

Tecnologia di realizzazione delle infrastrutture interrato a basso impatto ambientale - Sistemi ad aspirazione pneumatica

Low environmental impact underground infrastructure technology - Vacuum excavation systems

La prassi di riferimento fornisce una descrizione delle pratiche di aspirazione pneumatica attuabili per le applicazioni in campo industriale e civile ed è destinata a tutti i soggetti che operano in questi settori, siano essi progettisti, enti di gestione, società multiutility o operatori e ha lo scopo di fornire indicazioni per una corretta scelta della tecnologia di “aspirazione pneumatica” più adeguata secondo le prestazioni raggiungibili, le caratteristiche ambientali, la geologia del sito, le condizioni tecniche e logistiche al contorno, con particolare riguardo alle implicazioni specifiche alla sicurezza, che la tecnologia ad “aspirazione” deve garantire.

La “tecnologia di aspirazione pneumatica” o “aspirazione”, si applica alle attività di manutenzione relative ai sottoservizi interrati (luce, acqua, gas, telefonia, ecc.), alle manutenzioni di fognature e depuratori, al settore edile (risanamenti, restauri, infrastrutture, ecc.), agli interventi su impianti industriali e petrolchimici in esercizio.

Publicata il 23 ottobre 2020

ICS 93.020



© UNI
Via Sannio 2 – 20137 Milano
Telefono 02 700241
www.uni.com – uni@uni.com

Tutti i diritti sono riservati.

I contenuti possono essere riprodotti o diffusi (anche integralmente) a condizione che ne venga data comunicazione all'editore e sia citata la fonte.

Documento distribuito gratuitamente da UNI.

PREMESSA

La presente prassi di riferimento UNI/PdR 97:2020 non è una norma nazionale, ma è un documento pubblicato da UNI, come previsto dal Regolamento UE n.1025/2012, che raccoglie prescrizioni relative a prassi condivise all'interno dei seguenti soggetti firmatari di un accordo di collaborazione con UNI:

IATT – Italian Association for Trenchless Technology

*Via Ruggero Fiore, 41
00136 Roma*

UNINDUSTRIA – Unione degli Industriali e delle imprese Roma, Frosinone, Latina, Rieti, Viterbo

*Via Andrea Noale, 206
00155 Roma*

La presente prassi di riferimento è stata elaborata dal Tavolo “Tecnologie di scavo mediante aspirazione pneumatica” condotto da UNI, costituito dai seguenti esperti:

Gianmario Giurlani – Project Leader (IATT)

Leandro Faieta (Elephant Scavi S.r.l. / IATT)

Alessandro Gerotto (Gerotto Federico S.r.l. / IATT)

Flavio Padovani (Vermeer Italia S.r.l. / IATT)

Maurizio Pasi (Fastweb S.p.A. / IATT)

Michele Pellegrini (Pellegrini Escavazioni S.r.l. / IATT)

Giacomo Rosa (Gerotto Federico S.r.l. / IATT)

Simone Sparaventi (Techfem S.p.A. / IATT)

Paolo Trombetti (IATT)

Antonio Truglio (UNINDUSTRIA)

La presente prassi di riferimento è stata ratificata dal Presidente dell'UNI il 22 ottobre 2020.

Le prassi di riferimento, adottate esclusivamente in ambito nazionale, rientrano fra i “prodotti della normazione europea”, come previsti dal Regolamento UE n.1025/2012, e sono documenti che introducono prescrizioni tecniche, elaborati sulla base di un rapido processo ristretto ai soli autori, sotto la conduzione operativa di UNI. Le prassi di riferimento sono disponibili per un periodo non superiore a 5 anni, tempo massimo dalla loro pubblicazione entro il quale possono essere trasformate in un documento normativo (UNI, UNI/TS, UNI/TR) oppure devono essere ritirate.

Chiunque ritenesse, a seguito dell'applicazione della presente prassi di riferimento, di poter fornire suggerimenti per un suo miglioramento è pregato di inviare i propri contributi all'UNI, Ente Italiano di Normazione, che li terrà in considerazione.

SOMMARIO

INTRODUZIONE	4
0.1 GENERALITA SULLE TRENCHLESS TECHNOLOGY	4
0.2 SISTEMI DI ASPIRAZIONE PNEUMATICA	4
1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	7
2 RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI.....	10
3 TERMINI E DEFINIZIONI	11
4 PRINCIPIO	13
5 INDAGINI PRELIMINARI	13
5.1 GENERALITÀ	13
5.2 PIANO DI INDAGINE PRELIMINARE	14
5.3 INDAGINI GEOLOGICHE E GEOGNOSTICHE	15
5.4 INDAGINI GEOFISICHE	15
5.5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI.....	16
5.6 LA PRESENZA DELLA FALDA	16
5.7 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI TERRENI	17
6 ASPIRAZIONE PNEUMATICA: GENERALITÀ	17
6.1 TECNOLOGIA DI ASPIRAZIONE PNEUMATICA A TURBINE.....	17
6.1.1 STRUTTURA.....	17
6.1.2 FUNZIONAMENTO	19
6.2 TECNOLOGIA DI ASPIRAZIONE PNEUMATICA MEDIANTE POMPA DEL VUOTO.....	20
6.2.1 STRUTTURA.....	20
6.2.2 FUNZIONAMENTO	21
6.2.3 CISTERNA RIBALTABILE	23
6.3 TECNICHE DI ASPIRAZIONE	24
6.3.1 TECNICHE DI ASPIRAZIONE PER SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA, PRESCAVI E MANUTENZIONE PIPELINES ATTIVE	24
6.3.2 TECNICHE DI ASPIRAZIONE A SUPPORTO DELL'INDIVIDUAZIONE DI SOTTOSERVIZI.....	26
6.3.3 TECNICHE DI ASPIRAZIONE PER DEMOLIZIONI, VESPAI, SOTTOTETTI.....	26

6.3.4	TECNICHE DI ASPIRAZIONE PER SBLOCCAGGIO DI DEPURATORI E DIGESTORI ANAEROBICI.....	27
6.3.5	TECNICHE DI ASPIRAZIONE PER SVUOTAMENTO VASCHE, CISTERNE E SILOS.....	28
6.3.6	TECNICHE DI ASPIRAZIONE DI FONDAMI ALL'INTERNO DI SERBATOI CONTENENTI IDROCARBURI	28
6.3.7	TECNICHE DI ASPIRAZIONE NEL SETTORE PETROLCHIMICO, ALL'INTERNO DI FONDERIE, CEMENTERIE E VETRERIE.....	29
6.3.8	TECNICA DI ASPIRAZIONE ALL'INTERNO DI CANTIERI MINERARI E GALLERIE.....	29
6.3.9	TECNICA DI ASPIRAZIONE DI CEREALI, FARINE ED ALTRE DERRATE ALIMENTARI	30
6.3.10	TECNICA DI ASPIRAZIONE E LAVAGGIO DELLE SUPERFICI STRADALI TRAMITE BARRA AD ALTA PRESSIONE	30
6.3.11	TECNICA DI ASPIRAZIONE CONSERVATIVA DEI TERRENI DI ALLETTAMENTO DEGLI APPARATI RADICALI	32
7	CARATTERISTICHE DELLE TUBAZIONI UTILIZZATE	33
7.1	GENERALITÀ	33
7.2	IDENTIFICAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI TUBI	33
7.2.1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E MECCANICHE DEL TUBO	33
7.2.2	CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL MATERIALE DI COSTRUZIONE DEL TUBO	33
7.2.3	TIPOLOGIE DI TUBAZIONI.....	33
7.3	CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI GIUNZIONE.....	34
8	ATTREZZATURE ACCESSORIE	34
9	SICUREZZA E AMBIENTE.....	36
	BIBLIOGRAFIA.....	38

INTRODUZIONE

0.1 GENERALITA SULLE TRENCHLESS TECHNOLOGY

Con il termine “tecnologie senza trincea”, o “senza scavo”, si intende una serie di sistemi e tecniche che permettono la posa, il risanamento e la sostituzione delle reti dei sottoservizi (gasdotti, acquedotti, telecomunicazioni, energia, fognature) con un limitato o nullo ricorso agli scavi a cielo aperto.

In ambito internazionale queste tecnologie vengono raggruppate in cinque macro famiglie:

- tecnologie per indagini conoscitive;
- tecnologie di perforazione orizzontale guidata;
- tecnologie di perforazione orizzontale non guidata;
- tecnologie per il riutilizzo o sfruttamento di infrastrutture esistenti;
- tecnologie associate (delle quali fanno parte le tecnologie di aspirazione pneumatica a mezzo escavatore a risucchio o pompa del vuoto).

Ogni famiglia tecnologica raggruppa numerose soluzioni di intervento, ciascuna caratterizzata dal limitato impatto socio ambientale. Infatti, rispetto alle tecniche di scavo tradizionale, tali soluzioni riducono notevolmente il danneggiamento delle strade, la movimentazione dei terreni e i disagi alla collettività (meno costi socio-ambientali); inoltre aumentano la sicurezza nei cantieri (riduzione degli infortuni) e permettono un sensibile risparmio in termini energetici, oltre che dei tempi e dei costi di realizzazione.

Queste tipologie di intervento possono essere impiegate presso numerose realtà industriali quali: acciaierie, fonderie, raffinerie, stabilimenti chimici e petrolchimici, cementifici, industrie di produzione alluminio, industrie del vetro, cantieri edili, edilizia urbana, cartiere, cantieri navali, perfosfati, magazzini e depositi di cereali, centrali termoelettriche, impianti trattamento acque, discariche, impianti produzione biogas, industrie di trasformazione della calce e del carbone, docks, cantieri navali e porti, autostrade, industrie per la lavorazione dei metalli, e molto altro.

0.2 SISTEMI DI ASPIRAZIONE PNEUMATICA

Per meglio affrontare l'approccio alla tecnologia, è doveroso fare una semplice e breve considerazione del fenomeno. L'aria oltre ad una determinata velocità e pressione ha potenzialità distruttiva. L'esempio pratico si manifesta in natura con il tornado. La velocità della massa d'aria del tornado crea alla base del vortice un'aspirazione ascensionale che travolge e trasporta tutto ciò che trova (case, alberi, macchine, ecc.).

Come tutti i fenomeni naturali la fisica è in grado di monitorare l'evento ed esplicitare con formule matematiche la sua potenzialità (flusso, velocità dell'aria, pressione/depressione, portata, temperature, ecc.).

Tali parametri sono riproducibili in laboratorio ma ottenerli nel contesto industriale non è mai stato vantaggioso e per questo motivo il fenomeno è stato sfruttato limitatamente e parzialmente (impianti

industriali fissi, aspiratutto, ecc.). Tutto questo per l'impossibilità di concentrare potenza, dimensioni, praticità di utilizzo e prestazioni efficaci.

Oggi la tecnologia dell'aspirazione (grazie allo sviluppo di allestimenti con turbine e pompe del vuoto di ultima generazione), ha concepito attrezzature con elevata potenza di aspirazione (simili alla capacità del tornado), ridimensionando e parametrando il tutto su macchine con "proboscide" e/o singolo tubo di aspirazione, con prestazioni concepite per aspirare diverse tipologie di materiali (sassi, mattoni, scorie, ecc.), passanti per valvole di carico e con pesi gravosi.

Con il termine "aspirazione" si intende quella particolare attività di manutenzione (scavo) che prevede una rimozione di materiali particolarmente gravosa se effettuata con mezzi tradizionali, per la creazione di cavità, fori, per lo svuotamento di sondaggi ed il raggiungimento di sedimentazioni in luoghi difficilmente accessibili, nonché per tutte quelle aspirazioni industriali che si rendono necessarie per la manutenzione dei grandi impianti produttivi in fase di fermata programmata o durante interventi di emergenza in esercizio.

I mezzi con tecnologia ad aspirazione sono dei sistemi di aspirazione statica montati su ruote, autoalimentati che possono essere veicolati direttamente sul cantiere oggetto dell'intervento e richiedono un protocollo guida di impiego per garantire la sicurezza degli operatori durante le attività e in fase di manutenzione. Questi mezzi utilizzano turbine o pompe volumetriche estremamente potenti per creare una repentina depressione all'interno di un vano di carico. Ne esistono diverse varianti, ma tutti hanno in comune lo scopo per il quale sono stati originariamente progettati, ovvero la rimozione per aspirazione di materiali incoerenti, con particolare riguardo al terreno sciolto e altre litologie granulari, che vengono convogliate all'interno di un vano di accumulo temporaneo, in vista del successivo scarico in altra parte del cantiere o all'interno di cassoni scarrabili.

