



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'AQUILA

*DIPARTIMENTO DI MEDICINA CLINICA, SANITÀ PUBBLICA,  
SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE*

Corso di Laurea Magistrale in  
*Scienze delle Professioni Sanitarie della Prevenzione*

TESI DI LAUREA

Lavori in spazi confinati: accesso, lavoro e soccorso.  
Caso studio sperimentale,  
Strutture Sotterranee Polifunzionali, lavori nel Tunnel  
tecnologico dei Sottoservizi della Città di L'Aquila

Relatore

Prof.<sup>ssa</sup> Loreta Tobia

Correlatore

Ing. Emanuele Agostini

Laureando

Domingo Scolta

---

Anno Accademico 2016 - 2017

*Un ringraziamento,*

*all'Università degli Studi di L'Aquila che mi ha consentito una formazione specialistica in Scienze delle Professioni Sanitarie della Prevenzione,*

*all'ottima Dott.ssa Loreta Tobia,*

*alla G.S.A S.p.A. e all'ASSE CENTRALE S.C.AR.L. per la disponibilità assicurata nonostante gli impegni nella realizzazione dell'opera,*

*all'Ing. Emanuele Agostini, Responsabile delle attività formative dell'Ente Scuola Edile della Provincia di L'Aquila, per il supporto tecnico assicurato per tutta l'esperienza universitaria,*

*al Presidente del CPT della Prov. di L'Aquila Gianni Cirillo e al suo Direttore Lucio Cococchetta e al Direttore della Cassa Edile Pasqualino De Michelis*

*Un grazie a tutta la mia famiglia e alle persone che mi sono state vicine in questo percorso.*

*Dedico questa tesi, come conclusione del mio percorso formativo, anche ai miei nonni, certo del loro sostegno, da lassù.*

## INDICE

1. INTRODUZIONE	4
2. NORMATIVA APPLICABILE VIGENTE IN MATERIA DI SPAZI CONFINATI	9
2.1. Articolo 66 D.Lgs. 81/08 “Lavori in ambienti sospetti di inquinamento”	10
2.2. Articolo 121 D.Lgs. 81/08 “Presenza di gas negli scavi”	11
2.3. All.o IV pto.3 D.Lgs. 81/08 Vasche, Canalizzazioni, Tubazioni, Serbatoi, Recipienti, Silos	12
2.4. DPR 177 14 settembre 2011	14
2.5. Le cause degli incidenti mortali in spazi confinati	19
2.6. Il tempo di esposizione	21
2.7. I rischi dei luoghi confinati	26
2.8. Cause e condizioni di rischio	27
2.9. Attività o situazioni dei LC in cui c'è la possibilità che si presenti un rischio	28
3. APPROCCIO SISTEMICO	32
3.1. Informazione, formazione, addestramento	32
3.2. Misure preliminari e di controllo	34
3.3. Misure di protezione per lavori nei luoghi confinati	37
3.4. Misure di emergenza e recupero	48
3.5. Il recupero dell'infortunato in uno spazio confinato	49
3.6. La cartellonistica di sicurezza	52
4. ANALISI DELLE CRITICITÀ DEI LAVORI IN SPAZI CONFINATI	54
5. CONTRIBUTO PERSONALE	59
6. INTRODUZIONE SUL CASO STUDIO SPERIMENTALE: CITTÀ DI L'AQUILA. INQUADRAMENTO SOCIALE E LOGISTICO – STRUTTURE SOTTORRANEE POLIFUNZIONALI	61
6.1. Premessa	61
6.2. Informazioni generali dell'opera:	66
6.3. Direttiva del 3 marzo 1999 - Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici. (GU n. 58 del 11-3-1999)	67
7. NORMA UNI 70029:1998	69
7.1. Scopi dell'infrastruttura: vantaggi e svantaggi.	69
8. ANALISI DELLA FASE DI PROGETTAZIONE MIRATA ALLA SICUREZZA E SALUTE IN GESTIONE OPERATIVA DELLE SSP	72
8.1. Requisiti della struttura della SSP	74

9. MODALITÀ DI SCAVO DELLA TRINCEA E POSA IN OPERA DEI CONCI PREFABBRICATI	77
9.1. Blindaggio “down a cassone”	82
10. GESTIONE ED UTILIZZO DELLE STRUTTURE SOTTORRANEE POLIFUNZIONALI	84
10.1. Analisi del rischio – UNI 70029:1998	87
10.2. Principi riguardo le reti di distribuzione cittadina del GAS.	90
10.3. Eventi non voluti considerati nella norma UNI CEI 70029:1998.	92
10.4. CEI 11-27	94
10.5. Idoneità del personale e modalità e grado di addestramento del personale addetto alla conduzione e alle manutenzioni delle SSP ai fini della sicurezza sul lavoro:	101
10.6. Modalità di accesso	103
10.7. Il permesso di lavoro	105
10.8. Sicurezza stradale	111
11. CONTRIBUTO PERSONALE DELLO STUDENTE: MATRICE DEGLI SCENARI DI RISCHIO - Matrice di correlazione tra ambiente di lavoro ed infortunio - Analisi dei rischi e valutazione degli scenari di rischio	112
12. PROCEDURA ATTIVITÀ SPAZI CONFINATI – ACCESSO, LAVORO E SOCCORSO IN STRUTTURE SOTTERRANEE POLIFUNZIONALI	119
12.1. LE PROCEDURE DI SICUREZZA	119
12.2. Scopo e campo di applicazione	120
12.3. Materiali e attrezzature	120
12.4. PROCEDURA OPERATIVA DI ACCESSO E LAVORO NELLE SSP	122
12.4.1. MODALITÀ DI ATTIVAZIONE ED ESECUZIONE DEGLI INTERVENTI DI EMERGENZA, COMPRESO GLI ALLARMI INIZIALI.	123
12.4.1.1. Infortunio persona infortunata cosciente	123
12.4.1.2. In caso di infortunio con persona non cosciente:	124
13. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI	126
14. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	130

## 1. INTRODUZIONE

Il continuo e triste susseguirsi di eventi infortunistici che occorrono sui luoghi di lavoro, ci racconta di episodi catastrofici che distruggono la vita dei lavoratori e delle loro famiglie. La ribalta delle notizie di queste morti bianche sulle cronache nazionali, genera immediate attenzioni che purtroppo si trasformano in croniche assuefazioni.

Ogni episodio infortunistico, di qualunque entità, è sempre riconducibile ad una causa particolare, ad un errore, ad una superficialità, ad un'eccessiva, ed a volte erronea consapevolezza del proprio "saper fare". L'analisi delle cause e la dietrologia della scienza prevenzionale e della tecnica antinfortunistica mette sempre più in evidenza la mancanza di procedure e controlli che se messi in atto ridurrebbero tali episodi significativamente.

Gli spazi confinati, che per definizione tecnica sono degli ambienti totalmente o parzialmente chiusi con aperture di dimensioni ridotte e con poca aerazione, che non sono stati progettati e costruiti per essere occupati in modo continuativo da persone, ma che possono essere interessati temporaneamente dalla presenza di lavoratori per l'esecuzione di interventi di ispezione, manutenzione, riparazione o pulizia, si identificano, nella analisi degli infortuni come luoghi particolarmente insidiosi.

A titolo esemplificativo e non esaustivo, ricadono nella definizione di spazi confinati: serbatoi, silos, cisterne, sistemi di condotte, reattori chimici o biologici, vasche, stive di imbarcazioni, recipienti, depuratori, cisterne su autocarro, fosse biologiche e specchi di reti fognarie, pozzi, camere di combustione all'interno di forni, tubazioni e più in generale ambienti con ventilazione insufficiente o assente.

Come detto, gli spazi confinati sono spesso teatro di incidenti mortali e infortuni gravi, a volte ulteriormente aggravati da un soccorso inadeguato e male improvvisato.

Nelle statistiche internazionali, oltre il 50% delle vittime di incidenti avvenuti in spazi confinati è rappresentato da soccorritori e questa percentuale è sostanzialmente

confermata anche dallo studio della dinamica degli incidenti che con cadenza periodica si verifica nel nostro Paese.

Vale la pena ricordare come episodi storici, di cambiamento della normativa nazionale, come la tragedia “*Mecnavi*” dove, il 13 marzo 1987, 13 operai, fra i 18 e i 60 anni, rimasero intrappolati e morirono nella stiva della nave ‘*Elisabetta Montanari*’, ormeggiata nel porto di Ravenna, in cui era scoppiato un incendio durante operazioni di manutenzione nelle stive, che diede il giusto input alla stesura di prime norme in materia di sicurezza sul lavoro, e successivamente e recentemente ulteriori eventi si citano:

- il 18 gennaio 2008 due operai addetti ai lavori di pulizia della cisterna di una nave a Porto Marghera morirono asfissati a causa dell’alta concentrazione di anidride carbonica. Un primo operaio si sentì male, subito un secondo operaio, andò a prestare soccorso al collega, ma svenne, stordito dall’anidride carbonica e morì anche lui. Per soccorrere i primi due operai accorse un terzo operaio dell’equipaggio della nave che, munito di respiratore, tentò di calarsi nella stiva per recuperare i due operai e portarli fuori dalla stiva, ma si sentì male e fu portato all’ospedale. Il capitano del cargo cercò di usare una bombola d’ossigeno in dotazione per rianimarli, ma sembra che la bombola fosse scarica e quindi non riuscì a salvarli.
- Il 15 giugno 2009 a Riva Ligure (Imperia) due operai morirono dopo essere caduti in una vasca di un depuratore di acque nere. La morte è stata causata dalle esalazioni provenienti dall’interno del depuratore in cui i due operai si erano calati sprovvisti delle protezioni di sicurezza: qui avrebbero perso i sensi a causa della rarefazione dell’ossigeno e dell’alta percentuale di anidride carbonica. A dare l’allarme è stato un terzo operaio della squadra, rimasto all’esterno dell’impianto, che questa volta, non avendo nessun dispositivo di sicurezza, non si gettò nella cisterna e si salvò.
- L’8 aprile 2014 Molfetta (Bari) un operaio precipitò per primo nella cisterna per la raccolta delle acque reflue che avrebbe dovuto svuotare nel tentativo di recuperare il coperchio del tombino, caduto all’interno. Il padre sarebbe intervenuto per aiutare il figlio, precipitando a sua volta. Il secondo figlio presente tentò di soccorrere i suoi familiari, ma anche lui precipitò nella

cisterna, morendo come il padre. Il figlio più piccolo, il primo che era caduto, invece riuscì a salvarsi grazie all'intervento degli operatori del 118.

- Il 22 settembre 2014 ad Emo di Adria (Rovigo) quattro operai morirono per inalazione di vapori di SO<sub>2</sub> mentre trattavano fanghi tossici con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> in un impianto di smaltimento dei rifiuti: uno di loro cadde nella cisterna e perse i sensi e tre morirono nel tentativo di salvarlo. Due, inoltre, furono i feriti, entrambi gravi, un altro operaio e un vigile del fuoco giunti per soccorrerli. Furono indagati i titolari dell'azienda per omicidio colposo plurimo.
- Il 2 dicembre 2016 a Messina tre operai morirono e tre furono i feriti in un incidente avvenuto all'interno della cisterna del traghetto Sansovino, ormeggiato nel porto. Gli operai stavano effettuando delle saldature all'interno di una cisterna della nave, nella quale si sono sprigionate esalazioni tossiche, sembra di H<sub>2</sub>S, provenienti da una stiva contenente nafta.
- Il 22 dicembre 2016 a Ravenna, un camionista è morto all'interno di una cisterna di un camion dove si era calato per effettuare delle operazioni di pulizia per eliminare i residui di liquami biologici che aveva trasportato ed appena scaricato; la morte è avvenuta per esalazione di gas tossici.

Dall'analisi e dallo studio di questi incidenti si può effettuare una disamina delle cause scatenanti a cui essi sono riconducibili:

- 1) la scarsissima aerazione in luoghi confinati;
- 2) l'assenza di dispositivi per ricambi d'aria ad aerazione forzata;
- 3) mancanza di dispositivi per la protezione delle vie respiratorie (APVR);
- 4) mancanza di attrezzature di estricazione e imbracature utili per il recupero dell'infortunato privo di sensi;
- 5) mancanza di personale addetto al controllo fuori dal luogo confinato munito di tutti i dispositivi di sicurezza.

- 6) spontanee iniziative di intervento legate all'istinto di mutuo soccorso quando si vede un collega in difficoltà,
- 7) mancata formazione ed addestramento al riconoscimento dei pericoli per i lavori in spazi confinati. Tale inesperienza porta a compiere gesti che di fatto, non fanno altro che incrementare il numero delle vittime.

Nel progetto in corso di realizzazione nella Città di L'Aquila, ossia il Tunnel Tecnologico – Smart Tunnel, opera che servirà ad ottimizzare e migliorare la gestione di tutti i sottoservizi della città (distribuzione energia elettrica in Media e Bassa tensione, distribuzione secondaria dell'acqua potabile, acque reflue e acque bianche, telefonia e servizi dati internet) concretamente realizzata con un tunnel sotterraneo in elementi prefabbricati, all'interno del quale sono disposti a diverse altezze e su ambo i lati, dei supporti che sorreggono le diverse tubazioni ed i cavi. Tale tunnel è stato progettato per essere percorso a piedi dai diversi tecnici gestori. Il sistema prevede degli accorgimenti tecnologici che, in caso di interventi di manutenzione sulle reti renda semplice l'individuazione guasti consentendo un rapido intervento. In sistemi integrati di questa tipologia nuovi allacci ai servizi e riparazioni di guasti accidentali, rendono minimo l'impatto del disagio arrecato alla città e sui cittadini poiché non occorrerà eseguire degli scavi per intercettare i servizi interrati.

Figura n°1 – Strutture Sotterranee Polifunzionali



Tale spazio tecnologicamente avanzato è associabile alla definizione di spazio confinato, in quanto si rappresenta come:

- uno spazio circoscritto;
- presenza di limitate aperture di accesso e uscita;
- una ventilazione naturale sfavorevole;
- non progettato per un'occupazione continua da parte di persone.

È doveroso mirare alla massima prudenza e accortezza quando questi ambienti sono interessati da interventi di persone per qualsiasi esigenza. Instaurare procedure e linee guida per gli interventi, compresi quelli di emergenza, rappresenta una chiave importante da utilizzare in fase preliminare all'esecuzione di qualsiasi tipologia di lavoro da realizzarsi nel tunnel, ed in fase di formazione iniziale e periodica del personale addetto alle lavorazioni ed al soccorso.

La singolarità di questo ambiente di lavoro e quindi la sua straordinarietà nell'effettuare anche semplici operazioni di manutenzione e controllo ordinario, è legata al fatto che tutte le operazioni da eseguire hanno in comune i rischi e le criticità dovute agli accessi ristretti e verticali, ai percorsi obbligati e di ridotta larghezza, alle zone di lavoro condivise tra più operatori di diverse imprese, al microclima generato dal calore dissipato dai servizi tecnologici, ad eventuali fenomeni di rilascio di sostanze chimiche, al rischio elettrico, al rischio meccanico dell'uso di attrezzature ed utensili manuali, e quindi la generazione di un luogo di lavoro "non abituale" e quindi necessita l'implementazione di metodologie e tecnologie di lavoro progettate, verificate e provate con procedure ad hoc.

Il presente lavoro di tesi, approfittando della attuale contesto presente nella città di L'Aquila, la quale dopo il sisma catastrofico del 2009, rinascerà come esempio di ricostruzione "fuori-terra" rispettosa della storia e della cultura della città e di innovazione tecnologica all'avanguardia nel suo "sottosuolo urbano" per la gestione dei servizi integrati per i cittadini, si prefigge di approfondire e mettere in pratica un sistema di valutazione del rischio e di definizione di procedure standard per l'esecuzione delle lavorazioni ed il soccorso degli infortunati in spazi confinati

già affrontato nel precedente lavoro di tesi di laurea triennale, sperimentandone l'applicabilità ad un caso reale di lavoro.

## **2. NORMATIVA APPLICABILE VIGENTE IN MATERIA DI SPAZI CONFINATI**

Circa la normativa italiana il D.Lgs. 81/2008, testo unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, pubblicato in data 9 aprile 2008, si riferisce a questa tipologia di lavori in due articoli: lavori in ambienti sospetti di inquinamento (art.66) e presenza di gas negli scavi (art.121). L'art.66 vieta severamente l'accesso dei lavoratori in tutti quei luoghi, dove sia possibile il rilascio di gas deleteri per la salute e sicurezza del lavoratore, e perché ciò possa avvenire, deve essere effettuata un'attenta valutazione dei rischi che certifichi l'assenza di pericoli. Nell'art.121 si stabilisce che, nel caso sia rilevata la presenza di gas negli scavi, i lavoratori devono essere provvisti di dispositivi di protezione individuale per le vie respiratorie e devono essere dotati di un adeguato sistema di salvataggio.

Inoltre tratta dell'argomento anche nell'allegato IV "*Vasche, canalizzazioni, tubazioni, serbatoi, recipienti*", dando precise direttive per gli interventi in questi luoghi.

Nel 2008 l'ISPESL pubblicò la guida operativa "*Rischi specifici nell'accesso a silos, vasche e fosse biologiche, collettori fognari, depuratori e serbatoi utilizzati per lo stoccaggio e il trasporto di sostanze pericolose*", con l'obiettivo di fornire indicazioni tecniche a gli operatori della sicurezza e ai datori di lavoro per la corretta applicazione dell'art. 66 del D.Lgs. 81/08.

Nonostante ciò, la tragica successione di incidenti mortali è continuata. Pertanto, al fine di incidere positivamente sul fenomeno infortunistico riducendo numerosità e gravità degli eventi incidentali, è stato emanato il D.P.R. n° 177, il 14.09.2011, che è un Regolamento recante norme per la qualificazione delle imprese e dei lavoratori autonomi operanti in ambienti "*sospetti di inquinamento o confinati*".

Nel DPR si definiscono anche le linee generali di una vera e propria strategia di contrasto agli infortuni relativi alle attività in tali ambienti, di cui fa parte integrante e fondamentale la predisposizione di buone prassi utili a indirizzare gli operatori. Pertanto nel 2012 l'INAIL ha preparato il *Manuale illustrato per lavori in ambienti sospetti di inquinamento o confinati ai sensi dell'art.3 comma 3 del DPR 177/2011*, che è stato aggiornato al 2013.

## **2.1.Articolo 66 D.Lgs. 81/08 “Lavori in ambienti sospetti di inquinamento”**

L'art. 66 recita testualmente:

*“È 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”.*

Il Legislatore, in detto articolo ha indicato le condizioni necessarie per poter operare in ambienti sospetti di inquinamento:

- 1) Idoneità fisica del lavoratore
- 2) Verifica dell'inquinamento
- 3) Uso di DPI (dispositivi di protezione individuale) di salvataggio
- 4) Esecuzione lavoro sotto sorveglianza
- 5) Idoneità /fruibilità degli accessi

## 2.2. Articolo 121 D.Lgs. 81/08 “Presenza di gas negli scavi”

Questo articolo indica le procedure e le accortezze da seguire in attività ove è presente il rischio di sostanze pericolose che possono interferire con i lavori e creare situazioni di pericolo.

L'articolo 121 del D.Lgs. 81/08 recita:

*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 respiratore, 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 sempreché sia assicurata una efficace e continua aerazione.*

*4. Quando si sia accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione; deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica, se siano da temere emanazioni di gas pericolosi, l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti ad incendiare il gas.*

5. *Nei casi previsti dai commi 2, 3, 4, i lavoratori devono essere abbinati nell'esecuzione dei lavori.*

I punti appena elencati tratti dal Decreto Legislativo saranno trattati in seguito per la formulazione e la gestione delle modalità operative da adottare nel caso di lavori in spazi confinati.

### **2.3. All.o IV pto.3 D.Lgs. 81/08 Vasche, Canalizzazioni, Tubazioni, Serbatoi, Recipienti, Silos**

L'allegato recita:

*3.1. Le tubazioni, le canalizzazioni e i recipienti, quali vasche, serbatoi e simili, in cui debbano entrare lavoratori per operazioni di controllo, riparazione, manutenzione o per altri motivi dipendenti dall'esercizio dell'impianto o dell'apparecchio, devono essere provvisti di aperture di accesso aventi dimensioni non inferiori a cm. 30 per 40 o diametro non inferiore a cm. 40.*

*3.2 Prima di disporre l'entrata di lavoratori nei luoghi di cui al punto precedente, chi sovrintende ai lavori deve assicurarsi che nell'interno non esistano gas o vapori nocivi o una temperatura dannosa e deve, qualora vi sia pericolo, disporre efficienti lavaggi, ventilazione o altre misure idonee.*

*3.3 Colui che sovrintende deve, inoltre, provvedere a far chiudere e bloccare le valvole e gli altri dispositivi dei condotti in comunicazione col recipiente, e a fare intercettare i tratti di tubazione mediante flange cieche o con altri mezzi equivalenti ed a far applicare, sui dispositivi di chiusura o di isolamento, un avviso con l'indicazione del divieto di manovrarli.*

*3.4 I lavoratori che prestano la loro opera all'interno dei luoghi predetti devono essere assistiti da altro lavoratore, situato all'esterno presso l'apertura di accesso (attività di sorveglianza).*

3.5 *Quando la presenza di gas o vapori nocivi non possa escludersi in modo assoluto o quando l'accesso al fondo dei luoghi predetti è disagiata, i lavoratori che vi entrano devono essere muniti di cintura di sicurezza con corda di adeguata lunghezza e, se necessario, di apparecchi idonei a consentire la normale respirazione.*

3.6 *Qualora nei luoghi di cui al punto 3.1 non possa escludersi la presenza anche di gas, vapori o polveri infiammabili od esplosivi, oltre alle misure indicate nell'articolo precedente, si devono adottare cautele atte ad evitare il pericolo di incendio o di esplosione, quali la esclusione di fiamme libere, di corpi incandescenti, di attrezzi di materiale ferroso e di calzature con chiodi. Qualora sia necessario l'impiego di lampade, queste devono essere di sicurezza.*

3.7 *Quando per esigenze della lavorazione o per condizioni di impianto non sia possibile applicare il parapetto, le aperture superiori dei recipienti devono essere provviste di solide coperture o di altre difese atte ad evitare il pericolo di caduta dei lavoratori entro di essi.*

3.8 *Nei serbatoi, tini, vasche e simili che abbiano una profondità di oltre 2 metri e che non siano provvisti di aperture di accesso al fondo, qualora non sia possibile predisporre la scala fissa per l'accesso al fondo dei suddetti recipienti devono essere usate scale trasportabili, purché provviste di ganci di trattenuta.*

3.9 *I serbatoi tipo silos per materie capaci di sviluppare gas o vapori, esplosivi o nocivi, devono, per garantire la sicurezza dei lavoratori, essere provvisti di appropriati dispositivi o impianti accessori, quali chiusure, impianti di ventilazione, valvole di esplosione.*

3.10 *In ogni caso è vietato usare recipienti che abbiano già contenuto liquidi infiammabili o suscettibili di produrre gas o vapori infiammabili, o materie corrosive o tossiche, per usi diversi da quelli originari, senza che si sia provveduto ad una preventiva completa bonifica del loro interno, con eliminazione di ogni traccia del primitivo contenuto o dei suoi residui o prodotti secondari di trasformazione.*

L'allegato IV parte 3 del D.Lgs. 81/08 ha l'obiettivo di fornire indicazioni tecniche agli operatori della sicurezza e ai datori di lavoro per la corretta

applicazione dell'art. 66 del D.Lgs. 81/08, che stabilisce i principi base per la regolamentazione della materia.

## **2.4. DPR 177 14 settembre 2011**

L'8 novembre 2011 è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 260 il Decreto del Presidente della Repubblica 14 settembre 2011, n. 177 *"Regolamento recante norme per la qualificazione delle imprese e dei lavoratori autonomi operanti in ambienti sospetti di inquinamento o confinati, a norma dell'articolo 6, comma 8, lettera g), del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81"*.

Questo decreto è diretto a disciplinare le caratteristiche di professionalità e qualificazione delle imprese e dei lavoratori operanti nei cosiddetti "ambienti confinati", cioè in quegli ambienti in cui il pericolo di morte o di infortunio grave è molto elevato a causa della presenza di sostanze o condizioni di pericolo.

Trattasi di misure finalizzate alla tutela della salute e della sicurezza di quei lavoratori che svolgono attività in luoghi caratterizzati da un rischio infortunistico particolarmente elevato, quali silos e cisterne, in cui, anche di recente, si sono verificati infortuni particolarmente gravi.

Il regolamento si applica a tutti i lavori in ambienti sospetti di inquinamento di cui agli articoli 66 e 121 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, e negli ambienti confinati di cui all'allegato IV, parte 3, del medesimo decreto legislativo e ha inteso disciplinare il sistema di qualificazione delle imprese e dei lavoratori autonomi destinati ad operare in ambienti sospetti di inquinamento.

Il Decreto ha introdotto gli obblighi a carico dei datori di lavoro e lavoratori riguardanti le attività lavorative negli ambienti sospetti di inquinamento o confinati che possono essere svolte in presenza di imprescindibili requisiti.

Tra i principali si segnalano l'appropriata informazione e formazione, che devono essere specificamente mirate alla conoscenza dei fattori di rischio propri

delle attività lavorative in ambienti sospetti di inquinamento o confinati e rivolte a tutto il personale; la presenza di personale con esperienza lavorativa in tali ambienti, l'integrale applicazione delle vigenti disposizioni in materia di valutazione dei rischi, la sorveglianza sanitaria e misure di gestione delle emergenze, il possesso di dispositivi di protezione individuale, strumentazione e attrezzature di lavoro idonei alla prevenzione dei rischi propri di tali attività lavorative e l'avvenuta effettuazione di attività di addestramento al corretto uso dei dispositivi.

Nel regolamento non è disciplinato solo il sistema di qualificazione delle imprese e dei lavoratori autonomi destinati ad operare nel settore di tali ambienti ma sono anche fornite alcune procedure di sicurezza che peraltro si inseriscono all'interno di diversi obblighi già stabiliti dal D.lgs. 81/08.

Le disposizioni previste all'articolo 2, comma 2, e dall'articolo 3, commi 1 e 2, operano unicamente in caso di affidamento di lavori, servizi e forniture all'impresa appaltatrice o a lavoratori autonomi da parte del datore di lavoro all'interno della propria azienda o di una singola unità produttiva della stessa, nonché nell'ambito dell'intero ciclo produttivo dell'azienda medesima, sempre che abbia la disponibilità giuridica, a norma dell'articolo 26, comma 1, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, dei luoghi in cui si svolge l'appalto o la prestazione di lavoro autonomo.

Restano fermi i criteri di verifica della idoneità tecnico-professionale prescritti dall'articolo 26, comma 1, lettera a), del D.lgs. 81/08.

L'articolo 2 stabilisce un principio importante: *“Qualsiasi attività lavorativa in ambienti sospetti di inquinamento o confinati può essere svolta unicamente da imprese o lavoratori autonomi qualificati”* in ragione del possesso dei requisiti previsti dal regolamento che assumono quindi valenza obbligatoria sia per il datore di lavoro committente, sia per l'appaltatore, sia per il lavoratore autonomo.

I requisiti qualificanti previsti sono i seguenti:

a) integrale applicazione delle vigenti disposizioni in materia di valutazione dei rischi, sorveglianza sanitaria e misure di gestione delle emergenze;

b) integrale e vincolante applicazione anche del comma 2 dell'articolo 21 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, nel caso di imprese familiari e lavoratori

autonomi (sorveglianza sanitaria, partecipazioni ai corsi di formazione-aggiornamento, secondo i propri rischi specifici);

c) presenza di personale, in percentuale non inferiore al 30 per cento della forza lavoro, con esperienza almeno triennale relativa a lavori in ambienti sospetti di inquinamento o confinati, assunta con contratto di lavoro subordinato a tempo indeterminato ovvero anche con altre tipologie contrattuali o di appalto, a condizione, in questa seconda ipotesi, che i relativi contratti siano stati preventivamente certificati ai sensi del Titolo VIII, Capo I, del decreto legislativo 10 settembre 2003, n. 276. Tale esperienza deve essere necessariamente in possesso dei lavoratori che svolgono le funzioni di preposto;

d) avvenuta effettuazione di attività di informazione e formazione di tutto il personale, ivi compreso il datore di lavoro ove impiegato per attività lavorative in ambienti sospetti di inquinamento o confinati, specificamente mirato alla conoscenza dei fattori di rischio propri di tali attività, oggetto di verifica di apprendimento e aggiornamento. I contenuti e le modalità della formazione di cui al periodo che precede sono individuati, compatibilmente con le previsioni di cui agli articoli 34 e 37 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, entro e non oltre 90 giorni dall'entrata in vigore del presente decreto, con accordo in Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, sentite le parti sociali;

e) possesso di dispositivi di protezione individuale, strumentazione e attrezzature di lavoro idonei alla prevenzione dei rischi propri delle attività lavorative in ambienti sospetti di inquinamento o confinati e avvenuta effettuazione di attività di addestramento all'uso corretto di tali dispositivi, strumentazione e attrezzature, coerentemente con le previsioni di cui agli articoli 66 e 121 e all'allegato IV, punto 3, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81;

f) avvenuta effettuazione di attività di addestramento di tutto il personale impiegato per le attività lavorative in ambienti sospetti di inquinamento o confinati, ivi compreso il datore di lavoro, relativamente all'applicazione di procedure di sicurezza coerenti con le previsioni di cui agli articoli 66 e 121 e dell'allegato IV, punto 3, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81;

g) rispetto delle vigenti previsioni, ove applicabili, in materia di Documento unico di regolarità contributiva;

h) integrale applicazione della parte economica e normativa della contrattazione collettiva di settore, compreso il versamento della contribuzione all'eventuale ente bilaterale di riferimento, ove la prestazione sia di tipo retributivo, con riferimento ai contratti e accordi collettivi di settore sottoscritti da organizzazioni dei datori di lavoro e dei lavoratori comparativamente più rappresentative sul piano nazionale. Viene altresì specificato che in relazione alle attività lavorative in ambienti sospetti di inquinamento o confinati non è ammesso il ricorso a subappalti, se non autorizzati espressamente dal datore di lavoro committente e certificati ai sensi del Titolo VIII, Capo I, del decreto legislativo 10 settembre 2003, n. 276, e successive modificazioni e integrazioni.

