
Relazione Finale
Board Scientifico Salto
di Quirra

Indice

1. INTRODUZIONE	5
2. SITUAZIONE AMBIENTALE VALUTAZIONE DELLE EVIDENZE DISPONIBILI	10
2.1 SINTESI DELLA RELAZIONE DELLA COMMISSIONE TECNICA MISTA DI ESPERTI PER IL POLIGONO MILITARE DEL SALTO DI QUIRRA	11
2.2 ATTIVITA' ARPAS aggiornate al 2012	15
2.3 VALUTAZIONE DEL RISCHIO PER LE POPOLAZIONI RESIDENTI RISPETTO AL SOLLEVAMENTO DI SUOLO PROVENIENTE DAL POLIGONO.....	19
2.4 CAMPI ELETTROMAGNETICI NELL'AREA DEL POLIGONO INTERFORZE DI SALTO DI QUIRRA.....	35
2.5 CARATTERIZZAZIONE DI AREE MILITARI - DEFINIZIONE LIMITI DI RIFERIMENTO PER COMPOSTI NON NORMATI	48
3. PROFILO DI SALUTE DELLA REGIONE SARDEGNA E DELL'AREA IN ESAME:	
3.1 ANALISI DI MORTALITÀ	65
3.2 ANALISI SDO	85
3.3 STUDIO DELLO STATO DI SALUTE DELLA POPOLAZIONE RESIDENTE IN PROSSIMITA' DEL PISQ (Poligono Interforze Salto di Quirra) NELL'AREA DEL COMUNE DI VILLAPUTZU.....	117
4. CONCLUSIONI	130
5. APPENDICE	
SCHEDE TOSSICOLOGICHE DEI CONTAMINANTI RICONTRATI E CHE ESIBISCONO UN INTERESSE SANITARIO.....	136

Autori

Loredana Musmeci

Antonello Antonelli

Annibale Biggeri

Francesco Bochicchio

Maria Rita Cicero

Pietro Comba

Susanna Conti

Marco De Santis

Francesco Macis

Valerio Manno

Giada Minelli

Cristina Nuccetelli

Maria Antonietta Palmas

Roberto Pasetto

Antonella Piloizzi

Alessandro Polichetti

Stefania Salmaso

Amerigo Zona

INTRODUZIONE

In relazione a quanto espresso dal Senato con l'approvazione della mozione n° 366 del 23 febbraio 2011, nel dicembre 2011, anche a seguito del Workshop svoltosi a Cagliari nel medesimo mese di dicembre, viene costituito il "Board Tecnico Scientifico Salto di Quirra" con il compito di effettuare una valutazione degli studi esistenti e approfondire, ove possibile e fattibile, gli aspetti più problematici con ulteriori studi "Ambiente Salute" nei poligoni militari della Regione Sardegna. Il Board è coordinato dalla Dott.ssa Loredana Musmeci dell'Istituto Superiore di Sanità.

Elenco dei componenti del Board:

Dott.ssa Loredana Musmeci- ISS (Dip. Ambiente e connessa Prevenzione Primaria) - Coordinatore

Dott. Umberto Agrimi - ISS (Dip. Sanità pubblica veterinaria e sicurezza alimentare)

Dott. Antonello Antonelli - Assessorato Sanità Regione Sardegna – Osservatorio Epidemiologico

Prof. Annibale Biggeri - Dipartimento di Statistica, Università di Firenze

Dott. Mario Budroni - AIRTUM - Registro Tumori Sassari

Dott. Pietro Comba - ISS (Dip. Ambiente e connessa Prevenzione Primaria, Rep. Epidemiologia Ambientale)

Dott.ssa Susanna Conti - ISS (Ufficio di Statistica dell'Istituto Superiore di Sanità, presso il Centro Nazionale Epidemiologia, Sorveglianza e Promozione della Salute)

Prof. Gavino Faa - AIRTUM - Registro Tumori Cagliari Oristano (Centro Studi Sardegna)

Dott. Sandro Rolesu - Osservatorio Epidemiologico Veterinario Regionale. Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sardegna

Dott.ssa Stefania Salmaso - ISS (Centro Nazionale Epidemiologia, Sorveglianza e Promozione della Salute)

Dott.ssa Mario Usala - AIRTUM – Registro Tumori Nuoro

Nel corso dei lavori del Board è emersa la necessità avvalersi delle competenze anche di altri esperti dell'ISS:

Dott. Francesco Bochicchio (Dip. Tecnologie e Salute - Radioattività e suoi effetti sulla salute) per gli aspetti dell'esposizione a radiazioni ionizzanti;

Dott. Alessandro Polichetti (Dip. Tecnologie e Salute – Rep. Radiazioni non ionizzanti) per gli aspetti dell'esposizioni a radiazioni non ionizzanti;

Dott.ssa Giada Minelli e Dott. Valerio Manno (Ufficio di Statistica dell'Istituto Superiore di Sanità, presso il Centro Nazionale Epidemiologia, Sorveglianza e Promozione della Salute) per il reperimento e valutazione di dati di mortalità, morbilità etc.;

Dott. Roberto Pasetto (Dip. Ambiente e connessa Prevenzione Primaria, Rep. Epidemiologia Ambientale) per l'effettuazione dello studio di coorte dei residenti nelle aree prossime al PISQ;

Dott.ssa Antonella Piloizzi (Dip. Ambiente e connessa Prevenzione Primaria) per gli aspetti di segreteria scientifica e gestione dell'area riservata dedicata ad hoc sul Sito del Dipartimento Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria.

Di seguito le date delle riunioni del Board

29 febbraio 2012

28 giugno 2012

20 settembre 2012

18 dicembre 2012

9 aprile 2013

Durante i Lavori del Board la Dott.ssa Loredana Musmeci ha più volte richiesto all'ex Assessore della Regione Sardegna De Francisci i dati di seguito riportati e solo in parte pervenuti.

Si indicano nello specifico i tempi e i dati richiesti

Nella lettera inviata il 28. 5.2012

“In questi mesi abbiamo elaborato alcuni protocolli per lo studio per la cui definizione avremmo bisogno di avere accesso alle seguenti tipologie di dati in possesso dei vari Registri Tumori della Regione Sardegna, Osservatorio Epidemiologico della Regione Sardegna (OER), ASL, ARPA, IZS e delle istituzioni potenzialmente coinvolte.

Nello specifico per quando riguarda gli studi di epidemiologia analitica da svolgere “sul campo” è necessario accedere ai seguenti dati:

a) Elenco delle strade della frazione Quirra del Comune di Perdasdefogu, con l’elenco nominativo dei soggetti che hanno risieduto ad ogni civico, corredato da data e luogo di nascita e data di inizio e cessazione di ogni periodo abitativo presso ognuno dei civici in esame, a partire dal 1960;

b) Elenco nominativo dei pastori che hanno fruito dei pascoli nell’area del Poligono di Salto di Quirra, a partire dal 1960, corredata per ognuno da luogo e data di nascita, anno di inizio e fine dell’utilizzo dei pascoli in esame e luogo di ultima residenza conosciuta;

c) Dati relativi alle registrazioni di dimissione ospedaliera (base di dati consolidata SDO) secondo il protocollo proposto, analizzati e validati dall’ OER;

d) Lo stato di avanzamento nella messa a regime del sistema informativo regionale SISAR in cui confluiscono i dati di diverse fonti informative rilevanti per la descrizione dello stato di salute della popolazione sarda residente in diverse aree della regione. In particolare è importante l’interrogazione del SISAR per quanto attiene al flusso di dati dai Servizi di Anatomia Patologica, mediante i quali descrivere la frequenza nel tempo di conferme eziologiche di tumori;

e) Nel caso in cui i dati presenti in SISAR non siano completi si richiede la disponibilità dell’Assessorato (o delle strutture competenti) a condurre (con il supporto metodologico di questo Istituto) un’indagine conoscitiva delle diagnosi di tumore (istologicamente confermato) tra le strutture di Anatomia Patologica. L’indagine potrebbe avvalersi del coordinamento dei membri competenti presenti nel Board e nella realizzazione sul territorio anche del personale dei CEA che sta per terminare il percorso di formazione in epidemiologia applicata. Tale indagine potrebbe essere utile alla messa a regime di un sistema informativo da mantenere.

Per quanto riguarda gli studi ambientali:

f) Eventuali altri studi, oltre a quello effettuato per conto del Ministero della Difesa, di monitoraggio condotti da ARPAS nelle aree d’interesse e/o aggiornamenti di precedenti studi.

g) Dati di monitoraggio relativi alla eventuale presenza di contaminanti ambientali nella catena alimentare di origine vegetale e/o animale”.

Nella lettera inviata il 15. 4.2013

“A nome e per conto del *Board*, quindi, Le chiedo di accedere ai seguenti dati.

Per la parte relativa allo studio epidemiologico:

- I dati individuali dei residenti negli otto comuni di interesse
 - Villaputzu
 - Perdasdefogu
 - Escalaplano
 - Armungia
 - Ballao
 - Tertenia
 - Sanvito
 - Villasalto
- I dati in possesso delle strutture di Anatomia Patologica. Nello specifico si rende necessario avere i referti relativi ai residenti degli otto comuni d’interesse secondo il tracciato che sé stato indicato dal *Board* stesso, per il periodo 2001-2011 e, ove possibile, anche il pregresso.

A tal proposito, nonostante che un membro del *Board*, il Prof. Faa, sia Responsabile del Registro Tumori di Cagliari, mi duole informarLa che non siamo riusciti ad ottenere i dati sopracitati. Per questa incresciosa e infruttuosa situazione chiedo un suo intervento per dirimere una condizione che risulta essere di ostacolo alla dovuta collaborazione necessaria per portare a termine il nostro impegno soprattutto nei confronti dei cittadini, che ripetutamente hanno chiesto di sapere la reale incidenza di tumori tra la popolazione dei Comuni sopraelencati”.

Nella lettera inviata il 9. 10.2013

“A seguito delle varie riunioni, che si sono svolte in questi, circa, due anni e a un intenso scambio di e-mail con i vari componenti del *Board* scientifico, l’attuale situazione la posso esemplificare come segue:

- a) completato lo Studio di Mortalità e di Ospedalizzazione aggiornato con tutti i dati disponibili ad oggi;
- b) completato il Profilo di Salute per l’intera Regione Sardegna;
- c) in corso di perfezionamento lo Studio di Corte della Popolazione Residente nella frazione di Salto di Quirra;
- d) non è dato acquisire informazioni sullo stato di completamento sullo Studio di Incidenza Tumorale basato sui dati delle Anatomie Patologiche (Responsabile Scientifico Prof. Faa).

In assenza di informazioni in merito al punto d, ho difficoltà a chiudere la Relazione Finale, e ancor di più a ipotizzare date per la comunicazione ai cittadini degli approfondimenti degli studi sanitari condotti dal *Board* scientifico. Pertanto Le chiedo gentilmente di essere informata, ove Lei abbia conoscenze di dettaglio rispetto al suddetto problema, dello stato di avanzamento dei lavori”.

A tutt’oggi alle richieste formulate è stata ottenuta risposta pervenuti incompleta. La presente relazione riporta gli studi ed approfondimenti che è stato possibile effettuare, mentre in assenza dei dati sull’incidenza tumorale non è stato possibile concludere il relativo studio nella popolazione d’interesse.

Situazione ambientale

Valutazione delle

evidenze disponibili

SINTESI DELLA RELAZIONE DELLA COMMISSIONE TECNICA MISTA DI ESPERTI PER IL POLIGONO MILITARE DEL SALTO DI QUIRRA

Il Poligono Interforze del Salto di Quirra (PISQ) occupa un'area di circa 13.200 ettari nella Sardegna sud orientale, tra le province di Cagliari e dell'Ogliastra, e comprende un'area a terra e una a mare.

Nel 2008 è stata istituita con Decreto del Ministro della Difesa una Commissione Tecnica Mista di Esperti (CTE) quale organo tecnico del Comitato di Indirizzo del PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE E SANITARIO DEL PISQ E DELLE AREE ADIACENTI. Tale monitoraggio è stato eseguito per conto del Ministero della Difesa da varie società private, in base a 5 lotti di appalto, e le risultanze sono state valutate dalla Commissione di cui sopra in un documento si riporta una breve sintesi.

Il monitoraggio ha riguardato:

- a) la radioattività aerodispersa (lotto 1);
- b) inquinamento elettromagnetico (lotto 2);
- c) analisi elementi chimici in matrici ambientali e biologiche (licheni, prodotti alimentari, ecc) (lotto 3);
- d) formazione certificazione ambientale (lotto 4);
- e) realizzazione di un sistema informativo ambientale (lotto 5).

Valutazione della CTE delle attività pregresse

Prima del 2008, era stata eseguita sul territorio d'interesse un'altra indagine condotta dall'ISS, le cui risultanze sono riportate nel Rapporto ISTISAN 04/28 relativo alle aree minerarie di Baccu Locci, un'altra indagine è stata eseguita dall'Università di Cagliari e dalla Società Progemisa ed un'altra ancora prima del 2004 dall'Università di Siena. Quest'ultimo studio aveva riguardato la presenza di metalli pesanti e metalloidi e dell'uranio nel suolo, nelle acque naturali, nei sedimenti fluviali e nei vegetali, raccogliendo circa 1500 campioni. Lo studio concluse affermando che i valori riscontrati per tutti gli elementi, compreso l'Uranio, risultano nei limiti, ad eccezione della zona mineraria di Baccu Locci, in cui si riscontrano forti anomalie soprattutto per Arsenico e Cadmio nei suoli e nelle acque, a causa della circolazione di fluidi idrotermali e dei lavori minerari. La Commissione

conclude relativamente agli studi pregressi dicendo: “le Istituzioni in base ai dati venuti a conoscenza avrebbero dovuto alertarsi , valutando i rischi di esposizione della popolazione per risospensione di terreno con contenuti anomali di As e Cd e limitando l’uso del territorio ad attività quali la pastorizia e la produzione alimentare vegetale.

