



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

**"VALUTAZIONE DI IMPATTO SULLA SALUTE –
CUNICOLO ESPLORATIVO DE LA MADDALENA"**

CUP C11J05000030001

RELAZIONE DI ATTIVITA': GENNAIO 2017

Prof. Enrico Pira

ID_VIP:1544. Cunicolo Esplorativo de La Maddalena in Comune di Chiomonte (TO) Verifica di Ottemperanza alla prescrizione n.63 della Delibera CIPE 86/2010.



1



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

EXECUTIVE SUMMARY.....	7
INTRODUZIONE.....	11
IL CANTIERE DE LA MADDALENA	177
COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DI MONITORAGGIO E RELATIVI INDICATORI DI QUALITA'.....	23
• Atmosfera.....	23
Inquinamento Atmosferico.....	23
Particolato.....	23
Metalli	26
Arsenico (As).....	26
Cadmio (Cd).....	27
Nichel (Ni).....	28
Piombo (Pb).....	299
Ossidi di zolfo (SOx).....	30
Ossidi di azoto (NOx).....	31
Ozono (O ₃)	32
Monossido di Carbonio (CO).....	34
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).....	35
Benzene	38
• Rumore.....	40
• Vibrazioni	43
• Radiazioni Ionizzanti	47
• Amianto.....	53
• Risorse idriche superficiali e sotterranee.....	57
ANALISI DEI DATI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE DEL CANTIERE DE LA MADDALENA	59
Modalità di monitoraggio e componenti ambientali.....	59
• Componente Atmosfera	59
Situazione metereologica	60
Particolato aerodisperso	61
Polveri Totali Sospese e Deposizioni	70
Qualità dell'aria.....	71
Componente Amianto.....	75
Amianto aerodisperso.....	75
Amianto nelle acque superficiali	78
Componente Rumore e Vibrazioni	79
Rumore Cantiere	79
Rumore Traffico.....	85
Vibrazioni.....	85
• Componente Radiazioni Ionizzanti	88
Radioattività naturale sulla matrice atmosfera	88
Radioattività naturale sulla risorse idriche.....	91
• Componente Risorse Idriche.....	94
Risorse idriche superficiali.....	100
DATI ANAGRAFICI E SANITARI.....	105
• Dati di mortalità: anni 2008-2010	105
• Dati di ricovero: anno 2011.....	112
• Dati di mortalità comunali	117
• Dati di ricovero comunali:	118
VALUTAZIONE.....	132
BIBLIOGRAFIA.....	135
ALLEGATO1.....	140
ALLEGATO2.....	141



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

EXECUTIVE SUMMARY.....	7
INTRODUZIONE.....	11
IL CANTIERE DE LA MADDALENA.....	17
COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DI MONITORAGGIO E RELATIVI INDICATORI DI QUALITA'.....	23
• Atmosfera.....	23
Inquinamento Atmosferico.....	23
Particolato.....	26
Metalli.....	26
Arsenico (As).....	27
Cadmio (Cd).....	28
Nichel (Ni).....	29
Piombo (Pb).....	30
Ossidi di zolfo (SOx).....	31
Ossidi di azoto (NOx).....	32
Ozono (O ₃).....	34
Monossido di Carbonio (CO).....	35
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).....	38
Benzene.....	40
• Rumore.....	43
• Vibrazioni.....	47
• Radiazioni Ionizzanti.....	53
• Amianto.....	57
• Risorse idriche superficiali e sotterranee.....	59
ANALISI DEI DATI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE DEL CANTIERE DE LA MADDALENA.....	59
Modalità di monitoraggio e componenti ambientali.....	59
• Componente Atmosfera.....	61
Situazione metereologica.....	62
Particolato aerodisperso.....	70
Polveri Totali Sospese e Deposizioni.....	71
Qualità dell'aria.....	75
Componente Amianto.....	75
Amianto aerodisperso.....	78
Amianto nelle acque superficiali.....	79
Componente Rumore e Vibrazioni.....	79
Rumore Cantiere.....	85
Rumore Traffico.....	85
Vibrazioni.....	88
• Componente Radiazioni Ionizzanti.....	88
Radioattività naturale sulla matrice atmosfera.....	91
Radioattività naturale sulla risorse idriche.....	94
• Componente Risorse idriche.....	100
Risorse idriche superficiali.....	105
DATI ANAGRAFICI E SANITARI.....	105
• Dati di mortalità: anni 2008-2010.....	112
• Dati di ricovero: anno 2011.....	117
• Dati di mortalità comunali.....	118
• Dati di ricovero comunali:.....	132
VALUTAZIONE.....	135
BIBLIOGRAFIA.....	140
ALLEGATO1.....	141
ALLEGATO2.....	141

 2



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1. Cronologia avanzamento scavi aggiornati a Dicembre 2016.....	18
Figura 2. Planimetria di avanzamento scavi aggiornata a Dicembre 2016.....	19
Figura 3. Estensione della rete di monitoraggio ambientale sul territorio.....	20
Figura 4. Distribuzione delle stazioni di monitoraggio sul territorio.....	21
Figura 5. Classificazione delle differenti varietà di asbesto.....	53
Figura 6. Grafico rappresentativo dell'andamento mensile dei rilevamenti per singola stazione nel corso del 2015. Limite normativo fissato a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	65
Figura 7. Numero di superamenti mensili della soglia di 24 ore di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, per stazione di monitoraggio nell'anno 2015. Il valore limite di superamenti consentito è di 35 superamenti/anno civile.....	66
Figura 8. PM10 Anno 2015, numero di superamenti limite giornaliero e valori medi annuali stazioni TELT confrontate con quelle della rete pubblica di Arpa in Val Susa e Torino (stazioni di fondo urbano).(fonte ARPA).....	67
Figura 9. Numero di superamenti mensili della soglia di 24 ore di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, per stazione di monitoraggio nell'anno 2016. Il valore limite di superamenti consentito è di 35 superamenti/anno civile.....	68
Figura 10. Grafico rappresentativo dell'andamento mensile dei rilevamenti per singola stazione nel corso del 2016. Limite normativo fissato a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	69
Figura 11. Rappresentazione grafica della media annuale della componente rumore per singola stazione di monitoraggio nel corso della fase <i>ante-operam</i> (anno 2012) e in corso d'opera (2015).	83
Figura 12. Rappresentazione grafica della media annuale della componente rumore per singola stazione di monitoraggio nel corso della fase <i>ante-operam</i> (anno 2012) e in corso d'opera (2016).	84
Figura 13. Mortalità in Piemonte negli anni 2008-2010 secondo il distretto di residenza. Uomini. Mortalità per il totale delle cause. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo distretto ed il valore regionale.....	107
Figura 14. Mortalità in Piemonte negli anni 2008-2010 secondo il distretto di residenza. Uomini. Mortalità per il totale dei tumori maligni. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo distretto ed il valore regionale.....	108



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Figura 15. Mortalità in Piemonte negli anni 2008-2010 secondo il distretto di residenza. Uomini. Mortalità per il tumore del polmone. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo distretto ed il valore regionale.....109

Figura 16. Mortalità in Piemonte negli anni 2008-2010 secondo il comune di residenza. Donne. Mortalità per malattie dell'apparato respiratorio. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore regionale.....110

Figura 17. Mortalità in Piemonte negli anni 2008-2010 secondo il comune di residenza. Donne. Mortalità per tumori dello stomaco. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore regionale.....111

Figura 18. Primi ricoveri in Piemonte nell'anno 2011 secondo il distretto di residenza. Donne. Ricoveri per il totale dei tumori. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo distretto ed il valore regionale.....113

Figura 19. Primi ricoveri in Piemonte nell'anno 2011 secondo il distretto di residenza. Donne. Ricoveri per malattie dell'apparato respiratorio. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo distretto ed il valore regionale.....114

Figura 20. Primi ricoveri in Piemonte nell'anno 2011 secondo il comune di residenza. Uomini. Ricoveri per il totale delle patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo distretto ed il valore regionale.....115

Figura 21. Primi ricoveri in Piemonte nell'anno 2011 secondo il comune di residenza. Uomini. Ricoveri per il totale dei tumori. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo distretto ed il valore regionale.....116

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1. Classificazione cancerogenicità degli IPA.....37

Tabella 2. Valori limite assoluti di emissione riferiti alle sorgenti fisse e mobili stabiliti dal DPCM 14/11/97 (art.2 e tabella B).....42

Tabella 3. Valori limite assoluti di immissione per l'ambiente esterno fissati dal DPCM 14/11/97 (art.3 e tabella C).....43

Tabella 4. Limite per le vibrazioni di livello costante o variabile (espressi in mm/s^2).....45

Tabella 5. Limiti per le vibrazioni impulsive (espressi in mm/s^2).....46



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Tabella 6. Classificazione delle Radiazioni Ionizzanti.....	47
Tabella 7. Effetti biologici e clinici delle Radiazioni Ionizzanti.....	48
Tabella 8. Composizione chimica delle varietà di asbesto.....	54
Tabella 9. Mortalità nei comuni di Chiomonte, Giaglione, Gravere e Susa, nel periodo 2000-2003 per alcune selezionate patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore provinciale, ed indicazione della significatività statistica.....	120
Tabella 10. Mortalità nei comuni di Chiomonte, Giaglione, Gravere e Susa, nel periodo 2000-2003 per alcune selezionate patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore provinciale, ed indicazione della significatività statistica.....	121
Tabella 11. Mortalità nei comuni di Chiomonte, Giaglione, Gravere e Susa, nel periodo 2008-2011 per alcune selezionate patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore provinciale, ed indicazione della significatività statistica.....	122
Tabella 12. Mortalità nei comuni di Chiomonte, Giaglione, Gravere e Susa, nel periodo 2008-2011 per alcune selezionate patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore provinciale, ed indicazione della significatività statistica.....	123
Tabella 13. Mortalità nei comuni di Chiomonte, Giaglione, Gravere e Susa, nel periodo 2012-2013 per alcune selezionate patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore provinciale, ed indicazione della significatività statistica.....	124
Tabella 14. Mortalità nei comuni di Chiomonte, Giaglione, Gravere e Susa, nel periodo 2012-2013 per alcune selezionate patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore provinciale, ed indicazione della significatività statistica.....	125
Tabella 15. Ricoveri nei comuni di Chiomonte, Giaglione, Gravere e Susa, nel periodo 2001-2005 per alcune selezionate patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore provinciale, ed indicazione della significatività statistica.....	126
Tabella 16. Ricoveri nei comuni di Chiomonte, Giaglione, Gravere e Susa, nel periodo 2001-2005 per alcune selezionate patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore provinciale, ed indicazione della significatività statistica.....	127
Tabella 17. Ricoveri nei comuni di Chiomonte, Giaglione, Gravere e Susa, nel periodo 2008-2012 per alcune selezionate patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore provinciale, ed indicazione della significatività statistica.....	128
Tabella 18. Ricoveri nei comuni di Chiomonte, Giaglione, Gravere e Susa, nel periodo 2008-2012 per alcune selezionate patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore provinciale, ed indicazione della significatività statistica.....	129



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Tabella 19. Ricoveri nei comuni di Chiomonte, Giaglione, Gravere e Susa, nel periodo 2013-2014 per alcune selezionate patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore provinciale, ed indicazione della significatività statistica.....130

Tabella 20. Ricoveri nei comuni di Chiomonte, Giaglione, Gravere e Susa, nel periodo 2013-2014 per alcune selezionate patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore provinciale, ed indicazione della significatività statistica.....131

Tabella 21. Principali serie di misure del Monitoraggio Ambientale132

INDICE DEGLI ELABORATI DI RIFERIMENTO

Piano di Monitoraggio Ambientale Sez. A Relazione Generale del PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Piano di Monitoraggio Ambientale Sez. B Progetto Esecutivo di Monitoraggio Ambientale – Schede di sintesi delle Attività di Monitoraggio e relativi allegati tecnici e metodologici di dettaglio
Relazione

Nuova Linea ad Alta Velocità Lione-Torino Cunicolo esplorativo L a Maddalena Monitoraggio Ambientale della Fase Realizzativa- Rapporto annuale 2013

Nuova Linea ad Alta Velocità Lione-Torino Cunicolo esplorativo L a Maddalena Monitoraggio Ambientale della Fase Realizzativa- Rapporto annuale 2014

Nuova Linea ad Alta Velocità Lione-Torino Cunicolo esplorativo L a Maddalena Monitoraggio Ambientale della Fase Realizzativa- Rapporto annuale 2015

Nuova Linea ad Alta Velocità Lione-Torino Cunicolo esplorativo L a Maddalena Monitoraggio Ambientale della Fase Realizzativa- Rapporto annuale 2016

Report Mensili Ambientali TELT

Report ARPA di Valutazione dati del Monitoraggio Ambientale (fase di corso d'opera) del Progetto Nuovo collegamento ferroviario Torino Lione - Cunicolo esplorativo La Maddalena
Disponibili sul sito. <http://www.arpa.piemonte.gov.it/>



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

EXECUTIVE SUMMARY

A seguito di stipula di rapporto convenzionale fra l'Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze della Sanità Pubblica e Pediatriche, e la Società LTF (ora TELT) è stato definito un progetto di collaborazione dal titolo "Valutazione di impatto sulla salute: galleria geognostica della Maddalena". La relazione che segue documenta le attività condotte fino a dicembre 2016.

Dopo aver brevemente descritto le caratteristiche del cantiere de La Maddalena vengono approfondite le principali componenti ambientali individuate di interesse al fine della tutela della salute della popolazione (atmosfera, rumore e vibrazioni, amianto, radiazioni ionizzanti, risorse idriche) e per esse i relativi indicatori di qualità. Per ciascuno di loro (componente o indicatore) è stata redatta una scheda relativa a ogni potenziale effetto sulla salute ad essi riferibile, indicando i livelli noti, desunti dalla letteratura, sui limiti definiti per la popolazione generale come soglia di non effetto.

L'attività condotta nel progetto di collaborazione ha riguardato inoltre sia l'esame dei dati relativi alle componenti ambientali monitorate secondo quanto previsto nel Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) nelle aree di potenziale impatto del cantiere al fine di individuare eventuali modificazioni delle condizioni preesistenti in grado di determinare un'alterazione dello stato di salute della popolazione, sia la raccolta di dati su eventi sanitari al fine di definire lo stato di salute *ante-operam* della popolazione residente nei Comuni limitrofi al cantiere.

Sono stati analizzati i dati di monitoraggio ambientale sulle operazioni di scavo del cunicolo esplorativo de La Maddalena, con particolare riferimento alla situazione esterna al cantiere, sia su campionamenti condotti *ante-operam* in modo sistematico dal gennaio al dicembre 2012, sia in corso d'opera dal gennaio 2013 ad oggi, con oltre 40.000 misure delle quali 2290 per la componente amianto, oltre 30.000 per quanto riguarda PM 2.5/10, 611 per la componente rumore (rumore cantiere e rumore traffico), 97 rilievi per le vibrazioni, oltre 600 per quanto riguarda le emissioni di particelle α e oltre 600 per le particelle β , 121 per l'attività γ , ed infine 1388 misure per le concentrazioni di Gas Radon.

 7



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Per la componente atmosfera la situazione in corso d'opera risulta sovrapponibile alla situazione *ante-operam*. Per il particolato aerodisperso solo nella stazione di rilevamento A5.4-Frazione La Maddalena sono stati registrati, nel corso del 2013, 50 superamenti del valore limite di 50 µg/m³, rispetto ai 35 consentiti dalla norma per gli ambienti di vita, mentre negli altri punti di campionamento non è stato raggiunto il numero complessivo di "sforamenti" annuali previsto dalla normativa e nel complesso le concentrazioni medie annuali della fase di cantiere sono state sostanzialmente sovrapponibili alle concentrazioni medie rilevate nella fase *ante-operam* sulle medesime stazioni di monitoraggio. In tutte le campagne non si sono registrati, per gli inquinanti che monitorano la qualità dell'aria (CO, SO₂, NO_x, NO₂, Benzene, Ozono), significativi scostamenti dalle concentrazioni ambientali né rispetto alle soglie ambientali di legge né rispetto alla situazione *ante-operam*.

Per quanto riguarda l'amianto si segnala un solo, minimo, superamento del valore limite consigliato per la qualità dell'aria nelle città europee per tutela della popolazione (WHO 2006 Air quality guidelines), in data 23/01/2014 comunque contenuto entro le 2 ff/L che è il valore limite per la restituibilità dei siti contaminati.

Per l'indicatore rumore cantiere sono stati registrati presso alcune stazioni dei superamenti diurni e notturni dei limiti fissati dalle autorità locali in base alle disposizioni del DPCM 14/11/1997, differenziati in base alla zona di appartenenza. Tali superamenti risultano attribuibili sostanzialmente ad immissioni acustiche da fonti antropiche e ambientali della zona. Dalle indagini condotte è risultato inoltre che una quota dei livelli acustici registrati in uno dei punti recettori del monitoraggio (A5.23- Borgata Clarea) sia da attribuire alle lavorazioni del cantiere anche, in particolare per l'utilizzo del nastro trasportatore per la movimentazione dello smarino dal fronte di scavo alle piazzole di deposito temporaneo, per cui sono state attuate tutte le possibili insonorizzazioni dell'impianto.

E' stato inoltre monitorato l'indicatore rumore traffico e non si sono evidenziati scostamenti, durante la fase di cantiere, rispetto ai valori registrati nella fase *ante-operam*.

Il monitoraggio delle vibrazioni non ha rilevato superamenti sia delle soglie limite stabilite per le abitazioni dalla normativa UNI 9614 per la misura delle vibrazioni negli edifici e la valutazione del disturbo, sia dei valori limite disposti dalla normativa UNI 9916 per edifici residenziali e costruzioni simili, né durante il corso degli anni 2014 e 2015, né in questo 2016. Durante una particolare attività di scavo del cunicolo con martellone e lavorazioni di consolidamento del terreno

 8



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

sull'area del sito di deponia si è registrato nel 2013 un lieve superamento della soglia riferita al periodo diurno per le abitazioni. Non si configura quindi globalmente una situazione di criticità per la salute della popolazione.

Con riferimento al monitoraggio delle radiazioni ionizzanti, negli anni 2014 e 2015 e nel 2016 non si sono riscontrati superamenti dei livelli di attenzione ambientale stabiliti nel PMA per l'emissione di particelle α e β . Analogamente, i valori rilevati per l'attività γ sono sempre risultati ampiamente inferiori ai valori stabiliti. I valori medi delle concentrazioni di Radon nel corso degli anni 2013-2014 si sono ampiamente attestati al di sotto del livello di attenzione ambientale stabilito nel PMA. Ciò ha portato alla sospensione del monitoraggio del Radon (con il parere favorevole degli Enti di controllo) nell'anno 2015.

Dal monitoraggio delle acque superficiali e sotterranee non si sono evidenziati particolari scostamenti da quella che era stata la caratterizzazione iniziale in fase *ante-operam*.

Il complesso dei dati esaminati è, al momento, indicativo di una situazione (per quanto riguarda i potenziali effetti sulla salute della popolazione) invariata per quanto riguarda i livelli di qualità delle componenti ambientali monitorate, le quali risultano non modificate rispetto alla fase *ante-operam*, con dati relativi a tali componenti e agli indicatori di qualità che risultano nella maggioranza dei casi contenuti entro i limiti proposti dalla Comunità Scientifica e verificati dagli Enti di Controllo preposti.

Parallelamente alla valutazione dei dati relativi agli indicatori di qualità per le differenti componenti ambientali, è proceduta la raccolta dei dati sanitari per la definizione dello stato di salute *ante-operam* della popolazione potenzialmente coinvolta.

In proposito, sono state condotte attività prevalentemente tese alla identificazione dei dati anagrafici e sanitari disponibili e a definire il contesto generale (Regione Piemonte, Provincia di Torino, Distretto di Susa) in cui l'opera si inserisce. A titolo esemplificativo vengono presentati alcuni dati di mortalità e di ricovero pubblicati dall'Osservatorio Epidemiologico Regionale, nonché i dati di mortalità (per i periodi 2000-2003, 2008-2011 e 2012-2013, ultimi dati completi disponibili) e di ricovero (per i periodi 2001-2005, 2008-2012 e 2013-2014, ultimi dati completi disponibili) a livello comunale messi a disposizione dalla ASL e dal Centro DoRS.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Da tali dati, complessivamente, si ricava come nel contesto Regionale, l'area di interesse riguardante i Comuni potenzialmente coinvolti dall'opera presenti una variazione degli indicatori di rischio di mortalità che rientra all'interno di quella che può essere definita come la naturale variabilità statistica del panorama di rischio regionale, e i tassi di ricovero nella fase *ante-operam* non appaiono aumentati rispetto al tasso di riferimento regionale.

Per quanto riguarda i dati a livello comunale, l'occorrenza sporadica (o assenza) di qualche caso di patologia può essere sufficiente a generare indicatori di rischio relativo elevati (o, per converso, assenza di rischi) che possono risultare anche statisticamente significativi, ma l'interpretazione di questi risultati, in senso positivo o negativo, risente della scarsa base statistica dovuta al limitato numero di cittadini residenti nei comuni maggiormente interessati dall'opera. La mancanza di consistenza e ricorrenza di tali eccessi (o difetti) di rischio per Comune, per periodo, per sesso, oltre che per patologia, rende difficile una interpretazione dei dati in correlazione con le variabili ambientali rilevate, ma non è indicativa, al momento, di una situazione che richieda una particolare attenzione per il periodo esaminato, sia per quanto riguarda la situazione di partenza *ante-operam*, sia per la fase di corso d'opera fin qui monitorata. Merita comunque attenzione nel prossimo biennio il dato di mortalità per il totale dei tumori nei soli maschi osservato a Susa (eccesso però non presente né nelle femmine, né nei ricoveri di entrambi i sessi, nello stesso biennio).

In questo contesto di variabilità assai elevata (per periodo, sesso, territorio, patologia) non sono proponibili interpretazioni basate su criteri di certezza, anche per il breve periodo di osservazione dell'opera in corso (un solo anno per la mortalità e due soli anni per i ricoveri), e diventa quindi indispensabile continuare nei successivi bienni il monitoraggio dei dati sanitari.

I dati raccolti relativi agli eventi sanitari per effetti sia a breve sia a lungo termine costituiscono poi la base per il confronto con i dati che saranno progressivamente acquisiti dalle stesse fonti informative istituzionali a seguito della realizzazione dell'opera.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

INTRODUZIONE

A seguito di stipula di rapporto convenzionale fra l'Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze della Sanità Pubblica e Pediatriche, e la Società LTF (ora TELT) è stato definito un progetto di collaborazione dal titolo "Valutazione di impatto sulla salute: galleria geognostica della Maddalena".

Tale progetto prevede una serie di attività, dettagliatamente indicate nell'Allegato A della convenzione, quali: raccolta e catalogazione dei materiali quali disposizioni legislative, piani e programmi inerenti il settore e l'investimento; raccolta delle informazioni preliminari circa il progetto e suo inquadramento rispetto al sistema di area vasta; individuazione e caratterizzazione degli indicatori di qualità delle componenti ambientali e loro scansione temporale nelle diverse fasi dell'opera (*ante-operam*, fase di cantiere, fase di esercizio); individuazione e quantificazione dei fattori fisici e chimici prodotti ed esame della letteratura sulla esposizione; identificazione dell'area allo studio, della popolazione coinvolta ed eventuali sottopopolazioni sensibili, caratterizzazione del profilo della popolazione; individuazione degli effetti potenziali sulla salute causati/associati ai fattori fisici e chimici precedentemente identificati con esame della letteratura sugli effetti della salute; individuazione dei determinanti di salute da considerare e studio della letteratura; valutazione dello stato della popolazione *ante-operam*, eventuale elaborazione dei dati raccolti e definizione di ulteriori dati da raccogliere; stima di eventi critici sulla salute della popolazione coinvolta nella fase di cantiere attraverso l'applicazione degli approcci tossicologico ed epidemiologico e quantificazione degli eventi attesi; ripetizione dei procedimenti per la fase di esercizio con quantificazione degli eventi attesi a breve e lungo termine; individuazione di misure correttive, di mitigazione, di miglioramento, con riferimento agli effetti sulla salute; specificatamente per le varie fasi dell'opera; indicazioni per il monitoraggio dei fattori di pressione/esposizione nelle varie fasi, indicazioni per il monitoraggio dello stato di salute nelle varie fasi, indicazioni per il monitoraggio dei determinanti dello stato di salute nelle varie fasi, confronto tra i valori predetti e i valori osservati nelle varie fasi ed eventuali proposte di intervento, dettagliatamente indicate nell'Allegato A della convenzione, cui si rimanda.

Il cronoprogramma è stato definito con le seguenti tempistiche:

- Febbraio 2015: stipula della convenzione

 11



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

- Marzo 2015: incontro pubblico nei locali del sito per discussione dell'iniziativa con tutte le parti pubbliche e private coinvolte nella realizzazione dell'opera. In particolare hanno contribuito all'incontro rappresentanti dell'Azienda Sanitaria Locale, dell'ARPA Piemonte, e personale tecnico che su incarico di TELT, e sotto controllo degli Enti Pubblici, si occupa dell'esecuzione del monitoraggio ambientale, nonché Sindaci dei comuni coinvolti nell'opera e loro rappresentanti. Nel corso della riunione il personale tecnico di TELT ha illustrato la situazione di avanzamento degli scavi del cunicolo esplorativo, le metodiche del sistema di monitoraggio interno ed esterno al cantiere e loro risultati. A seguire ARPA Piemonte ha illustrato l'analisi sui dati di monitoraggio dell'Azienda con presentazione dei propri report periodici, accompagnati da eventuali approfondimenti ove necessari, e il sistema di campionamento in parallelo effettuato da ARPA. Un rappresentante dell'Azienda Sanitaria Locale ha poi illustrato il lavoro di vigilanza per la prevenzione e sicurezza negli ambienti di lavoro, tramite sopralluoghi ispettivi nel sito e monitoraggio. Infine l'Università di Torino ha presentato il proprio percorso di lavoro per l'elaborazione di una VIS, illustrando il contesto normativo di riferimento che ha portato alla stipula della convenzione tra l'Azienda e l'Università di Torino, e le varie fasi metodologiche di studio.
- Giugno 2015: prima relazione di attività da parte dell'Università di Torino. Alla presentazione hanno partecipato i Sindaci di Chiomonte e Giaglione, e personale tecnico che, su incarico dell'Azienda, e sotto controllo degli Enti Pubblici, si occupa delle campagne di misura. In particolare si sono affrontati e discussi i seguenti temi: presentazione del gruppo di lavoro VIS dell'Università di Torino; illustrazione in dettaglio delle modalità di studio ed analisi; discussione preliminare dei dati disponibili; presentazione del lavoro di descrizione dei fattori fisici e chimici connessi alle attività di cantiere e loro potenziali effetti sulla salute, valori limite per ambienti di vita e di lavoro; descrizione e analisi dei dati sanitari reperiti sui siti istituzionali della Regione Piemonte: illustrazioni delle fonti utilizzate, approfondimento sui dati sanitari *ante-operam*; prospetto delle attività da svolgere nei mesi successivi; constatazione della necessità di costituzione di un gruppo di lavoro di supporto all'attività scientifica dell'Università di Torino, composta da "esperti del territorio" da individuare a discrezione dei Sindaci dei comuni interessati e dell'Azienda Sanitaria Locale e, se possibile, da un membro dell'ARPA Piemonte.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

- Novembre 2015: seconda relazione semestrale di attività. Hanno partecipato all'incontro rappresentanti dell'Arpa Piemonte, e personale tecnico che su incarico di TELT, e sotto controllo degli Enti Pubblici, si occupa dell'esecuzione del Monitoraggio Ambientale, nonché i Sindaci dei comuni coinvolti nell'opera e loro rappresentanti, un rappresentante dell'assessorato ai trasporti della Regione Piemonte, rappresentanti delle Forze dell'Ordine, un rappresentante del commissario di governo. Durante l'incontro si sono affrontati e discussi i seguenti temi: presentazione della relazione annuale del gruppo di lavoro VIS dell'Università di Torino; illustrazione dell'analisi dei dati di monitoraggio ambientale sulle operazioni di scavo de cunicolo esplorativo de La Maddalena, e valutazioni complessive dei dati esaminati; loro confronto con la fase *ante-operam*; presentazione preliminare dei dati sanitari attualmente disponibili e reperiti presso l'ASL di competenza. A seguito della riunione è stata definita la composizione del gruppo di esperti locali (riportata in Allegato) quali conoscitori delle diverse realtà del territorio di interesse in accordo con le Linee Guida Regionali. Un rappresentante nominato da ARPA Piemonte potrà partecipare come osservatore esterno alle riunioni collegiali fra gruppo di lavoro dell'Università di Torino e gruppo degli esperti locali.

In allegato 2 sono compresi i certificati di accreditamento dell'Ente Italiano di Accreditamento (ACCREDIA) delle società incaricate da TELT per l'esecuzione del Monitoraggio Ambientale, rappresentate dal Raggruppamento di Imprese THEOLAB spa, , GEO ENGINEERING srl, di cui EDF-Fenice spa è capogruppo, il certificato di qualificazione del Laboratorio SCU di Tossicologia ed Epidemiologia Industriale che effettua la determinazione quali-quantitativa delle fibre di amianto, il Piano di Assicurazione della Qualità di THEOLAB spa e il Manuale della Qualità della divisione ambiente di EDF -Fenice spa.

- Luglio 2016: terza relazione semestrale. Analisi dei dati sanitari. Incontro di aggiornamento sulle attività in corso per la VIS del Cunicolo Esplorativo de La Maddalena, con particolare riferimento ai dati di esposizione e ai dati sanitari disponibili, svoltosi presso il Presidio Ospedaliero CTO, sezione di Medicina del Lavoro dell'Università di Torino, a cui hanno partecipato un rappresentante dell'Arpa Piemonte, personale tecnico dell'Azienda, un rappresentante dello SPRESAL Asl TO3, il commissario di governo e un suo rappresentate, rappresentanti dei comuni coinvolti nell'opera. Durante l'incontro si sono affrontati e



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

discussi i seguenti temi: presentazione e commento generale con il Comitato di Esperti della relazione semestrale, descrizione e analisi dei dati sanitari reperiti sui siti istituzionali della Regione Piemonte, discussione delle più opportune metodiche di comunicazione al pubblico dei documenti presentati, necessità di produrre un documento unico, per eventuale pubblicazione, su tutto il lavoro svolto dall'Università di Torino, necessità di estendere l'attività di monitoraggio e VIS anche all'opera principale, e annuncio di un futuro ridisegno del progetto principale, con conseguenti eventuali modifiche delle aree interessate per l'analisi dei dati sanitari.

- Dicembre 2016: quarta relazione semestrale.
- Giugno 2017: Stime di impatto, relazione finale.

Il modello generale di riferimento per la valutazione di impatto sulla salute delle attività inerenti la costruzione della cunicolo esplorativo de La Maddalena si basa su un percorso suddiviso in tre fasi:

- Screening
- Scoping
- Assessment

Nella fase di Screening è stato costituito un gruppo di lavoro che comprende esperti nei settori della Tossicologia, della Medicina del Lavoro e della Epidemiologia, coordinato dal Prof. Enrico Pira. In particolare il gruppo è costituito da un Professore ordinario di Medicina del Lavoro, responsabile scientifico della convenzione e coordinatore del gruppo, da un Professore associato di Medicina del Lavoro, esperto in tossicologia, da un esperto in epidemiologia e in valutazione dell'impatto sulla salute, da una biologa esperta in campionamenti ambientali e successiva analisi in microscopia elettronica per la determinazione di polveri e fibre, da un assegnista di ricerca laureata in Medicina e Chirurgia e specialista in Medicina del Lavoro, e da una laureata in Medicina e Chirurgia specializzanda in Medicina del Lavoro.

Definite le modalità operative per l'individuazione delle tipologie di impatto che, nell'opera in esame, riguardano effetti sia a breve sia a lungo termine, diretti e indiretti, è stata avviata la raccolta



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

delle informazioni essenziali ed indispensabili per la realizzazione del mandato, con particolare riferimento all'ubicazione, costruzione, esercizio del cantiere, smantellamento del cantiere, ripristino del sito.

Le modalità operative sono state definite tenendo conto delle indicazioni fornite dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA) nel rapporto del 08.05.2014 (Valutazione di Impatto sulla salute, TAV Torino-Lione, tratta internazionale. Cunicolo La Maddalena. Espressione parere.) nel quale vengono indicati alcuni elementi relativamente alle fasi di Screening, di Scoping, e di Assessment della VIS, quali: costituzione di un gruppo di lavoro misto composto da esperti e da conoscitori diretti della realtà locale, condivisione della metodologia di approccio (compresi gli obiettivi di tutela della salute) con Enti di controllo e con la popolazione interessata (comuni, gruppi maggiormente rappresentativi); revisione scientifica delle evidenze degli effetti sulla salute dei progetti simili; definizione dell'estensione dell'area per la valutazione dell'impatto sanitario; profilazione della popolazione e valutazione del suo stato di salute comprese le fasce più suscettibili; stima quali-quantitativa degli effetti sullo stato di salute della popolazione sia nel breve che nel lungo termine.

La fase di Scoping si basa sull'identificazione degli obiettivi di tutela della salute e della metodologia da adottare per raggiungere gli scopi prefissati. Obiettivi e metodologia operativa sono stati condotti sulla base delle attività di misura ed analisi poste in essere alla data di stipula della Convenzione, confrontando i dati resi disponibili da TELT e verificati dagli Enti di Controllo Regionale. A seguito della presentazione di questo primo rapporto di attività e del confronto con le parti coinvolte nel progetto, la metodologia e lo sviluppo delle attività future saranno condivise con gli Enti di controllo e con il gruppo di lavoro di supporto all'attività scientifica dell'Università di Torino, composta da "esperti del territorio" individuati a discrezione dei Sindaci dei comuni interessati e dell'Azienda Sanitaria Locale, non appena sarà costituito.

La fase di Assessment è complessa e si compone di momenti differenti che muovono dalla caratterizzazione delle componenti ambientali e dei relativi indicatori di qualità, mediante un'analisi accurata della letteratura. All'analisi generale segue la loro quantificazione nel tempo e nello spazio, in particolar modo in riferimento ai potenziali effetti descritti in letteratura.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Riguardo alla tipologia di impatto sono pertanto considerati gli effetti di inquinanti che potrebbero determinare alterazioni dello stato di salute sia nel breve sia nel lungo periodo, con modalità di azione diretta o mediata. Si tratta quindi di comprendere se le attività connesse all'opera possano modificare sostanzialmente le condizioni preesistenti nel sito e nelle aree limitrofe, ricercando e quantificando la presenza di eventuali inquinanti che possano essere associati, sui dati di letteratura, alla tipologia dell'opera, definendo le concentrazioni cui possono essere associati effetti avversi sullo stato di salute.



IL CANTIERE DE LA MADDALENA

Il cunicolo esplorativo de La Maddalena è realizzato nel contesto del progetto di costruzione del nuovo collegamento ferroviario Torino-Lione. La realizzazione del tunnel geognostico de La Maddalena è volta, in fase preliminare, a conoscere meglio la struttura geologica del massiccio che verrà attraversato dal tunnel di base e, nella fase successiva di costruzione dello stesso, per accedere ai cantieri sotterranei del tunnel di base. Nella fase di esercizio della linea ferroviaria l'opera realizzata avrà diverse funzioni quali quella di accesso per manutenzione e di eventuale via di transito di mezzi di soccorso.

La lunghezza complessiva del tunnel geognostico sarà di circa 7000 metri, con un diametro di 6,30 metri ed attraverserà, secondo le prospezioni, due principali zone geologiche: quella Piemontese, con presenza di calcescisti e carnirole, e quella Brianzonese del massiccio d'Ambin con presenza di micascisti e gneiss.

Il cantiere insiste sul territorio del comune di Chiomonte ed è compreso fra il torrente Clarea, la strada dell'Avanà e la strada delle Gallie, collocandosi alla base della Val Clarea.

Le attività sono state suddivise essenzialmente nelle seguenti macrofasi:

- **Fase 1:** sistemazione aree di cantiere, scotico del terreno vegetale, formazione piani di lavoro, Bonifica Ordigni Bellici, indagini archeologiche;
- **Fase 2:** formazione di barriere paramassi e opere di presidio all'imbocco del cunicolo;
- **Fase 3:** scavo dell'imbocco e del tratto di galleria naturale realizzata in DBM;
- **Fase 4:** montaggio in piazzale antistante l'imbocco della TBM;
- **Fase 5:** scavo mediante TBM;
- **Fase 6:** smontaggio della TBM, smobilitazione del cantiere e ripristini ambientali.

Le attività hanno avuto inizio nell'aprile 2012 con la presa in consegna del sito e l'allestimento della base del cantiere; le macrofasi 1 e 2, sono state individuate come fasi ad impatto trascurabile secondo quanto emerso dallo Studio di Impatto Ambientale (SIA). Le operazioni di scavo sono invece iniziate nel gennaio 2013 con le ultime metodologie tradizionali quali escavatore e martello demolitore con cui sono stati realizzati circa 240 metri della tratta (fase 3). Questa fase si è conclusa nel luglio 2013. Nei mesi successivi è stata montata una fresa TBM aperta con grippers, dotata di sistemi di sondaggio in itinere in grado di fornire informazioni sulla qualità della roccia e sull'eventuale presenza di acqua (fase 4). Completata la fase di montaggio nell'ottobre 2013 è



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

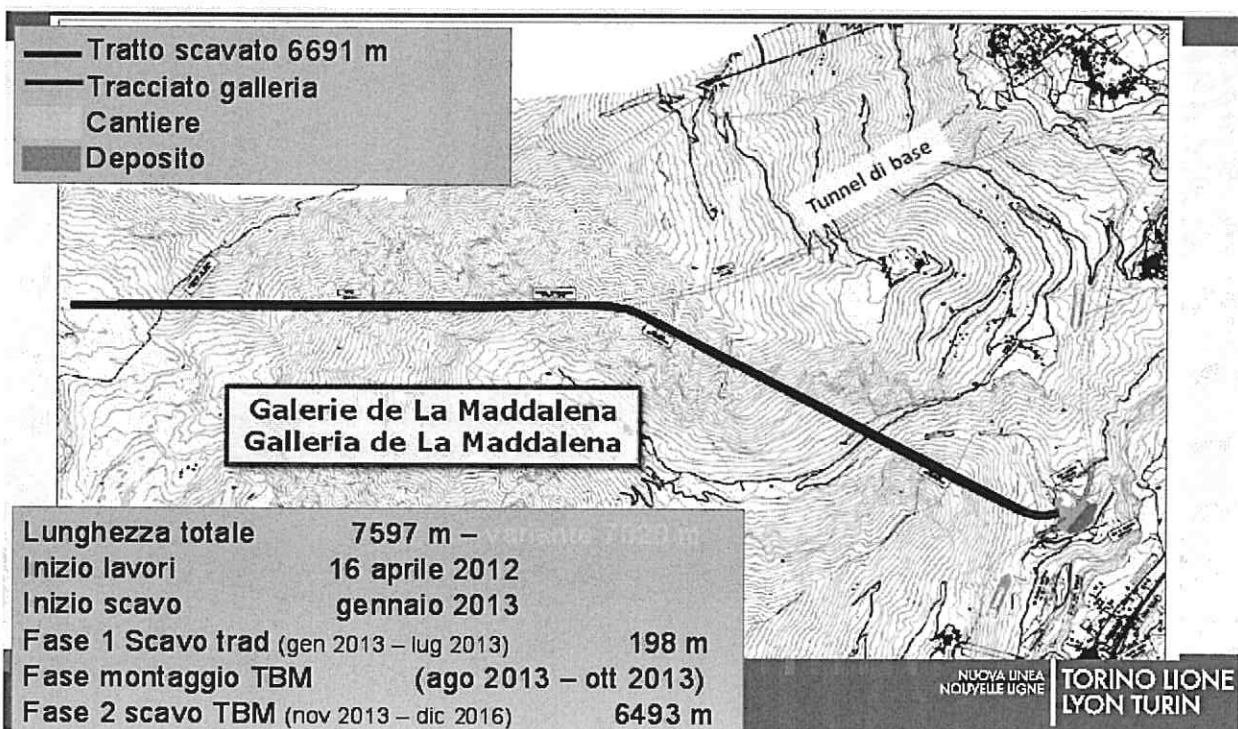
iniziata, nel novembre 2013 la fase dello scavo mediante fresa TBM (fase 5). Le macrofasi 3,4,5 e 6 sono state individuate, in considerazione della tipologia e dell'inquadramento territoriale delle opere in progetto e da quanto emerge dallo SIA, come lavorazioni ad impatto potenziale sulle diverse componenti ambientali (in particolare atmosfera, ambiente idrico, clima acustico e vibrazioni). Inoltre viste le peculiari caratteristiche della macrofase 3 (scavo in DBM) caratterizzata da una attività di cantiere estremamente ridotta le modalità operative del Monitoraggio Ambientale sono state differenziate e distinte in :

- **Fase 1:** assetto operativo per scavo in DBM;
- **Fase 2:** assetto operativo per scavo meccanizzato (TBM);
- **Fase 3:** assetto operativo a conclusione scavo.

