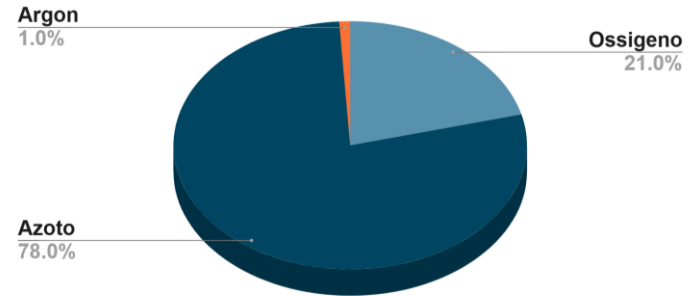
Atmosfera sovraossigenata

La concentrazione di ossigeno nell'aria è normalmente considerata circa al 21%.

Quando si supera la soglia del 23,5% l'atmosfera è considerata sovraossigenata.

Composizione dell'aria atmosferica

- I gas che compongono l'aria atmosferica non sono tossici ma la variazione delle loro relative concentrazioni interviene sui processi respiratori e sulla combustione
- É indispensabile che l'atmosfera che si respira contenga ossigeno in quantità sufficiente
- L'ossigeno non è infiammabile ma alimenta la combustione, l'azoto e argon sono invece inerti



Proprietà dell'Ossigeno

- Formula : O_2
- Gas incolore, inodore e insapore a temperatura ambiente
- Liquido a $-183^{\circ}C$
- Non è infiammabile ma sostiene la combustione (gas comburente)
- È più pesante dell'aria

L'aria arricchita in ossigeno
**NON PUO' ESSERE
AVVERTITA DAI SENSI
UMANI**



Proprietà dell'Ossigeno

L'Ossigeno è più pesante dell'aria.

L'Ossigeno può essere presente in quantità rilevanti (es. impianti frazionamento aria, impianti di riempimento bombole).

Essendo più pesante dell'aria, in caso di perdite l'ossigeno si può **accumulare** negli strati più bassi ed in prossimità di:

- fosse, pozzetti
- locali sotterranei
- aree confinate interrate
- fognature



Proprietà dell'Ossigeno

L'Ossigeno alimenta la combustione

- Non è infiammabile ma alimenta la combustione.
- Molti materiali bruciano più violentemente e talvolta esplodono in presenza di ossigeno
- All'aumentare della concentrazione di ossigeno in aria aumenta anche il rischio di incendio.
- **Con concentrazioni superiori al 23,5 % in aria la situazione diventa pericolosa a causa dell'accresciuto pericolo di incendio.**

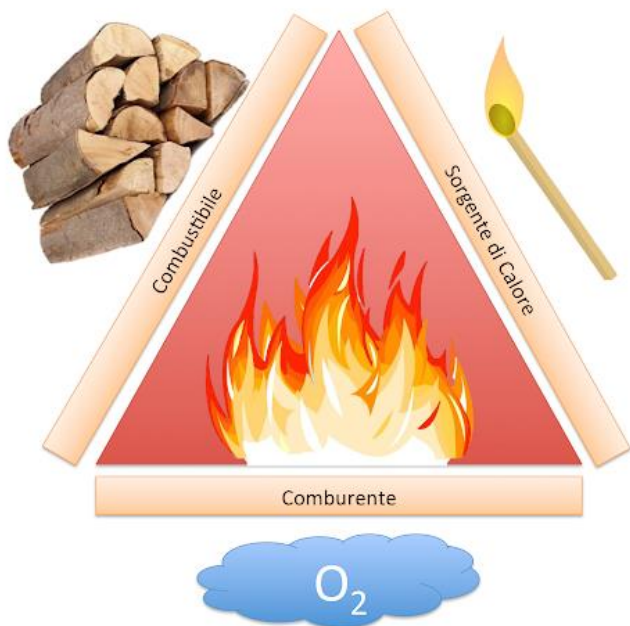


Cosa succede se si fuma in presenza di atmosfera sovraossigenata?