RISULTANZE E CONCLUSIONI DELLA CTE RELATIVAMENTE AL MONITORAGGIO ESEGUITO A PARTIRE DAL 2008

Radioattività aerodispersa

Secondo CTE le rilevazioni non sono state eseguite correttamente rispetto alla direzione prevalente dei venti, tuttavia per quanto riguarda il rapporto isotopico U235/U238 la CTE ritiene corretta la metodica analitica adottata ed il rapporto isotopico evidenzia la presenza di Uranio naturale ed escluderebbe la presenza di Uranio impoverito. Lo studio ha anche evidenziato che la zona è caratterizzata da un valore alto di radioattività naturale. Tale aspetto andrebbe approfondito.

Inquinamento elettromagnetico

Per tale studio la CTE conclude affermando che le simulazioni riportate nel rapporto suggeriscono di fare attenzione ai radar (sorgenti pulsate) di Serralonga, Torre Murtas, San Lorenzo, Punta Is Ebbas, in quanto si superano i valori di legge (valori di picco e medi), una situazione analoga si ha anche per la postazione Q210 e Monte Cardiga.

La CTE inoltre sottolinea la necessità di effettuare in più punti, e non in uno solo, il monitoraggio in continuo all’interno del PISQ, infatti l’ARPAS ha collocato nel territorio circostante 3 centraline in continuo per la rilevazione di CEM.

Analisi elementi chimici in matrici ambientali e biologiche

Suoli

Per la matrice suoli la CTE obietta che doveva essere meglio valutato il “fondo naturale dell’area” essendo un’area mineraria, e che doveva essere considerata la biodisponibilità degli elementi e non solo il loro contenuto geochimico (contenuto totale); inoltre troppi dati sono stati scartati dalle elaborazioni della società esecutrice di tale lotto di indagini, ritenendoli “outliers”.

In ogni caso lo studio non ha evidenziato particolari anomalie, stante la natura mineraria dei suoli indagati .

Ambiente Marino

Sono stati analizzati anche campioni di acqua marina, sedimento e alga Posedonia. La CTE giudica negativamente tale campionamento in quanto scarsamente rappresentativo (pochi campioni). Tuttavia i dati evidenziano concentrazioni non trascurabili di As,Cr, Pb, Cu e Zn. Nei mitili si osservano concentrazioni apprezzabili di As, Cd e Pb, ma nei campioni più esterni alla baia.

In un campione di sedimento è stata riscontrata un'alta concentrazione di perclorati.

Acque superficiali e sotterranee

Nelle acque superficiali si riscontrano elevate concentrazioni di As, presumibilmente di origine naturale, mentre nelle acque sotterranee si rilevano concentrazioni più elevate di Ni, Fe e Al. Le concentrazioni di Uranio rientrano nel “range” definito normale.

Nei sedimenti di acque superficiali si riscontrano As, Cd, Pb, Tl e Zn in concentrazioni significative, presumibilmente imputabili ad origine naturale (geochimica)

Vegetali

Sono stati analizzati 16 campioni di cisto, corbezzolo e cardo raccolti nelle aree militari e in un'area di controllo (BAUNEI). Dai risultati si evince che i vegetali raccolti a Baunei rientrano nel range di normalità per gli elementi indagati ad eccezione di Cr e Ni nel cisto, mentre per gli stessi metalli molti campioni prelevati all'interno del poligono mostrano valori superiori, soprattutto il Ni.

La CTE critica questa indagine sui vegetali, in quanto i campioni sono stati lavati prima di sottoporli ad analisi e , pertanto, il dato potrebbe essere sottostimato.

Inoltre sono stati analizzati i licheni raccolti da 14 stazioni, essi hanno mostrato un accumulo rispetto al bianco di riferimento per As, Cu, Cr e Zn.

Matrici animali e loro prodotti

Il campionamento delle matrici biologiche (ovini, anellidi, formaggio e miele) è stato effettuato in collaborazione con i Servizi Veterinari delle ASL. Alcuni degli elementi ricercati sono elementi essenziali (Cr, Fe, Ni, Cu e Zn). Negli ovini è evidente una maggiore concentrazione di alcuni elementi nel polmone (Al, Cr, Ni).

Per il Miele si sono riscontrate concentrazioni significative di Tungsteno, Antimonio e Torio. Il Miele è stato prelevato direttamente da confezioni pronte per la vendita, pertanto la CTE afferma che non si può escludere una contaminazione dei contenitori. Nei 15 campioni di Formaggio pecorino raccolti, si sono riscontrate concentrazioni apprezzabili di Torio.

La CTE conclude dicendo che la presenza di Torio in matrici ambientali e vegetali potrebbe essere ascrivibile a contaminazione prodotta dall'utilizzo di Torio 232 come tracciante luminescente nei missili Milan. Si rendono pertanto necessari studi per valutare l'esposizione della popolazione, tramite indagini di biomonitoraggio umano.

CERTIFICAZIONE AMBIENTALE (LOTTO 4)

Si tratta del primo caso di avvio di una procedura di certificazione ambientale (NORMA ISO 14001) di un sito militare. Detta procedura è stata avviata, ma non conclusa. Risulta già sviluppato il manuale di gestione ambientale del sito.

La CTE obietta che tale processo di certificazione ambientale dovrebbe essere effettuato dalla Regione Sardegna , al fine di verificare che le operazioni che si svolgono nel poligono siano compatibili con le attività svolte dalle popolazione residente nelle aree circostanti e con gli strumenti di pianificazione territoriale.

REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA INFORMATIVO AMBIENTALE (LOTTO 5)

Consiste in un Data Base, contenente tutti i dati raccolti tramite le indagini afferenti ai LOTTI 1, 2 e 3, implementabile con tutti gli altri dati "ambientali" che verranno raccolti nel prosieguo delle indagini e nelle normali attività di controllo. Tali dati dovrebbero poter essere letti sia da un pubblico istituzionale che da un pubblico più ampio.

ATTIVITÀ ARPAS AGGIORNATE AL 2012

Durante la riunione del 20 settembre 2012 presso la sede ARPAS di Cagliari è stata consegnata la relazione del lavoro svolto dalla stessa ARPAS sul sito Salto di Quirra.

L'attività ARPAS viene così brevemente riassunta

Nella premessa del lavoro viene esplicitato che “Scopo del documento è quello di fornire un rendiconto delle attività svolte dall'ARPAS nell'ambito del programma di monitoraggio ambientale del PISQ.”

Le considerazioni espresse dall'ARPAS si basano sulle criticità che si sono evidenziate nel corso della validazione dei dati nelle relazioni finali, delle ditte appaltatrici dei tre lotti, relativi alle attività di monitoraggio del sito di interesse. I suddetti dati grezzi sono stati successivamente rielaborati dall'ARPAS stessa.

Per definire il quadro dello stato ambientale sono state indagate le seguenti matrici: suoli, aria, acque e matrici vegetali. Il lavoro svolto dall'ARPAS ha avuto tra i suoi obiettivi quello di verificare se l'attività svolta all'interno del Poligono abbia o meno un impatto sull'ambiente.

E' stato seguito un preciso percorso di valutazione, partendo dalla matrice suolo, e in seguito è stato studiato lo stato delle altre matrici aria, acque, vegetali.

Questo percorso si è basato sul fatto che il suolo permette di avere le maggiori informazioni sull'accumulo, rispetto alle altre matrici campionate, in quanto attraverso il suolo i contaminanti hanno la possibilità di passare alle altre matrici tramite i processi di risospensione del particolato e tramite processi comunque collegati all'attività di movimentazione dei suoli e di percolazione in falda.

Proprio nei campioni di suolo, che sono stati campionati ad una profondità di 5-10 cm, si è riscontrato che la concentrazione degli elementi ricercati è presente non solo all'interno dei poligoni ma anche nelle aree esterne.

Da sottolineare che nella Relazione l'ARPAS ha segnalato, nel suolo, i superamenti dei limiti di legge: "Per gli elementi arsenico, antimonio, cadmio, rame, i campioni di suolo hanno fatto registrare superamenti dei limiti di legge (definiti in termini di concentrazioni soglia di contaminazione (C.S.C.) nell'allegato 5 al Titolo V del Decreto Legislativo n. 152/2006) sia per quanto riguarda i siti ad uso verde pubblico (colonna A) che ad uso industriale (colonna B), con particolare frequenza di superamenti di arsenico, mentre per quanto riguarda le concentrazioni di cobalto, cromo, nichel, piombo, zinco e tallio sono stati registrati numerosi superamenti dei limiti di legge della colonna A ma non della colonna B".

Anche se poi specifica che per i parametri che non sono inclusi nelle tabelle del D. Lgs 152/06 (U, Th, Ba, Fe, W, Zr) "il fatto che i valori siano risultati al di sopra del valore di riferimento per le relative litologie, non implica automaticamente che in tali aree vi sia un rischio immediato per la salute umana ed animale (rischio potenzialmente preso in considerazione dai limiti tabellari della norma)"

La presenza dei suddetti superamenti viene considerata comunque un indice degli effetti dell'attività antropica, passata e presente, un'alterazione dello stato naturale e caratteristico dei luoghi di interesse.

Inoltre nella relazione si tiene presente che l'area presenta "mineralizzazioni note, o vere e proprie miniere che naturalmente sono caratterizzate da elevate concentrazioni di molti degli elementi inorganici esaminati".

Nella Relazione viene affermato inoltre:

"Di certo comunque i dati in studio mettono in luce una serie di aree fortemente indiziate in corrispondenza delle aree ad alta attività del poligono.

Tra queste si evidenziano le zone D e E nelle quali non sono note mineralizzazioni e per le quali le riscontrate anomalie in una lunga serie di elementi analizzati (uranio, torio, tallio sopra i limiti di legge tabella A, arsenico sopra i limiti di legge tabella A e in qualche caso B, cadmio spesso sopra i limiti di legge tabella A, tungsteno, alluminio, cobalto, cromo (anche in un caso sopra i limiti di legge tabella A), zinco (sempre sopra i limiti di legge tabella A) per la zona E, piombo, antimonio, rame, ferro, nichel, zirconio) non sono spiegabili "naturalmente".

E' evidente che l'utilizzo di aree mineralizzate, come la zona C (zona torri), dove avvengono esperimenti fortemente impattanti sul suolo fino a interessare il substrato roccioso, con esplosioni di

ordigni anche di grosso calibro con formazioni di crateri profondi alcuni metri, comporta la diffusione con il particolato degli elementi tossico-nocivi anche se naturalmente presenti nel suolo dell'area ad alta intensità (uranio, alluminio, arsenico anche superiore ai limiti di legge tabella A e B, bario, cadmio, rame anche superiore ai limiti di legge tabella A e B, torio, tallio anche sopra i limiti di legge tabella A, zinco sopra i limiti di legge tabella A, piombo anche sopra i limiti di legge tabella A, oltre a valori al disopra dei valori di riferimento per le relative litologie per uranio, tungsteno e in minore misura nichel, ferro, cobalto, cromo, zirconio), e la distribuzione su un'ampia superficie di territorio. Sulla base di questi dati attualmente non è possibile individuare con certezza un legame tra lo stato dei luoghi e le attività militari che vi si svolgono (di cui sono noti solo alcuni aspetti in termini di potenziali sorgenti di contaminazione dell'ambiente).

E' necessario comunque evidenziare che, in base a quanto stabilito dal D.Lgs 152/06 e dal Dm Difesa 22 ottobre 2009 (pubblicato in data 21-04-2010 e relativo a "disciplina speciale" da riservare ai "rifiuti militari") in merito agli adempimenti da mettere in atto in caso di "verificarsi di un evento potenzialmente in grado di contaminare un sito" da parte dei rifiuti dei materiali di cui al decreto del Ministro della difesa adottato in data 6 marzo 2008, tali procedure sono definite in modo dettagliato nell'Art. 6 e si applicano anche nel caso in cui siano individuate contaminazioni storiche.

E' inoltre evidente, pur se non supportato ancora da valutazioni modellistiche sulla dispersione degli inquinanti nel particolato, che i rilevamenti dei metalli nelle polveri indicano che le attività che si svolgono nel poligono determinano dispersione che potrebbe interessare anche i centri abitati vicini e che tale tipologia di esposizione deve essere tenuta in conto per le eventuali e successive valutazioni e il rischio da esse derivante".