La descrizione e analisi del monitoraggio previsto dal PMA, di seguito riportata, è da riferirsi alla fase 2 (scavo meccanizzato TBM). Per la fase 1 (scavo in DBM) sono stati introdotti gli opportuni adeguamenti con riduzioni spazio-temporali in relazione all'effettivo livello di attività del cantiere.

La cronologia degli eventi è riassunta nella Figura 1 in cui sono riportate le diverse fasi di avvio dell'opera e lo stato degli avanzamenti dello scavo a Dicembre 2016.

Figura 1. Cronologia avanzamento scavi aggiornati a Dicembre 2016.

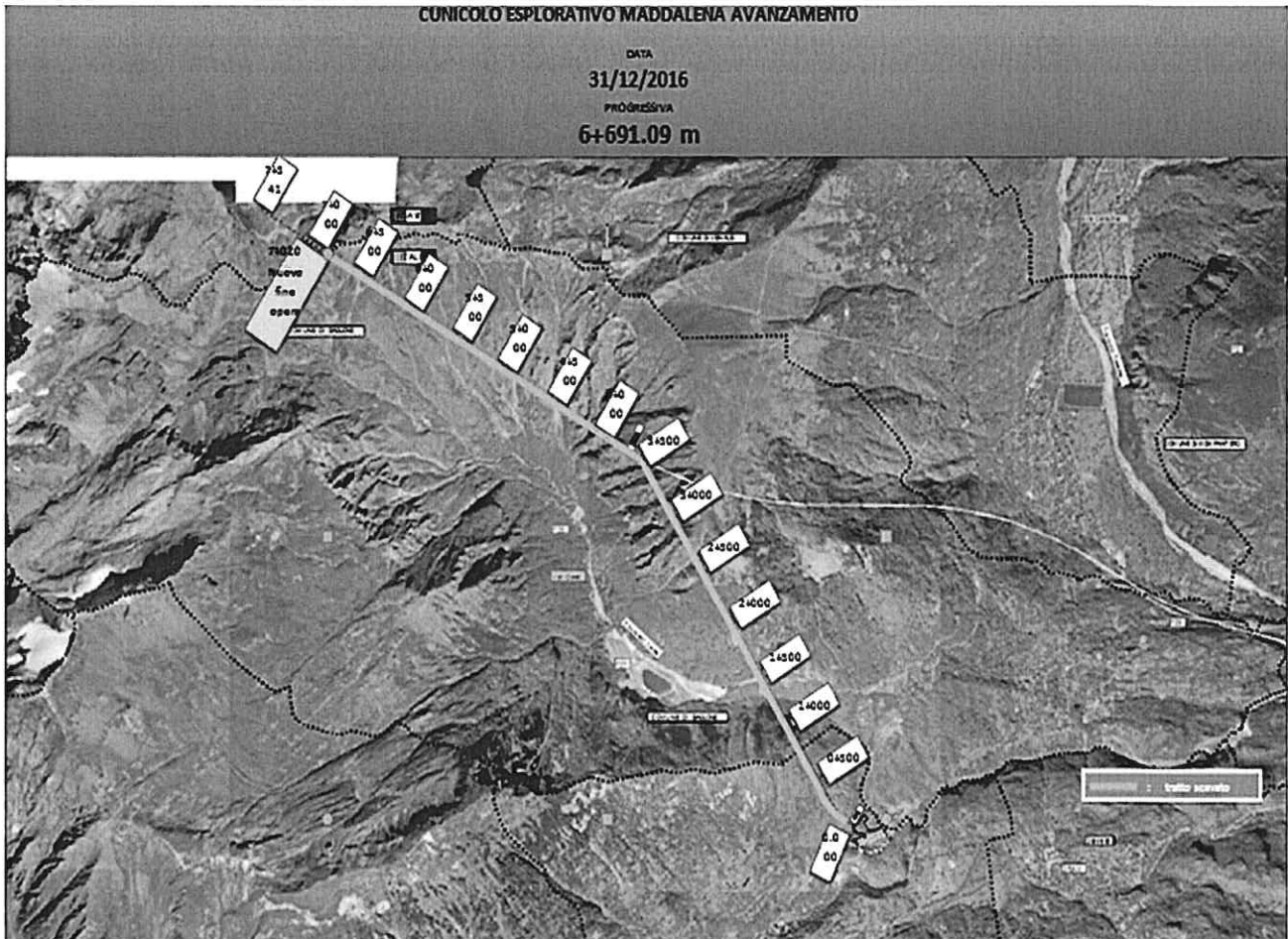




UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Nella Figura 2 è rappresentato lo stato di avanzamento lavori al 31 dicembre 2016, con 6691.09 metri di scavo realizzato.

Figura 2. Planimetria di avanzamento scavi aggiornata a Dicembre 2016



Nell'ambito della realizzazione del progetto esecutivo ed in ottemperanza alle richieste degli Organi di Controllo è stato attivato un presidio ambientale che comprende un Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), esterno all'area di cantiere e un Piano di Gestione Ambientale (PGA). In particolare l'obiettivo del PMA è:

- accertare lo stato iniziale dell'ambiente
- controllare gli effetti in relazione alle attività di cantiere
- rilevare eventuali situazioni di anormalità o non conformità in rapporto alle idoneità ed efficacia delle misure di mitigazione di eventuali impatti ambientali
- verificare costantemente gli effetti del cantiere sullo stato ambientale rispetto alla situazione *ante-operam*



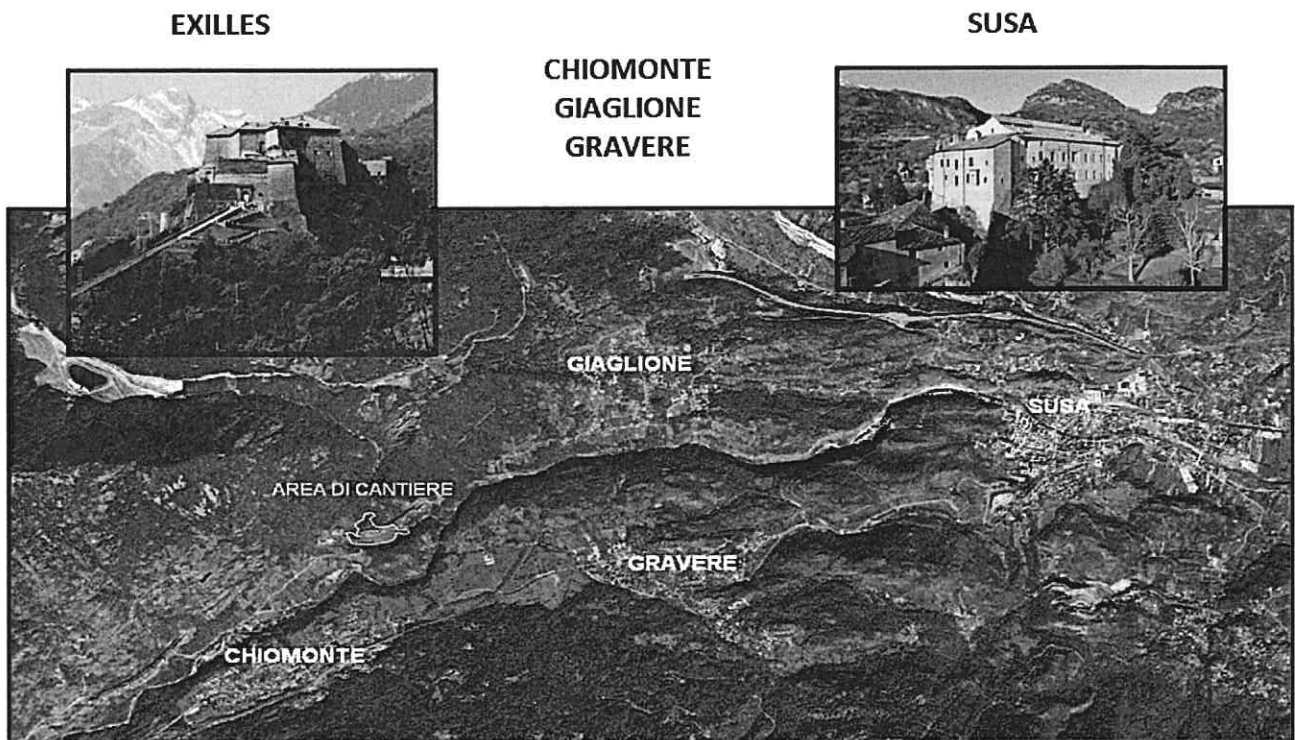
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Pertanto ai sensi della prescrizione n 19 della Delibera CIPE 86/2010 è stato redatto, per il cunicolo esplorativo de La Maddalena, un piano di monitoraggio ambientale (PMA) condiviso con ARPA Piemonte ed ISPRA, approvato dal Ministero dell'Ambiente, in funzione delle potenziali pressioni sull'ambiente prodotte dalla realizzazione del progetto.

Il sistema integrato ha previsto quindi l'allestimento di una serie di punti di misura atti al controllo ambientale dell'area di cantiere esterna al tunnel nonché del territorio limitrofo compreso nell'arco di 15 km.

Le aree geografiche incluse in questo progetto sono rappresentate nella Figura 3 mentre in Figura 4 sono indicate le 40 stazioni di monitoraggio allestite nell'arco di 15 km dall'area di cantiere, che vanno ad aggiungersi alle 26 stazioni presenti nell'interno cantiere. Presso il forte di Exilles è stata attivata unicamente una stazione per il monitoraggio di radiazioni ionizzanti di natura elettromagnetica e corpuscolata. L'ubicazione definitiva delle stazioni di monitoraggio è stata definita a seguito di specifici sopralluoghi in collaborazione con ARPA Piemonte.

Figura 3. Estensione della rete di monitoraggio ambientale sul territorio.





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

ISPRA) e per i soggetti accreditati sul Sistema Informativo Territoriale WEB-GIS denominato Geoweb, portale unico ambientale di TELT .

Anche ARPA Piemonte provvede alla stesura di un documento di sintesi sull'insieme dei dati raccolti.

Sulla scorta di tutte le informazioni acquisite alla data di stipula della Convenzione ed in accordo con il programma definito nei punti specifici dell'Allegato A della Convenzione stessa sono stati esaminati in dettaglio le principali componenti ambientali individuate e i relativi indicatori di qualità.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'A. Cuffini'.



COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DI MONITORAGGIO E RELATIVI INDICATORI DI QUALITA'

ATMOSFERA

Inquinamento Atmosferico

Con il termine «*inquinante*» si indica qualunque sostanza, eventualmente già presente nella composizione dell'atmosfera o prodotta artificialmente dall'uomo, che, per le elevate concentrazioni raggiunte o per il suo grado di tossicità, altera l'equilibrio dell'ambiente provocando effetti dannosi sulla salute e sugli ecosistemi. Gli effetti degli inquinanti sui diversi organismi variano a seconda della concentrazione in aria, del tempo di permanenza e delle loro caratteristiche fisico-chimiche.

Gli inquinanti possono essere distinti nelle seguenti categorie:

- primari - secondari
- gassosi - particolati

Sono definiti primari gli inquinanti direttamente emessi in atmosfera, secondari quelli si formano come risultato di reazioni chimiche con altri inquinanti o gas atmosferici. Tale distinzione è importante ai fini delle misure utili per il loro controllo in quanto, mentre esiste una relazione diretta tra l'emissione degli inquinanti primari e la loro concentrazione ambientale, la riduzione di un precursore di un inquinante secondario, invece, non comporta automaticamente un decremento proporzionale nel livello di quest'ultimo: ad esempio, il livello di O₃ nell'aria può aumentare al diminuire delle emissioni di monossido di azoto (NO).

Particolato

Si definisce «particolato» una miscela di particelle solide o liquide in sospensione in un gas.

Le emissioni di polveri da parte del traffico veicolare sono causate, non solo dai gas di scarico degli autoveicoli, a cui contribuiscono soprattutto i motori diesel, ma anche dall'emissione di polveri derivanti dall'usura dei freni, delle gomme e dal conglomerato bituminoso. A questi si



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

possono aggiungere, in modo non trascurabile, soprattutto in presenza di viabilità non particolarmente pulite, fenomeni di comminuzione, risollevarimento ed aerodispersione del materiale presente sul manto stradale.

La componente particolata di tali emissioni è costituita da una miscela di elementi quali, ad esempio, carbonio, nitrati, solfati, composti organici, frammenti di suolo, metalli pesanti come piombo e nichel che presentano dimensioni variabili comprese tra 0,005 μm e 50-150 μm . Convenzionalmente, le particelle sospese sono identificate con il simbolo "PM" (dall'inglese "*Particulate Matter*" - Materiale Particolato), seguito dal numero che indica il loro massimo diametro aerodinamico. In particolare:

- PM10 è la frazione di materiale particolato sospeso in aria ambiente che passa attraverso un sistema di separazione in grado di selezionare il materiale particolato di diametro aerodinamico di 10 μm , con un'efficienza di campionamento pari al 50%. È pertanto una polvere inalabile, in grado di penetrare nel tratto respiratorio superiore (naso, faringe e laringe);
- PM 2,5 è la frazione di materiale particolato sospeso in aria ambiente che passa attraverso un sistema di separazione in grado di selezionare il materiale particolato di diametro aerodinamico di 2,5 μm con un'efficienza di campionamento pari al 50%. È quindi una polvere toracica, in grado di penetrare nel tratto tracheo-bronchiale (trachea, bronchi, bronchioli)
- PM 0,1 è la frazione di materiale particolato sospeso in aria ambiente che passa attraverso un sistema di separazione in grado di selezionare il materiale particolato di diametro aerodinamico di 0.1 μm con un'efficienza di campionamento pari al 50%. È una polvere respirabile ultrafine, in grado di penetrare profondamente nei polmoni fino agli alveoli (Air Quality Guidelines – WHO, 2006).

Il Monitoraggio Ambientale del cantiere de La Maddalena, a valle della concertazione tecnica con ARPA Piemonte, ha riguardato prevalentemente il PM10 in quanto potenziale indicatore anche della movimentazione dei mezzi di cantiere.

Il particolato può essere trasportato anche a lunghe distanze e può rimanere sospeso nell'aria anche per lunghi periodi. Il tempo di permanenza del particolato varia da pochi minuti a diversi giorni in funzione delle dimensioni del particolato stesso e dello strato atmosferico interessato e delle condizioni meteo-climatiche.

 24



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

La rimozione può avvenire per via secca, mediante la sedimentazione gravitazionale delle particelle e la coagulazione con altre particelle, oppure per via umida mediante le precipitazioni.

Esiste oggi un grande interesse sulle polveri ultrafini che potendo diffondersi in tutte le parti del tratto respiratorio, sono potenzialmente in grado di superare le barriere epiteliali ed endoteliali e diffondersi all'interno delle cellule stesse, agendo sui meccanismi infiammatori. Sono attualmente in corso studi sia tossicologici sia epidemiologici riguardanti la loro tossicità nell'uomo.

Gli effetti degli inquinanti sulla salute umana si suddividono in effetti a breve termine ed effetti a lungo termine:

Per quanto concerne gli effetti a breve termine, concentrazioni giornaliere medie delle particelle fini (PM 10 e PM 2,5) sono state associate a:

- un aumento della mortalità;
- un incremento dei ricoveri ospedalieri per malattie cardiache e respiratorie;
- incidenza di infezioni delle vie respiratorie;
- esacerbazioni di patologie polmonari croniche come asma e BPCO.

Per quanto concerne gli effetti a lungo termine, alte concentrazioni medie di lungo periodo (annuali) delle particelle fini (PM 10 e PM 2,5) sono state associate ad un declino della funzionalità polmonare e ad un incremento della mortalità.

Una componente del particolato che può risultare critica per le sue implicazioni sanitarie è costituita dai metalli pesanti, elementi estremamente diffusi nelle varie matrici ambientali (aria, acqua e suolo) e derivanti da fenomeni naturali (erosione, eruzioni vulcaniche), ai quali si sommano quelli prodotti da tutte le attività antropiche.

Riguardo l'inquinamento atmosferico i metalli oggetto di maggior interesse sono generalmente As (arsenico), Cd (cadmio), Co (cobalto), Zn (Zinco), Cr (cromo), Mn (manganese), Ni (nicel) e Pb (piombo). La loro origine è varia: Cd, Cr e As provengono principalmente dalle industrie minerarie e metallurgiche; Cu dalla lavorazione di manufatti e da processi di combustione; Ni dall'industria dell'acciaio, della numismatica, da processi di fusione e combustione; Co e Zn da materiali cementizi ottenuti con il riciclaggio degli scarti delle industrie siderurgiche e degli inceneritori.

I limiti normativi ambientali relativamente al PM 10 sono i seguenti:

- 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 24h – D.Lgs.155/2010 (max 35 superamenti su anno civile);
- 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, anno civile - D.Lgs.155/2010



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

I limiti normativi ambientali relativamente al PM 2,5 sono i seguenti:

- 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, anno civile – D.Lgs.155/2010

Metalli

I metalli sono probabilmente gli agenti tossici conosciuti da più lungo tempo. I metalli non sono biodegradabili pertanto non subiscono i normali processi di detossificazione metabolica degli xenobiotici che generalmente portano a elementi di minore tossicità. Questo fattore unito al bioaccumulo rende estremamente rilevante il potenziale tossico dei metalli.

La chimica alla base della tossicologia dei metalli non è ancora del tutto chiara e non è possibile ipotizzare un solo meccanismo generale che accomuni tutti i metalli tossici. Tra i meccanismi chimici rilevanti alla base della tossicità dei metalli ricordiamo soprattutto:

- danno ossidativo, in cui i metalli fungono da catalizzatori di reazioni ossido riduttive che danneggiano biomolecole, proteine, DNA...
- mimetismo: alcuni metalli mimano quelli essenziali sostituendoli ed inibendo numerosi processi chiave, metabolici o di segnale
- formazione di addotti molecolari con proteine o DNA che possono ad esempio inibire attività enzimatiche o essere iniziatori dei processi di cancerogenesi.

La tossicità dei metalli è influenzata da una serie di fattori correlati alla modalità di esposizione quali la dose, la via, la frequenza e la durata; esistono infine fattori individuali (sesso, età, stile di vita, etc.) che rendono il soggetto più o meno suscettibile nei confronti dei metalli in esame.

Inoltre, alcuni metalli (es. As, Cr, Ni) esistono in natura in diversi stati di ossidazione, potendo quindi creare numerosi composti, quali idrossidi, composti organometallici, composti biomolecolari ed altri, i quali possiedono diversa biodisponibilità e tossicità all'interno dell'organismo umano.

Arsenico (As)

Tossicocinetica. L'assorbimento di As è condizionato dalle caratteristiche chimico-fisiche del particolato inalato. L'escrezione avviene principalmente con le urine ed in minima parte con la desquamazione della cute e con il sudore. L'emivita dell'As inorganico è di circa 10 ore ed il 50-



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

80% è escreto entro tre giorni. L'As ha una particolare affinità per la cute e gli annessi (unghie e capelli).

L'As è tossico e cancerogeno. Per inalazioni acute di concentrazioni ambientali di As pari a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ o per esposizioni a concentrazioni minori per tempi prolungati si possono verificare fenomeni irritativi delle alte e basse vie aeree o alterazioni irritative cutanee. Il contatto cutaneo di alte dosi del metallo causa altresì manifestazioni cutanee di tipo irritativo. Organi bersaglio dell'esposizione cronica ad As sono: cute, fegato, sistema nervoso periferico. I composti inorganici dell'As sono stati classificati dalla IARC come cancerogeni certi (Gruppo 1) per l'uomo per la causazione di tumori cutanei e polmonari; esistono anche evidenze positive sull'associazione tra As e suoi composti e tumori di rene, fegato e prostata (NRC, 2001; IARC Monographs Vol. 100c, 2011). L'As agisce inoltre come co-mutageno e co-cancerogeno (Rossman, 2003; Che, 2005). Nell'organismo i composti inorganici si convertono ad As^{3+} e As^{5+} , il quale a sua volta si converte ad As^{3+} che è la forma più tossica e bioattiva sia per la maggior reattività sia per la capacità di entrare a livello intracellulare. I composti trivalenti reagiscono con gruppi tiolici di enzimi ed altre proteine. I composti pentavalenti sono disaccoppianti della fosforilazione ossidativa.

Il limite ambientale proposto per l'Arsenico è il seguente:

- 6 ng/m^3 , anno civile – D.Lgs.155/2010 (valore obiettivo);

Cadmio (Cd)

Tossicocinetica. Si pensa che il Cd che raggiunge gli alveoli polmonari passi nel circolo ematico legandosi all'albumina e alle altre proteine plasmatiche (Satarug, 2004). Una volta assorbito, il Cd è escreto lentamente, si stima lo 0,001% al giorno per via fecale e urinaria (ATSDR, 2012; Satarug, 2004). Il Cd sfrutta il fenomeno di mimetismo molecolare nei confronti del calcio (Zalpus, 2003). Viene escreto prevalentemente per via urinaria; per via biliare è escreto come complesso del glutatione. L'escrezione con le urine aumenta proporzionalmente al carico corporeo (Friberg, 1986; ATSDR, 2012). Il Cd è rapidamente captato dai tessuti e si deposita principalmente nel fegato e in misura minore nei reni. Nel fegato viene immagazzinato come complesso Cd-metallotioneina e trasportato al rene dove può accumularsi nei lisosomi tubulari. Una volta nei lisosomi, il Cd può essere rilasciato e indurre tossicità renale o essere nuovamente complessato con la metallotioneina.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Non si conosce esattamente l'emivita del Cd, ma può variare da pochi anni fino a 30 anni (ATSDR, 2012).

Tossicità. L'effetto tossico acuto principale del Cd è di tipo irritativo diretto sugli epitelii. L'inalazione massiva di vapori di Cd può causare danni polmonari la cui gravità dipende da tipo di composto chimico, dimensione delle particelle inalate e durata dell'esposizione: le forme idrosolubili (es. cloruro di Cd) sono lesive a concentrazioni pari a 1-3 mg/m³ per 8 ore di esposizione, mentre quelle liposolubili presentano un effetto tossico per dosaggi più elevati (es. fumi di ossido di Cd a concentrazioni di 26 mg/m³). L'entità della manifestazione tossica va da quadri di polmonite acuta a edema polmonare alla morte (ATSDR, 2012). I principali effetti tossici a lungo termine per esposizioni protratte a bassi livelli di Cd comprendono il danno renale, la malattia polmonare ostruttiva, l'osteoporosi e le patologie cardiovascolari. Diversi studi epidemiologici hanno registrato un eccesso di mortalità per tumore del polmone da inalazione di fumi/vapori contenenti Cd ed alcuni dati di letteratura, molto controversi, hanno fornito la base per ipotizzare una sua causalità per il carcinoma della prostata, del rene e della vescica (Il'yasora, 2005; Schwartz, 2000; Kriegel, 2006; IARC Monographs Vol. 100c, 2011). La revisione effettuata dalla IARC nel 2011 classifica il Cd come cancerogeno certo per l'uomo (Gruppo 1) per il tumore del polmone, mentre lo classifica come cancerogeno con evidenze limitate per carcinoma della prostata e del rene (IARC Monographs Vol. 100c, 2011).

Il limite ambientale proposto per il Cadmio è il seguente:

- 5 ng/m³, anno civile – European Air Quality Standards

Nichel (Ni)

Tossicocinetica. Le particelle inalate sono depositate nel tratto respiratorio e il sito di deposizione dipende dalle dimensioni: minore è il diametro delle particelle, maggiore sarà la profondità del tratto respiratorio in cui si depositeranno. Circa il 20-35% del Ni inalato e trattenuto dai polmoni viene assorbito nel sangue; le particelle insolubili possono essere assorbite per fagocitosi. In seguito ad assorbimento per via inalatoria, il Ni viene distribuito dal circolo ematico a polmoni, pelle, reni, fegato, ipofisi e ghiandole surrenali. L'escrezione avviene per via urinaria e la quantità di Ni presente nelle urine è correlabile con l'esposizione ai composti insolubili.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Tossicità. Le dermatiti da contatto sono il più comune effetto avverso conseguente all'esposizione a Ni per via cutanea. I principali effetti causati dall'inalazione di vapori/fumi contenenti particelle di Ni e suoi composti comprendono la bronchite cronica, l'enfisema polmonare, la riduzione della funzionalità respiratoria. Il tumore del polmone e dei seni paranasali si possono verificare per esposizioni a composti del Ni scarsamente solubili come il Ni subsulfuro o l'ossido di Ni in concentrazioni superiori ai 10 mg/m³ (ATSDR, 2005). Alcuni composti del nichel sono cancerogeni (ad es. il Ni subsulfuro e l'ossido di Ni) altre invece no come i sali solubile e il Ni metallico. l'esposizione a tali elementi in ambito occupazionale è associata a tumore polmonare, nasale e dei seni paranasali, con una maggiore incidenza in caso di esposizioni di più lunga durata (Anttila, 1998; Karjalainen, 1992). I composti cristallini non idrosolubili sembrano essere responsabili del cancro del tratto respiratorio (Costa, 2005), ma è ancora dibattuto il meccanismo con cui le diverse forme del Ni esplichino la loro differente potenza cancerogena. Il Ni è responsabile di un ampio spettro di effetti epigenetici. L'EPA (European Protection Agency) ha stabilito che le polveri di Ni emesse dalle raffinerie ed il Ni subsulfuro sono cancerogeni per l'uomo.

Il limite ambientale proposto per il Nichel è il seguente:

- 20 ng/m³, anno civile – D.Lgs.155/2010 (valore obiettivo);

Piombo (Pb)

Tossicocinetica. L'assorbimento del Pb attraverso gli alveoli è piuttosto efficiente ed avviene per competizione con gli ioni Ca²⁺. Il 99% del Pb assorbito è legato agli eritrociti, solo l'1% è disponibile per la distribuzione nei tessuti. Il Pb tende a distribuirsi inizialmente a fegato e rene e poi a scheletro e capelli. Il piombo una volta nelle ossa ha un'emivita di circa vent'anni e può essere rilasciato progressivamente contribuendo fino al 50% del Pb ematico totale divenendo un elemento importante nel caso di esposizione occupazionale cumulativa. La principale via di eliminazione di Pb è il rene, mentre l'escrezione fecale costituisce 1/3 dell'escrezione totale del Pb assorbito (ATSDR, 2005c).

Tossicità. Il Pb può indurre una serie di effetti avversi in funzione della dose e della durata dell'esposizione. Gli effetti tossici vanno dalla inibizione enzimatica, alla genesi di gravi patologie fino alla morte (Goyer, 1990): l'esposizione cronica a Pb causa patologie neurologiche periferiche



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

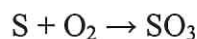
con danni a livello assonale e demielinizzazione segmentale, effetti ematologici che vanno dall'aumento delle porfirine urinarie e dell'acido deltaaminolevulinico fino all'anemia. Tali effetti si verificano già per livelli di Pb molto bassi e bassi (5-95 µg/dL) (ATSDR, 2007). Il Pb è inoltre nefrotossico: la nefropatia da Pb è frequentemente associata a iperuricemia e gotta (Batuman 1993) e può anche essere causa di ipertensione (Gonick, 2002). Nell'osso il Pb può sostituirsi al calcio inibendo l'attività di osteoblasti, osteoclasti e condrociti, e l'esposizione cronica a Pb è stata associata a osteoporosi (Carmouche, 2005). L'intossicazione acuta da Pb si manifesta per valori di Pb di 100-200 µg/dL con un quadro clinico di coliche addominali associate a crampi, vomito e costipazione (ATSDR 2005c). Nell'adulto livelli ematici di Pb di 100-120 µg/dL sono associati a sviluppo di encefalopatia, ma già a livelli di piombemia di 40-80 µg/dL si evidenziano sintomi quali astenia, irritabilità, cefalea.

Il limite ambientale proposto per il Piombo è il seguente:

- 0,5 µg/m³, anno civile – D.Lgs.155/2010 (valore limite);

Ossidi di zolfo (SO_x)

Gli ossidi di zolfo, anche indicati con il termine comune SO_x, sono gas incolori, di odore acre e pungente, prodotti dalla combustione di materiale contenente zolfo secondo le seguenti reazioni chimiche:



Le forme più comunemente presenti in atmosfera sono il biossido di zolfo (SO₂) e l'anidride solforica (SO₃).

La maggior parte dei composti dello zolfo prodotti dall'attività umana viene convertita in SO₃; solo l'1-3% si trova sotto forma di SO₂. L'ossidazione di SO₂ in SO₃ è favorita dalle alte temperature e dai prodotti delle reazioni fotochimiche che coinvolgono O₃, NO₂ e idrocarburi.

L'SO₃ deriva dall'ossidazione dello zolfo durante processi di combustione di sostanze che lo contengono sia come impurezza (per esempio combustibili fossili) sia come costituente



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

fondamentale. Nell'atmosfera persiste anche diversi giorni. In particolari condizioni meteorologiche e in presenza di quote elevate di emissioni, può diffondersi nell'atmosfera e interessare territori situati anche a grandi distanze. Viene rimosso mediante le precipitazioni e la deposizione secca (WHO Air Quality Guidelines, 2006). È il principale responsabile delle piogge acide, in quanto in presenza di umidità si trasforma in acido solforico.

Per quanto concerne i possibili effetti avversi sulla salute, studi epidemiologici hanno mostrato come l'esposizione al biossido di zolfo sia correlata ad alterazioni a carico dell'apparato respiratorio e della funzionalità polmonare, oltre a determinare fenomeni irritativi a livello oculare. Il processo infiammatorio a carico dell'apparato respiratorio può manifestarsi attraverso tosse, incremento delle secrezioni mucose, peggioramento del quadro asmatico, bronchiti croniche, oltre ad incrementare la suscettibilità alle infezioni respiratorie.

Il biossido di zolfo rappresenta uno dei principali precursori del PM 2.5, che si associa, come descritto precedentemente, a diversi effetti avversi sulla salute umana. (Report Air Quality in Europe, 2012).

I limiti normativi ambientali relativi al biossido di zolfo (SO₂) sono i seguenti:

- 500 µg/m³, 3h – D.Lgs.155/2010 (soglia di allarme)
- 350 µg/m³, 1h – D.Lgs.155/2010 (limite orario – max 24 superamenti/anno)
- 125 µg/m³, 24 h – D.Lgs.155/2010 (limite giornaliero – max 3 superamenti/anno)
- 20 µg/m³, anno civile – D.Lgs.155/2010 (limite protezione ecosistemi);

Ossidi di azoto (NO_x)

Gli ossidi di azoto (NO_x), a temperatura ambiente, si presentano in forma gassosa e sono rappresentati dal monossido di azoto (NO), chiamato anche ossido nitrico, e dal biossido di azoto (NO₂). L'NO è un gas incolore e inodore, mentre l'NO₂ è rossastro e di odore forte e pungente. L'NO è prodotto soprattutto durante processi di combustione ad alta temperatura insieme a piccole quantità di NO₂, viene poi ossidato in atmosfera dall'ossigeno e, più rapidamente, dall'ozono (O₃) producendo NO₂. L'NO₂ rappresenta quasi esclusivamente un inquinante secondario, derivando



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

dall'ossidazione dell'NO in atmosfera; svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico essendo l'intermedio di base per la produzione di una serie di inquinanti secondari molto dannosi come l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso, gli alchilnitrati, i perossiacetilnitrati.

Gli NOx permangono in atmosfera per 4-5 giorni. Vengono rimossi in seguito a reazioni chimiche che portano alla formazione di acidi, con il vapore acqueo, o di sostanze organiche, con idrocarburi e radicali (Fenger, 2003; U.S. Environmental Protection Agency, 2007).

Gli ossidi di azoto (NOx), così come gli ossidi di zolfo (SOx), possono formare i rispettivi nitrati e solfati di natura solida contribuendo alla produzione del particolato secondario, cioè alla diffusione di particelle che si formano in atmosfera per effetto della reazione chimica di sostanze inizialmente emesse in forma gassosa.

Gli effetti avversi sulla salute determinati dall'esposizione a NO₂ possono derivare sia per esposizioni a breve termine, manifestandosi principalmente con alterazioni della funzionalità respiratoria in soggetti suscettibili, sia per esposizioni a lungo termine con un incremento della suscettibilità alle infezioni respiratorie. Studi epidemiologici effettuati su popolazioni di bambini asmatici hanno mostrato un incremento di sintomi bronchitici in associazione ad esposizioni a lungo termine di NO₂. Una riduzione della funzionalità polmonare è stata, altresì, correlata in relazioni a concentrazioni correnti di NO₂ in città sia Europee sia Nord Americane. E' necessario sottolineare come la presenza di NO₂ sia strettamente correlata ad altri inquinanti ambientali, in particolar modo al PM, pertanto risulta difficile differenziare gli effetti sulla salute attribuibili esclusivamente al biossido di azoto nei diversi studi epidemiologici (Air Quality in Europe - Report 2012).

I limiti normativi ambientali relativi agli ossidi di azoto sono i seguenti:

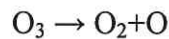
- 30 µg/m³, anno civile – D.Lgs.155/2010 (limite protezione vegetazione)
- 350 µg/m³, 1h - European Air Quality Standards
- 125 µg/m³, 24h - European Air Quality Standards

Ozono (O₃)

L'ozono è un gas naturale di colore bluastrò costituito da tre atomi di ossigeno (O₃) che si scindono facilmente tra loro liberando ossigeno molecolare ed un atomo di ossigeno estremamente reattivo, secondo la seguente reazione:



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini



Per tali proprietà questo gas è un energico ossidante nei confronti di materiali organici ed inorganici.

L'O₃ è presente nella stratosfera ma, per effetto della circolazione atmosferica viene in piccola parte trasportato anche nella troposfera, nei quali si forma anche per effetto di scariche elettriche durante i temporali. Tale reazione avviene prettamente nel periodo estivo, per via dell'interazione tra radiazione solare e sostanze chimiche (idrocarburi e NO₂) che, a temperature elevate, attivano e alimentano le reazioni fotochimiche producendo O₃, radicali liberi, perossidi e altre sostanze organiche fortemente ossidanti.

L'O₃ viene trasportato con le masse d'aria anche a diversi chilometri dalla fonte e, pertanto, può rilevarsi in alte concentrazioni anche a grandi distanze. I sistemi di rimozione sono strettamente correlati all'irraggiamento solare che determina la dissociazione della molecola e alla presenza di inquinanti primari (idrocarburi e NO) con i quali l'O₃ reagisce velocemente (Fenger, 2003).

Concentrazioni elevate di ozono si associano ad effetti avversi sulla salute umana:

- insorgenza di sintomi respiratori;
- asma;
- decremento della funzionalità respiratoria;
- patologie dell'apparato respiratorio.

Studi epidemiologici europei che hanno valutato gli effetti a breve termine per le esposizioni correnti ad ozono hanno evidenziato l'insorgenza di alterazioni della funzionalità respiratoria, della permeabilità polmonare, dei processi infiammatori polmonari ed un incremento della morbilità e della mortalità. (Air Quality in Europe - Report 2012)

I limiti normativi ambientali relativi all'ozono sono i seguenti:

- 180 µg/m³, 1h – D.Lgs.155/2010 (soglia di informazione)
- 240 µg/m³, 1h – D.Lgs.155/2010 (soglia di allarme)
- 120 µg/m³, max 8h – D.Lgs.155/2010 (valore bersaglio soglia di protezione salute umana)



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Monossido di Carbonio (CO)

Il monossido di carbonio è un gas incolore, inodore e insapore prodotto dai processi di combustione incompleta di materiali contenenti carbonio. La sua concentrazione nell'aria, lontano da sorgenti naturali o artificiali di emissione, è estremamente bassa (0,009-0,200 ppm) grazie all'esistenza di meccanismi naturali di eliminazione (ossidazione atmosferica a CO₂, solubilizzazione in acqua, metabolizzazione da parte di microrganismi, trasformazione in CO₂ e metano da parte di alcuni vegetali). Fonti naturali di tale gas sono rappresentate da incendi boschivi, eruzione di vulcani, reazioni di ossidazione del metano.

Sorgenti artificiali in grado di produrre elevate concentrazioni atmosferiche di CO sono rappresentate dal traffico veicolare (circa l'80% delle emissioni a livello mondiale), in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina e da diversi impianti a combustione. La concentrazione di CO emessa dagli scarichi dei veicoli è strettamente connessa alle condizioni di funzionamento del motore: si registrano concentrazioni più elevate con motore al minimo ed in fase di decelerazione, condizioni tipiche di traffico urbano intenso e rallentato. L'evoluzione tecnologica dei motori veicolari ha consentito negli anni una significativa riduzione delle emissioni.

I processi di dispersione e di diluizione che il gas subisce sono condizionati dai parametri meteorologici, il più importante dei quali è costituito dalla velocità del vento.