Vale la pena segnalare che l'istituto della certificazione dei contratti di lavoro è disciplinato dagli artt. 75 e segg. del D. Lgs. 276/03.

L'obiettivo della certificazione dei contratti non è legato espressamente a motivi di sicurezza e salute nei luoghi di lavoro, ma vuole ridurre il contenzioso in materia di qualificazione del contratto di lavoro.

Si tratta di una procedura che si attiva attraverso una istanza comune dei soggetti parti di un contratto di lavoro o di appalto, le quali in concreto chiedono "volontariamente" agli organi di certificazione preposti, la verifica della conformità del tipo di contratto di lavoro o di appalto prescelto al rapporto che in concreto intendono instaurare.

L'iter si conclude con un atto amministrativo, l'atto di certificazione al quale, ai sensi dell'art. 5 della legge n. 30/ 2003 viene attribuito piena forza legale.

Le procedure di sicurezza definite all'articolo 3 integrano le disposizioni legislative già contenute nell'art. 26, comma 1, lettera b, e comma 2.

È previsto che prima dell'accesso nei luoghi nei quali devono svolgersi le attività lavorative 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.

Tale attività va realizzata in un tempo sufficiente e adeguato all'effettivo completamento del trasferimento delle informazioni e, comunque, non inferiore ad un giorno.

Il datore di lavoro committente deve individuare un proprio rappresentante, in possesso di adeguate competenze in materia di salute e sicurezza sul lavoro e che abbia comunque svolto le attività di informazione, formazione e addestramento di cui all'articolo 2, comma 1, lettere c) ed f) del regolamento; che sia a conoscenza dei rischi presenti nei luoghi in cui si svolgono le attività lavorative e che vigili in funzione di indirizzo e coordinamento delle attività svolte dai lavoratori impiegati dalla impresa appaltatrice o dai lavoratori autonomi.

Durante tutte le fasi delle lavorazioni in ambienti sospetti di inquinamento o confinati deve essere adottata ed efficacemente attuata una procedura di lavoro specificamente diretta a eliminare o, ove impossibile, ridurre al minimo i rischi propri delle attività in ambienti confinati, comprensiva della eventuale fase di soccorso e di coordinamento con il sistema di emergenza del Servizio sanitario nazionale e dei Vigili del fuoco.

Pertanto, il nuovo D.P.R. è uno strumento destinato ad impedire che nei contesti lavorativi ai quali è applicabile, possano operare soggetti non qualificati con personale inadeguato non addestrato e privo della conoscenza dei rischi legati alle lavorazioni.

Con il comma 4 dell'articolo 3 l'obiettivo è raggiungere un aumento dei livelli di qualificazione, con riferimento alla salute e sicurezza sul lavoro, di qualunque operatore, impresa o lavoratore autonomo, che intenda svolgere attività in "ambienti confinati". Il mancato rispetto delle previsioni del provvedimento determina il venir meno della qualificazione necessaria per operare, direttamente o indirettamente, negli ambienti sospetti di inquinamento o confinati. In conclusione, si può affermare che il nuovo DPR costituisce un tentativo per meglio specificare concetti noti e già espressi

nel D.lgs. 81/08. Le novità introdotte dovranno essere da un lato, oggetto di ulteriori specifiche dall'altro, verificate sul campo da tutti i soggetti della prevenzione con l'obiettivo di evitare le sciagure che sono avvenute in passato e che abbiamo in qualche caso ricordato.

## **2.5. Le cause degli incidenti mortali in spazi confinati**

Le principali cause di morte negli ambienti confinati avvengono, soprattutto, per asfissia poiché sono legate alla presenza/impiego di gas che si sostituiscono all'ossigeno, alla formazione di anidride carbonica attraverso processi biologici, quali la fermentazione e decomposizione di sostanza organica, a reazioni chimiche di ossidoriduzione.

Altri fattori di rischio, causa di infortunio, sono state: le cadute, le cui cause sono legate all'utilizzo di scale inadeguate o impiegate in modo improprio e/o al mancato o scorretto utilizzo dei DPI anticaduta; il soffocamento per intasamento delle vie respiratorie da parte di materiali liquidi o solidi a granulometria finissima; le cadute in seguito a stordimento per esalazioni proveniente da materiali vari quali mosto in fermentazione, trucioli di legno, vernici, fenomeni di incendio, in particolare sviluppatosi all'interno di una cisterna di gasolio.

Un caso, infine, è stato provocato dalle ustioni conseguenti alle operazioni di incatramatura di una cisterna di un'azienda specializzata nella lavorazione di materiali di scarto.

Le condizioni di rischio presenti negli spazi confinati spesso derivano dalla combinazione di rischi preesistenti all'inizio delle attività svolte in tali spazi e di rischi sopraggiunti durante l'esecuzione delle attività stesse.

Gli eventi degli ultimi anni si sono ripetuti con dinamiche spesso molto simili tra loro e hanno evidenziato, nella generalità dei casi, una carente sensibilizzazione e conoscenza delle criticità legate a questi specifici luoghi di lavoro. Hanno, altresì,

evidenziato gravi carenze tecniche ed organizzative oltre alla mancata o impropria informazione e formazione degli operatori.

Sono da considerare inoltre ambienti confinati tutti i luoghi dove si possono trovare o sviluppare gas pericolosi per lo stato di salute, responsabili di una riduzione della concentrazione di O<sub>2</sub>.

Gli infortuni, spesso mortali, in ambiente confinato sono riconducibili al rischio di asfissia o avvelenamento. Nel primo caso il danno subentra a causa della riduzione della concentrazione di ossigeno (O<sub>2</sub>) nell'aria, che normalmente corrisponde al 21% del volume totale (il rimanente è rappresentato principalmente dall'azoto nella misura del 78%); tale diminuzione può derivare da una sostituzione in grado variabile dell'O<sub>2</sub> (ad esempio con azoto o con anidride carbonica), oppure da processi di natura chimica quali ad esempio reazioni di combustione o di ossidazione con consumo di O<sub>2</sub>.

Un caso esplicativo di tale ultima situazione risulta essersi verificato per accesso all'interno di un serbatoio di acciaio rimasto a lungo chiuso, nel quale si era formata della ruggine, con conseguente consumo dell'O<sub>2</sub> per l'ossidazione del ferro.

Nei casi di atmosfera povera di O<sub>2</sub> la perdita di coscienza avviene normalmente qualora la sua concentrazione raggiunga limiti inferiori al 12% circa.

L'avvelenamento si verifica, invece, per inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo di sostanze tossiche in grado di provocare, anche in piccole quantità, danni all'organismo, talvolta con effetti letali (composti derivati dallo zolfo, monossido di carbonio, acidi forti, ecc.) che possono per esempio originare o dalla natura delle sostanze precedentemente stoccate, oppure da attività lavorative svolte nell'ambiente confinato (es. saldatura).

Le varie sostanze in grado di determinare asfissia o avvelenamento possono distribuirsi in modo variabile in funzione del loro peso specifico: ad esempio l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) essendo più pesante dell'aria tende ad accumularsi in basso, il metano verso l'alto, mentre il monossido di carbonio e l'azoto si distribuiscono uniformemente.

Tale particolarità è di rilievo nelle procedure di determinazione delle concentrazioni di inquinanti. Prima di dare accesso ai lavoratori nei locali confinati va ricordato che alcune delle sostanze (es. azoto e CO<sub>2</sub>) che frequentemente sono causa di infortuni sono inodori, per cui il lavoratore, e a volte i soccorritori, non si rendono conto del pericolo e perdono rapidamente i sensi, con esito letale qualora non si riesca ad estrarli in breve tempo.

## **2.6. Il tempo di esposizione**

In ogni lavorazione in spazi confinati che prevedono la presenza di sostanze pericolose c'è un tempo tecnico-lavorativo da rispettare. Questo vuol dire che un lavoratore in presenza di agenti inquinanti, non può superare dei limiti di tempo di esposizione indicati dalle normative vigenti affinché il corpo umano non subisca effetti patogeni o mortali da quella sostanza tossica.

L'esposizione ad una sostanza, rappresenta l'ammontare di un agente tossico che raggiunge un determinato soggetto e spesso viene espressa in termini di concentrazione, durata, frequenza o intensità.

L'esposizione eccessiva provoca sempre dei danni alla salute, anche se spesso, a parità di esposizione, all'interno della stessa popolazione i vari membri possono subire effetti di diversa gravità.

Ai fini della tutela della salute e dell'ambiente, numerose organizzazioni scientifiche nazionali e internazionali hanno fissato limiti di concentrazione nell'aria direttamente relazionati alla potenziale tossicità delle sostanze aerodisperse. Questi limiti vengono stabiliti sulla base delle più moderne conoscenze scientifiche e sono spesso adottati come tali dalle varie normative nazionali, in modo tale da rendere obbligatorio il loro rispetto.

Per quanto riguarda la prevenzione dei rischi per la salute negli ambienti di lavoro, esistono dei valori di concentrazione raccomandati per la maggior parte dei composti tossici aerodispersi.

I TLV proposti dall'ACGIH (American conference of governmental industrial hygienist) o valori limite di soglia (Threshold Limit Values) rappresentano le concentrazioni al di sotto delle quali si ritiene che la maggior parte dei lavoratori possa rimanere esposta ripetutamente giorno per giorno senza effetti negativi per la salute. In ogni caso questi limiti non costituiscono una linea di demarcazione netta fra concentrazione non pericolosa e pericolosa, né un indice relativo di tossicità; quasi sempre, inoltre, sono molto più alti di quelli indicati a protezione della popolazione.

I TLV si suddividono in TLV-TWA, TLV-STEL e TLV-C e vengono fissati in parti per milione in volume (ppm) o in mg/m<sup>3</sup>.

Il TLV-TWA (Threshold Limit Values - Time Weighted Average) o Valore limite di soglia con media ponderata nel tempo rappresenta la concentrazione media ponderata in una normale settimana lavorativa (8 ore per 5 giorni) per la quale si ritiene che la maggior parte dei lavoratori possa essere esposta ripetutamente senza che insorgano degli effetti negativi.

Il TLV-STEL (Threshold Limit Values - Short Term Exposure Limit) o Valore limite di soglia con limite per breve tempo di esposizione rappresenta la concentrazione massima a cui i lavoratori possono essere esposti, per un periodo di 15 minuti, senza che insorgano problemi di irritazione o alterazione cronica, né che venga accresciuta la probabilità di infortunio, o limitata la possibilità di mettersi in salvo in caso di incidente o di ridotta l'efficienza lavorativa. Il TLV-STEL integra il TLV-TWA.

Il TLV-C (Threshold Limit Values – Ceiling) o Valore limite di soglia Ceiling rappresenta la concentrazione che non deve mai essere superata in qualsiasi momento della giornata.

IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health) si tratta di un livello di concentrazione considerato immediatamente pericoloso per la vita o la salute in base alla definizione del NIOSH. Il livello di concentrazione IDLH viene definito come una minaccia di esposizione a contaminanti aerobici che possono determinare la morte o effetti immediati o ritardati irreversibili sulla salute o impedire la fuga dall'ambiente in tal modo contaminato. Questo valore rappresenta la concentrazione

massima da cui un lavoratore deve allontanarsi entro 30 minuti prima di manifestare sintomi in grado di impedirne la fuga o effetti irreversibili sulla salute.

Ai fini di tutelare la salute nei luoghi di lavoro si attua spesso anche il monitoraggio biologico, che consiste nella misura di un indicatore chimico in un mezzo biologico delle persone esposte (sangue, urina, ecc.). Per valutare i risultati del monitoraggio si utilizzano gli IBE o Indici Biologici di Esposizione, dei valori di concentrazione al di sotto dei quali si ritiene che la maggior parte dei lavoratori esposti non subisce effetti negativi sulla salute.

In ambienti confinati, i principali infortuni avvengono per le concentrazioni non valutate in particolare di monossido di carbonio, anidride carbonica e idrogeno solforato.

I valori limite di esposizione professionale per i lavoratori espressi nel D.Lgs. 81/08 nell'Allegato XXXVIII, per l'esposizione al monossido di carbonio il TLV-TWA è di 25 ppm, pari a 29 mg/m<sup>3</sup>, e il valore delle IDLH è di 1.200 ppm. Per l'anidride carbonica i limiti fissati per le concentrazioni sul posto di lavoro sono: 5000 ppm come TWA, 30000 ppm come STEL e 40.000 ppm come indice IDLH. L'idrogeno solforato ha un valore di TLV-TWA pari a 2 ppm, mentre il TLV-STELL è 5 ppm e il valore IDLH corrisponde a 100 ppm.

Dal D.Lgs. 81/08 si riporta l'allegato XXXVIII riguardante i valori limite di esposizione professionale ad agenti chimici.

Tabella 1 Allegato XXXVIII del D Lgs 81/08, Valori limite di esposizione professionale)

200-467-2	60-29-7	Dieltelere	308	100	616	200	-
200-662-2	67-64-1	Acetone	1210	500	-	-	-
200-663-8	67-66-3	Cloroformio	10	2	-	-	pelle
200-756-3	71-66-6	Tricloroetano, 1,1,1-	555	100	1110	200	-
200-834-7	75-04-7	Etilammina	9,4	5	-	-	-
200-863-5	75-34-3	Dicloroetano, 1,1-	412	100	-	-	pelle
200-870-3	75-44-5	Fosgene	0,08	0,02	0,4	0,1	-
200-871-9	75-45-6	Clorodifluorometano	3600	1000	-	-	-
201-159-0	78-93-3	Butanone	600	200	900	300	-
201-176-3	79-09-4	Acido propionico	31	10	62	20	-
202-422-2	95-47-6	o-Xilene	221	50	442	100	pelle
202-425-9	95-50-1	Diclorobenzene, 1,2-	122	20	306	50	pelle
202-436-9	95-63-6	1,2,4-Trimetilbenzene	100	20	-	-	-
202-704-5	98-82-8	Cumene	100	20	250	50	pelle
202-705-0	98-83-9	Fenilpropene, 2-	246	50	492	100	-
202-849-4	100-41-4	Etilbenzene	442	100	884	200	pelle
203-313-2	105-60-2	e-Caprolattame (polveri e vapori) (*)	10	-	40	-	-
203-388-1	106-35-4	Eptan-3-one	95	20	-	-	-
203-396-5	106-42-3	p-Xilene	221	50	442	100	pelle
203-400-5	106-46-7	Diclorobenzene, 1,4-	122	20	306	50	-
203-470-7	107-18-6	Alcolio aillioo	4,8	2	12,1	5	pelle
203-473-3	107-21-1	Etilen glicol	52	20	104	40	pelle
203-539-1	107-98-2	Metossipropanolo-2,1-	375	100	568	150	pelle
203-550-1	108-10-1	Metilpentan-2-one,4-	83	20	208	50	-
203-576-3	108-38-3	m-Xilene	221	50	442	100	pelle
203-603-9	108-65-6	2-Metossi-1-metilacetato	275	50	550	100	pelle
203-604-4	108-67-8	Mesitilene (1,3,5-trimetilbenzene)	100	20	-	-	-
203-631-1	108-94-1	Cicloesanoone	40,8	10	81,6	20	pelle
203-726-8	109-99-9	Tetraidrofurano	150	50	300	100	pelle
203-737-8	110-12-3	5-metilhexan-2-one	95	20	-	-	-
203-767-1	110-43-0	Eptano-2-one	238	50	475	100	pelle
203-808-3	110-85-0	Piperazina (polvere e vapore) (*)	0,1	-	0,3	-	-
203-905-0	111-76-2	Butossietilacetato	98	20	246	50	pelle
203-933-3	112-07-2	2-Butossietilacetato	133	20	333	50	pelle
204-065-8	115-10-6	Etere dimetilico	1920	1000	-	-	-
204-428-0	120-82-1	1,2,4-Triclorobenzene	15,1	2	37,8	5	pelle
204-469-4	121-44-8	Trietilammina	8,4	2	12,6	3	pelle
204-662-3	123-92-2	Acetato di isoamile	270	50	540	100	-
204-697-4	124-40-3	Dimetilammina	3,8	2	9,4	5	-
204-826-4	127-19-5	N,N-Dimetilacetammide	36	10	72	20	pelle
205-480-7	141-32-2	Acrilato di n-butile	11	2	53	10	-
205-563-8	142-82-5	Eptano, n-	2085	500	-	-	-
208-394-8	526-73-8	1,2,3-Trimetilbenzene	100	20	-	-	-
208-793-7	541-85-5	5-Metilheptano-3-one	53	10	107	20	-
210-946-8	626-38-0	Acetato di 1-metilbutile	270	50	540	100	-
211-047-3	628-63-7	Acetato di pentile	270	50	540	100	-
	620-11-1	Acetato di 3-amile	270	50	540	100	-
	625-16-1	Acetato di terz-amile	270	50	540	100	-
215-635-7	1330-20-7	Xilene, isomeri misti, puro	221	50	442	100	pelle
222-995-2	3689-24-5	Sulfotep	0,1	-	-	-	pelle
231-634-8	7664-39-3	Acido fluoridrico	1,5	1,8	2,5	3	-
231-131-3	7440-22-4	Argento, metallico	0,1	-	-	-	-
231-595-7	7647-01-0	Acido cloridrico	8	5	15	10	-
231-633-2	7664-38-2	Acido ortofosforico	1	-	2	-	-
231-635-3	7664-41-7	Ammoniacca anidra	14	20	36	50	-
231-945-8	7782-41-4	Fluoro	1,58	1	3,16	2	-
231-978-9	7782-41-4	Seleniuro di idrogeno	0,07	0,02	0,17	0,05	-
233-113-0	10035-10-6	Acido bromidrico	-	-	6,7	2	-
247-852-1	26628-22-8	Azoturo di sodio	0,1	-	0,3	-	pelle
252-104-2	34590-94-8	(2-metossimetilmetossi)-propanolo	308	50	-	-	pelle
		Fluoruri inorganici (espressi come F)	2,5	-	-	-	-
		Piombo inorganico e suoi composti	0,15	-	-	-	-
200-193-3	54-11-5	Nicotina	0,5	-	-	-	pelle

Tabella 1 Allegato XXXVIII del D Lgs 81/08, Valori limite di esposizione professionale)

			mgm ( )	ppm ( )	mgm	ppm	
200-579-1	64-18-6	Acido formico	9	5	-	-	-
200-659-6	67-56-1	Metanoio	260	200	-	-	pelle
200-830-5	75-00-3	Cloroetano	268	100	-	-	-
200-835-2	75-05-8	Acetonitrile	35	20	-	-	pelle
201-142-8	78-78-4	Isopentano	2000	667	-	-	-
202-716-0	98-95-3	Nitrobenzene	1	0,2	-	-	pelle
203-585-2	108-46-3	Resorcinolo	45	10	-	-	-
203-625-9	108-88-3	Toluene	192	50	-	-	pelle
203-629-5	108-90-7	Monoclorobenzene	23	5	70	15	-
203-692-4	109-66-0	Pentano	2000	667	-	-	-
203-716-3	109-89-7	Dietilammina	15	5	30	10	-
203-777-6	110-54-3	n-Esano	72	20	-	-	-
203-806-2	110-82-7	Cicloesano	350	100	-	-	-
203-815-1	110-91-8	Morfolina	36	10	72	20	pelle
203-906-6	111-77-3	2-(2-Metossietossi)etanolo	50,1	10	-	-	pelle
203-961-6	112-34-5	2-(2-Butossietossi)etanolo	67,5	10	101,2	15	-
204-696-9	124-38-9	Anidride carbonica	9000	5000	-	-	-
205-483-3	141-43-5	2-Amminoetanolo	2,5	1	7,6	3	pelle
205-634-3	144-62-7	Acido ossalico	1	-	-	-	-
206-992-3	420-04-2	Cianammide	1	-	-	-	pelle
207-343-7	463-82-1	Neopentano	3000	1000	-	-	-
215-236-1	1314-56-3	Pentaossido di fosforo	1	-	-	-	-
215-242-4	1314-80-3	Pentossifuro di difosforo	1	-	-	-	-
231-131-3		Argento (composti solubili come Ag)	0,01	-	-	-	-
		Bario (composti solubili come Ba)	0,5	-	-	-	-
		Cromo metallico, composti di cromo inorganico (II) e (III)	0,5	-	-	-	-
231-714-2	7697-37-2	Acido nitrico	-	-	2,6	1	-
231-778-1	7726-95-6	Bromo	0,7	0,1	-	-	-
231-969-5	7782-50-5	Cloro	-	-	1,5	0,5	-
232-260-8	7803-51-2	Fosfina	0,14	0,1	0,28	0,2	-
	8003-34-7	Piretro (depurato dai lattoni sensibilizzanti)	1	-	-	-	-
233-060-3	10026-13-8	Pentacloruro di fosforo	1	-	-	-	-
200-079-5	68-12-2	N,N Dimetilformamide	15	5	30	10	pelle
200-843-6	75-15-0	Disolfuro di carbonio	3	1	-	-	pelle
201-245-8	80-05-7	Bisfenolo A (polveri inalabili)	10	-	-	-	-
201-297-1	80-02-6	Metacrilato di metile	-	50	-	100	-
202-500-6	96-33-3	Metilacrilato	7	2	36	10	pelle
203-545-4	108-05-4	Acetato di vinile	17,0	5	35,2	10	-
203-632-7	108-95-2	Fenolo	8	2	16	4	pelle
203-713-7	109-86-4	2-Metossietanolo	-	0,5	-	-	pelle
203-772-9	110-40-0	2-Metossietil acetato	-	0,5	-	-	pelle
203-804-1	110-80-5	2-Etossi etanolo	8	2	-	-	pelle
203-830-2	111-15-0	2-Etossietil acetato	11	2	-	-	pelle
204-061-8	123-01-1	1,4 Dioxano	73	20	-	-	pelle
205-438-8	140-88-5	Etilacrilato	21	5	42	10	-
210-866-3	624-83-0	Isocianato di metile	-	-	-	0,02	pelle
212-828-1	872-50-4	n-metil-2-pirrolidone	40	10	80	20	pelle
210-053-1	1634-04-4	Ossido di terz-butile e metile	183,5	50	367	100	-
		Mercurio e composti inorganici divalenti del mercurio compresi ossidomercurico e cloruro di mercurio (misurati come mercurio) (2)	0,02	-	-	-	pelle
231-630-5	7664-93-9	Acido solforico (nebulizzazione) (10) (11)	0,05	-	-	-	-
231-977-3	7783-06-4	Acido solfidrico	7	5	14	10	-

## 2.7. I rischi dei luoghi confinati

I rischi tipici che si manifestano nei luoghi a pericolo di inquinamento sono evidenziati in tabella n°2.

Tabella 2 Fattori di rischio e le relative cause potenziali

Fattore di Rischio	Cause Potenziali
<b>Asfissia</b>	Carenza di ossigeno a causa di processi fermentativi (formazione di anidride carbonica, acido solfidrico etc) e/o formazione/presenza/introduzione di gas che si sostituiscono all'ossigeno (azoto, monossido di carbonio etc. ), intrappolamento in materiali sfusi cedevoli (cereali, granuli plastici, di catalizzatori, di supporti, inerti pulverulenti, prodotti alimentari, ecc.), etc.
<b>Condizioni microclimatiche sfavorevoli</b>	Alta umidità, alta o bassa temperatura, utilizzo DPI a limitata traspirazione, tipologia lavori in corso, ecc.
<b>Esplosione/Incendio</b>	Evaporazione liquidi infiammabili, presenza/formazione gas infiammabili, sollevamento di polveri infiammabili e presenza di fonti di innesco di varia natura (cariche elettrostatiche, utilizzo utensili e attrezzature di lavoro che producono di scintille, impianti ed apparecchi elettrici, operazioni di taglio e saldatura, ecc.), ecc.
<b>Intossicazione</b>	Presenza di residui, reazioni di decomposizione o biologiche, non efficace isolamento, ecc.
<b>Caduta</b>	Mancata od errata predisposizione di opere provvisorie, mancato uso DPI, utilizzo attrezzatura non idonea o usata male (es. scala troppo corta o non vincolata), ecc.
<b>Elettrocuzione</b>	Impianti/utensili non adeguati alla classificazione dell'area, non conformi alla normativa applicabile o in cattivo stato, errori di manovra (mancato isolamento elettrico), mancato coordinamento, mancato sezionamento/scollegamento elettrico ecc.

I rischi durante i lavori nei luoghi confinati, si possono presentare anche con la presenza o l'impiego di gas che si sostituiscono all'O<sub>2</sub> (azoto usato per bonifica e/o inertizzazione, gas di saldatura, ecc.),o si può incorrere alla formazione di CO<sub>2</sub> attraverso vari processi biologici (fermentazione, decomposizione sostanze organiche).

Un rischio è presentato anche dalle reazioni chimiche di ossidoriduzione di sostanze che possono avvenire come la combustione con rilascio di CO<sub>2</sub>, di NH<sub>3</sub>, di

H<sub>2</sub>S o con liquidi e solidi emettono gas tossici in presenza di aria o vapori d'acqua (zolfo, fosfuri che emettono fosfina a contatto di acidi ed acqua o vapore, ecc.).

Si possono verificare rischi anche dovuti ad un'impropria bonifica di tubazioni e/o recipienti, a rilasci accidentali da valvole o altre sorgenti di emissione, a residui di materia li stoccati, quando liquidi e solidi sono agitati o spostati e rischi dovuti alle attrezzature di lavoro con alimentazione elettrica inadeguata, pareti interne bagnate.

## **2.8. Cause e condizioni di rischio**

Alcune condizioni di rischio sono preesistenti alle attività da svolgere nei luoghi confinati o a pericolo di inquinamento, altre si rivelano durante i lavori o si determinano a causa della loro esecuzione.

Le condizioni di rischio che sono indotte dalle attività che si intende svolgere come per esempio le operazioni di saldatura/ taglio/ brasatura o l'uso di particolari sostanze come colle, solventi, vernici, prodotti per la pulizia. Condizioni di rischio sono provenienti dall'uso di attrezzature e anche dagli indumenti di lavoro utilizzati, poiché alcune tipologie possono provocare inneschi.

Si può incorrere a creare situazioni di rischio per una non corretta pianificazione delle attività come per esempio di una non idonea scelta dei dispositivi di protezione e delle adeguate modalità ed attrezzature di messa in sicurezza o di salvataggio per i lavoratori presenti in un ambiente confinato o di situazioni che possono creare interferenze con il ciclo di produzione.

Nei ambienti confinati o a sospetto d'inquinamento si incorre anche a fattori di rischio propri come ad esempio, le perdite da tubazioni presenti negli stessi ambienti o negli spazi limitrofi o la presenza di sostanze asfissianti/ tossiche/ contaminanti, la formazione e la presenza di atmosfere esplosive.

Tabella 3 Fattori di rischio e le relative cause potenziali

Fattore di Rischio	Cause Potenziali
Contatto con organi in movimento	Parti di impianto/macchine non adeguatamente protetti, utilizzo di attrezzature non idonee all'ambiente ristretto, ecc.
Investimento/Schiacciamento	Accesso da aree stradali, caduta di gravi, errori di manovra mezzi, mancato coordinamento in fase di ingresso/uscita.
Ustioni/Congelamento	Presenza di parti a elevata/bassa temperatura non sufficientemente protette; errori di manovra in macchine termiche (insufficiente raffreddamento/riscaldamento), ecc.
Annegamento	Eventi meteorici improvvisi, infiltrazioni, mancato isolamento, ecc.
Atmosfera con eccesso di ossigeno	Se la quantità di ossigeno è maggiore del 21% (concentrazione nell'aria in condizioni normali), esiste un aumento di rischio di incendio ed esplosione.
Seppellimento	Dovuto all'instabilità del prodotto contenuto scoscendimenti di terreno o altro
Rumore	Dovuto alle attività lavorative svolte all'interno dell'ambiente confinato
Rischio biologico	Dovuto alla eventuale presenza o decomposizione di sostanze organiche (per esempio liquami)

## **2.9. Attività o situazioni dei LC in cui c'è la possibilità che si presenti un rischio**

Il primo problema che si pone è la consapevolezza della presenza di spazi confinati in un'azienda da parte del datore di lavoro, del Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione, dei preposti e dei lavoratori. Nelle tre tabelle seguenti sono riportate le più comuni situazioni di spazi confinati.