**SITUAZIONE AMBIENTALE – VALUTAZIONE DELLE EVIDENZE DISPONIBILI
PER LE SEGUENTI MATRICI: SUOLI, BIOINDICATORI AMBIENTALI,
RADIAZIONI IONIZZANTI, RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

Valutazione del rischio per le popolazioni residenti rispetto al sollevamento di suolo proveniente dal Poligono

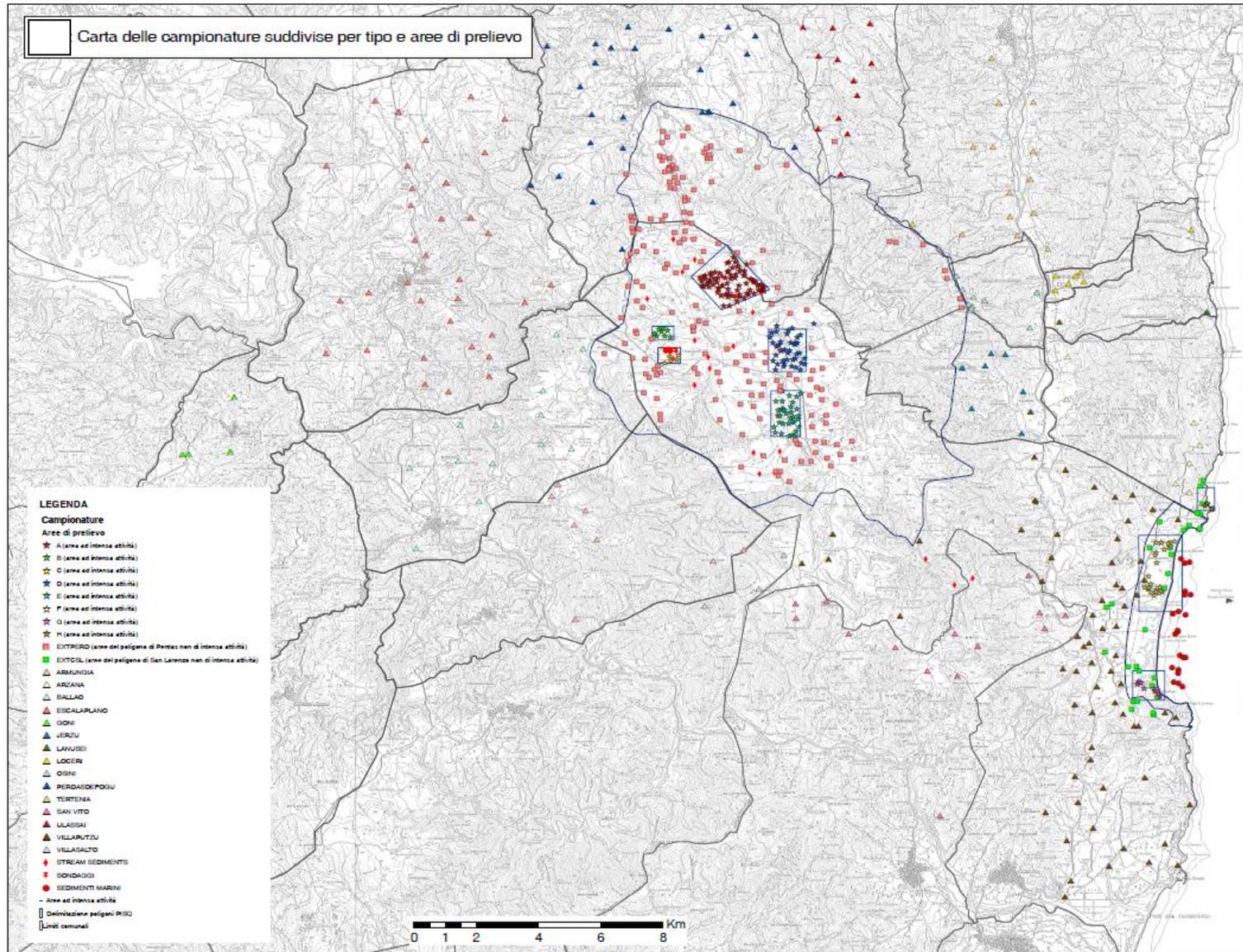
Il Poligono Interforze del Salto di Quirra (PISQ-Sardegna), costituito rispettivamente dal Poligono a terra Perdasdefogu (Ogliastra) e dal Poligono a mare Capo San Lorenzo (Cagliari), presenta delle non conformità alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), così come previste nell'Allegato 5 al Titolo V-Parte IV del Decreto Legislativo n. 152/2006 e s.m.i., per alcuni parametri, tra cui arsenico, cadmio, tallio, cobalto, cromo, rame, piombo, antimonio, zinco [cfr. l'Allegato - “*Rielaborazione dei dati del lotto 3 suoli - sedimenti – licheni*” a cura del Dipartimento Specialistico Regionale Geologico Serv. Geologia di base ed applicata (Maggio 2011)” - al documento ARPAS “*Programma di monitoraggio ambientale del Poligono Interforze del Salto di Quirra (PISQ) Stato di avanzamento delle attività dell'ARPAS nella supervisione del programma di monitoraggio ambientale del PISQ (Febbraio 2012)*]. Tali non conformità portano a definire il sito potenzialmente contaminato.

A seguito dei superamenti dei limiti tabellari riscontrati nei due poligoni, stante che nel Poligono Sperimentale Interforze del Salto di Quirra è prevista una caratterizzazione da parte dell'Aeronautica Militare, al fine di individuare i valori di fondo antropici o naturali, si è proceduto ad uno studio di un'Analisi di Rischio (AdR) in modalità diretta. Tale studio, considerato che la procedura di analisi di rischio non risulta del tutto applicabile ad aree di elevata estensione, è stato elaborato esclusivamente allo scopo di verificare un eventuale rischio sanitario, relativo al percorso inalatorio (volatilizzazione di vapori e risollevarimento polveri), per i residenti che vivono nelle vicinanze dei poligoni (**recettore off site**), i quali potrebbero essere esposti a sollevamento di suolo proveniente dai poligoni stessi.

L'analisi di rischio è stata sviluppata considerando rispettivamente l'intero Poligono a terra Perdasdefogu (aree ad intensa attività + aree esterne) e l'intero Poligono a mare Capo San Lorenzo (aree ad intensa attività + aree esterne) (Fig. 1).

In via del tutto cautelativa, è stato considerato il bersaglio ad una distanza pari a 100 m dal confine di ciascun poligono.

Fig. 1- Poligono Perdasdefogu e Poligono Capo San Lorenzo



L'AdR è stata condotta secondo quanto riportato nel documento “*Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati*” (Rev. 2, Marzo 2008), redatti da ex APAT (attuale ISPRA), ARPAs, ex ICRAM (attuale ISPRA), ISS e ex ISPEL (attuale INAIL), utilizzando i dati ad oggi disponibili.

Nel presente elaborato sono stati considerati i contaminanti riportati nelle tabelle 5-8 del documento ARPAS di Maggio 2011, precedentemente menzionato. In tali tabelle vengono presentati, per ciascun poligono, i superamenti degli elementi di interesse con i relativi valori di analisi.

Non sono stati valutati invece elementi quali torio, uranio e tungsteno, in quanto ad oggi la normativa nazionale vigente, “Norme in materia ambientale”, non prevede limiti tabellari; inoltre per i suddetti metalli, in letteratura, non è possibile individuare un numero sufficiente di parametri chimico fisici e tossicologici tali da poter condurre uno studio di analisi di rischio, così come previsto dall'Allegato 1 alla parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i..

Si fa presente comunque che il Dipartimento di “Radioattività e suoi effetti sulla salute” dell'Istituto Superiore di Sanità, su richiesta dell'Assessorato della tutela ambiente della Regione Sardegna, ha effettuato delle valutazioni relative a composti di interesse radioprotezionistico, quali uranio torio e radioisotopi artificiali emettitori alfa, beta e gamma. In tali valutazioni sono stati determinati valori di “riferimento” per la concentrazione di attività del suolo e dell'acqua per i suddetti radionuclidi naturali e artificiali, ipotizzando specifici scenari, sia per i lavoratori sia per la popolazione esposta a materiale radioattivo. Qualora uno degli scenari formulati rispecchiasse le attività svolte nelle aree in esame si potrà considerare come valore di riferimento la concentrazione di attività del suolo individuata per quel determinato scenario.

Nelle tabelle che seguono (Tab. 1-4) si riportano le concentrazioni delle sostanze riscontrate nei suddetti poligoni riferite sia alle aree ad intensa attività sia alle aree esterne a quest'ultime [cfr. l'Allegato - “*Rielaborazione dei dati del lotto 3 suoli - sedimenti – licheni*” a cura del Dipartimento Specialistico Regionale Geologico Serv. Geologia di base ed applicata (Maggio 2011)” - al documento ARPAS “*Programma di monitoraggio ambientale del Poligono Interforze del Salto di Quirra (PISQ) Stato di avanzamento delle attività dell'ARPAS nella supervisione del programma di monitoraggio ambientale del PISQ (Febbraio 2012)*].

Tab. 1- Aree ad intensa attività Poligono Perdasdefogu

sigla	Arsenico	Cadmio	Cobalto	Cromo	Rame	Piombo	Antimonio	Zinco	Tallio
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
limite A.V.	20	2	20	150	120	100	10	150	1
limite A.I.	50	15	250	800	600	1000	30	1500	10
A/SUO/001									4,34
A/SUO/002									1,08
A/SUO/003	24,98		20,52						1,02
A/SUO/004			20,2						1,09
A/SUO/005	39,68								1,02
A/SUO/017			27,2						
A/SUO/022									1,22
A/SUO/026									1,11
A/SUO/029									1,00
A/SUO/030									1,72
A/SUO/031									1,44
A/SUO/032	22,37								
A/SUO/038	21,23						12,39		
A/SUO/040									1,29
A/SUO/044	56,84						296,4		
A/SUO/048	42,32								
A/SUO/049	28,75								
A/SUO/050			20,43						
A/SUO/054	42,62								
A/SUO/064	28,68								
A/SUO/069	24,33								
B/SUO/002									1,47
B/SUO/003									1,60
B/SUO/005									1,21
B/SUO/006									1,12
B/SUO/008	67,9								1,85
C/SUO/001	36,67				515,9			233,3	2,52
C/SUO/002	23,49								1,39
C/SUO/003	70,3								1,20
C/SUO/004	39,54								1,77
C/SUO/005	26,01				120,6			230,3	1,94
D/SUO/001	23,45								1,98
D/SUO/002									1,09
D/SUO/003									1,11
D/SUO/004	20,65								1,28
D/SUO/005	23,12								2,88
D/SUO/007									1,02
D/SUO/008	23,4								1,01
D/SUO/009	25,01								
D/SUO/011	40,02								
D/SUO/012									1,79
D/SUO/013									1,10
D/SUO/014									1,28
D/SUO/015									1,29
D/SUO/017	51,26								1,47
D/SUO/020	24,67								1,25
D/SUO/021	27,05								1,32
D/SUO/022	20,39					114,5			
D/SUO/023	27,98								3,04
D/SUO/024	33,93								1,59
D/SUO/025	55,19								1,35
D/SUO/026	33,16								1,24
D/SUO/029		2,28							
D/SUO/030	27,66	3,26		158,7					1,05
D/SUO/031		3,41							
D/SUO/032	28,75								
D/SUO/033	28,98								1,12
D/SUO/034	28,33	2,06							1,10
D/SUO/035	20,8	2,37							
D/SUO/036		2,34							
D/SUO/039		2,40							
D/SUO/040									1,86
E/SUO/005	24,49								
E/SUO/007	47,83								
E/SUO/008								161,6	
E/SUO/011								151,6	
E/SUO/012	22,13								
E/SUO/013	22,76								
E/SUO/014	21,48								
E/SUO/015	26,57								
E/SUO/016	20,45								
E/SUO/017	30,95							170,6	
E/SUO/018	26,38			151,6				154,4	
E/SUO/019						210,3	16,17		
E/SUO/020	20,56							154	
E/SUO/021									
E/SUO/022	22,37								2,00
E/SUO/023	39,52								
E/SUO/024	21,91								1,07
E/SUO/025								162,8	1,04
E/SUO/026									1,07
E/SUO/027	49,07	12,65							
E/SUO/028		5,83							
E/SUO/029	39,16								
E/SUO/030	20,77	2,46						154,3	1,82
E/SUO/031	30,44								
E/SUO/033	25,99								
E/SUO/035	23,18								3,20

Tab. 2- Aree esterne Poligono Perdasdefogu

sigla	Arsenico mg/kg	Cadmio mg/kg	Cobalto mg/kg	Piombo mg/kg	Antimonio mg/kg	Tallio mg/kg	Zinco mg/kg
limiti A.V.	20	2	20	100	10	1	150
limiti A.I.	50	15	250	1000	30	10	1500
EXT/SUC/014						1,18	
EXT/SUC/019	24,47					1,13	
EXT/SUC/020						2,37	
EXT/SUC/021	26,55					3,46	
EXT/SUC/022						1,44	
EXT/SUC/023						1,18	
EXT/SUC/024						1,20	
EXT/SUC/025						1,01	
EXT/SUC/026						6,68	
EXT/SUC/028	21,89						
EXT/SUC/030	22,62						
EXT/SUC/033	77,54						
EXT/SUC/035	33,95						
EXT/SUC/037	45,35						
EXT/SUC/038	156,6		26,21				
EXT/SUC/043	23,07						
EXT/SUC/044		3,84		246,9			187,4
EXT/SUC/045				125,8			290,5
EXT/SUC/047	38,44						
EXT/SUC/049	33,9						
EXT/SUC/050	20,07	16,40		223,5			274,1
EXT/SUC/053	22,44						
EXT/SUC/057	21,5						
EXT/SUC/064	24,7		23,44			1,34	
EXT/SUC/066	28,9		23,64			1,85	
EXT/SUC/067	26,47		22,63			1,82	
EXT/SUC/069	23,73					3,32	
EXT/SUC/070	34,37					2,26	178,2
EXT/SUC/071						1,55	
EXT/SUC/073							
EXT/SUC/074	24,56						
EXT/SUC/078							
EXT/SUC/082	29,03						
EXT/SUC/083	79,41	2,44					
EXT/SUC/084	32,18	2,46					
EXT/SUC/086	20,78	2,99					
EXT/SUC/087	24,71	2,62					
EXT/SUC/088						1,41	
EXT/SUC/098						1,07	
EXT/SUC/105			23,05				
EXT/SUC/106			20,12			1,16	
EXT/SUC/112							
EXT/SUC/116	124,3					1,02	
EXT/SUC/117	157,1					1,24	
EXT/SUC/118	22					1,41	
EXT/SUC/119						1,85	
EXT/SUC/120	20,89					2,04	
EXT/SUC/121	21,24					1,38	
EXT/SUC/122	31,56					1,06	
EXT/SUC/123	47,68					1,21	
EXT/SUC/125	24,84					1,07	
EXT/SUC/134	20,68						
EXT/SUC/136	26,65	2,52					
EXT/SUC/137	184,6					0,87	
EXT/SUC/139	54,9		33,94			1,24	
EXT/SUC/142	23,84				54,15		
EXT/SUC/145						1,65	
EXT/SUC/146	58,28					1,63	
EXT/SUC/153	49,26						
EXT/SUC/154	57,76					1,04	
EXT/SUC/156	20,71	2,17				1,18	
EXT/SUC/157						2,21	
EXT/SUC/159						3,41	
EXT/SUC/160						1,09	
EXT/SUC/164	56,84						
EXT/SUC/165	99,32						
EXT/SUC/166	76,97					1,08	
EXT/SUC/167	60,18					1,06	
EXT/SUC/168	23,66					1,01	
EXT/SUC/171	119,5					2,75	
EXT/SUC/172	146,7					1,20	
EXT/SUC/173	80,94					1,17	
EXT/SUC/175	33,42					1,28	