Condizioni necessarie per un incendio

Triangolo di infiammabilità



COMBUSTIBILE

qualunque sostanza che possa subire un processo di combustione (ossidazione veloce con forte sviluppo di calore) Il combustibile normalmente può essere liquido (benzina, alcool, etc.), solido (carta, legno, etc.) e gassoso (metano, gpl, etc.)

COMBURENTE

sostanza che fornisce la possibilità al combustibile di bruciare: normalmente è l'ossigeno contenuto nell'aria.

SORGENTE DI INNESCO

sorgente di calore in grado di sviluppare l'energia necessaria per portare il combustibile alla temperatura di infiammabilità

**SE MANCA UNO DI QUESTI ELEMENTI
L'INCENDIO NON SI VERIFICA**

Incidenti che possono causare sovraossigenazione

Incompatibilità dei materiali

Solo alcuni materiali sono compatibili con l'ossigeno. Molti materiali, inclusi i metalli, bruciano nelle atmosfere arricchite in Ossigeno. Le apparecchiature e i materiali contaminati con olio o grasso possono incendiarsi facilmente e bruciare con violenza esplosiva nelle atmosfere arricchite in Ossigeno

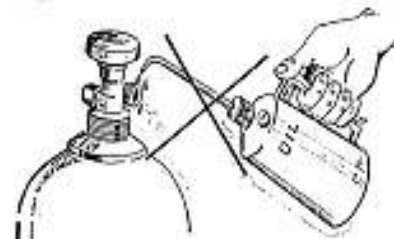


Perdita di ossigeno da apparecchiature

Raccordi, flange e connessioni che perdono sono pericolose. Il rischio aumenta in caso di ventilazione insufficiente. E' opportuno controllare l'assenza di perdite dalle apparecchiature dopo l'assemblaggio o la manutenzione.

Versamento di ossigeno liquido

Si crea una densa nuvola di aria arricchita in Ossigeno a seguito di evaporazione del liquido. Il vestiario delle persone che entrano nella nube si arricchisce di Ossigeno. Quando l'Ossigeno liquido impregna un suolo che contiene sostanze organiche (legno, asfalto, ecc.) si crea una situazione pericolosa, in quanto il materiale organico può esplodere a seguito di un impatto.



Uso di olio o grasso per lubrificare

Le apparecchiature per uso Ossigeno devono essere pulite usando metodi/detergenti approvati. Verificare che qualsiasi materiale/parte o sostanza che si intenda usare sia approvata per l'impiego con Ossigeno.

Rischio di esposizione ad atmosfere sovraossigenate

Misure contro l'incendio e l'esplosione





Life saving rule di EIGA

https://www.eiga.eu/ct_documents/sl006-pdf/

https://www.eiga.eu/ct_documents/sl007-pdf/

Non usare ossigeno come sostituto dell'aria!

Non usare ossigeno per:

- pressurizzare attrezzature al posto dell'aria compressa
- gonfiare pneumatici
- avviare motori diesel
- spolverare macchinari o indumenti

NON fumare o usare fiamme libere in presenza di atmosfere arricchite di ossigeno

NON svolgere lavori a caldo (saldatura, taglio, brasatura, macinazione ecc.) prima di esserti assicurato che l'atmosfera sia stata verificata e confermata sicura

Prima di iniziare un lavoro a caldo premurati di aver compilato il permesso di lavoro