Tabella 4 Attività/situazioni in cui si possono presentare i rischi di asfissia

Attività / Situazione	Settore produttivo
Presenza residuale, dopo svuotamento o lavaggio, di N <sub>2</sub> usato come gas inerte in cisterne, serbatoi ecc.	Nell'industria agro-alimentare, chimica, farmaceutica
Processi di fermentazione di mosti con produzione di CO <sub>2</sub>	Serbatoi, tini, botti, autobotti, vasche in aziende vitivinicole, nella produzione di distillati, ecc...
Nell'uso di CO <sub>2</sub> in serra per incrementare la crescita del prodotto	Serre nell'industria agroalimentare
Dispersione di agenti estinguenti o refrigeranti (CO <sub>2</sub> , halon, freon...) in ambienti non aerati	Locali con impianti e attrezzature antincendio (es. locali CED); impianti di condizionamento e refrigerazione (ad es. nell'industria alimentare)
Accumulo di gas inerti (azoto, argon, elio) o di CO <sub>2</sub> con formazione di atmosfere sotto-ossigenate	Serbatoi, celle, locali e stanze chiusi nell'industria agro-alimentare, chimica, farmaceutica, nei laboratori scientifici, nella crioterapia
Accumulo di fumi e di gas inerti nella saldatura ad arco (MIG, MAG, TIG)	Ambienti confinati (serbatoi, silos, stive) dove si effettuano processi di saldatura
Rilascio di vapori tossici di varia natura	Scavi su terreni contaminati da scarichi abusivi, da rifiuti/residui pericolosi nelle attività di bonifica
Presenza residuale di gas	Vecchi gasometri
Rilascio di vapori come residui di sostanze tossiche contenute in recipienti/contenitori industriali	Serbatoi, condotte nell'industria petrolifera, chimica, galvanica
Accumulo di gas e fumi tossici derivanti da stoccaggi e processi produttivi in ambienti con scarsa ventilazione	Industria, chimica, galvanica, metallurgica
Accumulo di gas tossici derivanti da reazione tra sostanze incompatibili (es. sostanze acide con ipocloriti, solfuri, cianuri, ecc...)	Impianti di clorazione (acquedotti, piscine, fontane), concerie, galvaniche
Sprofondamento o seppellimento all'interno di masse di materiale solido in pezzatura minuta (grani, polveri, pellets)	Mulini, silos nell'industria alimentare, nei cementifici, nella escavazione/lavorazione materiali inerti

Tabella 5 Attività/situazioni in cui si possono presentare i rischi di incendio o esplosione.

Attività / Situazione	Settore produttivo
Gas da reazioni anaerobiche (metano, idrogeno solforato, ammoniaca, mercaptani...) derivante da materiale organico stivato o residui di lavaggi	Vasche e fosse biologiche, collettori fognari, serbatoi di stoccaggio liquami, impianti di depurazione, di produzione di biogas, in agricoltura, industria alimentare, trasporti
Ristagno di gas pesanti e infiammabili (butano, propano) usati come propellenti per prodotti in aerosol	Ambienti interrati o seminterrati privi di ventilazione
Nubi di polveri di varia origine/natura: alimentare (es.: farine, zuccheri, malto, amido), chimica (es.: plastica, resine, detergenti, farmaceutica), metallurgica (es.: alluminio, magnesio), vernici, legno	Silos, serbatoi, grandi contenitori di stoccaggio nell'industria alimentare, chimica, metallurgica; impianti di aspirazione, filtrazione e stoccaggio nell'industria del legno
Formazione di atmosfere sovra-ossigenate per rilascio accidentale o volontario di O <sub>2</sub>	Serbatoi, locali non ventilati, stive, camere iperbariche, nella saldatura ossidrica, industria chimica, siderurgia, ossigeno terapia
Formazione di atmosfere esplosive per rilascio del gas metano presente naturalmente in alcune acque di falda	Serbatoi o grandi contenitori di stoccaggio dell'acqua nell'industria chimica, in agricoltura, allevamenti, ecc.

Tabella 6 Attività/ situazioni accidentali poco prevedibili

Attività / Situazione	Settore produttivo
Fenomeni di fermentazione di materiale organico, di derrate alimentari (granaglie, farine, frutta), di rifiuti, con formazione di CO <sub>2</sub>	Fosse, vasche, stive, containers, autobotti e simili nell'industria alimentare, nei trasporti, in agricoltura, in attività di allevamento
Reazione tra l'acqua del terreno ed il calcare con produzione di CO <sub>2</sub>	Gallerie, fosse, cunicoli, nell'industria estrattiva, in edilizia, nelle attività di manutenzione stradale
Fenomeni di ossidazione (formazione di ruggine) all'interno di serbatoi con diminuzione della concentrazione di O <sub>2</sub>	Recipienti e serbatoi chiusi in acciaio lasciati inutilizzati per lungo tempo
Reazioni anaerobiche di materiale organico con formazione di gas (metano, CO <sub>2</sub> , idrogeno solforato, ammoniaca, mercaptani...)	Fognature, boccaporti di accesso, pozzi di connessione alla rete, nelle attività di depurazione, di produzione biogas, in agricoltura, nella manutenzione stradale e fognaria
Combustioni in difetto d'ossigeno (stufe catalitiche, bracieri) con formazione di CO	Luoghi e locali nell'industria siderurgica, chimica, del carbone

### **3. APPROCCIO SISTEMICO**

Sia nel caso degli spazi confinati con pericolo di inquinamento che per i lavori in impianti a rischio di incidente rilevante la sequenza metodologica sistematica parte dallo stesso punto: la prefigurazione di scenari di emergenza connessi, con la presenza di sostanze pericolose. Nel caso degli spazi confinati si tratta di ambienti circoscritti, con limitate aperture e ventilazione naturale sfavorevole, mentre nel caso degli impianti a rischio d'incidente si parla di uno sviluppo incontrollato delle attività e di uno stabilimento che determina un'emissione, un incendio, o un'esplosione di grande entità che possono avere impatti gravissimi secondo le caratteristiche demografiche, sociali e naturali di un territorio.

La differenza di approccio per questi due casi consiste nel fatto che negli spazi confinati si va a proteggere lo spazio da ulteriori rischi provenienti dalle aree circostanti, mentre nel caso degli impianti, si deve prevenire la propagazione verso l'esterno degli effetti di un incidente.

#### **3.1. Informazione, formazione, addestramento**

L'art. 2 del D.Lgs. 81/2008 definisce i concetti di "formazione, informazione e addestramento" sulla sicurezza sul lavoro e nel Testo Unico viene sottolineato l'obbligo del datore di lavoro di impegnarsi e garantire a tutti i suoi dipendenti le giuste qualifiche per consentire di operare nella piena consapevolezza e preparazione nei confronti dei rischi e pericoli ai quali sono esposti.

Si definisce con il termine "formazione" il *"processo educativo attraverso il quale trasferire ai lavoratori e agli altri soggetti del sistema di prevenzione e protezione aziendale conoscenze e procedure utili alla acquisizione di competenze"*

*per svolgimento in sicurezza dei rispettivi compiti in azienda e alla identificazione, alla riduzione e alla gestione dei rischi".*

L'“informazione” ai sensi del art.2 viene espressa come un *“complesso delle attività dirette a fornire conoscenze utili alla identificazione, alla riduzione e alla gestione dei rischi in ambienti di lavoro”*.

Per il termine “addestramento” viene espresso il seguente concetto: *“complesso delle attività dirette a fare apprendere ai lavoratori l'uso corretto di attrezzature, macchine, impianti, sostanze, dispositivi, anche di protezione individuale e le procedure di lavoro”*.

In riferimento all'art.36 e art.37 del Dlgs 81/08, ogni datore di lavoro è obbligato ad informare e a formare i propri dipendenti, ricevendo, nell'ambito del programma di formazione di ognuno, formazione ed informazione relativamente ai rischi e pericoli cui possono essere esposti durante un'attività lavorativa e riguardo le responsabilità ed alle procedure da seguire, e per un corretto utilizzo dei DPI.

Il programma di formazione dovrà prevedere che, al termine del percorso formativo, propedeutico allo svolgimento dell'attività lavorativa, il lavoratore, sia in grado di dimostrare competenza adeguata nell'effettuare delle valutazioni sulla qualità dell'atmosfera presente nell'ambiente confinato indipendentemente dal fatto che nella sua area o nella specifica lavorazione siano richiesti o meno i DPI. Essa varia secondo il profilo di impiego del lavoratore e dei gradi di rischio a cui è esposto.

La formazione in materia di Sicurezza del lavoro può essere erogata dagli organi previsti dal D.Lgs. 81/08 e dalla Conferenza Stato Regioni e, nel caso del solo Addestramento dal Datore di Lavoro (tramite tecnici e istruttori qualificati per legge). Nel caso della formazione ai rischi essa sarà comunque a cura della Committenza lavori.

Quindi prima che siano svolte attività lavorative in ambienti confinati, il datore di lavoro deve “informare” in maniera precisa e puntuale tutti i lavoratori secondo il profilo di impiego e dei gradi di rischio a cui è esposto impiegati dall'impresa appaltatrice, compreso il datore di lavoro ove impiegato nelle medesime attività, o i lavoratori autonomi, su:

- caratteristiche dei luoghi in cui i suddetti lavoratori sono chiamati ad operare;
- tutti i rischi esistenti in tali ambienti (anche quelli derivanti da precedenti utilizzi);
- misure di prevenzione ed emergenza adottate in relazione all'attività (compreso l'eventuale coordinamento con il Servizio Sanitario Nazionale e i Vigili del Fuoco);
- utilizzo DPI di III° categoria e APVR (apparecchi di protezione vie respiratorie).

### **3.2. Misure preliminari e di controllo**

Prima e durante lo svolgimento di lavori in spazi confinati o a pericolo di inquinamento, si devono predisporre procedure di comunicazione, che hanno una grande rilevanza per garantire uno scambio continuo di informazioni tra chi opera all'interno dell'ambiente e il presidio predisposto per assisterlo. Anche i dispositivi di allarme posti all'interno dell'ambiente sono dei strumenti di comunicazione in quanto consentono di verificare che qualcosa di anomalo sta succedendo lì dentro.

Nelle situazioni di possibile mancanza di ossigeno, la concentrazione presente va monitorata prima di accedere allo spazio confinato e durante l'attività all'interno. La mancanza di ossigeno, dovuta anche a presenza di gas inerti, non è avvertibile al momento dell'accesso, quindi bisogna campionare l'aria interna per verificare il tenore di ossigeno.

Gli analizzatori di ossigeno sono dispositivi critici, che richiedono una taratura e manutenzione per garantire una misura affidabile; devono avere un dispositivo di allarme che segnala un malfunzionamento, come ad es. la batteria quasi scarica. Sotto a una concentrazione di O<sub>2</sub> del 19.5% non deve essere consentito l'accesso. Alla presenza di gas infiammabili, irritanti, tossici o letali, non è sufficiente conoscere il tenore di ossigeno, ma è necessario fare altri accertamenti analitici prima di consentire l'accesso.

Laddove non vi siano concentrazioni pericolose di agenti chimici asfissianti, tossici o infiammabili; in caso di dubbi è necessario impiegare strumenti in continuo (esplosimetri ecc.) dotati di soglia di allarme.

La qualità dell'aria deve essere verificata a diversi livelli di altezza per tenere conto della differente stratificazione delle possibili sostanze pericolose e in caso di dubbio sulla pericolosità dell'atmosfera vanno adottate specifiche cautele quali l'impiego di DPI di protezione delle vie respiratorie (autorespiratore se  $O_2 < 19.5$ ), utensili particolari (antiscintilla), ventilazione, impiego di misuratori in continuo.

Molto importante da tener conto è la ventilazione, sempre, prima e durante i lavori, in quanto la ventilazione va a normalizzare e bonificare l'atmosfera attraverso l'immissione di aria pulita nei luoghi confinati o a pericolo di inquinamento, attraverso l'aspirazione di contaminanti, quali, sostanze tossiche o gas infiammabili.

In campo pratico, vi sono tre tecniche di ventilazione che possono essere utilizzate:

Immissione di aria (pressione positiva): sono utilizzati dei dispositivi che inseriscono pressioni di aria pulita all'interno dello spazio confinato, andando a ripulire l'aria da possibili concentrazioni elevate di inquinante, permettendo così un ricambio d'aria costante (esempio visto in fig.2).

Figura 2 Tecnica di immissione/ aspirazione d'aria



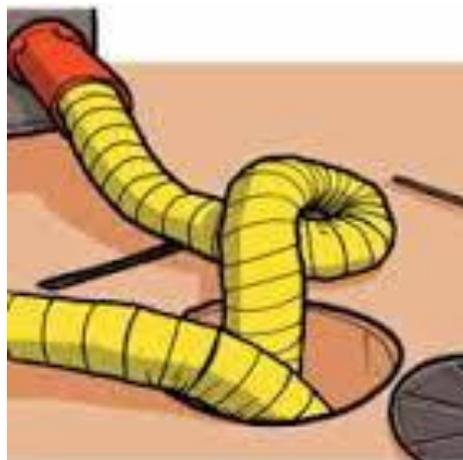
Aspirazione di aria (pressione negativa): secondo il piano di ventilazione dell'aria si vanno a predisporre di intervalli di bonifica dello spazio confinato mediante l'uso di aspiratori (esempio visto in fig.3).

Figura 3 Tecnica di immissione/ aspirazione d'aria



Contemporanea immissione e aspirazione: l'utilizzo di questa tecnica prevede una qualità dell'aria ottimale costantemente (esempio visto in fig.4).

Figura 4 Tecnica di immissione e aspirazione d'aria contemporaneamente



Bisogna prestare attenzione anche alle procedure di isolamento di possibili fonti di pericolo e/o inquinamento; infatti queste procedure devono essere effettuate preliminarmente all'esecuzione dei lavori. Si isolano o per Lockout/ Tagout (segnalazione) o per Blinding/ Blanking (Ostruzione o accecamento).

### **3.3. Misure di protezione per lavori nei luoghi confinati**

Il lavoratore deve essere dotato di idonei dispositivi di sicurezza, sia per il posizionamento, per le operazioni di lavoro, per la trattenuta, la discesa, salita e l'arresto della caduta; incluse le linee di vita collocate intorno al punto di accesso degli spazi confinati.

Si intende per dispositivo di protezione individuale, denominato "DPI", qualsiasi attrezzatura destinata ad essere indossata e tenuta dal lavoratore allo scopo di proteggerlo contro uno o più rischi suscettibili di minacciarne la sicurezza o la salute durante il lavoro, nonché ogni complemento o accessorio destinato a tale scopo.

I DPI, dispositivi di protezione individuale, devono essere indicati dal proprio datore di lavoro e R.S.P.P (Responsabile del servizio di prevenzione e protezione dei lavoratori) ed essere riportati anche, laddove previsto, dalla azienda Committente nel D.U.V.R.I (Documento unico di valutazione dei rischi da interferenza) e/o nel permesso di lavoro.

Il datore di lavoro si deve assicurare di mantenere in efficienza i DPI e ne assicura le condizioni d'igiene, mediante la manutenzione, le riparazioni e le sostituzioni necessarie e secondo le eventuali indicazioni fornite dal fabbricante e provvede a che i DPI siano utilizzati soltanto per gli usi previsti, salvo casi specifici ed eccezionali, sempre osservando le indicazioni e informazioni del fabbricante.

Ogni DPI è destinato ad un uso personale e, qualora le circostanze richiedano l'uso di uno stesso DPI da parte di più persone, prende misure adeguate affinché tale uso non ponga alcun problema sanitario e igienico ai vari utilizzatori.

Per i lavori in spazi confinati o a pericolo di inquinamento, si vanno a predisporre delle imbracature anticaduta e/o da lavoro, protezioni respiratorie (Maschere, Autorespiratori, Elettrorespiratori), tuta di protezione corporea di III° livello adeguata alle sostanze presenti, guanti protettivi (in nitrile, in crosta o in fiore di pelle), occhiali protettivi e casco protettivo.

Per la normativa italiana i DPI per gli spazi confinati ricadono nella macro-categoria dei DPI per ambienti sospetti di inquinamento. Per i dispositivi di protezione individuale da adottare alla presenza di atmosfere ATEX (atmosfere esplosive) , si fanno più valutazioni, poiché si richiede un adeguato livello di protezione di apparecchiature e DPI specifici. Tutte le apparecchiature progettate per l'utilizzo in zone con rischio di esplosione dispongono di una specifica marcatura apposta sul prodotto (esempio mostrato in fig.5).

Figura 5 Marchio rischio esplosione



Questa marcatura contiene tutte le indicazioni necessarie per determinare le zone di utilizzo possibili. E quindi oltre alla marcatura CE e ai dati per identificare il prodotto quali il nome del costruttore, il riferimento di tipo, la serie e alcuni parametri elettrici, un'apparecchiatura conforme alle norme ATEX deve necessariamente riportare il simbolo visto in fig.5.

Di seguito è illustrato un esempio di etichettatura dei dispositivi e attrezzature per operare in spazi confinati alla presenza di atmosfere esplosive.

CE 0081  II 2 GD Ex nAnL IIB T4

- CE: il materiale risponde alle corrispondenti norme europee
- 0081: numero d'identificazione dell'ente riconosciuto, quando interviene nella fase di controllo della produzione.
-  : utilizzo autorizzato in atmosfera esplosiva.
- II: gruppo di apparecchiature (I = miniere , II = industrie di superficie).
- 2: categoria di apparecchiatura (1 = rischio permanente (Zone 0 e 20), 2 = rischio frequente (Zone 1 e 21), 3 = rischio occasionale (Zone 2 e 22))
- GD: tipo di combustibile: G = gas e vapori, D = polveri
- Ex: il prodotto risponde alle modalità di protezione normalizzate dal Cenelec.

- nAnL: modalità di protezione.
- IIB: corrisponde alla classe di gas coperta dal prodotto.
- T4: classe di temperatura corrispondente ad una temperatura di superficie

Quindi sarà fondamentale scegliere degli idonei dispositivi di supporto per garantire sia al lavoratore un sicuro svolgimento del lavoro, ma di essere pronti anche per un tempestivo recupero in condizioni di emergenza.

I DPI che il lavoratore deve avere per essere autorizzato all'accesso e all'esecuzione dei lavori sono: elmetti di protezione, dispositivi di protezione delle vie respiratorie con filtri respiratori per polveri monouso, guanti di protezione, calzature per uso professionale, indumenti di protezione e tute monouso.

Figura 1 Elmetto di protezione



Figura 7 Esempio di tuta di protezione



Per la protezione delle vie respiratorie dell'operatore, invece, la scelta dei dispositivi dipende dal tipo di sostanza presente e dalla sua concentrazione. Per esempio, in caso di presenza di tracce di gas non pericolosi per la salute ma solo sgradevoli all'olfatto, potrebbe essere sufficiente una maschera con apposito filtro. In altri casi, invece, si richiede l'utilizzo dell'alimentazione forzata di aria respirabile all'operatore tramite una stazione esterna con bombole d'aria, oppure con autorespiratori portatili o attraverso linee di aria compressa idonea alla respirazione. È importante assicurarsi che i tubi di alimentazione siano robusti, non creino intralcio all'operatore e non ci siano sollecitazioni meccaniche che possano compromettere il funzionamento della linea.

Se si è a conoscenza della sostanza contaminante, si va ad utilizzare maschera più un dispositivo di filtrazione (esempio visto fig.8) e si effettua la depurazione dell'aria nell'ambiente.

Figura 2 Maschera con filtro



A seconda sempre della percentuale di ossigeno rilevata all'interno dello spazio confinato se nel caso si rileva che la percentuale di O<sub>2</sub> è ≤ 17 %, il lavoratore si deve munire di autorespiratori (esempio visto in fig.9 e 10), che gli forniscono una riserva d'aria secondo la capienza della bombola.

Figura 3 Lavoratore con autorespiratore



L'apparecchio permette all'utente di essere alimentato "a domanda" di aria respirabile proveniente dalla bombola (esempio in fig.10). Un altro sistema è l'elettrorespiratore a presa d'aria esterna cioè respiratori ad aria compressa a flusso continuo (esempio in fig.11), alimentati dal esterno. In commercio si trovano più soluzioni per questa tipologia di DPI, che comunque vanno scelti in base ai pericoli presenti e in base a tutte le difficoltà che lo spazio stesso presenta.

Figura 10 Tecnica di ventilazione autonoma con bombola



Figura 11 Tecnica di Elettrorespiratore a presa d'aria esterna



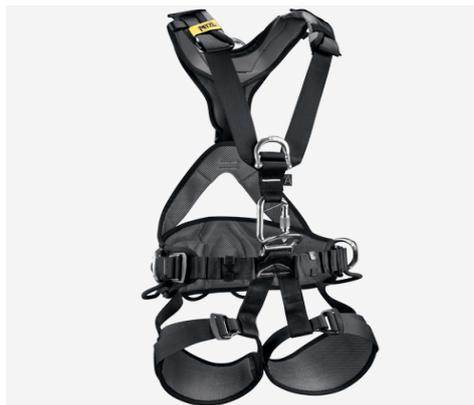
Dispositivi di emergenza che sono sempre associati alle varie categorie di DPI, forniscono sicurezza e stabilità al lavoratore durante l'esecuzione dei lavori e nel caso anche nelle situazioni di emergenza e sono: le imbragature, dispositivi anticaduta retrattili dispositivi di ancoraggio, cordini, e linee guide o linee vita flessibili e rigide.

L'imbragatura anticaduta è un DPI studiato, progettato realizzato e certificato, in maniera tale che possa sostenere il corpo di un operatore senza rilasciarlo durante un'eventuale caduta. L'imbragatura costituita da bretelle e cosciali con un sistema di regolazione che consentono l'adattabilità al corpo dell'operatore e devono avere attacchi idonei al collegamento, o solo dorsali o dorsali e sternali (esempi in fig.12 e 13).

Figura 12 Imbragatura anticaduta



Figura 13 Imbragatura anticaduta



I dispositivi anticaduta retrattili sono apparecchiature robuste e compatte, hanno un complesso di congegni interni che permette all'utilizzatore di muoversi in ogni direzione senza preoccuparsi della fuoriuscita e del rientro del cavo di collegamento.

- La funzione essenziale è quella di proteggere dalle cadute dall'alto.

Figura 14 Sistema di trattenuta retrattile



La scelta del dispositivo di ancoraggio più idoneo alla realtà lavorativa può essere fatta secondo due criteri:

1. Se il mezzo principale di accesso in uno spazio confinato è costituito da una scala, il lavoratore deve essere connesso a un sistema di arresto della caduta provvisto di dispositivo di recupero. Il sistema permette il recupero del

lavoratore in caso di caduta o di incapacità a risalire Il sistema non deve essere usato da un lavoratore che sale e scende in sospensione.

2. Se il mezzo principale di accesso in uno spazio confinato è costituito da un sistema che solleva e fa scendere il lavoratore in sospensione, esso deve essere nello stesso tempo sollevato o abbassato con un argano e deve essere attaccato a un sistema di arresto della caduta provvisto di dispositivo di recupero come dispositivo di sicurezza. Il sistema consente al lavoratore in sospensione di essere sempre agganciato a due funi.

Figura 4 Ancoraggio a tripode per accesso verticale



Figura 5 Ancoraggio a tripode per accesso verticale



Figura 17 Ancoraggio a tripode per accesso orizzontale



L'accesso oltre all'impiego di DPI appositi per attività da svolgere e le caratteristiche del luogo confinato e a pericolo di inquinamento, richiede anche di effettuare il lavoro sotto sorveglianza continua dell'ambiente, utilizzando: dispositivi di rilevamento degli inquinanti, equipaggiamenti da ventilazione, fonti di luce, barriere, protezioni, di predisporre sistemi di salvataggio o recupero del personale, impiegando una cintura di sicurezza da parte del lavoratore con corda di adeguata lunghezza.

Naturalmente le soluzioni tecniche sono mutate e modulate in base alle caratteristiche strutturali e ambientali del luogo confinato in esame andando ad analizzare caso per caso ogni singolo spazio confinato.

Sicuramente i dispositivi fondamentali quando si opera in spazi confinati sono i rilevatori di ossigeno ed esplosività e le maschere di supporto per una corretta ventilazione.

I rilevatori di ossigeno ed esplosività sono utilizzati principalmente per la rilevazione e la misura di ossigeno, metano, solfuro di idrogeno, monossido di

carbonio ed ossigeno (ed altri 50 tipi di gas). Alcuni di questi rilevatori di gas possiedono la funzione di memorizzazione e successivo trasferimento dei valori della misura ad un computer. Inoltre è possibile utilizzare questi dispositivi attraverso tubi di aspirazione, che consentono di effettuare misure non a diretto contatto con le fonti di gas ed evitare pericolose concentrazioni di gas in luoghi di difficile accesso.

Il rilevatore monogas: serve proteggere l'uomo da atmosfere pericolose per gas tossici, esplosivi o asfissianti. Può essere equipaggiato con più sensori intercambiabili dall'utente per leggere altrettanti gas differenti in tempo reale e alcuni sono provvisti di memoria eventi. I gas rilevabili sono: Ossigeno O<sub>2</sub>, Ossido di carbonio CO, Ammoniaca NH<sub>3</sub>, Anidride solforosa SO<sub>2</sub>, Ossido di azoto NO, Diossido di azoto NO<sub>2</sub>, Cloro Cl<sub>2</sub>, Diossido di cloro ClO<sub>2</sub>, Ozono O<sub>3</sub>, Acido cianidrico HCN, Acido cloridrico HCL, Ossido di etilene C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O, Silano SiH<sub>4</sub>, Fosfina PH<sub>3</sub>, Fosgene COCL<sub>2</sub>, Acido fluoridrico HF, Idrogeno H<sub>2</sub>.

Figura 18 Tipologia di rilevatore gas



I Rilevatori multigas vanno ad identificare e attraverso dei software a segnalare eventuali anomalie ambientali. Sono dispositivi a facile lettura e mettendo insieme più rilievi vanno a calcolare anche le atmosfere esplosive che si stanno creando all'interno. Tra le sostanze rilevate e messe a confronto di solito ci sono la percentuale di ossigeno, monossido di carbonio, acido solfidrico, e i gas combustibili. Tutte le funzioni di taratura e allarme sono selezionate dall'operatore che sta compiendo il rilievo.

Figura 19 Rilevatore gas con sonde



Figura 20 Tipologia di rilevatore gas



La protezione di un lavoratore si realizza anche mediante l'utilizzo di sostanze alternative meno pericolose o cercando di utilizzare una data sostanza in una forma meno pericolosa. In date situazioni di pericolo di inquinamento, si ricorre anche alla sostituzione di un processo, con un altro processo alternativo, che possa generare minor pericolo e minori emissioni di concentrazioni di sostanze nell'aria. È necessario tendere a creare processi lavorativi totalmente o parzialmente chiusi con una buona ventilazione generale e in particolare la ventilazione locale dei gas di scarico. Per salvaguardare il personale lavorativo oltre che avere dispositivi di protezione individuale adeguati, inclusi dispositivi di protezione delle vie

respiratorie, e spesso per limitare il rischio, si tende a ridurre il periodo di esposizione e all'introduzione di pratiche lavorative e sistemi di lavoro appropriati (per esempio, chiudere e conservare in maniera sicura i contenitori quando non utilizzati). Nell'ambiente comunque si dovranno assicurare sempre buone condizioni di pulizia e l'utilizzo di dispositivi di controllo e avvertimento che emettano un'indicazione chiara quando sono presenti concentrazioni nell'aria insicure.

### **3.4. Misure di emergenza e recupero**

Tra il 50% e il 60% delle vittime di incidenti in spazi confinati si contano i soccorritori e lavoratori occasionali e i preposti che accedono allo spazio confinato senza equipaggiamento e addestramento adeguato. Questo mette in luce la difficoltà di mettere in esecuzione un piano di emergenza adeguato e studiato per far sì che non avvengano tali disastri.

Un piano di emergenza deve prevedere la diramazione dell'allarme in tempi brevissimi, utilizzando anche l'ausilio di sistemi di comunicazione vocale tecnologici e allarmi acustici collegati a ricettori ambientali. Ci dovrà essere la presenza di una persona di guardia preparata per mantenere il contatto visivo e verbale con chi entra nello spazio confinato in modo che egli possa uscirne qualora si sospetti o si osservino i sintomi di asfissia. Sarà necessario fornire assistenza dall'esterno per aiutare la persona a uscire senza la necessità che altri debbano entrare.

In un'operazione di emergenza si dovrà predisporre di personale addestrato e di attrezzature necessarie per recuperare vittime in stato di incoscienza, e se del caso, il personale provvederà alla somministrazione di cure mediche di primo soccorso all'interno dello spazio confinato (es. frattura, infarto ecc). La squadra di recupero si occuperà di effettuare un controllo della composizione dell'atmosfera prima di entrare per il salvataggio. Appena provveduto alla protezione dei lavoratori si procederà alla messa in sicurezza dell'area, per prevenire ulteriori danni a persone e cose.

Deve essere assolutamente evitata l'eventualità che intervengano persone non abilitate al soccorso, che magari agiscono in modo spontaneo siccome "scoprono" l'incidente. Si ricorda che la mancata predisposizione di un piano di emergenza ed evacuazione costituisce una grave violazione ai fini del provvedimento di sospensione dell'attività imprenditoriale (art. 14 del D.Lgs. n. 81/2008; Allegato I).