Tab. 3- Aree ad intensa attività Poligono Capo San Lorenzo

sigla	Arsenico	Cadmio	Rame	Tallio	Zinco
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
limiti A.V.	20	2	120	1	150
limiti A.I.	50	15	600	10	1500
F/SUO/001				1,60	
F/SUO/004	97,1			1,17	
F/SUO/005	170,1				
F/SUO/008				1,60	
F/SUO/011				1,30	
F/SUO/012				1,68	
F/SUO/013				1,13	
F/SUO/014	53,5			1,21	
F/SUO/015				1,52	
F/SUO/016	23,5				
F/SUO/017	29,0			1,21	
F/SUO/018	81,3			1,12	
F/SUO/019				1,09	
F/SUO/020				1,05	
F/SUO/021				1,04	
F/SUO/022				1,89	
F/SUO/023	25,5			1,58	
F/SUO/024	169,0	2,71		1,57	204,3
F/SUO/025	171,3	4,227		1,92	304,4
F/SUO/026	48,9				
G/SUO/003	21,8		1905		
G/SUO/006				1,01	
G/SUO/007	29,2			1,12	
G/SUO/008	70,4				
G/SUO/009	21,9				
H/SUO/001				3,49	
H/SUO/002				1,41	
H/SUO/003				1,13	
H/SUO/004				1,42	

Tab. 4- Aree esterne Poligono Capo San Lorenzo

sigla	Arsenico	Cadmio	Tallio	Zinco
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
limiti A.V.	20	2	1	150
limiti A.I.	50	15	10	1500
EXT/CSL/SUO/001			1,44	
EXT/CSL/SUO/002			1,67	
EXT/CSL/SUO/003			1,53	
EXT/CSL/SUO/004			1,63	
EXT/CSL/SUO/005			1,03	
EXT/CSL/SUO/006			1,488	
EXT/CSL/SUO/008			1,168	
EXT/CSL/SUO/009	82,75			152,1
EXT/CSL/SUO/010	36,7			
EXT/CSL/SUO/011	39,79			
EXT/CSL/SUO/016	141			
EXT/CSL/SUO/018			1,013	
EXT/CSL/SUO/019			1,02	
EXT/CSL/SUO/021			1,037	
EXT/CSL/SUO/022			1,11	
EXT/CSL/SUO/023			1,276	
EXT/CSL/SUO/024	84,76		1,266	
EXT/CSL/SUO/025	38,15		1,182	
EXT/CSL/SUO/027	88,34		1,429	179,6
EXT/CSL/SUO/028	63,77		1,188	
EXT/CSL/SUO/029	33,44	2,001	1,426	

Si sono utilizzate quali concentrazioni di input i valori massimi, qualora il numero di sondaggi fosse inferiore a 10, o si è proceduto ad effettuare una elaborazione statistica con ProUCL nel caso in cui il numero di sondaggi risultasse superiore a 10, così come previsto dal documento Criteri metodologici precedentemente menzionato.

I fattori di esposizione utilizzati per l'elaborazione dell'analisi di rischio sono quelli riportati nel documento "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati" (Rev. 2, Marzo 2008), redatti da ex APAT (attuale ISPRA), ARPAs, ex ICRAM (attuale ISPRA), ISS e ex ISPEL (attuale INAIL) (Tab. 5).

Tab. 5- Fattori di esposizione valori di default

FATTORI DI ESPOSIZIONE (EF)	Simbolo	Unità di Misura	Residenziale		Ricreativo		Com/Ind	
			Adulto	Bambino	Adulto	Bambino	Adulto	
Fattori comuni a tutte le modalità di esposizione								
Peso corporeo	BW	kg	70	15	70	15	70	
Tempo medio di esposizione per le sostanze cancerogene	ATc	anni	70	70	70	70	70	
Tempo medio di esposizione per le sostanze non cancerogene	ATn	anni	ED	ED	ED	ED	ED	
Inalazione di Aria Outdoor (AO)								
Durata di esposizione	ED	anni	24	6	24	6	25	
Frequenza di esposizione	EF	giorni/anno	350	350	350	350	250	
Frequenza giornaliera di esposizione outdoor	EFgo	ore/giorno	24	24	3	3	8	
Inalazione outdoor	Bo	m ³ /ora	0,9 (a)	0,7 (a)	3,2	1,9	2,5 (b)	
Frazione di particelle di suolo nella polvere	Fsd	adim.	1	1	1	1	1	
Inalazione di Aria Indoor (AI)								
Durata di esposizione	ED	anni	24	6	-	-	25	
Frequenza di esposizione	EF	giorni/anno	350	350	-	-	250	
Frequenza giornaliera di esposizione indoor	EFgi	ore/giorno	24	24	-	-	8	
Inalazione indoor	Bi	m ³ /ora	0,9	0,7	-	-	0,9(b)	
Frazione indoor di polvere	Fi	adim.	1	1	-	-	1	
Contatto dermico con Suolo (SS)								
Durata di esposizione	ED	anni	24	6	24	6	25	
Frequenza di esposizione	EF	giorni/anno	350	350	350	350	250	
Superficie di pelle esposta	SA	cm ²	5700	2800	5700	2800	3300	
Fattore di aderenza dermica del suolo	AF	mg/(cm ² giorno)	0,07	0,2	0,07	0,2	0,2	
Fattore di assorbimento dermico	ABS	adim	0,1 / 0,01(e)					
Ingestione di Suolo (SS)								
Durata di esposizione	ED	anni	24	6	24	6	25	
Frequenza di esposizione	EF	giorni/anno	350	350	350	350	250	
Frazione di suolo ingerita	FI	adim	1	1	1	1	1	
Tasso di ingestione di suolo	IR	mg/giorno	100	200	100	200	50	

(a) In caso di intensa attività fisica, in ambienti residenziali outdoor, si consiglia l'utilizzo di un valore maggiormente conservativo, pari a 1,5 m³/ora per gli adulti, e di 1,0 m³/ora per i bambini

(b) Il tasso di inalazione pari a 2,5 m³/ora è da utilizzare nel caso di dura attività fisica; mentre, nel caso di attività moderata e sedentaria è più opportuno utilizzare un valore rispettivamente pari a 1,5 e 0,9 m³/ora

(e) Tale parametro è una proprietà specifica della specie chimica esaminata. Nonostante ciò, alcuni testi come anche il Manuale Unichim, propongono di associare a tale parametro un valore pari a 0,1 per le sostanze organiche e pari a 0,01 per le sostanze inorganiche. Si suggerisce pertanto di adottare tale valore per le sostanze non riportate in Tab. I.4-4

Di seguito si riportano le tabelle con i valori di Concentrazione Rappresentativa alla Sorgente (CRS) per i due Poligoni.

Tab. 6- Concentrazioni Rappresentative alla Sorgente (CRS) Poligono Perdasdefogu

	CRS mg/kg	Valore utilizzato
Arsenico	54	UCL
Cadmio	8,2	UCL
Tallio	1,7	UCL
Cobalto	33,94	max
Cromo tot*	158,7	max
Rame	515,9	max
Piombo	246,9	max
Antimonio	296,4	max
Zinco	290,5	max

*Per quanto riguarda il cromo questo è stato considerato come cromo totale così come riportato nel documento dell'ARPAS (vedi Tab.1). Si ricorda tuttavia che il parametro cromo esavalente risulta essere cancerogeno per inalazione ($SF_{\text{inalatorio}} = 42 \text{ (mg/kg giorno)}^{-1}$), pertanto la presenza di Cr(VI) potrebbe comportare un rischio non accettabile per il percorso di inalazione. A tal proposito si reputa opportuno effettuare una speciazione del cromo per escludere l'eventuale presenza di cromo esavalente.

Tab. 7- Concentrazioni Rappresentative alla Sorgente (CRS) Poligono Capo San Lorenzo

	CRS mg/kg	Valore utilizzato
Arsenico	90,9	UCL
Cadmio	4,227	max
Tallio	1,5	UCL
Rame	1905	max
Zinco	304,4	max

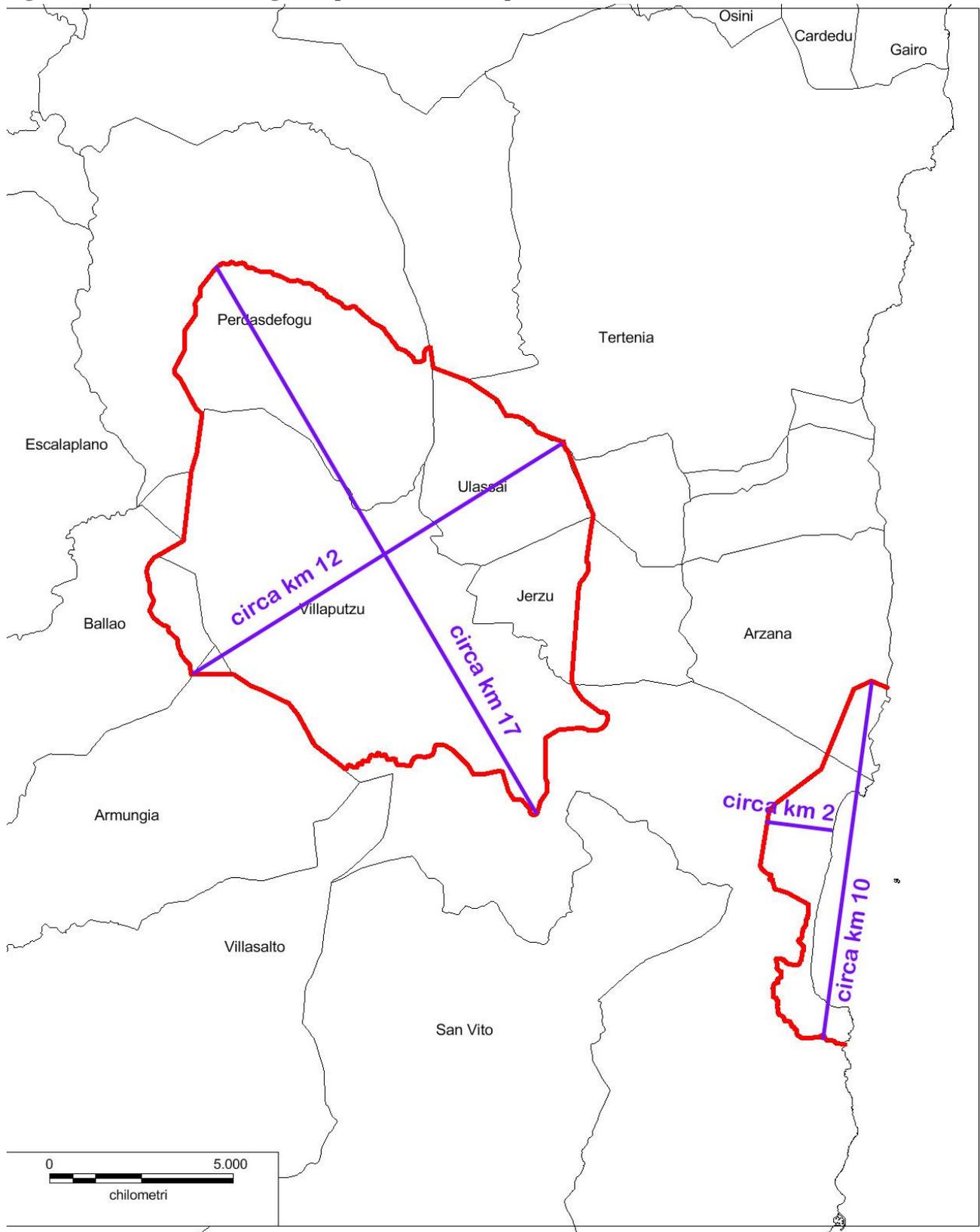
I parametri chimico fisici e tossicologici sono quelli riportati nella banca dati ISS-ISPEL, aggiornata a maggio 2009, disponibile sul link <http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/siti-contaminati/analisi-di-rischio>.

La via di esposizione considerata è stata quella inalatoria, ovvero sono stati attivati i seguenti percorsi:

- Volatilizzazione di vapori
- Risollevarimento polveri

Per quanto attiene l'estensione delle due sorgenti (Poligono Perdasdefogu e Poligono Capo San Lorenzo), di seguito si riportano le dimensioni per ciascun poligono individuate rispetto alla direzione prevalente del vento (Fig. 2).