L'operatività dell'aspirazione prevede che i materiali vengano veicolati all'interno del vano di carico mediante un'importante quantità d'aria passante attraverso il tubo di aspirazione. Non appena il materiale arriva nel vano di carico, le velocità del flusso diminuiscono drasticamente consentendo al materiale di depositarsi. Il flusso, passando attraverso vari stadi di filtrazione, permette di contenere polveri e contaminanti all'interno dell'aria in uscita entro limiti accettabili, concentrando nella batteria di filtri i contaminanti. Il braccio articolato, dotato di un tubo in materiale idoneo alla tipologia del materiale da aspirare, è manovrabile via radiocomando attraverso un sistema di giunture idrauliche e riesce a raggiungere obiettivi di aspirazione lontani anche alcuni metri dall'attrezzatura, muovendosi all'interno di un raggio di almeno 180 gradi; ovviamente è possibile estendere la lunghezza della linea connettendosi alla proboscide mediante delle tubazioni flessibili o rigide di vari diametri, raggiungendo pertanto punti distanti anche decine o centinaia di metri dal mezzo.

La disgregazione del materiale compattato, quando necessaria, si può ottenere anche grazie all'utilizzo combinato di aria compressa o acqua ad alta pressione e grande potenza di aspirazione, in grado di rimuovere materiali particolarmente coesi.

In ambito nazionale ed internazionale, lo scavo ad "aspirazione pneumatica" viene utilizzato sempre più massicciamente nel contesto urbano per l'efficienza della sua operatività, per il limitatissimo impatto ambientale e per la sua capacità di operare in piena sicurezza con modalità conservative e non distruttive.

Rispetto alle tecniche di scavo tradizionale, infatti, si riduce notevolmente il danneggiamento delle strade, la movimentazione dei terreni, i disagi alla collettività con costi socio-ambientali inferiori, si

aumenta la sicurezza nei cantieri attraverso la riduzione dell'incidenza di infortuni, e si permette un sensibile risparmio in termini energetici, oltre che dei tempi e dei costi di realizzazione delle opere, se paragonati a quelli delle tecniche tradizionali.

In tutti gli ambienti di lavoro nei quali è indicato l'impiego della tecnologia di aspirazione si assiste ad un sensibile decremento del volume di materiale escavato, della quantità di polveri emessa, della frequenza delle occupazioni di suolo pubblico necessarie.

La presente UNI/PdR si pone l'obiettivo di fornire elementi utili su questi aspetti oltre che quello di standardizzarne l'utilizzo, allo scopo di consentirne l'implementazione all'interno di futuri capitolati di gara a tutto beneficio della sicurezza nei cantieri e nei progetti in campo industriale

1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente prassi di riferimento fornisce una descrizione delle pratiche di aspirazione pneumatica attuabili per le applicazioni in campo industriale e civile ed è destinata a tutti i soggetti che operano in questi settori, siano essi progettisti, enti di gestione, società multiutility o operatori

La UNI/PdR ha lo scopo di fornire indicazioni per una corretta scelta della tecnologia di “aspirazione pneumatica” più adeguata secondo le prestazioni raggiungibili, le caratteristiche ambientali, la geologia del sito, le condizioni tecniche e logistiche al contorno, con particolare riguardo alle implicazioni specifiche alla sicurezza, che la tecnologia ad “aspirazione” deve garantire.

La “tecnologia di aspirazione pneumatica” o “aspirazione”, si applica alle attività di manutenzione relative ai sottoservizi interrati (luce, acqua, gas, telefonia, ecc.), alle manutenzioni di fognature e depuratori, al settore edile (risanamenti, restauri, infrastrutture, ecc.) agli interventi su impianti industriali e petrolchimici in esercizio.

Il prospetto di seguito riassume le principali aree di intervento alle quali le tecnologie ad aspirazione pneumatica possono essere applicate, con l’obiettivo di descriverne sinteticamente i singoli contesti operativi e dar modo agli operatori di valutare l’opportunità di risolvere le problematiche incontrate, grazie all’impiego delle tecnologie di aspirazione pneumatica, in alternativa ai metodi precedentemente impiegati. Nel prospetto si trovano collocate diverse applicazioni suscettibili di essere gestite tramite l’aspirazione o il pompaggio, laddove nel primo caso, si intendono i materiali liquidi, solidi o fangosi che possono essere rimossi utilizzando la tecnologia a turbine, basata su un flusso d’aria in aspirazione; questa tecnologia prevede che il flusso d’aria stessa costituisca il vettore attraverso il quale il materiale è convogliato all’interno della cassa di contenimento (aria e materiale condividono il volume utile all’interno del tubo, in questo caso). Nel caso del pompaggio, invece, i materiali liquidi, solidi o fangosi vengono rimossi tramite la tecnologia denominata “pompa del vuoto”; in questo caso il tubo può essere completamente immerso all’interno del materiale da rimuovere poiché le pompe del vuoto generano una depressione tale da attirarlo all’interno della cassa di contenimento. La griglia costituisce un primo schematico indirizzamento dell’utilizzatore verso una o l’altra tecnologia; in alcuni casi entrambe le tecnologie sono in grado di portare a termine con successo la lavorazione, ma una delle due esprime maggiore efficacia.

Aree di intervento	Ambiti di utilizzo aspirazione sostanze solide	Ambiti di utilizzo aspirazione sostanze liquide	Ambiti di utilizzo pompaggio sostanze solide	Ambiti di utilizzo pompaggio sostanze liquide
Ingegneria civile	Dissotterramento di tubature e collegamenti domestici, condotte di acque potabili e reflue, separatori, collettori	Pulizia di diversi sistemi di canalizzazione interrati (acque reflue), solo con attrezzature aggiuntive per il trasporto di tubi flessibili	Estrazione materiale inerte per interrimento di tubature e collegamenti domestici, condotte di acque potabili e reflue, separatori, collettori	
	Costruzione di sistemi di condutture senza scavi, realizzazione di fosse di spinta e fosse d'arrivo, aspirazione bentonite, metodo keyhole	Dissotterramento tramite aspirazione di tubazioni di alimentazione nell'area di falde acquifere e/o in caso di tubazioni dell'acqua difettose	Interrimento di sistemi di condutture senza scavi, interrimento fosse di spinta e fosse d'arrivo	
	Aspirazione e trasporto ciottolato per la protezione e isolamento di tetti piani dalle intemperie		Estrazione ciottolato sino a 60 metri di altezza per rifacimento manto di copertura o isolamento tetto piano	
	Escavazione trincee per rifacimento fondazioni		Estrazione materiale per interrimento fondazioni difficilmente raggiungibili	
	Escavazione su cantieri stradali, autostradali e ferroviari			
Industria	Pulizia industriale di strade (con un ulteriore dispositivo per il lavaggio e lo spazzamento)			
	Pulizia di impianti di filtraggio e camere di combustione fredde		Estrazione materiale per riempimento sistemi di filtraggio	
	Svuotamento e dissotterramento di caldaie, bunker, silo, senza sostanze e miscele di sostanze tossiche o esplosive	Svuotamento e dissotterramento residui liquidi di caldaie, bunker, silo, senza sostanze e miscele di sostanze tossiche o esplosive		
	Dissotterramento di forme di terra			
	Pulizia sotto e tra le linee delle tubazioni			
	Aspirazione e trasporto materiale non contaminato settori siderurgico, gomma, plastica, minerario, ceramico		Estrazione e insaccaggio materiale non contaminato settori, siderurgico, gomma, plastica, minerario, ceramico	
Industria portuale	Aspirazione/pulizia finale di carichi di navi prelevati da bunker	Svuotamento e dissotterramento di caldaie, bunker, silo senza sostanze e miscele di sostanze tossiche o esplosive		

Aree di intervento	Ambiti di utilizzo aspirazione sostanze solide	Ambiti di utilizzo aspirazione sostanze liquide	Ambiti di utilizzo pompaggio sostanze solide	Ambiti di utilizzo pompaggio sostanze liquide
Giardinaggio e paesaggistica	Risanamento radici di alberi (dissotterramento delle radici per innesti non aggressivi)	Aspirazione di fango e residui vegetali da fossati, biotopi e stagni (con o senza attrezzature ausiliarie per l'aspirazione di acqua)		
			Estrazione in distanza o in altezza terreno per giardini pensili o tetti verdi	
	Sostituzione di terra senza danneggiare radici		Estrazione di terra senza danneggiare radici	
Città e comuni	Aspirazione di sabbia sporca da parchi giochi e strutture per il tempo libero	Lavori di aspirazione in caso di rottura di tubi dell'acqua	Estrazione di sabbia pulita da parchi giochi e strutture per il tempo libero	
	Aspirazione di tombini e pozzetti di raccolta	Aspirazione di letti filtranti in piscine e impianti di trattamento delle acque		Estrazione di acqua per il riempimento e la creazione di sifoni in pozzetti di raccolta
	Escavazione non distruttiva presso siti archeologici			
	Tecniche di aspirazione a supporto dell'individuazione di sottoservizi e aspirazione materiali di risulta da scavi	Aspirazione di drenaggio liquidi nel caso durante la mappatura emergano tratti ammalorati		
Ristrutturazione edilizie	Dissotterramento di fondamenta prima del loro isolamento		Estrazione materiale per interrimento fondamenta dopo il loro isolamento	
	Aspirazione di qualsiasi tipo di macerie (eccetto amianto)			
	Aspirazione di materiale di riporto da pavimenti e soffitti		Estrazione in lunghezza o altezza materiale isolante o inerte per rifacimento pavimenti e solai	
	Aspirazione tetti piani		Estrazione materiale su tetti piani	
	Dissotterramento di scantinati e pozzi ingombrati	Lavaggio in alta pressione e contemporanea aspirazione dei materiali rimossi		
Catastrofi/avarie	Aspirazione di pietrisco, fango, polvere e sabbia nelle macerie		Estrazione materiale liquido solido o fangoso in posti non accessibili	
	Aspirazione di calcinacci aspirabili di edifici in seguito a crollo o terremoto			

Aree di intervento	Ambiti di utilizzo aspirazione sostanze solide	Ambiti di utilizzo aspirazione sostanze liquide	Ambiti di utilizzo pompaggio sostanze solide	Ambiti di utilizzo pompaggio sostanze liquide
Ambiente	Bonifiche ambientali, rimozione selettiva materiale contaminato ed eventuale conferimento a sito autorizzato*			
* In caso di bonifiche da amianto, la catena di filtri in aspirazione viene dotata di filtri assoluti per trattenere le più piccole particelle.				

2 RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

La presente prassi di riferimento rimanda, mediante riferimenti datati e non, a disposizioni contenute in altre pubblicazioni. Tali riferimenti normativi e legislativi sono citati nei punti appropriati del testo e sono di seguito elencati. Per quanto riguarda i riferimenti datati, successive modifiche o revisioni apportate a dette pubblicazioni valgono unicamente se introdotte nel presente documento come aggiornamento o revisione. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione della pubblicazione alla quale si fa riferimento.

Direttiva 2008/68/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 24 settembre 2008 relativa al trasporto interno di merci pericolose

Decreto Legislativo 27 gennaio 2010, n. 35 "Attuazione della direttiva 2008/68/CE, relativa al trasporto interno di merci pericolose" e s.m.i. e modifiche dal 2009 al 2020 (consolidato normativa ADR)

Direttiva 1999/92/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 1999 Prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive (quindicesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE)

Decreto Legislativo 12 giugno 2003, n. 233 "Attuazione della direttiva 1999/92/CE relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive"

Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche AGI, 1977

UNI 10576 Protezione delle tubazioni gas durante le lavorazioni nel sottosuolo

UNI EN 13476-3 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali

UNI EN 295-3 Sistemi di tubazioni di gres per impianti di raccolta e smaltimento di acque reflue - Parte 3: Metodi di prova

UNI/PdR 26.1:2017 Tecnologie di realizzazione delle infrastrutture interrate a basso impatto ambientale - Sistemi per la localizzazione e mappatura delle infrastrutture nel sottosuolo

3 TERMINI E DEFINIZIONI

Ai fini del presente documento valgono i termini e le definizioni seguenti:

3.1 allestimenti: Sistema di aspirazione a turbine o a pompa del vuoto. Può essere montato su telai 2, 3, 4 o 5 assi e carrellabile.