### **3.5. Il recupero dell'infortunato in uno spazio confinato**

Nel verificarsi di una situazione di emergenza, sia in lavori in spazi confinati sia in qualsiasi lavoro, la prima cosa da fare quando è dare un allarme corretto agli organi di primo soccorso (118). La chiamata al 118 deve essere completa, o almeno bisogna proiettare l'immagine della situazione alla centrale operativa del 118 che consenta loro di inviare il mezzo di trasporto più adeguato. Immediatamente dopo si va a valutare lo stato di Coscienza, Circolo; lo stato di coscienza è una verifica cercando di valutare se l'infortunato è sveglio, quindi se risponde visivamente alle chiamate dei soccorritori. Nel caso di esito negativo si va a controllare il polso arterioso verificando il circolo. In questi modi si può capire se l'infortunato è ancora in vita. Per eseguire un corretto recupero e per non andare a peggiorare la situazione dell'infortunato, si dovrà provvedere al bloccaggio del rachide cervicale, quindi tener fermo il più possibile il collo, perché ormai si è a conoscenza che la persona è cosciente e che respira e che l'obiettivo primario è tirarlo fuori con la schiena e il collo immobilizzati. Si inizierà bloccando il rachide cervicale con le mani e si va ad installare un collare cervicale che con una buona manualità si applica facilmente.

Dopo di che, si dovrà immobilizzare la schiena ad esempio utilizzando un KED o estricatore. Il KED avvolge la testa, il collo e il tronco in una posizione semirigida, consentendo l'immobilizzazione spinale. In genere è caratterizzato da due cinte a strappo per la testa, tre attacchi regolabili per il tronco e due passanti che sono fissati sulle gambe. Il KED è costituito da una serie di barre in legno o in altro materiale rigido rivestite da una giacca in nylon. Il KED viene sempre utilizzato insieme al collare cervicale e insieme mantengono immobilizzata l'asse testa - collo - tronco. Tali dispositivi permettono di ridurre i rischi di danni secondari durante

l'operazione di salvataggio. Questo presidio però non permette l'aggancio al moschettone del tripode di salvataggio, quindi si installa un triangolo di evacuazione, che consente l'aggancio al tripode di salvataggio. In spazi confinati che però presentano un'entrata o un'uscita orizzontale, non è possibile tirar fuori l'infortunato con il triangolo di evacuazione e quindi si ricorre all'uso di una barella a cucchiaio in modo da far sì che sia immobilizzato tutto il corpo e si procede all'estrazione del corpo dallo spazio confinato.

Chiaramente si ribadisce che la parte principale di tutte le procedure di salvataggio è sempre data dal riconoscimento attraverso lo stato di valutazione per coscienza e battito; infatti, da una prima analisi corretta può avvenire un tempestivo soccorso.

Figura 21 KED - Estricatore



Figura 22 Triangolo di evacuazione



Figura 23 Barella a cucchiaio per il recupero dell'infortunato



La valutazione dei rischi deve prendere in considerazione almeno il pericolo, la sua natura e le sorgenti che contribuiscono all'esposizione, il grado di esposizione, l'ambiente di lavoro, i compiti e le persone incaricate di eseguire tali compiti, l'efficacia delle misure preventive intraprese o da intraprendere, oltre alle conseguenze prevedibili in caso di mancato funzionamento delle misure di protezione. Al momento della decisione delle misure di protezione, devono essere valutate le fasi descritte nel prospetto sotto riportato, nell'ordine dato e applicate ove pertinenti. Si noti che in molte situazioni lavorative, per ridurre al minimo l'esposizione, occorre una combinazione delle fasi descritte nel prospetto. Inoltre, devono essere previsti sistemi amministrativi, inclusa la supervisione, per garantire che le misure di protezione rimangano sempre adeguate. La valutazione dei rischi deve essere registrata e mantenuta aggiornata mediante un processo di riesame regolare oppure ogniqualvolta la valutazione sia riscontrata come non più valida.

### 3.6. La cartellonistica di sicurezza

La cartellonistica fondamentale per segnalare un luogo di pericolo, soprattutto per le persone non addette ai lavori che potrebbero avvicinarsi all'area. Si fa presente che ancora non è stato codificato un cartello specifico per gli spazi confinati che riassume in sé tutti i rischi e quindi si utilizzano cartelli segnalatori che evidenziano: i principali rischi presenti, l'utilizzo dei dispositivi di protezione individuale quali: tute di protezione, caschi di protezione, calzature di sicurezza, guanti di protezione idonei, maschera facciale con sistema di filtrazione ecc.... Perciò si ricorre a segnalare la maggior parte dei divieti e degli obblighi che si devono rispettare per essere autorizzati e sicuri all'accesso allo spazio. La cartellonistica regola l'accesso al luogo solo in condizioni ordinarie ovvero per le sole attività di controllo e ispezione.

Per effettuare lavori al suo interno è necessario predisporre un Permesso di lavoro per pianificare gli interventi e attuarne i contenuti durante la loro esecuzione.

Altri spazi confinati regolamentati da Permesso di accesso, sono le vasche interrate, i serbatoi provvisti di passi d'uomo, presso i quali sono affissi i seguenti cartelli monitori:

Figura 24 Cartellonistica di segnalazione



Figura 25 Cartellonistica di segnalazione

## REGOLE DI ACCESSO PER ATTIVITA` DI CONTROLLO IN CONDIZIONI ORDinarie

(PER QUALSIASI ALTRA ATTIVITA` E` NECESSARIO UN PERMESSO  
DI LAVORO / CONTATTARE L'UFFICIO SAFETY)



GRUPPO SAFETY

Figura 26 Cartellonistica di segnalazione



## **4. ANALISI DELLE CRITICITÀ DEI LAVORI IN SPAZI CONFINATI**

Dall'analisi sperimentale riguardo la gestione dei lavori in spazi confinati si evidenziano criticità di base circa l'identificazione dei luoghi confinati e la gestione documentale connessa, e la gestione operativa soprattutto riguardo il soccorso e il salvataggio di operatori in questi luoghi.

Di seguito vengono commentate le principali criticità rilevate:

### 1) largo abbastanza da poterci entrare

Nella definizione di spazio confinato è ricompresa la definizione intrinseca di "largo abbastanza da poterci entrare". È molto importante distinguere le tipologie di spazio confinato, ed assegnare a loro il riferimento dimensionale che li contraddistingue, per esempio da ambienti lavorativi molto piccoli e di dimensioni che per esempio consentono solamente l'ingresso di parte del corpo di un lavoratore (esempio pozzetti con contatori, pozzetti con valvole e saracinesche idrauliche).

### 2) uno spazio confinato è uno spazio chiuso

Un altro fattore importante della definizione di spazio confinato è che gli stessi siano considerati come ambienti chiusi. Per esempio possono essere una vasca di aereazione di un impianto di trattamento delle acque reflue o un pozzetto a cielo aperto contenente una valvola di intercettazione, richiedendo ugualmente misure preventive e protettive nell'esecuzione dei lavori.

### 3) riconoscimento di uno spazio confinato

Le domande che daranno una risposta al riconoscimento di spazi confinati, possono essere:

1. Lo spazio è abbastanza grande e configurato in maniera tale che il più piccolo dipendente può entrarci completamente e avere ancora spazio di manovra per eseguire l'operazione?
  2. Lo spazio ha delle aperture di accesso così piccole che non è possibile attraversarle in posizione eretta e senza ostacoli? Oppure, ci si deve piegare, salire, girare lateralmente o contorcersi per entrare o uscire?
  3. Lo spazio non è destinato o progettato perché una persona lo occupi in modo continuo? Qualsiasi spazio che soddisfa questi requisiti è considerato uno spazio confinato. Anche se questo sembra abbastanza semplice, ricordate che ogni lavoratore non ha le stesse dimensioni. Molti spazi sono stati ritenuti troppo piccoli per l'ingresso del corpo e, quindi, non sono stati inclusi nell'inventario degli spazi confinati. Eppure, si può facilmente sottovalutare la capacità di un individuo di passare attraverso un'apertura.
- 4) durata del permesso di lavoro

Secondo l'OSHA, un permesso di lavoro per entrare in uno spazio confinato può essere valido per tutto il tempo necessario per eseguire il lavoro all'interno dello spazio confinato.

A volte si può fraintendere che l'autorizzazione può essere valida per un periodo massimo fino a otto ore. Molti hanno anche predisposto i moduli di permesso che riportano stampato la loro durata massima di otto ore. Questo errore sembra abbia avuto origine dalla norma stessa.

Questo rappresenterebbe una violazione relativa a qualsiasi ingresso con una durata inferiore alle otto ore dichiarate. Se sono previste due ore di lavoro, allora il permesso deve essere predisposto per non più di due ore. Se si verifica che è necessario un tempo maggiore, allora il permesso rilasciato può essere annullato emettendo un nuovo permesso, oppure il permesso può essere prorogato.

Il fine del permesso di lavoro è quello di regolare la durata del permesso in funzione del tempo occorrente per eseguire il lavoro abbattendo quindi specifici limiti temporali assegnati ai moduli autorizzativi.

- 5) monitoraggio atmosferico e conduzione del monitoraggio

La strumentazione di monitoraggio atmosferico è molto migliorata negli ultimi anni, rendendo gli analizzatori più affidabili e semplici da utilizzare. È necessario avere un programma di controllo degli accessi negli spazi confinati, prevedendo un piano di monitoraggio atmosferico mediante l'utilizzo di adeguati strumenti e quindi avere istruite le maestranze al loro adoperare.

Durante i monitoraggi ambientali, molto spesso, i rilevatori vengono tenuti in mano per tutto il tempo necessario, ovvero misurando alla distanza del braccio seppur nello spazio confinato. Di solito i lavoratori operano all'interno dello spazio confinato ben lontano rispetto all'apertura. Altre volte può capitare che si usassero analizzatori che non erano stati più calibrati dal momento della loro produzione o dall'ultima volta in cui erano stati utilizzati per il monitoraggio dell'atmosfera

Il problema più grande, riconducibile sempre alla mancanza di formazione ed addestramento, è quello della mancanza di conoscenza circa i parametri ambientali che suddetti strumenti vanno a monitorare attestando come risultato un falso senso di sicurezza per il lavoratore che accede nello spazio confinato, ritenendo che l'atmosfera all'interno sia stata adeguatamente controllata prima dell'accesso.

#### 6) riclassificazione di uno spazio confinato.

Il problema più grande nella riclassificazione sembra essere la potenziale presenza di un'atmosfera pericolosa. Erroneamente, si crede che se si ventila uno spazio confinato al cui interno potrebbe essere presente un'atmosfera pericolosa, allora è possibile riclassificare lo spazio confinato. Mediante la ventilazione si può controllare solo la presenza di un'atmosfera pericolosa, non si riesce a eliminarla. Se si può formare nuovamente un'atmosfera pericolosa al termine della ventilazione o quando questa è rimossa, lo spazio confinato non può essere riclassificato.

#### 7) soccorso e salvataggio

Quando si verifica una situazione di emergenza all'interno di uno spazio confinato, la rapidità d'intervento è essenziale. Molte imprese si avvalgono di squadre di emergenza interne o di avere un accordo stabilito con i vigili del fuoco, ma non sono in grado di garantirne l'efficacia e il sicuro recupero dei lavoratori coinvolti eventualmente in episodi infortunistici.

Riguardo le criticità che operazioni di soccorso possono presentare possono essere:

- Non conoscenza dei luoghi e ambienti nei quali effettuare gli interventi. Risultano sempre di maggiore efficacia, esercitazioni e simulazioni di emergenza anche con la partecipazione dei Vigili del Fuoco;
- Eccessivo numero di persone coinvolte in lavori e di conseguenza evidenti difficoltà in eventuali soccorsi.
- Valutazione dei tempi di intervento dei Vigili del Fuoco. Potrebbero essere ostacolati per esempio dal traffico, da un passaggio a livello chiuso o da un ponte alzato.
- Il soccorso può anche essere ritardato se i soccorritori non hanno mai eseguito uno specifico addestramento al salvataggio in spazi confinati che presentano specifiche e insolite difficoltà, come ad esempio, l'unico accesso è troppo piccolo perché consenta l'ingresso mentre si utilizzano autorespiratori, o è troppo angusto per consentire l'uso di dispositivi d'immobilizzazione spinale. Un accesso può trovarsi alla sommità di un serbatoio di 15 metri o l'ingresso al serbatoio è impedito da tubazioni o elementi strutturali che impediscono l'impiego di attrezzature di recupero standard.

#### 8) segnaletica di sicurezza.

I cartelli sono un buon modo per informare i lavoratori della presenza e dell'ubicazione degli spazi confinati e il conseguente scopo è quello segnalare l'esistenza e la posizione del pericolo e della necessità di specifiche autorizzazioni per l'esecuzione di lavori. Un cartello è un buon modo per segnalare un pericolo, ma non l'unico, né deve essere l'unico metodo utilizzato poiché i cartelli, nel tempo, tendono a deteriorarsi o possono essere danneggiati e gli spazi sono trascurati.

Il vero valore aggiunto in termini di prevenzione e sicurezza sul lavoro non è tanto quello di segnalare o informare, ma è quello che le maestranze impiegate, possono riconoscere uno spazio confinato ed i pericoli a esso associati, risultando anche una valida alternativa al posizionamento dei cartelli. Tutti i datori di lavoro dovrebbero formare i lavoratori a riconoscere gli spazi confinati. I lavoratori devono

inoltre sapere che ogni volta che hanno dei dubbi, devono cercare aiuto per prendere delle decisioni a riguardo.

Riguardo la cartellonistica, non segnalare uno spazio confinato può essere molto pericoloso, poiché l'assenza può spingere un lavoratore a sottovalutare potenziali pericoli. Non bisogna utilizzare cartelli di avvertimento con messaggi di attenzione o di cautela. Se uno spazio confinato contiene dei pericoli o è potenzialmente un ambiente pericoloso, allora quello spazio è "confinato" e deve essere contrassegnato come previsto

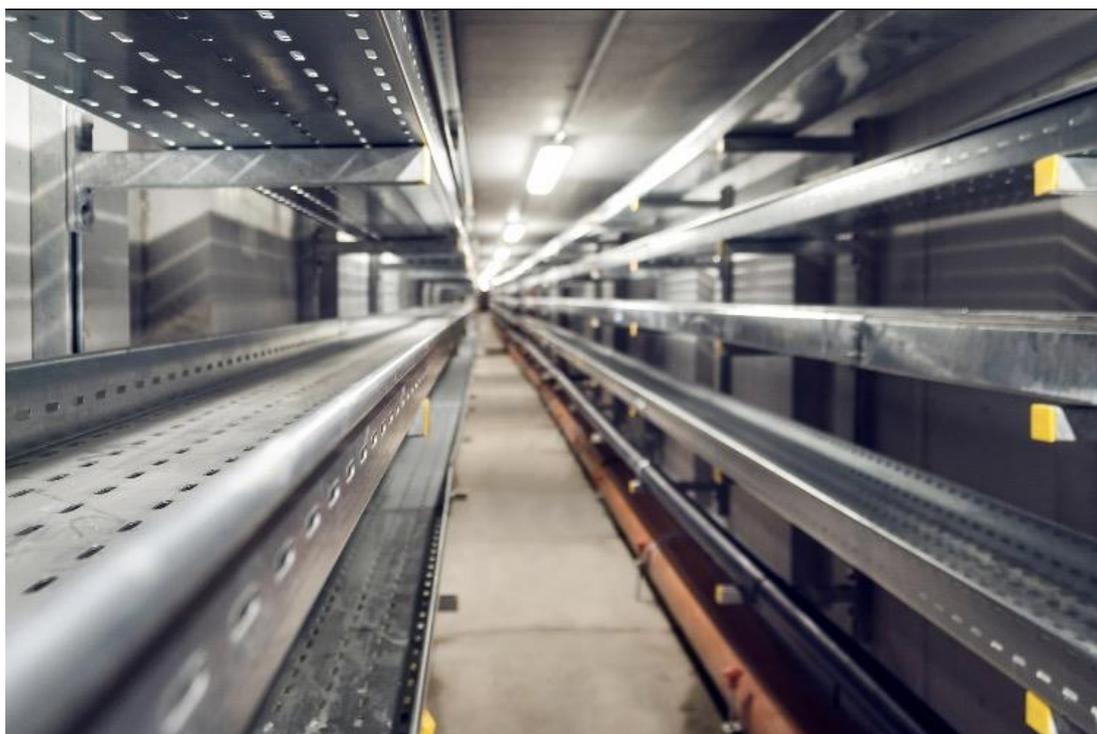
#### 9) efficacia delle riunioni e condivisione delle criticità – Riesame del lavoro

Ogni datore di lavoro che consente ai lavoratori di entrare all'interno di uno spazio confinato dovrebbe controllare, almeno annualmente, l'efficacia dei propri sistemi di gestione degli accessi, comprese le procedure di soccorso. Inoltre è opportuno che al termine di ogni accesso sia effettuata un'analisi critica dello svolgimento delle operazioni, analogamente a quanto previsto al termine di un'esercitazione antincendio. Effettuare un "debriefing" tra il datore di lavoro committente e gli appaltatori a conclusione delle operazioni condotte all'interno degli spazi confinati consentirebbe ai datori di lavoro di individuare eventuali problemi potenziali che possono essere corretti prima di un successivo intervento e, possibilmente, evitare che l'accesso agli spazi confinati diventi un'attività di routine.

## 5. CONTRIBUTO PERSONALE

L'argomento di tesi esposto tende ad analizzare e fornire proposte circa le esigenze legate alle Strutture Sotterranee Polifunzionali, così come definite nella norma UNI 70029:2008. Le SSP sono gallerie "intelligenti" di sottoservizi, dentro le quali può camminare una persona per ispezionare lo stato delle reti ospitate. Il tunnel, poco più di due metri di altezza per uno e mezzo di larghezza, ospita tutti i sottoservizi in un'unica struttura, dai tubi dell'acqua prevedendo le acque bianche da un lato e fognature dall'altro, alla rete dell'illuminazione pubblica e privata, dalla rete telefonica alla fibra ottica per portare la connessione veloce ad Internet.

Figura 27 Strutture Sotterranee Polifunzionali



L'analisi circa la progettazione mirata alla sicurezza gestionale, le tecniche di costruzione da attuare in fase di posa in opera dei conci prefabbricati, e l'analisi dei requisiti gestionali ed operativi finalizzata alla sicurezza dei suoi utilizzatori (personale addetto alle manutenzioni), rappresentano il fulcro del presente lavoro.

In particolare il lavoro si prefigge lo scopo di analizzare lo stato di fatto del sistema legislativo da cui provengono queste tipologie di strutture e l'analisi della norma UNI CEI 10079:2008 a cui si fa riferimento per la progettazione, costruzione ed utilizzo.

L'analisi della normativa in materia di sicurezza, parallelamente, porta all'identificazione delle Strutture Sotterranee Polifunzionali come luoghi di lavoro definiti "Spazi confinati", in relazione agli accessi e lavori del personale per l'effettuazione di verifiche e manutenzioni.

La presente tesi è mirata a redigere delle procedure standardizzate di accesso e lavoro e soprattutto di soccorso e recupero dei lavoratori che andranno a operare in suddetti luoghi, al fine di poter garantire a tutti i soggetti un livello di sicurezza tale da poter ridurre il più possibile i rischi e in caso di infortuni dovuti a quella parte di rischio residuo che non è possibile eliminare, dare il massimo di probabilità di sopravvivenza ed il minimo tasso di lesioni gravi permanenti. Le procedure sono state redatte prendendo in considerazione i fattori strutturali circa dimensionamenti fisici e valutazioni correlate in merito all'effettiva efficacia in tema di 1° soccorso e recupero di un infortunato in spazi confinati e analizzando i vari dispositivi di protezione collettivi e individuali, comprese le buone prassi e tecniche di valutazione preliminari gli accessi.

Nei capitoli che seguono si forniranno indicazioni sia sulla tipologia di formazione informazione e addestramento necessaria agli operatori ed ai preposti alla sorveglianza, sia sui mezzi e sulle attrezzature minime da possedere e da saper utilizzare correttamente in caso di recupero di un infortunato in suddetti luoghi.

## **6. INTRODUZIONE SUL CASO STUDIO SPERIMENTALE: CITTÀ DI L'AQUILA. INQUADRAMENTO SOCIALE E LOGISTICO – STRUTTURE SOTTORRANEE POLIFUNZIONALI**

### **6.1. Premessa**

Nel corso del tempo la gestione dei servizi sotterranei di pubblico servizio, affidata ai singoli Enti gestori, ha causato nel sottosuolo viario una situazione di forte congestione evidenziando una mancanza di conoscenza riguardo l'utilizzo del sottosuolo e di un coordinamento nella predisposizione dei servizi. La frammentazione delle competenze, l'incertezza sui ruoli e sulle competenze delle diverse amministrazioni, la frequente inadeguatezza gestionale, la mancanza di procedure di intervento condivise ed applicate, i rischi, gli sprechi, le diseconomie e le occasioni perdute, fanno del sottosuolo urbano una vera e propria terra di nessuno. Grosse difficoltà nell'esecuzione di interventi, con notevoli ripercussioni di carattere sociale ed economico si evidenziano ogni qual volta avvengono lavori, lunghi e costosi, di interruzioni del traffico pedonale e veicolare causati a volte anche per danneggiamenti reciproci da parte dei Gestori.

La Città di L'Aquila, avente un territorio caratterizzato da alta densità abitativa e sedi stradali di dimensioni particolarmente ridotte, adotta, con Decreto del Commissario per la ricostruzione n. 24 del 24.10.2010 e la Delibera CIPE n. 43 del 2012, la realizzazione di Strutture Sotterranee Polifunzionali (SSP) nel sottosuolo, ovvero la diffusione dell'alloggiamento delle reti in infrastrutture, in modo che la gestione dei servizi e le necessità della manutenzione avvengano senza attivare continuamente cantieri stradali, prevedendone attraverso gli stessi la riduzione dei costi sociali.

L'associazione temporanea d'impresе aggiudicataria dell'appalto commissionato da GSA (Gran Sasso Acqua S.p.A.) è composta dalla ravennate Acmar S.p.A., capogruppo, e dalle aquilane Taddei S.p.A. ed Edilfrair Costruzioni Generali S.p.A., mandatarie. Queste tre imprese hanno costituito la società consortile a responsabilità limitata Asse Centrale S.c.ar.l. L'opera è stata finanziata per un totale di 80 milioni di euro ed è considerata la più importante commessa pubblica del post-sisma con un valore complessivo di 80 milioni di euro.

L'Aquila inizia così il suo cammino per diventare una città "intelligente" ed ecosostenibile, dotata di infrastrutture efficienti in grado di abilitare servizi innovativi ai cittadini, garantendo anche il minimo impatto ambientale.

L'iniziativa intende fare del capoluogo abruzzese una città sostenibile, che coniughi in un unico modello urbano tutela dell'ambiente, efficienza energetica e sostenibilità economica.

Il Comune del L'Aquila, con i suoi 467 chilometri quadrati di estensione, è la nona città più grande d'Italia. Suddivisa in 59 quartieri/frazioni, dislocati su un'area montuosa, L'Aquila dispone di una rete infrastrutturale e di servizi ampia, frammentata e di difficile amministrazione. In particolare, conta più di dieci cimiteri, diversi depuratori, decine di complessi scolastici, quasi 3.000 chilometri di strade e molte migliaia di chilometri di reti impiantistiche. Parte del territorio comunale è all'interno nel Parco nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga, con punti che superano i 2.000 metri di quota.

Il Comune di L'Aquila intende rispondere alle nuove esigenze che emergono dal territorio immaginando nuovi scenari che nascono dall'integrazione della tecnologia nella vita quotidiana del cittadino. Il progetto intrapreso nel suo scopo di erogare servizi, fa sì che ogni tecnologia sia più sicura ed efficiente ed inoltre, la gestione automatizzata consente una conseguente riduzione degli sprechi con la possibilità di intervenire tempestivamente in caso di guasti. Il sistema consente anche di allacciare alla rete, con maggiore rapidità e facilità, gli impianti ecologici privati di produzione di energia, consentendo di redistribuire questa energia in caso di black out. La rete intelligente è inoltre in grado di restituire, tramite un dispositivo, ai

cittadini i dati relativi ai propri consumi, fornendo consigli per ridurli con vantaggi economici per i singoli e con ricadute positive per l'ambiente.

Figura 28 Strutture Sotterranee Polifunzionali



Il tunnel rivoluziona il concetto stesso di sottoservizi, che in ogni città sono sinonimo di scavi, disagi e traffico in tilt, come per esempio è l'allestimento del cantiere per la sostituzione di un tubo dell'acqua che perde, e invece a L'Aquila, non sarà più necessario mettere in subbuglio un'intera strada, perché i tecnici e gli operai entrano da un tombino e ispezionano la galleria in cerca della falla, per poi procedere al cantiere. I sottoservizi rappresentati indicativamente in mini gallerie sotterranee dell'ampiezza di 1,5m x 2m circa, ispezionabili e percorribili, costruite in cemento armato precompresso ed è progettato per permettere a una persona di camminarvi agevolmente al centro. Ai lati invece, poggiati su mensole metalliche, corrono le tubature dei diversi servizi, caratterizzate da diversi colori. Il progetto coniuga

risparmio energetico garantito dal minor impatto dei futuri cantieri e con uno sguardo proiettato al futuro.

Tra i sottoservizi rientrano le reti di distribuzione idrica, le fognature, la rete elettrica a bassa e media tensione, l'illuminazione pubblica e privata, la rete gas metano, la rete telefonica e quella a fibra ottica per il collegamento dati, tutti contenuti nella struttura scatolare sotterranea polifunzionale in uno spazio comune accessibile assicurando condizioni di sicurezza, affidabilità di esercizio, facilità di manutenzione e garanzia di durevolezza.

Tra le operazioni preliminari all'apertura del cantiere eseguite ci sono state indagini georadar e geoelettriche, rilievo fotografico delle interferenze, testimoniali di stato, perforazioni e prelievo di campioni per analisi chimiche. Scontate le difficoltà del cantiere. Il sottosuolo della città medievale è ricco di sorprese, e i lavori di tanto in tanto si fermano di concerto con la Soprintendenza per valutare i ritrovamenti archeologici. Proprio nei pochi punti dove il percorso si fa troppo stretto e non è possibile garantire il passaggio di una persona, vengono installate delle polifore, cioè un fascio di tubi affiancati.

La galleria è dotata di passaggi interni costituiti da un corridoio almeno largo 70 cm ed alto 200 cm, permanentemente libero. Sono state previste inoltre piazzole di sosta di adeguate dimensioni, almeno una ogni singolo tronco di galleria.

Ad ogni servizio a rete è assegnato uno specifico spazio in galleria, rispettando le distanze minime fra gli stessi, quando ciò è richiesto dalle norme. Particolare importanza è data alla predisposizione della tubazione del gas, che generalmente deve correre sopra la SSP poiché, in caso di rilascio accidentale, il gas tende ad andare verso l'alto.

Per l'alloggiamento dei cavi e delle tubazioni la galleria è dotata di passerelle dedicate e staffe di supporto conformi alle normative di costruzione. Ogni servizio è posto in opera in modo tale da non poter essere oggetto di sollecitazioni da cause esterne;

I sistemi di accesso nelle SSP sono chiusini 60X60cm e chiusini 60x120cm per sosta ed uscita di emergenza, consentendo le operazioni di soccorso agli addetti

eventualmente infortunati e le operazioni di ingresso/uscita materiali. La distanza reciproca fra gli accessi è mediamente di 30 m.

Le gallerie hanno dotazioni tecnologiche avanzate, quali per esempio impianti di controllo a distanza, impianti antifumo e antiratti e illuminazione interna

La ventilazione all'interno delle gallerie è mantenuta attraverso griglie di aerazione poste in superficie. Tali griglie però non garantiscono un'ottimale e sicura condizione di ossigeno per i lavoratori interessati. Tale ventilazione potrà essere implementata con dispositivi tecnologici.

Le SSP sono provviste di un sistema di illuminazione ordinaria e di un sistema di illuminazione di sicurezza adatto per la zona 1 di pericolo di esplosione di cui alla CEI EN 60079-10.

La galleria è inoltre dotata di sistemi di drenaggio per l'eliminazione dell'acqua eventualmente presente e sistemi di controllo antincendio e antiratto/intrusione.

Figura 29 Strutture Sotterranee Polifunzionali



## 6.2. Informazioni generali dell'opera:

Lunghezza galleria <b>12.500 mt</b>	Lunghezza polifora <b>5.000 mt</b>	Dimensioni interne nette <b>L 156 cm x H 210 cm</b>	Lunghezza elementi prefabbricati <b>150 cm</b>
Numero elementi <b>8.333</b>	Superficie stradale interessata dai lavori <b>103.550 mq</b>	Asfalto da rimuovere <b>26.400 mq</b>	San pietrini da rimuovere <b>77.150 mq</b>
Volume totale di scavo <b>170.500 mc</b>	Numero passi d'uomo accesso/uscita <b>400</b>	Numero passi d'uomo accesso/uscita di emergenza ed ingresso materiali <b>250</b>	Numero di utenze servite <b>2.354</b>
Lunghezza totale canali portacavi <b>77.500 ml</b>	Numero di mensole di sostegno <b>77.850</b>	Numero bulloni di fissaggio <b>46.650</b>	Lunghezza totale tubi corrugati/pvc porta cavi <b>181.500 ml</b>
Lunghezza fogna nera <b>31.225 ml</b>	Lunghezza fogna bianca <b>17.514 ml</b>	Lunghezza acquedotto <b>52.215 ml</b>	

### **6.3.Direttiva del 3 marzo 1999 - Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici. (GU n. 58 del 11-3-1999)**

Il Decreto del Presidente della Repubblica 16 dicembre 1996, n. 610 recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 16 dicembre 1992, n. 495, "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada", che all'art. 54 dispone la realizzazione di cunicoli e gallerie per la allocazione nel sottosuolo dei pubblici servizi in strutture adeguatamente dimensionate e concepite in modo tale da consentire manutenzione ordinaria e straordinaria senza la manomissione del corpo stradale e sue pertinenze, la Direttiva del 3 Marzo 1999 fornisce a comuni, province, Anas ed altri Enti proprietari e/o gestori delle sedi stradali e delle aree di uso pubblico, in ambito urbano, le linee guida per la posa degli impianti sotterranei delle aziende e delle imprese erogatrici dei servizi, che abbiano proprio l'obiettivo di consentire la facilità di accesso agli impianti tecnologici e la relativa loro manutenzione, e tendono a conseguire, per quanto possibile, il controllo e la rilevazione delle eventuali anomalie attraverso sistemi di segnalazione automatica ed evitare, o comunque ridurre per quanto possibile al minimo, lo smantellamento delle sedi stradali, le operazioni di scavo, lo smaltimento del materiale di risulta fino alle località di discarica ed il successivo ripristino della sede stradale.