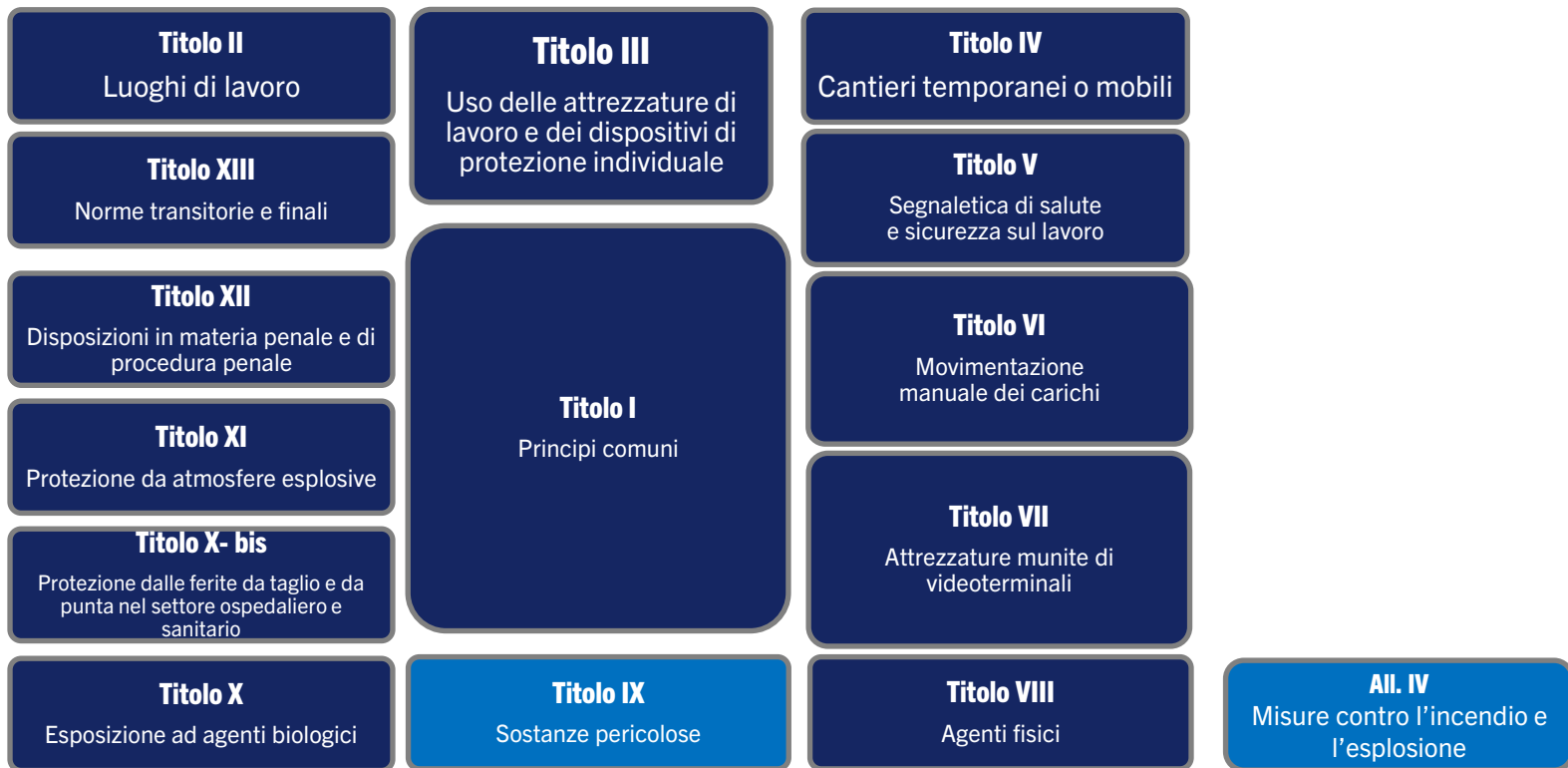
Se si rimane esposti ad una atmosfera arricchita in Ossigeno Ventilare gli abiti in aria aperta per almeno 15 minuti prima di fumare o di avvicinarsi ad una sorgente di innesco.

Riferimenti normativi

- D.Lgs. 81/2008
- Accordo Stato-Regioni del 17 Aprile 2025
- Decreti Ministeriali dell'1, 2, 3 settembre 2021
- Norme armonizzate
- Norme tecniche



Decreto Legislativo 81/2008



D.Lgs. 81/08, Titolo IX

Art. 22- Definizioni

1. Ai fini del presente capo si intende per:

a) agenti chimici:

tutti gli elementi o composti chimici, sia da soli sia nei loro miscugli, allo stato naturale o ottenuti, utilizzati o smaltiti, compreso lo smaltimento come rifiuti, mediante qualsiasi attività lavorativa, siano essi prodotti intenzionalmente o no e siano immessi o no sul mercato;

b) agenti chimici pericolosi:

- agenti chimici che soddisfano i criteri di classificazione come pericolosi in una delle classi di pericolo fisico o di pericolo per la salute di cui al Regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio, indipendentemente dal fatto che tali agenti chimici siano classificati nell'ambito di tale regolamento¹⁹⁹
- agenti chimici che, pur non essendo classificabili come pericolosi ai sensi del presente articolo, lettera b), numero 1), comportano un rischio per la sicurezza e la salute dei lavoratori a causa di loro proprietà chimico-fisiche, chimiche o tossicologiche e del modo in cui sono utilizzati o presenti sul luogo di lavoro, compresi gli agenti chimici cui è stato assegnato un valore limite di esposizione professionale di cui all'Allegato XXXVIII²⁰¹;

D.Lgs. 81/08, All. 4

MISURE CONTRO L'INCENDIO E L'ESPLOSIONE

4.1 Nelle aziende o lavorazioni in cui esistono pericoli specifici di incendio:

- è vietato fumare;
- è vietato usare apparecchi a fiamma libera e manipolare materiali incandescenti, a meno che non siano adottate idonee misure di sicurezza;
- devono essere predisposti mezzi ed impianti di estinzione idonei in rapporto alle particolari condizioni in cui possono essere usati, in essi compresi gli apparecchi estintori portatili o carrellati di primo intervento. Detti mezzi ed impianti devono essere mantenuti in efficienza e controllati almeno una volta ogni sei mesi da personale esperto;
- L'acqua non deve essere usata per lo spegnimento di incendi, quando le materie con le quali verrebbe a contatto possono reagire in modo da aumentare notevolmente di temperatura o da svolgere gas infiammabili o nocivi.



FEDERCHIMICA
ASSOGASTECNICI

Associazione nazionale imprese gas tecnici,
speciali e medicinali

Atmosfere sottossigenate

Atmosfera sottossigenata

La concentrazione di ossigeno nell'aria è normalmente considerata circa al 21%.

Quando si scende sotto la soglia del 19,5% l'atmosfera è considerata sottossigenata.

È un fenomeno:

- INSIDIOSO
- IMMEDIATO
- SENZA PREAVVISO

RICORDA! Mettono a rischio la vita:

- 3 settimane senza cibo
- 3 giorni senza bere
- 3 minuti senza respirare
- **2 respiri senza ossigeno**



Cosa avviene in caso di carenza di ossigeno?

- **tra 18 e 21 %:** nessun sintomo riconoscibile da parte della persona colpita. Si deve effettuare una valutazione dei rischi per individuare le cause e determinare se sia o meno sicuro continuare a lavorare
- **tra 11 e 18 %:** riduzione delle prestazioni fisiche e intellettuali senza che la persona colpita se ne renda conto
- **tra 8 e 11 %:** possibilità di svenire entro pochi minuti senza preavviso. Rischio di morte con tenore minore dell'11%
- **tra 6 e 8 %:** lo svenimento si verifica in breve tempo. La rianimazione è possibile se effettuata immediatamente.
- **tra 0 e 6 %:** svenimento quasi immediato. Danni cerebrali anche se la vittima viene soccorsa

Cosa avviene in caso di carenza di ossigeno?

Il contenuto di ossigeno nel sangue diminuisce

Contenuto di O₂
<18%



Sintomi:

- Vertigini
- Emicrania
- Difficoltà di parola
- Asfissia progressiva
- Progressiva perdita di conoscenza
- Riflessi ritardati
- Perdita di controllo dei muscoli

ATTENZIONE!