3.2 aspiratore pneumatico: Veicolo allestito con sistema di “aspirazione pneumatica” e cisterna ribaltabile ed apribile, progettato per eseguire lavori di aspirazione pneumatica in varie condizioni in base alle specifiche caratteristiche e agli specifici dettagli dell’allestimento con tecnologia basata su pompa del vuoto.

3.3 aspiratore industriale: Macchina frutto di un allestimento operato a partire da un comune mezzo pesante a 2, 3, 4 o 5 assi, dotato nella parte posteriore di un vano di raccolta materiali ribaltabile di capienza variabile, munito di coperchio con chiusure a pressione.

3.4 ATEX (Atmosfera esplosiva): Miscela con aria, di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore, nebbia o polvere, in condizioni atmosferiche, in cui, dopo l'accensione, la combustione si propaga a tutta la miscela incombusta.

NOTA Definizione tratta da Direttiva Atex 1999/92/CE (D.Lgs. 233/03).

3.5 barra ad alta pressione: Appendice barra di lavaggio e/o aspirazione da montare posteriormente o anteriormente al mezzo in grado di erogare attraverso ugelli rotanti un flusso di acqua ad alta pressione che viene simultaneamente aspirata dal mezzo stesso.

3.6 cisterna (o cassone ribaltabile): Vano di accumulo del mezzo allestito per “aspirazione pneumatica” in grado di ribaltare su uno o più lati per scaricare, a coperchio aperto, il materiale aspirato.

3.7 depressore (o pompa del vuoto): Macchina motrice rotativa, parte del sistema di “aspirazione/pompaggio pneumatico”, che sfrutta la variazione di volume generata dalla rotazione di un rotore all’interno di uno statore. La portata erogata è direttamente proporzionale alla velocità di rotazione. Queste macchine hanno un’ottima efficienza e permettono il raggiungimento di una depressione molto elevata; oltretutto possono creare pressione per facilitare lo scarico/pompaggio del materiale.

3.8 escavatore a risucchio: Veicolo allestito con sistema di “aspirazione pneumatica” e cassone ribaltabile, progettato per eseguire lavori di aspirazione pneumatica in varie condizioni in base alle specifiche caratteristiche e agli specifici dettagli dell’allestimento con tecnologia basata su sistema a turbine.

3.9 filtri a carboni attivi: Sistema supplementare di filtraggio dell’aria (esterno o integrato nel mezzo) montato a monte della linea in grado di adsorbire elementi odorigeni presenti nel materiale aspirato ed impedirne il rilascio in atmosfera durante le operazioni di aspirazione.

3.10 filtri assoluti: Sistema supplementare di filtraggio dell’aria (esterno o integrato nel mezzo) montato a monte della linea di aspirazione in grado di trattenere le particelle ultrasottili.

3.11 lancia ad aria o ad acqua: Impugnatura o semplice tubo direzionabile attraverso cui viene veicolata l'aria o l'acqua ad alta pressione allo scopo di disgregare i materiali particolarmente coesi.

3.12 naso (o pescante): Appendice applicabile alla parte terminale della proboscide o dei tubi d'aspirazione dell'"aspiratore pneumatico".

3.13 naspo (o aspo): Tamburo arrotolatore atto a contenere la tubazione di cui l'"aspiratore pneumatico" è dotato per veicolare l'acqua ad alta pressione durante le operazioni di lavaggio disgregante e/o pulizia condotte.

3.14 proboscide: Tubazione flessibile, con dimensioni fino a DN300, realizzata in gomma ad alta resistenza, montata all'interno di un telaio orientabile idraulicamente, alla quale viene poi collegato il resto della linea di aspirazione pneumatica.

3.15 prolunga (o corona dentata, pescante dentato): Segmento di tubazione di lunghezza variabile, realizzato in metallo ad alta resistenza e sagomato nella parte terminale con triangoli. Viene applicato al termine della proboscide per agevolare la disgregazione del materiale coeso in punti specifici e realizzare scavi a sezione obbligata minimizzando il volume di materiale asportato.

3.16 pulizia dei filtri (battitura): Sistema di rilascio temporizzato di aria ad alta pressione in senso contrario all'aspirazione applicato alla batteria di filtri, atto alla pulizia ed efficientamento degli stessi.

3.17 radiocomando: Dispositivo elettronico dotato di comandi e regolazioni utilizzato per governare le funzioni del mezzo dotato di sistema ad "aspirazione pneumatica".

3.18 scavo tradizionale: Approccio tradizionale allo scavo, che comprende l'impiego di manovalanza e utensili e che si contrappone all'approccio "senza scavo" promosso dalla tecnologia di "aspirazione pneumatica".

3.19 scavo puntuale a sezione obbligata: Traccia o scavo da realizzarsi entro limiti geometrici stabiliti a priori in fase di progetto, con l'obiettivo di minimizzare i volumi dei materiali escavati e/o rispettare facilities poste nelle vicinanze dello scavo.

3.20 sottoservizi: Metanodotti, elettrodotti, acquedotti, fognature, linee di fibra ottica, cavi telefonici e tutte le utilities che i gestori hanno inteso interrare sotto il manto stradale e le aree pubbliche e private come alternativa ai tradizionali collegamenti aerei su pali.

3.21 traslazione idrostatica: Sistema idraulico comandato da radiocomando che consente di movimentare il veicolo in assenza dell'operatore a bordo, per manovre di precisione, in piena sicurezza.

3.22 tubo di aspirazione: Tubazione in materiale plastico o gommoso, rigida o morbida in varie sezioni, montata a valle della proboscide, utilizzata per prolungare la linea di aspirazione e raggiungere le sedi degli interventi lontani dall'"aspiratore pneumatico".

3.23 turbina: Macchina motrice rotativa parte del sistema di "aspirazione pneumatica" che movimentata l'aria per generare la depressione necessaria a veicolare aria e materiali all'interno del tubo di aspirazione fino ad accumularli all'interno del vano ribaltabile.

3.24 ugello: Appendice terminale del tubo ad alta pressione che l'“aspiratore pneumatico” utilizza per efficientare le operazioni di lavaggio condotte.

3.25 vano filtrante o vano filtri: Batteria di filtri idonei filtraggio dell'aria in aspirazione avente lo scopo di proteggere le pompe ed il sistema di “aspirazione pneumatica” durante la fase di riempimento.

4 PRINCIPIO

La tecnologia di aspirazione pneumatica è utilizzabile in numerosi ambiti e settori di impiego tra i quali gli scavi, i prescavi e le demolizioni, vespai e sottotetti, la manutenzione dei depuratori e dei digestori anaerobici, lo svuotamento di vasche, cisterne e silos, lo svuotamento di pozzi e cavità profonde anche oltre i trenta metri, la bonifica di serbatoi di idrocarburi, le manutenzioni degli impianti petrolchimici e delle raffinerie, le lavorazioni su grandi condotte, canali e gallerie, le manutenzioni nel campo dell'industria pesante come nel caso delle cementerie e delle fonderie, le lavorazioni nel settore alimentare e in quello chimico, le pulizie industriali all'interno dei magazzini portuali ed il trasbordo delle navi cisterna contenenti granaglie, il lavaggio di grandi superfici industriali in alta pressione, la manutenzione degli apparati radicali, i lavori su siti archeologici o di interesse artistico, le attività manutentive di tratti ferroviari e gli interventi in emergenza su convogli bloccati da svuotare o bonificare, i lavori in presenza di amianto e altre sostanze contaminanti, i lavori in alta temperatura, gli scavi su condotte carburanti attive, la bonifica di condotte ostruite o propedeutica ad attività di rivestimento tubazioni.

La presente prassi di riferimento è elaborata secondo il principio logico dell'appropriata valutazione della convenienza e dell'efficacia della tecnologia ad aspirazione pneumatica. Pertanto, è necessario avere una consistente conoscenza dello stato di fatto dei luoghi/ambienti, di tutti gli impianti sotterranei in esercizio (solitamente indicativi), della tipologia dei materiali e della viabilità.

Al fine di predisporre la corretta informazione sull'utilizzo dell'attrezzatura adeguata, si fornisce, innanzitutto, uno schema di “indagine-sopralluogo” preliminari, che devono essere eseguiti per accertare la possibilità di impiego di tali tecniche, per passare nei punti successivi alla descrizione dettagliata delle tecnologie stesse e proseguendo, quindi, nella individuazione delle attrezzature impiegate.

L'indagine preliminare deve essere svolta secondo il seguente modello di principi. La pianificazione delle indagini necessarie, il monitoraggio professionale del sito, nonché la stesura della bozza del report, devono essere effettuate da un tecnico, che conosca il metodo di lavorazione.

5 INDAGINI PRELIMINARI

5.1 GENERALITÀ

La finalità delle indagini preliminari è quella di definire in prima analisi le caratteristiche del cantiere all'interno del quale deve essere applicata la tecnologia di “aspirazione pneumatica” e la presenza nel sottosuolo oggetto dell'intervento di sottoservizi, strutture interrato, serbatoi o altre facilities, in modo da consentire l'impiego della tecnologia, valutare le possibili interferenze e predisporre un progetto preliminare dell'opera valido dal punto di vista tecnico-economico.

5.2 PIANO DI INDAGINE PRELIMINARE

L'indagine preliminare deve essere correlata all'importanza dell'intervento da realizzare, alla complessità geologica del sito ed alla probabilità di rinvenimento di sottoservizi. La pianificazione delle indagini necessarie e il monitoraggio professionale del sito, nonché la stesura della bozza del report delle indagini sul suolo, devono essere effettuati da un consulente geologo/geotecnico, che conosca i metodi di lavorazione e le particolarità delle tecniche di posa a spinta.

Il presente punto del documento fornisce specificazione del quadro complessivo delle indagini di ausilio alla progettazione dell'intervento, fermo restando che spetta al progettista la responsabilità di definire i contenuti dell'indagine in funzione dell'importanza e delle dimensioni dell'opera.

L'indagine o le indagini devono essere dimensionate e scelte sulla base delle conoscenze bibliografiche della zona tramite la raccolta di tutte le documentazioni ed informazioni geologiche, geotecniche, idrogeologiche e geomorfologiche disponibili per le aree interessate dai possibili tracciati delle opere. In mancanza di riferimenti bibliografici, si devono eseguire appositi rilievi geologici, geomorfologici e idrogeologici di dettaglio.

I dati raccolti possono essere organizzati in carte tematiche (geologica, geomorfologica ed idrogeologica) nonché utilizzati per una prima definizione del modello geologico del terreno (inteso come insieme di informazioni stratigrafiche, strutturali e idrogeologiche) da validare e perfezionare con l'esecuzione delle indagini stesse.

Il modello geologico del terreno deve descrivere le caratteristiche geologiche idrogeologiche geomorfologiche e sismiche di sito e dei terreni interessati dall'intervento.

I dati vanno acquisiti tramite indagini "orizzontali" (indagini geofisiche). Il numero e la lunghezza di queste indagini devono essere fissati in base alle caratteristiche geometriche dell'area di intervento, tenuto conto della complessità dell'ambiente geologico, del grado di approssimazione richiesto dall'indagine e dell'importanza dell'opera; non è quindi possibile stimare a priori tali valori che rimangono nella discrezionalità del progettista.

Le indagini vanno ubicate lungo il tracciato dell'opera, privilegiando i punti potenzialmente strategici per l'accantieramento e/o strategici per la comprensione/definizione del modello geologico e geotecnico del terreno.

Può rendersi opportuno un rilievo topografico di dettaglio che comprenda le aree di accantieramento e gli ipotetici punti di scavo.

L'indagine deve essere sviluppata indicando tipo, numero, disposizione delle indagini, particolari modalità esecutive delle indagini geofisiche (lunghezza stendimenti, frequenze di campionamento e/o indagine, ecc.).