Obiettivo primario della Direttiva è quello di razionalizzare l'impiego del sottosuolo in modo da favorire il coordinamento degli interventi per la realizzazione delle opere, facilitando la necessaria tempestività degli interventi stessi al fine di consentire, nel contempo, la regolare agibilità del traffico ed evitare, per quanto possibile, il disagio alla popolazione dell'area interessata ai lavori ed alle attività commerciali ivi esistenti.

La connessa finalità è quella di promuovere la scelta di interventi che non comportino in prospettiva la diminuzione della fluidità del traffico per i ripetuti

lavori interessanti le strade urbane, contribuendo così sia ad evitare gli effetti di congestionamento causato dalle sezioni occupate, sia a contenere i consumi energetici, ridurre i livelli di inquinamento, nonché l'impatto visivo al fine di salvaguardare l'ambiente ed il paesaggio e realizzare economie a lungo termine.

Le disposizioni si applicano alla realizzazione dei servizi tecnologici nelle aree di nuova urbanizzazione ed ai rifacimenti e/o integrazione di quelli già esistenti ovvero in occasione dei significativi interventi di riqualificazione urbana, in ogni caso nelle aree centrali, o comunque urbanizzate, nelle quali un intervento straordinario comporti l'interruzione dell'intera sede stradale, per una lunghezza di almeno 50 metri. In questo caso, le opere di ripristino devono essere l'occasione per realizzare, per quanto possibile, direttamente un cunicolo polifunzionale o una galleria, in relazione alla tipologia degli impianti allocabili e delle possibili esigenze future.

La citata direttiva, rimanda ai Comuni un'attenta valutazione, con l'impiego di sistemi tecnici innovativi, che consenta l'effettuazione di interventi nel sottosuolo attraverso la conoscenza di quanto sottostante (indagine geognostica e rilievi cartografici), sia per la posa di cavi (perforazione controllata).

Per la realizzazione degli impianti nel sottosuolo sono definite tre categorie standard di ubicazione dei vari servizi, per ognuna delle quali vengono fissate norme generali di realizzazione.

Esse si distinguono in:

- a) **trincea**: scavo aperto di sezione adeguata realizzato in concomitanza di marciapiedi, strade o pertinenze di queste ultime;
- b) **polifora**: manufatto con elementi continui, a sezione prevalentemente circolare, affiancati o termosaldati, per l'infilaggio di più servizi di rete;
- c) **strutture polifunzionali**: cunicoli e gallerie pluriservizi percorribili.

La scelta tra le possibili soluzioni di ubicazione degli impianti nel sottosuolo è effettuata, in funzione delle aree interessate, delle dimensioni e della potenzialità degli impianti.

Le strutture sotterranee devono essere realizzate, per quanto possibile, in modo tale da potere raccogliere al proprio interno, sistematicamente, tutti i servizi compatibili.

Per quanto attiene alla sistemazione delle condotte di gas combustibile, che ai sensi dell'art. 54 del regolamento n. 610/96 devono essere situate all'esterno di strutture sotterranee polifunzionali, si fa rinvio alle norme di cui alla richiamata guida tecnica dell'UNI e CEI, salvo che la tubazione del gas non possa essere collocata in luogo diverso e che debba essere posta, per un tratto di limitata estensione, nella struttura sotterranea. In tal caso la tubazione del gas non dovrà presentare punti di derivazione, ed essere sistemata con impiego di doppio tubo con sfiati.

## **7. NORMA UNI 70029:1998**

### **7.1.Scopi dell'infrastruttura: vantaggi e svantaggi.**

La normativa attualmente in vigore che detta i canoni della progettazione, costruzione, gestione ed utilizzo delle opere dei “Strutture Sotterranee Polifunzionale” e per la coesistenza di servizi a rete diversi è la norma UNI CEI 70029-2008, approvata dalla Commissione Centrale Tecnica dell'UNI. La norma prescrive criteri generali e di sicurezza circa la presenza simultanea di diverse reti specifiche quali: reti elettriche di distribuzione ad alta, media tensione, reti elettriche per impianti di illuminazione pubblica ed impianti semaforici e stradali, reti di telecomunicazione, reti di acquedotti, reti di scarico di acque reflue e criteri di alloggiamento degli impianti di distribuzione di gas.

Nella definizione di approcci gestionali risolutivi per l'installazione nel sottosuolo di aree urbane di servizi di pubblica utilità, l'obiettivo primario è quello di evitare ripetute operazioni di scavo che si verificano per esempio nella posa direttamente interrata con i conseguenti costi di ripristino e i disagi al traffico ed alla viabilità in genere, e a tal proposito la soluzione delle SPP, si individua nell'inserimento di piani di urbanizzazione delle realtà comunali.

La Struttura Sotterranea Polifunzionale è configurata come galleria sotterranea praticabile, generalmente collocata nel sottosuolo delle sedi stradali ivi comprese le fasce di pertinenza, o come cunicolo accessibile dall'alto previa rimozione di piastre di copertura, generalmente collocato nel sottosuolo dei marciapiedi o, dove possibile nelle fasce delle sedi stradali.

La norma citata chiaramente esprime e indirizza lo sviluppo dell'opera su concetti e visioni operative delle SSP, mirate a lungo termine e cioè a predisporre le misure necessarie per far sì che tutte quelle attività che si rendono indispensabili per la manutenzione delle SSP possano essere eseguite garantendo efficienza e funzionamento ed anche e soprattutto le misure di tutela e sicurezza verso il personale impiegato.

Un progetto innovativo e tecnologico quello dei sottoservizi nella Città dell'Aquila finalizzato al risparmio energetico, rinnovo delle infrastrutture per la fornitura di servizi essenziali al cittadino, efficienza e sicurezza, queste sono le parole chiave alla base della progettazione e della realizzazione della nuova rete di sottoservizi per la città dell'Aquila prendendo a maggiore considerazione i seguenti scopi:

- definire una corretta pianificazione del sottosuolo, sviluppando un coordinamento degli interventi con i diversi Gestori delle reti, al fine di riunificare i diversi processi di attuazione in relazione agli interventi comunali previsti sul pavimento stradale, superando la fase di scarsa pianificazione del sottosuolo.
- razionalizzare l'impiego degli impianti tecnologici in modo da favorire il coordinamento degli interventi per la realizzazione delle opere, facilitando la necessaria tempestività degli interventi stessi al fine di evitare, per quanto

possibile, il disagio alla popolazione dell'area interessata ai lavori e dalle attività commerciali ivi esistenti;

- monitorare e mappare topograficamente e geometricamente le reti operanti nelle SSP indicando le caratteristiche tecniche, di funzionamento e di servizio offerto eliminando i fenomeni di interferenza e di disturbo fra le varie infrastrutture e di inefficienza nell'uso dello spazio disponibile;
- costruire nuove infrastrutture per servizi pubblici ed eliminando tutti i cavi aerei;
- sicurezza, efficienza e risparmio, per il cittadino e per la comunità.

I principali vantaggi che tecnologicamente offrono l'adozione di queste strutture tecnologiche possono essere così riassunti:

- facilità di posa in opera;
- facilità nell'ispezionabilità;
- maggiore durata degli impianti che risultano protetti di fronte alle sollecitazioni ed ai cedimenti che spesso accadono;
- migliore finitura delle urbanizzazioni superficiali non più sottoposte ad interventi frequenti in brevi tempi.

Ed inoltre, definendo correttamente i programmi manutentivi mediante la programmazione e la corretta gestione delle attività di cantiere prevedendo forme di collaborazione tra le varie Aziende erogatrici di servizi, si ottiene la limitazione al massimo degli impatti negativi sulla superficie stradale evitando gli scavi a cielo aperto che comportano intralci ed ostacoli alla mobilità pedonale e veicolare e condizionano la tutela della salute e della sicurezza dei cittadini, dell'ambiente e nonché l'efficienza e la qualità nell'erogazione dei servizi interessati.

Nel caso di L'Aquila si hanno alcuni problemi logistici che condizionano fortemente le scelte:

- gli assi viari hanno in genere larghezza modesta e non compatibili con scavi di grosse dimensioni;
- la città è caratterizzata da una morfologia con accentuate differenze di quote e strade con notevoli pendenze;
- la quasi totalità degli edifici risultano danneggiati dal sisma e quindi particolarmente vulnerabili a sollecitazioni esterne di tipo vibrazionale;
- molti edifici risultano puntellati con elementi che gravano sulla sagoma stradale riducendo ulteriormente gli spazi utili per effettuare lavorazioni ingombranti.

## **8. ANALISI DELLA FASE DI PROGETTAZIONE MIRATA ALLA SICUREZZA E SALUTE IN GESTIONE OPERATIVA DELLE SSP**

La progettazione complessiva di una SSP coinvolge più discipline (edilizia, elettricità, gas, telecomunicazioni) e pertanto per la buona riuscita del progetto, in termini di sicurezza e qualità, è necessario interagire tra le discipline per arrivare alla definizione dei requisiti di base e per la determinazione delle soluzioni tecniche e operative da adottare in relazione alla valutazione dei rischi.

La progettazione ha partenza dalla individuazione della zona prevista per la realizzazione ed è in capo alle Amministrazioni locali, o da fornitori che manifestano l'interesse di realizzare una SSP. L'individuazione deve avvenire sulla base del piano di attuazione, comprendente lo studio di fattibilità e analisi del sottosuolo di un determinato sito, avente caratteristiche tali resistere alle sollecitazioni derivanti dal traffico e da eventi sismici che potrebbero compromettere l'opera e dall'individuazione delle interferenze che concorrerebbero con la posa in opera delle Strutture Sotterranee Polifunzionali, e dalla valutazione dei rischi.

Indagini geotecniche risultano fondamentali per mappare il sottosuolo al fine di definire correttamente tragitti e deviazioni delle strutture. I percorsi delle gallerie devono essere definiti sulla base delle risultanze di rilievi topografici allo scopo eseguiti ed in base alla conformazione della viabilità.

Il progetto non può non tenere conto degli eventi collegati alla gestione operativa, per esempio interventi in emergenza e per attività di manutenzione, così come la definizione della necessità di un apposito controllo in remoto per la sorveglianza delle SSP.

Per quanto riguarda la sicurezza integrata delle opere, deve essere progettata secondo i principi in vigore atti ad impedire o a gestire gli eventi non voluti, tenendo in considerazione le caratteristiche di tutti i componenti che possono essere causa di un danno. A questo segue un'analisi delle barriere di difesa in termini di presenza, efficacia e durata.

La progettazione anche funzionale ai fini della sicurezza è mirata a:

- valutare i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori, delle persone terze, degli animali e delle cause esterne alla SSP, nonché i rischi atti a garantire la continuità dei servizi;
- identificare gli scenari non voluti;
- individuare le soluzioni a contrasto dei rischi rilevati;
- identificare quanto necessario per l'uso delle SSP;

e deve garantire:

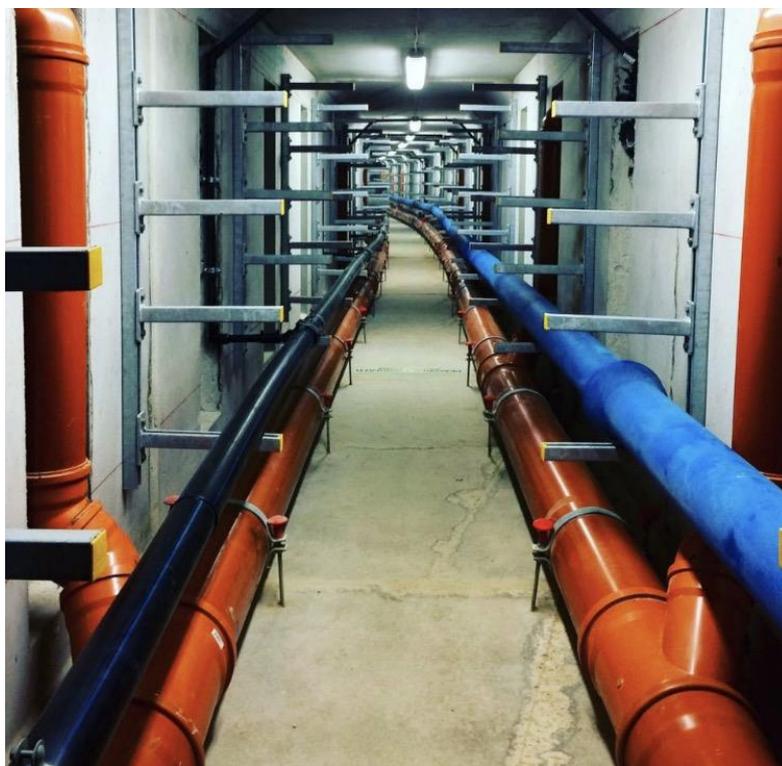
- accessibilità a ciascun servizio;
- protezione dei servizi da eventuali cause esterne di danneggiamento;
- compatibilità e efficienza dei servizi a rete contenuti nella SSP;
- la gestione delle interferenze della SSP con i servizi o altre strutture esterne ad essa;
- i percorsi della SSP e degli spazi interni tenendo conto delle distanze imposte dalle normative e dalle operazioni di sicurezza e manutenzione possibili;
- la riduzione degli effetti termici;
- la predisposizione di drenaggi di acqua;
- la prevenzione della corrosione dovuta a condense e umidità ambientale, soprattutto nei punti di fuoriuscita e collegamento delle SSP;
- la gestione del rischio di formazione di atmosfera esplosiva;
- la gestione del rischio di incendio;
- la gestione delle vibrazioni.

## 8.1.Requisiti della struttura della SSP

La SSP deve avere dimensioni tali da consentire l'installazione di tutti i servizi a rete stabiliti, i loro ampliamenti previsti ed eventuali altri servizi a rete di cui si prevede la possibile installazione, tenendo conto della più corretta disposizione degli stessi al suo interno ai fini della sicurezza circa la posa in opera, ispezione, manutenzione e riparazioni. La SSP deve consentire la raccolta e l'evacuazione di acqua eventualmente fuoriuscita dai servizi a rete presenti.

Nella SSP devono essere previsti adeguati spazi per l'agevole operatività degli addetti nelle fasi di installazione, esercizio, manutenzione ed ispezione, considerando le attrezzature necessarie per dette operazioni. Gli ingressi e le uscite dei servizi a rete nelle SSP devono essere realizzati cercando di ripristinare le caratteristiche originarie della SSP e di impedire la circolazione di correnti vaganti e corrosione in determinati punti.

Figura 30 Strutture Sotterranee Polifunzionali



I camminamenti interni devono avere dimensioni minime trasversali di 2,0m di altezza e 0,7m di larghezza e devono essere ridotti gli utilizzi di gradini o di significative pendenze del piano calpestio. Gli accessi e le uscite nella galleria devono essere agevoli predisponendo a misure di progetto anche pozzetti di emergenza e sicurezza al fine di rendere possibili gli interventi di soccorso a seguito di eventuali eventi infortunistici e anche la movimentazione di attrezzature o materiali. Per quanto riguarda la predisposizione nelle carreggiate, deve essere escluso l'intralcio al traffico veicolare e pedonale, fermo restando le dovute analisi e caso per caso.

La ventilazione nelle Strutture Sotterranee Polifunzionali può essere naturale, artificiale o combinata. Lo scopo è quello di favorire l'uscita del calore prodotto nella galleria, espellere gas nocivi o infiammabili e avere un ambiente bonificato prima dell'accesso. Per eventuali lavorazioni a fuoco possono essere necessari ulteriori provvedimenti di aspirazione localizzata. La ventilazione deve permettere un buon controllo dell'umidità e deve essere sempre in leggera sovrappressione rispetto all'aria dell'ambiente esterno per evitare l'ingresso di gas, in questo caso ricorrendo a ventilazione artificiale.

All'interno delle gallerie, devono essere predisposti i servizi quali: illuminazione, energia elettrica, sistemi di sollevamento e trasporto, per garantire lo svolgimento di operazioni di manutenzioni in condizioni di sicurezza. La galleria deve essere provvista di un sistema di illuminazione ordinaria e un sistema di emergenza che deve essere adatto per la zona 1 a pericolo esplosione di cui alla CEI EN 60079-10. Prese elettriche interbloccate con interruttori e anche paranchi a rotaia o ganci e sistemi di comunicazione di emergenza con l'esterno possono essere servizi accessori alla SSP.

All'interno, ove previsto in fase di progettazione, devono essere provviste di sistemi per la sorveglianza e o il monitoraggio e sistemi per la gestione della struttura riferiti alle condizioni ambientali interne e ai servizi a rete. Essi devono premettere la determinazione di sicurezza integrata e degli interventi volti a sopprimere l'evento non voluto considerando le possibili iterazioni tra le utenze. Qualora non si possa escludere la presenza di atmosfere esplosive causate da gas sviluppati all'interno della galleria o provenienti dall'esterno, deve essere installato un sistema di controllo di esplosività dell'atmosfera. Sempre in relazione all'analisi del rischio in fase di

progettazione, possono essere installati in più punti rilevatori atti a misurare:

- temperature ed umidità;
- presenza di gas o vapori infiammabili nell'aria;
- presenza di fumo o incendio;
- allagamento;
- intrusioni o sabotaggi;
- temperature di consegna dell'acqua potabili.

Un centro di controllo e sorveglianza generale, ove previsto, rappresenta in termini di tempestività e efficienza un notevole vantaggio soprattutto per le rilevazioni incendio, poiché eventi legati al fuoco, possono essere oltre che distruttivi anche poco gestibili e facilmente propagabili. Durante l'esecuzione di lavori di manutenzione o riparazione, deve essere previsto secondo le operazioni da attuare e ove necessario un idoneo servizio di sorveglianza ed interventi antincendio.

Ciò che va a mantenere nel tempo le opere, vi è sicuramente la prevenzione di effetti dovuti a condensa ed umidità ambientale, quindi prevedere le migliori soluzioni tecnologiche in materia di isolamenti e impermeabilizzazioni, contribuirà alla prevenzione di eventuali deterioramenti dell'opera.

Dall'analisi dei rischi prevedibili e dall'analisi di eventuali procedure di soccorso di operatori infortunati e incoscienti, risulta che, prevedere all'interno la predisposizione di sistemi linea vita orizzontali, paranchi a soffitto delle SPP, può considerarsi un impianto tecnologico rilevante ai fini sia della sicurezza sul lavoro e sia per la movimentazione dei materiali. Si può immaginare, l'operatore addetto, che lavora indossando un'imbracatura, ancorato alla linea vita orizzontale mediante gancio di sicurezza e relativa fune, lavorando in trattenuta andrebbe a prevenire, in caso di evento gravoso (infortunio fisico, svenimenti, ecc) la caduta a terra e gli urti contro le strutture metalliche, consentendo, inoltre anche per i soccorritori velocità e tempestività per l'evacuazione del personale interessato considerati gli esigui spazi di intervento e i lunghi percorsi (circa 30mt tra un accesso ed un altro) che si dovrebbero percorrere per evacuare un infortunato, riducendo così i tempi di estrazione di un infortunato.

Prevedere e installare impianti tecnologici avanzati, come per esempio: impianti per il controllo della concentrazione di gas e delle condizioni ambientali (Ossigeno, LEL, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, ecc.), impianti per il controllo dell'allagamento, impianti per il controllo incendio, impianti di rilevazione ratti e intrusione rappresentano il minimo ed indispensabile per effettuare una costante valutazione dei rischi preliminare agli accessi dei lavoratori.

## **9. MODALITÀ DI SCAVO DELLA TRINCEA E POSA IN OPERA DEI CONCI PREFABBRICATI**

Elemento fondamentale nella gestione in sicurezza di un'attività di scavo risulta essere la corretta pianificazione della stessa, correlando una serie di attività preliminari di valutazione, di predisposizione di attrezzature e di metodologie di lavoro adeguate. Ai fini della sicurezza sul lavoro la normativa prevede sempre l'utilizzo prioritario dei mezzi di protezione collettiva in luogo di quelli individuali; qualora le misure collettive da sole siano insufficienti ad eliminare o ridurre sufficientemente i rischi, in relazione alla quota ineliminabile di rischio residuo, subentra l'obbligo del ricorso ai Dispositivi di Protezione Individuale.

Sebbene oggi si abbia una esperienza consolidata nel settore degli scavi e siano disponibili sia tecnologie che normative atte a realizzare metodologie di lavoro sicure, si verificano numerosi infortuni causati per lo più da procedure o abitudini errate nell'utilizzo delle macchine e delle attrezzature. Gli scavi sono un'attività lavorativa a "rischio rilevante" ed il Legislatore, con il D.Lgs.81/08, ha ritenuto di dover elencare in un allegato, una lista di lavori che comportano rischi particolari, tra cui quello di seppellimento o sprofondamento.

Nei lavori in cui sono presenti attività di scavo l'esposizione al rischio per la salute e la sicurezza del lavoratore è particolarmente elevata e si impone quindi prioritariamente l'utilizzo di dispositivi di protezione collettiva (opere di contrasto e di sostegno delle pareti, dispositivi di protezione dei bordi, ecc.) e, quando il rischio residuo non può essere evitato e/o ridotto, dei dispositivi di protezione individuale (di posizionamento e/o contro le cadute dall'alto, ecc.). In questo contesto assume

particolare importanza quello che viene definito il rischio dipendente dal “fattore umano”. Con questa terminologia si indicano tutti quei fattori di rischio legati allo stato psico-fisico del lavoratore, alla sua incapacità, alla sua incoscienza, alla mancanza di formazione e, in generale, alla adozione di comportamenti inadeguati al contesto lavorativo. La mancanza di formazione teorico-pratica e l’incapacità di affrontare le situazioni lavorative che si propongono di volta in volta sono le cause legate al fattore umano che più frequentemente provocano incidenti. Nei lavori in cui sono presenti attività di scavo il rischio dovuto al fattore umano va analizzato con grande attenzione per poter essere successivamente eliminato o ridotto.

Nei lavori in cui sono presenti attività di scavo il lavoratore è esposto a rischi di seppellimento, di caduta dall’alto e/o strettamente connessi all’esecuzione dello scavo e di natura diversa in relazione alla attività specifica da svolgere, che possono provocare morte, lesioni gravi e di carattere permanente e danni alla salute.

Figura 31 prefabbricato in c.a.



Le tipologie di rischio prevalenti a cui il lavoratore è più frequentemente assoggettato, sono:

- rischio di seppellimento derivante dal cedimento delle pareti di taglio (accumuli di materiali sul ciglio, vibrazioni, scuotimenti, presenza di falde acquifere e circolazioni di fluidi);

- rischio di caduta dall'alto all'interno dello scavo derivante dalla caduta dal bordo dello scavo (mancanza di protezione dei bordi dello scavo, insorgenza di vertigini, abbagliamento degli occhi, scarsa visibilità, colpo di calore o di sole, rapido abbassamento della temperatura, vento, pioggia, umidità o ghiaccio sulle superfici di calpestio).

La valutazione dei rischi dovrà tenere conto dei rischi derivanti dall'attività di scavo dovuti a:

- stabilità di altre strutture compromessa dalla vicinanza dello scavo;
- caduta di detriti dai bordi dello scavo;
- polveri e ad altre sostanze disperse in aria;
- investimento dei lavoratori a causa della movimentazione di macchine operatrici;
- ribaltamento ed uso improprio di macchine operatrici;
- presenza di reti di servizio (acquedotti, gasdotti, fognature, reti elettriche, reti di telecomunicazioni);
- presenza di reti e cavidotti interferenti;
- presenza di corsi o bacini d'acqua (annegamento).

Inoltre si dovranno prendere in esame tutte le altre forme di rischio derivante dall'esecuzione dell'attività lavorativa e proprie della stessa dovuti a:

- rischi fisici (meccanici, termici, elettrici, radiazioni, rumore);
- rischi chimici (aerosol, liquidi, gas, vapori);
- biologici.

Nella visione operativa del lavoro, la tecnica che offre le maggiori garanzie in termini di sicurezza per lo scavo e per il rinterro delle trincee, nel caso della realizzazione delle SSP è quella definita "blindaggio down a cassone".

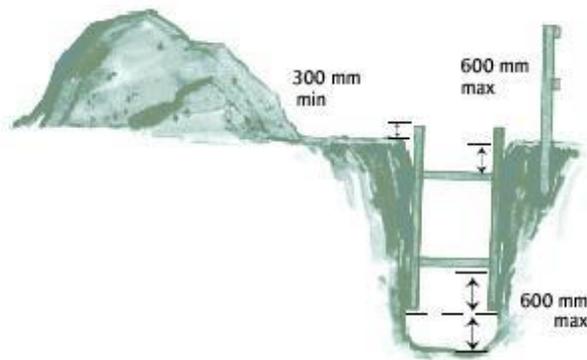
Figura 32 Blindaggio down a cassone



La procedura di scavo e posa in opera dei conci, in linea con gli adempimenti dettati dal D.Lgs 81/08 prevede la protezione delle pareti degli scavi con i casseri, definiti “blindaggio down a cassone” e può essere così riassunta:

1. rimozione della pavimentazione stradale e del relativo sottofondo ed allontanamento delle materie di risulta;
2. posizionamento dei casseri per l’armatura delle pareti della trincea;
3. scavo della trincea per la lunghezza di m 3.50 e contemporanea discesa dei cassone a sostegno delle pareti della trincea;
4. carico delle materie di risulta su autocarro ed allontanamento delle stesse;
5. formazione del letto di posa con misto cementato;
6. calo nella trincea e posa in opera di un concio, il quale sarà giuntato con il precedente;
7. sfilamento dei casseri e contemporaneamente saturazione del volume lasciato libero dai casseri stessi, impiegando materie aride in grado di garantire la compattazione almeno al 90%;
8. rinterro della trincea.

Figura 33 Blindaggio down a cassone



I fattori che vanno a modulare o a variare le procedure di lavoro possono essere:

- dovuti alla natura della materia da scavare,
- dovuti alla profondità rispetto al piano stradale delle fondazioni degli edifici adiacenti,
- dovuti alla larghezza della strada stessa;
- dovuti alla possibilità di movimentare i mezzi di lavoro (per lo scavo, carico ed allontanamento delle materie di risulta, per l'approvvigionamento e calo nella trincea dei conci, ecc.) in relazione alla larghezza della strada nella quale si scava e di quelle limitrofe;
- dovuti allo stato di consistenza degli edifici adiacenti gli scavi.

Tutti gli scavi sono comunque sempre pericolosi, in quanto essi sono in genere instabili.

Se essi sono eseguiti con sezione ristretta essi presentano il rischio addizionale di mancanza di ossigeno, concentrazione di fumi tossici, accumulo di acqua che richiedono ancora più maggiore attenzione nella valutazione delle caratteristiche dell'ambiente di lavoro e dei potenziali fattori che potrebbero influenzare precedenti valutazioni, come anche per esempio la sospetta rilevazione della presenza di sottoservizi non stimati.

Effettuare frequenti test per accertare la mancanza di ossigeno, la presenza di fumi pericolosi e gas tossici, soprattutto in presenza di automezzi con motore acceso nelle vicinanze degli scavi o in caso di contaminazioni per fuoriuscite da tubazioni o serbatoi sono misure preliminari e di lavoro che devono essere adottate.

Un'ulteriore tecnica è quella di implementare la ventilazione per gli addetti utilizzando dispositivi che garantiscono un continuo apporto di aria.

Ispezionare gli scavi quotidianamente o comunque prima di ogni turno lavorativo, o dopo ogni evento che possa incrementare il rischio. Se gli scavi e le trincee eseguite non vengono ispezionate quotidianamente, al fine di accertare la presenza di fenomeni franosi, o la mancanza di aria o tossicità della stessa, o il cedimento dei sistemi di protezione e contenimento, o altre condizioni di rischio, si è in condizioni di pericolo; anche forti piogge o altri eventi pericolosi (quali l'avvicinamento al bordo scavo di un veicolo o altra apparecchiatura pesante) sono ulteriori elementi di rischio in questa tipologia di lavoro.