Fig. 2- Dimensioni dei due Poligoni rispetto alla direzione prevalente del vento



Per quel che riguarda la direzione del vento, sono state considerate le frequenze relative a ciascun Poligono riportate nel documento “*Il clima della Sardegna sudorientale con particolare riferimento all’area del Poligono Interforze del Salto di Quirra*” (Luglio 2011), redatto dall’ARPAS-Dipartimento Specialistico Regionale Idrometeorologico - Servizio Idrometeorologico. Di seguito vengono illustrate le “frequenze eventi” per i due Poligoni Perdasdefogu e Capo San Lorenzo, descritte nel suddetto documento ARPAS.

Tab. 8- Frequenze del vento nelle ore diurne (tra le 06GMT e le 18GMT) a Perdasdefogu nell’intero l’anno solare

FREQUENZA EVENTI									
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	TOTALE
calma ($v \leq 1.5 \text{ m/s}$)									16,581%
V. debole ($1.5 \text{ m/s} \leq v < 5.1 \text{ m/s}$)	1,235%	2,240%	12,903%	7,801%	1,130%	4,655%	12,089%	2,782%	44,835%
V. moderato ($5.1 \text{ m/s} \leq v < 10.8 \text{ m/s}$)	0,417%	1,897%	5,338%	2,345%	0,178%	1,891%	16,729%	3,676%	32,271%
V. forte ($10.8 \text{ m/s} \leq v < 17.0 \text{ m/s}$)	0,038%	0,226%	0,346%	0,055%	0,028%	0,203%	4,070%	0,731%	5,697%
burrasca ($17.0 \text{ m/s} \leq v < 21.0 \text{ m/s}$)	0,000%	0,018%	0,020%	0,000%	0,010%	0,013%	0,399%	0,068%	0,527%
burrasca forte o tempesta ($21.0 \text{ m/s} \leq v$)	0,003%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,003%	0,073%	0,010%	0,088%
TOTALE	1,892%	4,180%	18,608%	10,201%	1,348%	6,764%	33,361%	7,266%	100,000%

Tab. 9- Frequenze del vento nelle ore diurne (tra le 06GMT e le 18GMT) a Capo San Lorenzo nell’intero l’anno solare

FREQUENZA EVENTI									
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	TOTALE
calma ($v \leq 1.5 \text{ m/s}$)									35,204%
V. debole ($1.5 \text{ m/s} \leq v < 5.1 \text{ m/s}$)	2,331%	8,150%	11,053%	4,464%	4,466%	2,412%	7,494%	7,338%	47,706%
V. moderato ($5.1 \text{ m/s} \leq v < 10.8 \text{ m/s}$)	1,003%	2,720%	0,736%	0,570%	1,438%	0,678%	3,970%	5,379%	16,493%
V. forte ($10.8 \text{ m/s} \leq v < 17.0 \text{ m/s}$)	0,039%	0,095%	0,024%	0,017%	0,022%	0,012%	0,193%	0,164%	0,567%
burrasca ($17.0 \text{ m/s} \leq v < 21.0 \text{ m/s}$)	0,002%	0,002%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,007%	0,002%	0,015%
burrasca forte o tempesta ($21.0 \text{ m/s} \leq v$)	0,007%	0,000%	0,002%	0,002%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,012%
TOTALE	3,383%	10,968%	11,816%	5,063%	5,927%	3,101%	11,665%	12,883%	100,000%

Dalle tabelle sopra riportate si evince che per il Poligono di Perdasdefogu la frequenza prevalente del vento corrisponde alla direzione Ovest e le frequenze più elevate si riscontrano per le classi vento debole ($1,5 \text{ m/s} \leq v < 5,1 \text{ m/s}$) e vento moderato ($5,1 \text{ m/s} \leq v < 10,8 \text{ m/s}$); per il Poligono Capo San Lorenzo la frequenza prevalente del vento si rileva nelle direzioni Nord-Est, Est, Ovest e Nord-Ovest per le classi vento debole ($1,5 \text{ m/s} \leq v < 5,1 \text{ m/s}$) e vento moderato ($5,1 \text{ m/s} \leq v < 10,8 \text{ m/s}$). A tal proposito si fa presente che l’analisi di rischio è stata condotta prendendo in considerazione entrambe le classi debole e moderato del vento, utilizzando come valori di velocità rispettivamente 1,8 m/s, corrispondente al valore intermedio della classe vento debole, e 2,85 m/s, corrispondente invece al valore intermedio della classe vento moderato.

Relativamente alla tipologia di suolo considerata nell'elaborazione del presente studio di Analisi di Rischio, si precisa che i due Poligoni Perdasdefogu e Capo San Lorenzo ricadono in un territorio prevalentemente roccioso a composizione chimica variabile, caratterizzato da differenti formazioni litologiche. Tale tipologia di suolo non è prevista nel documento "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati" (Rev. 2, Marzo 2008), redatti da ex APAT (attuale ISPRA), ARPAs, ex ICRAM (attuale ISPRA), ISS e ex ISPEL (attuale INAIL), perciò è stato scelto una suolo, tra quelli indicati nei Criteri metodologici sopra citati, che meglio potesse rispecchiare le aree in esame.

Tab. 10 – Parametri sito specifici terreno e acquifero Poligono Perdasdefogu

Simbolo	Parametro	Unità di misura	Valore utilizzato
SUOLO INSATURO			
W [?]	Estensione della sorgente di contaminazione nella direzione principale del vento	km	17
S _w [?]	Estensione della sorgente di contaminazione nella direzione ortogonale a quella principale del vento	km	12
ρ _s	Densità del suolo	g/cm ³	1,7
f _{oc}	Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo	g C/g suolo	0,01
pH	pH del suolo insaturo	adim	6,8
θ _w	Contenuto volumetrico di acqua	adim	0,228
θ _a	Contenuto volumetrico di aria	adim	0,052
θ _{w, cap}	Contenuto volumetrico di acqua nella frangia capillare	adim	0,252
θ _{a, cap}	Contenuto volumetrico di aria nella frangia capillare	adim	0,028
h _{cap}	Spessore della frangia capillare	cm	30
θ _e	Porosità totale	adim.	0,38
SUOLO SATURO/FALDA			
K _{sat}	Conducibilità idraulica del terreno saturo	cm/s	3,33E-05
W [?]	Estensione della sorgente di contaminazione nella direzione principale del vento	km	17
S _w [?]	Estensione della sorgente di contaminazione nella direzione ortogonale a quella principale del vento	km	12
U _{air}	Velocità del vento	m/s	1,8 2,85
f _{oc}	Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo	g C/g suolo	0,001

Tab. 11 – Parametri sito specifici terreno e acquifero Poligono Capo San Lorenzo

Simbolo	Parametro	Unità di misura	Valore utilizzato
SUOLO INSATURO			
W [?]	Estensione della sorgente di contaminazione nella direzione principale del vento	km	10
S _w [?]	Estensione della sorgente di contaminazione nella direzione ortogonale a quella principale del vento	km	2
ρ _s	Densità del suolo	g/cm ³	1,7
f _{oc}	Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo	g C/g suolo	0,01
pH	pH del suolo insaturo	adim	6,8
θ _w	Contenuto volumetrico di acqua	adim	0,228
θ _a	Contenuto volumetrico di aria	adim	0,052
θ _{w, cap}	Contenuto volumetrico di acqua nella frangia capillare	adim	0,252
θ _{a, cap}	Contenuto volumetrico di aria nella frangia capillare	adim	0,028
h _{cap}	Spessore della frangia capillare	cm	30
θ _e	Porosità totale	adim.	0,38
SUOLO SATURO/FALDA			
K _{sat}	Conducibilità idraulica del terreno saturo	cm/s	3,33E-05
W [?]	Estensione della sorgente di contaminazione nella direzione principale del vento	km	10
S _w [?]	Estensione della sorgente di contaminazione nella direzione ortogonale a quella principale del vento	km	2
U _{air}	Velocità del vento	m/s	1,8 2,85
f _{oc}	Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo	g C/g suolo	0,001

L'analisi di rischio è stata condotta utilizzando il software RBCA ToolKit 2.6, che presenta una attinenza medio/alta e alta ai fattori di trasporto attivati, così come indicato nella tabella relativa all'attinenza dei software ai fattori di trasporto presente nel documento "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati" (Rev. 2, Marzo 2008), redatti da ex APAT (attuale ISPRA), ARPAs, ex ICRAM (attuale ISPRA), ISS e ex ISPEL (attuale INAIL).

Risultati

Le risultanze ottenute mediante l'elaborazione dello studio di Analisi di Rischio, condotta in modalità diretta, allo scopo di verificare la presenza o meno di rischio sanitario per i bersagli adulti e bambini residenti nelle aree limitrofe ai due Poligoni, vengono riportate nelle tabelle 12-15.

Poligono Perdasdefogu

Nelle tabelle 12 e 13 vengono indicati, rispettivamente per le velocità 1,8 m/s e 2,85 m/s, i rischi per gli effetti cancerogeni e per quelli tossici, ottenuti mediante l'utilizzo del software RBCA ToolKit 2.6.

Tab. 12- Calcolo del Rischio off site a v= 1,8 m/s Poligono Perdasdefogu

	R bambini inalazione vapori e polveri outdoor off site	R adulti inalazione vapori e polveri outdoor off site	HI bambini inalazione vapori e polveri outdoor off site	HI adulti inalazione vapori e polveri outdoor off site
Arsenico	5,5E-08	3,5E-07	1,5E-04	1,9E-04
Cadmio	3,5E-09	2,3E-08	1,2E-04	1,5E-04
Tallio			1,5E-05	1,9E-05
Cobalto	2,2E-08	1,4E-07	4,8E-03	6,2E-03
Cromo tot*			8,6E-08	1,1E-07
Rame			1,0E-05	1,3E-05
Piombo			5,7E-06	7,3E-06
Antimonio			6,0E-04	7,7E-04
Zinco			7,8E-07	1,0E-06
Cumulato	8,1E-08	5,2E-07	5,7E-03	7,3E-03

*Per quanto riguarda il cromo questo è stato considerato come cromo totale così come riportato nel documento dell'ARPAS (vedi Tab.1). Si ricorda tuttavia che il parametro cromo esavalente risulta essere cancerogeno per inalazione (SF inalatorio = 42 (mg/kg giorno)⁻¹), pertanto la presenza di Cr(VI) potrebbe comportare un rischio non accettabile per il percorso di inalazione. A tal proposito si reputa opportuno effettuare una speciazione del cromo per escludere l'eventuale presenza di cromo esavalente.

Tab. 13- Calcolo del Rischio off site a v= 2,85 m/s Poligono Perdasdefogu

	R bambini inalazione vapori e polveri outdoor off site	R adulti inalazione vapori e polveri outdoor off site	HI bambini inalazione vapori e polveri outdoor off site	HI adulti inalazione vapori e polveri outdoor off site
Arsenico	3,5E-08	2,2E-07	9,2E-05	1,2E-04
Cadmio	2,2E-09	1,4E-08	7,6E-05	9,7E-05
Tallio			9,4E-06	1,2E-05
Cobalto	1,4E-08	9,1E-08	3,0E-03	3,9E-03
Cromo tot*			5,4E-08	7,0E-08
Rame			6,6E-06	8,5E-06
Piombo			3,6E-06	4,6E-06
Antimonio			3,8E-04	4,9E-04
Zinco			5,0E-07	6,4E-07
Cumulato	5,1E-08	3,3E-07	3,6E-03	4,6E-03

*Per quanto riguarda il cromo questo è stato considerato come cromo totale così come riportato nel documento dell'ARPAS (vedi Tab.1). Si ricorda tuttavia che il parametro cromo esavalente risulta essere cancerogeno per inalazione ($SF_{\text{inalatorio}} = 42 \text{ (mg/kg giorno)}^{-1}$), pertanto la presenza di Cr(VI) potrebbe comportare un rischio non accettabile per il percorso di inalazione. A tal proposito si reputa opportuno effettuare una speciazione del cromo per escludere l'eventuale presenza di cromo esavalente.

Dalle precedenti tabelle si evince che, per i residenti in aree limitrofe al Poligono di Perdasdefogu, i rischi sia per effetti cancerogeni che per effetti tossici, per il percorso inalatorio, risultano accettabili ($R < 1 \times 10^{-6}$ per singola sostanza, $R < 1 \times 10^{-5}$ per cumulato, $HI < 1$ sia per singola sostanza sia cumulato).

Poligono Capo San Lorenzo

Nelle tabelle 14 e 15 vengono illustrati, per le due velocità 1,8 m/s e 2,85 m/s individuate, i rischi per effetti cancerogeni ed effetti tossici, calcolati dal software RBCA ToolKit 2.6.

Tab. 14- Calcolo del Rischio off site a v= 1,8 m/s Poligono Capo San Lorenzo

	R bambini inalazione vapori e polveri outdoor off site	R adulti inalazione vapori e polveri outdoor off site	HI bambini inalazione vapori e polveri outdoor off site	HI adulti inalazione vapori e polveri outdoor off site
Arsenico	5,4E-08	3,5E-07	1,4E-04	1,9E-04
Cadmio	1,1E-09	6,8E-09	3,6E-05	4,7E-05
Tallio			7,7E-06	9,9E-06
Rame			2,3E-05	2,9E-05
Zinco			4,8E-07	6,2E-07
Cumulato	5,5E-08	3,5E-07	2,1E-04	2,7E-04

Tab. 15- Calcolo del Rischio off site a v= 2,85 m/s Poligono Capo San Lorenzo

	R bambini inalazione vapori e polveri outdoor off site	R adulti inalazione vapori e polveri outdoor off site	HI bambini inalazione vapori e polveri outdoor off site	HI adulti inalazione vapori e polveri outdoor off site
Arsenico	3,4E-08	2,2E-07	9,1E-05	1,2E-04
Cadmio	6,7E-10	4,3E-09	2,3E-05	2,9E-05
Tallio			4,9E-06	6,8E-06
Rame			1,4E-05	1,8E-05
Zinco			3,1E-07	3,9E-07
Cumulato	3,5E-08	2,2E-07	1,3E-04	1,7E-04

Dalle tabelle sopra riportate si evidenzia assenza di rischi per il percorso inalatorio, per adulti e bambini eventualmente residenti nei pressi del Poligono di Capo San Lorenzo ($R < 1 \times 10^{-6}$ per singola sostanza, $R < 1 \times 10^{-5}$ per cumulato, $HI < 1$ sia per singola sostanza sia cumulato).