Questi sintomi sono simili a quelli di un generale malessere e non sono riconosciuti come asfissia dalla vittima (i gas inerti non hanno odore e colore)

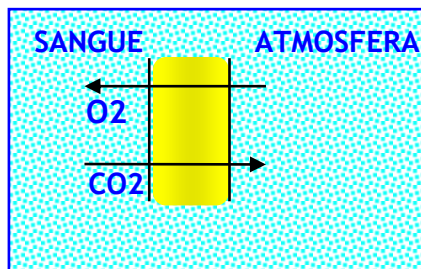
La vittima cerca di cavarsela da sola
LA VITTIMA NON CHIEDE AIUTO

OLTRE UNA CERTA SOGLIA, LA VITTIMA NON PUO' REAGIRE : LA PERDITA DI CONOSCENZA E' IMPROVVISA

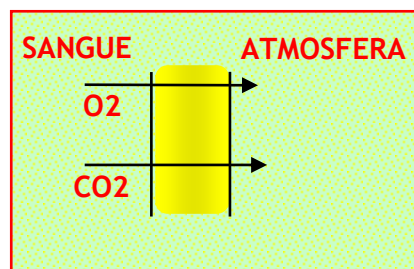
Cosa avviene in totale assenza di ossigeno?

Il sangue perde rapidamente l'ossigeno che contiene

CONDIZIONI NORMALI



IMPROVVISA CARENZA O2



Contenuto
O₂
nel sangue

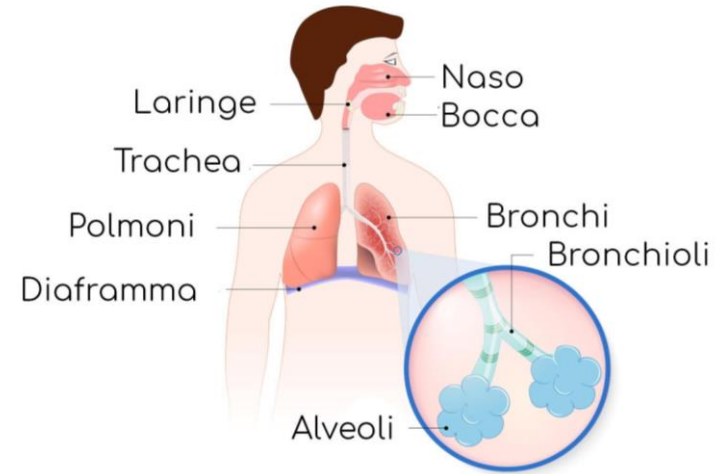


con 0% di ossigeno, il secondo respiro provoca
perdita di conoscenza **senza preavviso**
e nel giro di **pochi minuti** il danno cerebrale diventa
irreversibile

La respirazione nell'uomo

La respirazione ha diverse funzioni:

- scambio gassoso: l'apparato respiratorio permette l'ingresso di ossigeno nell'organismo e la fuoriuscita di anidride carbonica
- trasporto: le vie aeree (naso, faringe, laringe, trachea e bronchi) conducono l'aria ai polmoni
- filtrazione e riscaldamento: Il naso filtra e riscalda l'aria in ingresso, l'aria viene riscaldata a 31°C , raggiungerà i 33°C sotto glottide e 35°C nella trachea
- controllo dell'inspirazione ed espirazione: Il diaframma e i muscoli intercostali regolano i movimenti respiratori
- produzione di suoni: la laringe contiene le corde vocali, che permettono la produzione della voce



La respirazione negli alveoli polmonari

Gli elementi che ingeriamo contengono energia, immagazzinata sotto forma di energia chimica e combinandosi con l'ossigeno liberano quella quantità di energia di cui l'organismo necessita.

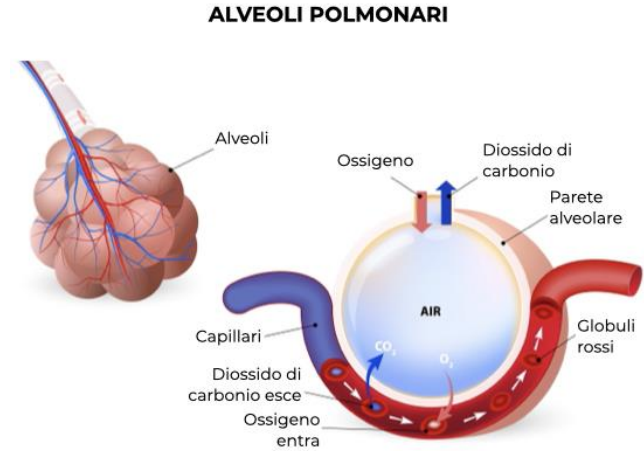
Per questo la respirazione è altrettanto indispensabile quanto l'alimentazione.