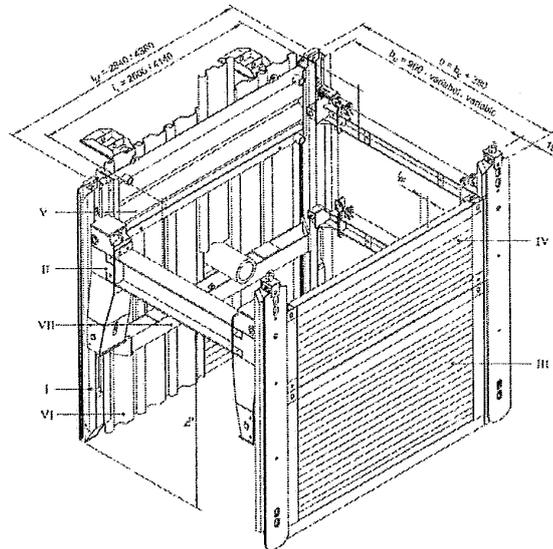
Inoltre, la disposizione pericolosa di carichi su aree a rischio frana, a causa del peso applicato al terreno circostante possono generare situazioni di frane o crolli di essi stessi all'interno degli scavi, con effetti anche letali su un lavoratore colpito. Occorre quindi posizionare i materiali di risulta degli scavi a congrua distanza di cigli degli scavi e utilizzare un idoneo sistema di trattenuta o di copertura del materiale in modo che non possa cadere all'interno degli scavi.

### **9.1. Blindaggio “down a cassone”**

Il sistema è costituito da pannelli modulari tenuti in posizione da distanziatori regolabili a vite che si agganciano ai pannelli stessi e che consentono larghezze variabili di scavo. I pannelli hanno il profilo inferiore tagliente per facilitare l'inserimento del blindaggio nel terreno. È una struttura prefabbricata progettata per il contenimento di scavi in trincea che garantiscono il sostegno delle pareti dello scavo fino a diversi metri di larghezza e profondità, riducendo radicalmente i problemi di sicurezza delle maestranze nella realizzazione di lavori all'interno di

scavi. Grazie alla facilità nell'installazione e nella rimozione e nella stessa efficienza, si configura come uno dei più validi sistemi di contenimento abbinato ai tempi di lavori. Inoltre i pannelli ed i componenti si possono movimentare con normali mezzi da cantiere.

Figura 34 Blindaggio down a cassone



La cassaforma viene posata già assemblata sul fondo dello scavo e viene fatta penetrare nel terreno battendo sui lati superiori dei due pannelli in maniera alternata. L'attacco snodabile funziona da cerniera e permette una variazione d'angolo del vitone di  $20^\circ$  rispetto ai pannelli. Si dispongono in serie gli altri moduli fino a raggiungere la lunghezza di scavo voluta. Il sollevamento e la movimentazione è prevista tramite funi metalliche che si agganciano nelle piastre forate presenti dei pannelli.

## **10.GESTIONE ED UTILIZZO DELLE STRUTTURE SOTTORRANEE POLIFUNZIONALI**

Nella norma UNI-CEI 70029:2008, viene data particolare attenzione al capitolo 5.1 Gestione ed utilizzo della SPP, individuando numerosi parametri necessari ad una ordinata, fluida e coordinata gestione operativa dei “tunnel”, interessando e analizzando gli accorgimenti tecnologici da predisporre in fase di progettazione al fine di concretizzare la gestione nel corso del funzionamento ordinario. Responsabilità e ruoli di gestione, conoscenze dei sistemi e delle relative documentazioni, efficaci gestioni nell’uso del sottosuolo pertinente alla SPP, conservazione della sicurezza della SSP, predisposizione di efficaci interventi di coordinamento degli interventi sulle reti, costi di gestione, gestione degli allarmi, sono i temi su cui la normativa affida ai Soggetti Gestori, a cui vengono affidate con apposito contratto le responsabilità della gestione economica e tecnica nonché la sorveglianza ed il mantenimento della sicurezza, le dovute considerazioni.

Nel manuale operativo richiesto dalla norma, quale fascicolo descrittivo e operativo della struttura, atto a prescrivere accorgimenti e dispositivi per rilevare situazioni pericolose che possono incidere anche riguardo gli accessi nelle stesse SSP riguarda:

- modalità di accesso;
- modalità operative di esercizio;
- modalità e frequenze di manutenzione ordinaria e straordinaria;
- intervento in situazioni di emergenza;
- modalità di interventi di emergenza, compresi gli allarmi;
- il controllo concentrazione di gas;
- il controllo allagamento;
- il controllo incendio.

Inoltre il manuale operativo deve anche contenere le modalità e il grado di formazione/ addestramento del personale addetto alla conduzione e alla manutenzione delle SSP, prevedendo e prescrivendo il divieto assoluto al personale di operare nelle aree dei cunicoli non scoperti.

La gestione delle singole SSP deve essere affidata da parte dell'amministrazione competente ad un unico gestore da individuare con apposita procedura. Nel caso di più SSP nella stessa area urbana, il soggetto gestore deve essere unico.

Per la gestione deve essere predisposto un manuale gestionale comprendente le procedure di gestione. Dette procedure devono prevedere almeno:

- a) responsabilità e ruoli di gestione;
- b) conoscenza dei sistemi e della relativa documentazione;
- c) limitazione dell'uso del sottosuolo del luogo pertinente alla SSP;

L'individuazione dei ruoli di gestione rappresenta il cardine della gestione operativa delle Strutture Sotterranee Polifunzionali. I soggetti con responsabilità devono predisporre e attuare misure finalizzate:

- 1) alla conservazione della sicurezza della SSP
- 2) al coordinamento della sicurezza della SSP;
- 3) al coordinamento degli interventi sulle reti nella SSP;
- 4) ai costi di gestione della SSP;
- 5) alla gestione di tutti gli allarmi previsti.

Le misure predisposte dagli Enti Gestori, devono essere ricomprese nei manuali operativi, per i quali deve essere assicurata una corretta diffusione ed accessibilità. Essi devono essere preparati con particolare attenzione alle SSP dove il monitoraggio di parametri ambientali interni sia limitato o assente. In tal caso è necessario prescrivere accorgimenti e dispositivi atti a rilevare situazioni pericolose prima di

accedere (controllo delle concentrazioni di gas, controllo della presenza di allagamenti, controllo della presenza di incendio).

I manuali operativi devono inoltre provvedere:

- modalità e grado di addestramento del personale addetto alla conduzione e alle manutenzioni delle SSP;
- modalità di accesso;
- modalità operative di esercizio;
- modalità e frequenza degli interventi di manutenzione ordinaria;
- modalità degli interventi di manutenzione straordinaria;
- modalità di intervento in situazioni di emergenza;
- modalità di attivazione ed esecuzione degli interventi di emergenza, compreso gli allarmi iniziali.

Detti argomenti verranno discussi successivamente, fornendo un approccio sistemico- operativo a suddetti argomenti con uno sguardo volto ai requisiti necessari per garantire un accesso, lavoro e soccorso degli operatori nei potenziali interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria che potrebbero essere necessari per garantire l'efficienza delle Strutture Sotterranee Polifunzionali.

## 10.1. Analisi del rischio – UNI 70029:1998

L'analisi operativa de rischio è un metodo per giungere alla valutazione del rischio e per individuare i provvedimenti più appropriati per abbatterlo a livelli accettati.

La determinazione matematica proposta dalla norma UNI 70029:1998 è:  $R=P \times C \times D$ .

Per intervenire sulla riduzione del rischio, occorre valutare il valore di ogni singolo fattore di rischio (P, C, D) per questo devono essere individuate le condizioni di funzionamento ordinario e normale di ciascun sistema, nonché i modi, le cause e gli effetti dei guasti, per evidenziare quelli che hanno conseguenze significative per le prestazioni e la sicurezza della SSP nel suo insieme e dei singoli servizi evidenziando particolarmente i modi comuni di guasto.

- P=pericolo: probabilità di presenza del pericolo
  - P3=il pericolo è presente sempre o frequentemente;
  - P2=il pericolo è presente talvolta, ogni tanto;
  - P1=il pericolo è presente raramente o quasi mai (e solo per evento anomalo)
  - P0=il pericolo non c'è mai.
  
- C=contatto: grado di probabilità in cui il contatto rappresenta il passaggio dal pericolo al danno
  - C3=un singolo individuo, un gruppo di individui, un determinato bene materiale o comparto ambientale è presente

permanentemente o frequentemente nella zona (luogo) considerata;

- C2=un singolo individuo, un gruppo di individui, un determinato bene materiale o comparto ambientale è presente talvolta ovvero ogni tanto nella zona (luogo) considerata;
- C1=un singolo individuo, un gruppo di individui, un determinato bene materiale o comparto ambientale è presente permanentemente o frequentemente nella zona (luogo) considerata;
- C0=un singolo individuo, un gruppo di individui, un determinato bene materiale o comparto ambientale è presente permanentemente o frequentemente nella zona (luogo) considerata;

- D= danno: valore qualitativo convenzionale di entità del danno

- D3=l'entità del danno è gravissima;
- D2=l'entità del danno è media o grave;
- D1=l'entità del danno è lieve;
- D0=l'entità del danno è trascurabile o nulla.

Come è nel concetto della valutazione dei rischi e del suo utilizzo, si deve tendere verso la ricerca del rischio più basso possibile per definire il rischio accettabile.

La norma analizzata, considera come elemento a contrasto dei fattori di rischio individuati (P,C,D) l'applicazione di "barriere", e possono essere:

- barriera di contenimento del pericolo – per esempio: sistemi chiusi contenenti sostanze infiammabili, ventilazione artificiale in presenza di fumi, gas tossici

o infiammabili, area di lavoro non ristretta (spaziosa), equipotenzialità delle masse;

- barriera di inaccessibilità (barriera di contatto – BC)- per esempio: parti elettriche chiuse dentro un quadro conduttori isolati, parapetto, griglia o carter di protezione, blocchi meccanici e o elettrici;
- barriera di contenimento o riduzione del danno – per esempio: compartimentazione antincendio, mezzi di estinzione, arresto o emergenza;
- barriera di contenimento – per esempio: sistema di sorveglianza, comportamento atteso da una persona non avvisata o inabile, avvisata, addestrata, esperta;
- barriera comportamentale – per esempio: cartello monitore, allarme incendi, allarme esplosività dell'atmosfera, corso di formazione su un rischio specifico con analisi del rischio;
- barriere composte da due o più barriere finalizzate ad un unico obiettivo;
- barriera di sostituzione (di riduzione del fattore di pericolo o di contatto), si riferisce alla sostituzione di parti usurabili così da mantenere l'efficienza della barriera nel tempo.

Alle barriere è possibile associare dei gradi secondo una scala qualitativa ed anche numerica in relazione alle loro capacità di annullare uno stesso grado del fattore di rischio su cui agiscono, tenendo conto del metodo di analisi operativa del rischio. Il grado delle barriere viene denominato: grado di sicurezza.

- barriera di grado 0: quando non è capace di resistere ad alcuna sollecitazione;
- barriera di grado 1: quando è capace di resistere solo alle sollecitazioni o situazioni normali del sistema;
- barriera di grado 2: quando è capace di resistere alle sollecitazioni o situazioni normali e ad una sola sollecitazione anormale ragionevolmente prevedibile del sistema per volta. Inoltre è utilizzata ordinariamente nel ambito del funzionamento normale e le situazioni anormali avvengono poco frequentemente. È una barriera che può fallire raramente o quasi mai;

- barriera di grado 3: quando è capace di resistere alle sollecitazioni o situazioni normali, e a due contemporaneamente sollecitazioni anormali ragionevolmente prevedibili del sistema, inoltre è utilizzata ordinariamente nel ambito del funzionamento normale e le situazioni anormali avvengono poco frequentemente. È una barriera infallibile sotto specifiche condizioni.

Le barriere applicate nei confronti di un fattore di rischio devono essere tra loro indipendenti da cause comuni di inefficienza (modo di guasto comune), cioè un unico evento non deve abbattere contemporaneamente tutte le barriere. Nel valutare l'indipendenza occorre considerare tutte le condizioni che possono provocare il fallimento di una e verificare che non provochino il fallimento contemporanea dell'una o dell'altra barriera.

Nella valutazione occorre introdurre il tempo di esercizio e valutare se detto tempo può essere causa comune di inefficienza ed inserire intervalli di verifiche e manutenzioni per annullare questo inconveniente).

Le barriere a loro volta vengono distinte sulla base qualitativa (scala da 0-3) circa i fattori di contatto su cui agiscono (pericolo, contatto, danno e barriere comportamentali)

## **10.2.Principi riguardo le reti di distribuzione cittadina del GAS.**

La posa di una condotta per trasporto e distribuzione del gas è attività soggetta a controllo di prevenzione incendi ed è regolata da specifiche prescrizioni di legge che fissano anche limiti e divieti. Tubazioni del gas con massima pressione di esercizio MPa (5 bar) sono destinate alla distribuzione del gas ai nuclei abitati nel rispetto dei valori di pressione necessari per il corretto funzionamento delle utenze.

Vengono considerati i seguenti casi di installazione:

- tubazione del gas esterna alla SSP, che corre parallela ad essa;
- incrocio (attraversamento) senza interferenza tra tubazione del gas e SSP;

- tubazione del gas posta, per un tratto di limitata estensione, all'interno della SSP, senza presentare punti di derivazione.

Per ciascuno dei casi sopra riportati devono essere applicati rigorosi criteri di progettazione, valutazione dei rischi e dei requisiti tecnici.

La tubazione del gas deve avere caratteristiche tali da garantire nel tempo la sua integrità e capacità di tenuta.

A tal fine le condotte devono:

- rispettare le disposizioni legislative vigenti;
- avere e conservare idonee proprietà meccaniche e fisico- chimiche:
  - in funzione della pressione di esercizio e delle caratteristiche del sito di posa, siano di materiale e spessore adeguati;
  - siano collocate ad opportune profondità o, in caso ciò non fosse possibile, adeguatamente protette dalle possibili sollecitazioni meccaniche;
  - siano preservate da fenomeni di corrosione mediante sistemi di protezione passiva e, ove necessari, sistemi di protezione attiva;
- essere posate in modo che ne sia salvaguardata l'integrità e che siano adeguatamente sostenute, così da evitare che siano sottoposte a sollecitazioni anormali permanenti;
- essere collegate mediante adeguati tipi di giunzioni.
- essere presenti idonei organi di sezionamento, collocati in luoghi accessibili, mediante i quali si possa essere intercettata in caso di necessità;
- le tubazioni gas in acciaio devono essere provviste di giunti dielettrici opportunamente dislocati, a fine di rendere efficiente il sistema di protezione catodica e di ottimizzare la gestione.

- essere osservate idonee distanze con la SSP a seconda della pressione massima di esercizio.

Vengono considerate anche ipotesi in cui tratti delle tubazioni possono essere posti all'interno della SSP. La loro pressione di esercizio deve essere 0.05MPa. per questi casi devono essere osservate precise prescrizioni di costruzioni (acciaio di spessore maggiorato, disposti in guaina metallica e protetti contro la corrosione; giunzioni saldate e controllate con prove distruttive, valvole a sfera a monte e a valle, giunti dielettrici).

### **10.3. Eventi non voluti considerati nella norma UNI CEI 70029:1998.**

Gli eventi definiti “non voluti” dalla norma UNI 70029:1998 sono i seguenti:

- a) cedimenti: è necessario attuare campagne di studi geotecnici preliminari per garantire la stabilità della galleria e in fase di costruzione attuare ogni prescrizione imposta dal Coordinamento della Sicurezza. A garanzia della stabilità delle gallerie deve essere condotto un attento studio geotecnico dei terreni interessati dalla costruzione delle stesse.
- b) fessurazione della struttura: la galleria essendo composta da elementi prefabbricati in calcestruzzo armato assemblati in opera, gli stessi dovranno essere prodotti e conformi da aziende certificate per il controllo della produzione. In fase di posa in opera dovranno essere eseguite le procedure di impermeabilizzazione fissate dai progettisti.
- c) esplosione: dal momento in cui la scelta progettuale indirizza verso l'esternazione delle tubazioni del gas, ad una quota di almeno 50-60cm dal estradosso della galleria, non sono contemplate situazioni di pericolo dipendenti da sostanze che possano dar luogo ad esplosioni. Il gas distribuito è il metano, il quale essendo più leggero dell'aria tende a diffondersi verso l'alto. Le tubazioni sono posate a quote superiori al estradosso della galleria e nel rispetto dei valori minimi delle distanze dalla stessa.

- d) incendio: è necessaria la predisposizione di sistemi di rilevazione dei fumi;
- e) allagamento: l'allagamento potrebbe derivare dalla rottura delle tubazioni che convogliano l'acqua potabile ed i liquami delle fognature. Il calcolo delle portate dei liquidi in confronto ai carichi di rottura delle tubazioni è un argomento che il progettista deve esaminare con attenzione. L'allontanamento delle acque accidentalmente cadute in galleria, sono convogliate nella parte bassa di ogni tronco di galleria, in corrispondenza della parete di chiusura, dove è prevista una condotta di scarico in tubazioni di PVC che collega la galleria stessa con la fognatura a valle più vicina. Detta condotta è dotata, in galleria, di una valvola anti riflusso con clapet e di un sifone tipo "Firenze" per impedire il ritorno in galleria dei liquami e di cattivi odori.
- f) tensioni di contatto e di passo pericolose: I cavi elettrici dovranno essere conformi alle norme. Il personale impiegato nei lavori ad impianti in tensione dovrà essere adeguatamente informato, formato ed addestrato.
- g) emissioni nocive: nello step progettuale, non sono presenti in galleria sostanze libere che potrebbero generare emissioni nocive. I liquami delle fognature scorrono in tubazioni chiuse ermeticamente; le ispezioni di routine verranno eseguite attraverso i pezzi speciali definiti "tappi" che a regime sono chiusi. Per il controllo della presenza nell'aria di eventuali sostanze nocive è previsto di dotare le squadre operative di un apparecchio portatile idoneo ai rilevamenti.

## **10.4.CEI 11-27**

La norma CEI 11-27 si applica alle operazioni e attività di lavoro sugli impianti elettrici o vicino ad essi, a qualunque livello di tensione e ne fornisce le prescrizioni di sicurezza per attività sugli impianti elettrici e, in particolare, si applica alle procedure di lavoro e a quelle di esercizio durante i lavori e di manutenzione. La norma riporta l'utilizzo di modulistica ed esempi applicativi che ne chiariscono le modalità applicative.

L'uso di una modulistica standardizzata agevola inoltre la comunicazione in un settore come quello della manutenzione elettrica spesso caratterizzato dalla presenza di più organizzazioni che devono potersi scambiare le informazioni in maniera non solo precisa ed efficace ma anche efficiente. Accade infatti spesso che l'applicazione dell'art. 26 del D.Lgs. 81/08 comporti il proliferare di scambi documentali tra le parti impegnate nei lavori e può accadere che le informazioni effettivamente importanti non siano sempre facilmente reperibili per chi sta operando "sul campo".

La norma individua le varie figure interessate ponendo particolarmente attenzione in fase di organizzazione dei lavori la nomina di RI da parte dell'URI, ciò poiché il RI assume un ruolo centrale nello sviluppo della sicurezza operativa; ad esso compete lo sviluppo di piani di lavoro e dei piani intervento.

La terminologia delle figure individuate della norma sono le seguenti:

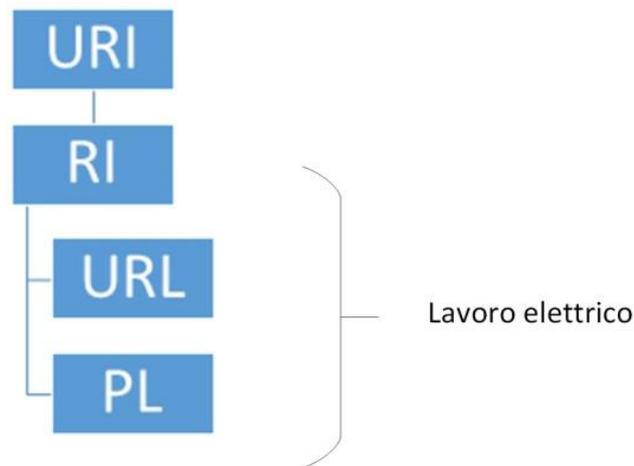
- URI, Persona o Unità Responsabile dell'impianto elettrico;
- RI, Persona designata alla conduzione dell'impianto elettrico;
- URL, Persona o Unità Responsabile della realizzazione del lavoro;
- PL, Persona preposta alla conduzione dell'attività lavorativa.

La differenza sostanziale tra URI e RI è legata al fatto che URI è il responsabile in condizioni ordinarie e RI è responsabile durante il lavoro elettrico. La URI può non avere le conoscenze per poter condurre o mettere in sicurezza

l'impianto elettrico: perciò individua, prima di iniziare qualsiasi lavoro, una persona, il RI, cui assegnare questi compiti.

Queste funzioni e responsabilità dovranno essere preventivamente definite e attribuite in maniera formalizzata (attraverso anche permessi di lavoro); ovviamente nei lavori in organizzazioni semplici URI è il datore di lavoro committente mentre RI, URL e PL possono coincidere nella figura dell'elettricista che effettua il lavoro.

Figura 34 Diagramma funzionale lavori elettrici



I lavori elettrici vengono suddivisi in:

- Lavoro SOTTO TENSIONE: Lavoro elettrico eseguito su quadri, apparecchiature, o comunque parti attive di impianti elettrici che sono sotto tensione (ovvero collegate, attive e nel loro normale funzionamento);
- Lavoro FUORI TENSIONE: Lavoro elettrico eseguito su quadri, apparecchiature o parti di impianti elettrici normalmente in funzione a cui viene tolta tensione per l'esecuzione del lavoro;
- Lavoro IN PROSSIMITÀ: Lavoro elettrico eseguito entro una certa distanza dalle parti attive di una qualsiasi apparecchiatura elettrica in condizioni di normale funzionamento e quindi in tensione.

Per quanto attiene la definizione di lavoro elettrico e non elettrico essa è fondamentalmente basata sulle distanze di lavoro da una parte attiva in tensione:

- DL, delimita lo spazio intorno alle parti attive nel quale non è assicurato il livello di isolamento atto a prevenire il pericolo elettrico e individua il lavoro sotto tensione;
- DV, delimita lo spazio esterno alla zona di lavoro sotto tensione e indica la Zona prossima nello spazio tra DL e DV si ha lavoro elettrico;
- DA9 delimita lo spazio esterno alla zona prossima. Tra DV e DA9 si ha un lavoro non elettrico. A distanza maggior di DA9 si ha un lavoro ordinario.

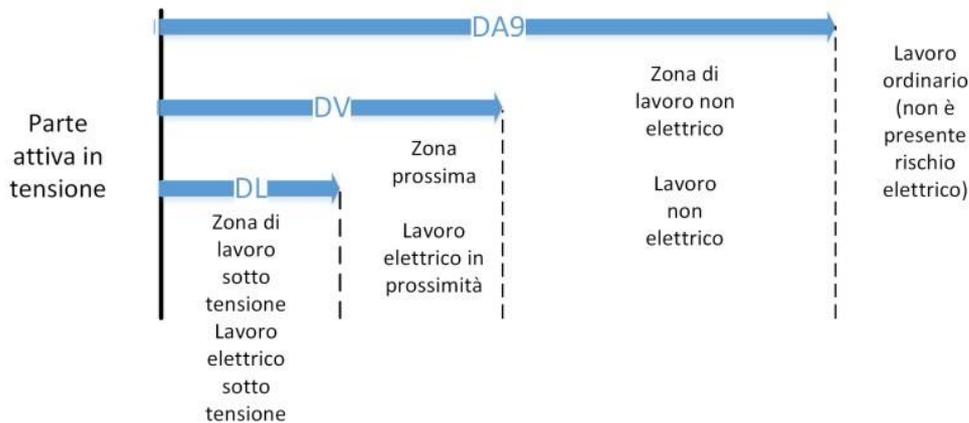
La distanza DA9 coincide con le “Distanze di sicurezza da parti attive di linee elettriche e di impianti elettrici non protette o non sufficientemente protette da osservarsi, nell’esecuzione di lavori non elettrici”, della Tabella 1 dell’allegato IX del D.Lgs. 81/08.

Figura 35 Tabella 1 dell’allegato IX del D.Lgs. 81/08.

UN (kV) (tensione nominale)	D(m)
$\leq 1$	3
$1 < U_n \leq 30$	3.5
$30 < U_n \leq 132$	5
$> 132$	7

I lavori compresi tra DA9 e DV devono essere oggetto di attenta valutazione perché presentano il rischio di scendere al di sotto della DV.

Figura 36 Tabella 1 dell'allegato IX del D.Lgs. 81/08.



In questi casi la gestione delle misure di prevenzione e protezione si differenzia in funzione delle figure professionali che partecipano ai lavori:

- Persona esperta (PES) è una persona con istruzione, conoscenza ed esperienza rilevanti tali da coordinare ed istruire altri lavoratori a lui affidati e soprattutto di analizzare i rischi e di evitare i pericoli che l'elettricità può creare. È una figura di elevata professionalità e capacità, per cui è ad essa che devono essere affidati i lavori più complessi e a maggior rischio. Un lavoratore può essere designato come PES solo dal proprio datore di lavoro, la designazione deve essere fatta per iscritto e confermata dal lavoratore stesso, il datore di lavoro per determinare se il suo dipendente può essere una PES, deve basarsi sulla sua preparazione attestata da eventuale diploma o attestato professionale oppure dalla sua esperienza personale. Solo nel caso in cui il datore di lavoro ritenga una persona non in possesso dei requisiti necessari, può richiedere al lavoratore di frequentare un apposito corso di formazione in relazione alle prescrizioni della norma CEI 11-27. Non sono tenuti a frequentare il corso di formazione gli operatori in possesso di diploma superiore di istituto tecnico industriale o diploma professionale IPSIA. Nel caso di lavoratori autonomi, ad esempio un artigiano elettrico, la designazione di PES avviene tramite un'autocertificazione scritta del lavoratore, da consegnare a chi commissiona un lavoro elettrico; in particolare l'autocertificazione deve indicare le conoscenze legislative e normative elettriche, le esperienze e i percorsi formativi effettuati, le tipologie di impianti trattati. I requisiti basilari ai quali deve riferirsi il datore di lavoro per assegnare le qualifiche di PES o PAV, in

base alla norma CEI 11-27 sono: l'istruzione cioè la conoscenza dell'impiantistica elettrica, dei pericoli ad essa connessi e della relativa normativa di sicurezza; l'esperienza di lavoro con particolare riguardo alla conoscenza di varie tipologie di lavori elettrici e di situazioni impreviste; le caratteristiche personali quali precisione nel lavoro, attenzione, attitudine alla gestione del lavoro e del personale e ogni altra caratteristica che concorra a far ritenere l'operatore affidabile. Il datore di lavoro può classificare PES, nell'ambito della propria ditta, solamente lavoratori che sono adibiti professionalmente, solo ed esclusivamente a lavori elettrici;

- Persona avvertita (PAV) è una persona che possiede solo alcune delle caratteristiche della PES oppure le possiede tutte ma in misura inferiore. Questa figura professionale è in grado di eseguire una determinata tipologia di lavori elettrici fuori tensione e in prossimità solamente in seguito alle istruzioni ricevute da una PES e/o sotto la sua sorveglianza. Un lavoratore può essere designato come PAV solo dal proprio datore di lavoro, la designazione deve essere fatta per iscritto e confermata dal lavoratore stesso, il datore di lavoro per determinare se il suo dipendente può essere una PAV, deve basarsi sulla sua preparazione attestata da eventuale diploma o attestato professionale oppure dalla sua esperienza personale, in alternativa può affiancarlo per un periodo ad una PES o può richiedere al lavoratore di frequentare un corso di formazione;
- Persona comune (PEC) è una persona che non è in grado di gestire lavoro e rischio elettrico in autonomia, può operare autonomamente solo in totale assenza di rischio elettrico mentre può operare in presenza di rischio elettrico solo sotto costante sorveglianza di una PES o PAV;
- Persona idonea (PEI) è una persona in possesso dei requisiti per poter svolgere tutti i tipi di lavori elettrici, compresi quelli sotto tensione. Un lavoratore può essere designato come PEI, dal datore di lavoro dopo aver frequentato un apposito corso di formazione riconosciuto (la norma CEI 11-27 suggerisce un corso della durata minima di 12 ore), oppure attraverso la formazione per affiancamento ovvero un periodo di addestramento con una PEI già in essere.

Ai fini dell'esecuzione lavori:

- soltanto PES o PAV; esse non adottano procedure di sicurezza se non quelle necessarie per evitare di invadere la distanza DV. Non è necessaria la compilazione di documenti quali i Piani di lavoro, di intervento, ecc. e la misura di sicurezza è costituita dalle loro capacità operative.
- anche PEC: una PES deve svolgere azioni di supervisione o una PES o una PAV devono svolgere una sorveglianza senza necessità di elaborare Piani di lavoro, Piani di intervento, ecc.
- soltanto PEC; e l'attività comporta mezzi o attrezzi il cui uso dà luogo al pericolo dovuto soltanto all'altezza da terra nei confronti di una linea elettrica sovrastante, è sufficiente fare in modo che l'altezza da terra di tali mezzi o attrezzi (compresa quella di una persona e degli attrezzi o mezzi da lei maneggiati) non superi:
  - 4,00 m se la linea è in Bassa o Media tensione ( $\leq 35$  kV);
  - 3,00 m per le linee in Alta tensione ( $>35$  kV).