Considerazioni conclusive

L'ISS ha condotto uno studio di analisi di rischio per il Poligono Interforze del Salto di Quirra, costituito rispettivamente dal Poligono a terra Perdasdefogu (Ogliastra) e dal Poligono a mare Capo San Lorenzo (Cagliari). Lo studio è consistito nel valutare l'eventuale rischio inalatorio per le popolazioni residenti nelle vicinanze di ciascun poligono, pertanto i percorsi di esposizione attivati sono stati il risollevarsi polveri e la volatilizzazione di vapori da suolo superficiale.

I contaminanti considerati, in quanto presentano delle non conformità alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), così come riportate nell'Allegato 5 al Titolo V-Parte IV del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., sono i seguenti: arsenico, cadmio, tallio, cobalto, cromo, rame, piombo, antimonio, zinco. Per quel che concerne il parametro cromo si fa presente che questo è stato considerato come cromo totale così come riportato nel documento dell'ARPAS, si ricorda tuttavia che il parametro cromo esavalente risulta essere cancerogeno per inalazione ($SF_{\text{inalatorio}} = 42 \text{ (mg/kg giorno)}^{-1}$), pertanto la presenza di Cr(VI) potrebbe comportare un rischio non accettabile per il percorso di inalazione. A tal proposito si ritiene opportuno effettuare una speciazione del cromo per escludere l'eventuale presenza di cromo esavalente.

Non sono stati valutati invece elementi quali torio, uranio e tungsteno, in quanto ad oggi la normativa nazionale vigente, "Norme in materia ambientale", non prevede limiti tabellari; inoltre per i suddetti metalli, in letteratura, non è possibile individuare un numero sufficiente di parametri chimico fisici e tossicologici tali da poter condurre uno studio di analisi di rischio, così come previsto dall'Allegato 1 alla parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i..

Si fa presente comunque che il Reparto di "Radioattività e suoi effetti sulla salute" dell'Istituto Superiore di Sanità ha effettuato delle valutazioni relative a composti di interesse radioprotezionistico, quali uranio torio e radioisotopi artificiali emettitori alfa, beta e gamma. In tali valutazioni sono stati determinati valori di "riferimento" per la concentrazione di attività del suolo e dell'acqua per i suddetti radionuclidi naturali e artificiali, ipotizzando specifici scenari, sia per i lavoratori sia per la popolazione esposta a materiale radioattivo. Qualora uno degli scenari formulati rispecchiasse le attività svolte nelle aree in esame si potrà considerare come valore di riferimento la concentrazione di attività del suolo individuata per quel determinato scenario.

Dalle risultanze analitiche (cfr. tabelle 12-15), precedentemente riportate, non si evidenziano, per adulti e bambini, rischi per il percorso inalatorio, sia per effetti cancerogeni che per effetti tossici, in nessuno dei due poligoni considerati.

Si precisa infine che nel Poligono Sperimentale Interforze del Salto di Quirra è prevista una caratterizzazione da parte dell'Aeronautica Militare, al fine di individuare i valori di fondo antropici o naturali, pertanto lo studio di analisi di rischio elaborato da questo Istituto potrà essere aggiornato alla luce dei nuovi dati di caratterizzazione.

CAMPI ELETTROMAGNETICI NELL'AREA DEL POLIGONO INTERFORZE DI SALTO DI QUIRRA

Premessa

Nell'area del Poligono Interforze di Salto di Quirra (PISQ) sono presenti numerose sorgenti di radiazioni elettromagnetiche a radiofrequenza (RF) che possono dare luogo ad esposizioni sia del personale dello stesso PISQ, sia della popolazione residente nelle zone circostanti.

Il Ministero della Difesa, nell'ambito del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) del PISQ, ha affidato il compito di effettuare una campagna di valutazione dei livelli ambientali di campo elettromagnetico (lotto 2 del Progetto) alla società Ambiente s.c. e all'Università di Pisa che in data 29/09/2009 hanno consegnato la relazione finale sulle attività svolte.

I risultati di tali attività sono stati valutati dalla Commissione Tecnica Mista di Esperti (CTE) la cui relazione finale, pervenuta presso questo Istituto nel luglio 2011, è stata esaminata dal Reparto di Radiazioni Non Ionizzanti del Dipartimento di Tecnologie e Salute per esprimere una valutazione dell'impatto sanitario delle sorgenti di radiazioni elettromagnetiche presenti nel PISQ, nei limiti di quanto permettono le informazioni disponibili, evidenziando nel caso la necessità e fattibilità di ulteriori approfondimenti.

Essendo la relazione della CTE basata essenzialmente sulle risultanze delle attività del PMA, si è ritenuto necessario esaminare direttamente la documentazione prodotta a completamento delle attività del lotto 2 (11 relazioni sui vari aspetti trattati ed una relazione finale riassuntiva).

Ulteriore documentazione esaminata consiste nella "Relazione sullo stato di avanzamento delle attività dell'ARPAS nella supervisione del programma di monitoraggio ambientale del PISQ" del febbraio 2012, in cui sono stati presentati i risultati di misure sperimentali dei campi elettromagnetici emessi dalle sorgenti del PISQ condotte successivamente alla conclusione del PMA.

In questa relazione verranno pertanto brevemente descritte e commentate le attività svolte dai diversi soggetti coinvolti nel monitoraggio ambientale, e saranno inoltre formulate alcune considerazioni circa i rischi per la salute umana connessi alle esposizioni ai campi elettromagnetici nell'area del PISQ e limitrofe.

Sorgenti esaminate e metodologia utilizzata

Nell'ambito del lotto 2 del PMA, sono state catalogate ed esaminate 114 sorgenti di campo elettromagnetico, di cui 91 di tipo continuo e 23 sorgenti di tipo pulsato, distribuite su 21 postazioni dislocate su un territorio di circa 1200 km². “Le aree interessate all'emissione delle sorgenti”, si legge nella relazione finale, sono “quasi tutte caratterizzate da una ragguardevole distanza rispetto ai centri abitati”.¹

I livelli ambientali di campo elettromagnetico sono stati valutati mediante misure sperimentali (154 misure, di cui 33 a banda larga e 121 a banda stretta) e mediante valutazioni teoriche. Le valutazioni teoriche, validate mediante il confronto con i risultati delle misure sperimentali, hanno il vantaggio di poter essere effettuate “su larga scala, in maniera maggiormente esaustiva di quanto sarebbe possibile con misurazioni, per natura puntuali”.

I valori di campo elettromagnetico così determinati sono stati confrontati con quanto previsto dalle normative di protezione sia per le esposizioni di tipo occupazionale che per le esposizioni della popolazione generale.

Normativa di riferimento

Lavoratori

Nell'ambito del PMA, sono stati presi come riferimento i limiti di esposizione per i lavoratori raccomandati nel 1998 dall'ICNIRP (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*) [1] in quanto sono gli stessi previsti dal Capo IV del Titolo VIII del Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul lavoro (D.Lgs. 81/08, [2]) conformemente alla direttiva europea 2004/40/CE [3], abrogata e sostituita dalla direttiva europea 2013/35/UE [4] che dovrà essere recepita dagli Stati Membri dell'Unione Europea entro il 1 luglio 2016.

Si evidenzia che il Capo IV del Titolo VIII del D.Lgs. 81/08 non è mai entrato in vigore a causa dell'evoluzione della normativa UE, e pertanto i limiti di esposizione per i lavoratori non erano vigenti durante l'effettuazione dello studio di monitoraggio ambientale come non lo sono

¹ Si sottolinea che i concetti di “ragguardevole distanza” e di “area interessata alle emissioni” sono strettamente connessi al problema, non ancora risolto, di quali livelli di campo elettromagnetico siano da considerare significativi ai fini di una valutazione dell'impatto sulla salute.

attualmente, e bisognerà attendere il recepimento della Direttiva 2013/35/UE perché in Italia sia reso obbligatorio il rispetto dei nuovi limiti di esposizione.

D'altra parte, per quanto riguarda le frequenze in gioco nel caso delle sorgenti del PISQ, tutte superiori a 10 MHz, con l'eccezione di un'unica antenna nella base di Perdasdefogu (MICOM-2R) la cui frequenza è compresa tra 1,6 e 30 MHz, i limiti di esposizione previsti dalla direttiva 2013/35/UE continuano a rimanere quelli previsti nelle linee guida dell'ICNIRP del 1998.

Popolazione generale

Per quanto riguarda la popolazione generale, la normativa vigente è costituita dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz” [5] che fissa i limiti di esposizione per la tutela dagli effetti a breve termine dei campi elettromagnetici, scientificamente accertati, da non superare in ogni luogo in cui è permesso l'accesso del pubblico, e i valori di attenzione/obiettivi di qualità da non superare nei luoghi adibiti a permanenze prolungate, definiti come misura di cautela nei confronti dei possibili effetti a lungo termine dei campi elettromagnetici.

Nella relazione finale del lotto 2 del PMA viene evidenziato il fatto, definito come la “criticità più rilevante” per quanto riguarda gli aspetti legislativi, che non è attualmente disponibile la normativa specifica per la protezione della popolazione “civile” (più esattamente, per la popolazione non esposta professionalmente ai campi elettromagnetici) dall'esposizione a campi pulsati.

In effetti, i limiti e le modalità di applicazione del DPCM 8/7/2003, per gli impianti radar e per gli impianti che per la loro tipologia di funzionamento determinano esposizioni pulsate, avrebbero dovuti essere stabiliti con un successivo DPCM che in realtà non è stato mai emanato.

Tuttavia, nello stesso DPCM 8/7/2003 si legge che “a tutela dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz, generati da sorgenti non riconducibili ai sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi, si applica l'insieme completo delle restrizioni stabilite nella raccomandazione del Consiglio dell'Unione

europea del 12 luglio 1999.” I sistemi radar non sono sistemi per telecomunicazioni né sistemi radiotelevisivi, per cui, in assenza dell’estensione anche al caso dei radar delle misure di cautela nei confronti di possibili effetti a lungo termine caratteristiche della legislazione nazionale, devono comunque essere applicati i limiti di esposizione raccomandati per la popolazione generale dall’Unione Europea [6], coincidenti con quelli raccomandati dall’ICNIRP nel 1998 [1].

È pertanto corretta la scelta degli Autori delle attività del lotto 2 del PMA di utilizzare come riferimento normativo le linee guida del’ICNIRP del 1998, come nei fatti è implicitamente previsto dallo stesso DPCM 8/7/2003.

Non è per questi motivi corretta l’affermazione contenuta nella relazione della CTE (pag. 73) secondo cui nel lotto 2 del PMA sarebbe stata utilizzata, al posto di un riferimento legislativo, una semplice norma tecnica, peraltro individuata erroneamente nello standard IEEE Std C95.1-2005 “*Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz*”, citato per completezza nella relazione tecnica RT1 “Quadro normativo” del lotto 2 del PMA, ma apparentemente mai utilizzato.

Un’altra affermazione non completamente esatta riportata nella relazione della CTE (pag. 73) è che “i limiti normativi di esposizione si basano soprattutto sui valori che provocano effetti termici o acuti, mentre nulla si dice su esposizioni croniche”. In realtà, come espresso in precedenza, la normativa italiana prevede valori di attenzione e obiettivi di qualità intesi come misure di cautela nei confronti dei possibili effetti a lungo termine connessi ad esposizioni croniche.

L’affermazione della CTE è valida per quanto riguarda i campi elettromagnetici emessi dai radar, ma a questo proposito deve essere anche tenuto presente che i limiti sui valori di picco raccomandati dall’ICNIRP nel 1998 hanno una natura prudenziale nei confronti di possibili effetti biologici non termici. I limiti di esposizione e i livelli di riferimento che garantiscono, tramite opportuni fattori di sicurezza, che non vengano superate le soglie per gli effetti accertati, di natura termica, dei campi elettromagnetici a RF sono infatti da mediare su periodi di 6 minuti mentre, in merito ai limiti sui valori di picco, nelle linee guida ICNIRP si legge che “sebbene siano disponibili scarse informazioni sulla relazione tra gli effetti biologici e i valori di picco dei campi pulsati, si suggerisce che, per frequenze superiori a 10 MHz, la densità di potenza equivalente mediata

sull'impulso non ecceda più di 1000 volte i livelli di riferimento" [1] con chiaro riferimento prudenziale a possibili effetti biologici di natura diversa da quella termica.

Risultati

Le misure a banda larga hanno riguardato essenzialmente il monitoraggio dei livelli di campo emessi dalle sorgenti di tipo continuo per le telecomunicazioni (TLC), sia in ambienti *outdoor* che *indoor*. I livelli di campo elettrico registrati dalle campagne effettuate con strumentazione a banda larga sono risultati inferiori ai limiti imposti dalla normativa anche nei casi in cui sono state considerate accese più sorgenti contemporaneamente. Con strumentazione a banda stretta sono state effettuate anche misure del campo elettrico di picco generato dalle sorgenti pulsate, registrando livelli di campo inferiori ai limiti imposti dalle normative. Da notare che i livelli più alti di campo misurati sono stati ottenuti quando i punti di misura erano sia in visibilità delle sorgenti che ad altezze comparabili con quelle delle sorgenti. Il confronto tra misure sperimentali e valutazioni previsionali (teoriche) ha mostrato un buon accordo in 21 dei 23 scenari esaminati.