L'effetto delle condizioni meteorologiche può, infatti, rendere, a parità di emissioni, le concentrazioni ambientali dell'inquinante estremamente variabili, ma pesa, ovviamente, in misura minore quando vengono considerate le concentrazioni medie di lungo periodo (ad esempio annuali).

Dal punto di vista tossicologico, gli effetti dell'esposizione al monossido di carbonio sono correlati principalmente all'ipo-ossigenazione tessutale, causata dal legame del CO con l'emoglobina. La carbossiemoglobina (HbCO), caratterizzata dal ferro fortemente legato con il CO, non può più assolvere al suo fisiologico compito di trasportare l'ossigeno ai tessuti. Pertanto, se si superano determinati valori ematici di carbossiemoglobina, si può verificare una ridotta ossigenazione periferica. I principali effetti sulla salute umana osservati in seguito ad esposizione a basse dosi di CO sono a danno del sistema nervoso centrale e del sistema cardiovascolare.

Il limite normativo ambientale relativo al monossido di carbonio è il seguente:

- 10 mg/m³, 8h – D.Lgs.155/2010



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Gli Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono composti organici formati da due o più anelli aromatici condensati, sempre presenti in miscele, che si formano durante la combustione incompleta e la pirolisi di materiale organico e risultano inquinanti ubiquitari degli ambienti di vita e di lavoro sotto forma sia di particolato sia di vapore, libero o adsorbito su particolato atmosferico (Serra, 2003).

Le principali fonti di emissione in ambito urbano sono costituite dagli autoveicoli alimentati a benzina o gasolio e dalle combustioni domestiche e industriali che utilizzano combustibili solidi o liquidi. Negli autoveicoli alimentati a benzina l'utilizzo di marmitte catalitiche ha ridotto l'emissione di IPA dell'80-90%. Per quanto riguarda i combustibili, la parziale sostituzione del carbone e degli oli combustibili con il gas naturale ai fini della produzione di energia ha costituito un indubbio beneficio anche in termini di emissioni di IPA. La diffusione della combustione di biomasse per il riscaldamento domestico, invece, va tenuta attentamente sotto controllo in quanto la quantità di IPA emessi da un impianto domestico alimentato a legna è 5 - 10 volte maggiore di quella emessa da un impianto alimentato con combustibile liquido (es. kerosene, gasolio da riscaldamento).

La lipofilità degli IPA ne influenza anche l'accumulo nei tessuti degli organismi esposti; la loro eliminazione dipende dalla capacità dell'organismo stesso di trasformarli in metaboliti idrosolubili, eliminabili attraverso l'escrezione.

Gli IPA possono manifestare il loro effetto tossico principalmente attraverso due tipi di interazione con le strutture cellulari: in primo luogo possono formare dei legami reversibili con siti lipofili che possono impedire i normali processi della cellula (tossicità acuta); secondariamente possono portare alla formazione di metaboliti idrofilici, reattivi ed elettrofilici, che si legano alle strutture cellulari, provocando danni a lungo termine (tossicità cronica).

Numerosi studi hanno indicato che i composti a uno due e tre anelli aromatici sono estremamente tossici (Sims, 1983) mentre gli IPA a più alto peso molecolare sono considerati genotossici (Lijinsky, 1991; Mersch-Sundermann, 1992; Nylund, 1992; Phillips, 1983).

La sospetta cancerogenicità sarebbe correlata alla presenza di quattro o più anelli aromatici da cui prendono origine metaboliti quali i diidrodiolepossidi, nei quali il gruppo attivo



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

tossicologicamente è collocato nella cosiddetta *bay region*, cioè l'ansa che si forma dalla fusione angolare di tre anelli aromatici.

L'interesse scientifico per questa classe di composti è legato soprattutto alla riconosciuta azione cancerogena che alcuni di questi hanno dimostrato.

Per questo motivo la United States Environment Protection Agency (EPA) e la World Health Organization (WHO) hanno identificato, all'interno di questa classe, 16 composti definiti "inquinanti prioritari": naftalene, acenaftilene, acenaftene, fluorene, fenantrene, antracene, fluorantene, pirene, crisene, benzo[a]antracene, benzo[b]fluorantene, benzo[k]fluorantene, benzo[a]pirene, dibenzo[a,h]antracene, benzo[ghi]perilene, indeno[1,2,3-cd]pirene. (Harvey, 1997; Neff, 1979).

Relativamente alla classificazione di cancerogenicità secondo lo SCOEL (Scientific Committee on Occupational Exposure Limits, per la Comunità Europea): gli IPA appartengono "*ai cancerogeni per i quali, in base alle conoscenze attuali, non è possibile identificare livelli di esposizione al di sotto dei quali non vi sia rischio di effetto cancerogeno. Nondimeno, a livello probabilistico si può formulare l'ipotesi che quanto più bassa è l'esposizione, tanto minore sarà il rischio di insorgenza di cancro.*" (Metodologia per la derivazione dei limiti di esposizione professionale – Documento di riferimento – Relazione EUR 19253 IT - 1999). Posizione largamente diffusa e riconosciuta dal mondo scientifico.

Una tabella riassuntiva della classificazione relativa alla cancerogenicità studiata da vari enti internazionali è riportata di seguito (Tabella 1):



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Tabella 1. Classificazione cancerogenicità degli IPA

IPA	IARC (2010)	ACGIH (2009)	EPA (2010)	REGOLAMENTO CLP
ACENAFTENE	3			
ACENAFTILENE			D	
ANTRACENE	3		D	
BENZ(a)ANTRACENE	2°	A2(L)	B2	Carc. 1B; H350
BENZO(a)PIRENE	1	A2(L)	B2	Carc. 1B; H350
BENZO(h)FLUORANT ENE	2B	A2(L)	B2	Carc. 1B; H350
BENZO(g,h,i)PERILEN E	3		D	
BENZO(k)FLUORANT ENE	2B		B2	Carc. 1B; H350
CRISENE	2B	A3(L)	B2	Carc. 1B; H350
DIBENZ(a,h)ANTRACE NE	2°		B2	
FENANTRENE	3		D	
FLUORANTENE	3		D	
FLUORENE	3		D	
INDENO (1,2,3-cd) PIRENE	2B			
NAFTALENE	2B	A4	C	Carc. 2; H351
PIRENE	3		D	

Legenda:

- IARC:**
1. cancerogeno per l'uomo
 - 2A. probabile cancerogeno per l'uomo
 - 2B. possibile cancerogeno per l'uomo
 3. non classificabile per la sua cancerogenicità per l'uomo
 4. probabile non cancerogeno per l'uomo

- ACGIH:**
- A1. cancerogeno riconosciuto per l'uomo
 - A2. cancerogeno sospetto per l'uomo
 - A3. cancerogeno riconosciuto per l'animale con rilevanza non nota per l'uomo
 - A4. non classificabile come cancerogeno per l'uomo
 - A5. non sospetto come cancerogeno per l'uomo
 - L. l'esposizione deve essere mantenuta quanto più bassa possibile

- EPA:**
- B2. probabile cancerogeno per l'uomo
 - C. possibile cancerogeno per l'uomo
 - D. non classificabile come cancerogeno per l'uomo

- CLP:**
- H350: può provocare il cancro
H351: sospettato di provocare il cancro
1B: si presumono effetti cancerogeni per l'uomo prevalentemente sulla base di studi su animali



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Essendo il limite normativo ambientale IPA riferito al solo benzo[a]pirene per il quale è stata definita la soglia di riferimento pari a 1 ng/m^3 , anno civile – D.Lgs.155 /2010 (obiettivo di qualità), il monitoraggio ambientale è stato limitato a questo parametro.

Benzene

Il benzene è un composto organico aromatico formato da 6 atomi di carbonio e 6 di idrogeno, disposti ad esagono. E' incolore altamente infiammabile e dall'odore caratteristico. A temperatura ambiente e pressione atmosferica si presenta sotto forma di liquido ad elevata tensione di vapore e, quindi, molto volatile.

Si riscontra naturalmente nel petrolio greggio (livelli superiori a 4 g/l), mentre è prodotto accidentalmente in tutti i processi naturali o antropici che implicano combustione di materia organica (ad esempio fumo di sigaretta, combustione del legno, eruzione di vulcani, incendi).

La principale fonte di immissione artificiale di benzene in ambiente è rappresentata complessivamente dai processi di produzione, stoccaggio, trasporto, volatilizzazione e combustione della benzina per auto (che può contenerlo fino ad un massimo dell'1% in volume permesso dalla normativa italiana e comunitaria – direttiva 2003/17/CE; D.Lgs 66/05), infatti viene da tempo utilizzato come antidetonante in alternativa al Piombo.

La maggior fonte di esposizione per la popolazione generale deriva dai gas di scarico degli autoveicoli, in particolare dei veicoli alimentati a benzina; stime effettuate a livello dell'Unione Europea attribuiscono a questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene.

L'ampia variabilità dei livelli di benzene aerodispersi è connessa a una serie di variabili meteorologiche (variazioni stagionali e giornaliere), socio-economiche (volume di traffico giornaliero ed orario) e geografiche (distribuzione degli assi stradali principali, morfologia del territorio). Generalmente i valori sono minori nelle aree rurali e più alti nelle aree industriali, presso discariche di rifiuti pericolosi, raffinerie, industrie petrolchimiche e stazioni di servizio.

Il benzene depositato in acqua o nel terreno può andare incontro a biodegradazione, che, in condizioni aerobiche, avviene nel giro di poche ore o giorni, mentre in condizioni anaerobiche avviene più lentamente, nell'ordine di giorni o mesi.

Il benzene penetra nell'organismo principalmente per via inalatoria; tuttavia può essere assorbito per via digestiva e per via cutanea, in particolare se l'esposizione è elevata.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Gli effetti tossici correlati all'esposizione a benzene comprendono:

- *intossicazione acuta*: l'inalazione di vapori di benzene produce effetti a carico del SNC; l'esposizione a concentrazioni comprese fra 250 e 500 ppm determina l'insorgenza dei primi effetti caratterizzati da disturbi dell'equilibrio, cefalea, nausea e vertigini; a concentrazioni superiori (1500 ppm), dopo un iniziale effetto eccitante che si manifesta con euforia, compare sonnolenza, astenia, perdita di coscienza con possibili crisi convulsive e coma; l'exitus può intervenire per paralisi dei centri bulbari. L'esposizione a concentrazioni superiori a 2000 ppm è rapidamente fatale. L'inalazione di elevate concentrazioni del tossico può provocare polmonite chimica ed edema polmonare emorragico. Soggetti cardiopatici sono maggiormente a rischio di sviluppare aritmie cardiache in seguito all'esposizione a benzene, in quanto il tossico determina un aumento della sensibilità del muscolo cardiaco all'effetto delle catecolamine endogene;
- *intossicazione cronica*: il benzene è in grado di determinare un danno del midollo osseo che può assumere aspetti polimorfi, differentemente definiti come "*benzolismo*" o "*benzenismo*". Osservazioni recenti suggeriscono che il benzene epossido sia il vero responsabile della tossicità sul tessuto midollare: sembra che a questo livello, negli eritroblasti, esista un'attività monossigenasica capace di formare benzene epossido, il quale può stabilire un legame covalente con strutture macromolecolari come quelle degli acidi nucleici, dando origine ad addotti del DNA e dell'RNA. Secondo altri Autori sarebbe invece il fenolo il mediatore più importante del danno midollare; da esso infatti, dopo idrossilazione a idrochinolo e catecolo, si producono i benzochinoni corrispondenti. Generalmente il quadro clinico prodotto è una progressiva riduzione del numero di piastrine, globuli bianchi ed eritrociti fino all'aplasia midollare, verosimilmente conseguenza della riduzione dell'attività replicativa e/o maturativa delle cellule staminali. Il quadro clinico, il decorso e la prognosi dell'aplasia indotta dal benzene non differiscono da quelli delle forme a eziologia diversa. Alcuni fattori di suscettibilità individuale possono svolgere un ruolo importante. Fra le modificazioni che più frequentemente precedono l'effetto mielodepressivo si segnalano macrocitosi, aumento della fragilità osmotica e riduzione della vita media degli eritrociti, anomalie morfologiche e funzionali dei polinucleati con riduzione del potere fagocitario e dell'attività della fosfatasi alcalina leucocitaria, alterazione della funzione piastrinica ed aumento della quota di emoglobina fetale. Ad uno stadio più avanzato possono comparire anemia e policitemia, leucopenia e leucocitosi. Tuttavia l'evoluzione progressiva è verso un quadro pancitopenico midollare. I sintomi connessi con lo



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

stabilirsi delle alterazioni ematologiche sono rappresentati da diatesi emorragiche (porpora, sanguinamento gengivale, epistassi, ecchimosi, emorragie cerebrali), infezioni (gengiviti, stomatiti, angine catarrali) e da una sintomatologia connessa con lo stato anemico (cefalea, vertigini, pallore, astenia, irritabilità). L'esame citologico del midollo osseo rivela un quadro di ipocellularità, con predominanza di linfociti ed aumento del tessuto adiposo in sostituzione di quello eritropoietico. Il rischio di sviluppare aplasia midollare risulta molto elevato quando si verificano esposizioni a concentrazioni ambientali superiori a 50 ppm (160 mg/m³) della durata anche solo di pochi giorni. Il benzene può anche provocare forme di leucemia (mieloblastica acuta, mielomonocitica acuta, promielocitica ed eritroleucemia). È discussa la correlazione fra esposizione a benzene e altre forme neoplastiche dell'apparato emolinfopoietico. (Pira E et al, 2016. In press)

I limiti normativi ambientali relativi al benzene sono i seguenti:

- 5 µg/m³, anno civile – D.Lgs.155/2010 (valore limite)
- 5 µg/m³, anno civile – European Air Quality Standards

RUMORE

Un rumore può essere descritto dallo spettro di frequenza, dalle variazioni nel tempo o anche dall'ambiente in cui si propaga.

Lo spettro di frequenza può essere a frequenze discrete (toni puri), continuo (tutte le frequenze contribuiscono a comporre il segnale acustico), oppure continuo con alcune componenti tonali (ad esempio il sibilo di un fluido in una condotta che sovrasta il rumore dell'ambiente).

Dal punto di vista della variazione nel tempo i rumori si dividono in due classi: rumori stazionari e rumori non stazionari. I primi sono quei rumori in cui le fluttuazioni di livello sonoro e/o di frequenza non variano nel tempo (ad esempio, un ventilatore in funzione); i rumori non stazionari (che rappresentano la quasi totalità dei rumori che ci circondano) sono caratterizzati da un livello notevolmente variabile e possono essere: fluttuanti (quando il livello varia di molto e in modo continuo), intermittenti (quando il livello sonoro rimane costante per almeno 1 secondo), impulsivi (quando il rumore consiste in uno o più fenomeni acustici della durata inferiore ad 1 secondo).

(Pira E et al, 2016. In press.)



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Gli effetti sulla salute umana correlati all'esposizione al rumore sono dipendenti da numerose variabili, come le caratteristiche fisiche del fenomeno, i tempi e le modalità di manifestazione dell'evento sonoro e la specifica sensibilità del soggetto esposto.

Tali effetti vengono classificati in :

- effetti di danno, ovvero alterazioni non reversibili o non completamente reversibili, identificabili da un punto di vista clinico e/o anatomopatologico;
- effetti di disturbo, ovvero alterazioni temporanee delle condizioni psicofisiche del soggetto, che siano chiaramente obiettivabili, determinando effetti fisiopatologici ben definiti;
- sensazione di disturbo e fastidio genericamente intesa (annoyance).

L'inquinamento acustico può causare danni alla salute sia di tipo uditivo sia di tipo extra uditivo, coinvolgendo l'intero organismo.

Il danno da rumore a carico dell'apparato uditivo può essere di tipo acuto quando si realizza in un tempo breve a seguito di una stimolazione particolarmente intensa (scoppio, esplosione, ecc.), oppure di tipo cronico quando evolve nel corso degli anni a seguito di un'esposizione prolungata ad elevati livelli di rumore, condizione che si verifica tipicamente, nel caso dell'esposizione professionale in determinati ambienti di lavoro.

Il rumore , pur non raggiungendo livelli di rischio per l'apparato uditivo (80 dB), può agire su tutto l'organismo come un agente stressogeno ambientale, attivando i meccanismi fisiologici di risposta allo stress attraverso il sistema nervoso autonomo ed il sistema endocrino.

Gli effetti sistemici si manifestano principalmente a livello del sistema cardiovascolare, psichico e cognitivo determinando incrementi dei valori pressori, accelerazione del battito cardiaco e fenomeni di vasocostrizione periferica.

La sensibilità al rumore influenza, inoltre, sia i disturbi del sonno con un possibile aumento dell'irritabilità e riduzione delle performance diurne, sia la cosiddetta "noise annoyance", una sensazione di scontento o di fastidio generico, spesso influenzata oltre che dalla specifica sensibilità del soggetto, da fattori non legati all'esposizione e da fattori motivazionali.

Il danno determinato dalle fonti di rumore sembra essere mediato dalla sensibilità al rumore (noise sensitivity), la quale è condizionata da aspetti della personalità e dal genere (le donne sono più sensibili).



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

I valori di riferimento della popolazione sono riferibili alla Legge quadro n.447 del 26 ottobre 1995. La Legge si compone di 17 articoli e ha la finalità di stabilire i principi in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico.

A questa Legge, che ha definito il "quadro di riferimento", sono collegati una serie di decreti attuativi e le leggi regionali. Il DPCM 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore". è un provvedimento chiave per l'attuazione della legge 447/1995, che vede l'introduzione dei valori di emissione (valore massimo che può essere emesso da una sorgente, - Tabella 2), di immissione (assoluto e differenziale; valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, Tabella 3), di attenzione (rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente) e di qualità del rumore nell'ambiente esterno e negli ambienti abitativi (obiettivo da conseguire nel breve, medio e lungo periodo) e consente ai comuni di svolgere attività di pianificazione e di programmazione sul proprio territorio, con le modalità previste dalla Legge quadro.

Tabella 2. Valori limite assoluti di emissione riferiti alle sorgenti fisse e mobili stabiliti dal DPCM 14/11/97 (art.2 e tabella B).

classi di destinazione d'uso del territorio	tempi di riferimento	
	diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	45	35
II aree prevalentemente residenziali	50	40
III aree di tipo misto	55	45
IV aree di intensa attività umana	60	50
V aree prevalentemente industriali	65	55
VI aree esclusivamente industriali	65	65



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Tabella 3. Valori limite assoluti di immissione per l'ambiente esterno fissati dal DPCM 14/11/97 (art.3 e tabella C).

<i>classi di destinazione d'uso del territorio</i>	<i>tempi di riferimento</i>	
	diurno (6.00-22.00)	notturno (22.00-6.00)
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree di intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

VIBRAZIONI

Le vibrazioni negli edifici possono essere determinate, oltreché da cause naturali (fenomeni sismici, vento, ecc.), anche da attività riconducibili all'uomo; il funzionamento di macchine (magli, presse, telai, ecc.), il traffico su rotaia e su gomma (treni, metropolitana, tram, camion, ecc.), i lavori stradali ed edili (escavazioni, infissione pali, ecc.), i lavori di cava (detonazioni di cariche esplosive, ecc.) possono infatti sollecitare gli edifici e costituire una fonte di disturbo per i soggetti che vi risiedono.

Vibrazioni e disturbi soggettivi

Le vibrazioni trasmesse agli edifici sono di entità tale da non determinare effetti di tipo organico nei soggetti esposti. A questo proposito si può osservare che le accelerazioni verticali negli edifici (dell'ordine di 5-40 mm/s²) sono di gran lunga inferiori a quelle che possono determinare effetti sul rachide. In alcune situazioni le vibrazioni, di entità relativamente elevata, possono essere tollerate. Si tratta in genere di vibrazioni limitate nel tempo per eventi di breve durata.

Per quanto riguarda la sensibilità, deve essere tenuto presente che la soglia di percezione umana può variare significativamente da soggetto a soggetto. Persone particolarmente sensibili potrebbero quindi essere disturbate anche da vibrazioni di intensità molto bassa.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Va infine rammentato che le vibrazioni negli edifici possono interrompere il sonno dei soggetti esposti e quindi peggiorare il disturbo.

Devono essere considerati come effetti secondari delle vibrazioni:

- a) il rumore trasmesso dalla sorgente per via strutturale (le vibrazioni prodotte dalla sorgente si propagano attraverso le strutture e queste ultime re-irradiano il rumore all'interno dei locali);
- b) il rumore trasmesso dalla sorgente per via aerea (dalla sorgente di vibrazioni al soggetto ricevente);
- c) l'oscillazione di lampadari, suppellettili, il tremolio delle finestre;
- d) lo scricchiolio di suppellettili, porte, finestre;

Dato che l'effetto delle vibrazioni può essere diverso a seconda della tipologia delle vibrazioni, va considerato se esse sono continue o semicontinue (determinate ad esempio da lavorazioni industriali), permanenti, ma in modo non continuativo (determinate ad esempio dal traffico), o di durata limitata (determinate ad esempio da cantieri edili o stradali).

Gli eventi impulsivi e gli *shocks* possono rientrare in tutti e tre i casi precedenti; ad esempio il colpo di maglio o di battipalo, la deflagrazione di una carica esplosiva. In questi casi devono essere considerati il numero e la collocazione oraria degli eventi giornalieri, settimanali, mensili e annuali. In mancanza di specifici riferimenti legislativi, i metodi di misura delle vibrazioni presenti negli edifici, al fine della valutazione del disturbo, sono definiti dalle norme UNI 9614 del 1990 "*Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo*", UNI EN ISO 2631-1 2008 "*Vibrazioni meccaniche e urti – Valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse al corpo intero*"; ISO 2631/2 (2003) "*Evaluation of human exposure to whole-body vibration. Part 2: Vibration in buildings (1 to 80 Hz)*";

Misurazioni

La norma UNI 9614 del 1990 prevede metodi di misura e di valutazione differenti a seconda che le vibrazioni siano di livello costante o variabile oppure siano impulsive. Le prime sono determinate da macchine quali i telai impiegati nelle aziende tessili o dal traffico su rotaia e su gomma, le seconde sono originate da eventi di breve durata (impatti) determinati da magli, presse, battipalo, ecc.; tali eventi sono contraddistinti da un rapido innalzamento del livello dell'accelerazione sino ad



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

un valore massimo seguito da un decadimento che può comportare, a seconda dello smorzamento della struttura, una serie di oscillazioni che tendono ad estinguersi nel tempo.

Assi di propagazione delle vibrazioni

Gli assi di propagazione delle vibrazioni vengono riferiti alla persona del soggetto esposto: l'asse x passa per il dorso e il torace, l'asse y per le due spalle, l'asse z per i piedi e la testa (per i glutei e la testa se il soggetto è seduto). L'asse verticale di un edificio coincide con l'asse z se il soggetto è in piedi o seduto, con l'asse x se il soggetto è disteso.

Secondo la norma UNI 9614, la sensibilità umana alle vibrazioni è diversa lungo i tre assi, e quindi, per ottenere l'accelerazione ponderata, occorre applicare a ciascuno dei tre segnali un diverso filtraggio, prima di sommarli.

Vibrazioni di livello costante o variabile

Le vibrazioni di livello costante o variabile, di tipo non impulsivo, vengono rilevate misurando il valore efficace (rms) dell'accelerazione oppure il corrispondente livello: l'accelerazione viene espressa in m/s^2 , il livello dell'accelerazione in dB. Vengono prese in esame le accelerazioni di frequenza compresa tra 1 e 80 Hz. La percezione delle vibrazioni da parte dei soggetti esposti varia a seconda della frequenza e dell'asse di propagazione. La sensibilità è massima negli intervalli di frequenza compresi tra 4 e 8 Hz nel caso dell'asse z e tra 1 e 2 Hz nel caso degli assi x e y ; all'esterno di tali intervalli la sensibilità via via si riduce.

Dato che gli effetti delle vibrazioni di frequenza diversa sono cumulativi, va considerata la somma delle diverse componenti. Tale somma può ovviamente essere effettuata solo dopo aver attenuato le componenti esterne agli intervalli di massima sensibilità, in modo da rendere tutte le componenti omogenee in termini di disturbo. Questa procedura prende il nome di ponderazione in frequenza.

Tabella 4. Limite per le vibrazioni di livello costante o variabile (espressi in mm/s^2)

<i>Aree o edifici</i>	<i>Asse z</i>	<i>Assi x e y</i>
Arece critiche	5.0	3.6
Abitazioni (di notte)	7.0	5.0
Abitazioni (di giorno)	10.0	7.2
Uffici	20.0	14.4
Fabbriche	40.0	28.8



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

I valori limite di accelerazione equivalente ponderata in frequenza previsti dalla norma UNI 9614, sono stati a loro volta ripresi dalla norma ISO 2631/2.

Vanno sottolineati tre aspetti:

- ai fini del disturbo, la valutazione delle vibrazioni deve ovviamente riferirsi alla soglia della loro percezione;
- i limiti sono stati fissati anche in considerazione della diversa sensibilità delle persone: la soglia di percezione per i soggetti più sensibili si dovrebbe collocare a 5.0 (asse z) e a 3.6 (assi x e y) mm/s^2 , mentre la soglia per la media delle persone si dovrebbe collocare a valori leggermente più alti;
- i limiti non dipendono dalla durata; non è tanto la durata delle vibrazioni che determina il disturbo, quanto il fatto stesso che esse si verificano.

Vibrazioni impulsive

Nel caso di vibrazioni impulsive si rileva con strumentazione dotata dei filtri di ponderazione il valore di picco dell'accelerazione ponderata in frequenza e si moltiplica tale valore per il fattore 0.71 al fine di stimare il corrispondente valore efficace. Il valore efficace così calcolato va confrontato con i limiti riportati nella Tabella 5 seguente qualora il numero degli eventi impulsivi giornalieri sia pari o inferiore a 3. Nel caso il numero degli eventi impulsivi giornalieri sia superiore a 3, i limiti riportati nella tabella 3, relativi alle abitazioni di giorno, agli uffici e alle fabbriche, vengono diminuiti in base alla quantità di eventi e alla loro durata, moltiplicandoli per il fattore F . Nessuna diminuzione è prevista per i limiti relativi alle aree critiche e alle abitazioni di notte.

Tabella 5. Limiti per le vibrazioni impulsive (espressi in mm/s^2)

<i>Aree o edifici</i>	<i>Asse z</i>	<i>Assi x e y</i>
Aree critiche	5.0	3.6
Abitazioni (di notte)	7.0	5.0
Abitazioni (di giorno)	300	220
Uffici e fabbriche	640	460



RADIAZIONI IONIZZANTI

Per Radiazioni Ionizzanti (RI) si intendono quelle radiazioni capaci di determinare, direttamente o indirettamente, la ionizzazione della materia, fenomeno che consiste nel distacco di un elettrone dall'orbita periferica di un atomo, con conseguente formazione di uno ione di carica positiva e di uno ione di carica negativa (elettrone). L'energia necessaria per tale lavoro è pari almeno a 10 eV (1 eV = energia cinetica acquistata da un elettrone per la differenza di potenziale di 1 Volt). Le radiazioni con energia inferiore non possiedono questa proprietà: l'atomo eventualmente colpito aumenta il suo livello energetico, acquistando una reattività chimica maggiore. L'atomo in questione è definito "eccitato" e le radiazioni capaci di indurre il fenomeno sono dette "eccitanti".

Sono ionizzanti (Tabella 6) le radiazioni α , β , γ , raggi X, neutroni e protoni; in parte di natura corpuscolata (α , β , neutroni, protoni), in parte di natura elettromagnetica (raggi X, γ).

Le prime hanno massa variabile e sono materia, le seconde sono costituite da quanti di energia, o fotoni.

Tabella 6. Classificazione delle Radiazioni Ionizzanti

Tipi	Natura	Massa	Carica elettrica	Origine
Raggi X	Elettromagnetica	0	0	Tubi coolidge
Raggi γ	Elettromagnetica	0	0	^{60}Co , ^{192}Ir
Raggi α	Corpuscolata, nuclei elio	4	++	^{232}Th , ^{212}Po
Raggi β	Corpuscolata, elettroni	1/2000 atomo H	-	^{90}Sr , ^{12}B
neutroni	Particelle nucleare	1	0	^{235}U - fissione



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Fonti di esposizione

Le persone esposte in Italia, per motivi professionali, ammontano a circa 20.000, di cui la metà nel solo settore sanitario, per attività di diagnostica strumentale e con isotopi marcati e per trattamenti di radioterapia. Le sorgenti di irradiazione artificiali interessano, comunque, solo una parte della popolazione con modalità e tempi diversi e si aggiungono alle sorgenti naturali (cosmiche, terrestri, irradiazione interna), che coinvolgono la popolazione in generale in modo continuo nel tempo e che ammontano, mediamente, a circa 2 mSv/anno.

Tra le fonti naturali, è stata posta attenzione al radon, gas inodore, insapore ed invisibile, che proviene dal terreno, derivante dal decadimento dell'uranio 238 (radon 222) e del torio (radon 220).

Effetti biologici e clinici

Per quanto riguarda la sede d'azione, le RI possono determinare effetti lesivi a livello (Tabella 7): a) molecolare; b) sub-cellulare e cellulare; c) tessutale E d'organo; d) dell'organismo in toto; e) della popolazione nel suo insieme.

Tabella 7. Effetti biologici e clinici delle Radiazioni Ionizzanti

Livello	Alterazioni
<i>Molecolare</i>	Denaturazione di proteine, lesioni filamenti DNA e RNA (rottura, cross-linking, denaturazione, ecc.), turbe vie metaboliche.
<i>Subcellulare – cellulare</i>	
Nucleo in mitosi	Blocco metafase, rotture cromosomiche, mutazioni
Nucleo in riposo	Piccosi, cariolisi, carioressi
Reticolo endoplasmatico	Degranulazione ribosomi, blocco sintesi proteine
Mitocondri	Rigonfiamento torbido, rottura creste, squilibri energetici
Lisosomi	Attivazione idrolisi, autofagia
<i>Tessutale – d'organo</i>	
Emopoietico	Ipoplasia midollare, leucemie
S. immunitario	Immunodepressione



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Gastroenterico	Ulcerazioni
Occhio	Cataratta
Gameti	Ipoplasia
Cute	Radiodermi, metaplasia carcinomatosa
<i>Organismo in toto</i>	Morte, neoplasie maligne
<i>Popolazione nel suo insieme</i>	Modificazioni genetiche e cromosomiche

Danno tessutale-d'organo

Si definiscono radiosensibili le cellule a elevato ritmo mitotico, morfologicamente e funzionalmente indifferenziate, e radioresistenti le cellule di caratteristiche opposte.

Sono radiosensibili il midollo osseo, le linee germinali dell'ovaio e del testicolo, l'epitelio intestinale e la cute.

Sono radioresistenti il fegato, i reni, i muscoli, il cervello, le ossa, le cartilagini e il connettivo.

Le lesioni prodotte dalle RI sugli organi sono in rapporto con le caratteristiche morfologiche e funzionali dei tessuti che li compongono.

Cute. A carico della cute si osservano manifestazioni infiammatorie, nelle loro varie fasi, che vanno dall'eritema all'essudazione, alla necrosi, all'ulcerazione, denominate radiodermi. Di esse sono caratteristiche la moderata tendenza alla guarigione e la frequenza con cui possono andare incontro alla trasformazione neoplastica, che sarà tanto maggiore quanto più a lungo ha agito il trattamento radiante (in passato, radiologi e ortopedici).

Frequenti sono anche i fenomeni d'iperpigmentazione (da melanina), di ipercheratosi e di atrofia. Facilmente si osserva caduta dei capelli, per necrosi dei follicoli.

Midollo osseo. Particolarmente gravi sono gli effetti sugli organi emopoietici, di tipo ipoplasico o aplasico; il blocco dell'attività riproduttiva e maturativa provoca precocemente una diminuzione degli elementi figurati del sangue circolante (leucopenia, anemia, piastrinopenia).

La radiosensibilità diminuisce col procedere del processo maturativo delle cellule, per cui gli elementi circolanti sono praticamente insensibili, ad eccezione del linfocita.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Nella sindrome acuta da radiazione si possono osservare, in linea generale, i seguenti profili degli elementi figurati del sangue:

Linfociti: diminuzione massima in 3-4 giorni, che persiste per alcune settimane (5-6), e ritorno alla normalità in circa 6 mesi.

Neutrofili: iniziale aumento (da depositi tessutali), seguito da una prima diminuzione, entro due settimane circa, che progredisce entro 20-30 giorni (periodo delle infezioni).

Piastrine: precoce calo (entro poche ore) con un minimo nell'arco di 1 mese (periodo delle emorragie) e possibile ritorno alla normalità entro 40-50 giorni.

Difese immunitarie. Anche le difese immunitarie diminuiscono: si osserva riduzione della formazione di anticorpi, blocco della fagocitosi, inattivazione del complemento specie della frazione C₁.

Gonadi. A livello delle gonadi si rileva riduzione più o meno marcata della formazione dei gameti. Nel testicolo, per dosi elevate (5-8 Gy) si può ottenere la sterilità definitiva, per dosi basse (0,15-1 Gy) ipozoospermia transitoria.

Analogamente, nelle ovaie, scompaiono in fase iniziale i follicoli e, poi, le cellule interstiziali.

Rene. A carico del rene è stata descritta una nefropatia caratterizzata da alterazioni dei capillari glomerulari, a tipo necrosi fibrinoide, in casi di terapia con dosi elevate di raggi X applicate sull'addome, per esempio per neoplasie testicolari e ovariche.

Mucosa intestinale. La mucosa intestinale tende a necrotizzarsi e ad ulcerare con possibili emorragie e infezioni.

Fegato ed altri parenchimi. Il fegato e gli altri parenchimi possono presentare tutta la gamma delle lesioni di tipo degenerativo fino alla necrosi, e focolai emorragici. Particolarmente radiosensibile è il surrene, specie lo strato corticale, ove è dato spesso di osservare cospicue emorragie parenchimali. Ciò spiega come l'insufficienza surrenalica possa complicare, con una certa frequenza, un'esposizione alle radiazioni.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Occhio. A carico dell'occhio si può osservare cataratta, per dosi superiori (in unica dose) a 5 Gy.

Sistema nervoso. Le cellule del sistema nervoso presentano lesioni regressive reversibili, ma più spesso irreversibili. Poiché sono cellule perenni, una volta distrutte, non rigenerano e ne consegue un danno permanente.

Polmone. Questa localizzazione ha una valenza storica in quanto carcinomi bronchiali furono descritti nei minatori di uranio dello Schneeberg e dello Joachimstahl.

Ossa. Sono noti, per la peculiarità dell'attività lavorativa, i sarcomi a localizzazione mandibolare delle pittrici dei quadranti "fosforescenti" degli orologi, che appuntivano i fini pennelli umettandoli fra le labbra per ottenere maggiore precisione nel tratto.

Organismo in toto Gli effetti delle RI sono classificati in somatici (stocastici e non stocastici) 4 genetici (stocastici).

I somatici stocastici sono casuali, non dose dipendenti e sono privi di dose-soglia (per esempio le neoplasie).

I somatici non stocastici sono, di contro, dose-dipendenti ed hanno una dose-soglia (ad esempio, radiodermiti e cataratta).

Gli effetti genetici, stocastici, sono quelli sulla progenie e riguardano mutazioni geniche ed alterazioni cromosomiche.

Gli effetti delle RI, in rapporto all'epoca di comparsa rispetto all'esposizione, possono essere classificati in: 1) immediati sull'individuo irradiato; 2) tardivi sull'individuo irradiato; 3) ereditari sulla progenie dell'individuo irradiato; 4) sulla prima generazione dell'individuo irradiato.

1) Effetti immediati sull'individuo irradiato Si ricordano le sindromi da pan-irradiazione e da irradiazione parziale.

Sindromi da panirradiazione

Sono stati descritti 4 livelli di sopravvivenza, con relativi quadri clinici, in funzione della dose (in Gy) e della durata.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

- con dosi >30-50 Gy, la sopravvivenza è di poche ore ed è correlata a danni del sistema nervoso; per dosi minori, si possono evidenziare una sindrome gastroenterica (10-30 Gy), di durata di circa 6-10 giorni, ed una sindrome midollare (4,5-10 Gy), di durata leggermente maggiore. Anche in questo caso la sopravvivenza è virtualmente impossibile;
- con dosi di 2-4,5 Gy, la sopravvivenza è considerata possibile: i quadri clinici sono caratterizzati da gravi infezioni (da agranulocitosi) e da emorragie;
- con 1-2 Gy, la sopravvivenza è probabile e i sintomi sono legati a una sindrome midollare molto attenuata;
- con dosi < 1 Gy, la sopravvivenza è considerata sicura e i soggetti sono asintomatici.

Indicatore importante della gravità del quadro clinico, come esposto in precedenza, è la linfopenia mentre indice sensibile della dose assorbita è la dosimetria citogenetica (che può, essere ottenuta utilizzando i linfociti circolanti).

Sindromi da irradiazione parziale

Si fa riferimento al midollo, alle gonadi, al cristallino, alla cute, come già accennato in precedenza. Va sottolineato che gli effetti cronici, da dosi ripetute, hanno una chiara connotazione professionale, in quanto relativi, per lo più, a tecnici ed operatori sanitari.

2) Effetti tardivi sull'individuo irradiato

Comprendono tumori solidi (polmoni, tiroide, ossa) e leucemie, tranne le linfatiche croniche.

I dati sono il risultato dell'osservazione dei sopravvissuti di Hiroshima e Nagasaki, dei lavoratori delle miniere di uranio e dei pazienti sottoposti a terapia radiante: studi epidemiologici hanno evidenziato un'incidenza aumentata in esposti a dosi maggiori di 0,5 Sv.

3) Effetti ereditari sulla progenie dell'individuo irradiato

Compaiono dopo molti anni dall'irradiazione e sono costituiti da mutazioni geniche e da aberrazioni cromosomiche, trasmesse alla progenie del soggetto irradiato.

Sono stati evidenziati negli animali di laboratorio, non ancora con certezza nell'uomo. Al riguardo, si ricorda che nei bambini nati da soggetti irradiati nelle esplosioni di Hiroshima e Nagasaki non sono stati osservati effetti di questo tipo.



4) Effetti sulla prima generazione dell'individuo irradiato

Comprendono effetti somatici nel feto ed effetti ereditari.

Per quanto riguarda i primi, è ammessa, da alcuni studi epidemiologici, una correlazione tra tumori ed irradiazione in utero.

Popolazione nel suo insieme Si tratta di effetti tardivi consistenti in modificazioni genetiche ed alterazioni cromosomiche a carico dei singoli individui.