Anzi, mentre senza mangiare e senza bere si sopravvive qualche giorno consumando il grasso del nostro corpo, senza respirare si sopravvive pochi minuti.

Oltre a far penetrare nel nostro organismo l'ossigeno, il nostro apparato respiratorio si occupa anche di depurarlo dall'anidride carbonica, prodotto di scarto dell'attività delle cellule.

L'ematosi, cioè lo scambio tra l'ossigeno dell'aria e l'anidride carbonica del sangue, **avviene nei polmoni**.

L'ossigeno contenuto nell'aria, a livelli degli alveoli polmonari, viene assorbito e messo in circolo nel sangue grazie all'emoglobina

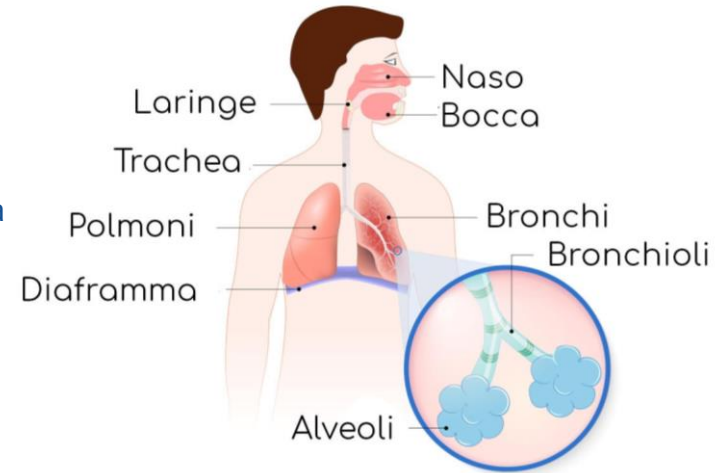


L'apparato respiratorio

L'apparato respiratorio ha lo scopo principale di condurre l'aria inspirata fino nei polmoni, di riscaldarla e di liberarla dalle impurità.

Questo comprende una serie di organi quali

- naso: filtra, riscalda e umidifica l'aria in ingresso
- faringe: conduce l'aria alla laringe
- laringe: contiene le corde vocali e permette il passaggio dell'aria alla trachea.
- trachea: conduce l'aria ai bronchi.
- bronchi: si ramificano in bronchioli all'interno dei polmoni.
- polmoni: sono gli organi principali dello scambio gassoso.
- pleura: è una membrana che avvolge i polmoni e li protegge.
- diaframma: è un muscolo che separa la cavità toracica da quella addominale e permette i movimenti respiratori.
- muscoli intercostali: consentono i movimenti respiratori.



Dove posso trovare atmosfere sottossigenate?

Si possono avere atmosfere sottossigenate:

- **in ambienti confinati** dove l'ossigeno è stato sostituito da un altro gas (pre-post bonifica);
- a seguito del rilascio, anche all'aperto, di ingenti quantità di liquidi criogenici diversi dall'ossigeno (Azoto, Argon). Quando un litro di gas liquido (per esempio di azoto, argon o elio) evapora, dal litro di liquido si sviluppano circa 600 - 850 litri di gas.
In mancanza di adeguata ventilazione tale volume di gas può provocare molto rapidamente una carenza di ossigeno;
- per sfiati di gas inerti in zone di passaggio e/o intervento
- per sostituzione dell'aria con un gas inerte per determinate applicazioni di processo (Azoto nelle apparecchiature pneumatiche)
es: "Un operaio di una ditta esterna doveva eseguire saldature all'interno di un recipiente, Il recipiente era stato tenuto sotto copertura di azoto, ma era stato ventilato con aria prima di iniziare i lavori. Per sicurezza, si era chiesto al saldatore di usare un respiratore, ma, sfortunatamente, un compagno collegò il flessibile al tubo dell'azoto invece che al tubo dell'aria e il saldatore morì asfissiato."
- per utilizzo improprio di gas inerti

Rischio di esposizione ad atmosfere sottossigenate

Lavori in ambienti confinati



Cos'è uno spazio confinato?