La campagna di indagine preliminare deve essere tesa a restituire, laddove opportuno, la ricostruzione stratigrafica dei terreni, la ricostruzione della freaticimetria delle falde libere e/o confinate e la caratterizzazione geotecnica e sismica delle terre interessate dall'intervento, la caratterizzazione ambientale/inquinologica delle terre e rocce da scavo.

5.3 INDAGINI GEOLOGICHE E GEOGNOSTICHE

Le indagini preliminari possono comprendere indagini dirette e indirette, *in situ* e in laboratorio al fine di garantire la ricostruzione stratigrafica dei terreni attraversati e la determinazione dei parametri geotecnici ed idrogeologici propedeutici alla progettazione dell'intervento.

Per le specifiche operative sulle modalità di esecuzione delle indagini si rimanda alle "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche (AGI, 1977)".

5.4 INDAGINI GEOFISICHE

Le indagini geofisiche risultano particolarmente importanti per ricostruire il profilo stratigrafico del tracciato dell'opera consentendo di estrapolare, con ragionevole approssimazione, la continuità laterale dei dati stratigrafici desunti da indagini dirette. Oltre a quanto sopra, le indagini geofisiche devono essere sempre utilizzate per l'individuazione di strutture naturali o manufatti interrati che potenzialmente possono interferire con l'intervento.

Le principali tecnologie geofisiche di supporto all'intervento di aspirazione pneumatica sono: le indagini georadar (GPR = Ground Probing Radar), le prospezioni geoelettriche e le prospezioni sismiche.

Le indagini georadar si distinguono in georadar di superficie e georadar in foro.

Il georadar di superficie permette la mappatura di sottoservizi, strutture interrate, cavità, ecc. I risultati prodotti consistono in planimetrie contenenti informazioni su posizione, profondità e dimensione di quanto rilevato nel terreno. Le indagini georadar di superficie risultano indispensabili come strumento propedeutico alla progettazione di un intervento di aspirazione pneumatica su suolo con la massima applicabilità nei punti in cui le opere interferiscono con i primi 3,0 metri di terreno dove è più probabile l'interferenza con potenziali manufatti interrati.

Il georadar in foro permette l'individuazione di eventuali anomalie (falde, cavità, cambiamenti litologici, sistemi di fessurazione, ecc.) inserendo un'apposita antenna, all'interno di un foro di sondaggio (orizzontale o verticale). I risultati prodotti consistono in sezioni georadar contenenti informazioni su posizione e dimensione di quanto rilevato nel terreno.

Per ulteriori approfondimenti circa gli aspetti operativi delle indagini georadar si rimanda alla UNI/PdR 26.1:2017.

Le prospezioni geoelettriche sfruttano la resistività intrinseca di ogni terreno per discriminare le litologie in base alla loro proprietà di opporre resistenza al passaggio di una corrente elettrica. La resistività apparente misurata può essere associata ad una determinata litologia in base a tabelle di riferimento. Le prospezioni geoelettriche devono essere tarate sulle risultanze dei sondaggi a carotaggio continuo per correlare i dati puntuali di carotaggio e ricostruire l'andamento stratigrafico dei terreni nell'area oggetto dell'intervento. Le prospezioni geoelettriche in acquisizione tomografica permettono una ricostruzione indiretta della stratigrafia, del livello piezometrico, della presenza di eventuali anomalie (manufatti, cavità, variazioni litologiche).

Le prospezioni sismiche sono in una certa misura simili a quelle GPR dove tale metodo utilizza impulsi elettromagnetici, la prospezione sismica utilizza onde sismiche. Grazie a questo metodo è possibile distinguere discontinuità, contatti stratigrafici, ecc. Le indagini sismiche possono essere realizzate in

superficie o all'interno di fori di sondaggio permettendo di acquisire la velocità di propagazione delle onde sismiche nel terreno e derivare parametri geotecnici come il Coefficiente di Poisson, il Modulo di Young, il Modulo di taglio e il Modulo di incompressibilità.

5.5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Ai fini del presente documento, il terreno interessato dalle opere può essere costituito da terra e/o roccia e deve essere studiato e classificato sulla base di caratteristiche fisiche e proprietà obiettive scelte secondo criteri assegnati. Data l'estrema variabilità dei terreni naturali e le diverse possibili finalità ingegneristiche, esistono molteplici sistemi di classificazione del terreno.

Ai fini della presente prassi di riferimento, laddove richiesto, nella classificazione delle terre si consiglia di adottare il sistema USCS (Unified Soil Classification System) basato sulla determinazione delle dimensioni dei granuli (curva granulometrica) e degli indici di Atterberg.

A prescindere dal sistema di classificazione delle terre adottato, la cui scelta rimane comunque nella discrezionalità del progettista, le proprietà delle terre da valutare devono essere significative e facilmente misurabili mediante procedure standardizzate.

I sistemi di classificazione delle rocce devono essere riferiti all'ammasso roccioso caratterizzato da una matrice lapidea (roccia intatta), dalle discontinuità, dallo stato tensionale in sito e dalla circolazione di fluidi che si realizza al suo interno. La matrice lapidea deve essere caratterizzata su campioni di roccia enucleati dall'ammasso roccioso per i quali devono essere definiti gli aspetti petrografici (composizione mineralogica) e meccanici (resistenza al taglio, compressibilità, ecc).

Le discontinuità devono essere caratterizzate in sito sull'ammasso roccioso affiorante o su campioni di carotaggio, in quest'ultimo caso solo se acquisiti con campionamento molto accurato mediante doppio carotiere. Lo stato tensionale *in situ* di un ammasso roccioso può essere valutato in fase preliminare su fori di sondaggio (sopra carotaggio, fratturazione meccanica) o in fase esecutiva sulla superficie di scavo (martinetto piatto). La circolazione di fluidi (principalmente acqua) all'interno di un ammasso roccioso può essere stimata in sito attraverso prove in foro di sondaggio (a carico costante/variabile, prove Lugeon) o tramite prove di portata.

Esistono molteplici sistemi di classificazione degli ammassi rocciosi con la prerogativa di fornire una valutazione quantitativa della "qualità" dell'ammasso roccioso e permettono di valutarne l'intervento. Si precisa che le sole prove di laboratorio (compressione monoassiale, taglio triassiale, abrasione, ecc.) concorrono esclusivamente alla caratterizzazione della matrice lapidea, mentre per la caratterizzazione dell'ammasso roccioso è necessario ricorrere ad uno dei seguenti criteri per la cui applicazione si rimanda alle rispettive pubblicazioni in materia di Rock Mass Rating, Rock Tunnelling Quality Index, e Geological Strength Index.

Ai fini della presente prassi di riferimento, si deve condurre un'accurata descrizione dell'ammasso roccioso indipendentemente dal sistema e, poi, adattarla al criterio di classificazione prescelto.

5.6 LA PRESENZA DELLA FALDA

La puntuale conoscenza del modello idrogeologico dei terreni interessati dall'opera è di fondamentale importanza nella valutazione della fattibilità dell'opera stessa. Misurazioni dirette del livello freatico devono essere condotte nei fori di sondaggio (eventualmente condizionati a piezometro) o in

pozzi/sorgenti presenti in zona. I valori assoluti dei livelli freatici misurati devono essere sempre riferiti al rilievo piano-altimetrico di dettaglio del progetto.

Laddove sia certa l'interferenza delle opere in progetto con una o più falde idriche, deve essere redatto un apposito studio che definisca i parametri idrogeologici degli acquiferi interessati valutando le interferenze opera/acquifero in fase di cantiere ed in fase di esercizio. Particolare attenzione deve infine essere posta alla possibile presenza di falde in pressione nelle quali la perforazione dei livelli impermeabili di confinamento potrebbe generare sovrappressioni e risalite idriche lungo lo scavo.

5.7 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI TERRENI

Il piano di indagine preliminare deve prevedere una caratterizzazione ambientale dei terreni e dell'area di intervento al fine di valutare e mitigare possibili fenomeni di inquinamento-contaminazione dei luoghi, nonché garantire la sicurezza e la salvaguardia dell'ambiente e delle persone all'interno e all'esterno del cantiere.

Per tali motivi si devono valutare:

- le condizioni di inquinamento iniziali e di vulnerabilità ambientale del sito anche attraverso analisi chimico- fisiche delle matrici suolo e falda;
- le possibili interazioni degli interventi in progetto con lo stato ambientale del sito;
- la fattibilità tecnico/economica dello smaltimento definitivo dei terreni di risulta secondo la normativa regionale e nazionale vigente in materia.

6 ASPIRAZIONE PNEUMATICA: GENERALITÀ

6.1 TECNOLOGIA DI ASPIRAZIONE PNEUMATICA A TURBINE

6.1.1 STRUTTURA

L'aspirazione pneumatica mediante tecnologia a turbine si realizza attraverso il veicolo comunemente denominato "escavatore a risucchio". La macchina è frutto di un allestimento operato a partire da un comune mezzo pesante a 2, 3 o 4 assi, che viene dotato nella parte posteriore di un cassone ribaltabile di capienza variabile da 5 a 8 metri cubi, munito di coperchio apribile nella parte superiore.

All'interno del cassone vengono convogliati i materiali aspirati attraverso un tubo diametro 250mm grazie alla forza aspirante di una, due o tre turbine, il tutto passante attraverso un sistema di filtraggio attivo per restituire all'esterno aria pulita e priva di polveri.



Figura 1 - Allestimento a turbine su gommato 2 assi

Il filtro a maglia fine è composto da un'unità di filtri a cartuccia installata nella parte anteriore del cassone contenitore. Gli elementi di filtraggio sono filtri a cartuccia per polveri. Durante la procedura di ribaltamento, i filtri vengono protetti meccanicamente contro forze trasversali. Il residuo di polveri contenuto è $<10 \text{ mg/m}^3$ e rientra pertanto nelle disposizioni previste per legge. La pulizia automatica viene eseguita con aria compressa tramite l'impianto di pulizia dei filtri.



Figura 2 - Particolare ugelli di scarico per pulizia filtri e filtri a cartuccia su allestimento a turbine

L'impianto di filtraggio dell'aria, composto da filtri a cartuccia lavabili, viene pulito automaticamente tramite aria compressa durante ed al termine delle lavorazioni.

Il livello di pressione dell'aria compressa viene indicato dai manometri e di default dovrebbe essere impostato su 700 kPa – 800 kPa. Le valvole elettromagnetiche sull'accumulatore di aria compressa vengono aperte e chiuse una dopo l'altra, in questo modo i filtri vengono puliti uno alla volta in sequenza alternata per evitare danneggiamenti ed interferenze sul flusso d'aria in ingresso.

Il tubo flessibile di cui è dotata la macchina e integrato all'interno di un esoscheletro articolato azionato idraulicamente o all'interno di un supporto telescopico. Il controllo avviene tramite il radiocomando e l'area di oscillazione arriva fino a 180°.

L'escavatore a risucchio può essere opzionalmente corredato di allacci idraulici con una valvola pilota per il collegamento esterno di dispositivi idraulici sulla parte posteriore del veicolo o sul supporto del tubo flessibile, con tubo di mandata avente pressione massima pari a 16.000 kPa e portata massima pari a 25 litri/min. Gli allacci sono controllabili dal dispositivo di controllo remoto.

È possibile azionare anche un sistema pneumatico ad aria compressa autonomo tramite il dispositivo di controllo remoto. Esso viene utilizzato per la pulizia automatica dei filtri a maglia fine nonché per il funzionamento di vari strumenti ad aria compressa.

Sulla macchina è disponibile un impianto idraulico che genera un getto d'acqua sotto pressione utile. Il serbatoio d'accumulo integrato può essere alimentato con 300 kPa di pressione d'aria del compressore. L'impianto idraulico ad alta pressione, invece, fornisce un getto d'acqua che fuoriesce a circa 20.000 kPa di pressione per l'azionamento di pulitori ad alta pressione (es. una lancia ad alta pressione) da utilizzare per la pulizia sull'escavatore a risucchio o applicazioni su progetti di bonifica. L'azionamento avviene con un sistema idraulico e a regime si ottiene una pressione massima di 21.000 kPa e una portata massima di 21 litri/minuto, sprigionati attraverso un ugello sostituibile in base alle applicazioni (ogni mezzo è dotato di una serie completa).