I limiti di esposizione per la popolazione e per i lavoratori sono regolamentati dal D.Lgs. 230/95 e s.m.i. (D.Lgs. 241/00 e D.Lgs. 257/01):

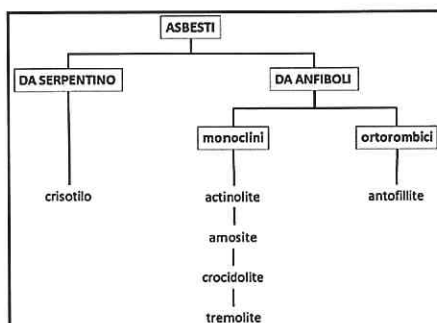
LIMITI ESPOSIZIONE POPOLAZIONE

- 1 mSv/anno dose efficace
- 15 mSv/anno dose equivalente al cristallino
- 50 mSv/anno dose equivalente a pelle ed estremità

AMIANTO

L'amianto o asbesto è un minerale fibroso che deriva per metamorfismo (trasformazione) idrotermico e dinamico da rocce madri non necessariamente fibrose. Si distinguono diverse varietà di asbesto, ciascuno con una specifica composizione chimica (Figura 5 e Tabella 8).

Figura 5. Classificazione delle differenti varietà di asbesto.





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Tabella 8. Composizione chimica delle varietà di asbesto

Crisotilo: $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$	Tremolite: $Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_4$
Crocidolite: $Na_2Fe_5Si_8O_{22}(OH)_2$	Antofillite: $(Mg, Fe)_7Si_8O_{22}(OH)_2$
Amosite: $(Mg, Fe)_7Si_8O_{22}(OH)_2$	Actinolite: $Ca_2(Mg, Fe)_5Si_8O_{22}(OH)_2$

La varietà più comune è il crisotilo, o amianto bianco, che deriva dal serpentino: buona parte delle nostre Alpi, dalle Marittime alle Graie, sono fatte di questa roccia silicatica verdastra, e questo spiega la presenza della grande cava di Balangero, presso Lanzo, a circa 30 Km da Torino, sfruttata per circa 80 anni, e di quelle più piccole di Emarese, in Val d'Aosta, e della Valtellina. Il crisotilo ha da sempre rappresentato il 93-95% della produzione mondiale di amianto, con due epicentri: uno nel Quebec, a Tethford, ed un altro nella Russia Asiatica, a ridosso degli Urali, nella zona di Sverdlosk.

Ci sono poi gli amianti di anfibolo, così detti per la comune classe mineralogica di appartenenza, nel tempo ricavati e commercializzati in tre varietà, di cui le principali la crocidolite o amianto blu e l'amosite o amianto bruno. Morfologicamente gli amianti di anfibolo sono fibre rettilinee, aghiformi, appuntite nel caso della crocidolite, più tozze e tronche negli altri casi. Il crisotilo presenta invece una struttura "a ricciolo".

Caratteristiche delle fibre degli amianti sono la flessibilità, l'elasticità, la grande resistenza alla trazione, che hanno fatto di crisotilo e crocidolite due fibre tessili; le proprietà ignifughe, di resistenza agli attacchi chimici, di coibentazione nei confronti sia del calore sia del rumore, di resistenza all'usura. Del tutto peculiare, perché manca alle fibre minerali prodotte dall'uomo, è la loro attitudine a separarsi longitudinalmente in fibrille, numerose o numerosissime, sempre più sottili, con aumento incredibile della superficie disponibile per unità di peso, proprietà utilissima ai fini dell'adsorbimento di impurezze nei passati usi in filtrazione (dei vini e dei vermouth; del fumo di sigaretta) e dell'aumento della resistenza meccanica conseguente, negli usi come carica rinforzante dei cosiddetti materiali compositi.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Ne sono esempi il composito amianto-cemento, usato lungo tutto il secolo scorso in edilizia sotto forma di coperture piane o ondulate, di tubi, vasche, serbatoi, condotte..., che ha preso il nome brevettato di Eternit proprio per la sua lunga durata, ed il materiale d'attrito per i freni e le frizioni degli autoveicoli, ove il legante era una resina. Mentre in questa seconda applicazione si è sempre usato solo crisotilo (il 20-70% in peso), nella prima, in cui l'amianto rappresentava il 15-20% del composto, nelle condutture per l'industria chimica, ad esempio, era usata anche la crocidolite.

Tutti gli amianti sono idrosilicati microcristallini: come nella morfologia, anche nell'intima struttura esiste una fondamentale differenza fra crisotilo ed amianti di anfibolo: mentre questi ultimi presentano le unità silicatiche stratificate che si susseguono longitudinalmente sovrapposte all'infinito lungo l'asse della fibra, il crisotilo mostra una struttura concentrica, lasciando libera, "vuota", la parte assiale centrale. I diametri sono fini o finissimi, soprattutto per quanto riguarda crisotilo e crocidolite: fibre e fasci di fibre grossolani sono praticamente sempre al di sotto dei 2-3 μm , ma per lo più nell'ordine dei decimi, o addirittura, le fibrille, dei centesimi di μm

(Pira E, Romano C. Manuale di Medicina del Lavoro. Minerva Medica. 2015. In press.).

Fino al 1992, anno in cui in Italia venne imposto legislativamente il "banning", l'amianto costituiva un materiale di comune impiego in edilizia ed in materiali di coibentazione di largo utilizzo.

Gli effetti dell'amianto sulla salute umana possono essere distinti in due prime grandi categorie:

- patologie non neoplastiche (alterazioni benigne della pleura e asbestosi) (Brown, 2003)
- patologie neoplastiche (tumore polmonare e mesotelioma maligno) (Brown, 2002).

Ciascuna di queste patologie può a sua volta distinguersi, sulla base della correlazione con l'esposizione, in "dose-indipendente", come le alterazioni benigne della pleura ed il mesotelioma, oppure "dose-dipendente", come l'asbestosi ed il tumore del polmone.

Le placche pleuriche sono aree fibrotiche circoscritte della pleura parietale normalmente bilaterali, talora calcifiche (Parkes WR, 1994), localizzate prevalentemente alla parete toracica, al diaframma e più raramente alla pleura mediastinica ed al pericardio. Sono asintomatiche (Letourneux M, 1999; Andrion A et al, 1984) e non sono generalmente responsabili di un danno funzionale. Sono associate a tutti i tipi di amianto, ma la responsabilità degli amianti di anfibolo è più marcata rispetto a quella del crisotilo (Letourneux M, 1999). Possono essere la conseguenza di esposizioni anche solo di tipo ambientale o familiare (Craighead JE et al, 1982) e sono state riscontrate anche nella popolazione generale senza storia di esposizione ad amianto (Andrion A et al, 1983).



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Il mesotelioma è il tumore più frequente e caratteristico della pleura. Questa neoplasia viene tradizionalmente distinta in due forme. La prima, benigna e meno frequente, è un tumore fibroso della pleura localizzato e a lenta crescita che trae origine dallo strato submesoteliale. Spesso peduncolato, in genere guarisce l'asportazione chirurgica. L'altra forma, più comune, mesotelioma maligno diffuso, aggressivo, invasivo, pressoché universalmente fatale. Le conoscenze epidemiologiche e di storia naturale consentono di identificare come principale fattore di rischio l'esposizione all' asbesto, anche se un' avvenuta esposizione rimane provata soltanto nell' 80% dei casi di mesotelioma maligno della pleura. E' nota la possibilità di insorgenza di tale neoplasia per esposizioni non professionali, di natura ambientale o domestica. Si tratta di una patologia dose-indipendente, pertanto dosi anche straordinariamente piccole possono dare origine a malattia (Selikoff, 1978). La letteratura consolidata è di fatto unanime nel ritenere che il periodo medio di latenza tra l'inizio dell'esposizione e la diagnosi di mesotelioma pleurico sia intorno ai 30 o più anni (Russi MB et al, In: Rosenstock L e Cullen MR. Textbook of Clinical and Environmental Medicine, 1994; Rosenstock L e Cullen MR, 2005). La diagnosi differenziale deve essere posta, oltre che con le localizzazioni metastatiche di altri tumori, anche con le neoplasie primitive della pleura diverse dal mesotelioma (Guinee et al, 2008).

L'asbestosi è una fibrosi polmonare diffusa conseguente all'accumulo di fibre di asbesto nel polmone. È una patologia dose-dipendente. Il quadro anatomopatologico caratteristico è costituito da una fibrosi parenchimale lineare e reticolare, più evidente ai lobi inferiori (Scansetti G et al, 1985). Tale patologia presenta quadri clinici sintomatologici aspecifici e comuni ad altre patologie respiratorie polmonari, pertanto la radiografia del torace in Postero-Anteriore è di importanza determinante ai fini diagnostici, in associazione ad altri sussidi radiologici come la Tomografia Assiale Computerizzata ad Alta Risoluzione (HRTC).

Riguardo al rapporto causale tra amianto e tumore del polmone, nel Consensus Report: "*Asbestos, asbestosis, and cancer: the Helsinki criteria for diagnosis and attribution*" si sostiene che, prima di definire l'esistenza di un rapporto causale fra esposizione ad amianto e tumore del polmone, sia necessario considerare che: "*a causa dell'elevata incidenza del tumore del polmone nella popolazione generale, non è possibile dimostrare, nel singolo individuo, in termini deterministici precisi, che l'asbesto sia il fattore causale, anche quando è presente un quadro di asbestosi*". Gli stessi esperti commentano che un criterio importante per l'attribuzione di un tumore ad un'esposizione ad asbesto è costituito dal livello di fibre di asbesto rilevate nel polmone. Per livelli

 56



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

molto bassi di esposizione ad amianto il rischio di tumore polmonare appare essere indefinibile. Il rischio relativo di sviluppare un tumore polmonare risulta grossolanamente raddoppiato in gruppi di soggetti con un'esposizione cumulativa ad asbesto di 25 fibre/anni, cioè, ad esempio, un'esposizione ambientale di 1 fibra per centimetro cubo per 25 anni (Henderson D.W. et al, 2004). Pertanto per poter attribuire un tumore polmonare all'esposizione ad asbesto devono essere soddisfatti (anche non contemporaneamente) i seguenti criteri:

- 1) la presenza di asbestosi (intesa come indice di elevata esposizione) oppure
- 2) una stima di esposizione cumulativa pari o superiore a 25 fibre/anni oppure
- 3) la presenza di almeno 5.000-15.000 corpuscoli dell'asbesto o 2 milioni di fibre anfiboliche per grammo di tessuto polmonare secco ($\lambda > 5 \mu\text{m}$) o 5 milioni se $\lambda > 1 \mu\text{m}$.

I valori di riferimento ambientali relativi all'amianto sono i seguenti:

- $< 1\text{f/L}$ (OMS)
- $< 2\text{ff/L}$ - D.M. 6/9/1994 (restituibilità dei locali dopo interventi di bonifica da amianto)

RISORSE IDRICHE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE

In fase di cantiere possono verificarsi sversamenti accidentali di liquidi inquinanti (quali carburanti e lubrificanti), provenienti dai mezzi d'opera in azione o dalle operazioni di rifornimento; questi sversamenti possono essere recapitati direttamente in acque superficiali (reticolo idrografico locale) oppure possono riversarsi sul suolo e raggiungere le acque superficiali solo successivamente oppure possono percolare in profondità nelle acque sotterranee.

Anche gli scarichi idrici (reflui civili) provenienti dagli edifici di servizio del cantiere (baracche, servizi igienici, ecc.) possono causare l'insorgenza di inquinamenti microbiologici (coliformi e streptococchi fecali) delle acque superficiali.

Risulta per tali ragioni fondamentale effettuare dei campionamenti delle acque superficiali e se possibile sotterranee della zona di interesse prima dell'avvio delle attività d'opera per avere il quadro caratteristico della zona. E' quindi necessario praticare campionamenti periodici durante l'opera per verificare che le condizioni elettrolitiche e microbiologiche iniziali vengano costantemente mantenute.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

La componente ambientale delle acque sotterranee rappresenta un elemento nodale nella valutazione di impatto ambientale in attività di cantiere relativi alla perforazione di un cunicolo, in quanto in fase di cantiere possono verificarsi potenziali drenaggi dei circuiti di ricarica più profondi delle sorgenti captate per uso idropotabile e, più in generale, influenze indotte sull'assetto idrogeologico del contesto.

Il monitoraggio delle risorse idriche sotterranee in fase realizzativa deve essere pertanto essere focalizzato al controllo specifico e alla prevenzione delle eventuali alterazioni quantitative (portata/depauperamento) e anche delle alterazioni qualitative(chimico-fisico e biologico) dei corpi idrici sotterranei/complessi idrogeologici correlate ad eventuali alterazioni di carattere quantitativo.



ANALISI DEI DATI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE DEL CANTIERE DE LA MADDALENA

Il piano di monitoraggio ambientale esterno all'area di cantiere, elaborato in funzione delle potenziali pressioni sull'ambiente prodotte dalla realizzazione del progetto nelle sue differenti fasi, ha preso in esame le seguenti componenti ambientali: atmosfera, amianto, ambiente idrico superficiale e sotterraneo, radiazioni ionizzanti, rumore e vibrazioni, suolo e sottosuolo, componenti biotiche. Per ciascuna di esse è stata individuata una serie di indicatori di qualità, oggetto delle attività di rilevamento ed analisi.

Per quanto riguarda i potenziali effetti sulla salute della popolazione sono state esaminate solo le componenti atmosfera, rumore e vibrazioni, amianto, radiazioni ionizzanti e risorse idriche.

I dati sono stati e saranno elaborati rispetto alle varie fasi di monitoraggio:

- *ante-operam* su rilievi condotti in modo sistematico dal gennaio al dicembre 2012. Sono peraltro disponibili alcuni dati relativi ad anni precedenti, raccolti in occasione delle attività inerenti il progetto del vecchio cunicolo Venaus previsto in Val Cenischia e i rilievi del particolato con la Stazione di riferimento ARPA di Susa-Repubblica.
- corso d'opera (gennaio 2013-oggi e, successivamente, fino al termine delle attività di cantiere)
- *post-operam*

Il **monitoraggio esterno all'area di cantiere** è finalizzato all'accertamento delle condizioni ambientali prima dell'avvio dell'operazione di cantiere nelle aree territoriali potenzialmente coinvolte, al controllo degli effetti temporanei in relazione alle attività di cantiere, all'eventuale rilevamento delle situazioni di anormalità con conseguente azione correttiva, e alla verifica dell'idoneità delle misure di mitigazione degli impatti previste.

In particolare nella fase di corso d'opera sono state individuate le condizioni di assetto operativo della rete di monitoraggio, in funzione degli impatti attesi previsti in fase di Studio di Impatto



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Ambientale e dei tavoli di concertazione con gli Enti di controllo e rimodulati in funzione degli impatti rilevati dalle attività di monitoraggio.

La condizione di esercizio attuata per il corretto controllo ambientale si articola in tre differenti stati di esercizio, riferito alle condizioni della rete di Monitoraggio:

- *Stato "standard" di SORVEGLIANZA*: rappresenta la condizione minima di esercizio per assicurare un adeguato controllo ambientale in condizioni di ambiente potenzialmente indisturbato e/o in presenza di interferenze "trascurabili".

- *Stato di ATTENZIONE*: assetto operativo condizionato da situazioni di anomalia ambientale registrate dalla rete di controllo ambientale e/o fattori emissivi interni del cantiere, previsti o emergenti. .

- *Stato di INTERVENTO*: in caso di impatto accertato e consistente, riconducibile a livelli di deterioramento ambientale rispetto alla situazione registrata in *ante-operame* conseguente attivazione degli interventi necessari mitigativi sulle cause che li hanno determinati.

Modalità di monitoraggio delle componenti ambientali

COMPONENTE ATMOSFERA

Al fine di evitare deterioramenti significativi dei livelli di Qualità dell'Aria ai recettori sensibili in rapporto alla situazione preesistente nella fase di *ante-operam*, è stata monitorata la componente atmosfera. Le potenziali pressioni ambientali individuate (Studio di Impatto Ambientale-SIA) su tale componente (emissioni di inquinanti, polveri, aumento delle concentrazioni di fibre aerodisperse, incremento della radioattività naturale) sono conseguenti ad attività di cantiere principali e secondarie quali attività preliminari di scotico e predisposizione dell'area di cantiere, scavi per la realizzazione del tratto artificiale del cunicolo esplorativo, trasporto dello smarino su nastri trasportatori, getti di calcestruzzo, movimentazione delle terre, transito degli automezzi nelle aree di cantiere.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Tali attività sono indirizzate alla sorveglianza sia nei pressi di recettori sensibili posti nelle vicinanze del cantiere, sia nelle aree potenzialmente interessate dall'impatto delle emissioni su altri ricettori più remoti presenti sul territorio.

Nella fase di corso d'opera in relazione a quanto emerso dalla valutazione degli impatti potenziali (SIA) è stato previsto uno schema di monitoraggio in condizione di sorveglianza.

➤ **Situazione Meteorologica**

La previsione nella rete di monitoraggio ambientale di una stazione fissa in continuo delle condizioni meteo-climatiche garantisce una migliore valutazione delle misure delle varie componenti ambientali. La stazione di Gravere è ubicata in punto rappresentativo in quota e posizione baricentrica sull'area di intervento.

Modalità

Per quanto riguarda la rete di monitoraggio dell'atmosfera, in primo luogo è stata analizzata la situazione meteorologica a partire dall'*ante-operam*, tramite la stazione A5-Met2 fissa sul territorio del Comune di Gravere in località Molaretto, in servizio continuo dalla data di attivazione di giugno 2012 per la registrazione di tutti i principali parametri climatologici.

Oltre 40.000 sono stati i rilevamenti dei principali indicatori climatici dal 2013 fino a dicembre 2016:

- Temperatura
- Umidità Relativa
- Velocità e direzione del vento
- Radiazione solare
- Precipitazioni
- Pressione Atmosferica

Risultati

La situazione meteorologica rilevata è sostanzialmente sovrapponibile alla situazione registrata mediante le misurazioni *ante-operam* di giugno-dicembre 2012 (in particolar modo per i semestri giugno-dicembre, in quanto i valori *ante-operam* si riferiscono a tale periodo).



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Sono risultati quindi sostanzialmente simili nei periodi confrontati le temperature medie stagionali e i livelli medi di ventilazione di tutta la fase di corso d'opera fino a dicembre 2016.

E' un dato importante dal momento che questi sono i fattori maggiormente condizionanti la dispersione atmosferica dei potenziali inquinanti.

➤ **Particolato aerodisperso**

Modalità

Il PMA per quanto riguarda il Particolato, in assetto operativo di sorveglianza, ha previsto il monitoraggio del PM10 in continuo con restituzione oraria presso una singola stazione (A5.4), il monitoraggio del PM10 in continuo su 5 stazioni distribuite sul territorio, con modalità sequenziale di tipo gravimetrico sulle 24h.

Le stazioni di monitoraggio:

CHIOMONTE-GRAVERE, SUSÀ, GIAGLIONE, in particolare:

- 1) A5 – Comuni di CHIOMONTE-GRAVERE:
staz A5.20b Graverè – Centro sportivo S. Barbara
staz A5.4 Chiomonte – Frazione La Maddalena
staz A5.1b Chiomonte – Scuola Elementare
- 2) A3 – Comune di SUSÀ:
staz A3.1b Susa – Savoia, Scuola Media
- 3) A6 – Comune di GIAGLIONE:
staz A6.6 S. Rocco

PM 2.5

Modalità e risultati

Il PM 2.5 è stato monitorato in fase di *ante-operam*, e poi a valle della condivisione tecnica con gli enti di controllo, per quanto riguarda la fase di corso d'opera, solo nel periodo compreso tra gennaio e giugno 2013; dal 10/07/2013 in poi il controllo è stato focalizzato sul PM10, in quanto non sono mai state evidenziate situazioni di criticità ambientale. I valori medi di PM2.5 sono infatti risultati sovrapponibili a quelli del periodo *ante-operam*, e come tali sostanzialmente attribuibili alle emissioni da traffico veicolare esterno, indipendente dalla attività di cantiere.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

PM10

Modalità

E' stato monitorato fin dalla fase *ante-operam*, a partire dal 6/03/2012, con un totale di oltre 6600 misure disponibili fino al dicembre 2016.

Su specifica richiesta dell'Ente di Controllo, si è passati, a partire dal 10 luglio 2013, da un monitoraggio su tre giorni consecutivi, con cadenza quindicinale, ad una modalità di rilevamento continuo sequenziale sulle 24 h, su tutte le stazioni di monitoraggio.

E' stato inoltre attivato presso la stazione A5.4 di Chiomonte, compresa nell'area di presidio che include l'area di cantiere un controllo continuo strumentale mediante l'impiego di un sistema automatico contaparticelle GRIMM che consente la restituzione oraria dei valori di PM10. I valori numerici delle particelle aerodisperse rilevate sono convertiti in concentrazioni ambientali mediante un particolare algoritmo matematico calibrato in base al peso specifico medio delle particelle stesse. La scelta è determinata dalla necessità di acquisire gli andamenti tendenziali delle concentrazioni di PM10 in un'area particolare, quale quella di cantiere, in cui le concentrazioni di particolato potrebbero essere maggiori a seguito della risospensione di materiale particellare prodotto dall'attività di cantiere stessa e in base ai quali predisporre gli interventi atti a prevenire o limitare la risospensione e la dispersione in atmosfera di polveri prodotte da operazioni di scavo e movimenti terra, nonché dal transito frequente di macchine operatrici e/o mezzi di trasporto su percorsi sterrati, consentendo una gestione ottimale delle attività potenzialmente impattanti

Ad oggi questo sistema automatico ha fornito oltre 30 mila misure. L'area di cantiere e la zona perimetrale strettamente limitrofa monitorata dalla stazione A5.4 costituiscono un sito particolare per cui non sarebbe applicabile il limite normativo previsto dal D.Lgs 155/10 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in 24h max 35 superamenti su anno civile / media giornaliera $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, anno civile). Data infatti la stretta prossimità all'area di lavoro, il sito è indicativo della sola situazione locale e non può essere rappresentativo della esposizione della popolazione.

Risultati

2013

In quest'ottica debbono essere interpretati i risultati dei rilievi di particolato fine relativi al 2013.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Infatti solo nella stazione di rilevamento A5.4 sono stati registrati, nel corso del 2013, 50 superamenti del valore limite di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, rispetto ai 35 consentiti dalla norma per gli ambienti di vita (valore massimo $183 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Negli altri punti di campionamento, pur osservando un numero totale di superamenti annuali leggermente superiore a quelli registrati nel 2012 (valore massimo $93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stazione A5.4), non è stato raggiunto il numero complessivo di “sforamenti” annuali previsto dalla legge.

Nel complesso le concentrazioni medie annuali sono state sostanzialmente sovrapponibili alle concentrazioni medie rilevate nella fase *ante-operam* sulle medesime stazioni di monitoraggio. Infatti in entrambe le fasi di generale controllo i valori medi annuali sono risultati ampiamente inferiori alla soglia fissata dalla normativa a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sull'anno civile per gli ambienti di vita.

2014

Non sono stati osservati, per ogni singola stazione, superamenti dei valori medi annuali di concentrazione di PM10 consentiti dalla normativa, con valori medi annuali inferiori a quelli rilevati nel corso del 2013 e in fase *ante-operam*. I superamenti di soglia di concentrazione di PM10 sulle 24h (valore massimo $83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stazione A6.6) sono stati in numero lievemente maggiore rispetto ai valori del 2012, ma senza che in alcuna stazione si sia oltrepassato il limite massimo di 35 superamenti su anno civile.

2015

Sono risultate disponibili oltre 1.784 misure e nelle stazioni di monitoraggio sono stati evidenziati alcuni superamenti di soglia, in numero lievemente maggiore rispetto ai valori del 2012: 10 superamenti per la stazione A3.1b Susa-Savoia, 9 per la stazione A5.1b Chiomonte-Scuola, 9 per la stazione A5.20b Gravere-S. Barbara, 14 per la stazione A6.6 Giaglione-S.Rocco.

Questi superamenti hanno rispecchiato l'andamento regionale.

Si sono registrati inoltre 15 superamenti per la stazione A5.4 di Chiomonte-Frazione La Maddalena, ma vista la sua stretta prossimità al cantiere della stazione di misura, questi non risultano correlate in assoluto agli ambiti di vita generale.

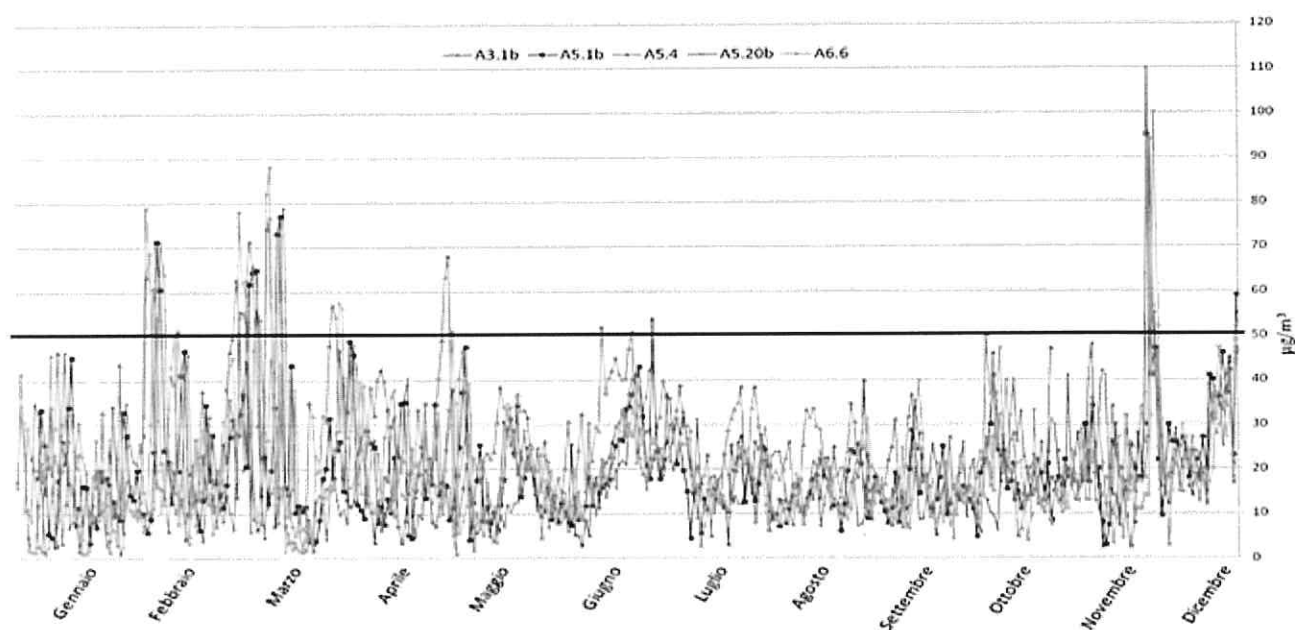
I valori registrati in occasione dei superamenti del limite di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in fase di corso d'opera sono risultati compresi nel range $50,8-110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore massimo $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stazione A3-1b) e il



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

numero complessivo dei superamenti per stazione di rilevamento risulta inferiore al limite normativo fissato a un massimo di 35 superamenti su anno civile (figure 6 e 7).

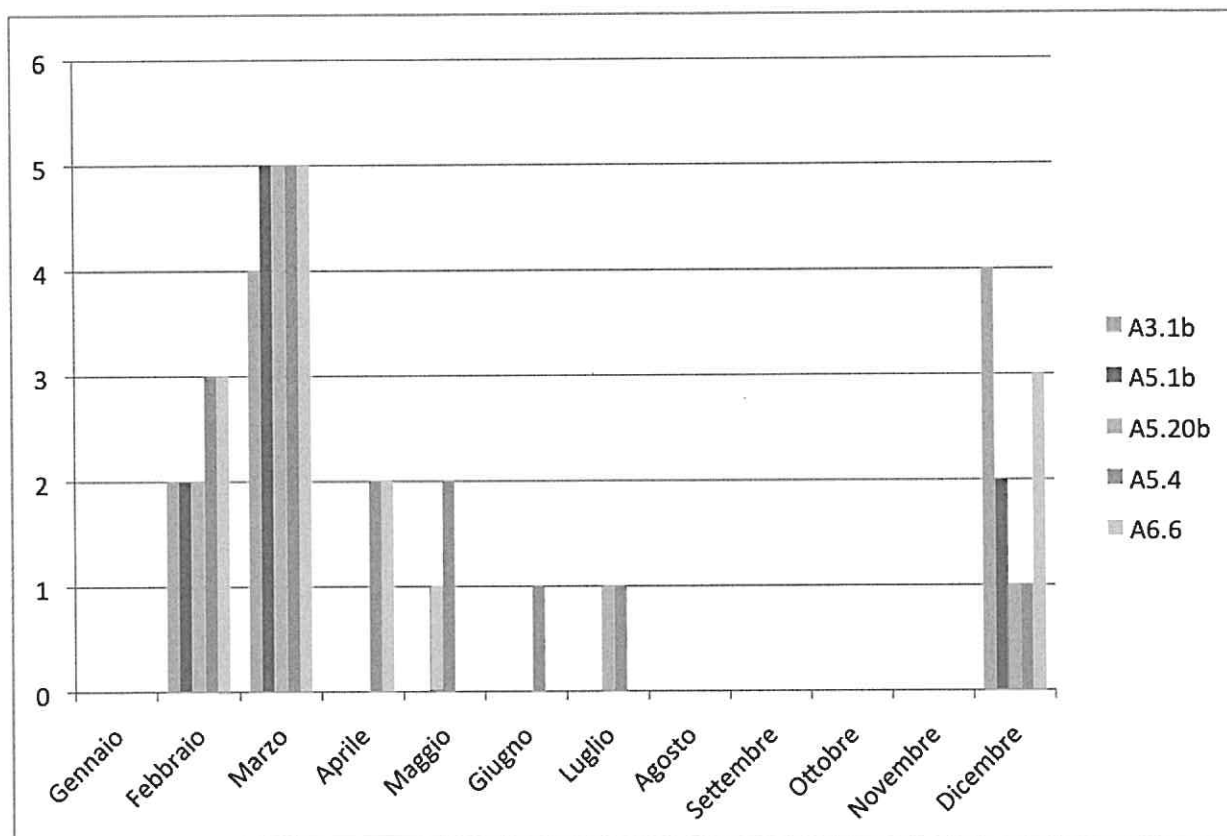
Figura 6. Grafico rappresentativo dell'andamento mensile dei rilevamenti per singola stazione nel corso del 2015. Limite normativo fissato a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

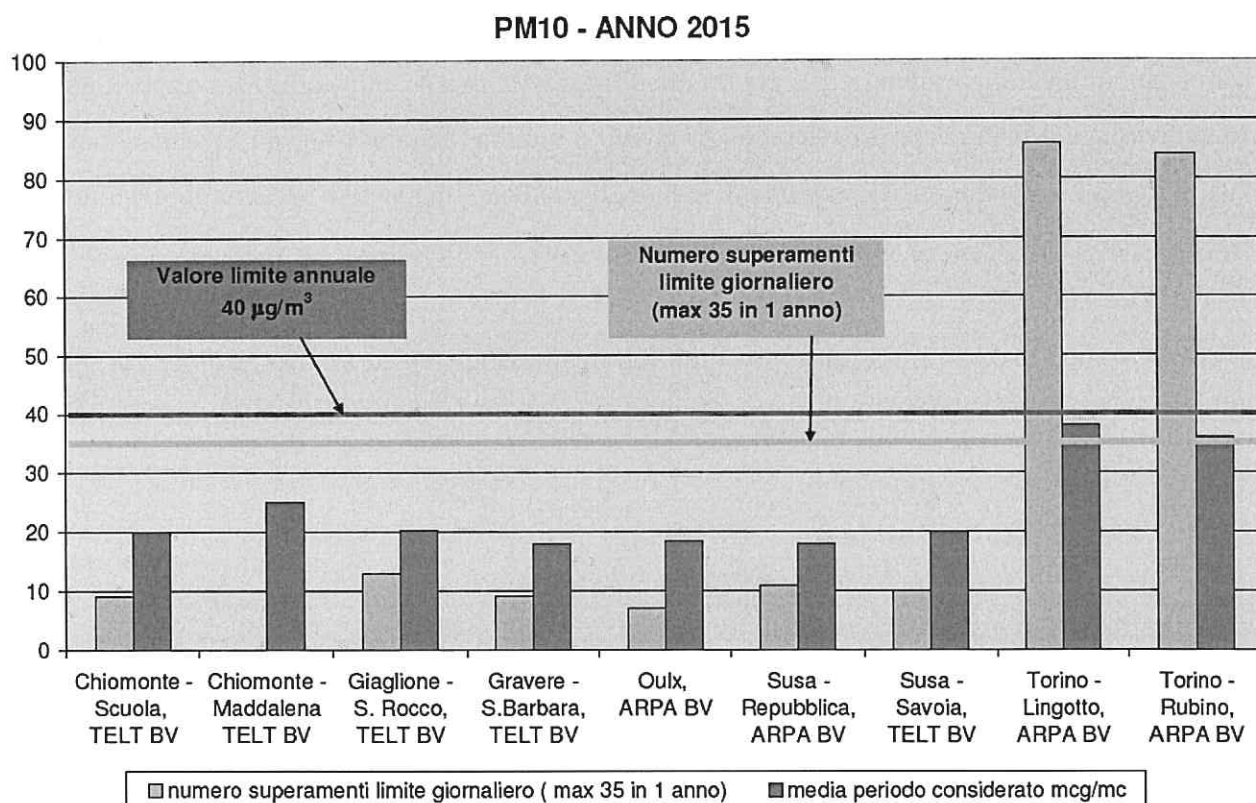
Figura 7. Numero di superamenti mensili della soglia di 24 ore di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, per stazione di monitoraggio nell'anno 2015. Il valore limite di superamenti consentito è di 35 superamenti/anno civile.



Nel complesso le concentrazioni medie annuali appaiono sostanzialmente sovrapponibili alle concentrazioni medie rilevate nella fase *ante-operam* sulle medesime stazioni di monitoraggio. Infatti in entrambe le fasi di generale controllo, i valori medi annuali sono risultati ampiamente inferiori alla soglia fissata dalla normativa a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sull'anno civile per gli ambienti di vita. Da rilevare come i livelli ambientali di PM10 registrati presso la Stazione di riferimento ARPA di Susa-Repubblica siano risultati in buona correlazione con gli andamenti registrati presso la staz A3.1b-Susa-Scuole medie, già dalla fase *ante-operam*.



Figura 8. PM10 Anno 2015, numero di superamenti limite giornaliero e valori medi annuali stazioni TELT confrontate con quelle della rete pubblica di Arpa in Val Susa e Torino (stazioni di fondo urbano). (fonte ARPA)



2016

Nel corso del 2016 sono state effettuate 1808 misure. Si sono rilevati 6 superamenti della soglia di concentrazione massima sulle 24 h di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nella stazione di monitoraggio Chiomonte-Frazione La Maddalena (la più prossima al cantiere e quella in cui si erano registrati il maggior numero di superamenti durante le precedenti analisi); 11 superamenti per le stazioni Susa-Savoia, 10 per Giaglione-S.Rocco, 7 per Chiomonte-Scuola e infine 3 superamenti per la stazione Gravere-S. Barbara.

I valori registrati in occasione dei superamenti del limite di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in fase di corso d'opera sono risultati compresi nel range $51 - 170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ presso la stazione A5.4) e il numero



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

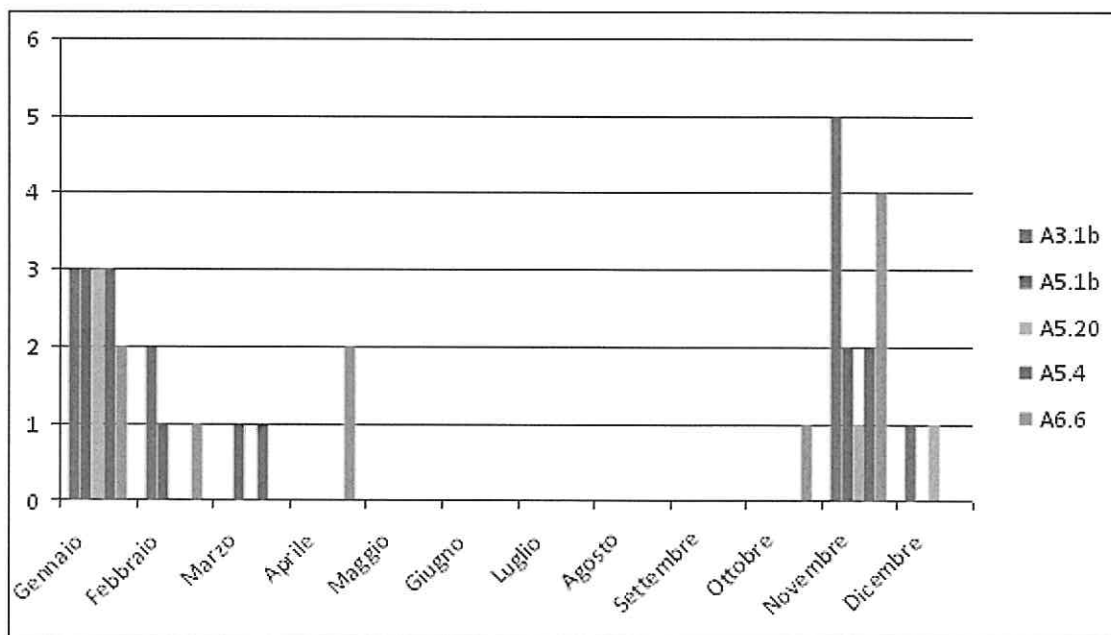
complessivo dei superamenti per stazione di rilevamento risulta inferiore al limite normativo fissato a un massimo di 35 superamenti su anno civile.

I valori registrati nei giorni 17-18-19/11 che hanno rilevato un aumento delle concentrazioni di PM10, che presso la stazione di Chiomonte-Frazione La Maddalena ha raggiunto il valore di 170 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in data 17/11, si sono verificati in un contesto di aumento dei valori registratosi anche nelle stazioni distribuite sul territorio regionale, così da far ritenere che la situazione locale sia stata un semplice riflesso della situazione regionale.

Anche per l'anno 2016 nel complesso le concentrazioni medie annuali appaiono sostanzialmente sovrapponibili alle concentrazioni medie rilevate nella fase *ante-operam* sulle medesime stazioni di monitoraggio.

Infatti in entrambe le fasi di generale controllo, i valori medi annuali sono risultati ampiamente inferiori alla soglia fissata dalla normativa a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sull'anno civile per gli ambienti di vita.