Le valutazioni previsionali sono state effettuate in relazione alle aree limitrofe alle sorgenti per quanto riguarda le esposizioni occupazionali, e in relazione alle aree civili e agli abitati più vicini alle sorgenti, per quanto riguarda le esposizioni della popolazione generale, con particolare riferimento alle aree occupate in maniera continuativa per più di quattro ore dove devono essere rispettati i valori di attenzione previsti dalla normativa nazionale.

Inoltre, tali valutazioni sono state effettuate considerando le sorgenti operanti alla massima potenza come previsto dalle normative. A questo proposito, si evidenzia che questo modo di procedere, se da un lato può garantire con un certo margine di sicurezza che i limiti di esposizione sono rispettati (quando i valori calcolati sono inferiori ai limiti), d'altra parte non è una procedura valida ai fini di una caratterizzazione realistica delle esposizioni che potrebbe essere utile per un'indagine finalizzata a mettere in luce eventuali effetti sulla salute delle esposizioni stesse.

I risultati delle valutazioni indicano che i limiti sono rispettati, sia per quanto riguarda i lavoratori, sia per quanto riguarda la popolazione, essendo stati evidenziati solo due tipi di criticità (in termini di possibile violazione delle normative), entrambi relativi alle esposizioni lavorative, ed entrambi relativi ad assunzioni cautelative (radar orientati verso terra, quando il loro uso è finalizzato all'inseguimento di bersagli aerei; antenne di una particolare postazione tutte operanti contemporaneamente, modalità non prevista nelle normali condizioni operative).

In particolare, sono stati previsti superamenti dei limiti di esposizione (attualmente non cogenti) previsti per i lavoratori:

1) nei pressi dei radar RIS (Radar per Inseguimento Strumentale) delle postazioni di Serralonga, Torre Murtas, San Lorenzo, Punta Is Ebbas, sulla base di un angolo di elevazione di tali radar pari a -5° ;

2) nei pressi del radar RTES (*Remote Threat Emitter Simulators*) della postazione di Monte Cardiga, sulla base di un angolo di elevazione pari a 0° , ma “tali valori si riscontrano nelle immediate vicinanze dell’antenna”;

3) sul tetto del locale radio della postazione Quota 210 quando tutte le antenne per TLC sono accese contemporaneamente: “il valore massimo di campo elettrico ottenuto dalla simulazione è di 65.6 V/m; tale valore verrebbe raggiunto sul tetto del locale radio. Questo valore potrebbe risultare di poco superiore al valore limite di 61 V/m della normativa di riferimento. Tuttavia si sottolinea che raramente si verifica il contemporaneo utilizzo di tutte le antenne di TLC sul locale radio, pertanto nella maggior parte dei casi in cui non tutte le antenne trasmettono simultaneamente, i livelli di campo risultano inferiori al limite di 61 V/m.”

A proposito di questi risultati la CTE conclude che “le simulazioni riportate nel rapporto, al di là di letture tendenzialmente minimizzatrici, suggeriscano di fare attenzione ai radar di Serralonga, Torre Murtas, San Lorenzo, Punta Is Ebbas che, in condizioni conservative, risultano generatori di campo superiori ai valori di picco e medi della normativa; problematiche analoghe si riscontrano nella postazione Q210 e a Monte Cardiga”.

Il riferimento a “letture tendenzialmente minimizzatrici” è al fatto che, sempre secondo la CTE, “stranamente, per la Ditta le simulazioni (generalmente in condizioni conservative, ma in qualche caso anche in condizioni operative) che producono superamenti dei valori limite di esposizione vengono sempre coniugate al “condizionale” mentre tutte le simulazioni sotto soglia vengono coniugate all’indicativo”. Non essendo chiaro quali siano le condizioni operative in cui sarebbero stati ottenuti i superamenti dei limiti di esposizione, questa osservazione non sembra molto giustificata, ritenendosi corretto l’uso del condizionale nel descrivere i risultati di valutazioni teoriche effettuate sulla base di assunzioni cautelative che mostrano superamenti dei limiti, così come è corretto l’utilizzo dell’indicativo quando i limiti sono rispettati: infatti, se sulla base di assunzioni cautelative si prevede il rispetto di un limite, assunzioni più realistiche non possono che confermare tale previsione.

Restano tuttavia alcuni dubbi circa l'interpretazione da dare dei risultati relativi all'antenna RES del Monte Cardiga: "I valori massimi di campo elettrico di picco e medio ottenuti dalle simulazioni sono rispettivamente di 6350 V/m e 201 V/m e potrebbero risultare superiori ai rispettivi valori limite di 4384 V/m e 137 V/m della normativa. Si sottolinea che, come mostrato nelle precedenti figure, tali valori si riscontrano nelle immediate vicinanze dell'antenna." Anche in questo caso infatti sono stati ottenuti valori che superano i limiti di esposizione occupazionali, anche se "nelle immediate vicinanze dell'antenna", ma non è chiaro per quale motivo le assunzioni vengono dichiarate come "cautelative", non essendo riportato un angolo di puntamento dell'antenna negativo (ossia, antenna puntata verso terra). Viene indicato un angolo di elevazione di 0°, che probabilmente è conservativo se l'antenna deve funzionare rivolta verso l'alto (si parla di configurazione "*missile guidance*"), ma questo è in contraddizione con quanto riportato nella relazione finale, al paragrafo 8.1 "Criticità previste": "Dalle simulazioni effettuate è emerso che i livelli di campo predetti possono superare i limiti imposti dalle normative solo in situazioni conservative" [tra cui] "Radar RIS e apparati RTES operanti con angoli di elevazione negativi tali da investire con il fascio principale i punti di osservazione posti a terra; nelle normali condizioni operative di utilizzo dei radar, ovvero con l'antenna operante con angoli di puntamento elevati, i livelli di campo decrescono rapidamente dato che i punti di osservazione sono investiti soltanto dai lobi secondari." Sarebbe opportuno un chiarimento di questo punto, anche ai fini delle misure che il "datore di lavoro" dovrà prendere per ridurre i rischi del personale (militare ed eventualmente civile) esposto ai campi elettromagnetici.

In relazione al risultato ottenuto per la postazione Quota 210, nella relazione dell'ARPAS del febbraio 2012 (pag. 29) si rileva che "i potenziali superamenti di valore limite di esposizione devono essere comunque esclusi, anche per situazioni di funzionamento degli impianti relativamente poco frequenti e pertanto non si ritiene accettabile un superamento del valore limite di esposizione": anche in questo caso sarà responsabilità del "datore di lavoro" prendere le opportune misure affinché i lavoratori non siano soggetti a rischi, in particolare verificando il rispetto dei valori limite di esposizione, soprattutto quando questi ultimi saranno in vigore (presumibilmente nel 2016). Questo aspetto era comunque già stato preso in considerazione nelle conclusioni della relazione finale del lotto 2 del PMA, dove si raccomanda di adottare procedure stringenti per "evitare l'accesso, in maniera il più possibile automatica, al personale stesso nelle aree (come ad esempio i tetti) dove sono presenti le antenne TLC e nelle vicinanze delle antenne dei radar quando gli apparati siano funzionanti".

Per quanto riguarda le esposizioni della popolazione, è interessante notare che, sia a Perdasdefogu che a Zinnibiri Mannu-Tertenia, le valutazioni del campo emesso dalle antenne RIS in condizioni conservative (elevazioni di 0° a Perdasdefogu e $-1,4^\circ$ a Zinnibiri Mannu), rispettano le normative, ma i valori massimi calcolati di campo elettrico (13,1 V/m e 13,8 V/m, rispettivamente) sono comunque superiori al valore di attenzione di 6 V/m che si applica alle sorgenti fisse per telecomunicazioni e radiotelevisive, e non ai radar [5]. Ciò potrebbe indicare, al di là del rispetto delle normative, esposizioni della popolazione a livelli di campo più alti del normale (assumendo che in generale le esposizioni della popolazione italiana non superano il valore di 6 V/m, proprio in quanto valore previsto dalla normativa per altri più diffusi tipi di sorgenti fisse).

Anche in questo caso, tuttavia, bisogna ricordare che le assunzioni sono conservative: se infatti si considerano le più realistiche elevazioni positive delle antenne, il massimo valore di campo elettrico calcolato per Perdasdefogu, a questo punto dovuto prevalentemente alle antenne per TLC, è pari a 1,2 V/m, mentre per Zinnibiri Mannu non è stato calcolato visto che l'unica altra sorgente presente nelle vicinanze è un radar navale con emissione verso il mare.

A conforto di queste considerazioni intervengono i risultati delle misure effettuate dall'ARPAS tramite centraline mobili di monitoraggio a Perdasdefogu e a Marina di Tertenia che hanno riportato valori quasi esclusivamente pari al limite di sensibilità dello strumento (relazione ARPAS, pag. 32). Deve essere comunque tenuto presente che le centraline di monitoraggio sono a banda larga, e non danno informazioni circa i valori di picco nel caso fosse presente un segnale proveniente dai radar.

Nelle conclusioni della relazione finale del lotto 2 del PMA sono comunque formulate delle raccomandazioni finalizzate a ridurre le esposizioni della popolazione nonostante il rispetto delle normative. Si suggerisce per esempio di impedire in maniera automatica che il fascio principale degli apparati radar di Guerra Elettronica RTES e dei radar di *tracking* RIS illumini le aree abitate, evitando esposizioni indebite sia della popolazione che dei lavoratori. Desta tuttavia qualche perplessità la frase secondo cui tali raccomandazioni vengono formulate “facendo proprio il concetto ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) con il conseguente raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dalla normativa”,² in quanto non è chiaro di quali obiettivi di qualità si parli, considerato che se sono già previsti dalla normativa (non è il caso dei radar, come già discusso) dovrebbero essere già stati raggiunti, e se non sono previsti non è chiaro cosa bisognerebbe raggiungere.

² Sottolineatura degli Autori.

Valutazione dei rischi per la salute

Le attività di valutazione dei livelli ambientali di campo elettromagnetico nel PISQ e nelle aree limitrofe, finalizzate ad una verifica del rispetto delle normative di riferimento, sono consistite in misure sperimentali e valutazioni previsionali nel caso di sorgenti operanti alla massima potenza, ciò al fine di individuare le condizioni di esposizione di “caso peggiore”.

Nella presente analisi delle attività svolte sono stati individuati i seguenti punti che potrebbero essere chiariti o approfonditi in futuro: 1) la presenza di antenne che emettono campi a frequenze inferiori a 10 MHz, che pertanto dovrebbero essere valutati sulla base di quanto previsto dalla nuova direttiva europea 2013/35/UE che per queste frequenze prevede limiti di esposizione differenti rispetto a quelli indicati nel Capo IV del Titolo VIII del D.Lgs. 81/08; 2) la natura cautelativa delle assunzioni alla base delle valutazioni previsionali relative all'antenna RTES di Monte Cardiga.

I risultati ottenuti indicano tuttavia nel complesso un rispetto generalizzato dei limiti di esposizione, sia per la popolazione che per i lavoratori professionalmente esposti ai campi elettromagnetici, e forniscono utili indicazioni per tenere in futuro la situazione sotto controllo.

Il rispetto dei limiti di esposizione implica che le esposizioni di lavoratori e popolazione sono ben al di sotto delle soglie oltre le quali sono possibili gli unici effetti sanitari accertati dei campi elettromagnetici a RF, connessi al riscaldamento dei tessuti del corpo conseguente all'assorbimento di energia elettromagnetica e alla sua conversione in calore (effetti termici, a breve termine).

Per quanto riguarda gli effetti a lungo termine dei campi elettromagnetici, ancora non dimostrati, la situazione è più complessa, e non solo perché le valutazioni effettuate nell'ambito del PMA, proprio perché miranti a ricercare le situazioni di “caso peggiore”, non permettono di valutare realisticamente le esposizioni (pregresse, attuali o future) del personale militare (sicuramente soggetto alle esposizioni superiori) e della popolazione residente nei pressi del PISQ.

Infatti, a differenza del caso degli effetti a breve termine, la cui esistenza è certa, e i cui meccanismi sono talmente ben compresi da permettere un sistema di protezione della salute umana sul quale esiste un vasto consenso nella comunità scientifica internazionale, per quanto riguarda gli effetti sanitari a lungo termine dei campi elettromagnetici, nonostante essi siano stati estensivamente indagati negli ultimi decenni sia con studi epidemiologici sull'uomo, sia con studi sperimentali *in*

vivo su animali da laboratorio e *in vitro* su cellule è possibile affermare che: 1) tali effetti non sono stati accertati dalla ricerca scientifica; 2) i possibili meccanismi di interazione tra campi e sistemi biologici alla base di questi effetti sono ancora ignoti, essendo state identificate tutt'al più delle ipotesi di lavoro per la ricerca scientifica; 3) la loro natura stessa è indeterminata, spaziando da un aumentato rischio di contrarre diverse patologie tumorali a un possibile ruolo nell'induzione di patologie non tumorali di varia natura.