Spazio circoscritto non progettato e costruito per la presenza continuativa di un lavoratore, ma di dimensioni tali da consentirne l'ingresso e lo svolgimento del lavoro assegnato, caratterizzato da vie di ingresso o uscita limitate e/o difficoltose, con possibile ventilazione sfavorevole, all'interno del quale non è possibile escludere la presenza o lo sviluppo di condizioni pericolose per la salute e la sicurezza dei lavoratori.

***Via di ingresso o uscita limitata e/o difficoltosa:** via di ingresso/uscita caratterizzata da dimensioni e/o geometria e/o quota di posizionamento tali da richiedere specifici apprestamenti e procedure operative di ingresso/uscita del lavoratore e che, in caso di emergenza, richiede l'utilizzo di particolari attrezzature (comprendenti delle eventuali opere provvisorie necessarie) e/o specifiche procedure per il salvataggio di un soggetto non collaborante (es vasche di contenimento o buche).



Cos'è uno spazio confinato?

ATTENZIONE! Un ambiente confinato non è necessariamente uno spazio chiuso.

Ad esempio, una vasca a cielo aperto per il contenimento di acqua antincendio, svuotata e nella quale sono in corso operazioni di manutenzione deve essere considerata un ambiente confinato.



Riferimenti normativi

- D.Lgs. 81/2008
- Accordo Stato-Regioni del 17 Aprile 2025
- DPR 177/2011
- Norme armonizzate
- Norme tecniche



Decreto Legislativo 81/2008



D.Lgs. 81/08, Titolo II

Art. 66- Lavori in ambienti sospetti di inquinamento

E' vietato consentire l'accesso dei lavoratori in pozzi neri, fogne, camini, fosse, gallerie e in generale in ambienti e recipienti, condutture, caldaie e simili, ove sia possibile il rilascio di gas deleteri, senza che sia stata previamente accertata l'assenza di pericolo per la vita e l'integrità fisica dei lavoratori medesimi, ovvero senza previo risanamento dell'atmosfera mediante ventilazione o altri mezzi idonei.

Quando possa esservi dubbio sulla pericolosità dell'atmosfera, i lavoratori devono essere legati con cintura di sicurezza, vigilati per tutta la durata del lavoro e, ove occorra, forniti di apparecchi di protezione. L'apertura di accesso a detti luoghi deve avere dimensioni tali da poter consentire l'agevole recupero di un lavoratore privo di sensi.

D.Lgs. 81/08, Titolo II

Art. 121- Presenza di gas negli scavi

1. Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.
2. Quando sia accertata o sia da temere la presenza di gas tossici, asfissianti o la irrespirabilità dell'aria ambiente e non sia possibile assicurare una efficiente aerazione ed una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di idonei dispositivi di protezione individuale delle vie respiratorie, ed essere muniti di idonei dispositivi di protezione individuale collegati ad un idoneo sistema di salvataggio, che deve essere tenuto all'esterno dal personale addetto alla sorveglianza. Questo deve mantenersi in continuo collegamento con gli operai all'interno ed essere in grado di sollevare prontamente all'esterno il lavoratore colpito dai gas.
3. Possono essere adoperate le maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempre che sia assicurata una efficace e continua aerazione.

Per approfondimenti, si veda l'Allegato IV

DPR 177/2011, Art. 3

Art. 3 - Procedure di sicurezza nel settore degli ambienti sospetti di inquinamento o confinati

Prima dell'accesso nei luoghi nei quali devono svolgersi le attività lavorative di cui all'articolo 1, comma 2 (lavori in ambienti sospetti di inquinamento), tutti i lavoratori impiegati dalla impresa appaltatrice, compreso il datore di lavoro ove impiegato nelle medesime attività, o i lavoratori autonomi devono essere puntualmente e dettagliatamente informati dal datore di lavoro committente sulle caratteristiche dei luoghi in cui sono chiamati ad operare, su tutti i rischi esistenti negli ambienti, ivi compresi quelli derivanti dai precedenti utilizzi degli ambienti di lavoro, e sulle misure di prevenzione e emergenza adottate in relazione alla propria attività.