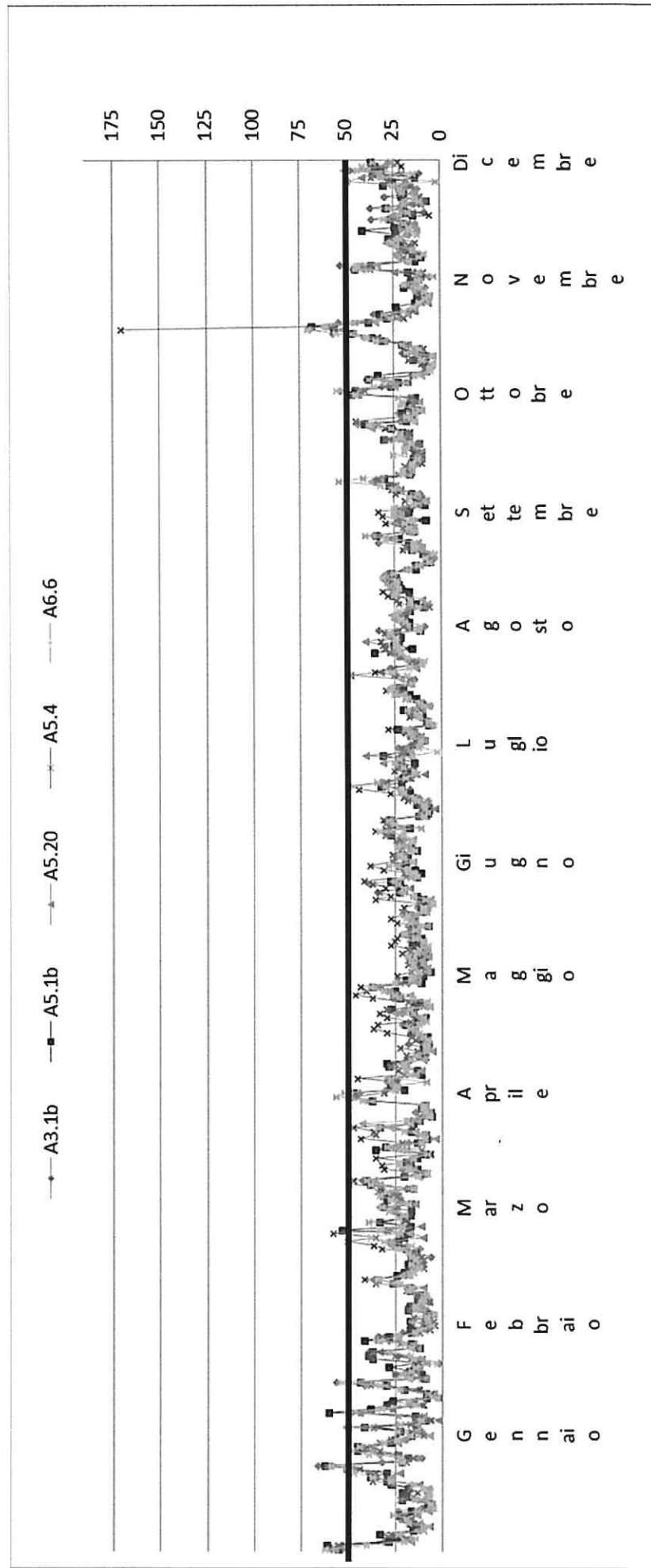
Figura 9. Numero di superamenti mensili della soglia di 24 ore di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, per stazione di monitoraggio nell'anno 2016. Il valore limite di superamenti consentito è di 35 superamenti/anno civile.





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Figura 10. Grafico rappresentativo dell'andamento mensile dei rilevamenti per singola stazione nel corso del 2016. Limite normativo fissato a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Complessivamente, si può affermare che le concentrazioni medie annuali non hanno subito significative variazioni rispetto a quelle registrate in fase *ante-operam*. Sono stati rilevati pochi superamenti, a carattere episodico, negli anni di corso d'opera, generalmente riconducibili a situazioni regionali o a fattori locali indipendenti dall'esecuzione dell'opera.

➤ **Polveri Totali Sospese e Deposizioni**

Modalità

Vista la tipologia delle attività svolte è stata considerata di particolare importanza l'integrazione del sistema di sorveglianza con monitoraggi mirati specificatamente alla componente Polveri Totali Sospese, mediante utilizzo di strumentazione sequenziale, sulle quali eseguire anche la valutazione quali-quantitativa del contenuto di metalli, quali indicatori delle emissioni provenienti dalle lavorazioni del cantiere. E' stato inoltre previsto contestualmente il campionamento dei seguenti metalli: Al, As, Be, Cd, Co, Cr tot, Fe, Hg, Ni, Pb, Cu, Se, Mn, V, Ti, Zn.

Tali misure sono state sospese su disposizione ARPA a partire dal 17/07/2014.

E' stata inoltre integrato con il rilievo del "Rateo di Deposizione", che, in condizioni di sorveglianza è stato effettuato, come previsto dal PMA per la fase di corso d'opera, limitatamente alla stazione A5.4 mediante deposimetri "Bulk" per periodi di esposizione discreti della durata di 30 giorni, in regime trimestrale. Sono stati previsti rilievi bimestrali in condizione di attenzione sempre presso la stazione A5.4, e misurazioni in continuo su tutte le stazioni in caso di condizione di intervento. Sono stati determinati i Ratei di Deposizione per le Polveri Sedimentabili (PM) e dei metalli tossici quali Arsenico, Cadmio, e Nichel oltre al Benzo(a)Pirene (Idrocarburi Policiclici Aromatici).

Per le deposizioni dei suddetti inquinanti non si è ancora consolidata una normativa di Legge specifica, esistono tuttavia valori di riferimento della Commissione Europea e normative nazionali di alcuni Paesi della Comunità Europea. In Italia, nel 1983 il Ministero della Sanità istituì una Commissione di studio per raccomandare dei limiti per le polveri sedimentabili.

Risultati

 70



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

In base alle classi di polverosità nella fase di corso d'opera nel 2013 si è osservato per l'area della Maddalena (A5.4) un aumento della polverosità rispetto all'*ante-operam* (da classe II-Polverosità bassa a classe III-Polverosità media), fenomeno che non si è più verificato nel tempo, con valori che nel 2015 e nel 2016 sono rientrati in un regime di classe II equiparabile all'*ante-operam*, mentre nel 2014 si sono evidenziati valori addirittura inferiori, rientranti in classe I.

Su un totale di 22 misure complessive valutabili per ciascun metallo, non sono state rilevate anomalie per i loro valori di deposizione sia per il 2016, sia per gli anni 2015, 2014 e 2013; si sono verificati alcuni superamenti saltuari dei valori limite proposti da alcuni paesi della Comunità Europea per quanto riguarda il Nichel, ma i valori osservati non hanno presentato variazioni significative rispetto ai valori osservati in fase *ante-operam*, non configurando una situazione di anomalia..

Anche i Ratei di deposizione del benzo(a)Pirene rientrano mediamente entro i valori guida indicati dall'Istituto Superiore di Sanità (range 1,9-5,7 ng/m³d).

➤ **Qualità dell'aria**

Modalità

Il controllo della qualità dell'aria, in assetto operativo di sorveglianza, è stato effettuato mediante rilievi su alcune stazioni distribuite sul territorio, con campagne annuali di 20 giorni nei periodi primaverile/estivo e autunnale/invernale (2 per ciascuna stazione).

Le stazioni di monitoraggio:

- 1) A5 – Comuni di CHIOMONTE-GRAVERE:
staz A5.20b Gravera – Centro sportivo S. Barbara
staz A5.4 Chiomonte – Frazione La Maddalena
staz A5.1b Chiomonte – Scuola Elementare

- 2) A3 – Comune di SUSA:
staz A3.1b Susa – Savoia, Scuola Media (solo 2013 per benzene, solo 2013 e -2014 per gli altri inquinanti secondo quanto previsto dal piano di monitoraggio ambientale)



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Per tutti gli altri inquinanti monitorati in continuo a mezzo di Laboratorio Mobile, la condizione di attenzione è stata prevista a seguito del superamento delle relative soglie ambientali riferite ai valori medi giornalieri registrati nell'arco temporale di almeno 7 gg di uno o più indicatori. Le azioni conseguenti previste sono state la prosecuzione dei rilievi senza soluzione di continuità fino al riscontro di normali livelli ambientali ristabilizzati nell'arco temporale di almeno ulteriori 7 gg consecutivi, il preavviso all'RSGA per l'individuazione e la predisposizione di eventuali opportuni interventi.

La condizione di intervento è prevista determinarsi a seguito del superamento delle relative soglie ambientali confermato nell'arco temporale di almeno 7 gg consecutivi, con conseguente segnalazione al RA/RSGA per l'attivazione degli adeguati provvedimenti di mitigazione, una volta valutati e confermate tali condizioni in base agli andamenti regionali e al carico emissivo del cantiere.

Tramite campagne di campionamento con Laboratorio Mobile, dotato di strumentazione di misura in continuo, è stato condotto il monitoraggio dei seguenti inquinanti atmosferici:

- Monossido di Carbonio (CO) (valori medi orari)
- Biossido di Zolfo (SO₂) (valori medi orari)
- Ossidi di Azoto (NO_x e NO₂) (valori medi orari)
- Benzene (valori medi sulle 24 h)
- Ozono (valori medi orari)

Risultati

Dalla fase *ante-operam* al dicembre 2016 sono state effettuate oltre 18 mila misurazioni di questi agenti.

In tutte le campagne non si sono registrati, per queste sostanze, significativi scostamenti delle concentrazioni ambientali rispetto alla situazione analizzata e verificata nella fase *ante-operam*.

Sulla base di questi risultati, per disposizione di ARPA Piemonte, a partire dal luglio 2014 il monitoraggio è stato limitato a:

- Ossidi di Azoto
- Benzene



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Per quanto riguarda il Benzene in tutti gli anni di corso d'opera non si sono verificate anomalie e il valore medio annuale si attesta al di sotto del valore soglia fissato per il Benzene a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media di 24 ore).

Le misure di NO_2 sono risultate inferiori alla soglia massima oraria di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e il valore medio annuale rilevato in corso d'opera nelle differenti stazioni di monitoraggio si è sempre attestato al di sotto del valore soglia fissato dalla normativa a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per protezione della salute umana. Riguardo agli NO_x si sono evidenziati alcuni picchi nel 2013, nel 2014 (in corso d'opera) presso la stazione Chiomonte-Frazione La Maddalena, ripetutisi anche nel 2015 (valore max 1h $354,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il 04 novembre 2015), ma non sono stati considerati come valori anomali correlati all'attività di cantiere in quanto analoghi a valori determinati nella fase *ante-operam* (valore max 1 h $799,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Nel 2013 si è verificato un superamento del valore limite annuale (valore normativo riferito alla protezione della vegetazione) per la stazione A5.4 Chiomonte-Frazione La Maddalena, situazione evidenziata anche nel 2015 e nel 2016, ma totalmente sovrapponibile al valore registrato in *ante-operam*, non andando quindi a configurare una situazione di anomalia.

I valori riguardanti l'Ozono sono stati confrontati con i diversi valori soglia di riferimento (Informazione $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per 1 h; Allarme $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per 1 h; valore bersaglio soglia di protezione umana $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ media su 8h massima giornaliera di un anno civile). Sono stati registrati solo pochi superamenti della soglia di Informazione (2 nel corso del 2013, 8 nel 2014 presso la stazione A3.1b e un superamento nell'anno 2013 nella stazione A5.1b). Valori superiori a questo limite di soglia di Informazione si sono verificati anche durante la fase *ante-operam* nel 2012, in misura anche maggiore, sia nelle stesse stazioni elencate sia negli altri punti di monitoraggio. Per questo motivo questi dati non sono stati considerati come anomali e correlabili all'attività di cantiere. E' importante sottolineare come non siano stati, comunque, mai osservati, durante l'intero periodo di monitoraggio, superamenti della soglia di Allarme prevista ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

- Sul totale dei campioni di PM_{10} rilevati in parallelo su tutta la durata delle singole campagne di monitoraggio, in aggiunta ai suddetti inquinanti sono state inoltre effettuate



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

misure discrete su altri potenziali inquinanti, in particolare analisi sulla presenza di:
Idrocarburi Policiclici Aromatici (Benzo(a)Pirene)

➤ Metalli

Le analisi disponibili che riportano i valori medi di Benzo(a)Pirene e Metalli sull'intero periodo delle singole campagne di monitoraggio riguardano 9 misure per la fase *ante-operam*, 7 per il 2013, 6 per il 2014, 6 per il 2015 e 1 per il 2016.

Risultati

Durante questi anni di corso d'opera non sono stati evidenziati scostamenti rispetto alla fase *ante-operam* per quanto riguarda Benzo(a)Pirene ($1\text{ng}/\text{m}^3$), Arsenico ($6\text{ng}/\text{m}^3$), Nichel ($20\text{ ng}/\text{m}^3$) e Piombo ($0,5\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$), e i valori rilevati risultano entro i valori obiettivo o valori limite fissata dalla normativa per l'aria ambiente ($1\text{ ng}/\text{m}^3$ Benzo[a]pirene - obiettivo di qualità (anno civile), $6\text{ ng}/\text{m}^3$ Arsenico - valore obiettivo (anno civile), $20\text{ ng}/\text{m}^3$ Nichel - valore obiettivo (anno civile), e $0,5\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ Piombo - valore limite (anno civile).



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

COMPONENTE AMIANTO

➤ **Amianto aerodisperso**

E' stato previsto il monitoraggio costante dei livelli ambientali di fibre d'amianto aerodisperse nell'area di cantiere e nelle medesime aree di potenziale impatto definite da SIA in ogni fase esecutiva dell'opera al fine di segnalare prontamente ogni variazione significativa rispetto ai valori di fondo registrati in *ante-operam*, correlata all'attività di cantiere e di trasporto e deposito dei materiali estratti nella località della discarica finale.

Modalità

La rete di monitoraggio per l'amianto aerodisperso ha effettuato un totale di 2.290 rilievi fino a dicembre 2016 su 6 stazioni distribuite sul territorio di CHIOMONTE, GRAVERE e GIAGLIONE, in particolare:

- 1) A5 – Comune di CHIOMONTE
staz A5.4 Frazione La Maddalena
staz A5.1b Scuola Elementare
staz A5.C Perimetro Cantiere (attivata nella fase realizzativa dell'opera)
staz A5.12 Abitato Ramats-Frazione S. Antonio
- 2) A3 – Comune di GRAVERE
staz A5.Met2-Molaretto
- 3) A6 – Comune di GIAGLIONE
staz A6.6 S. Rocco

In corso d'opera in fase di sorveglianza, secondo quanto previsto dal PMA, l'assetto operativo ha previsto rilievi contemporanei presso le due stazioni ubicate attorno al perimetro esterno del cantiere (le stazioni Frazione La Maddalena A5.4 e Perimetro Cantiere A5.C).

In relazione ai livelli di attività del cantiere sono previste le seguenti modalità operative:

- Fase 1: campionamenti su 3 giorni consecutivi con frequenza quindicinale e con estensione giornaliera limitata al turno di lavoro (8 ore);



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

- Fase 2: campionamenti su 3 giorni consecutivi con frequenza settimanale, con estensione giornaliera di 24 ore sul primo giorno della sequenza e di 8 ore, riferite al turno di lavoro, nei giorni successivi.

In caso di passaggio alla condizione di attenzione (per prospezioni sul fronte di scavo con riscontro di determinati livelli di rischio o variazione del carico emissivo del cantiere segnalati da RA), il sistema di monitoraggio ha previsto l'attivazione di ulteriori stazioni (A5.1b e A5.12), ubicate presso i recettori più prossimi all'area di cantiere con copertura temporale giornaliera per tutto il turno di lavoro, e nella prima fase di realizzazione con passaggio dalla cadenza quindicinale a settimanale oltre alla segnalazione alle figure preposte RA/RSGA.

Infine in caso di stato di intervento, per incremento significativo dei valori ambientali giornalieri con raggiungimento/superamento della soglia di 1 ff/L, dopo segnalazione a RA/RSGA e attivazione degli immediati interventi di mitigazione previsti, il PMA ha previsto la prosecuzione dei rilievi senza soluzione di continuità con copertura temporale giornaliera di 24 h su tutte le stazioni di monitoraggio previste.

Nell'ambito della condizione di intervento l'ulteriore conferma della tendenza all'incremento delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperso, anche a seguito di una singola misura, determina la situazione di allarme, con segnalazione a RA/RSGA e all'Organo di Vigilanza.

Il ritorno alle normali condizioni di sorveglianza è condizionata alla verifica degli effetti ambientali prodotti dalle misure adottate dalla Direzione Lavori (DL).

La lettura dei campioni viene effettuata con Microscopia Elettronica a Scansione (SEM) corredata da microanalisi EDAX (SEM+EDAX). Il volume d'aria campionato è di circa 4700 l, il filtro utilizzato ha un diametro di 47 mm con una superficie pari a 961,6 mm², e la superficie esplorata dal filtro è di 1,27 mm² (secondo D.M. 6/9/94). Con questi parametri si ottiene dunque un limite di rilevabilità pari a <0,16 ff/lt.

Risultati

Nel corso dell'anno 2012, nella fase quindi *ante-operam*:

su un totale complessivo di 675 rilievi eseguiti, sono stati riscontrati un totale di 53 campioni positivi, con fibre di Tremolite, (pari al 7,9% del totale) distribuiti su tutte le stazioni, con concentrazioni che hanno raggiunto il valore massimo di 0,79 ff/l.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Nel corso dell'anno 2013:

su un totale di oltre 190 misure, i campioni totali positivi sono risultati essere 4 per fibre di Crisotilo (pari al 2% del totale), con un range di concentrazione massimo che non ha superato le 0,32 ff/l, quindi inferiore alla soglia ambientale definita di 1 ff/l.

Non essendosi registrati superamenti delle soglie ambientali definite e del valore limite consigliato per la qualità dell'aria nelle città europee per tutela della popolazione (WHO 2006 Air quality guidelines), pari a 1 ff/L-per lettura in SEM, è stata mantenuta per tutto il periodo annuale di osservazione la condizione di esercizio di sorveglianza.

Nel corso dell'anno 2014:

su più di 400 rilievi, ne sono risultati positivi 17 (pari al 3,8% del totale), evidenziando occasionalmente fibre di Crisotilo e Tremolite in concentrazioni massime ampiamente inferiori (0,32 ff/l) alla soglia ambientale di 1 ff/l. Di Solo in un caso, nel giorno 23/01/2014, è stato rilevato un superamento (1,27 ff/l Crisotilo), presso la stazione A5.C, del valore limite consigliato per la qualità dell'aria nelle città europee per tutela della popolazione (WHO 2006 Air quality guidelines), corrispondente alla soglia ambientale di attenzione/intervento stabilite nel PMA. Questo superamento non è stato ulteriormente riscontrato nei rilievi successivi nel corso dell'anno 2014 presso la stessa o altre stazione di monitoraggio. Nonostante l'irrilevanza del singolo dato sotto il profilo sanitario si è ritenuto comunque utile verificare l'eventuale presenza di amianto nell'area interna di attività, nei giorni immediatamente precedenti il riscontro. Dall'analisi dei report di monitoraggio interno al cantiere, che riguardano il cunicolo, l'amianto aerodisperso sul piazzale antistante l'imbocco del cunicolo, l'analisi dei cumuli, l'analisi sul sondaggio in avanzamento, nonché campionamenti personali sui lavoratori all'esterno e all'interno della galleria, non sono stati evidenziati ritrovamenti di amianto, così da far considerare il riscontro positivo del 23/01/2014 come contenuto all'interno della naturale variabilità del parametro misurato.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Nel corso dell'anno 2015:

su un totale di 491 rilievi non si sono verificati superamenti della soglia ambientale di Attenzione/Intervento, con un valore di concentrazione massimo pari a 0,32 ff/l per fibre di Tremolite nel campionamento del 15/04/2015.

Sono risultate inferiori al limite di rilevabilità della metodica, in rapporto ai volumi di aria campionata, quasi tutte le analisi (solo 9 campioni su 491 (1,8 %) sono risultati positivi e con valori o al limite della rilevabilità della metodica, o solo leggermente superiori).

Non essendosi registrati superamenti delle soglie ambientali definite e del valore limite consigliato per la qualità dell'aria nelle città europee per tutela della popolazione (WHO 2006 Air quality guidelines), pari a 1 ff/L-per lettura in SEM, è stata mantenuta per tutto il periodo annuale di osservazione la condizione di esercizio di sorveglianza.

Nel corso dell'anno 2016:

si riconferma quanto osservato nelle precedenti analisi. Sono stati effettuati un totale di 476 rilievi, in cui non si sono evidenziati superamenti della soglia ambientale di Attenzione/Intervento, con un totale di soli quattro campioni risultati positivi (1,7%) con una concentrazione di 0,16 ff/l per fibre di Tremolite e Crisotilo, e rilevati presso la stazione di monitoraggio del perimetro cantiere. Le restanti analisi sono risultate inferiori al limite di rilevabilità della metodica.

I rilievi esaminati hanno evidenziato nella grande maggioranza dei casi solo materiali fibrosi non riferibili all'amianto (silicati fibrosi) e di natura organica.

Non essendosi registrati superamenti delle soglie ambientali definite e del valore limite consigliato per la qualità dell'aria nelle città europee per tutela della popolazione (WHO 2006 Air quality guidelines), pari a 1 ff/L-per lettura in SEM, è stata mantenuta per tutto il periodo annuale di osservazione la condizione di esercizio di sorveglianza.

➤ **Amianto nelle acque superficiali**

Modalità

Sono stati inoltre previsti controlli nei corpi ricettori superficiali in corrispondenza delle seguenti sezioni:

ASP-031, T. Dora Riparia, monte confluenza Clarea

ASP-032, T. Dora Riparia, valle confluenza Clarea.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Il PMA ha previsto rilievi bimestrali in assetto di sorveglianza in fase di corso d'opera, mensili in condizione di attenzione sempre su queste due stazioni e quindicinali su tutte le stazioni in caso di stato di intervento. L'assetto operativo è stato predisposto in considerazione di situazioni di basso o elevato rischio di presenza d'amianto in base alle prospezioni sul fronte di scavo e/o all'osservazione dell'incremento delle concentrazioni con raggiungimento o superamento delle soglie all'interno del cantiere.

E' stato previsto il campionamento su tutta la sezione del corpo idrico con prelievo di aliquote da 0,5 L distanziate di m. 1 e successivamente riunite.

Risultati

Sul totale dei 54 rilievi eseguiti a partire dalla fase di *ante-operam*, non si sono mai verificati riscontri di fibre d'amianto in acque superficiali.

COMPONENTE RUMORE E VIBRAZIONI

L'attività ha riguardato la caratterizzazione del clima acustico ed il monitoraggio dell'inquinamento da rumore prodotto dal cantiere, dalla movimentazione del materiale di scavo, dai trasporti.

➤ **Rumore cantiere**

Modalità

Per quanto riguarda il monitoraggio della componente rumore è stato attivato durante il corso d'opera un assetto di sorveglianza che ha contemplato misure periodiche dell'indicatore Rumore Cantiere sui periodi diurni e notturni con cadenza mensile o bimestrale in rapporto alla distanza del punto di emissione sonora dalle 5 stazioni previste e distribuite sul territorio. Per ogni stazione sono stati considerati i valori limite di zona fissati dalle autorità locali in base alle disposizioni del D.P.C.M. 14/11/1997, differenziati in base alla zona di appartenenza.

Altri assetti operativi previsti sono la condizione di attenzione, dietro comunicazione del RA, in caso di persistenza del superamento delle soglie presso la centralina fonometrica posta all'interno dell'area di cantiere, nonostante le azioni correttive previste, o di default nella fase di lavorazione 6 (smontaggio TBM, smobilitazione cantiere e ripristini ambientali); tale condizione prevede rilievi



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

settimanali (mensili solo su A5.Met2 o A6.6). Infine la condizione di intervento è prevista determinarsi a seguito del riscontro di un superamento del valore limite di immissione DPCM 14/11/97 riscontrato presso i punti recettori esterni al cantiere e/o per segnalazioni di disturbo, con azioni conseguenti quali tempestivi rilievi, verifica del rispetto del valore limite differenziale all'interno delle abitazioni, segnalazione ai soggetti preposti RA e DL per attivazione di interventi di mitigazione ulteriori previsti dal PGA; tale assetto prevede rilievi settimanali su tutte le stazioni. Il ritorno alla condizione di sorveglianza si determina al ristabilirsi del rispetto dei valori limite di immissione presso i punti recettori esterni.

La modalità di rilievo ha previsto una registrazione continua per 48 h.

CHIOMONTE, GRAVERE, GIAGLIONE

1) A5 – Comune di CHIOMONTE:

staz A5.4 – RC Frazione La Maddalena (attivazione a valle restituzione aree museale)

staz A5.21 Regione Balme, Azienda Agricola,

valori limite: Diurno 55 dB(A) / Notturmo 45dB(A);

staz A5.1b Scuola Elementare

valori limite: Diurno 50 dB(A) / Notturmo 40 dB(A)

2) A3 – Comune di GRAVERE:

staz A 5.Met2 –Molaretto

valori limite: Diurno 60 dB(A) / Notturmo 50 dB(A)

3) A6 – Comune di GIAGLIONE:

staz A5.23 Borgata Clarea

valori limite: Diurno 55 dB(A) / Notturmo 45 dB(A)

staz A6.6 S. Rocco valori limite: Diurno 60 db(A) / Notturmo 50 dB(A).

Si ricorda inoltre la stazione A5.2-San Martino Agriturismo solo per i rilievi in fase di *ante-operam*

La stazione A5.4 – RC Frazione La Maddalena (attivazione a valle restituzione aree museale), è stata attivata nel corso del 2016.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Risultati

Per quanto riguarda l'indicatore rumore cantiere sono risultati valutabili fino a dicembre 2016 un totale di 400 misure.

2013

Si sono osservati alcuni superamenti sia nel periodo diurno sia in quello notturno rispetto ai limiti di zona fissati dalle autorità locali; nelle stesse stazioni erano stati evidenziati, già nella fase *ante-operam*, alcuni superamenti, in numero minore, tranne che per la stazione S. Rocco dove risultavano in numero maggiore (3 superamenti notturni nel 2012).

2014

Si è confermata la tendenza ad un maggior numero di superamenti dei limiti di zona rispetto alle misure rilevate nella fase *ante-operam*, nei medesimi punti di monitoraggio.

A seguito di questi rilievi sono state condotte analisi al fine di verificare se questi superamenti siano riferibili ad attività di cantiere o dipendano da altri fattori correlabili a fonti di immissione locale di diversa natura (esempio scorrimento acque Torrente Clarea).

Rispetto ai livelli *ante-operam* sono risultati sostanzialmente invariati i livelli equivalenti medi sia diurni che notturni calcolati durante la fase di corso d'opera.

2015

Rispetto ai valori limite di zona fissati a norma di legge su un totale di 97 misure totali, sono stati registrati 13 superamenti diurni (valore max 56,5 dB-limite 50 dB) e 22 notturni (valore max 59,5 dB-limite 40 dB) presso la stazione A5.1b Scuola Elementare di Chiomonte, 21 diurni con valore massimo 64,5 dB e di 22 notturni, con valore massimo 58 dB presso la stazione a 5.21 Regione Balme-Azienda Agricola; 8 superamenti diurni (valore massimo 58,5 dB) e 12 notturni (valore massimo 59,5 dB) presso la stazione A5.23 Borgata Clarea; 1 superamento notturno di 53 dB presso la stazione A 5.Met2 Molaretto. Per quanto riguarda la stazione A5.1b Scuola Elementare di Chiomonte il livello diurno risulta mediamente in linea con il livello della precedente fase *ante-operam*, e il dato è sovrapponibile alle registrazioni effettuate nell'anno precedente; l'analisi



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

approfondita delle registrazioni fonometriche ha consentito di attribuire questi superamenti ad immissioni acustiche da fonti antropiche della zona, indipendenti dall'attività di cantiere. Analoghe considerazioni possono essere espresse per gli altri superamenti dei limiti di zona registrati presso la stazione Regione A5.21 Balme-Azienda Agricola, in cui il range di valori diurni e notturni riscontrato è in gran parte sovrapponibile con quello di *ante-opera*. Presso la stazione A 5.Met2 Molaretto il superamento rilevato è imputabile secondo i rapporti EDF-Fenice a condizioni meteo non favorevoli.

Tutti i superamenti riportati per queste stazioni dunque, allo stesso modo di quelli verificatisi negli anni precedenti, risultano essere influenzati in modo significativo dalle attività antropiche locali, dal traffico ferroviario, veicolare e da fattori ambientali. Nessun superamento si è registrato presso la stazione A6.6.

Per quanto riguarda la stazione A5.23 Borgata Clarea i valori rilevati nel periodo diurno sono compatibili con il periodo *ante-operam*, mentre nel periodo notturno si è verificato un aumento dei valori, attribuiti principalmente al rumore del vicino torrente Clarea, ad un incremento della portata d'acqua di un rigagnolo vicino alla Borgata Clarea, come confermato da approfondimenti strumentali svolti da ARPA nel mese di dicembre 2015, e al rumore del nastro trasportatore dello smarino all'interno del cantiere.

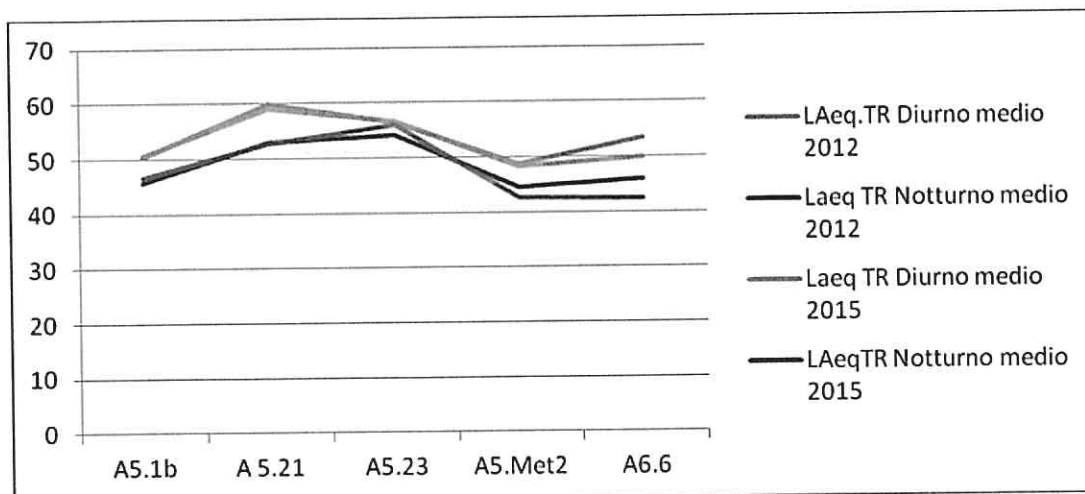
Dalle indagini condotte si è ipotizzata una componente legata all'attività di cantiere, in particolare legata all'utilizzo del nastro trasportatore per la movimentazione dello smarino dal fronte di scavo alle piazzole di campionamento. In data 17/11/2015 è stato ultimato un intervento tecnico volto all'insonorizzazione di questa parte dell'impianto mediante barriere che contengano l'immissione acustica derivante dalla tramoggia per il vaglio dello smarino.

Globalmente i livelli equivalenti medi sia diurni che notturni calcolati durante la fase di corso d'opera 2015 sono risultati sostanzialmente invariati rispetto alla fase *ante-operam*.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Figura 11. Rappresentazione grafica della media annuale della componente rumore per singola stazione di monitoraggio nel corso della fase *ante-operam* (anno 2012) e in corso d'opera (2015).



2016

Si è riconfermato il trend dei superamenti degli anni precedenti nella misura di: 12 superamenti diurni (valore max 63,5 dB-limite 55 dB) e 23 notturni (valore max 65 dB-limite 45 dB) presso la stazione Regione Balme-Azienda Agricola; 11 superamenti diurni (valore max 55 dB-limite 50 dB) e 22 notturni (valore max 50 dB-limite 40 dB) presso la stazione Scuola Elementare di Chiomonte, mentre nessun superamento si è registrato presso le stazioni Molaretto e S. Rocco.

Per quanto riguarda la stazione Borgata Clarea si sono registrati nuovamente diversi superamenti dei valori soglia ambientali di zona: 5 diurni (valore max 62,5 dB-limite 55-dB) e 11 notturni (valore max 59 dB-limite 45 dB).

Interventi di mitigazione

Gli interventi di mitigazione del vaglio/trasportatore utilizzato per la movimentazione dello smarino sono stati completati il 17/11/2015, ma risultano in corso verifiche per identificare quali ulteriori sorgenti inducano il superamento. Sembrano essere possibili ulteriori fonti di rumorosità l'impianto di rinfrescamento aria e ventola imbocco cunicolo, la movimentazione terra e materiali ferrosi con escavatore, o il traffico veicolare.

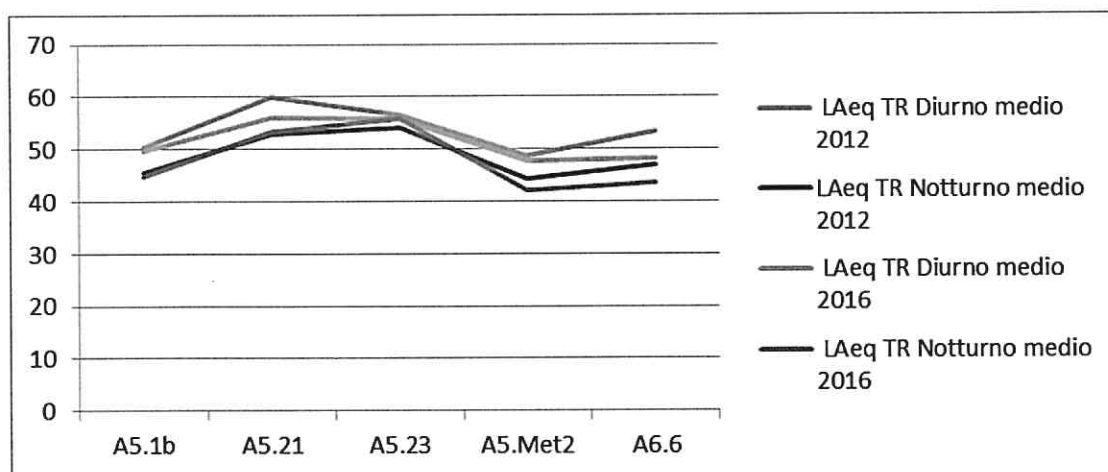


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Come riportato dall'Ente di Controllo (Arpa) non sembrano possibili ulteriori interventi di mitigazione sostenibili da un punto di vista tecnico/economico e considerato che presso il sito Borgo Clarea il rumore di fondo è più elevato di quello prodotto dal cantiere e che il recettore presente è disabilitato, senza dunque un concreto rischio di impatto sullo stato di salute della popolazione per il punto in questione TELT ha provveduto a formulare istanza di autorizzazione in deroga ai limiti SUAP delle Valli, ai sensi dell'art.6 c.1 lettera g) L.447/95 e art. 9 L.R 52/00, così come condiviso nella riunione tecnica con Arpa in data 19/05/2016. Tutti i superamenti riportati presso le altre stazioni, allo stesso modo degli anni precedenti, risultano essere influenzati in modo significativo dalle attività antropiche locali, dal traffico ferroviario e veicolare e da fattori ambientali e non si rilevano variazioni significative tra gli scenari *ante-operam* e corso d'opera.

Globalmente i livelli equivalenti medi sia diurni che notturni calcolati durante la fase di corso d'opera 2016 sono risultati sostanzialmente invariati rispetto alla fase *ante-operam*.

Figura 12. Rappresentazione grafica della media annuale della componente rumore per singola stazione di monitoraggio nel corso della fase *ante-operam* (anno 2012) e in corso d'opera (2016).



Alla data della stesura del presente documento sono state inoltre pianificate attività finalizzate alla verifica dell'impatto del rumore cantiere sul recettore museale A5.4 - Frazione La Maddalena, da eseguirsi di concerto con l'ente di controllo.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

➤ **Rumore Traffico**

Modalità

E' stato inoltre monitorato l'indicatore Rumore Traffico. In condizioni di sorveglianza, durante la fase di corso d'opera, è prevista la ripetizione dei rilievi con cadenza bimestrale (valori di riferimento previsti dalla vigente normativa -DPR n.142 del 30/03/2004) a Diurno 70 dB/Notturmo 60 dB) presso un unico punto recettore nel Comune di SUSÀ:

staz A 3.1b Susa – Savoia, Scuola Media

E' prevista inoltre una condizione di attenzione/intervento in concomitanza della fase di lavorazione f6 e in caso di altre eventuali movimentazioni di materiali di particolare intensità o per il riscontro di superamento dei valori limite di immissione dell'infrastruttura stradale, con la conseguenti azioni di intensificazione della frequenza dei rilievi (mensile), e segnalazione a DL per la verifica ed ottimizzazione dei flussi di approvvigionamento per limitare l'impatto acustico diretto o indotto.

La riduzione alla originaria condizione di sorveglianza si determina al ristabilirsi del rispetto dei valori limite di immissione presso i punti recettori esterni.

Risultati

Dall'analisi dei dati di monitoraggio non si sono riscontrate anomalie nel corso del 2013, così come nel corso del 2014, del 2015 e del 2016, rispetto ai valori registrati nella fase *ante-operam*, e i valori registrati si sono generalmente attestati al di sotto dei limiti fissati dalla vigente normativa (DPR n.142 del 30/03/2004) tranne due sole misurazioni del marzo 2015 e del settembre 2015, dove è stato riscontrato un lieve superamento di soglia, con 60,5 dB raggiunti, rispetto ai 60 previsti.

Data l'estensione spazio-temporale limitata dei superamenti, a carattere episodico, oltrechè l'entità molto ridotta dei superamenti rilevati non si possono ipotizzare rischi di impatto sullo stato di salute della popolazione.

➤ **Vibrazioni**

Modalità

Lo scopo dell'attività di monitoraggio delle vibrazioni è l'individuazione di fenomeni vibrazionali, a carico di edifici e di strutture, prodotti dal cantiere, dalla movimentazione del materiale di scavo e dal traffico indotto dall'attività del cantiere.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

La rete di monitoraggio ha previsto una registrazione in continuo su finestre temporali diurne e notturne mediante strumentazione accelerometrica sviluppata sui tre assi longitudinale, trasversale e verticale presso alcune stazioni distribuite sul territorio, nei medesimi punti strutturali già sottoposti al controllo nella precedente fase di *ante-operam*. In ciascuno dei punti di misura sono stati ricavati, relativamente alle tre componenti spaziali (assi *x*, *y* e *z*) e nel range di frequenza 1-80 Hz, i seguenti parametri:

- ampiezza di picco della velocità di vibrazione (mm/s) e la relativa frequenza;
- ampiezza della accelerazione equivalente (mm/s^2) ponderata in frequenza secondo la norma UNI 9614.
- valore massimo MTVV della accelerazione equivalente (mm/s^2) ponderata in frequenza, secondo la norma ex UNI 11048.

La cadenza prevista dei rilievi è stata mensile nelle prime fasi di scavo in tradizionale (assetto operativo di attenzione, in scavo DBM fino alla pK 250) e successivamente con cadenza trimestrale (assetto operativo di sorveglianza). E' stata inoltre prevista la condizione di intervento, in caso di registrazione di fenomeni vibratorii di particolare intensità, le cui modalità di monitoraggio sono previste come da definire in base alla localizzazione della sorgente e dei recettori interessati, nonché indicazioni della DL e RSGA.