La linea di erogazione dell'acqua in alta pressione può superare i 70 metri utili ed è riavvolgibile all'interno di un arrotolatore motorizzato "naspo/aspò" per consentirne l'utilizzo in piena sicurezza.

L'intero sistema, inteso come macchina allestita con tecnologia a turbine, è movimentabile in remoto tramite una trazione idraulica (traslazione idrostatica) per manovre di avvicinamento e durante le lavorazioni, senza operatore a bordo.

6.1.2 FUNZIONAMENTO

Il sistema di aspirazione funziona secondo il principio del "trasporto pneumatico", dal momento che i 46.000 metri cubi/ora di aria veicolabili a massima potenza vengono condivisi all'interno del tubo con il materiale da aspirare. Il volume aspirabile non è quindi di 46.000 metri cubi/ora di materiale puro, ma tale valore deve essere condiviso tra aria e materiale, essendo la prima il vettore del secondo.

Un ventilatore radiale (turbina) viene attivato tramite il motore del veicolo portante. Il ventilatore radiale genera un flusso d'aria aspirante che raggiunge velocità superiori a 100 m/s nel tubo di aspirazione. Questo flusso d'aria aspira tutti i materiali che si trovano nell'area direttamente raggiungibile dal tronchetto di aspirazione (terra, fango, acqua, ghiaia, pietrisco, sassi) e il materiale aspirato raggiunge un cassone contenitore.

Nel successivo passaggio, la corrente d'aria contenente residui di polvere viene condotta nell'unità di filtraggio a maglia fine a efficacia elevata. Nell'unità di filtraggio a maglia fine, l'aria viene pulita come previsto dalle leggi attualmente in vigore e condotta all'esterno, tramite il ventilatore radiale e la cappa fonoisolante appositamente sviluppata. Le emissioni risultanti dal rumore e dalla polvere residua vengono quindi ridotte fino al raggiungimento di valori ammessi e gestibili. L'unità di filtraggio a maglia fine si può pulire con aria compressa, mentre i singoli elementi filtranti possono essere smontati e lavati con la sola accortezza di lasciarli asciugare completamente prima di rimontarli all'interno del vano filtrante affinché sia garantita la loro piena efficienza.

Una volta conclusi i lavori di aspirazione, il cassone contenitore viene svuotato e pulito in conformità con le normative ambientali presso un luogo adatto o all'interno del cantiere stesso (all'interno di cassoni scarrabili o su area opportunamente predisposta).

6.2 TECNOLOGIA DI ASPIRAZIONE PNEUMATICA MEDIANTE POMPA DEL VUOTO

6.2.1 STRUTTURA

L'aspirazione pneumatica mediante pompe del vuoto volumetriche (depressori) si realizza attraverso attrezzature comunemente denominate "aspiratori industriali". La macchina è frutto di un allestimento operato a partire da un comune mezzo pesante a 2, 3, 4 o 5 assi, dotato nella parte posteriore di una cisterna cilindrica con fondi bombati resistente al vuoto e alla pressione, ribaltabile di capienza a partire da 5 metri cubi fino ad oltre 20 metri cubi, munito di coperchio con chiusure a pressione apribile nella parte posteriore.

Esistono anche sistemi carrellabili più compatti che si rivelano molto versatili in alcune situazioni nelle quali le dimensioni ridotte sono vitali per poter raggiungere luoghi poco accessibili.



Figura 3 - Esempio di impianto carrellabile basato su tecnologia di pompa del vuoto

Grazie a questo sistema tecnologico basato su pompe a lobi con portate variabili dai 4.500 m³/h a 18.000 m³/h si può raggiungere il 95% (95000 Pa) di vuoto. La macchina è costruita per aspirare materiali umidi e bagnati oppure polveri o materiali secchi e polverosi, a grandi distanze e grandi profondità. Lo speciale vano filtri, di grandi dimensioni e separato fisicamente dalla cisterna, garantisce la perfetta efficienza di aspirazione e una lunga durata delle calze filtranti; il coperchio ad apertura e chiusura idraulica semplifica le operazioni di manutenzione grazie anche al set di filtri estraibile in un unico elemento. Il sistema di scarico automatico delle polveri dal vano filtri alla cisterna, permette lo scarico continuo delle polveri senza interrompere l'aspirazione, mantenendo i filtri sempre puliti ed alla massima efficienza, eliminando i tempi morti; inoltre il sistema di scarico pneumatico consente lo scarico delle polveri ad oltre 60 m in verticale ed oltre a 300 m in orizzontale. Le macchine possono operare in diverse realtà industriali ed essere equipaggiate con pompe ad alta e altissima

pressione, garantendo una lunga durata dei componenti anche quando vengono aspirati materiali abrasivi ed aggressivi.



Figura 3 - Cisterna aspirazione a pompa del vuoto

Grazie alla speciale conformazione della cisterna, l'aspiratore industriale può aspirare, trasportare e pompare materiale pericolosi ed esplosivi, conformi alle normative ADR (Direttiva 2008/68/CE, Decreto Legislativo n.35 del 27 gennaio 2010 e modifiche dal 2009 al 2020) e Direttiva ATEX 1999/92/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 1999.

6.2.2 FUNZIONAMENTO

Il sistema funziona secondo il principio del “trasporto pneumatico”, grazie alle elevate prestazioni del decompressore può avvenire sia in fase “diluita”, sia in fase “mista” che e in fase “densa” Il volume massimo dell'aria spostata per aspirare il materiale non è limitato ad una data portata, ma dipendente dai gradi di vuoto che si vuole raggiungere e dalla potenza utilizzata.

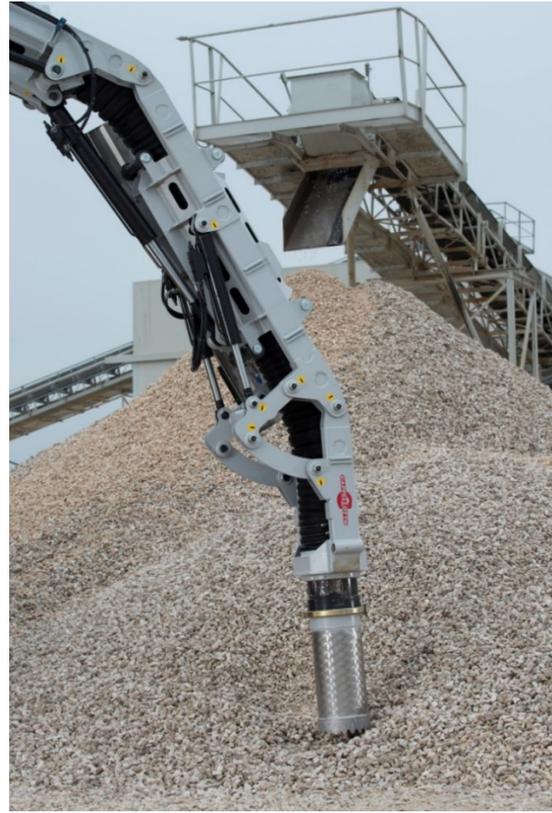


Figure 4 e 5 - Aspirazioni con sistema a pompa del vuoto

Il depressore volumetrico, generalmente del tipo a lobi, viene attivato tramite il motore del veicolo e genera un flusso d'aria aspirante che raggiunge velocità superiori a 100 m/s. Questo flusso d'aria aspira i materiali (terra, fango, acqua, ghiaia, pietrisco, sassi) che si trovano nell'area direttamente raggiungibile dalle tubazioni d'aspirazione e il materiale aspirato raggiunge la cisterna resistente alla pressione.

Nel successivo passaggio, l'aria contenente residui di polvere attraversa l'unità separata di filtraggio. Nell'unità di filtraggio l'aria viene pulita secondo le normative vigenti, può essere così rilasciata all'esterno, attraversando la pompa volumetrica e i silenziatori (atti alla riduzione del rumore). Le emissioni sono quindi ridotte a valori ammessi e gestibili. L'unità di filtraggio tramite un ciclo di pulizia mantiene il vano filtri sempre pulito e bonificato per non miscelare gli eventuali diversi materiali aspirati. Gli elementi filtranti montati su una piastra a cambio rapido, possono essere smontati e lavati con la sola accortezza di lasciarli asciugare completamente prima di rimontarli all'interno del vano filtrante affinché la loro efficienza sia garantita.

Una volta conclusi i lavori di aspirazione, il materiale aspirato si trova nella cisterna in pressione che viene svuotata e pulita (bonificata in caso di materiali pericolosi) in conformità con le normative ambientali presso un luogo adatto o all'interno del cantiere stesso (all'interno di cassoni scarrabili, su area opportunamente predisposta o insaccato in "big bag").

Grazie alla possibilità di creare pressione in cisterna, i materiali solidi o liquidi oltre ad essere scaricati per caduta, possono essere pompati sino a 60 metri da terra, in tetti, silos o altri contenitori, per essere riutilizzati puri senza essere inquinati o evitare l'inquinamento ambientale da polveri (anche sottili in caso di ceneri) o contatto con persone o cose.

6.2.3 CISTERNA RIBALTABILE

Il sistema di scarico alto della macchina permette di scaricare il materiale aspirato direttamente in contenitori (container); inoltre, collegando speciali “big bag” rende possibile lo scarico di rifiuti speciali e polveri.

All'interno della cisterna vengono convogliati i materiali aspirati attraverso un tubo grazie alla forza aspirante di uno o più depressori, l'aria prima di arrivare al decompressore attraversa un sistema di filtraggio attivo per le polveri o di separazione ciclonica in caso di liquidi, per restituire all'esterno aria pulita e priva di sostanze inquinanti.

Lo scarico del materiale aspirato è consentito mediante varie soluzioni:

- scarico a terra sul lato posteriore del veicolo;
- scarico in altezza su cassoni o insaccaggio su “big bag” sul lato posteriore del veicolo;
- scarico in altezza e su 3 lati mediante cisterna girevole, per scarico su cassoni o insaccaggio su “big bag”; permette l'utilizzo continuativo dell'attrezzatura, evitando quindi inutili movimentazioni del veicolo.

Il filtro fine è composto da un'unità di filtri a maniche ad alte prestazioni installata in un vano autopulente apposito, separato dal recipiente, resistente alla pressione e alla depressione e collegato ad esso mediante tubazioni dotate di valvole a tenuta stagna. Gli elementi di filtraggio sono filtri a manica ad alto spessore di tipo industriale per polveri, idro oleo repellenti, montati in un supporto facilmente intercambiabile, si possono avere modelli speciali di filtri adatti a resistere ad agenti corrosivi o ad alte temperature (sino a 220 °C).

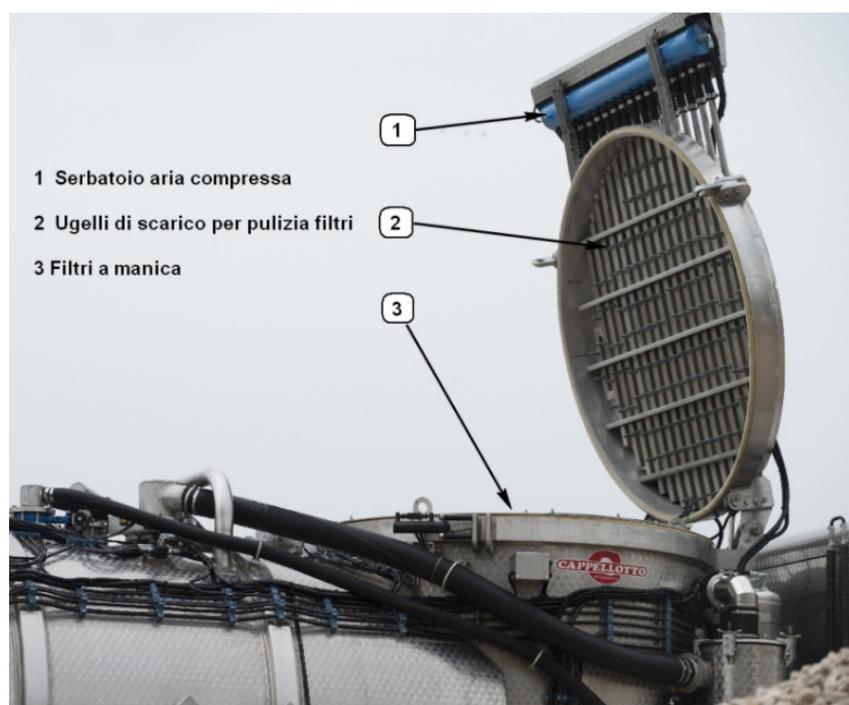


Figura 6 - Filtraggio su sistema a pompa del vuoto

Durante la procedura di ribaltamento, i filtri vengono protetti meccanicamente contro forze trasversali. Il residuo di polveri contenuto è $<10 \text{ mg/m}^3$ e rientra pertanto nelle disposizioni previste per legge. La pulizia automatica viene eseguita con aria compressa tramite l'impianto di pulizia dei filtri, in contropressione, dall'alto verso il basso o dal basso verso l'alto.