L'attività di cui al precedente periodo va realizzata in un tempo sufficiente e adeguato all'effettivo completamento del trasferimento delle informazioni e, comunque, non inferiore ad un giorno.

RACCOMANDAZIONI



NB: Solo personale adeguatamente formato e autorizzato può operare in spazi confinati o a rischio di atmosfere pericolose

Prima di entrare in uno spazio confinato

Valutare i rischi e le conseguenze per te e per gli altri

- assicurati che le tubazioni sfiatino in una zona sicura
- assicurati che non ci siano perdite
- fai attenzione a qualsiasi rumore che possa indicare la presenza di perdite
- assicurati che il flusso dei fluidi sia normale

UTILIZZA misure preventive come:

- ventilazione con aria
- controllo del tenore di ossigeno: verifica della respirabilità dell'aria ($O_2 > 19,5\%$)

Procedura di Lock-out - Tag-out

Onde garantire che tutte le fonti di gas inerti siano state correttamente isolate, si richiede l'attuazione di una procedura formale e rigorosa di "lock-out" (isolamento del sistema) e di "tag-out" (etichettatura delle aree messe in sicurezza), prima dell'accesso a spazi confinati in condizioni di sicurezza.

Utilizza il PERMESSO DI LAVORO

Per tutti i lavori in spazi confinati, le istruzioni di sicurezza e una speciale procedura operativa devono essere redatte sotto forma di permesso di lavoro

RACCOMANDAZIONI



Monitoraggio dell'O₂ in continuo, con dispositivi fissi o personali, con sistema di allarme attivabile in caso di emergenza.

L'impiego del dispositivo personale di monitoraggio dell'ossigeno, in aggiunta agli apparati fissi, è importante, dato che la concentrazione di ossigeno può variare da un punto all'altro del locale nel caso in cui la ventilazione manchi del tutto o sia insufficiente rispetto alla portata di eventuali perdite.

Protezione del personale

Utilizzo di un'imbracatura che permetta di recuperare la persona facilmente e rapidamente in caso di emergenza. Preferibilmente, l'imbracatura deve essere collegata ad un paranco per facilitare le operazioni di salvataggio.

Utilizzo eventuale di un autorespiratore (non maschere a cartuccia inutili in caso di carenza di ossigeno).

Esecuzione di lavori in spazi confinati, in presenza di una persona di guardia all'esterno dello spazio/recipiente su cui si interviene.

Disponibilità di un autorespiratore di riserva.

RICORDA!

Le maschere con filtri per i gas tossici non sono adatte in quanto non rimpiazzano l'ossigeno mancante!

Regole di base per il primo soccorso



Elementi del piano di soccorso

- L'atmosfera all'interno deve essere controllata prima di entrare.
- L'addetto che entra nel locale deve portare un dispositivo personale di monitoraggio dell'ossigeno.
- Una persona deve restare di guardia all'esterno e mantenere il contatto visivo e verbale con la persona all'interno onde assicurarsi che questi possa uscire dal locale senza aiuto in caso di sintomi iniziali di carenza di ossigeno.
- La persona di guardia deve diramare l'allarme per telefono o via radio in caso di problemi
- La persona di guardia deve tener pronto un autorespiratore (SCBA) in modo da poter entrare senza pericolo nel locale chiuso per prestare assistenza o estrarre la vittima, se necessario.

RICORDA! I soccorritori devono presumere che la loro stessa vita sia in pericolo se entrano nello stesso spazio!

In sintesi



- Pensa prima di agire!
- Attieniti alle procedure operative e alle direttive ricevute
- Metti in pratica sempre misure preventive come:
ventilazione, monitoraggio all'inizio dell'attività e in continuo
del tenore di O₂, procedure di Lock-out - Tag-out e il
permesso di lavoro
- Utilizza i DPI in dotazione



Training Package in e-learning di EIGA

<https://www.eiga.eu/elearning-courses/oxygen-elearning-italian-course/>

Life saving rule di EIGA

https://www.eiga.eu/ct_documents/sl006-pdf/

https://www.eiga.eu/ct_documents/sl007-pdf/