Stazioni di monitoraggio:

CHIOMONTE, GIAGLIONE

- 1) A5 – Comune di CHIOMONTE:
 - staz A5.4 – Frazione La Maddalena
 - staz A5.2 – Museo Archeologico in Frazione La Maddalena
 - staz. A5.11- Viadotto A32 (rilievi sospesi dal luglio 2013)
- 2) A6 – Comune di GIAGLIONE:
 - staz A5.23 Borgata Clarea

I valori limite normativi fissati risultano essere 7.2 mm/s^2 , come limite abitazioni nella finestra diurna e 5.0 mm/s^2 come limite per le abitazioni nella finestra notturna.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Le attività di monitoraggio previste hanno compreso sia la valutazione del disturbo alla popolazione sia l'interferenza con attività produttive ad alta sensibilità, sia gli effetti su edifici e beni monumentali di particolare rilevanza.

Relativamente alla valutazione del disturbo per le persone residenti negli edifici si farà riferimento ai valori limite di accelerazione equivalente ponderata in frequenza previsti dalla norma UNI 9614, a sua volta ripresi dalla norma ISO 2631/2; mentre relativamente alla valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici si è fatto riferimento ai valori limite di velocità di picco previsti nell'Appendice B.2.1 della norma UNI 9916, a sua volta ripresi dalla norma DIN 4150 Parte 3.

Risultati

Rispetto alle misurazioni effettuate nel corso dell'anno 2012, durante la fase *ante-operam*, in cui non si erano evidenziati superamenti dei limiti di normativa ambientali sia per la finestra diurna sia per quella notturna, nel corso del 2013, precisamente durante il mese di luglio nelle stazioni Frazione La Maddalena e Museo Archeologico si è osservato un lieve superamento della soglia riferita al periodo diurno per le abitazioni (7.65 e 7.60 mm/ s² per la sola componente verticale).

Il dato è stato riferito alla contemporanea attività di scavo del cunicolo con martellone e lavorazioni di consolidamento del terreno sull'area del sito di deponia mediante sistemi di iniezione ad alta pressione in situ di miscele leganti seguite nella fase di avvio delle operazioni di scavo.

Non sono stati eseguiti rilievi di tipo differenziale, e non è stato possibile stabilire con certezza se le vibrazioni registrate fossero da attribuire a tali lavorazioni piuttosto che al transito di mezzi d'opera pesanti.

Non si sono rilevati invece superamenti sia delle soglie limite stabilite dalla normativa UNI 9614 per le abitazioni, sia dei valori limite disposti dalla normativa UNI9916 per edifici residenziali e costruzioni simili, né durante il corso dell'anno 2014, e neanche per quanto riguarda le 25 misurazioni diurne e notturne disponibili per l'anno 2015, e le 18 misurazioni disponibili per questo 2016.

Non si sono dunque configurate variazioni ambientali di fondo rispetto al periodo di *ante-operam*, o anomalie rispetto ai valori normativi da far ipotizzare impatti sanitari connessi all'attività di cantiere.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

COMPONENTE RADIAZIONI IONIZZANTI

Modalità

Per verificare e monitorare costantemente le eventuali dispersioni di radioattività naturale legate alle attività di scavo del cunicolo è stato posto in essere un sistema di monitoraggio che ha previsto rilievi durante la fase di corso d'opera sia sulla matrice atmosfera sia sulle risorse idriche di alcuni indicatori quali:

- emissioni di particelle α e β totali sul Particolato Totale Aerodisperso ed attività γ del ^{137}Cs e degli altri isotopi ^{214}Pb e ^{212}Pb monitorati presso le stazioni: Comune di CHIOMONTE A5.4 - Frazione La Maddalena stazione e A7.1 Forte di Exilles, in assetto di sorveglianza e anche presso la stazione, A5.1b Scuole elementari in assetto di attenzione e su tutte le stazioni per la condizione di intervento;
- emissioni di particelle α e β sulle risorse idriche (stazioni di monitoraggio indicate al fondo del paragrafo);
- gas Radon monitorato in continuo presso la stazione: comune di CHIOMONTE A5.4 - Frazione La Maddalena, e in tutte le stazioni in caso di condizione di intervento.

➤ **Radioattività Naturale sulla matrice atmosfera**

Per quanto riguarda la matrice atmosfera è stato previsto un monitoraggio in assetto di sorveglianza, con rilievi durante le attività di scavo con cadenza settimanale (giornalieri in caso di situazione di intervento) del prelievo del campione PTS in ciascuna stazione monitoraggio (la misura α e β totali è stata effettuata su ogni singolo campione; la spettrometria γ è stata effettuata sul pacco mensile di campioni per ciascuna stazione di monitoraggio (settimanale in caso di intervento), e con interruzione durante i periodi di non attività di scavo, in quanto periodi senza mobilitazione di materiali eventualmente contenenti radionuclidi.

Il livello di attenzione indicato nel PMA per la misura β totale (pari a 5 mBq/m^3) è riferibile al "Livello notificabile" indicato nell'All.III della raccomandazione 473/2000/EURATOM. Per la misura α totale la soglia di riferimento è stata fissata a 1/10 di quella indicata per la misura β totale (α totale: $0,5 \text{ mBq/m}^3$). La condizione di attenzione è stata inoltre prevista in ogni caso a seguito di rinvenimento di materiale roccioso radioattivo segnalato dai sensori al fronte di scavo.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Nell'anno 2016 questi valori sono stati ridefiniti così come concordato con ARPA (vedi verbale di riunione Arpa del 19/07/2016): soglia di attenzione $0,3 \text{ mBq/m}^3$ per le misure di α totale e 4 mBq/m^3 per le misure di β totale e soglia di intervento pari a $0,5 \text{ mBq/m}^3$ per le misure di α totale e 5 mBq/m^3 per le misure di β totale.

Per la spettrometria γ il livello di attenzione indicato nel PMA (per il radionuclide ^{137}Cs) è pari a quello indicato nell'All.III della citata raccomandazione 473/2000/EURATOM "Livello notificabile" ($3 \times 10^{-2} \text{ Bq/m}^3$), $4 \times 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$ per serie del ^{238}U (^{214}Pb); non è prevista inoltre una soglia di attenzione per i radionuclidi della serie del ^{232}Th (^{212}Pb) e per il ^{40}K .

Le soglie di intervento sono invece fissate a $5 \times 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$ per ^{214}Pb (serie del ^{238}U) e per ^{212}Pb (serie del ^{232}Th), e a $7 \times 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$ per ^{40}K .

Per il riscontro di valori ambientali che determinano gli stati di attenzione e di intervento è la segnalazione a RA e DL per la predisposizione e l'attivazione delle necessarie misure di prevenzione previste dal PGA.

Risultati

604 sono state le misure valutabili per le particelle α e 604 per le particelle β .

Un solo superamento della soglia di attenzione fissati dal PMA, a cavallo del livello notificabile (secondo raccomandazione EURATOM 473/2000) dell'emissione di particelle α è stato rilevato durante l'attività di scavo (in particolare nel periodo marzo-dicembre 2013) presso la stazione Frazione La Maddalena a ridosso del cantiere (valore riscontrato $0,553 \pm 0,113 \text{ mBq/m}^3$ rispetto al limite di $0,5 \text{ mBq/m}^3$); analogo superamento era stato segnalato anche durante la fase di non scavo *ante-operam*, non configurando dunque una situazione di anomalia ambientale.

Nel 2014, 2015 e 2016 non si sono riscontrati ulteriori superamenti dei livelli di attenzione o di intervento stabiliti dal piano di monitoraggio per emissione di particelle α e β .

La valutazione dell'attività γ è stata basata su 121 misurazioni e non è stata riscontrata nessuna anomalia.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Il range di valori rilevati mediante spettrometria γ è sempre risultato ampiamente inferiore ai livelli stabiliti, e sovrapponibile a quanto misurato nel periodo precedente all'attività di scavo.

Tutte le analisi condotte sui filtri per monitorare la radioattività nel particolato atmosferico hanno fornito valori tipici del fondo. Le analisi dei filtri per particelle aerodisperse non hanno quindi rivelato la presenza di livelli di radioattività anomali e attribuibili alle attività di cantiere.

Gas Radon

Modalità

Per quanto riguarda il Gas Radon è stato attuato in regime di sorveglianza un piano di campagne di misura in continuo presso la stazione A5.4 Frazione La Maddalena (prossimità cantiere) durante la fase di scavo (mentre in fase di *ante-operam* sono state effettuate misurazioni in continuo anche presso la stazione A5.1b Chiomonte-Scuole Elementari).

Come per l'emissione di particelle α e β totali e spettrometria γ su campioni PTS la condizione di attenzione è stata inoltre prevista in ogni caso a seguito di rinvenimento di materiale roccioso radioattivo segnalato dai sensori al fronte di scavo.

Risultati

I risultati della misura effettuata in continuo con tecnica strumentale presso la stazione di monitoraggio A5.4 - Frazione La Maddalena nel corso degli anni 2013 e 2014 hanno fornito un valore medio di concentrazione di ^{222}Rn in aria abbondantemente al di sotto del livello di attenzione fissato dal PMA pari a 40 Bq/m^3 (valore medio in una settimana di campionamento, fissato come pari al doppio della media dei valori misurati nella fase *ante-operam*) e al livello di intervento pari a 40 Bq/m^3 (il doppio del livello di attenzione stabilito dal PMA), con valori paragonabili a quanto registrato in fase di *ante-operam*.

Nel 2014, nel periodo compreso fra l'ottava e l'undicesima settimana, è stato rilevato un unico superamento del livello di attenzione, con il raggiungimento del valore massimo di $43,8 \pm 7,7 \text{ Bq/m}^3$. Tale valore è sensibilmente inferiore agli 80 Bq/m^3 fissati come soglia di intervento dal piano di monitoraggio (pari al doppio del livello di attenzione). Sono stati comunque condotti accertamenti per valutare la congruità del dato analitico e, secondo i risultati dell'indagine condotta dai tecnici di TELT l'anomalia rilevata sarebbe stata determinata da un non idoneo posizionamento



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

del sistema di misura, ubicato all'interno della zona uffici del cantiere, in locali non adibiti a luogo abitabile, non ventilati. Lo strumento è stato successivamente posizionato in una struttura esterna e non sono stati riscontrati ulteriori superamenti del livello di attenzione.

Tutte queste osservazioni, hanno indotto a sospendere dalla fine dell'anno 2014 il monitoraggio delle concentrazioni di Gas Radon in aria. Tale decisione è stata assunta in confronto e con il parere favorevole degli Enti di Controllo, in quanto non si è verificata alcuna reale anomalia della situazione ambientale.

Dall'analisi comparativa dei report redatti da TELT sugli esiti dei monitoraggi in galleria i livelli di Gas Radon registrati sono risultati bassi, inferiori alla media della regione Piemonte, tutti nell'ambito dei limiti normativi.

➤ **Radioattività Naturale sulle risorse idriche**

Modalità

Al fine di prevenire ogni rischio derivante dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti si è proceduto a verificare e monitorare le eventuali dispersioni di radioattività naturale legate alle attività di scavo del cunicolo mediante monitoraggio delle emissioni di particelle α e β anche nelle risorse idriche, sia superficiali sia sotterranee.

Per quanto riguarda le acque superficiali, in assetto di sorveglianza, sono stati previsti controlli mensili (esclusi i mesi di settembre, ottobre e dicembre 2013 per sospensione dell'attività di scavo), effettuati sulla Dora Riparia nelle sezioni di monte e di valle della confluenza del Torrente Clarea.

A partire dal 2015 il monitoraggio delle risorse idriche superficiali è stato eseguito con frequenza bimestrale per l'assetto di sorveglianza, in base a quanto prestabilito dal PMA così come concordato nella riunione con TELT presso il Dipartimento di Ivrea, finalizzata alla ridefinizione del monitoraggio esterno (verbale di riunione ARPA del 10/11/2014).



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Stazioni di monitoraggio in corso d'opera:

ASP-031, T. Dora Riparia, valle discarica Colombera /monte confluenza Clarea

ASP-032, T. Dora Riparia, valle confluenza Clarea.

E' stata inoltre prevista un'intensificazione dei controlli, quindicinale in caso di stato di attenzione, e controlli settimanali estesi a tutte le stazioni in condizioni di stato di intervento.

Per quanto riguarda il controllo delle acque sotterranee, per l'assetto di sorveglianza, è stata definita una campagna di campionamenti trimestrali (marzo, giugno, settembre e dicembre) individuando i seguenti punti acqua della rete Maddalena :

- AST - 010 - Pratovecchio (comune di GIAGLIONE)
- AST - 011 - Boscocedrina (Comune di GIAGLIONE)
- AST - 012 - Vasca Supita (Comune di GIAGLIONE)
- AST - 218 - Greisone (Comune di GIAGLIONE)
- AST - 222 - Verger (Comune di CHIOMONTE)
- AST - 381 - Chejera (Comune di CHIOMONTE)
- AST - 441 - Vasca rottura 2 - Greisone (Comune di GIAGLIONE)
- AST - 446 - S. Chiara (Comune di GIAGLIONE)
- AST - 486 - Vasca Cels (Comune di EXILLES)
- AST - 496 - Pietra Porchera (Comune di CHIOMONTE)
- AST - 500 - Colonia Goranda (Comune di CHIOMONTE)
- AST - 701 - Rigaud (dal giugno 2016 su richiesta del Comune di Chiomonte)

E' stata inoltre prevista un'intensificazione dei controlli, con cadenza mensile in caso di stato di attenzione, con estensione al monitoraggio trimestrale delle stazioni a destra della Dora, mentre sono stati previsti controlli quindicinali estesi a tutte le stazioni in condizioni di stato di intervento.

A partire dal 2015 il monitoraggio delle risorse idriche sotterranee stato è eseguito con frequenza semestrale, così come concordato nella riunione con TELT presso il Dipartimento di Ivrea, finalizzata alla ridefinizione del monitoraggio esterno (verbale di riunione ARPA del 10/11/2014).



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

I valori di concentrazione di attività α e β totali di riferimento sono stati i valori di *screening* indicati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità OMS (0,5 Bq/l per l' α totale e 1 Bq/l per il β totale), che sono stati i valori superiori di attenzione fissati per particelle α e β nel PMA, definiti in accordo con gli Enti di Controllo, che garantiscono anche il rispetto del limite di dose di 0,1 mSv/anno fissato dal Decreto Legislativo 2 febbraio 2001, n.31 "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano".

Nel corso dell'anno 2016 (verbale Arpa 19/07/2016) si è verificato un aggiornamento con adeguamento dei valori di attenzione stabiliti nel PMA, facendo riferimento al DLgs 28 del 15/02/2016, che stabilisce i requisiti per la tutela della salute della popolazione relativamente alle sostanze radioattive presenti nelle acque destinate al consumo umano; i livelli di attenzione ambientale sono diventati dunque 0,5 Bq/l per la misura β totale e 0,1 Bq/l per la misura α totale.

In caso di superamento dei livelli di attenzione è prevista la segnalazione a RA e DL per la predisposizione delle necessarie misure, e la determinazione della concentrazione di attività dell' ^{238}U , e successivamente del ^{226}Ra e ^{228}Ra .

Il livello di intervento proposto, determinato sulla base della concentrazione degli isotopi dell' ^{238}U contenuti nel campione di acqua e successivamente di quella del ^{226}Ra e ^{228}Ra , è stato il criterio di dose indicativa di 0,1 mSv/anno (DLgs 28 del 15/02/2016), con immediata segnalazione a RA e DL per la predisposizione delle necessarie misure.

Risultati

Dal 2012 ad oggi sono disponibili circa 250 rilievi relativi sia alle particelle α e 250 relativi alle particelle β , sia sulle risorse idriche superficiali sia sotterranee.

I valori di concentrazione di attività α e β totale sono risultati ampiamente inferiori ai valori di *screening* indicati dall'OMS (0,5 Bq/l per l' α totale e 1 Bq/l per il β totale),

Non si sono mai verificate significative variazioni dei valori registrati in fase d'opera rispetto a quelli *ante-operam*, e non si sono evidenziate variazioni significative dei normali livelli di fondo della radioattività ambientale, tali da consentire di ipotizzare un impatto sullo stato di salute della popolazione connesso all'attività di cantiere.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

COMPONENTE RISORSE IDRICHE

Sono state monitorate le risorse idriche superficiali al fine di prevenire le eventuali alterazioni dello stato di qualità ambientale conseguenti a pressioni di carattere chimico e biologico. Le potenziali pressioni individuate, esercitate dall'insediamento del cantiere e dall'esecuzione dell'opera, sono costituite da: contaminazioni biologiche e chimiche, scarichi idrici di tipo civile e industriale, dispersioni accidentali di acquiferi di natura chimica, prelievi per usi industriali, drenaggio di acquiferi sotterranei e complessi idrogeologici.

Nel PMA si è ritenuto proponibile attestare il monitoraggio delle risorse idriche allo stato qualitativo di sorveglianza.

➤ **Risorse idriche sotterranee**

Modalità

Il piano di monitoraggio ambientale per le risorse idriche sotterranee ha previsto il controllo di una serie di parametri, dopo determinazione di valori tipo-specifici, concordati con gli Enti di Controllo, a seguito alla fase *ante-operam*.

Le stazioni oggetto di monitoraggio sono state le seguenti:

AST - 010 - Pratovecchio (comune di GIAGLIONE) Misurazioni strumentali in continuo

AST - 011 - Bosco cedrino (Comune di GIAGLIONE) Misurazioni strumentali in continuo

AST - 012 - Vasca Supita (Comune di GIAGLIONE)

AST-017- Fontana Supita (Comune di GIAGLIONE)

AST - 218 - Greisone (Comune di GIAGLIONE)

AST - 222 - Verger (Comune di CHIOMONTE)

AST - 381 - Chejera (Comune di CHIOMONTE)



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

AST - 441 - Vasca rottura 2 - Greisone (Comune di GIAGLIONE)

AST - 446 - S. Chiara (Comune di GIAGLIONE)

AST - 486 - Vasca Cels (Comune di EXILLES)

AST - 496 - Pietra Porchera (Comune di CHIOMONTE)

AST - 500 - Colonia Goranda (Comune di CHIOMONTE)

AST – 510- Pz vasca REGOLAZIONE Val Clarea (Comune di GIAGLIONE)

AST – 677-Teisane inf 12 (Comune di CHIOMONTE)

AST – 688-Valets (Comune di CHIOMONTE)

AST – 697-Jallin 11 (Comune di CHIOMONTE)

AST – 701-Sorgente Rigaud-1 (Comune di CHIOMONTE) (solo da giugno 2016 su richiesta
Comune di Chiomonte)

AST – 712- Balme (Comune di CHIOMONTE)

Sono stati quindi definiti i set standard dei parametri idrologici, chimico-fisici e biologici, applicati alle stazioni di monitoraggio “significative” individuate nelle aree territoriali di interesse (cfr. Doc. ARPA Piemonte del 29/05/2015-“Ridefinizione dei valori tipo-specifici per i parametri chimico-fisici rilevabili in-situ delle acque superficiali e sotterranee”).

Le sorgenti significative individuate sono state assunte come riferimento assoluto ai fini della valutazione dei potenziali impatti conseguenti alla realizzazione dell’opera e corrispondono ai seguenti contesti idrogeologici-morfologici.

- Pratovecchio (AST_010); fondovalle T.Clarea;
- Boscocedrino (AST_011); fondovalle T.Clarea;
- Greisone (AST_218); versante idrografico sx. T.Clarea;
- Cheiera (AST_381); versante idrografico dx. T.Clarea;
- Santa Chiara (AST_446); terrazzi glaciali versante idrografico sx. T.Clarea;
- Pietra Porchera (AST_496); piede versante dx. T.Clarea.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

I restanti punti, precedentemente individuati nella fase di *ante-operam*, non sono stati assunti come riferimento ai fini della definizione degli assetti operativi, ma sono stati comunque oggetto di monitoraggio a scopo di studio.

I parametri analizzati sono i seguenti:

Corpi idrici sotterranee: set dei parametri in situ del controllo mensile:

- Portata
- Ossigeno disciolto
- Temperatura acqua
- Conducibilità
- Concentrazione ioni idrogeno
- Potenziale Redox

Corpi idrici sotterranei: set dei parametri aggiuntivi del controllo trimestrale

Cloruri Solfati; K, Ca, Mg, Na, Fe, Alcalinità M / P, Durezza totale e Durezza calcica.

Il controllo dei parametri in situ è stato finalizzato alla valutazione delle alterazioni di carattere quantitativo, e il controllo dei parametri chimici è stato finalizzato alla valutazione delle variazioni qualitative di carattere chimico-fisico correlate alle alterazioni di carattere quantitativo.

Per i parametri in situ mensili sono stati calcolati i livelli di attenzione e di intervento statistici in relazione ai dati del monitoraggio *ante-operam*, con verifica dei superamenti ad ogni analisi: per i parametri chimici trimestrali non sono stati calcolati dei valori di riferimento, ad ogni campagna di monitoraggio si è verificata la coerenza con i valori *ante-operam* sito-specifici. Per i parametri in situ sono stati calcolati da ARPA Piemonte i livelli di attenzione e di intervento corrispondenti rispettivamente al 95° e al 99° percentile della popolazione statistica che meglio si adatta ai dati



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

prodotti nel corso del monitoraggio *ante-operam*. Quindi, sono stati calcolati gli stimatori UTL95 e UTL99 (UTL = Upper Tolerance Limit).

Nel caso la distribuzione statistica non fosse riconoscibile i valori soglia sono stati calcolati con approccio 'in assenza di distribuzione', ovvero non parametrico ed in particolare con i metodi bootstrap. Ciò comporta che con un numero di dati a disposizione non elevato, entrambe le soglie vengano a coincidere con il valore massimo misurato. In tal caso, per distinguere i due livelli, il valore UTL95 viene preso come calcolato, mentre il valore UTL99 viene incrementato in modo relativo del 10% del range (=massimo-minimo) del parametro.

Per i parametri PH, percentuale di Ossigeno Disciolto e Potenziale Redox sono state stimate anche le soglie inferiori coerenti con il 5° ed il 1° percentile. Qualora negativi essi vengono posti a zero.

I valori di portata sono stati comparati con le curve di esaurimento naturale ottenute nel corso del monitoraggio di *ante-operam*.

E' stato inoltre previsto un "Protocollo operativo in caso di venute d'acqua in galleria" per la caratterizzazione geochimica e isotopica delle acque di venuta da galleria.

Nel PMA si è ritenuto proponibile attestare il monitoraggio dei corpi idrici sotterranei allo stato qualitativo di sorveglianza.

Sono state dunque definite le soglie di transizione del regime di esaurimento "naturale" verso modalità di esaurimento "potenzialmente critiche".

Tali soglie, corrispondenti ad incrementi successivi del tasso di esaurimento "naturale", determinano la transizione dello stato di monitoraggio da sorveglianza ad attenzione e successivamente da attenzione a intervento.

La transazione dello stato di monitoraggio dal regime di sorveglianza ad attenzione è altresì regolata secondo le modalità definite dal "Protocollo operativo in caso di venute d'acqua in galleria". Tale transazione comporta l'attivazione delle verifiche relative al monitoraggio dello stato quantitativo e l'apertura di scheda di anomalia.

Qualora si verificano superamenti delle soglie di attenzione individuate a carico di ciascuna sorgente, relativamente ai parametri chimico-fisici 'in situ' (soglie superiori UTL 95 o inferiori UTL5), l'attivazione del monitoraggio di attenzione è stata subordinata alla contemporanea rilevazione di venute d'acqua in galleria con una portata superiore a 10 l/s.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Se, a seguito di un successivo ricontrollo, da eseguirsi entro 48 ore dalla data della prima misura, il valore di uno o più parametri chimico-fisici è confermato si determina l'attivazione dello stato di intervento, con le conseguenti azioni di notifica e di mitigazione.

L'attivazione dello stato di intervento è determinata anche nel caso di superamento della soglia superiore UTL99 o inferiore UTL1, riscontrato a carico di ciascuna sorgente, contestualmente al superamento della soglia di portata delle venute d'acqua in galleria di 10 l/s.

L'assetto operativo di attenzione si attiva anche nel caso di variazioni del comportamento globale dei parametri significativi, quali l'aumento contemporaneo a ridosso delle specifiche soglie UTL superiori e inferiori nei valori di più parametri, anche in assenza di superamenti di tali soglie, nonché dal riscontro di trend crescenti o decrescenti, anche in assenza di superamenti delle rispettive soglie UTL superiori o inferiori.

Risultati

Il piano di monitoraggio delle acque sotterranee ha fornito, al momento, indicazioni sovrapponibili ai controlli eseguiti in fase *ante-operam*.

Nell'ambito di una valutazione preliminare non si sono riscontrate anomalie particolarmente significative nelle serie di dati disponibili rilevati con frequenza mensile (nella maggior parte delle captazioni) e in continuo (nella stazione in telecontrollo di Boscodrino e Pratovecchio).

Si segnalano durante il corso d'opera (2013, 2014, 2015, 2016) alcuni superamenti della forchetta del range tipo-specifico che hanno coinvolto i parametri Ossigeno Disciolto, PH e Potenziale Redox, ma al di sotto del valore massimo riscontrato nelle serie storiche; il complesso dei dati pertanto non evidenzia particolari criticità, e gli scostamenti non sono risultati essere riferibili a pressioni del cantiere esercitate sulle risorse idriche, bensì a fattori ambientali locali, come locali turbolenze nel punto di misura per il parametro Ossigeno Disciolto, oscillazioni dei valori conseguenti ad impulsi di ricarica per gli apporti meteorici per Solfato, Cloruri Calcio e Magnesio, non discostandosi comunque, dai valori di superamenti già rilevati durante la fase *ante-operam*.

Si è inoltre osservato nell'ultimo anno un basso valore di PH nelle sorgenti monitorate, anche se al di sopra del valore minimo ammesso, di cui è opportuno valutare l'evoluzione; tuttavia il trend generale pare essersi interrotto con la ridefinizione dei valori soglia specifici per singola stazione.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Prima di maggio 2016 sono stati evidenziati occasionali superamenti in corso d'opera dei valori massimi ammessi per le risorse idriche sotterranee del parametro PH (novembre 2013 - settembre 2014) rientrati ai successivi controlli, occasionali scostamenti dai valori minimo e massimo del parametro Ossigeno Disciolto (novembre 2013) e del parametro Portata (novembre 2013-aprile/maggio 2015-aprile 2016 singole stazioni) imputabili alle condizioni meteo, occasionali superamenti per quanto riguarda il parametro Temperatura dell'Acqua (giugno 2014, agosto-ottobre 2016 singole stazioni), alcuni superamenti per quanto riguarda il parametro Potenziale Redox (agosto 2014 e febbraio 2015) interpretati come occasionali e non all'interno di un trend specifico. Sono stati osservati inoltre ripetuti superamenti del parametro Conducibilità, in particolare nelle stazioni AST_ 222, 677, 688, 697 e 712.

A tale riguardo si rimarca che tre delle sorgenti dove si sono verificati i superamenti (AST_ 677, 697 e 712) sono ubicate sul versante opposto della vallata (rispetto al posizionamento del cantiere) e insistono su di un substrato geologico caratterizzato da condizioni litologiche e idrogeologiche specifiche e distinte rispetto alle restanti sorgenti poste in sinistra orografica. L'esame dei dati *ante-operam* ha consentito di considerarli compatibili con i valori emersi durante le campagne di monitoraggio tenuto conto della variabilità idrogeologica del parametro. Di conseguenza queste anomalie non sono ritenute riconducibili alle attività di cantiere.

Infine si ricorda che viste le peculiari condizioni litologiche delle singole sorgenti, è stata attuata la revisione delle soglie relative con relativa ridefinizione dei limiti di ammissibilità analitici, in vigore dal maggio 2016.

Dopo la ridefinizione dei valori soglia si sono registrati due superamenti del valore minimo del parametro PH (giugno e settembre 2016-singola stazione), del valore massimo del parametro Temperatura dell'Acqua (agosto-ottobre 2016 singola stazione), e del valore massimo Ossigeno Disciolto (ottobre 2016 singola stazione), non imputabili alle attività di cantiere vista la mancata presenza in questi periodi di acque di venuta in galleria.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

➤ **Risorse idriche superficiali**

Modalità

Il piano di monitoraggio ambientale per le risorse idriche superficiali ha previsto il controllo di una serie di parametri quali e quantitativi, dopo determinazione di valori tipo-specifici, concordati con gli Enti di Controllo, a seguito alla fase *ante-operam*. I parametri analizzati sono i seguenti:

Corpi idrici superficiali: set dei parametri in situ del controllo mensile:

- Portata
- Ossigeno disciolto
- Temperatura acqua e aria
- Conducibilità ea 20°C
- Concentrazione idrogenionica
- Potenziale Redox

Corpi idrici superficiali: set dei parametri aggiuntivi del controllo trimestrale

Azoto ammoniacale; Azoto nitrico; Azoto nitroso; Azoto totale; BOD5; Fosforo totale; COD; Solidi sospesi totali; Cloruri Solfati; Tensioattivi non ionici; Tensioattivi anionici; Composti organo-clorurati; K, Ni, Pb, Zn, As, Mn, Ca, Mg, Na, Cd, Cr, Cu, Fe, CrVI, Hg; Alcalinità M / P ; Idrocarburi totali;

Qualità biologica : (trimestrali in corso d'opera/sorveglianza):

Escherichia coli; Macrobetnhos (MHP); Fauna ittica; Caratt. Macroinvertebrati acquatici (ITF)



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

I corpi idrici potenzialmente interferiti dalla realizzazione dell'opera e pertanto oggetto di monitoraggio sono i seguenti:

- Corpo Idrico omogeneo **Cod. CI 04SS3N170PI** – Dora Riparia
- Corpo Idrico omogeneo **Cod. CI 04SS3N127PI** – CLAREA

In aggiunta ai punti sotto indicati è previsto l'effettuazione di un monitoraggio annuale anche negli ambienti sorgentizi del SIC IT1110027 per Macrobentos e Anfibi.

A5 – Comune di CHIOMONTE:

ASP-001 – Clarea, monte confluenza Dora Riparia (*)

ASP-033 – Clarea, valle vasca accumulo Pont Ventoux (*)

ASP-031 – Dora Riparia, valle discarica Colombera

ASP-032 - Dora Riparia, valle confluenza Clarea

SIC IT1110027 -“Boscaglie di Tasso di Giaglione”(Macrobentos, Anfibi)

(*) – Per il Corso d'Opera il monitoraggio nei punti ASP 001, ASP 033, è eseguito per eventuali verifiche d'impatto, a seguito di eventi accidentali. E' prevista l'attivazione immediata di monitoraggi mirati al controllo dei parametri specifici dell'alterazione prodotta, con le modalità e le frequenze opportune e condivise con l'Organo di Vigilanza per la valutazione dell'impatto e degli effetti delle azioni mitigative poste in atto.

Nell'assetto operativo di sorveglianza del corso d'opera è stato previsto esclusivamente il monitoraggio del Corpo Idrico Dora Riparia in due punti localizzati rispettivamente:

ASP-031, T. Dora Riparia, valle discarica Colombera/ monte confluenza Clarea (a monte area cantiere)

ASP-032, T. Dora Riparia, valle confluenza Clarea.(a valle area cantiere)

Per i suddetti punti di controllo ARPA Piemonte ha ridefinito, con l'impiego degli stimatori UTL95 e UTL99 (cfr. Doc. ARPA del 29/05/2015) i valori soglia di attenzione e di intervento per i



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

parametri chimico-fisici del controllo mensile rilevabili in situ. Mentre per la valutazione degli elementi di qualità chimico-fisici il riferimento è stato rappresentato dagli andamenti osservati in fase di *ante-operam* e messi in relazione con i dati dei parametri in situ. Per il parametro portata non si è ritenuto necessario calcolare un livello di attenzione. Per la valutazione degli elementi di qualità chimico-fisici, è stato deciso di far riferimento agli andamenti osservati nella fase di *ante-operam*; l'andamento dei dati di monitoraggio in corso d'opera deve essere in linea con i dati registrati nella fase precedente, e la rilevazione di trend crescenti o decrescenti per uno o più parametri deve essere messa in relazione con i dati dei parametri in situ.

In accordo con Arpa Piemonte a far data dal mese di agosto 2016 sono stati attivati i punti sul T. Clarea per consentire una migliore valutazione delle misure acquisite. Sono stati previsti dal PMA inoltre controlli mensili su tutte le stazioni in caso di parametri che indichino deterioramento (stato di attenzione) o quindicinali su tutte le stazioni in caso di parametri che evidenzino superamenti di soglia (stato di intervento). L'attivazione degli assetti operativi di attenzione e di intervento sono previsti da attivarsi qualora i superamenti delle specifiche soglie siano registrati nel punto a valle del cantiere senza un'analogha variazione nel punto a monte. Con riferimento ai valori soglia definiti dagli UTL5 e UTL95 per i parametri in situ è prevista l'attivazione dell'assetto operativo di attenzione quando un nuovo dato di misura supera il valore dello specifico UTL superiore o inferiore. Qualora a seguito di un ricontrollo da eseguirsi entro le 48 ore successive dalla data della misura il valore di uno o più parametri chimico-fisici sia confermato ciò determina lo stato di intervento e l'apertura di specifica scheda di anomalia.

In riferimento ai valori tipo-specifici calcolati per gli elementi di qualità biologica gli assetti operativi si definiscono con i medesimi criteri sopra specificati.

L'attivazione dello stato di intervento è determinata anche nel caso di superamento della soglia superiore UTL99 o inferiore UTL1, con le conseguenti azioni di notifica e mitigative previste dal PMA.

Il ritorno all'originario assetto di sorveglianza è determinato dal riscontro di valori 'normali', confermati da almeno 2 controlli successivi, eseguiti a distanza di 48 ore.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Con riferimento alle soglie definite per i parametri chimico-fisici l'assetto operativo di attenzione è da ritenersi attivato anche nel caso di modifica del comportamento globale dei parametri significativi, come l'aumento contemporaneo a ridosso delle specifiche soglie UTL (superiori e inferiori) nei valori di più parametri o la formazione di trend crescenti o decrescenti, anche in assenza di superamenti delle rispettive soglie UTL superiori o inferiori. Fatto salvo che tra i due punti di misura, a monte e a valle dell'area di cantiere, sia verificata una stretta correlazione.

Risultati

Dall'analisi dei dati di controllo valutabili per la fase di corso d'opera del 2013, del 2014, 2015 e del 2016 si ricava che non si sono evidenziati particolari scostamenti da quella che è stata la caratterizzazione iniziale in fase ante-operam. Il monitoraggio effettuato non ha evidenziato particolari criticità da riferirsi a interferenze sul complesso idrogeologico, costituito dal sistema delle sorgenti lungo il tracciato dell'opera, prodotte dall'attività del cunicolo.

I superamenti degli ambiti di variabilità per le risorse idriche superficiali hanno coinvolto alternativamente parametri quali la Temperatura dell'Acqua, l'Ossigeno Disciolto, il Potenziale Redox, Portata del corpo idrico, ma sono risultati al di sotto del valore massimo riscontrato nelle serie storiche, con attivazione del solo monitoraggio di attenzione.

Prima dell'entrata in vigore delle nuove soglie, sono stati inoltre registrati occasionali superamenti dei valori minimi e massimi ambientali ammessi e desunti dalle serie storiche disponibili per quanto riguarda il parametro Portata (novembre 2013, febbraio-aprile 2014) influenzato dalle condizioni meteo, il parametro Temperatura dell'Acqua (luglio 2014 e giugno-luglio 2015) imputabile alle condizioni climatiche, e il parametro Potenziale Redox (marzo 2016), per cui è stata eseguita pronta verifica del parametro che ha confermato per le stazioni il rientro del parametro nei limiti degli ambiti di variabilità analitica di soglia; tale scostamento non è risultato imputabile alle attività di cantiere in quanto presente sia a monte che a valle dello stesso, ma probabilmente in relazione con variazioni istantanee della portata del corpo idrico.

L'entità di tali superamenti non si è più evidenziata nei periodi successivi.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Il complesso dei dati pertanto non evidenzia particolari criticità a carico delle stazioni lungo l'asta fluviale, e gli scostamenti sono risultati essere riferibili a fattori ambientali locali, come condizioni meteo climatiche del periodo (alte temperature), o di lieve entità, compatibili con l'incertezza di misura.

Sul fiume Dora Riparia sono stati rilevati nel corso d'opera alcuni scostamenti nelle acque campionate riguardo ai parametri relativi ad alcuni metalli quali Magnesio Potassio, Cadmio, Ferro, e parametri come Solidi Sospesi Totali, Azoto nitrico e Fosforo totale. Queste variazioni sono risultate essere presenti sia a valle sia a monte dell'area di cantiere, quindi non associabili all'attività di realizzazione dell'opera.

L'Arsenico, la cui presenza è anche stata rilevata nei materiali di scavo, è risultato fuori range solo nella sezione di valle nella campagna di ottobre 2013.

E' stato inoltre effettuato un monitoraggio delle risorse idriche del Torrente Clarea, dal mese di ottobre 2013 fino al mese di giugno 2014, al fine di indagare le condizioni idriche ambientali a seguito della segnalazione di una moria di pesci nei pressi dell'area di cantiere avvenuta a fine 2013, che non ha riportato concentrazioni parametriche alterate. Non sono state rilevate alterazioni dei parametri considerati. Sono stati inoltre eseguiti i monitoraggi dei parametri chimico-fisici nei mesi di ottobre, novembre e dicembre 2015, settembre e dicembre 2016, che hanno escluso eventuali contributi sulle concentrazioni di nitrati osservati negli acquiferi sotterranei all'interno del cantiere.



DATI ANAGRAFICI E SANITARI

In questo periodo sono state condotte attività prevalentemente tese alla individuazione dei dati anagrafici e sanitari disponibili e ad una loro iniziale elaborazione, da una parte per definire il contesto generale (Regione Piemonte, Provincia di Torino, distretto di Susa) in cui l'opera si inserisce e dall'altra per dettagliare a livello di singoli comuni gli eventi sanitari che saranno oggetto della valutazione di impatto sulla salute.

In questa fase l'interesse è stato pertanto rivolto innanzitutto alla ricerca delle fonti pubblicate, alla loro acquisizione ed iniziale analisi, nonché ad alcune prime elaborazioni di tipo generale utili a costruire un quadro di riferimento attendibile. Successivamente, avendo acquisito anche alcune informazioni sanitarie già aggregate a livello di singolo comune sono state effettuate alcune elaborazioni iniziali per saggiare il livello di informazione desumibile dalle notizie a disposizione e le eventuali problematiche presenti.

Si tratta di un lavoro iniziale e propedeutico, di cui nel seguito vengono forniti alcuni elementi esemplificativi, il cui scopo principale è quello di costruire il quadro di riferimento della salute del territorio prima dell'opera: per tale motivo, da una parte ci si preoccuperà prevalentemente di descrivere il percorso effettuato, e dall'altra si proporrà una interpretazione dei dati emergenti che avrà puramente scopi descrittivi.