Durante le fasi di aspirazione con l'impianto, la pulizia dei filtri viene effettuata automaticamente tramite aria compressa. Il materiale del filtro viene fatto cadere verso il basso e smaltito durante la procedura di ribaltamento oppure da uno speciale sistema di recupero automatico durante le lavorazioni che mantiene sempre in perfetta efficienza l'unità filtrante.

Il livello di pressione dell'aria compressa viene indicato dai manometri. Le valvole elettromagnetiche sull'accumulatore di aria compressa vengono aperte e richiuse con una sequenza programmata per garantire una miglior pulizia dei filtri.

L'aspirazione del materiale può avvenire in più punti, tramite una proboscide che può operare in un raggio di 220° o mediante delle valvole di aspirazione poste nel fondo posteriore; la scelta è dettata dalla pericolosità del materiale e dal suo "flash point" (temperatura minima di autoinnesco). L'area di oscillazione del braccio arriva fino a 220° .

Il controllo del veicolo in tutte le sue funzioni, compreso il braccio di aspirazione, tramite un radiocomando in remoto o la cassetta comandi posta sull'attrezzatura.

L'aspiratore industriale può essere corredato di connessioni per il collegamento esterno di dispositivi idraulici aventi pressione massima pari a 250 Bar portata massima pari a 120 litri/min, anche queste connessioni sono gestibili dal dispositivo di controllo remoto.

È possibile azionare anche un sistema pneumatico per il funzionamento di vari dispositivi ad aria compressa.

Sulla macchina è disponibile un impianto idraulico a alta pressione per l'acqua con un serbatoio d'accumulo che può avere capacità da 300 lt a 3000 lt; l'impianto fornisce una pressione che può andare da 100 a 280 Bar e una portata che può arrivare anche a 500 lt/min. L'impianto, utilizzato con pulitori ad alta pressione come lance o ugelli, viene usato per interventi di pulizia sull'attrezzatura o applicazioni su progetti di bonifica.

L'intero sistema inteso come "aspiratore industriale" è movimentabile in remoto tramite una trazione idraulica (traslazione idrostatica) per manovre di avvicinamento e durante le lavorazioni, senza operatore a bordo.

6.3 TECNICHE DI ASPIRAZIONE

6.3.1 TECNICHE DI ASPIRAZIONE PER SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA, PRESCAVI E MANUTENZIONE PIPELINES ATTIVE

La prima applicazione per la quale la tecnologia di "aspirazione pneumatica" si rivela non solo efficace ma addirittura fondamentale è legata ai prescavi, intesi come indagine propedeutica dei primi 2,5 metri a partire da piano campagna, in previsione della realizzazione di un sondaggio o dell'installazione di un pozzo parte di una rete di bonifica come pure nel caso dell'installazione di una barriera idraulica. L'indagine preventiva dei primi 2,5 metri di verticale è tesa a ridurre, fino ad eliminare la probabilità di intercettare con il successivo sondaggio, un sottoservizio (rete fognaria,

cavidotti per fornitura elettrica o fibra digitale, condotte metano o altro) o per evitare – nel caso di lavori presso Punti Vendita carburanti o Aree di Servizio autostradale – di lesionare serbatoi contenenti idrocarburi.

L'obiettivo è quello di minimizzare l'ingombro dell'area oggetto della lavorazione e ridurre il personale impiegato per le attività, così come il numero di utensili necessari per la stessa, dal momento che l'operatore manovra tramite radiocomando il braccio dell'aspiratore pneumatico a debita distanza e contenendo il brandeggio del braccio idraulico all'interno di area sicura e priva di interferenze da parte di personale estraneo all'operazione.



Figura 7 - Pipeline



Figura 8 - Scavi in aree ad alto rischio

Altri vantaggi legati all'approccio evoluto dell'aspirazione pneumatica, in alternativa a quello dei metodi di escavazione classici sono:

- la riduzione dello sporco all'interno delle aree oggetto delle lavorazioni,
- la possibilità di incamerare i materiali scavati all'interno del vano ribaltabile che possono poi essere trasportati internamente al sito, ribaltati in area idonea o all'interno di cassone scarrabile, o veicolati direttamente all'impianto di conferimento finale; rispettando le eventuali normative vigenti.

La sezione dello scavo infine – a parità di profondità – è molto differente da quella che si creerebbe con uno scavo tradizionale. Con l'aspirazione pneumatica si possono raggiungere profondità di alcuni metri pur mantenendo una sezione verticale di soli 400-500mm di diametro, andando ad intervenire soltanto sulla superficie strettamente necessaria del manto stradale. Nel caso specifico delle rimozioni di terreno al di sotto o nell'intorno di condotte carburanti attive, in occasione delle loro manutenzioni o della ricerca di perdite lungo la loro linea, oltre ai già citati benefici legati alla riduzione della probabilità di possibili incidenti e danneggiamenti delle strutture, troviamo l'ulteriore beneficio dovuto alla possibilità di eliminare le cariche elettrostatiche e le scintille, grazie al braccio idraulico in gomma antistatica (intrinsecamente conduttivo), che scarica sul mezzo aspirante. Il mezzo, a sua volta è dotato di un sistema di messa a terra per lo scarico di tutte le cariche elettrostatiche che si generano; questo presidio di sicurezza si rivela fondamentale in ambito petrolifero e in tutti i casi nei quali esistano pericoli di innesco con conseguenti esplosioni di miscele: in forma gassosa veicolate all'interno delle condotte o vapori liberati dagli idrocarburi volatili in forma liquida.

6.3.2 TECNICHE DI ASPIRAZIONE A SUPPORTO DELL'INDIVIDUAZIONE DI SOTTOSERVIZI

In associazione alle campagne di prospezioni geofisiche per l'individuazione puntuale dei sottoservizi nelle loro tipologie e nelle loro posizioni, soprattutto in mancanza di documentazioni storiche che ne documentino i tracciati, possono essere eseguiti saggi esplorativi con la tecnica dell'aspirazione in misura i.e. del 20% dei punti nei quali sono già state eseguite le ispezioni da soprasuolo (tramite cercatubi o georadar) al fine di verificarne l'affidabilità delle ispezioni stesse.

L'aspirazione mediante escavatore a risucchio consente, infatti, di praticare dei fori regolari e con velocità di avanzamento strettamente correlabile con la compattezza degli strati incontrati. Completate le ispezioni ed i saggi si dispone di dati sufficienti per la ricostruzione plano-altimetrica georeferenziata della linea d'asse della condotta o sottoservizio.

6.3.3 TECNICHE DI ASPIRAZIONE PER DEMOLIZIONI, VESPAI, SOTTOTETTI

Un altro campo d'applicazione dove la tecnologia di "aspirazione pneumatica" si è rivelata efficace è quello dell'assistenza alle imprese civili in fase di demolizione o ristrutturazione di edifici privati o pubblici. La tecnologia consente di rimuovere gli accumuli dei materiali prodotti dalle lavorazioni di demolizione o ristrutturazione, tipicamente calcinacci e materiali inerti di pezzature fino a 300mm di diametro, veicolandoli direttamente all'interno del vano di accumulo dell'aspiratore pneumatico, che può poi scaricare all'interno di cassoni scarrabili. Questo è possibile attrezzando opportune linee di aspirazione, lunghe anche oltre 150 metri, ancorate esternamente e/o internamente agli edifici in lavorazione.

Anche in tal caso, la tecnologia di aspirazione pneumatica consente di ridurre il coinvolgimento del personale e delle attrezzature che – in spazi angusti e/o quote elevate – possono comportare l'innalzamento dell'indice di infortuni.



Figura 9 - Scavi su cantine di difficile accesso

6.3.4 TECNICHE DI ASPIRAZIONE PER SBLOCCAGGIO DI DEPURATORI E DIGESTORI ANAEROBICI

Nel caso di digestori anaerobici e depuratori, la tecnologia ad aspirazione pneumatica è applicabile per il raggiungimento di obiettivi legati alla sicurezza di persone e cose. Il digestore anaerobico, in fase di manutenzione periodica programmata, deve essere svuotato dei materiali contenuti all'interno; questa attività è resa molto più sicura grazie agli aspetti legati alla movimentazione del materiale e alla presenza di gas venefici e potenzialmente esplosivi.

Il materiale stipato all'interno del digestore viene infatti rimosso molto più facilmente grazie al contributo della tecnologia ad aspirazione pneumatica che, oltre a ridurre il coinvolgimento di personale all'interno del "vessel", lo mantiene aerato e consente anche la filtrazione dei vapori estratti durante la rimozione del materiale, dal momento che l'aria estratta (che funge da veicolo per il materiale estratto), può essere filtrata attraverso uno stadio intermedio costituito da filtri a carboni attivi, che assorbono le componenti venefiche e odorigene a tutto beneficio delle aree circostanti l'intervento, nonché degli operatori coinvolti all'interno del cantiere.

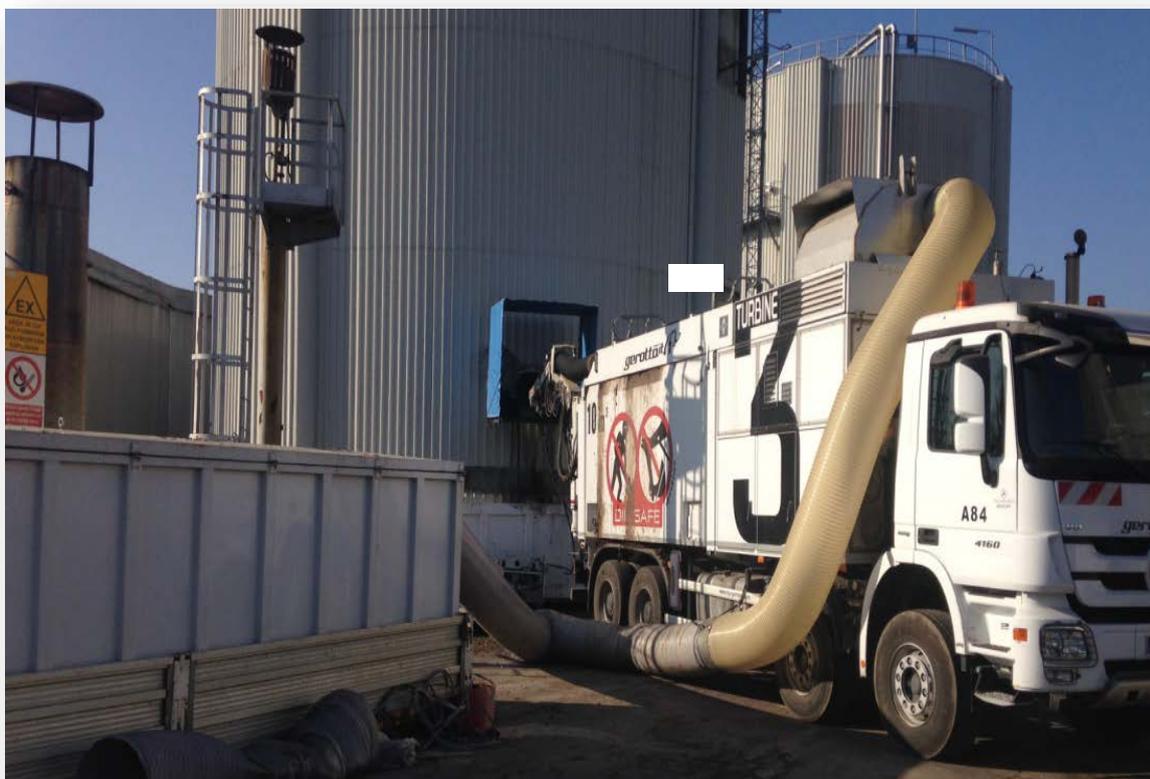


Figura 10 - Bonifiche digestori anaerobici



Figura 11 - Bonifiche digestori anaerobici

6.3.5 TECNICHE DI ASPIRAZIONE PER SVUOTAMENTO VASCHE, CISTERNE E SILOS

La tecnologia ad aspirazione pneumatica applicata allo svuotamento di vasche, cisterne e silos consente, non solo di condurre dall'esterno gli interventi, a beneficio della sicurezza del personale, ma in alcuni casi rende possibile risolvere criticità alle quali le metodologie convenzionali non riescono a dare risposta; basti pensare ai casi di grandi vasche piene di fanghi di difficile movimentazione, soprattutto nel caso in cui all'interno insistano strutture che impediscano l'ingresso di escavatori o, ad esempio, la calata dall'alto di benne mordenti.