Inoltre, la CEI 11-27 pone anche una attenzione agli aspetti di comunicazione, soffermandosi in maniera precisa sulle modalità con cui essa può essere effettuata, esplicitando la possibilità che ogni lavoratore che per ragioni di sicurezza obietti sull'esecuzione di un'attività e deve poter riportare immediatamente le sue obiezioni al PL che dovrà essere presa in carico. Altro argomento importante che la norma richiama è il concetto di Supervisione e cioè il complesso di attività svolte da PES, finalizzate a predisporre ambienti, misure di prevenzione e protezione, modalità d'intervento, istruzioni, organizzazione complessiva in modo tale da minimizzare i rischi. La supervisione è un'attività svolta prima di eseguire un lavoro, durante un lavoro o dopo l'esecuzione di un lavoro ai fini di sovrintendere a dette attività ed allo scopo di controllare che vengano rispettate, in particolare, le prescrizioni generali di sicurezza aziendali”.

Circa lo specifico caso studio dei sottoservizi, possiamo ritenere utile ai fini dell'organizzazione interna che l'Ente gestore proceda a:

- nominare un RI – Responsabile conduzione impianto;
- nominare un URL e PL per conto delle ditte esecutrice dei lavori;
- nominare per l'Ente Gestore un PES ai fini della Supervisione e analisi dei lavori;
- nel caso di lavori sull'impiantistica elettrica, gli stessi siano governati per la l'impresa esecutrice da un PEI;
- nel caso di lavori non ricorrenti l'impiantistica elettrica, nella squadra lavoro, deve essere presente un PAV.

Circa la modulistica prevista dalla norma, e specificamente, il Piano di lavoro che deve essere compilato quando il lavoro è complesso, ossia quando l'attività è svolta su un impianto complesso, ove si esegue l'attività, i cui circuiti risultino fisicamente alquanto articolati o poco controllabili visivamente per la particolare disposizione dei componenti e dei circuiti in occasione dei lavori, o per il numero di possibili alimentazioni, o per la presenza di impianti di Alta o Media tensione.

La predisposizione del Piano di Lavoro è compito del Responsabile dell'Impianto (RI), può avvalersi della collaborazione del Preposto ai Lavori (PL) designato per lo stesso lavoro per il quale si redige il documento.

Il Piano di Lavoro deve contenere:

- i dati identificativi e descrittivi dell'impianto e del lavoro da svolgere;
- i nominativi delle seguenti figure: Responsabile dell'Impianto designato alla consegna (RI), preposto ai Lavori (PL),
- addetto alle manovre;
- tempo previsto per l'esecuzione dei lavori;
- elementi d'impianto da mettere fuori tensione ed in sicurezza;
- punti di sezionamento ed apposizione cartelli monitori;
- eventuali punti di messa a terra di sezionamento;
- eventuali parti in tensione circostanti il punto di lavoro;

- ulteriori misure di sicurezza da realizzare prima dell'inizio dei lavori.

La predisposizione del Piano di Intervento è compito del Preposto ai Lavori (PL), in assenza di URL (Unità o persona responsabile della realizzazione del lavoro).

Il Piano di Intervento deve contenere, in via indicativa e non esclusiva:

- i dati identificativi e descrittivi dell'impianto e del lavoro da svolgere;
- i nominativi delle seguenti figure: Responsabile dell'Impianto designato alla consegna (RI), Preposto ai Lavori (PL);
- tempo previsto per l'esecuzione dei lavori;
- area occupata dal cantiere;
- misure di sicurezza da adottare per parti in tensione prossime;
- numero e compiti degli operatori, sequenza delle operazioni.

### **10.5. Idoneità del personale e modalità e grado di addestramento del personale addetto alla conduzione e alle manutenzioni delle SSP ai fini della sicurezza sul lavoro:**

Il personale operante all'interno delle SSP, escludendo gli addestramenti specialistici che ogni addetto deve avere per intervenire nelle reti di propria competenza, per accedere nelle SSP, si elencano di sotto le formazioni minime che il personale impiegato nei lavori deve avere acquisito ed aggiornato nel tempo per poter operare in questi ambienti di lavoro. Ma non è esaustivo possedere una giusta formazione per operare in questi ambienti, poiché nel caso la valutazione dei rischi metta alla luce altre variabili, tra quali anche l'esistenza di limiti di natura fisica, sarà necessario stabilire se tra l'altro la costituzione fisica dei lavoratori è idonea allo

svolgimento dell'attività. I fattori da correlare all'esperienza e formazione possono essere per esempio anche una certa predisposizione alla claustrofobia o l'idoneità all'uso dei respiratori, rendendo necessario anche un parere di un medico competente.

Per quanto riguarda la formazione ed addestramento del personale, possiamo sintetizzare nelle seguenti attestazioni, i requisiti minimi che il personale deve avere:

- 1) formazione generale e specifica (Accordo Stato Regioni del 21/12/11)
- 2) tutto il personale deve essere formato ed addestrato per operare in spazi confinati, (DPR 177/11); la squadra lavoro deve essere composta dal 30% con maestranze con esperienza almeno triennale nel settore degli spazi confinati;
- 3) formazione ed addestramento per l'utilizzo dei Dispositivi di protezione individuale di 3° categoria;
- 4) formazione per addetti antincendio D.M. 10 marzo 1998;
- 5) formazione per addetti al pronto soccorso ai sensi del D.M. 388 del 2003;
- 6) formazione per preposti sul lavoro (Accordo Stato Regioni del 21/12/11);
- 7) formazione lavoratori adibiti all'installazione ed alla rimozione della segnaletica di cantieri stradali o addetti ad attività in presenza di traffico veicolare (D.M. 4 Marzo 2013);
- 8) preposti alle attività di revisione, integrazione e apposizione della segnaletica destinata alle attività lavorative che si svolgono in presenza di traffico veicolare (D.M. 4 Marzo 2013);
- 9) rischio elettrico:
  - a. Il Soggetto Gestore deve avere personale formato PES ai sensi della CEI 11-27;
  - b. L'Ente Gestore del servizio dell'energia elettrica deve avere personale formato PES e PEI ai sensi della CEI 11-27;

- c. Formazione PAV per tutti gli altri Enti erogatori di servizi ai sensi della CEI 11-27;

10) certificazioni, abilitazioni specialistiche e di Qualità (ad esempio effettuare saldature in PP, HDPE,...ecc).

## **10.6. Modalità di accesso**

Si premette che la norma UNI CEI 70029:1998 prevede che siano effettuati accessi e lavori in SSP aperte, vale a dire prive del solaio di copertura, prevedendo che gli stessi siano amovibili. Tale condizione, diversa da quella analizzata nel caso sperimentale, può essere considerata una barriera di contenimento dei rischi, ma deve essere adottata in fase di progettazione tenendo conto della zona di insediamento delle SSP, essendo essa stessa maggiormente adottata in SSP in insediamenti industriali e quindi private.

Nella valutazione dei rischi un fattore discriminante può essere quello di avere una SSP telecontrollata con sistemi di rilevazioni delle matrici difformi dall'aria ambiente, svolgendo una doppia funzione di monitoraggio preliminare agli ingressi, e di allarme nel caso in cui mutino le condizioni ottimali di permanenza in sicurezza. Tale condizione è decisiva ai fini delle elaborazioni delle procedure specifiche ad hoc caso-specifico. Le dimensioni di accessibilità nelle SSP devono essere abbastanza grandi da garantire ai lavoratori, anche muniti dei vari dispositivi, di entrare ed uscire facilmente dall'area interessata e di permettere un accesso e un'uscita rapidi in caso di emergenza, le dimensioni dell'apertura vanno a condizionare anche la scelta di metodologie e prassi operative avendo la tendenza a ricorrere sempre più condizioni di confort e di ridotto ingombro per gli operatori.

L'aria ambiente deve essere quanto più ottimale e si può raggiungere aumentando il numero delle aperture presenti nell'ambiente di lavoro così da migliorare l'aerazione. Tuttavia, può rendersi necessario l'uso di un sistema di ventilazione forzata per assicurare una pressione positiva e quindi di aria all'interno della SSP in sovrappressione al fine di avere un costante ricambio d'aria e di

impedire ai gas (per esempio quelli di scarico delle autovetture) di rientrare nella SSP stessa. Un sistema di ventilazione di questo tipo si rende indispensabile nel caso in cui, all'interno dello spazio si faccia uso di sostanze o attrezzature che prevedono il rilascio dei fumi. Correlatamente, potrebbe essere necessaria la verifica che l'aria ambiente nelle SSP non contenga vapori tossici o infiammabili e che quindi possa generare un pericolo. I controlli devono essere effettuati con l'ausilio di un rilevatore di gas correttamente tarato e sempre indossato ad altezza del petto da parte del lavoratore. Naturalmente tutto deve essere correlato alla valutazione del rischio, che nel caso faccia emergere che le condizioni dell'ambiente sono soggette a variazioni nel corso del tempo, o come ulteriore precauzione, risulta necessario un monitoraggio costante dell'aria. Per l'accesso alle SSP, risulta indispensabile instaurare un sistema di comunicazione in modo da permettere ai lavoratori impiegati all'interno dell'ambiente confinato di tenersi in contatto con quelli all'esterno, e di lanciare l'allarme in caso di pericolo.

L'utilizzo di paranchi o carrucole che corrono orizzontali alla SSP, può essere un'attrezzatura da utilizzare nelle fasi di accesso, lavoro e soccorso.

Di seguito si elencano le attrezzature necessarie e minime da avere a disposizione per questa tipologia di luoghi di lavoro:

- Dispositivi anticaduta: tripode di risalita, dispositivi retrattili, imbracature, cinture di sicurezza, cordini di sicurezza;
- Segnaletica di sicurezza (sia stradale nel caso in cui lo spazio confinato si trovi in un'area stradale, sia di attenzione- protezione);
- Rilevatori multigas sempre indossato dall'operatore all'interno;
- Ventilatori e aspiratori d'aria;
- Maschere con respiratori a filtro per fumi e vapori;
- Dispositivi di respirazione autonoma (APVR) – dispositivi ad alimentazione con aria compressa esterna e tubazioni flessibili estensibili;

- DPI vari: tuta tyvek, guanti per la protezione dai rischi meccanici, biologici, chimici, scarpe di sicurezza o stivali, indumenti ad alta visibilità, mascherine protettive, elmetto di protezione;
- Estintori (presenti nell'impianto o a disposizione);
- Pacchetto di medicazione o cassetta di pronto soccorso;
- collare medico;
- Maschera di emergenza a cappuccio con bombola autonoma;
- Barella a cucchiaio;
- Immobilizzatore a sabbia sottovuoto;
- Abbigliamento, Torcia/luci antideflagrante ATEX.

## **10.7. Il permesso di lavoro**

Il Permesso è la procedura di lavoro comprensiva delle fasi di lavoro e le misure per eliminare o ridurre al minimo i rischi e deve necessariamente includere le modalità di soccorso e coordinamento dell'emergenza. Il permesso di lavoro contiene: i dati dell'impresa con i nomi dei referenti, le caratteristiche degli accessi del luogo dove si andrà ad operare, la cartellonistica di segnalazione dello spazio confinato, un'analisi di tutti i rischi che si trovano all'interno dello spazio compreso il monitoraggio atmosferico, l'inizio e la conclusione dei lavori, e le misure di emergenza programmate.

A livello nazionale, la norma UNI EN 10449:2008 definisce i requisiti minimi per la formulazione, la compilazione e la gestione dei permessi di lavoro. La norma si applica in tutte le aree nelle quali sono effettuati lavori di manutenzione, di miglioria e modifiche assegnati in appalto, per mettere in evidenza ed informare i lavoratori dei rischi specifici inerenti all'area di lavoro ed al lavoro stesso. Essa si

applica, inoltre, in tutti i casi di lavoro nelle quali sono effettuati i lavori di manutenzione, di miglioria e modifiche di beni.

L'accesso in luoghi confinati richiede di redigere un Permesso di lavoro. Per lavori svolti da personale interno il permesso è predisposto dal responsabile dei lavori e approvato. Per lavori svolti da personale di ditte esterne, è approvato dal Datore di lavoro avente disponibilità giuridica dei luoghi in cui si svolge il lavoro.

A titolo esemplificativo viene illustrato un permesso di lavoro che contiene gli strumenti volti ad assicurare che tutti gli elementi del sistema sicurezza siano stati messi in atto prima che ai lavoratori venga permesso di entrare e/o lavorare in ambienti o spazi confinati.

Figura 37 Esempio di Permesso di lavoro per l'ingresso in uno spazio confinato

<b>PERMESSO DI LAVORO PER SPAZI CONFINATI</b>		N° _____ del _____
Data e ora emissione: _____	Data e ora termine _____	Firma preposto ai lavori _____
Sito di lavoro: _____		Supervisore committenza: _____
Impianto/attrezzatura/area da lavorare: _____ _____		Lavori da eseguire: _____ _____
Impresa esecutrice: _____		
Personale impiegato nei lavori: _____ _____		
1. Controlli atmosferici: Ora _____	Ossigeno _____%	
	Esplosivo _____% L.F.L.	
	Tossico _____PPM	
2. Isolamento di impianti (No Entry): N / A Sì/ No  Pompe o linee accestate, _____  Disconnessi o bloccati _____		
3. Modifica della ventilazione: N / A Sì/ No  Solo ventilazione naturale _____  Meccanico _____		
4. Controllo atmosferico dopo Isolamento e ventilazione: Tempo _____  Ossigeno _____% > 19,5%  Esplosivo _____% L.F.L <10%  Sostanze pericolose _____PPM (<10 PPM H <sub>2</sub> S)  Firma del responsabile per i lavori per la committenza: _____		

<b>PERMESSO DI LAVORO PER SPAZI CONFINATI</b>	N° _____ del _____
5. Procedure di comunicazione: _____ _____	
6. Procedure di emergenza: _____ _____	
7. Verifica della Formazione e addestramento del personale _____ _____	
8. Attrezzatura: N / D Sì No	
a) Controllo gas diretto _____	
b) Imbracature di sicurezza e linee di sicurezza _____	
c) Attrezzatura di recupero _____	
d) Comunicazioni _____	
e) Sistemi di ventilazione autonoma per accesso e soccorso _____	
f) Indumenti protettivi _____	
g) Attrezzature elettriche _____	
h) Attrezzature ATEX _____	
10. Prove atmosferiche periodiche: (ripetere ogni 2 ore):	
Ossigeno ____% Tempo ____ Ossigeno ____% Tempo ____	
Ossigeno ____% Tempo ____ Ossigeno ____% Tempo ____	
Esplosivo ____% Tempo ____ Esplosivo ____% Tempo ____	
Esplosivo ____% Tempo ____ Esplosivo ____% Tempo ____	
Sost.Pericolose ____% Tempo ____ Sost.Pericolose ____% Tempo ____	
Sost.Pericolose ____% Tempo ____ Sost.Pericolose ____% Tempo ____	
Permesso preparato da: Responsabile per i lavori per la committenza: _____	

<b>PERMESSO DI LAVORO PER SPAZI CONFINATI</b>	N° _____ del _____
Preposto ai lavori in spazi confinati _____	
ANALISI REQUISITI COMPLETATI: DATA _____ ORA _____ N / A Sì/ No	
a) Bloccare - Disattivare - Isolare _____	
b) Linee – Tubazioni – Interferenze _____	
c) Bonifica _____	
d) Ventilazione _____	
e) Autorespiratore _____	
f) Personale di sicurezza all'esterno _____	
g) Dispositivo di recupero di emergenza di emergenza _____	
h) Linee vita _____	
i) Estintori _____	
j) Illuminazione(ATEX) _____	
k) Indumenti protettivi _____	
l) Permessi specifici (es.saldatura,ecc) _____	
Nota: gli elementi che non si applicano inseriscono N / A nel vuoto.	

<b>PERMESSO DI LAVORO PER SPAZI CONFINATI</b>	N° _____ del _____
<p><b>** RISULTATI CONTENUTI DI MONITORAGGIO OGNI 2 ORE -MONITORAGGIO CONTINUO **</b></p> <p>% OSSIGENO 19,5% a 23,5% _____</p> <p>LIMITE PIÙ INFIAMMABILE Al di sotto del 10%</p> <p>a) MONOSSIDO DI CARBONIO +35 PPM _____</p> <p>b) Idrocarburo aromatico + 1 PPM * 5PPM _____</p> <p>c) Cianuro di idrogeno (pelle) * 4PPM _____</p> <p>d) Idrogeno solfuro +10 PPM * 15PPM _____</p> <p>e) Diossido di zolfo + 2 PPM * 5PPM _____</p> <p>f) Ammoniaca * 35PPM _____</p> <p style="margin-left: 20px;">* Limite di esposizione a breve termine: fino a 15 minuti.</p> <p style="margin-left: 20px;">+: 8 ore. Media ponderata in tempo</p> <p>g) Adeguata protezione respiratoria: _____</p> <p>NOTE: _____</p> <p>_____</p> <p>RILEVATORE GAS marca/n°serie _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>PERSONALE ENTRANTE: _____</p> <p>_____</p> <p>PERSONALE DI EMERGENZA: _____</p> <p>_____</p> <p>(firma) AUTORIZZAZIONE DEL PREPOSTO AI LAVORI – (TUTTE LE CONDIZIONI SODDISFATTE)</p> <p>_____</p>	

## **10.8. Sicurezza stradale**

Nelle valutazioni dei rischi relativi ai cantieri stradali devono essere presi in considerazione sia i fattori relativi ai lavoratori impegnati nel cantiere, e sia delle persone e dei veicoli che transitano nei pressi dello stesso. Interferenze tra cantiere e la strada genera potenziali rischi di investimento anche rispetto ad eventuali accessi laterali alla zona di lavoro e di proiezioni o cadute di materiali e/o persone nelle aree del cantiere.

Prima della installazione del cantiere, “vanno valutate:

- la tipologia di strada in funzione al traffico;
- le possibili interazioni (o gli eventuali conflitti) tra le diverse componenti del traffico ammesso (es. mezzi pubblici e/o privati, residenti, pedoni, esercizi commerciali);
- valutazione delle condizioni metereologiche. In caso di nebbie, piogge abbondanti, neve o ghiaccio, è sempre consigliato sospendere ogni lavoro.

Al fine di una gestione in sicurezza delle attività sia degli addetti delle persone in transito, occorre:

- predisporre la segnaletica e idonee opere provvisorie di confinamento del cantiere stradale,
- verifica la presenza e la dislocazione di ostacoli fissi o di altri elementi in grado di condizionare il movimento dei mezzi, tipo lampioni, muri ecc.
- indossare abbigliamento ad alta visibilità;
- fornire assistenza alle manovre dei mezzi.

## 11. CONTIRBUTO PERSONALE DELLO STUDENTE: MATRICE DEGLI SCENARI DI RISCHIO - Matrice di correlazione tra ambiente di lavoro ed infortunio - Analisi dei rischi e valutazione degli scenari di rischio

Il presente lavoro di tesi si prefigge di sperimentare l'applicabilità di una valutazione del rischio sistematica per le lavorazioni in spazi confinati. A tale scopo si userà come base di studio il prodotto del lavoro del mio precedente lavoro di tesi.

Di seguito si riporta la matrice degli eventi, la quale è uno strumento di analisi e di discriminazione delle possibili situazioni, di lavoro ed infortunistiche che potrebbero verificarsi durante le attività svolte in ambienti confinanti o a rischio di inquinamento.

Tabella 7 Matrice degli scenari di rischio

<b>Lavoratore infortunato</b>	<i>Non cosciente</i>	<i>Non a vista del soccorritore</i>	4	8	12	16
		<i>A vista del soccorritore</i>	3	7	11	15
	<i>Cosciente</i>	<i>Immobile</i>	2	6	10	14
		<i>Mobile</i>	1	5	9	13
		<i>Non Inquinato</i>	<i>Carenza O<sub>2</sub></i>	<i>Sostanze pericolose</i>	<i>ATEX</i>	
			<i>Inquinato</i>			
		<b>Ambiente</b>				

Nella matrice sono presi in considerazione due macro fattori: il lavoratore soggetto a un infortunio, e l'ambiente in cui si sta operando.

Su questi due fattori si possono costruire degli scenari di rischio che saranno di seguito espressi.

I lavoratori soggetti ad un infortunio, possono presentarsi in condizioni di coscienza o di non coscienza. Sono approfondite ancora queste due condizioni in modo da poter ulteriormente dettagliare la procedura stessa, andando a definire il lavoratore come:

- cosciente: mobile o immobile;
- non cosciente: a vista o non a vista del soccorritore.

L'altro fattore preso in considerazione è l'ambiente che naturalmente deve essere valutato prima dell'inizio dei lavori, che nei casi presi in considerazione può presentarsi:

- non inquinato.
- inquinato con:
  - carenza di ossigeno,
  - presenza di sostanze pericolose,
  - presenza di atmosfere esplosive.

Per ogni caso che si viene a creare nella matrice, sono stilate singole procedure di soccorso piano per il recupero di un eventuale infortunato. I casi valutati sono i seguenti:

CASO 1) Il lavoratore è in condizioni fisiche di coscienza e mobilità e si trova ad operare in uno spazio non inquinato.

CASO 2) Il lavoratore è in condizioni fisiche di coscienza ma di non mobilità e si trova ad operare in uno spazio non inquinato.

CASO 3) Il lavoratore è in condizioni fisiche di non coscienza ma si trova a vista dei soccorritori. Si trova ad operare in uno spazio non inquinato.

CASO 4) Il lavoratore è in condizioni fisiche di non coscienza e non si trova a vista dei soccorritori. Si trova ad operare in uno spazio non inquinato.

CASO 5) Il lavoratore è in condizioni fisiche di coscienza e mobilità e si trova ad operare in uno spazio confinato con carenza di ossigeno.

CASO 6) Il lavoratore è in condizioni fisiche di coscienza ma di immobilità e si trova ad operare in uno spazio confinato con carenza di ossigeno.

CASO 7) Il lavoratore è in condizioni fisiche di non coscienza ma si trova a vista dei soccorritori. Si trova ad operare in uno spazio confinato in carenza di ossigeno.

CASO 8) Il lavoratore è in condizioni fisiche di non coscienza e non si trova a vista dei soccorritori. Si trova ad operare in uno spazio confinato in carenza di ossigeno.

CASO 9) Il lavoratore è in condizioni fisiche di coscienza e mobilità e si trova ad operare in uno spazio confinato in presenza di sostanze pericolose.

CASO 10) Il lavoratore è in condizioni fisiche di coscienza ma di immobilità e si trova ad operare in uno spazio confinato in presenza di sostanze pericolose.

CASO 11) Il lavoratore è in condizioni fisiche di non coscienza ma si trova a vista dei soccorritori. Si trova ad operare in uno spazio confinato in presenza di sostanze pericolose.

CASO 12) Il lavoratore è in condizioni fisiche di non coscienza e non si trova a vista dei soccorritori. Si trova ad operare in uno spazio confinato in presenza di sostanze pericolose.

CASO 13) Il lavoratore è in condizioni fisiche di coscienza e mobilità e si trova ad operare in uno spazio confinato in presenza di atmosfere esplosive.

CASO 14) Il lavoratore è in condizioni fisiche di coscienza ma di immobilità e si trova ad operare in uno spazio confinato in presenza di atmosfere esplosive.

CASO 15) Il lavoratore è in condizioni fisiche di non coscienza ma si trova a vista dei soccorritori. Si trova ad operare in uno spazio confinato in presenza di atmosfere esplosive.

CASO 16) Il lavoratore è in condizioni fisiche di non coscienza e non si trova a vista dei soccorritori. Si trova ad operare in uno spazio confinato in presenza di atmosfere esplosive.

Si premette che le procedure che si andranno a redigere nel capitolo successivo, per quanto riguarda l'accesso, lavoro e soccorso in Strutture Sotterranee Polifunzionali prevedono che si siano già rispettate tutte le "regole di base" ai fini della sicurezza e salute per l'esecuzione della lavorazione, che si devono osservare prima e durante i lavori; ovvero che siano state effettuate le relative valutazioni dei rischi legate al sito specifico di lavoro, la valutazione delle utenze presenti e i cicli gestionali/operativi, i permessi di lavoro, che sia avvenuta una corretta informazione e formazione e addestramento dei lavoratori operanti in ambienti confinati o a sospetto di inquinamento, che siano state scelte delle attrezzature idonee per il lavoro e i DPI da utilizzare siano stati scelti correttamente in base ai rischi presenti caso specifico presenti.

Nelle verifiche sul campo e nelle simulazioni di lavoro nei tronchi di sotto-servizi già completate è emerso un dato importante e discriminante per il buon esito degli eventuali soccorsi negli spazi confinati.

Si è notato che la squadra minima di operatori, necessaria per effettuare dei lavori nei luoghi confinati, dovrà essere costituita almeno da 2 persone che rimarranno posizionati all'esterno dello spazio, pronti ad intervenire in caso di necessità, oltre agli operatori che dovranno eseguire la lavorazione specifica nello ambiente confinato. Questi operatori aggiuntivi a quanti utili alla sola lavorazione da eseguire per le necessità di gestione dei sotto-servizi, dovranno garantire una sorveglianza costante ed assicurarsi di avere una buona comunicazione con

l'operatore all'interno dello spazio confinato, prestando un livello di attenzione molto elevato ed una immediata prontezza di intervento.

Tale considerazione è maturata dalla realizzazione di svariati corsi di formazione teorici, tecnici e soprattutto di simulazione pratica, organizzati dall'Ente Scuola Edile e CPT della provincia dell'Aquila. Durante tali corsi si è dimostrato che in caso di necessità un solo operatore a "sorveglianza e garanzia" delle lavorazioni non è sufficiente ad attuare le procedure di soccorso e di emergenza. A titolo di esempio si descrive la condizione in cui ci sia un solo operatore a sorvegliare le lavorazioni e che per necessità del soccorso occorra scendere nello spazio confinato. In tale condizione non resterebbe nessuno a sorvegliare l'accesso allo spazio, e in caso di risalita tramite verricello e tripode non ci sarebbe nessuno che potrebbe azionare e controllare la risalita dell'infortunato e del soccorritore.

Le sequenze di recupero di un infortunato illustrate di seguito, nel loro caso di massima gravità (Recupero di un infortunato non cosciente) sono state redatte al fine di garantire la massima tempestività nel posizionamento, e se necessario il trascinamento, dell'infortunato in una zona sicura ed idonea ad effettuare le manovre di BLS o BLSD (supporto di base alle funzioni vitali), sia per l'evacuazione totale dei luoghi. Fattore discriminante è sicuramente il dimensionamento del luogo di lavoro. Nel caso di studio sperimentale il tunnel dei sotto-servizi della Città di L'Aquila presenta nella sua sezione tipo una larghezza utile di lavoro di circa 0,70 m (vedi figura 38).

Figura 38 Strutture Sotterranee Polifunzionali



Si è verificato con simulazione con operatore e soccorritore a terra che sono impediti le manovre di BLS. Si è quindi previsto che prima di ogni manovra di recupero dei lavoratori infortunati occorra garantire preventiva “messa in sicurezza dell’infortunato” effettuando una stabilizzazione delle sue condizioni legate a possibili fratture della colonna vertebrale, procedendo all’applicazione di dispositivi di immobilizzazione e soccorso sul lavoratore.

Le sequenze di recupero di un infortunato illustrate di seguito, sono state redatte dalla valutazione degli scenari di sopra illustrati, ed è stato possibile individuare tra tutti gli scenari con maggiore magnitudo quello con massima gravità, ossia il caso che rappresenta il recupero di un infortunato non cosciente e non a vista con necessità di discesa di un soccorritore in uno spazio confinato con presenza di sostanze pericolose.

È stato selezionato questo scenario incidentale come quello di massima gravità anche prendendo in considerazione la scelta progettuale e tecnica prevista nei sotto-servizi che prevede le tubazioni del gas sui supporti più alti, valutando che fisicamente eventuali fuoriuscite di gas Naturale prenderebbero a salire verso l’alto, escludendo il rientro nella SSP; per necessità le tubazioni di fognatura sono alloggiare nella parte bassa ed è stato valutato che da esse non potranno provenire esalazioni esplosive che potrebbero portare i gas al di sopra della concentrazione di esplosività.

Tale considerazione di carattere tecnico non deve comunque far sottovalutare il rischio di esplosione o di inalazione di gas, i quali debbono essere monitorati in continuo utilizzando le idonee attrezzature portatili (rilevatori multigas).

Nel caso l’infortunato sia incosciente, l’obiettivo primario è quello di valutare l’ambiente per non generare eventi infortunistici “a catena” mettendo a repentaglio anche l’incolumità dei soccorritori, e procedere con la messa in sicurezza dell’infortunato e rapide evacuazioni. Fattore discriminante riguardo la scelta dell’intervento e la sequenza di operazioni da attuare nel soccorso è sicuramente la dimensione del luogo di lavoro. Presentando il tunnel una larghezza utile di lavoro di 70 cm, che impedisce manovre agevoli nella zona dell’evento, la prima valutazione

necessaria da parte del soccorritore riguarderà la scelta tra il trascinamento dell'infortunato in zona più larga o effettuazione di operazioni di soccorso senza spostamento dell'infortunato. Nel caso di una avvenuta messa in sicurezza dell'infortunato e di una condizione di stabilità delle sue funzioni vitali, si può procedere all'installazione dei dispositivi di immobilizzazione e soccorso sul lavoratore e con calma e attenzione procedere all'estrazione dallo spazio confinato.