Le informazioni disponibili si riferiscono ai dati pubblicati dalla Rete Regionale dei Servizi di Epidemiologia della Regione Piemonte, acquisite tramite accesso internet pubblico, nonché ai dati messi a disposizione dalla ASL (o ancora dalla Rete Regionale dei Servizi di Epidemiologia della Regione) e riferiti ad alcuni singoli comuni della Val di Susa.

Dati di mortalità: anni 2008-2010

I dati esemplificativi riportati nel seguito sono tratti dal volume **“La mortalità in Piemonte negli anni 2008-2010”** dell'Osservatorio Epidemiologico Regionale (autori: Dalmasco M, Gnani R, Stroschia M, Amidei A, Falcone U, Migliardi A, Demaria M). Il lavoro contiene una doppia serie di analisi: una analisi per distretto sanitario ed una analisi per singolo comune. La loro valenza risiede nella opportunità di avere a disposizione il contesto più generale della mortalità della Regione



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Piemonte, negli anni più vicini all'opera in costruzione, sia in forma più macroscopica (il livello di distretto) che in forma microscopica (il livello di comune).

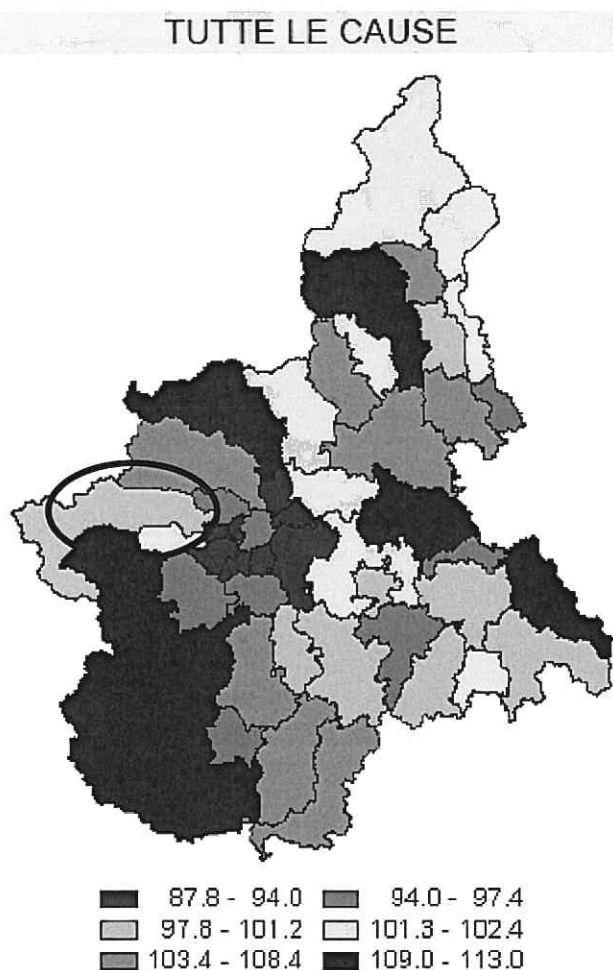
Si omettono qui sia gli aspetti più tecnici, come la costruzione degli indicatori utilizzati, sia le informazioni dettagliate (tabelle) disponibili, per le quali si rimanda al documento citato.

Le figure seguenti sono esemplificative, per alcune cause selezionate, delle informazioni a disposizione.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

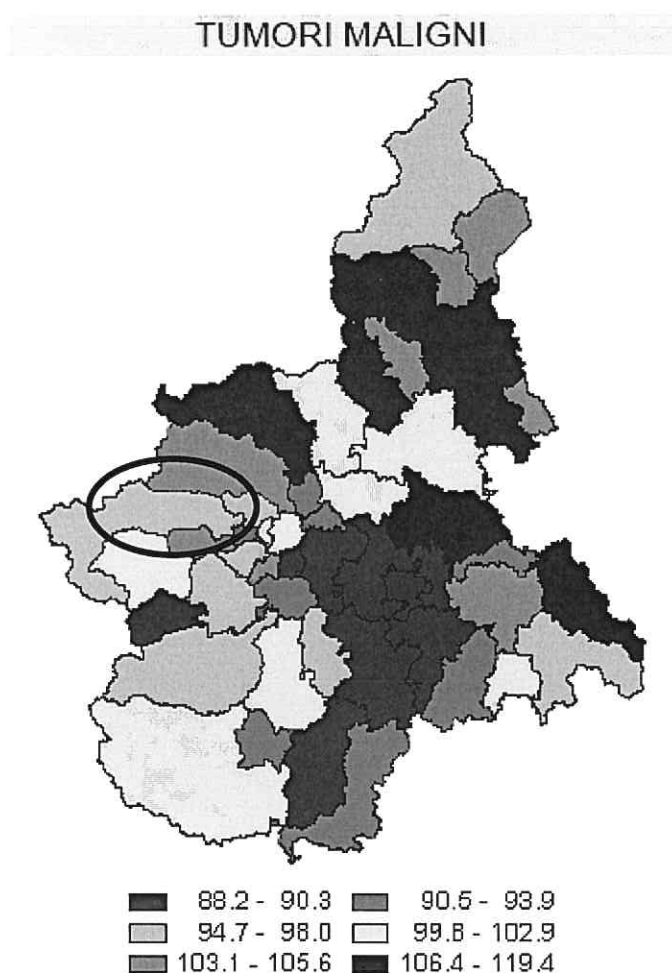
Figura 13. Mortalità in Piemonte negli anni 2008-2010 secondo il distretto di residenza. Uomini. Mortalità per il totale delle cause. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo distretto ed il valore regionale.





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Figura 14. Mortalità in Piemonte negli anni 2008-2010 secondo il distretto di residenza. Uomini.
Mortalità per il totale dei tumori maligni. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo distretto ed il valore regionale.





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Figura 15. Mortalità in Piemonte negli anni 2008-2010 secondo il distretto di residenza. Uomini.
Mortalità per il tumore del polmone. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo distretto ed il valore regionale.

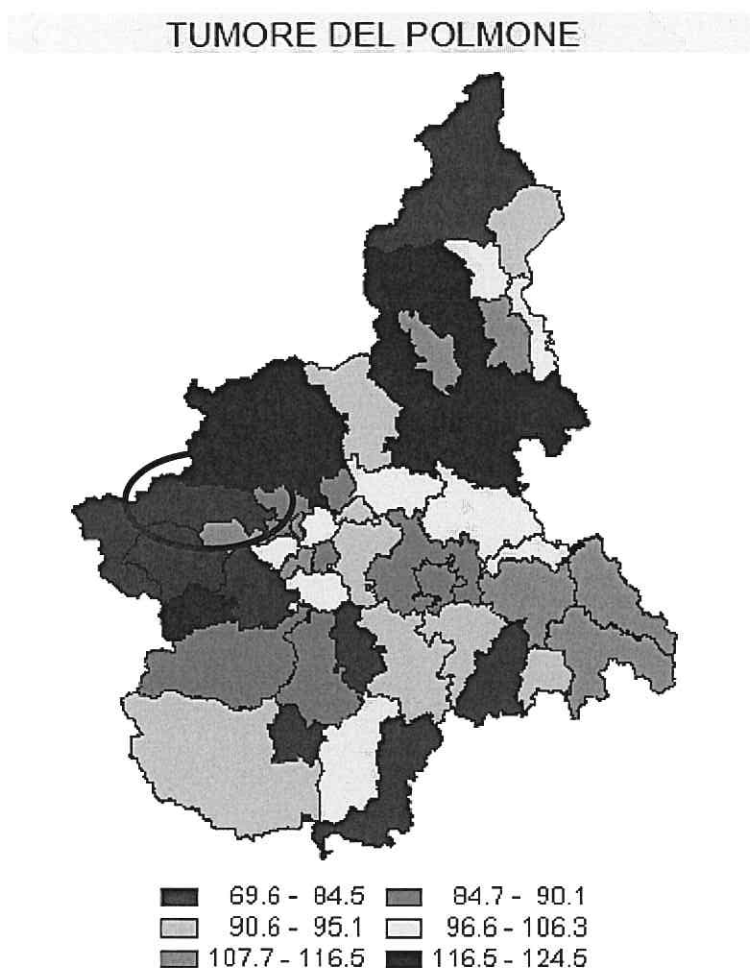
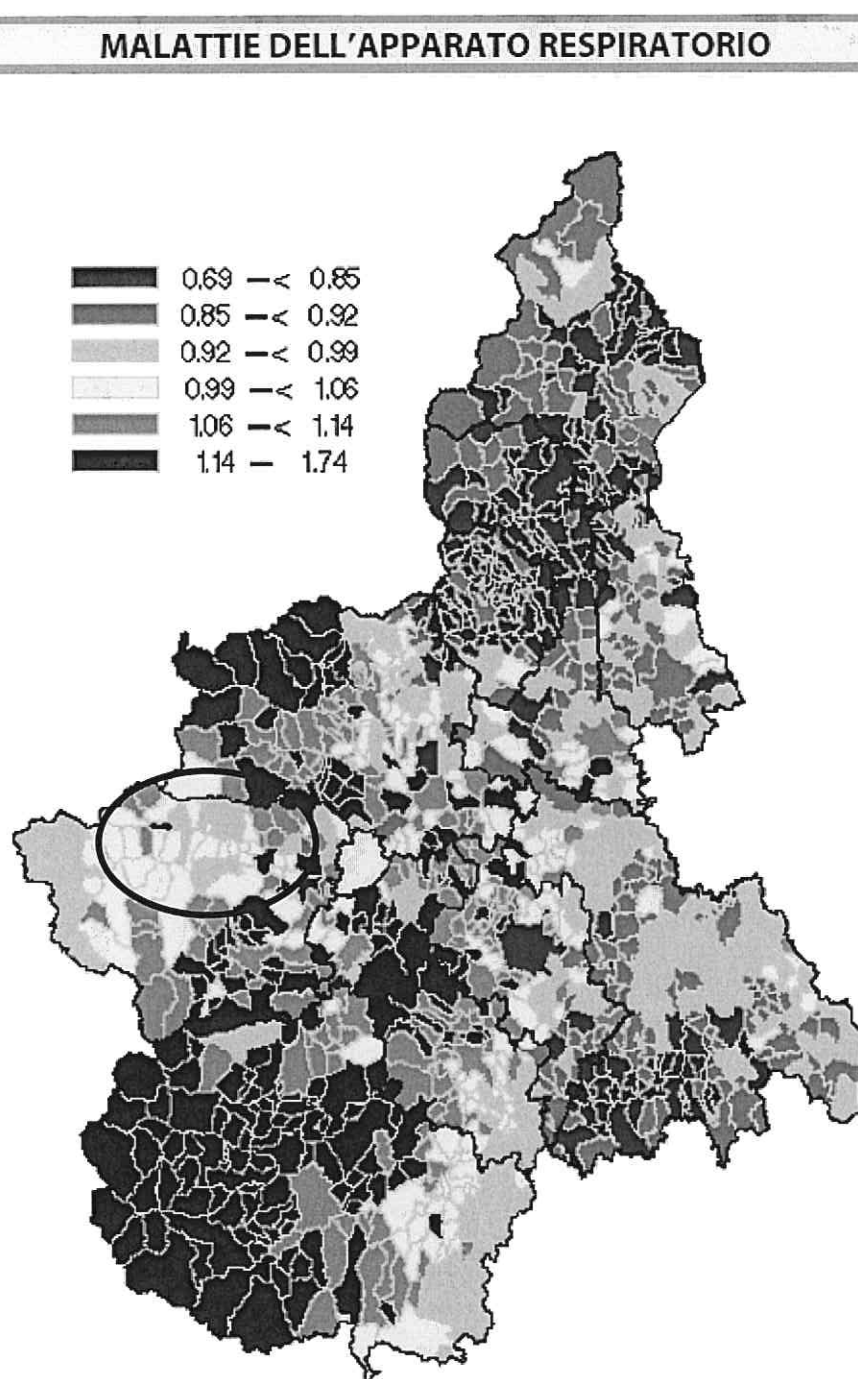




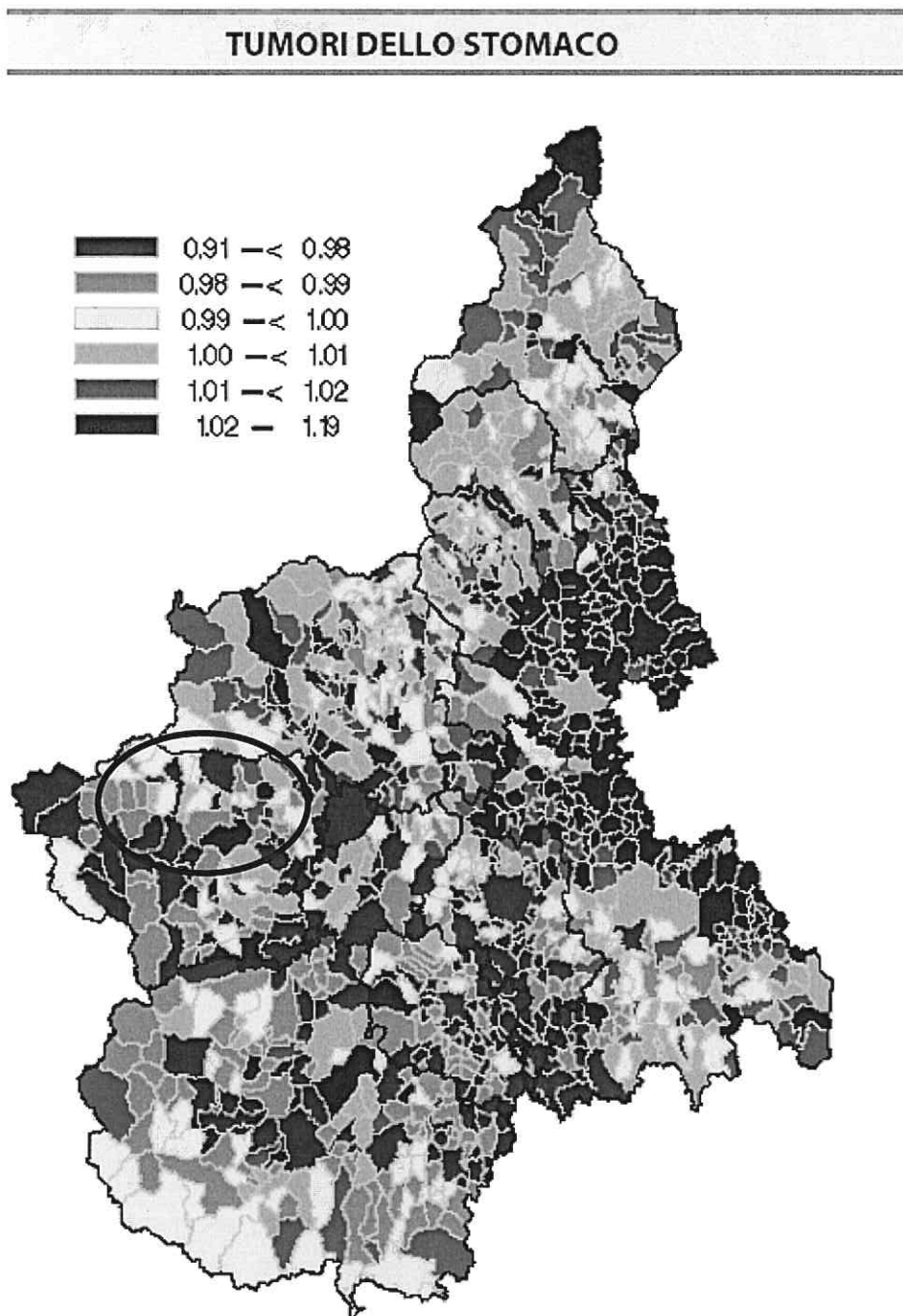
Figura 16. Mortalità in Piemonte negli anni 2008-2010 secondo il comune di residenza. Donne.
Mortalità per malattie dell'apparato respiratorio. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore regionale.





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Figura 17. Mortalità in Piemonte negli anni 2008-2010 secondo il comune di residenza. Donne.
Mortalità per tumori dello stomaco. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il
valore regionale.





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Le figure selezionate sono esemplificative dei dati disponibili (per le informazioni complete si deve fare riferimento alla citata pubblicazione dell'Osservatorio Epidemiologico Regionale). Da tali dati, complessivamente, si osserva una variazione del livello di rischio dell'area interessata che rientra all'interno di quella che può essere definita come la naturale variabilità statistica del panorama di rischio regionale.

Dati di ricovero: anno 2011

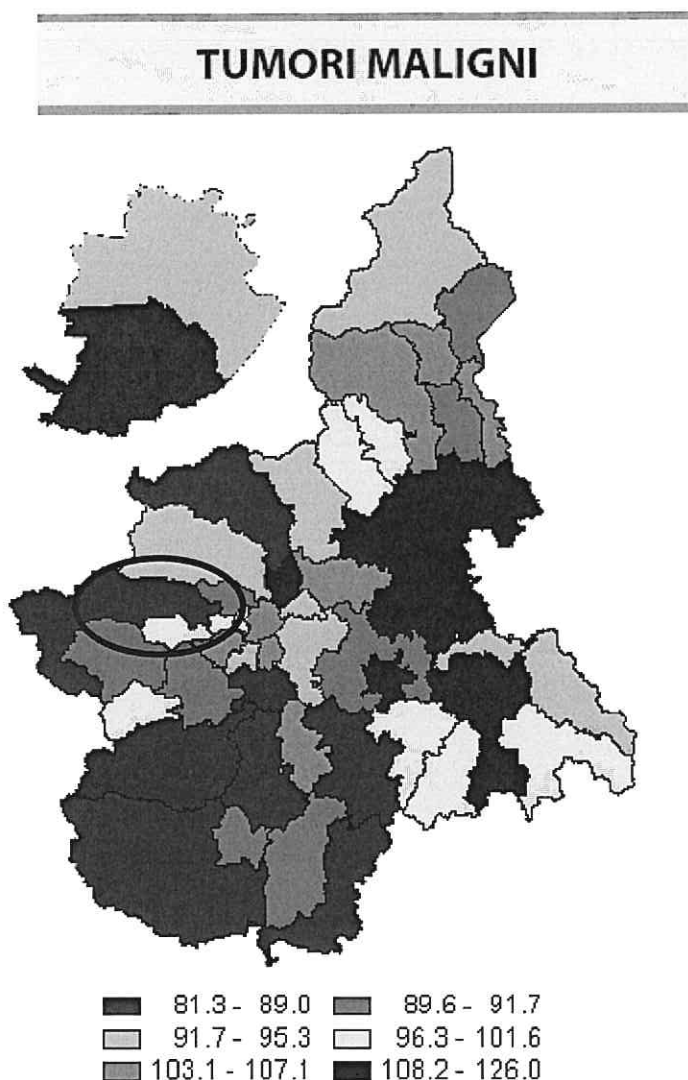
I dati esemplificativi riportati nel seguito sono tratti dalla pubblicazione **“I ricoveri ospedalieri in Piemonte nel 2011”**, sempre a cura dell'Osservatorio Epidemiologico Regionale. Anche in questo caso il lavoro contiene una doppia serie di analisi (per distretto sanitario e per singolo comune), ed anche per questi dati la loro valenza risiede nella opportunità di avere a disposizione il contesto più generale della ricoverabilità in Regione Piemonte. Come in precedenza per la mortalità, anche per i ricoveri si tratta dei dati più recenti pubblicati.

Omettendo anche per i ricoveri i dettagli tecnici relativi alla costruzione degli indicatori utilizzati nonché le informazioni numeriche (tabelle) disponibili, le figure che seguono esemplificano, per alcune selezionate patologie, le informazioni a disposizione.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

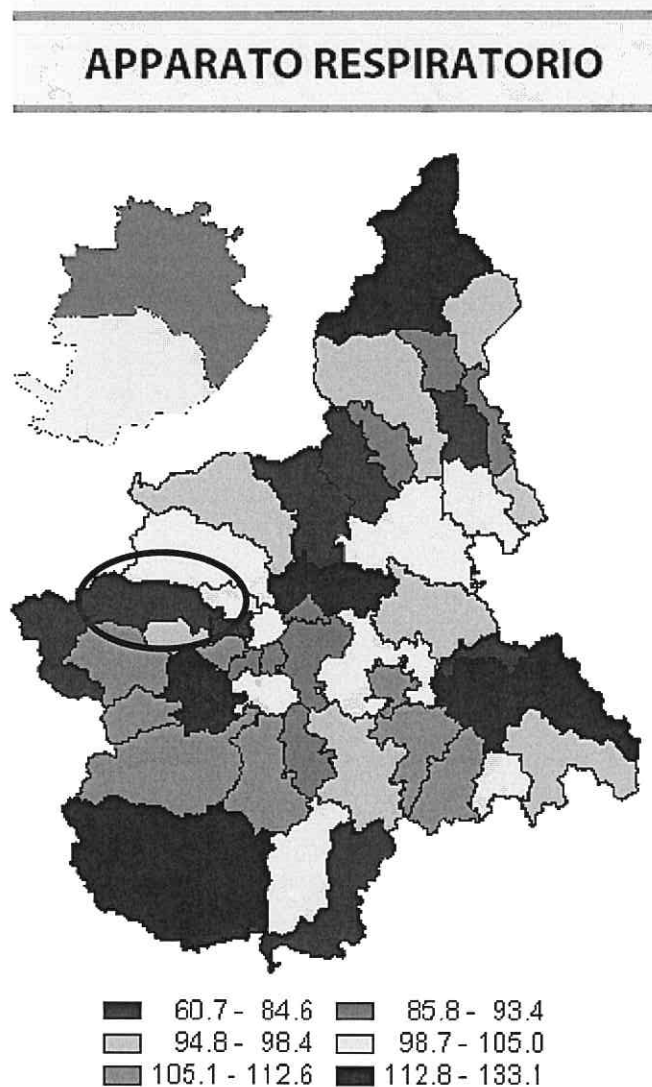
Figura 18. Primi ricoveri in Piemonte nell'anno 2011 secondo il distretto di residenza. Donne.
Ricoveri per il totale dei tumori. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo distretto ed il
valore regionale.





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Figura 19. Primi ricoveri in Piemonte nell'anno 2011 secondo il distretto di residenza. Donne.
Ricoveri per malattie dell'apparato respiratorio. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo distretto ed il valore regionale.





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Figura 20. Primi ricoveri in Piemonte nell'anno 2011 secondo il comune di residenza. Uomini.
Ricoveri per il totale delle patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo distretto ed il
valore regionale.

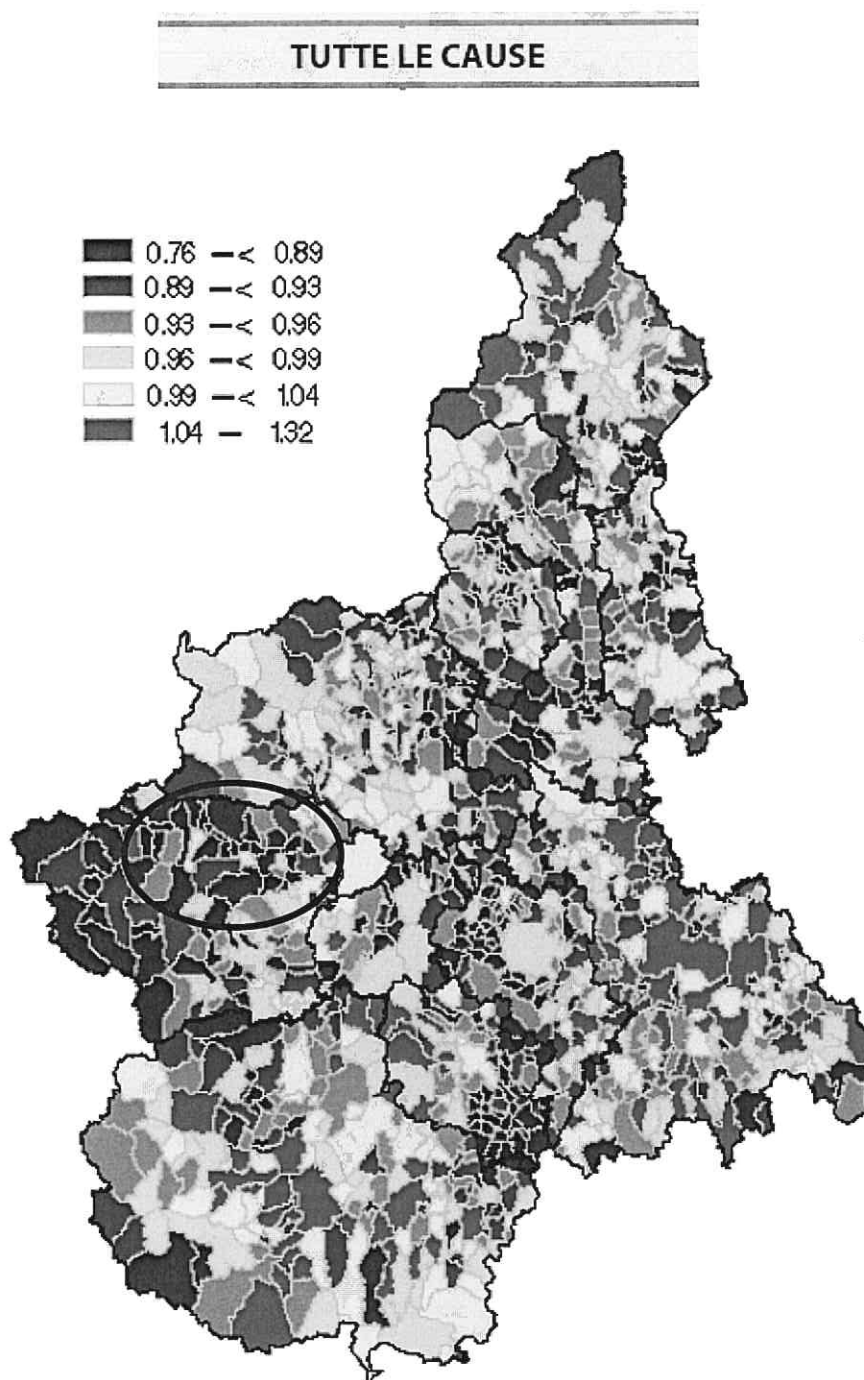
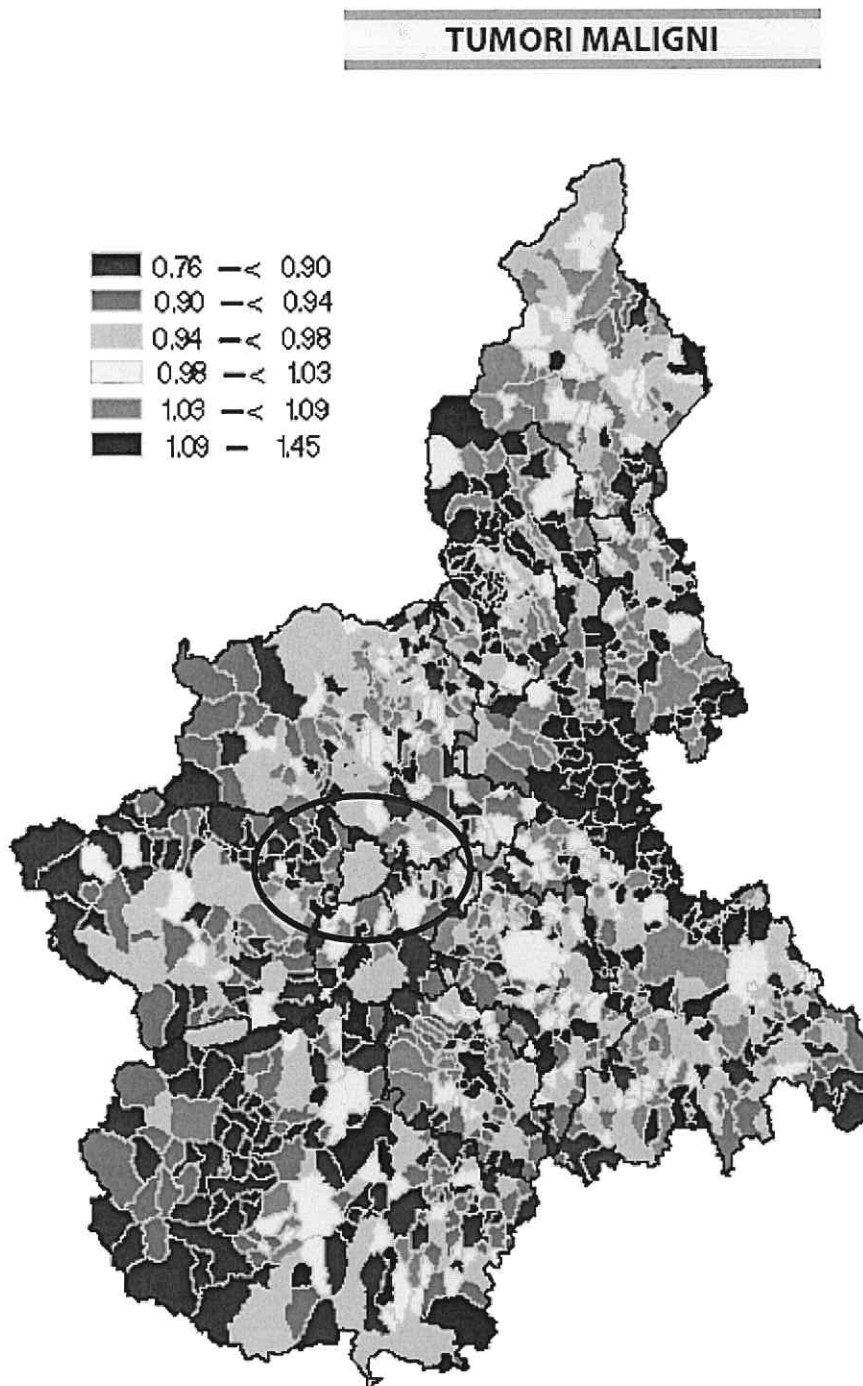




Figura 21. Primi ricoveri in Piemonte nell'anno 2011 secondo il comune di residenza. Uomini.
Ricoveri per il totale dei tumori. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo distretto ed il
valore regionale.





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Le figure selezionate sono esemplificative dei dati disponibili (per le informazioni complete si deve fare riferimento alla citata pubblicazione dell'Osservatorio Epidemiologico Regionale). Da tali dati, complessivamente, si ricava come l'area di nostro interesse, riguardante i comuni potenzialmente coinvolti dall'opera, non presenti una situazione di base, *ante-operam*, con tassi di ricovero aumentati rispetto al tasso regionale.

Sono in previsione degli aggiornamenti di tali atlanti sanitari ma al momento in cui scriviamo non sono ancora disponibili.

Dati di mortalità comunali

In questo caso i dati esemplificativi riportati nel seguito rappresentano una elaborazione, effettuata dagli scriventi, dei dati di mortalità comunali per i periodi 2000-2003, 2008-2011 e 2012-2013 messi a disposizione dal Centro DoRS (NB: si fa osservare che i dati del 2013 sono gli ultimi dati completi disponibili). In particolare il tasso di mortalità standardizzato calcolato per i comuni di Chiomonte, Gaglione, Gravere e Susa (individualmente considerati) è stato messo a confronto con l'analogo tasso della provincia di Torino (indicatore RR in tabella): questi dati hanno una valenza diversa rispetto a quelli delle pubblicazioni più sopra citate perché entrano nel merito dei territori di potenziale interesse per l'opera in costruzione. Si ricorda, ai fini della interpretazione dei risultati, che un RR superiore ad 1 indica che la mortalità nel comune è superiore alla mortalità nella provincia (e viceversa per gli RR inferiori ad 1). A puro titolo di esempio nelle tabelle che seguono sono evidenziati i RR con valore superiore a 2. Inoltre, per ogni RR è stata valutata la significatività statistica dell'indicatore (con un livello di confidenza del 95%), evidenziando in rosso gli indicatori che segnalano un eccesso statisticamente significativo ed in verde gli indicatori che segnalano un difetto statisticamente significativo.

Le tabelle che seguono esemplificano, per alcune selezionate patologie, le informazioni a disposizione.



Dati di ricovero comunali

Anche in questo caso i dati esemplificativi riportati nel seguito rappresentano una elaborazione, effettuata dagli scriventi, dei dati di ricovero comunali per i periodi 2001-2005, 2008-2012 e 2013-2014 messi a disposizione dal Centro DoRS (anche in questo caso si fa osservare che i dati del 2014 sono gli ultimi dati completi disponibili). Come per il caso dei dati di mortalità il tasso standardizzato calcolato per i comuni di Chiomonte, Gaglione, Gravere e Susa (individualmente considerati) è stato messo a confronto con l'analogo tasso della provincia di Torino, con analogo significato dell'indicatore RR. Anche per i ricoveri nelle tabelle sono evidenziati i RR con valore superiore a 2, e per ogni RR è stata valutata la significatività statistica dell'indicatore (con livello di confidenza del 95%).

Le tabelle che seguono esemplificano, per alcune selezionate patologie, le informazioni a disposizione.

Ciò premesso, i risultati evidenziati possono essere utili per formulare alcune considerazioni generali sul contesto. Siamo in un territorio di comuni molto piccoli, in quanto a numerosità di popolazione: ciò ha delle importanti implicazioni per cui è sufficiente l'occorrenza sporadica di qualche caso per dar luogo a rischi relativi molto alti ed anche statisticamente significativi. Ciò deve portare ad una lettura complessiva dei risultati e non alla evidenziazione singola di elementi casuali. Occorre pertanto andare innanzitutto alla ricerca di risultati fondati su una casistica sufficientemente numerosa (ed è per tale motivo, ad esempio, che nelle tabelle che seguono è stata omessa l'indicazione numerica dei casi quando i decessi sono inferiori a 3) e su fenomeni che risultano ricorrenti: presenti, ad esempio, in entrambi i generi, in periodi successivi, in più territori, e così via.

Pur considerata la piccola dimensione (in termini di popolazione) dei comuni oggetto di maggiore interesse, e anche il ridotto periodo di tempo (due anni) cui si riferisce l'aggiornamento più recente dei dati (2012-2013 per la mortalità; 2013-2014 per i ricoveri), gli eventi riscontrati nelle differenti patologie sono poco numerosi, il che aumenta in maniera importante la variabilità degli indicatori calcolati, ma al momento non sono indicativi di una situazione che richieda una particolare attenzione, sia per quanto riguarda la situazione di partenza *ante-operam*, sia per il breve periodo disponibile per la fase di corso d'opera.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Dati di Mortalità: i dati dell'ultimo biennio (2012-2013) segnalano rari e sporadici eccessi, diversi da comune a comune e diversi per sesso, attribuibili a singoli casi di patologia.

Rari e sporadici eccessi, diversi da comune a comune, diversi per sesso, ma anche diversi per patologia e per periodo, erano presenti anche nei periodi analizzati in precedenza (2000-2003 e 2008-2011). La presenza/assenza di questi eccessi e la loro inconsistenza (per patologia, sesso, comune) è totalmente attribuibile alla sporadicità dei casi osservati in comuni che hanno una ridotta numerosità della popolazione.

Come dato ricorrente si segnala un eccesso per il totale della mortalità e per la mortalità per cause naturali nel solo comune di Susa, sia nei maschi che nelle femmine, eccessi per altro presenti in tutti e tre i periodi di osservazione. Inoltre, nell'ultimo biennio si è registrato, nei soli soggetti maschi, un leggero eccesso di mortalità per il totale dei tumori nel solo comune di Susa, eccesso che andrà rivalutato con un periodo di osservazione più lungo di due anni, anche considerato che dei due anni di mortalità indagati nel periodo 2012-2013 il primo è precedente l'inizio dei lavori.

Dati di Ricovero: anche per i ricoveri dell'ultimo biennio (2013-2014) si osservano rari e sporadici eccessi (ma anche difetti), diversi da comune a comune, diversi per sesso, ma anche diversi dagli eccessi riscontrati per la mortalità, ed anch'essi attribuibili a singoli casi di patologia. Anche per i ricoveri è da segnalare la diversità di patologie che risultano in eccesso/difetto rispetto ai periodi analizzati in precedenza (2001-2005 e 2008-2012). Ricorrenti nei tre periodi di ricovero sono i difetti di patologie respiratorie non maligne sia nei maschi sia nelle femmine, fenomeno dunque presente a partire dalla situazione di partenza *ante-operam*, che non appare in evoluzione. In contrasto con quanto osservato nell'ultimo biennio a Susa nei maschi per la mortalità per il totale dei tumori (che è risultata, come detto, in eccesso), i ricoveri per la stessa patologia sono risultati (nell'ultimo biennio) in difetto sia nei maschi sia nelle femmine.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Tabella 9. Mortalità nei comuni di Chiomonte, Giaglione, Gravere e Susa, nel periodo 2000-2003 per alcune selezionate patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore provinciale, ed indicazione della significatività statistica.

2000-2003, Uomini Cause

Area	Tutti i tumori			Tumori del retroperitoneo e del peritoneo			Tumori trachea, bronchi e polmoni			Tumori della pleura			Tumori del sistema nervoso centrale			Tumori linfomopioietici			Diabete			Malattie neuro psichiatriche		
	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.
Chiomonte	11	1,15		0	0,00			0,44		0	0,00		0	0,00			2,66		0	0,00			3,79	
Giaglione	7	1,74		0	0,00			0,56		0	0,00		21,55				4,33		0	0,00		0	0,00	
Gravere	4	0,62		0	0,00			0,53		0	0,00		0	0,00			2,82		0	0,00			12,50	
Susa	52	1,13		0	0,00		18	1,33		0	0,00			0,96			0,54			0,39			1,35	

Nota bene: quando i morti sono < alle 3 unità il valore assoluto viene eliminato. Quando è indicato 0 significa che non ci sono stati morti

2000-2003, Donne Cause

Area	Tutti i tumori			Tumori del retroperitoneo e del peritoneo			Tumori trachea, bronchi e polmoni			Tumori della pleura			Tumori del sistema nervoso centrale			Tumori linfomopioietici			Diabete			Malattie neuro psichiatriche		
	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.
Chiomonte	10	1,02		0	0,00			1,12		0	0,00		0	0,00			0,00		0	0,00			0,93	
Giaglione	6	2,12		0	0,00		0	0,00		0	0,00		19,83				1,42		0	0,00		0	0,00	1,83
Gravere	0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00			0,00		0	0,00			3,29	
Susa	46	1,14		0	0,00		6	1,86			1,73		0	0,00		4	0,63		4	0,57		10	1,97	

Nota bene: quando i morti sono < alle 3 unità il valore assoluto viene eliminato. Quando è indicato 0 significa che non ci sono stati morti



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Tabella 10. Mortalità nei comuni di Chiomonte, Giaglione, Gravere e Susa, nel periodo 2000-2003 per alcune selezionate patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore provinciale, ed indicazione della significatività statistica.