L'utilità della tecnologia ad aspirazione pneumatica appare ancora più evidente nel caso dei silos, considerati gli altissimi rischi ai quali gli operatori andrebbero incontro nel caso si introducessero all'interno per interventi di lunga durata. In questi casi è spesso impossibile un differente approccio, a causa della ridottissima luce dei passi d'uomo o dei vani di ispezione, spesso perché in fase di progettazione le possibilità di ingresso all'interno del silo sono state ridotte o azzerate poiché in passato non si prevedeva la necessità di un ingresso all'interno o perché la tipologia di materiale e/o la struttura del silo sconsigliavano di realizzare idonee aperture.

6.3.6 TECNICHE DI ASPIRAZIONE DI FONDAMI ALL'INTERNO DI SERBATOI CONTENENTI IDROCARBURI

Un'operatività a sé è prevista nel caso di bonifica di serbatoi contenenti idrocarburi. La rimozione dei fondami che si formano sul fondo di questa categoria di manufatti è infatti particolarmente difficoltosa per due fondamentali ragioni: la viscosità del materiale e l'alto peso specifico. Questi due fattori rendono spesso particolarmente difficoltose le attività di manutenzione con l'impiego di sola manovalanza; inoltre, l'ingresso massiccio di personale all'interno del serbatoio per il completamento di questa tipologia di manutenzioni espone il personale stesso ad una serie di rischi legati alla natura nociva del materiale, che impone il ricorso a particolari DPI che rendono ancora più gravosa l'attività stessa. Il ricorso alla tecnologia ad aspirazione pneumatica riduce, fino ad azzerare in alcuni casi, il ricorso di movimentazioni meccaniche all'interno del serbatoio, che a causa dei motori termici dei

macchinari o degli sfregamenti sulle superfici metalliche, potrebbero favorire l'occasione di un innesco in atmosfera esplosiva.

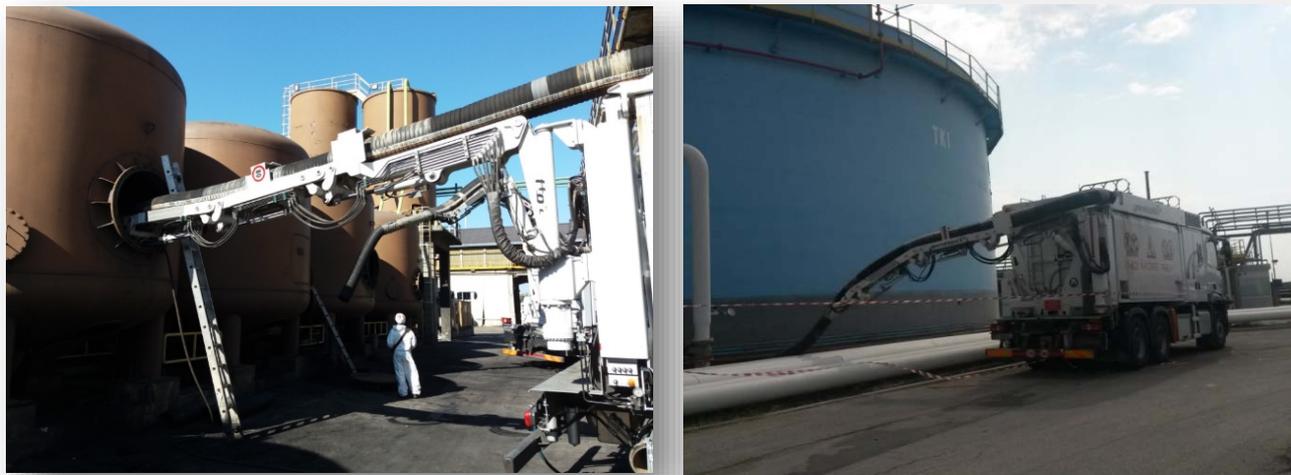


Figure 12 e 13 - Bonifica serbatoi di prodotti petroliferi

6.3.7 TECNICHE DI ASPIRAZIONE NEL SETTORE PETROLCHIMICO, ALL'INTERNO DI FONDERIE, CEMENTERIE E VETRERIE

L'industria pesante fruisce già abitualmente dei servizi basati sulla tecnologia ad aspirazione pneumatica per portare a termine attività manutentive ordinarie come nel caso della rimozione della scaglia di fonderia in eccesso durante le fermate programmate, accorciando i tempi di lavorazione e limitando l'ingresso di personale negli spazi confinati. La combinazione di queste migliorie genera una sostanziale riduzione dell'indice di rischio degli infortuni. I rischi sono prevalentemente legati al possibile contatto con superfici in temperatura, all'accesso in aree confinate scarsamente ventilate e con possibile presenza di gas venefici.

Nel settore petrolchimico, i materiali da rimuovere, spesso saldamente adesi alle superfici e coesi tra loro, sono più facilmente rimuovibili tramite la tecnologia ad aspirazione pneumatica.

Nel caso delle cementerie, la dispersione di polveri in atmosfera dovute alla rimozione dei materiali polverulenti tipicamente presenti al loro interno è notevolmente ridotta e i filtri di cui è dotato l'aspiratore pneumatico abbattano anche gli ultimi residui.

Infine, nel settore delle vetrerie, in tutti i casi relativi a nastri trasportatori sovraccarichi, vasche di raccolta, tramogge bloccate e silos compromessi, l'aspirazione pneumatica interviene in modo pulito e sicuro, riducendo le interferenze e i tempi di lavorazione, a tutto beneficio della sicurezza.

6.3.8 TECNICA DI ASPIRAZIONE ALL'INTERNO DI CANTIERI MINERARI E GALLERIE

Lo scavo di gallerie per mezzo di talpe si interrompe nel caso di malfunzionamenti della testa fresante, che rimane talvolta bloccata dai detriti. Rimuoverli con i metodi tradizionali comporta rischi per il personale e tragitti spesso particolarmente lunghi con mezzi di movimentazione a motore termico (con conseguente emissione di gas di scarico in luogo chiuso e confinato). La tecnologia dell'aspirazione pneumatica in questi casi è consigliata per veicolare all'esterno il materiale attraverso linee di aspirazione che possono superare anche i 150 metri di lunghezza; una volta installata la linea,

il personale ed il mezzo per l'aspirazione possono operare all'esterno della galleria, in completa sicurezza ed evitare la saturazione dello spazio confinato con gas di scarico.

6.3.9 TECNICA DI ASPIRAZIONE DI CEREALI, FARINE ED ALTRE DERRATE ALIMENTARI

Anche nel settore alimentare la movimentazione delle materie prime, lo sblocco dei serbatoi ostruiti, le manutenzioni periodiche degli impianti e i lavaggi delle superfici industriali presentano problematiche risolvibili in modo più sicuro ed efficace grazie alla tecnologia ad aspirazione pneumatica. Le uniche differenze con gli altri comparti industriali sono costituite dalle cautele igieniche e dai protocolli sanitari ai quali vanno sottoposte tutte le attrezzature che vengono a contatto con i materiali, dal momento che questi saranno destinati all'alimentazione, a partire dalla sterilizzazione delle vasche di contenimento degli allestimenti aspiranti e delle tubazioni che verranno utilizzate per le attività.

Una volta gestiti questi aspetti, anche nel campo alimentare si possono applicare le tecnologie ad aspirazione pneumatica, ad esempio per scremare differenti materiali (granaglie o cereali) erroneamente scaricati nella medesima area, eliminando notevolmente il contributo umano, con conseguente riduzione dei rischi e velocizzando le attività, rinunciando all'apporto dato dalle macchine a motore termico, con notevoli benefici per l'ambiente e per la salute delle persone.

6.3.10 TECNICA DI ASPIRAZIONE E LAVAGGIO DELLE SUPERFICI STRADALI TRAMITE BARRA AD ALTA PRESSIONE

La tecnologia ad aspirazione pneumatica opera in numerose applicazioni grazie ad una serie di appendici macchina, tra le quali troviamo la "barra ad alta pressione" (una barra di lavaggio in alta pressione e aspirazione). Grazie ad una serie di ugelli oscillanti sincronizzati e operanti con acqua in alta pressione, che colpisce la superficie da trattare, è possibile rimuovere lo sporco anche all'interno di fessure, caditoie e binari ferroviari, aspirando simultaneamente l'acqua spruzzata che viene poi convogliata all'interno del vano di raccolta dell'aspiratore pneumatico. Questa tecnologia permette di effettuare lavaggi in alta pressione ad alte prestazioni su vastissime superfici industriali, per rimuovere materiali particolarmente difficili da eliminare, incluse le miscele idrocarburiche, i carboni, le fibre di amianto e altri materiali pericolosi. Questa tecnologia consente di mantenere pulite e sicure le aree di scarico delle banchine portuali rimuovendo periodicamente granaglie, carboni e altre merci disperse durante le operazioni di carico e scarico. Allo stesso modo, i grandi stabilimenti industriali possono periodicamente ripristinare le condizioni originarie delle superfici stradali e dei piazzali interni, mantenendo igienizzate e sicure le aree percorse da mezzi e persone.



Figura 14 - Lavaggio banchine con barra ad alta pressione



Figura 15 - Lavaggio strade con barra ad alta pressione

6.3.11 TECNICA DI ASPIRAZIONE CONSERVATIVA DEI TERRENI DI ALLETTAMENTO DEGLI APPARATI RADICALI

Recentemente si è sperimentata con successo la tecnologia ad aspirazione pneumatica, in sinergia con l'utilizzo dell'aria compressa veicolata da lance appositamente progettate, nel campo della manutenzione del verde pubblico, con particolare riguardo al riposizionamento in sicurezza delle piante ad alto fusto, in occasione del rinnovo dell'arredo urbano all'interno del quale sono inserite.

L'aria compressa smuove il terreno all'interno del quale sono incorporati gli apparati radicali degli alberi, mentre la tecnologia ad aspirazione pneumatica asporta il terreno smosso e lo convoglia all'interno del vano di raccolta. Il terreno rimosso, una volta accumulato nelle adiacenze del cantiere, può essere vagliato e riposizionato al di sopra degli apparati radicali appena gli stessi sono stati riorganizzati e fissati con fittoni artificiali in metallo più in profondità, in previsione del ripristino dell'arredo urbano circostante, a completamento dell'intervento.

La tecnologia ad aspirazione pneumatica in questo caso presenta il fondamentale vantaggio di preservare l'integrità e quindi sopravvivenza della pianta, evitando di lesionarli e riducendo al minimo i tempi di esposizione all'aria degli apparati radicali stessi.



Figura 16, 17 e 18 - Aspirazione apparati radicali

7 CARATTERISTICHE DELLE TUBAZIONI UTILIZZATE

7.1 GENERALITÀ

Nei punti di seguito sono riportate le tipologie di tubazioni di normale utilizzo per la realizzazione di linee di aspirazione e si definiscono i criteri per l'identificazione univoca delle dimensioni e delle caratteristiche dei tubi oltre al loro ambito di applicazione in riferimento alla tecnica di aspirazione.

7.2 IDENTIFICAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI TUBI

Al fine della caratterizzazione univoca delle dimensioni e delle prestazioni meccaniche delle tubazioni impiegate, queste vengono identificate come di seguito.