Nella tabella di sotto vengono riprodotti i casi discriminanti per un intervento in Strutture Sotterranee Polifunzionali sui quali sono state improntate le procedure di recupero di infortunati:

Tabella 8 Matrice degli scenari di eventi -Strutture Sotterranee Polifunzionali

<b>Lavoratore infortunato</b>	<i>Cosciente</i>	<i>1</i>
	<i>Non cosciente</i>	<i>2</i>

Tutte le altre condizioni, più favorevoli, sono state già sviluppate nel primo lavoro di tesi del sottoscritto e non saranno ripetute in questa sezione dell'attuale lavoro di tesi.

## **12. PROCEDURA ATTIVITÀ SPAZI CONFINATI – ACCESSO, LAVORO E SOCCORSO IN STRUTTURE SOTTERRANEE POLIFUNZIONALI**

### **12.1. LE PROCEDURE DI SICUREZZA**

Nel presente capitolo si andrà ad affrontare in via sperimentale, la stesura di procedure di sicurezza da attuare nelle lavorazioni intese sia come attività ordinarie che come attività straordinarie con riferimento al caso reale del Tunnel tecnologico di sotto-servizi (SPP). Le procedure che si produrranno sono state studiate per essere rese adattabili a qualunque lavoro svolto in spazi confinati o con pericolo di inquinamento. A tale scopo si analizzeranno e poi struttureranno in forma procedurale anche le fasi necessarie alla valutazione dei rischi preliminare ad ogni accesso negli spazi confinati ed all'eventuale recupero dei lavoratori infortunati in caso di emergenza sanitaria.

Lo scopo di stilare una procedura per l'accesso, di lavoro e di soccorso per lavori è quello di poter gestire correttamente ed imo modo sistematico, eventuali situazioni di imprevisti o di emergenza. Mettendo in correlazione le procedure operative del lavoro da svolgere con i rischi e pericoli connessi con l'attività lavorativa con quelli propri dello spazio confinato si possono, in fase preliminare, ridurre al minimo fisiologico i rischi allo svolgimento del lavoro, e si ha la possibilità di programmare sia fase di organizzazione del lavoro e sia operativamente in situ gli interventi di recupero di persone infortunate.

La procedura che si andrà a illustrare in seguito prevede di stilare delle modalità operative atte a eseguire il lavoro sia nella massima sicurezza e sia per essere pronti ad agire efficacemente in situazioni di emergenza.

Per la stesura della suddetta procedura sono stati analizzati:

- normativa vigente;

- le migliori prassi e tecniche disponibili in materia di sicurezza negli spazi confinati;
- le caratteristiche e dimensionamenti della Struttura Sotterranea Polifunzionale in fase di progettazione e gestione operativa;
- i dispositivi di sicurezza presenti nelle SSP;
- i dispositivi di lavoro e di emergenza utili e consoni alla tipologia di lavoro da eseguire;
- fattori interferenti.

## **12.2. Scopo e campo di applicazione**

La presente procedura, viene redatta al fine di indicare le modalità operative e di sicurezza in fase di accesso e nell'eventuale gestione di emergenza distinguendo le modalità di effettuazione dell'intervento di soccorso a seconda delle condizioni di gravità che si potrebbero presentare.

## **12.3. Materiali e attrezzature**

Di seguito si riporta la lista delle attrezzature, strumenti e dispositivi che possono essere necessari per la conduzione di attività nei spazi confinati:

- dispositivi anticaduta: tripode di risalita, dispositivi retrattili, imbracature, cinture di sicurezza, cordini di sicurezza;
- segnaletica di sicurezza (sia stradale nel caso in cui lo spazio confinato si trovi in un'area stradale, sia di attenzione- obbligo);
- rilevatori multigas sempre indossato dall'operatore all'interno;

- ventilatori e aspiratori d'aria;
- maschere con filtri combinati a filtro per fumi e vapori;
- dispositivi di respirazione autonoma (APVR) – dispositivi ad alimentazione con aria compressa esterna e tubazioni flessibili estensibili;
- DPI vari: tuta tyvek, guanti per la protezione dai rischi meccanici, biologici, chimici, elettrici, scarpe di sicurezza o stivali, indumenti ad alta visibilità, mascherine protettive, elmetto di protezione;
- estintori (presenti nell'impianto o a disposizione);
- pacchetto di medicazione o cassetta di pronto soccorso;
- collare medico;
- maschera di emergenza a cappuccio con bombola autonoma;
- barella a cucchiaio;
- immobilizzatore a sabbia sottovuoto;
- abbigliamento, Torcia/luci antideflagrante ATEX.

Tutte le attrezzature e i dispositivi di protezione devono essere mantenuti in perfetta efficienza e essere revisionati periodicamente secondo quanto stabilito dalla normativa vigente e/o dai libretti di manutenzione.

Al momento dell'uso tutti i DPI devono essere e in stato idoneo per all'uso. Il controllo dell'efficienza è a cura dell'operatore che lo ha in dotazione e nel caso in cui sia accertata l'usura il Responsabile del servizio di prevenzione e protezione è obbligato a dotare di un nuovo DPI l'operatore.

## **12.4. PROCEDURA OPERATIVA DI ACCESSO E LAVORO NELLE SSP**

In questa procedura è necessario avere sempre almeno 2 persone preposte al controllo lavori. Nel caso di emergenze, un addetto provvederà a contattare i soccorsi esterni e l'altro procederà con il soccorso ed evacuazione dell'infortunato come nelle procedure di seguito esplicitate:

- 1) apertura dei punti di accesso/ventilazione;
- 2) analisi e verifica impianti e sezionamenti richiesti nel permesso di lavoro;
- 3) verifica parametri qualità aria ambiente nel punto di accesso mediante rilevatore portatile ad una altezza del piano della SSP di 1,5mt e compilazione permesso di lavoro;
- 4) inserimento di un ventilatore idoneo nel punto di accesso al fine assicurare una pressione positiva all'interno della SSP e conseguenti ricambi d'aria;
- 5) verifica parametri qualità aria ambiente nel punto di accesso mediante rilevatore portatile ad una altezza del piano della SSP di 1,5mt e compilazione permesso di lavoro da parte del Responsabile ai lavori per la committenza/ Ente Gestore;
- 6) compilazione permesso di lavoro da parte del preposto ai lavori ed autorizzazione all'ingresso;
- 7) aggancio alla fune antiretrattile del dispositivo anticaduta connesso al tripode di sicurezza;
- 8) discesa nella SSP da parte del personale operativo mediante idonea scala sfilabile;
- 9) distacco dalla fune del tripode di sicurezza;

- 10) raggiungimento area di lavoro e effettuazione lavoro previsto;
- 11) raggiungimento punto di risalita;
- 12) aggancio alla fune del tripode di sicurezza;
- 13) risalita mediante scala sfilabile;
- 14) chiusura cantiere;
- 15) chiusura permesso di lavoro.

#### **12.4.1. MODALITÀ DI ATTIVAZIONE ED ESECUZIONE DEGLI INTERVENTI DI EMERGENZA, COMPRESO GLI ALLARMI INIZIALI.**

##### **12.4.1.1. Infortunio persona infortunata cosciente**

In questa procedura è necessario avere sempre almeno 2 persone preposte al controllo lavori. Nel caso di emergenze, un addetto provvederà a contattare i soccorsi esterni e l'altro procederà con il soccorso ed evacuazione dell'infortunato:

I soccorritori posizionati all'esterno per il controllo dell'operazione, devono mantenere una comunicazione attiva con il soggetto infortunato:

- 1) allerta di un'altra squadra di emergenza e/o soccorsi pubblici (minimo 2 persone) in caso di gravi infortuni non gestibili seppur la persona sia cosciente;
- 2) ingresso di 1 soccorritore munito di collare medico;
- 3) installazione collare medico sulla persona infortunata;
- 4) se possibile si procedere all'estrazione del infortunato nel minor tempo possibile, avendo valutato la gravità dell'infortunio, agganciando il soggetto

al sistema di estrazione, legandolo all'imbragatura, che dovrà avere sia agganci dorsali sia sternali avendo cura di non arrecare ulteriori danni;

- 5) se non possibile si procede all'installazione di dispositivi di immobilizzazione e alla barella a cucchiaio per il recupero;
- 6) utilizzo sistemi di estrazione di risalita per recupero;
- 7) chiusura permesso di lavoro.

#### **12.4.1.2. In caso di infortunio con persona non cosciente:**

In questa procedura è necessario avere sempre almeno 2 persone preposte al controllo lavori. Nel caso di emergenze, un addetto provvederà a contattare i soccorsi esterni e l'altro procederà con il soccorso ed evacuazione dell'infortunato.

I soccorritori posizionati all'esterno per il controllo dell'operazione, devono mantenere una comunicazione attiva con il soggetto infortunato;

Alla mancanza della comunicazione occorre:

- 1) verifica parametri qualità aria ambiente nel punto di accesso mediante rilevatore portatile ad una altezza del piano della SSP di 1,5mt e compilazione premesso di lavoro;
- 2) se l'ambiente di lavoro risulta mutato nelle caratteristiche della qualità ambiente, ingresso di 1 soccorritore utilizzando dispositivi di elettrorespirazione a presa d'aria esterna con tubazione flessibile ed estensibile;
- 3) prima valutazione dello stato del soggetto: Respiro e Circolo con eventuale comunicazione ed allerta del 118 da parte del personale all'esterno.
- 4) il soccorritore andrà ad installare un dispositivo di alimentazione portatile di respirazione di emergenza sul soggetto infortunato e il collare medico.

- 5) trascinamento persona incosciente come da figura sottostante, mediante presa sui lati dell'imbracatura fino al punto di evacuazione e/o zona idonea ad effettuare un intervento BLS/D nel caso sia richiesto;
- 6) si procedere all'estrazione del infortunato nel minor tempo possibile agganciando il soggetto al sistema di estrazione, legandolo all'imbracatura, che dovrà avere sia agganci dorsali sia sternali avendo cura di non arrecare ulteriori danni.
- 7) utilizzo sistemi di estrazione per recupero;
- 8) chiusura permesso di lavoro.

Tali procedure sono implementabili ed adattabili a qualsiasi sistema di gestione del lavoro, poiché sono state redatte secondo lo schema dello standard internazionale della serie ISO 9000

### **13.DISCUSSIONE E CONCLUSIONI**

Il lavoro di tesi ha sfruttato l'opportunità di una approfondita analisi delle fasi principali di realizzazione delle Strutture Sotterrane polifunzionali della Città di L'Aquila. Sono state affrontate le problematiche del lavoro e del soccorso in questi particolari spazi confinati mediante l'analisi dei rischi e l'applicazione delle migliori prassi ad oggi disponibili, al fine di proporre in via sperimentale delle procedure di accesso, lavoro e soccorso per questa tipologia di strutture.

Lo sviluppo del presente lavoro di tesi ha portato dapprima ad affrontare uno studio tecnico teorico riguardante l'evoluzione della legislazione vigente, con particolare attenzione ai limiti di esposizione alle sostanze tossiche, ai rischi infortunistici ed alle prescrizioni minime sistemiche per l'accesso agli spazi confinati quali i dispositivi di protezione, ai sistemi tecnici di accesso e di recupero, le attrezzature anti-infortunistiche e di salvataggio. Successivamente il corpo del lavoro si è concentrato sulla particolare tipologia di Struttura Sotterranea Polifunzionale, anche in riferimento alla norma UNI 70029:1998, analizzando sia la fase di progettazione mirata alla sicurezza del suo utilizzo, sia la fase di posa in opera dei conci prefabbricati in "sicurezza cantieristica" ed infine riflettendo sui possibili rischi riguardanti la futura gestione. Riguardo quest'ultima, si è posta molta attenzione alla sicurezza sul lavoro, soprattutto alle fasi ed ai criteri di accesso minimi ed agli accorgimenti necessari a garantire livelli di elevata efficienza, soprattutto in caso di emergenza e soccorso di eventuali infortunati.

Nell'ottica di confronto e di analisi il presente studio ha messo in evidenza le differenze e le criticità che emergono mettendo a confronto gli spazi confinati come descritti in giurisprudenza o in letteratura e le reali Strutture Sotterranee Polifunzionali, esaltando l'importanza del "pensare prima di agire" implementando e una univoca gestione delle procedure di accesso, lavoro e soccorso.

Le parole chiave del presente lavoro sono state "Tempestività, formazione ed addestramento, DPC e DPI, procedura provata", e rappresentano le chiavi di lettura

per una sicura riuscita degli interventi in questi luoghi, riducendo al minimo i rischi di perdita di vite umane nel lavoro ordinario e nel soccorso.

Il lavoro di tesi ha preso quindi in considerazione lo sviluppo di una procedura univoca non legata alla singola lavorazione svolta nella SSP, ma rivolta a considerare tutte le situazioni di rischio che possono verificarsi nel momento in cui un operatore, che è il fulcro dell'attenzione del nuovo "orientamento" di prevenzione e protezione, manifesta una situazione critica di infortunio durante una fase lavorativa.

L'ipotesi assunta non risulta riducente del campo di applicazione del presente lavoro bensì è stato un incentivo ad effettuare uno studio che sia il più ampio possibile, per giungere ad un prodotto finale, ossia alle procedure operative per l'accesso, lavoro e soccorso in spazi confinati e con sospetto di inquinamento e per le Strutture Sotterranee Polifunzionali, applicabili in tutte le attività a potenziale rischio.

La valutazione dei rischi è stata effettuata mediante un approccio sistematico che ha permesso di discriminare le possibili situazioni in cui si può trovare l'ambiente di lavoro ed il possibile infortunato nell'ambiente stesso.

Le procedure rispettano i principi generali della norma internazionale UNI EN ISO 9001:2008 ovvero di garanzia di qualità nei processi, allo scopo di poter essere facilmente integrate sia nei sistemi di impresa che attuano il controllo di gestione della qualità, sia come base anche per i sistemi di gestione della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro (SGSSL, OHSAS 18001).

Lo studio del caso sperimentale ha permesso di testare e verificare le ipotesi di lavoro proposte con la precedente tesi di laurea triennale e messe in pratica fino ad ora solo negli ambienti confinati "ricostruiti" all'interno del laboratorio dell'Ente Scuola Edile e CPT dell'Aquila, confermando che l'applicazione delle procedure deve comportare un impegno da parte degli operatori e delle imprese che dovranno preventivare una corretta informazione, formazione ed addestramento al fine di possedere una elevata padronanza nella gestione di situazioni di pericolo, oltre che all'impiego di un maggior numero di maestranze dedicate non ad eseguire una

lavorazione ma pronte ad intervenire solo ai fini della sicurezza per la gestione dell'emergenza.

In conclusione si può affermare che il presente lavoro di tesi ha proposto uno strumento di prevenzione e protezione degli operatori in ambienti confinati ed a pericolo di inquinamento e che lo stesso è stato studiato in modo da poter essere facilmente adattato a tutti possibili luoghi confinati e a tutte le tipologie di lavorazione, fornendo agli operatori anche la cognizione di quali strumenti tecnici ed organizzativi occorre avere prima di approcciare alle lavorazioni a rischio.

Lo studio ha dimostrato che le criticità maggiori per la gestione di queste lavorazioni riguardano da un lato la formazione professionale e le capacità pratiche degli operatori durante le fasi di soccorso, dall'altro le esigenze di avere a disposizione attrezzature e strumenti di misura e analisi ad elevato contenuto tecnologico.

Ciò comporta che le maestranze e le imprese debbano affrontare dei percorsi di formazione, informazione ed addestramento al fine di acquisire metodo e capacità di azione, investendo anche economicamente sull'acquisto e sull'ammodernamento dei dispositivi di protezione e della strumentazione da mettere a disposizione degli operatori.

Le procedure hanno dimostrato che un efficace soccorso può essere attuato solo quando ci sia sempre presente un preposto alla sorveglianza delle operazioni, affiancato da almeno un altro operatore formato al recupero dell'infortunato negli spazi confinati, oltre alla possibilità di allarmare una squadra di soccorritori esterna in caso di infortunio con conseguenze gravi.

Il lavoro di tesi grazie anche alla collaborazione effettuata con l'Ente Scuola Edile e CPT di L'Aquila, lascia aperti possibili spunti di ulteriore approfondimento, ad esempio per l'implementazione di specifici corsi di formazione che tengano presente non solo le capacità di utilizzo dei DPI di terza categoria, ma anche le procedure di recupero, le quali potrebbero essere provate e testate ulteriormente allo scopo di approfondire anche metodologie di addestramento, simulando in un luogo di formazione opportunamente predisposto tutti i possibili sistemi di accesso, lavoro e recupero degli operatori infortunati negli spazi confinati o a sospetto di

inquinamento. L'evoluzione tecnologica in ambito informatico e di realtà virtuale e realtà aumentata suggerisce poi un ulteriore spunto di approfondimento per la realizzazione non solo di formazione "formale" all'applicazione delle procedure o di uso dei DPI, ma di formazione ai comportamenti, predisponendo ad esempio degli scenari in realtà virtuale e realtà aumentata per valutare, come si fa da anni con i simulatori di volo per i piloti, le capacità di reazione delle maestranze ai diversi scenari incidentali (ad es. fuoriuscita di liquami dalla tubazione di fognatura, perdita di gas naturale presenza di un conduttore di media tensione rotto ecc).

In merito alla immediata applicazione e spendibilità del lavoro di tesi si può affermare che la possibilità avuta di sperimentare le procedure di soccorso e verificarne l'applicabilità nel caso pratico dei sotto-servizi della Città di L'Aquila, consente di porre le basi per una consapevolezza dei rischi nella gestione di questa importante infrastruttura e quindi nel ridurre il rischio di infortuni ed incidenti per il futuro.

## 14. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- 1) Campo e Pellicci, Seminario *“La prevenzione infortuni in ambienti confinati”*, Roma, 14 aprile 2011
- 2) Circolare n. 42 del 9 dicembre 2010, la n.5 del 15 febbraio 2011 e la n.13 del 19 aprile 2011
- 3) Corriere della Sera del 27 maggio 2009, 5 marzo 2008 , 24 luglio 2005
- 4) *D.Lgs. 81/08, Titolo IX “Sostanze pericolose”, capo I “Protezione da agenti chimici”, art. 222 “Definizioni”, comma 1, lettera a.*
- 5) *D.Lgs. 81/08, Titolo I “Principi comuni”, capo I “Disposizioni generali”, art. 2 “Definizioni”, lettera r.*
- 6) *D.Lgs. 81/08, Titolo I “Principi comuni”, capo I “Disposizioni generali”, art. 2 “Definizioni”, lettera s.*
- 7) *D.Lgs. 81/08, Titolo I “Principi comuni”, capo I “Disposizioni generali”, art. 2 “Definizioni”, lettera q.*
- 8) *D.Lgs. 81/08, Titolo I “Principi comuni”, capo I “Disposizioni generali”, art. 2 “Definizioni”, lettera n.*
- 9) *D.Lgs. 81/08, Titolo I “Principi comuni”, capo I “Disposizioni generali”, art. 2 “Definizioni”, lettera r.*
- 10) *D.Lgs. 81/08, Titolo IX “Sostanze pericolose”, capo I “Protezione da agenti chimici”, art. 222 “Definizioni”, comma 1, lettera a.*
- 11) *D.Lgs. 81/08, Titolo IX “Sostanze pericolose”, capo I “Protezione da agenti chimici”, art. 222: “Definizioni”, comma 1, lettera b.*
- 12) *D.Lgs. 81/08, Titolo IX “Sostanze pericolose”, capo I “Protezione da agenti chimici”, art. 222 “Definizioni”, comma 1, lettera c.*

- 13) D'Orsogna MR, Chou T. *Danni alla salute umana causati dall'idrogeno solforato*, Department of Mathematics, California State University at Northridge, Los Angeles, CA 91330-8313; Department of Biomathematics, David Geffen School of Medicine, University of California, Los Angeles, CA 90095-1766 (Dated: January 14, 2010).
- 14) Guida operativa ISPESL “*Rischi specifici nell'accesso a silos, vasche e fosse biologiche, collettori fognari, depuratori e serbatoi utilizzati per lo stoccaggio e il trasporto di sostanze pericolose*”.
- 15) *Manuale illustrato per lavori in ambienti sospetti di inquinamento o confinati ai sensi dell'art.3 comma 3 del DPR 177/2011 dell'INAIL*, aggiornato al 2013.
- 16) NIOSH, *Worker deaths in confined spaces. A summary of NIOSH surveillance and investigation findings*. Gennaio 1994.
- 17) NIOSH, *Criteria for a recommended standard: working in confined spaces*. Pubblicazione 80-106, 1979.
- 18) Norma UNI 10449: 2008 “*Manutenzione - Criteri per la formulazione e gestione del Permesso di Lavoro*” e la pubblicazione Federmacchina / Assogastecnici
- 19) Scolta D., “*Procedure di accesso, lavoro e soccorso in spazi confinati, con sospetto di inquinamento*”, 2013
- 20) Taylor, *Confined spaces. Common Misconceptions & Errors in complying with OSHA's Standard* - Professional Safety July 2011 pag. 42-46
- 21) Occupational Safety and Health Administration (OSHA)
- 22) Standard OSHA 1910.146
- 23) Standard OSHA 18001
- 24) Valsecchi M, Fiorio A, Coato F, Righetti S, Lovato L, Coriolato EA, Marchi S. *Intossicazioni acute da idrogeno solforato nella concia delle pelli bovine*. Atti 50° Congresso Nazionale SIMLII Roma 21- 24 ottobre 1987, Monduzzi Editore.
- 25) <http://www.amblav.it/>
- 26) <http://www.asl.milano.it/ITA/Default.aspx>

- 27) <http://www.asl13.novara.it/intranet/Territorio/Dipartimen/spresal-nu/index.htm>
- 28) [http://www.aslrmc.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=277&Itemid](http://www.aslrmc.com/index.php?option=com_content&view=article&id=277&Itemid)
- 29) [www.corriere.it](http://www.corriere.it)
- 30) [https://www.osha.europa.eu/it/campaigns/index\\_html](https://www.osha.europa.eu/it/campaigns/index_html)
- 31) <http://www.ispesl.it/ispesl/dom/documenti/GuidaATEX-ISPEL.pdf>
- 32) [http://www.uilpaur.org/normativa/sicurezza/manuale\\_prevenzione\\_e\\_sicurezza.pdf](http://www.uilpaur.org/normativa/sicurezza/manuale_prevenzione_e_sicurezza.pdf)
- 33) [http://www.giacomodantuono.it/download/nonDimenticare/mecnavi/13-03-1987\\_La-tragediaMecnavi.pdf](http://www.giacomodantuono.it/download/nonDimenticare/mecnavi/13-03-1987_La-tragediaMecnavi.pdf)
- 34) <http://www.giacomodantuono.it/per-non-dimenticare/34-ravenna-13-marzo-1987-tragediamecnavi.html>
- 35) 3A. Ferracuti, Il costo della vita. Storia di una tragedia operaia, Einaudi, 2013.  
4<http://www.ravennanotizie.it/articoli/2007/09/07/chimico-ravennate-muore-a-bilbao-in-un-incidentesul-lavoro.-il-cordoglio-del-sindaco-e-dellazzurra.html>
- 36) 5R. Rozzi, F. Trifirò, Chimica e Industria, 2007, 89(7), 162.
- 37) La Chimica e l'Industria Newsletter - 2017, 4(1), gennaio/febbraio 9
- 38) [https://spisal.ulss20.verona.it/docs/Spisal/Ambienti\\_confinati/Ambienti\\_confinati\\_11\\_novembre\\_2011 .pdf](https://spisal.ulss20.verona.it/docs/Spisal/Ambienti_confinati/Ambienti_confinati_11_novembre_2011.pdf)
- 39) 7<http://www.asl5.liguria.it/Portals/0/PSAL/AMBIENTI%20CONFINATI.pdf>;
- 40) <http://www.sitimp.it/web/news.html>      8<https://scubla.it/it/prodotti/gestione-ambientale/qualit%C3%A0-dellaria/rilevatore-di-gas-per-spaziconfinati-detail.html>
- 41) <http://www.puntosicuro.it/sicurezza-sul-lavoro-C-1/tipologie-di-contenuto-C-6/informazioneformazione-addestramento-C-56/lavorare-in-sicurezza-negli-spazi-confinati-AR-9213>

- 42) [http://www.conspace.it/immagini/Upload/INAIL\\_spazi\\_confinati%20\(2\).pdf](http://www.conspace.it/immagini/Upload/INAIL_spazi_confinati%20(2).pdf)  
1 <http://www.puntosicuro.it/sicurezza-sul-lavoro-C-1/tipologie-di-rischio-C-5/spazi-confinati-C46/ambienti-confinati-il-manuale-gli-obblighi-dei-datori-di-lavoro-AR-12820/996/1997> a Bologna
- 43) <http://www.anmil.it/ANMILinforma/Ilcommento/TRAGEDIADIADRIA/tabid/2661/language/itIT/Default.aspx>
- 44) <http://www.puntosicuro.it/sicurezza-sul-lavoro-C-1/tipologie-di-rischio-C-5/spazi-confinati-C46/ambienti-confinati-il-manuale-gli-obblighi-dei-datori-di-lavoro-AR-12820/>
- 45) [http://www.corriere.it/cronache/08\\_gennaio\\_18/porto\\_marghera\\_operai\\_3f211902-c59f-11dc-84340003ba99c667.shtml](http://www.corriere.it/cronache/08_gennaio_18/porto_marghera_operai_3f211902-c59f-11dc-84340003ba99c667.shtml)
- 46) <http://www.repubblica.it/2007/12/sezioni/cronaca/incidenti-lavoro/molfetta-cisterna/molfettacisterna.html>
- 47) <http://www.repubblica.it/2008/05/sezioni/cronaca/incidenti-lavoro-4/mineo-autopsie/mineoautopsie.html>
- 48) [http://www.corriere.it/cronache/11\\_aprile\\_12/incidente-mortale-saras-operai-in-sciopero\\_9917d8bc64e6-11e0-99a5-e45596b05597.shtml](http://www.corriere.it/cronache/11_aprile_12/incidente-mortale-saras-operai-in-sciopero_9917d8bc64e6-11e0-99a5-e45596b05597.shtml)
- 49) [http://www.corriere.it/cronache/09\\_giugno\\_15/depuratore\\_incidente\\_lavoro\\_morti\\_due\\_operai\\_5f846af0-59af-11de-8980-00144f02aabc.shtml](http://www.corriere.it/cronache/09_giugno_15/depuratore_incidente_lavoro_morti_due_operai_5f846af0-59af-11de-8980-00144f02aabc.shtml)
- 50) [http://www.ansa.it/web/notizie/rubriche/cronaca/2010/08/25/visualizza\\_new.html\\_1790031301.htm](http://www.ansa.it/web/notizie/rubriche/cronaca/2010/08/25/visualizza_new.html_1790031301.htm)
- 51) [http://napoli.repubblica.it/cronaca/2010/09/11/news/capua\\_tre\\_morti\\_sul\\_lavoro\\_morti\\_soffocati\\_in\\_in\\_una\\_cisterna-6964390/21](http://napoli.repubblica.it/cronaca/2010/09/11/news/capua_tre_morti_sul_lavoro_morti_soffocati_in_in_una_cisterna-6964390/21)  
[http://bari.repubblica.it/cronaca/2014/04/08/news/dueoperai\\_muoi\\_o\\_in\\_una\\_cisterna83033838/](http://bari.repubblica.it/cronaca/2014/04/08/news/dueoperai_muoi_o_in_una_cisterna83033838/)
- 52) [http://roma.repubblica.it/cronaca/2014/07/28/news/aprilia\\_due\\_operai\\_morti\\_in\\_un\\_impianto\\_di\\_c ompostaggio-92577303/](http://roma.repubblica.it/cronaca/2014/07/28/news/aprilia_due_operai_morti_in_un_impianto_di_c ompostaggio-92577303/)

- 53) <http://www.rovigooggi.it/articolo/2014-09-22/tragedia-alla-coimpo-tre-i-morti-e-un-quartoferito/#.WHFSqDYUVy0>
- 54) [http://www.ilmessaggero.it/abruzzo/abruzzo\\_incidente\\_nave\\_cisterna-1531799.html](http://www.ilmessaggero.it/abruzzo/abruzzo_incidente_nave_cisterna-1531799.html)
- 55) <http://www.ilsole24ore.com/art/notizie/2016-11-29/incidente-lavoro-porto-messina-vittima-dueferiti-gravi-171318.shtml>
- 56) <http://www.ravennanotizie.it/articoli/2016/12/21/incidente-mortale-sul-lavoro-39enne-finiscedentro-una-cisterna-alle-bassette.html>
- 57) [https://prevenzione.ulss20.verona.it/docs/Spisal/Ambienti\\_confinati/ROSBROC\\_COPIZZANIN.pdf](https://prevenzione.ulss20.verona.it/docs/Spisal/Ambienti_confinati/ROSBROC_COPIZZANIN.pdf)
- 58) [http://www.puntosicuro.info/documenti/documenti/130508\\_INAIL\\_Manuale\\_Ambienti\\_Confinati.pdf](http://www.puntosicuro.info/documenti/documenti/130508_INAIL_Manuale_Ambienti_Confinati.pdf)
- 59) [http://www.ausl.pc.it/pubblicazioni\\_aziendali/vari/Libretto\\_informazione\\_DPI.pdf](http://www.ausl.pc.it/pubblicazioni_aziendali/vari/Libretto_informazione_DPI.pdf)