Cause 2000-2003, Uomini

Malattie ipertensive	Malattie ischemiche del cuore		Malattie cerebrovascolari		Malattie dell'apparato respiratorio		Malattie acute delle prime vie aeree		Bronchiti, enfisema, asma		BPCO		Cause naturali		Tutte le cause		Area
	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	
2,76	3	0,83		0,27	3	1,26	0	0,00	3	2,24		1,71	26	0,99	27	0,97	Chiomonte
0	0	0,56	0	0,00	3	1,95	50,00		0	0,00	0	0,00	17	1,20	17	1,12	Giaglione
0	0	0,98		1,36		0,81	0	0,00		1,45		1,60	13	1,03	13	0,95	Gravere
8	25	1,57	22	1,61	14	1,31	0	0,00	8	1,26	7	1,20	158	1,25	168	1,25	Susa

Nota bene: quando i morti sono < alle 3 unità il valore assoluto viene eliminato. Quando è indicato 0 significa che non ci sono stati morti

Cause 2000-2003, Donne

Malattie ipertensive	Malattie ischemiche del cuore		Malattie cerebrovascolari		Malattie dell'apparato respiratorio		Malattie acute delle prime vie aeree		Bronchiti, enfisema, asma		BPCO		Cause naturali		Tutte le cause		Area
	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	
4	2,92	3	0,89	5	0,79	1,05	10,13			1,67		1,99	44	1,30	47	1,30	Chiomonte
	1,38		1,43	4	1,25	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	24	1,55	24	1,47	Giaglione
0	0,00		1,14	4	2,28	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	9	0,69	9	0,66	Gravere
8	0,92	27	1,74	32	1,10	13	0,96	3,25	6	1,05	6	1,25	198	1,22	210	1,20	Susa

Nota bene: quando i morti sono < alle 3 unità il valore assoluto viene eliminato. Quando è indicato 0 significa che non ci sono stati morti



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
 Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Tabella 11. Mortalità nei comuni di Chiomonte, Giaglione, Gravere e Susa, nel periodo 2008-2011 per alcune selezionate patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore provinciale, ed indicazione della significatività statistica.

2008-2011, Uomini Cause

Area	Tutti i tumori			Tumori del retroperitoneo e del peritoneo			Tumori trachea, bronchi e polmoni			Tumori della pleura			Tumori del sistema nervoso centrale			Tumori linfo-empoiectici			Diabete			Malattie neuro psichiatriche		
	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.
Chiomonte	10	1,12		0	0,00			0,85		0	0,00		0	0,00			1,96			1,13		0	0,00	
Giaglione	10	1,88		0	0,00			1,72		0	0,00		0	0,00			2,60			0,00		0	0,00	
Gravere	10	1,82		0	0,00			0,88		0	0,00		0	0,00			0,00			0,00		0	0,00	
Susa	45	0,97		0	0,00		8	0,77		0	0,00		0	0,00		3	0,63			2,18		4	1,60	

Nota bene: quando i morti sono < alle 3 unità il valore assoluto viene eliminato. Quando è indicato 0 significa che non ci sono stati morti

2008-2011, Donne Cause

Area	Tutti i tumori			Tumori del retroperitoneo e del peritoneo			Tumori trachea, bronchi e polmoni			Tumori della pleura			Tumori del sistema nervoso centrale			Tumori linfo-empoiectici			Diabete			Malattie neuro psichiatriche		
	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.
Chiomonte	8	1,10		0	0,00		1	0,90		0	0,00		0	0,00			0,00			0,69			1,02	
Giaglione	8	1,52			42,67		0	0,00		0	0,00		0	0,00			0,00			5,22		0	0,00	
Gravere	3	0,92		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00			0,00			0,00		0	0,00	
Susa	51	1,09			5,00		3	0,35		0	0,00		3	1,81		4	1,37			0,60		9	1,17	

Nota bene: quando i morti sono < alle 3 unità il valore assoluto viene eliminato. Quando è indicato 0 significa che non ci sono stati morti



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Tabella 12. Mortalità nei comuni di Chiomonte, Giaglione, Gravere e Susa, nel periodo 2008-2011 per alcune selezionate patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore provinciale, ed indicazione della significatività statistica.

Cause 2008-2011, Uomini

Malattie ipertensive	Malattie ischemiche del cuore		Malattie cerebrovascolari		Malattie dell'apparato respiratorio		Malattie acute delle prime vie aeree		Bronchiti, enfisema, asma		BPCO		Cause naturali		Tutte le cause		Area	
	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.		RR
3	3,77	0	0,00	6	2,04	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	28	1,26	32	1,44	Chiomonte
	0,76		1,19	0	0,00		17,63		1,65		1,75		21	1,51		21	1,42	Giaglione
0	0,00	3	1,42	4	2,26		0,41	0	0,00		0,69		22	1,45		24	1,49	Gravere
9	2,25	25	1,71	16	1,26	11	1,11	0	0,00	7	1,10	5	0,86	151	1,23	161	1,24	Susa

Nota bene: quando i morti sono < alle 3 unità il valore assoluto viene eliminato. Quando è indicato 0 significa che non ci sono stati morti

Cause 2008-2011, Donne

Malattie ipertensive	Malattie ischemiche del cuore		Malattie cerebrovascolari		Malattie dell'apparato respiratorio		Malattie acute delle prime vie aeree		Bronchiti, enfisema, asma		BPCO		Cause naturali		Tutte le cause		Area	
	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.		RR
4	2,98		0,44	5	1,60		0,57	0	0,00	0	0,00	0	0,00	37	1,37	41	1,42	Chiomonte
0	0,00		0,44	0	0,00		0,57	0	0,00		1,22		16	0,93		18	0,96	Giaglione
	0,88		0,91		0,35		3,27	0	0,00		6,94		15	1,20		15	1,15	Gravere
7	0,57	30	1,57	22	0,88	22	1,69		1,63	11	1,72	11	1,93	218	1,21	226	1,21	Susa

Nota bene: quando i morti sono < alle 3 unità il valore assoluto viene eliminato. Quando è indicato 0 significa che non ci sono stati morti



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Tabella 13. Mortalità nei comuni di Chiomonte, Giaglione, Gravere e Susa, nel periodo 2012-2013 per alcune selezionate patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore provinciale, ed indicazione della significatività statistica.

2012-2013, Uomini Cause		Tumori del retroperitoneo e del peritoneo		Tumori trachea, bronchi e polmoni		Tumori della pleura		Tumori del sistema nervoso centrale		Tumori linfopoietici		Diabete		Malattie neuro psichiatriche		
Area	Tutti i tumori	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig
Chiomonte	6	1,89	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	11,64	0	0,00	0	0,00	2,96
Giaglione	3	1,04	0	0,00	0	0,00	32,48	0	0,00	6,50	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Gravere	3	0,84	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	4,33	0	0,00	0	0,00	0
Susa	32	1,46	0	0,00	9	1,56	0	0,00	3,08	0,44	3	1,48	0	0,00	1,01	

Nota bene: quando i morti sono < alle 3 unità il valore assoluto viene eliminato. Quando è indicato 0 significa che non ci sono stati morti

2012-2013, Donne Cause		Tumori del retroperitoneo e del peritoneo		Tumori trachea, bronchi e polmoni		Tumori della pleura		Tumori del sistema nervoso centrale		Tumori linfopoietici		Diabete		Malattie neuro psichiatriche		
Area	Tutti i tumori	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig
Chiomonte	6	0,78	0	0,00	0	0,95	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	4,12
Giaglione	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Gravere		1,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Susa	24	1,11	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	4	4,33	3	0,85	6	1,05

Nota bene: quando i morti sono < alle 3 unità il valore assoluto viene eliminato. Quando è indicato 0 significa che non ci sono stati morti



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Tabella 14. Mortalità nei comuni di Chiomonte, Giaglione, Gravere e Susa, nel periodo 2012-2013 per alcune selezionate patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore provinciale, ed indicazione della significatività statistica.

Malattie ipertensive		Malattie ischemiche del cuore			Malattie cerebrovascolari			Malattie dell'apparato respiratorio			Malattie acute delle prime vie aeree			Bronchiti, enfisema, asma			BPCO			Cause naturali			Tutte le cause			Caus 2012-2013, Uomini
		N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	
1,95	0	0,00		5	2,18		3	2,17		0	0,00			3,26			3,65		23	1,19		23	1,15			Chiomonte
1,98	0	0,00		0	0,00			1,45		0	0,00			3,20			3,58		6	0,55		6	0,53			Giaglione
2,38		1,80		0	0,00		0	0,00		0	0,00			0	0,00		0	0,00	5	0,68		5	0,66			Gravere
7	1,04	14	2,56	11	0,71		7	0,95		0	0,00		5	1,63		5	1,83		114	1,26		116	1,26			Susa

Malattie ipertensive		Malattie ischemiche del cuore			Malattie cerebrovascolari			Malattie dell'apparato respiratorio			Malattie acute delle prime vie aeree			Bronchiti, enfisema, asma			BPCO			Cause naturali			Tutte le cause			Caus 2012-2013, Donne	
		N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig		Area

Nota bene: quando i morti sono < alle 3 unità il valore assoluto viene eliminato. Quando è indicato 0 significa che non ci sono stati morti

Nota bene: quando i morti sono < alle 3 unità il valore assoluto viene eliminato. Quando è indicato 0 significa che non ci sono stati morti



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
 Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Tabella 15. Ricoveri nei comuni di Chiomonte, Giaglione, Gravere e Susa, nel periodo 2001-2005 per alcune selezionate patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore provinciale, ed indicazione della significatività statistica.

2001-2005, Uomini Cause

Area	Tutti i tumori			Tumori del retroperitoneo e del peritoneo			Tumori trachea, bronchi e polmoni			Tumori della pleura			Tumori del sistema nervoso centrale			Tumori linfo-emopoietici			Diabete			Malattie neuro psichiatriche		
	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.
Chiomonte	29	0,75		0	0,00		5	1,49		0	0,00		0	0,00		3	0,94		3	1,23		5	0,89	
Giaglione	22	1,03		0	0,00			0,56		0	0,00		0	0,00			0,51			0,51		3	0,87	
Gravere	18	0,74			11,96		3	1,65		0	0,00			1,60		4	2,37			0,41		0	0,00	
Susa	142	0,80		0	0,00		12	0,65		0	0,00		8	1,69		8	0,86		7	0,39		38	1,02	

Nota bene: quando i ricoveri sono < alle 3 unità il valore assoluto viene eliminato. Quando è indicato 0 significa che non ci sono stati ricoveri

2001-2005, Donne Cause

Area	Tutti i tumori			Tumori del retroperitoneo e del peritoneo			Tumori trachea, bronchi e polmoni			Tumori della pleura			Tumori del sistema nervoso centrale			Tumori linfo-emopoietici			Diabete			Malattie neuro psichiatriche		
	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.
Chiomonte	38	0,97		0	0,00			1,95		0	0,00			1,49		3	1,72		3	3,67		4	0,54	
Giaglione	14	0,63		0	0,00		0	0,00		0	0,00			2,53		0	0,00			0,59			0,85	
Gravere	13	0,64		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00		3	1,19		5	1,08	
Susa	192	0,84			6,10			0,46		4	6,05			0,44		12	1,30		15	1,08		39	0,81	

Nota bene: quando i ricoveri sono < alle 3 unità il valore assoluto viene eliminato. Quando è indicato 0 significa che non ci sono stati ricoveri



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
 Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Tabella 16. Ricoveri nei comuni di Chiomonte, Giaglione, Gravere e Susa, nel periodo 2001-2005 per alcune selezionate patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore provinciale, ed indicazione della significatività statistica.

Cause 2001-2005, Uomini

Malattie ipertensive			Malattie ischemiche del cuore			Malattie cerebrovascolari			Malattie dell'apparato respiratorio			Malattie acute delle prime vie aeree			Bronchiti, enfisema, asma			BPCO			Asma 0-14 anni			Area			
N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	
5	2,30		19	1,43		19	1,66		22	0,64			0,59		6	0,76		5	1,02		0	0,00		0	0,00		Chiomonte
3	1,68		3	0,37		5	0,55		22	1,01			1,06		3	1,08		3	1,94		0	0,00		0	0,00		Giaglione
3	1,59		10	1,02		7	1,07		25	1,39			1,33		3	1,34			0,91					2,28			Gravere
22	1,63		69	0,91		69	1,18		131	0,78		13	0,58		22	0,85		17	0,88		4	0,87		4	0,87		Susa

Nota bene: quando i ricoveri sono < alle 3 unità il valore assoluto viene eliminato. Quando è indicato 0 significa che non ci sono stati ricoveri

Cause 2001-2005, Donne

Malattie ipertensive			Malattie ischemiche del cuore			Malattie cerebrovascolari			Malattie dell'apparato respiratorio			Malattie acute delle prime vie aeree			Bronchiti, enfisema, asma			BPCO			Asma 0-14 anni			Area			
N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	
4	1,20		4	0,63		15	1,39		20	0,80			0,08			0,19			0,42		0	0,00		0	0,00		Chiomonte
	0,23		3	1,26		5	0,88		10	0,63			0,79		3	1,27			0,64				2,53				Giaglione
0	0,00		5	1,36		12	2,16		11	0,82			0,18		3	1,32		3	2,99		0	0,00		0	0,00		Gravere
18	1,05		55	1,29		71	1,02		116	0,72		11	0,48		15	0,69		13	1,23		0	0,00		0	0,00		Susa

Nota bene: quando i ricoveri sono < alle 3 unità il valore assoluto viene eliminato. Quando è indicato 0 significa che non ci sono stati ricoveri



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
 Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Tabella 17. Ricoveri nei comuni di Chiomonte, Giaglione, Gravere e Susa, nel periodo 2008-2012 per alcune selezionate patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore provinciale, ed indicazione della significatività statistica.

2008-2012, Uomini Cause

Area	Tutti i tumori			Tumori del retroperitoneo e del peritoneo			Tumori trachea, bronchi e polmoni			Tumori della pleura			Tumori del sistema nervoso centrale			Tumori linfopoietici			Diabete			Malattie neuro psichiatriche						
	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.				
Chiomonte	31	1,27		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00		7	1,53		
Giaglione	25	1,46		0	0,00		0,67		26,44		1,40		5	4,83		0	0,00		0	0,00		0	0,00				0,06	
Gravere	19	0,82		22,52			0,86		0	0,00		0	0,74		0	0,00		1,26		1,26							0,42	
Susa	157	0,92		0	0,00		10	0,91		0	0,00		5	1,25		11	1,03		9	1,32		9	1,32		31	0,97		

Nota bene: quando i ricoveri sono < alle 3 unità il valore assoluto viene eliminato. Quando è indicato 0 significa che non ci sono stati ricoveri

2008-2012, Donne Cause

Area	Tutti i tumori			Tumori del retroperitoneo e del peritoneo			Tumori trachea, bronchi e polmoni			Tumori della pleura			Tumori del sistema nervoso centrale			Tumori linfopoietici			Diabete			Malattie neuro psichiatriche							
	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.	N.	RR	Sign.					
Chiomonte	31	1,00		0	0,00		0,67		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,33		5	1,12	
Giaglione	19	0,85		0	0,00		0	0,00		0	0,00		2,31		0	0,00		3,00		0	0,00		0	0,00		4	1,18		
Gravere	28	1,30		0	0,00		0	0,00		0	0,00		4,14		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00		4	1,26	
Susa	179	0,79		0	0,00		4	0,56		1,36		8	0,92		13	1,71		9	1,06		9	1,06		38	0,99				

Nota bene: quando i ricoveri sono < alle 3 unità il valore assoluto viene eliminato. Quando è indicato 0 significa che non ci sono stati ricoveri



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
 Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Tabella 18. Ricoveri nei comuni di Chiomonte, Giaglione, Gravere e Susa, nel periodo 2008-2012 per alcune selezionate patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore provinciale, ed indicazione della significatività statistica.

Cause 2008-2012, Uomini

Malattie ipertensive		Malattie ischemiche del cuore		Malattie cerebrovascolari		Malattie dell'apparato respiratorio		Malattie acute delle prime vie aeree		Bronchiti, enfisema, asma		BPCO		Asma 0-14 anni		Area	
N.	RR	N.	RR	N.	RR	N.	RR	N.	RR	N.	RR	N.	RR	N.	RR	Sign.	
3	1,71	21	1,24	19	1,99	22	0,97		1,02		1,10	0	0,00		4,54		Chiomonte
3	1,90	4	0,47		0,15	14	0,74	0	0,00		2,32	0	0,00		9,54		Giaglione
	1,39	16	1,68	6	0,67	17	1,24	3	4,08		2,83	3	1,58		7,34		Gravere
25	2,27	67	0,81	64	1,03	128	0,78	8	1,05		0,35	7	0,54	0	0,00		Susa

Nota bene: quando i ricoveri sono < alle 3 unità il valore assoluto viene eliminato. Quando è indicato 0 significa che non ci sono stati ricoveri

Cause 2008-2012, Donne

Malattie ipertensive		Malattie ischemiche del cuore		Malattie cerebrovascolari		Malattie dell'apparato respiratorio		Malattie acute delle prime vie aeree		Bronchiti, enfisema, asma		BPCO		Asma 0-14 anni		Area	
N.	RR	N.	RR	N.	RR	N.	RR	N.	RR	N.	RR	N.	RR	N.	RR	Sign.	
3	0,72	4	0,59	11	1,26	16	0,87		1,68		0,00	0	0,00	0	0,00		Chiomonte
3	3,17	3	0,55	4	0,53	4	0,43	0	0,00		0,00	0	0,00	0	0,00		Giaglione
	0,66		0,40	6	1,25	6	0,57	0	0,00		0,00	0	0,00	0	0,00		Gravere
34	2,29	44	0,98	71	1,09	115	0,78	7	0,95		0,65	8	0,72	0	0,00		Susa

Nota bene: quando i ricoveri sono < alle 3 unità il valore assoluto viene eliminato. Quando è indicato 0 significa che non ci sono stati ricoveri



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
 Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Tabella 19. Ricoveri nei comuni di Chiomonte, Giaglione, Gravere e Susa, nel periodo 2013-2014 per alcune selezionate patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore provinciale, ed indicazione della significatività statistica.

2013-2014, Uomini		Cause		retroperitoneo e del peritoneo		Tumori trachea, bronchi e polmoni		Tumori della pleura		sistema nervoso centrale		Tumori linfopoietici		Diabete		Malattie neuro psichiatriche			
		N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig
Area																			
Chiomonte	13	0,89		0	0,00		3,42	0	0,00	0	0,00			0,82		5,67			0,12
Giaglione	3	0,27		0	0,00		0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00		0	0,00
Gravere	9	1,25		0	0,00		0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00			1,60
Susa	56	0,83		0	0,00		3	0,67	0	0,00	3	1,10	5	1,48		1,50		11	0,75

Nota bene: quando i ricoveri sono < alle 3 unità il valore assoluto viene eliminato. Quando è indicato 0 significa che non ci sono stati ricoveri

2013-2014, Donne		Cause		retroperitoneo e del peritoneo		Tumori trachea, bronchi e polmoni		Tumori della pleura		sistema nervoso centrale		Tumori linfopoietici		Diabete		Malattie neuro psichiatriche			
		N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig
Area																			
Chiomonte	15	1,04		0	0,00		0	0,00	0	0,00	0	0,00		0,83		0	0,00		0
Giaglione	4	0,43		0	0,00		0	0,00	0	0,00		6,86		0,97		0	0,00		0
Gravere	4	0,66		0	0,00		0	0,00	0	0,00	0	0,00		0,97		12,68			0,56
Susa	56	0,67		1,30			0,17		13,09		0	0,00		0,17		0,10		15	1,07

Nota bene: quando i ricoveri sono < alle 3 unità il valore assoluto viene eliminato. Quando è indicato 0 significa che non ci sono stati ricoveri



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
 Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Tabella 20. Ricoveri nei comuni di Chiomonte, Giaglione, Gravere e Susa, nel periodo 2013-2014 per alcune selezionate patologie. Confronto standardizzato tra il valore nel singolo comune ed il valore provinciale, ed indicazione della significatività statistica.

Malattie ipertensive		Malattie ischemiche del cuore			Malattie cerebrovascolari			Malattie dell'apparato respiratorio			Malattie acute delle prime vie aeree			Bronchiti, enfisema, asma			BPCO			Asma 0-14 anni			Caus 2013-2014, Uomini
		N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	
1,70	12	1,96	3	0,62	8	0,84	0	0,00	0	0,00	0	0,52	0	0,71	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	Chiomonte
0	4	1,44	3	0,79	0	0,10	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	Giaglione
0	7	1,50	0	0,00	5	0,88	2,30	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	Gravere
0,57	29	0,87	13	0,63	53	0,84	0	0,00	4	0,63	4	0,63	4	0,86	0	0,00	4	0,86	0	0,00	0	0,00	Susa

Nota bene: quando i ricoveri sono < alle 3 unità il valore assoluto viene eliminato. Quando è indicato 0 significa che non ci sono st

Malattie ipertensive		Malattie ischemiche del cuore			Malattie cerebrovascolari			Malattie dell'apparato respiratorio			Malattie acute delle prime vie aeree			Bronchiti, enfisema, asma			BPCO			Asma 0-14 anni			Caus 2013-2014, Donne	
		N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig	N.	RR	Sig		Area
3	4,30	0	0,00	5	0,97	4	0,17	0	0,00	0	0,00	1,65	0	2,66	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	Chiomonte	
	3,02		0,45	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	Giaglione
	13,30		0,73		0,61		1,28	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	Gravere
10	2,66	22	1,22	19	0,56	48	0,74	4	1,65	4	1,65	4	0,49	4	0,79	4	0,79	4	0,79	0	0,00	0	0,00	Susa

Nota bene: quando i ricoveri sono < alle 3 unità il valore assoluto viene eliminato. Quando è indicato 0 significa che non ci sono st



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

VALUTAZIONE

L'attività condotta nel progetto di collaborazione ha riguardato sia l'esame dei dati relativi al Piano di Monitoraggio Ambientale, sia la raccolta di dati su eventi sanitari al fine di definire lo stato di salute *ante-operam* della popolazione residente nei Comuni limitrofi al cantiere.

I dati di monitoraggio hanno compreso le principali componenti ambientali con i rispettivi indicatori di qualità, individuati sulla base dei dati di letteratura e oggetto di campagne di misura condotte dalla Società Proponente il progetto con il controllo e verifica in parallelo degli Enti di Controllo.

In sintesi le valutazioni hanno comportato un'importante serie di misure, così riassumibili per le principali componenti e relativi indicatori:

Tabella 21. Principali serie di misure del Monitoraggio Ambientale

	2012	2013	2014	2015	2016	Tot.
AMIANTO	675	198	450	491	476	2290
PM10- PM2.5	231	1113	1723	1784	1808	6659
PM10 in continuo	/	6926	7580	8607	8683	31796
RUMORE						
cantiere	52	64	89	97	98	400
traffico	49	35	42	42	43	211
VIBRAZIONI	16	19	19	25	18	97
Radioattività						
α	240	62	93	104	105	604
β	240	62	93	104	105	604
γ	32	18	23	24	24	121
Gas Radon	256	446	686			1388
Totale						44.170



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Questa fase è propedeutica ad ogni valutazione di stima di impatto in quanto consente di valutare se la realizzazione del cunicolo esplorativo possa modificare lo stato *ante-operam* dei luoghi e generare condizioni di rischio per la salute della popolazione.

Il complesso dei dati esaminati relativi alla fase di corso d'opera fino al dicembre 2016 risulta, al momento, indicativo di una situazione di rispetto dei valori ambientali dei fattori di pressione che risultano non modificati rispetto alla fase *ante-operam* e contenuti entro i limiti proposti dalla Comunità scientifica ed entro i limiti di legge e verificati dagli Enti di Controllo preposti.

Parallelamente alla valutazione dei dati relativi ai fattori di pressione che, al momento non segnalano alcun impatto dell'opera, continua la raccolta dei dati sanitari per la definizione dello stato di salute *ante-operam* della popolazione potenzialmente coinvolta.

I dati raccolti relativi agli eventi sanitari per effetti sia a breve sia a lungo termine costituiscono la base per il confronto con i dati che saranno progressivamente acquisiti dalle stesse fonti informative istituzionali.

Da tali dati, complessivamente, si ricava come nel contesto Regionale, l'area di nostro interesse, riguardante i comuni potenzialmente coinvolti dall'opera, presenti una variazione degli indicatori di rischio di mortalità che rientra all'interno di quella che può essere definita come la naturale variabilità statistica del panorama di rischio regionale, e i tassi di ricovero nella fase *ante-operam* non appaiono aumentati rispetto al tasso di riferimento regionale.

Per quanto riguarda i dati a livello comunale, l'occorrenza sporadica (o assenza) di qualche caso di patologia può essere sufficiente a generare indicatori di rischio relativo elevati (o, per converso, assenza di rischi) che possono risultare anche statisticamente significativi, ma l'interpretazione di questi risultati, in senso positivo o negativo, risente della piccola numerosità campionaria dovuta al limitato numero di cittadini residenti nei comuni maggiormente interessati dall'opera. La mancanza di consistenza e ricorrenza di tali eccessi (o difetti) di rischio per Comune, per periodo, per sesso, oltre che per patologia, rende difficile una interpretazione dei dati in correlazione con le variabili ambientali rilevate, ma non è indicativa, al momento, di una situazione che richieda una particolare



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

attenzione per il periodo esaminato, sia per quanto riguarda la situazione di partenza *ante-operam*, sia per la fase di corso d'opera. Merita comunque attenzione nel prossimo biennio il dato di mortalità per il totale dei tumori nei soli maschi osservato a Susa (eccesso però non presente né nelle femmine, né nei ricoveri di entrambi i sessi, nello stesso biennio).

In questo contesto di variabilità assai elevata (per periodo, sesso, territorio, patologia) non sono proponibili interpretazioni basate su criteri di certezza, anche per il breve periodo di osservazione dell'opera in corso (un solo anno per la mortalità e due soli anni per i ricoveri), e diventa quindi indispensabile continuare nei successivi bienni il monitoraggio dei dati sanitari.

Prof. Enrico PIRA

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Enrico Pira', written over the typed name.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

BIBLIOGRAFIA

ACGIH. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. Cincinnati, Ohio, USA: American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) 2014.

Andrion A, Pira E, Mollo F. Indicators of asbestos exposure in autopsy routine. *Med. Lav.*, 74: 137-142, 1983.

Andrion A, Pira E, Mollo F. Pleural plaques at autopsy, smoking habits, and asbestos exposure. *Eur J Resp Dis*, 65: 125-130, 1984.

Anttila A, Pukkala E, Aitio A, et al. Update of cancer incidence among workers et a copper/nickel smelterand nickel refinery. *Int Arch Occup Environ Health* . 1998; 71: 245-50.

ATSDR. Toxicological profile for arsenic. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), Centers for Disease Control and Prevention's; August 2007.

ATSDR. Toxicological profile for cadmium. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), Centers for Disease Control and Prevention's; September 2012.

ATSDR. Toxicological profile for Lead (update). Atlanta, Georgia: Agency for Toxic Substances and Disease registry (ATSDR); 2005c. p. 1-577.

ATSDR. Toxicological profile for lead. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), Centers for Disease Control and Prevention's; August 2007.

ATSDR. Toxicological profile for nickel. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), Centers for Disease Control and Prevention's; August 2005.

Batuman V. Lead nephropaty, gout, and hypertension. *Am J Med Sci*. 1993; 305: 241-47.

Brown P. Qualitative methods in environmental health research. *Environ Health Perspect* 2003;111:1789-98.

Brown P, Clapp R. Looking back on Love Canal. *Public Health Rep* 2002;117: 95 - 98.

Carmouche JJ, Puzas H, Zhang X et al. Lead exposure inhibits fracture healing and is associated with increased chondrogenesis, delay in cartilage mineralization, and a decrease in osteoprogenitor frequency. *Environ Health Perspect*. 2005; 113: 749-55.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Consensus Report: Asbestos, asbestosis, and cancer: the Helsinki criteria for diagnosis and attribution (Scand. J. Work Environ. Health, 23,311-316,1997.

Costa M, Davidson TI, Chen H et al. Nickel Carcinogenesis: Epigenetics and Hypoxia Signaling. *Mutat Res.* 2005; 592: 79-88.

Craighead JE, Abraham JL, Churg A, Green FH, Kleinerman J, Pratt PC, Seemayer TA, Vallyathan V, Weill H. The pathology of asbestos-associated diseases of the lungs and pleural cavities: diagnostic criteria and proposed grading schema. Report of the Pneumoconiosis Committee of the College of American Pathologists and the National Institute for Occupational Safety and Health. *Arch Pathol Lab Med*, 106: 544-596, 1982.

Decreto Legislativo 17 marzo 1995, n. 230. Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 2006/117/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti, 2009/71/Euratom in materia di sicurezza nucleare degli impianti nucleari e 2011/70/Euratom in materia di gestione sicura del combustibile esaurito e dei rifiuti radioattivi derivanti da attività civili.

Decreto Legislativo 26 maggio 2000, n. 241. Attuazione della direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti. (*GU n.203 del 31-8-2000 - Suppl. Ordinario n. 140*).

Decreto Legislativo 9 maggio 2001, n. 257. Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 26 maggio 2000, n. 241, recante attuazione della direttiva 96/29/Euratom in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti.

Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81. Testo coordinato con il D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106 TESTO UNICO SULLA SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO. Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155. "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".

Decreto Ministeriale 6 settembre 1994 . Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto. (*GU Serie Generale n.220 del 20-9-1994 - Suppl. Ordinario n. 129*) .

D.P.C.M. 14 novembre 1997. Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore. Pubblicato nella Gazz. Uff. 1° dicembre 1997, n. 280.

European Environment Agency. Air quality in Europe — 2012 report. No 4/2012. Copenhagen 2012. ISBN 978-92-9213-328-3; ISSN 1725-9177; doi:10.2800/55823.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Engstrom K, Husman K, Riihimaki V. Percutaneous absorption of m-xylene in man. *Int Arch Occup Environ Health*. 1977; 39: 181-9.

European Protection Agency's 2007. Report on the Environment: Science Report.

Fenger J, 2003. Urban-scale air pollution. In: *Handbook of Atmospheric Science: Principles and Applications* (Hewitt C N, Jackson A V, eds.). Malden, USA: Blackwell Publishing. 399-438.

Friberg L, Elinder CG, Kjellstrom T, Nordberg GF (eds). *Cadmium and Health: A toxicological and Epidemiological Appraisal*, Boca Raton: CRC press; 1986. 1:1-307.

Goyer RA. Lead Toxicity: From overt to subclinical to subtle health effects. *Environ Health Perspect*. 1990; 86: 177-81.

Guinee et al., *Arch Pathol Lab Med*. 2008; 132:1149-1170.

Henderson D.W. e coll: After Helsinki: a multidisciplinary review of the relationship between asbestos exposure and lung cancer, with emphasis on studies published during 1997-2004. *Pathology* 2004; 36:517-550.

<http://ec.europa.eu/environement/air/quality/standards.htm>. Last accessed: 22 June 2015.

IARC. IARC Monographs. Arsenic, Metals, Fibres, and Dust. A review of human carcinogens. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer (IARC); 2011. vol. 100c.

IARC. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Re-evaluation of some organic chemicals, hydrazine and hydrogen peroxide. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer (IARC); 1999. vol. 71.

IARC. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Some industrial chemicals. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer (IARC); 2000. vol. 77.

Il'yasova D, Schwartz GG. Cadmium and renal cancer. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2005; 207: 179-86.

Karjalainen S, Kettula R, Pukkala E. Cancer risk among workers at a copper/nickel smelter and nickel refinery in Finland. *Int Arch Occup Environ Health*. 1992; 63: 547-51.

Kriegel AM, Soliman AS, Zhang Q et al. Serum Cadmium levels in pancreatic cancer patients from the East Nile Delta region of Egypt. *Environ Health Perspect*. 2006; 114: 113-19.

Letourneux M. Evaluation du risque de survenue de pathologies asbestosiques bénignes (relation dose-effet, relation temps-effet, co facteurs). *Rev Mal Resp*, 16: 1270-1277, 1999



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Lijinsky W. The formation and occurrence of polynuclear aromatic hydrocarbons associated with food. *Mutation Research*. 1991; 259: 251-62.

Mersch-Sundermann V, Mochayedi S, Kevekordes S. Genotoxicity of polycyclic aromatic hydrocarbons in *Escherichia coli* PQ37. *Mutation Research*. 1992; 278: 1-9.

Mergler D. Combining quantitative and qualitative approaches in occupational health for a better understanding of the impact of work-related disorders. *Scand J Work Environ Health* 1999;25(suppl4):54-60.

Nylund K, Asplund L, Jansson B, Jonsson P, Litze'n K, Sellström U. Analysis of some polyhalogenated organic pollutants in sediment and sewage sludge. *Chemosphere*. 1992; 24: 1721-30.

NRC. Arsenic in drinking water (update). Washington DC: National Research Council (NRC), National Academy; 2001. p. 1-225.

OSHA. Air contaminants. Occupational Safety and Health Administration (OSHA); 2005. Available from: <http://www.osha.gov/comp-links.html>.

Parkes WR. Occupational lung disorders. Stoneham: Butterworth & Heinemann, 1994, pp. 449-459.

Pearce N. Commentary; The rise of corporate epidemiology and the narrowing of epidemiology's vision. *Int J Epidemiol* 2007;36(4):713-7.

Peretti A, Valutazione del disturbo da vibrazioni negli edifici. Atti del Convegno Immissioni di rumore e vibrazioni da impianti civili e stabilimenti industriali. Ferrara 12 giugno 2002- Associazione Italiana di Acustica.

Phillips DL, Pirkle JL, Burse VW, Bernert Jr JT, Henderson LO, Needham LL, 1989. Chlorinated hydrocarbon levels in human serum: effects of fasting and feeding. *Arch Environ Contam Toxicol*. 1989; 18: 495-500.

Pira E, Romano C. Manuale di Medicina del Lavoro. Minerva Medica. In press.

Riihimaki V. Percutaneous absorption of m-xylene from a mixture of m-xylene and isobutyl alcohol in man. *Scand J Work Environ Health*. 1979; 5:143-50.

Rosenstock L e Cullen MR. Textbook of Clinical and Environmental Medicine. Philadelphia: WB Saunders Co, 2005, p. 735.

Russi MB, Cone JE. Malignancies of the respiratory tract and pleura. In: Rosenstock L e Cullen MR. Textbook of Clinical and Environmental Medicine. Philadelphia: WB Saunders Co, 1994, pp. 543-555.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Satarug S, Moore MR, Adverse health effects of chronic exposure to low level cadmium in foodstuffs and cigarette smoke, *Environ Health Perspect.* 2004; 112: 1099-1103.

Scansetti G, Piolatto PG, Pira E. Il rischio da amianto oggi. Regione Piemonte e Università degli Studi di Torino Editori, 1985.

Schwartz GG, Reis IM. Is cadmium a cause of human pancreatic cancer? *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2000; 9: 139-45.

Selikoff. *Asbestos and Disease.* 1978.

Serra G. Valori di riferimento ambientali e biologici degli idrocarburi policiclici aromatici. *G Ital Med Lav Erg.* 2003; 25: 83-93.

Sims RC, Overcash MR. Fate of polynuclear aromatic compounds (PNAs) in soil-plant systems. *Residue Reviews.* 1983; 88: 1-68.

Uchida Y, Nakatsuka H, Ukai H, Watanabe T, Liu YT, Huang MY. Symptoms and signs in workers exposed predominantly to xylene. *Int Arch Occup Environ Health.* 1993;64: 597-605.

WHO. Ethylbenzene. Environmental Health Criteria 186. Geneva, CH: World Health Organization (WHO); 1996.

WHO – Europe. Air Quality Guidelines. Global Update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Germany 2006. ISBN 92 890 2192 6.

(U.S Department of Health and Human Services, public health service, 1993).

Zalpus RK, Ahmad S. Molecular handling of cadmium in transporting epithelia. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2003; 186: 163-88.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Allegato 1

In data 24 novembre 2015 si è tenuta presso gli uffici del cantiere TELT del cunicolo esplorativo de La Maddalena una riunione per la presentazione della relazione annuale di VIS dell'Università di Torino, in seguito alla quale è stata definita la composizione di un gruppo di esperti locali di supporto all'attività scientifica dell'Università di Torino, così costituito:

Silvano OLLIVIER	Sindaco di Chiomonte;
Roberto GARBATI	Comune di Chiomonte
Ezio PAINI	Sindaco di Giaglione;
Paolo MILANESIO	Regione Piemonte
Barbara GALLA	Dirigente Medico ASL TO3
Ilario ABATE DAGA	Rappresentante del Commissario di Governo



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

Allegato 2

Nel corso della presentazione della prima relazione annuale di VIS svoltasi il 24 novembre 2015 presso gli uffici del cantiere TELT del cunicolo esplorativo de La Maddalena, è emersa la necessità di fornire informazione a riguardo dei sistemi di certificazione della qualità delle misurazioni effettuate per il monitoraggio ambientale.

E' stata acquisita la seguente documentazione:

- Certificazioni da parte dell'Ente Italiano di Accreditamento (ACCREDIA) che attraverso ispezioni e sopralluoghi garantisce misure accreditate secondo i rispettivi manuali di qualità per i laboratori coinvolti nelle misure di monitoraggio ambientale: EDF FENICE spa, THEOLAB spa, GEO ENGINEERING srl.
- Certificato di qualificazione del Laboratorio SCDU di Tossicologia ed Epidemiologia Industriale che effettua determinazioni quantitative delle fibre di amianto, per metodica MOCF, SEM, FTIR, DRX.
- Piano di Assicurazione della Qualità di THEOLAB (laboratorio con riconoscimento UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005, UNI EN ISO 9001 UNI CEI EN ISO 14001:2004 e OHASAS 18001:2007) redatto in conformità alla guida "EPA Guidance For Quality Assurance Project Plans. EPA QA/G-5 che definisce le necessarie procedure per raccogliere e validare i dati relativi al monitoraggio ambientale, al fine di supportarne le relative decisioni, verificando, mediante l'appropriato utilizzo di protocolli di controllo, che non siano stati introdotti nelle misure degli errori che pregiudichino l'ottenimento della Qualità desiderata.
- Manuale della Qualità della divisione ambiente di Fenice spa, redatto in conformità alla UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005, che descrive il Sistema di Gestione per la qualità sviluppato e attuato dal laboratorio multi sito della Divisione Ambiente di Fenice Spa per assicurare che le attività svolte siano eseguite in modo organico e controllato nel rispetto delle prescrizioni UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005, e dei requisiti aggiuntivi dell'Ente Italiano di Accreditamento (ACCREDIA); la Politica della Qualità e le risorse messe a disposizione per



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SANITA' PUBBLICA E PEDIATRICHE
Direttore Prof. ssa Annamaria Cuffini

il raggiungimento degli obiettivi del sistema; la struttura organizzativa e le responsabilità interne del Laboratorio; i criteri generali delle procedure predisposte dal laboratorio.