7.2.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E MECCANICHE DEL TUBO

7.2.1.1 GEOMETRICHE

Diametro nominale DN mm

Diametro interno (min/max) mm

Diametro esterno (min/max) mm

Lunghezza elemento (singolo tubo)

7.2.1.2 MECCANICHE

Resistenza allo schiacciamento (kN/m²)

Resistenza alla deformazione anulare (kN/m²)

7.2.2 CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL MATERIALE DI COSTRUZIONE DEL TUBO

Peso specifico (kN/m³)

Resistenza alla trazione N/mm²

Resistenza alla compressione N/mm²

Modulo di elasticità al tempo T= 0 N/mm²

Modulo di elasticità a lungo periodo T = infinito N/mm²

Modulo di elasticità trasversale ν []

Temperatura limite di utilizzo t [°C]

Coefficiente di dilatazione termica $10^{-6} K^{-1}$

7.2.3 TIPOLOGIE DI TUBAZIONI

Sono riportate, di seguito, le tipologie di tubazioni di normale utilizzo nell'aspirazione pneumatica, in analogia ai contenuti della UNI EN 13476-3 e con particolare riguardo alla resistenza all'abrasione si deve fare riferimento alla UNI EN 295-3:

- tubazione in materiale plastico, nelle versioni monoparete (morbida o flessibile) e doppia parete (rigida), solitamente DN 200 o DN 250 (ma anche in altre dimensioni), in barre da 6

metri o rotoli da 25-30 metri, utilizzata per numerose tipologie di materiali. In alcuni casi può generare cariche elettrostatiche che vanno gestite in caso di ambienti classificati;

- tubazione in PVC rigido: tubazione in polivinilcloruro atossico in barre rigide utilizzata nel campo delle ristrutturazioni per l'alta resistenza al passaggio di detriti e calcinacci in materiale cementizio o roccioso;
- tubazione conduttiva: tubazione in materiale gommoso contenente strati interni di rinforzo, con la quale solitamente è realizzato il braccio della macchina aspirante. Può essere utilizzata come prolunga. È resistente all'abrasione conseguente alla sollecitazione meccanica dovuta al passaggio ad alta velocità di materiali solidi all'interno del tubo ed è intrinsecamente conduttiva;
- spirale poliuretano a base etere: tubazione ad alta resistenza migliorata, formata da una parete di poliuretano a base etere sostenuta da una spirale metallica interna.

7.3 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI GIUNZIONE

Sono riportate, di seguito, le tipologie di sistemi di giunzione di normale utilizzo nell'aspirazione pneumatica:

- manicotti: segmenti plastici di giunzione passiva tra barre di tubazione in plastica;
- fascette metalliche: segmenti metallici di giunzione attiva (leve regolabili) tra barre di tubazione in plastica; possono essere attrezzati per lo scarico a terra dell'energia elettrostatica.
- semigiunti flangiati: morsetti metallici di giunzione tra tubazioni spiralate poliuretano a base etere.

8 ATTREZZATURE ACCESSORIE

L'aspirazione dei materiali con tecnologie pneumatiche si traduce in molti casi nell'azione combinata di aria in alta pressione, utilizzata per disgregare materiali particolarmente coesi, e grande potenza di aspirazione per veicolare i materiali disgregati all'interno della cassa di raccolta, generalmente realizzata in una lega metallica¹ ad alta resistenza con la quale vengono realizzate anche le parti più soggette ad usura dei sistemi di aspirazione (quali ad esempio pescanti della proboscide, vano di carico, collettori), grazie a portate in aspirazione di oltre 45.000 metri cubi/ora.

Per sfruttare queste due grandi forze in modo efficiente e risolvere saltuari episodi di intasamento della linea di aspirazione, il veicolo dotato di allestimento pneumatico è altresì equipaggiato con una grande varietà di accessori, variabile da mezzo a mezzo in base alle specifiche necessità.

Per quanto riguarda l'aria emessa in alta pressione, ad esempio, sono disponibili lance e prolunghie per consentire all'operatore di dirigere in modo sicuro ed efficace l'aria nel punto preciso nel quale l'azione disgregante deve essere applicata.

¹ Tale lega metallica è la stessa con cui si fabbricano le pale per macchine movimento-terra.

Mezzi meccanici di base quali badili, punteruoli e spatole possono essere utili per rimuovere materiali incastrati all'interno della linea di aspirazione e ripristinarne l'efficienza; inoltre una serie di probes da installare all'inizio della linea aspirante direttamente al naso/pescante (quali prolunghe dentate) aumentano l'efficacia delle azioni di rimozione materiali.

Infine, proprio la possibilità di allungare di molti segmenti la linea di aspirazione, che consente di raggiungere punti anche molto lontani dal posizionamento del veicolo, suggerisce l'opportunità di portare al seguito un numero adeguato di raccordi metallici e plastici da interporre tra le varie barre di aspirazione. La scelta tra una tipologia di collegamento o l'altra è dettata dai diversi materiali nei quali le barre che costituiscono la linea di aspirazione possono essere realizzate, nonché dalle esigenze dettate nello specifico dal lavoro da realizzare. Ad esempio, barre realizzate in materiale plastico, collegate in piano, orizzontalmente, sono collegate da manicotti in materiale plastico, leggeri e veloci da sostituire, laddove la stessa linea realizzata verticalmente utilizza manicotti in metallo con doppia chiusura di sicurezza, per conferire alla linea verticale stabilità e eliminare il rischio che la stessa si scomponga in uno dei punti di collegamento a causa delle vibrazioni dovute al passaggio del materiale al suo interno.

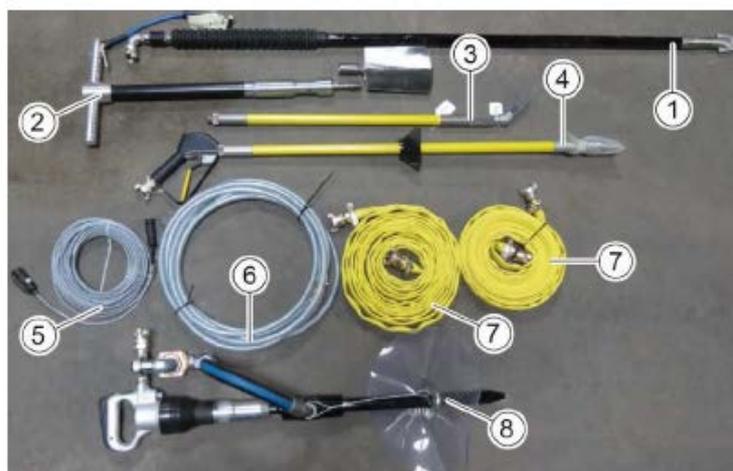


Figura 19 - Attrezzature accessorie

Elenco base delle attrezzature accessorie (a titolo esemplificativo e non esaustivo):

- 1) tubo pneumatico da soffiaggio isolato,
- 2) vanga pneumatica speciale con lama da 175mm,
- 3) prolunga per lancia pneumatica a soffiaggio,
- 4) lancia pneumatica da soffio da 1 pollice,
- 5) cavo di collegamento per il dispositivo di controllo remoto,
- 6) tubo pneumatico,
- 7) tubo pneumatico piatto da 1 pollice di 10 metri,

8) lancia per forzatura terreno.

9 SICUREZZA E AMBIENTE

Per le macchine ad aspirazione pneumatica ed i loro accessori è necessario effettuare un controllo periodico sulla sicurezza. In tal modo viene garantito l'utilizzo sicuro e senza limitazioni. Generalmente, la tecnica di aspirazione pneumatica è più eco-compatibile rispetto alle tradizionali tecniche di escavazione o rimozione materiali; tuttavia, se all'interno del sito viene riscontrata la presenza di terreno sensibile, occorre proteggere il suolo circostante da ulteriori contaminazioni ed impedire qualsiasi migrazione di contaminanti verso altre matrici. In generale, si deve poi prestare attenzione per evitare la contaminazione del terreno con oli e lubrificanti.

Tutte le macchine dotate di allestimento ad aspirazione pneumatica possono essere autorizzate al trasporto dei rifiuti pericolosi (in riferimento alla normativa ADR Direttiva 2008/68/CE, Decreto Legislativo n.35 del 27 gennaio 2010 e modifiche dal 2009 al 2020) contenenti materie delle seguenti classi:

- Classe 3: materie liquide infiammabili;
- Classe 4.1: materie solide infiammabili;
- Classe 5.1: materie comburenti;
- Classe 6.1: materie tossiche;
- Classe 6.2: materie ripugnanti e suscettibili di produrre infezioni;
- Classe 8: materie corrosive;
- Classe 9: materie e sostanze pericolose varie.

Per ogni specifica applicazione relativa alla singola classe di rischio che identifica il materiale da aspirare, deve essere preferibilmente valutata con l'allestitore per accertare la compatibilità dello specifico allestimento con il materiale che ci si accinge a gestire.

L'autorizzazione consente di portare direttamente a destino i materiali aspirati evitando un secondo carico da parte di automezzi autorizzati al trasporto dei rifiuti. L'autorizzazione è il culmine di un iter autorizzativo che consente, dopo il suo raggiungimento, di trasportare i materiali rimossi direttamente ad impianti autorizzati alla loro ricezione. Tali trasporti devono essere accompagnati da Formulario Identificativo del Rifiuto, così come qualsiasi altro veicolo autorizzato al loro trasporto.

Le macchine, nelle rispettive versioni ATEX, possono operare in Zona II e Zona I. Le versioni ATEX comprendono un rilevatore multigas montato a bordo macchina che inibisce le funzioni di aspirazione per sicurezza in caso di superamento delle concentrazioni soglia, un tubo del braccio di aspirazione realizzato in materiale antistatico e un sistema di scarico dell'energia elettrostatica dotato di spia idonea ad indicarne eventuali malfunzionamenti.

I sistemi di aspirazione soddisfano i requisiti della Legge n. 232 del 2016 ("Industria 4.0") rif. commi 184_194 articolo 1 della Legge n.160 del 27 dicembre 2019 e successive modifiche.

Le macchine ad aspirazione permettono la riduzione di personale nel luogo di lavoro.

NOTA Tale riduzione può agevolare il rispetto delle norme di legge e dei protocolli di prevenzione per il contenimento del rischio di contagio da Covid-19, quale il Decreto Legge 19 del 25 marzo 2020.

L'utilizzo di tutte le attrezzature deve essere sempre effettuato nel rispetto delle vigenti normative sulla sicurezza; in particolare, dal momento che la tecnologia si presta particolarmente ad interventi di manutenzione di infrastrutture interrato e indagini in ambienti classificati a rischio (gas o altri materiali pericolosi) le attività devono svolgersi obbligatoriamente nel rispetto delle prescrizioni di cui alla norma UNI 10576 relativa alla protezione delle tubazioni gas durante i lavori nel sottosuolo.

Le attività devono sempre essere svolte da personale formato e informato relativamente all'utilizzo della macchina e suoi rischi, nonché relativamente ai rischi insiti nella specifica attività da svolgere. Inoltre, nel caso di lavori di installazione e manutenzione su reti gas, acqua e fognatura è possibile procedere alle operazioni solo in presenza di un tecnico che ne conosca lo specifico contesto operativo, che deve restare in campo per la durata necessaria.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Rock Quality Designation (Deere, 1966; Coon & Merrit, 1970)
- [2] Rock Mass Rating (Bieniawski, 1973-1993)
- [3] Rock Tunnelling Quality Index (Barton et al, 1974)
- [4] Geological Strenght Index (Hoek, 1995)
- [5] Direttiva 2014/34/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 26 febbraio 2014, concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati a essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva (rifusione)
- [6] Presidenza Del Consiglio Dei Ministri - Dipartimento Delle Aree Urbane, Direttiva 3 marzo 1999 Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici
- [7] Direttiva 2006/42/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 17 maggio 2006, relativa alle macchine e che modifica la Direttiva 95/16/CE





Membro italiano ISO e CEN
www.uni.com
www.youtube.com/normeuni
www.twitter.com/normeuni
www.twitter.com/formazioneuni
www.linkedin.com/company/normeuni

Sede di Milano
Via Sannio, 2 - 20137 Milano
tel +39 02700241, Fax +39
0270024375, uni@uni.com

Sede di Roma
Via del Collegio Capranica, 4 - 00186 Roma
tel +39 0669923074, Fax +39 066991604,
uni.roma@uni.com