Nel 2011, l'*International Agency for Research on Cancer* (IARC) ha valutato il potenziale rischio cancerogeno associato all'esposizione ai campi elettromagnetici a RF, classificando questi ultimi come "possibilmente cancerogeni per l'uomo", inserendoli così nel Gruppo 2B del sistema di classificazione della stessa IARC [7]. Tale classificazione, basata essenzialmente sui risultati di alcuni studi epidemiologici condotti sugli utilizzatori di telefoni cellulari per indagare l'esistenza di associazioni con i tumori intracranici, ha confermato l'assenza di un'evidenza coerente di cancerogenicità dei campi elettromagnetici a RF che, se esistente, avrebbe potuto invece condurre la IARC ad una loro allocazione nei Gruppi 2A ("probabilmente cancerogeni per l'uomo") o 1 ("cancerogeni per l'uomo"). L'evidenza epidemiologica è stata infatti giudicata come "limitata", il che significa, nella terminologia della stessa IARC, che è stata osservata un'associazione positiva tra esposizione e tumori per la quale una interpretazione causale viene ritenuta credibile, ma caso, distorsioni e confondimento non possono essere esclusi con ragionevole certezza.

A questo proposito si precisa che, a differenza di quanto erroneamente riportato nella relazione della CTE, i campi elettromagnetici a RF non erano mai stati classificati prima dalla IARC, per cui non si è verificato nessun "passaggio dal Gruppo 3 al 2B": tale errata informazione potrebbe indurre l'idea che l'evoluzione delle conoscenze scientifiche tenda ad accumulare prove tendenti ad indicare la possibilità di una cancerogenicità dei campi elettromagnetici a RF, mentre al contrario, come sostenuto in rassegne delle evidenze scientifiche come quella pubblicata nell'aprile 2012 dalla britannica *Health Protection Agency* (HPA), anche se non è possibile escludere la possibilità di effetti troppo piccoli per essere osservati o più a lungo termine di quelli che è stato finora possibile indagare (connessi a durate d'uso fino a circa 15 anni), "l'evidenza che si sta accumulando sul rischio cancerogeno, in particolare in relazione all'uso dei telefoni mobili, non è definitiva ma, nel suo insieme, va sempre più nella direzione di nessun reale effetto dell'esposizione" [8].

D'altra parte, deve anche essere segnalato che nello stesso Gruppo di Lavoro della IARC che ha classificato i campi elettromagnetici a RF si è espressa una posizione di minoranza secondo cui l'evidenza epidemiologica era da considerarsi "inadeguata" non permettendo di raggiungere una

conclusione circa la presenza o l'assenza di un'associazione causale tra esposizione e cancro: se tale giudizio fosse stato condiviso dalla maggioranza del Gruppo di Lavoro, ciò avrebbe presumibilmente condotto ad un inserimento dei campi elettromagnetici a RF nel Gruppo 3 ("agenti non classificabili in relazione alla loro cancerogenicità nell'uomo").

Per quanto riguarda le esposizioni occupazionali, tra cui sono state considerate in alcuni studi anche quelle di operatori di radar pulsati ad alta potenza, il Gruppo di Lavoro della IARC non ha evidenziato negli studi esaminati una chiara indicazione di un'associazione tra esposizioni occupazionali a RF e tumori del cervello. Alcuni studi riportavano deboli suggerimenti di un possibile aumento nel rischio di leucemia e linfoma associato all'esposizione occupazionale a RF, ma le limitazioni nella valutazione delle esposizioni e il possibile ruolo di fattori di confondimento rendevano difficile l'interpretazione dei risultati. Per altri tipi di cancro gli studi epidemiologici avevano limitazioni metodologiche ed i risultati non erano coerenti. Per quanto riguarda le esposizioni a sorgenti fisse di campi elettromagnetici a RF, gli studi epidemiologici non indicano che tali esposizioni ambientali aumentino il rischio di tumori del cervello, né permettono di trarre conclusioni sul rischio di leucemia o linfoma da esposizioni ambientali a campi a RF [7].

Nella citata rassegna pubblicata dall'HPA si conclude che gli studi sull'esposizione occupazionale ai campi a RF e gli studi residenziali relativi ai trasmettitori radio e TV non indicano che l'esposizione a RF da queste sorgenti causi il cancro. Tuttavia, questi studi hanno considerevoli punti di debolezza, in particolare nella valutazione dell'esposizione, tali che essi non forniscono una forte evidenza contro questa possibilità. Per quanto riguarda ricerche future, studi su gruppi occupazionali altamente esposti sarebbero di considerevole interesse purché abbiano una buona valutazione dell'esposizione. I livelli di esposizione molto bassi e le grandi difficoltà per una valida valutazione dell'esposizione rendono invece improbabile che studi sui rischi in relazione ad esposizioni ambientali possano contribuire sostanzialmente a scoprire se l'esposizione ai campi a RF sia cancerogena [8].

Si sottolinea infine che la ricerca scientifica non ha identificato chiare relazioni quantitative tra l'esposizione ai campi elettromagnetici e il "possibile" rischio cancerogeno per l'uomo. Non sono stati infatti identificati né soglie di effetto né qualche cosa di analogo ai coefficienti di rischio delle radiazioni ionizzanti (cancerogeni certi), e ciò impedisce una vera e propria valutazione quantitativa del rischio di effetti a lungo termine possibilmente connessi alle esposizioni ai campi elettromagnetici. Non sarebbe quindi possibile valutare l'eventuale impatto sulla salute pubblica

delle esposizioni umane ai campi elettromagnetici del PISQ anche se fosse possibile valutarle più precisamente di quanto hanno permesso le attività del PMA.

Conclusioni

Le attività di valutazione dei livelli ambientali di campo elettromagnetico condotte presso il PISQ, al di là di alcuni punti evidenziati in questo contributo che possono essere chiariti facilmente o approfonditi in futuro, non indicano la possibilità di rischi per la salute, sia del personale militare che della popolazione civile, connessi agli effetti a breve termine dei campi elettromagnetici, gli unici accertati dalla ricerca scientifica.

I risultati riportati indicano anche il rispetto delle misure di cautela (valori di attenzione/obiettivi di qualità) previste per la popolazione generale dalla normativa nazionale in applicazione del principio di precauzione, tuttavia, sulla base delle attuali conoscenze scientifiche, nonché della complessità dello scenario espositivo, non sono possibili valutazioni quantitative del rischio sanitario connesso agli ancora non accertati effetti a lungo termine dei campi elettromagnetici ad alta frequenza emessi dai numerosi trasmettitori presenti nell'area.

Bibliografia

- 1) International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Phys* 74(4): 494-522; 1998.
- 2) Decreto Legislativo 9 Aprile 2008, n. 81 - Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, G.U. n. 101 del 30 aprile 2008.
- 3) Direttiva 2004/40/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (diciottesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE), G.U. dell'Unione Europea L184 del 24 maggio 2004.
- 4) Direttiva 2013/35/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 Giugno 2013 sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (ventesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) e che abroga la direttiva 2004/40/CE, G.U. dell'Unione Europea L179 del 29 giugno 2013.
- 5) Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003 – Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz, G.U. n. 199 del 28 agosto 2003.
- 6) Raccomandazione del Consiglio del 12 luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz, (1999/519/CE), G.U. delle Comunità Europee L199 del 30 luglio 1999.
- 7) International Agency for Research on Cancer. Non-ionizing radiation, Part II: Radiofrequency electromagnetic fields. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, vol. 102. Lyon, France, 2013.
- 8) Independent Advisory Group on Non-Ionising Radiation (AGNIR). Health Effects from Radiofrequency Electromagnetic Fields. Chilton (UK): Health Protection Agency (HPA), RCE-20, April 2012.

CARATTERIZZAZIONE DI AREE MILITARI - DEFINIZIONE LIMITI DI RIFERIMENTO PER COMPOSTI NON NORMATI

Per l'individuazione dei valori di riferimento in acque e suoli per alcuni composti, si riportano in questa relazione le valutazioni relative ai composti/contaminanti di interesse radioprotezionistico, quali uranio (in diverse combinazioni isotopiche), torio e radioisotopi artificiali emettitori alfa, beta, gamma.

Criteri Utilizzati

La normativa italiana (art.115-bis del D.lgs. 230/95 e s.m.i.) prevede che *"in caso di esposizione prolungata dovuta agli effetti di un'emergenza radiologica o di una pratica che non sia più in atto devono essere rispettati i seguenti principi generali:*

- a) un intervento è attuato solo se la diminuzione del detrimento sanitario dovuto alle esposizioni a radiazioni ionizzanti è tale da giustificare i danni e i costi, inclusi quelli sociali, dell'intervento;*
- b) il tipo, l'ampiezza e la durata dell'intervento sono ottimizzati in modo che sia massimo il vantaggio della riduzione del detrimento sanitario, dopo aver dedotto il danno connesso con l'intervento;.....".*

Le problematiche radiologiche del Poligono Interforze di Salto di Quirra rientrano nei casi sopra citati dalla normativa italiana, in quanto la contaminazione ambientale del sito si può considerare come l'effetto di *una pratica non più in atto*. L'approccio dovrebbe essere quindi guidato dal principio di ottimizzazione radiologica e non esistono livelli di riferimento o limiti prefissati da utilizzarsi direttamente in ogni situazione; invece, ogni situazione dovrebbe essere valutata singolarmente con la conseguente elaborazione di livelli di dose o di livelli derivati in termini di concentrazioni di attività specifiche per la situazione considerata.

In assenza di informazioni complete sullo stato di contaminazione del sito in oggetto e sugli altri parametri necessari per ricavare dei livelli di intervento specifici per la situazione in oggetto sulla base dei due principi sopra riportati, sono stati comunque individuati dei valori "di riferimento" per la concentrazione di attività del suolo e dell'acqua, per diversi radionuclidi naturali e artificiali, in base ai criteri di esenzione delle pratiche in atto. Va fatto presente che nelle pratiche in atto le possibilità di controllo dei livelli di esposizione dei lavoratori e della popolazione sono generalmente superiori a quelle di una pratica non più in atto. Questo è il motivo per cui non esistono, in queste situazioni, livelli di riferimento prefissati.

A) CONTAMINAZIONE DEL SUOLO

A.1. Uranio e torio naturali

Per effettuare le valutazioni sugli aspetti radiologici derivanti dalla contaminazione da uranio (ed in particolare da uranio naturale U_{nat} , composto in peso al 99.27% di U-238, allo 0.72% di U-235 e allo 0.01% di U-234) e torio (ed in particolare di $Th-232_{sec}$, cioè per il Th-232 in equilibrio secolare con la catena dei suoi prodotti di decadimento) nelle aree militari in oggetto è stata utilizzata la linea guida Radiation Protection 122 part II (RP 122 part II), pubblicata nel 2001 dalla Commissione europea per dare indicazioni sull'applicazione della Direttiva 96/29/Euratom nel caso di contaminazioni di radionuclidi di origine naturale.

Miscela isotopiche di uranio che siano state modificate rispetto alla composizione isotopica naturale durante il processo di produzione del combustibile nucleare, come l'uranio arricchito e l'uranio impoverito, ricadono nella trattazione dei radionuclidi artificiali (cfr. sezione A.2).

Sono stati assunti come livelli di riferimento i livelli di azione di azione³ per le attività lavorative con particolari sorgenti naturali di radiazioni. Questi livelli di azione, in base alla normativa italiana del settore (Capo III bis del D.lgs. 230/95 e s.m.i), sono espressi in termini di dose efficace e valgono, rispettivamente, 0.3 mSv/anno per la popolazione e 1 mSv/anno per i lavoratori.

Per il calcolo delle concentrazioni di U e Th corrispondenti alle suddette dosi sono stati utilizzati alcuni scenari, utilizzati nella RP 122 part II, che vengono nel seguito riportati brevemente.

Si sottolinea che tutti i calcoli sono effettuati al netto del contributo del fondo ambientale (v. RP 122 part II).

³ Livello di azione: valore di dose efficace, il cui superamento richiede l'adozione di azioni di rimedio che riducano tale grandezza a livelli più bassi del livello di azione (da D.lgs 230/95 e s.m.i).

A.1.1. Lavoratori

A.1.1.1. Primo scenario per i lavoratori

Questo scenario descrive il deposito all'aperto di ingenti quantità di materiale NORM (Naturally Occurring Radioactive Material). Il materiale NORM non è diluito con materiale non contaminato (fattore di diluizione 100%). Il tempo di esposizione per un lavoratore in questa area è di 1800 ore/anno. La geometria del cumulo all'aperto ha le seguenti misure: volume = 10 000 m³; altezza = 6 m; 45° di pendenza; superficie risultante in cima al cumulo = 2127 m². La distanza media della persona di riferimento (lavoratore) dal bordo del cumulo è 10 m; non si assume nessuna schermatura.

L'inalazione di polvere viene calcolata nel caso di movimentazione del materiale NORM. In questo scenario il valore di concentrazioni di polvere viene assunto pari a 1 mg/m³. Per il lavoratore è stato inoltre ipotizzato un rateo di respirazione di 1.2 m³/h.

È stato infine assunto un rateo di ingestione di 10 mg/h per l'intero anno di lavoro.

A.1.1.2. Risultati ottenuti in base ai coefficienti più cautelativi riportati nella RP 122 part II

Per il Th-232_{sec} è stato calcolato un *coefficiente di conversione dose/concentrazione di attività* di 0.214 (mSv/a)/(kBq/kg). La concentrazione di attività corrispondente al livello di azione di 1 mSv/anno è quindi 4.7 kBq/kg, cioè 4 700 Bq/kg.

Per l'U_{nat} è stato calcolato un *coefficiente di conversione dose/concentrazione di attività* di 0.030 (mSv/a)/(kBq/kg). La concentrazione di attività corrispondente al livello di azione di 1 mSv/anno è quindi 33 kBq/kg, cioè 33 000 Bq/kg.

A.1.1.3. Secondo scenario per i lavoratori

Questo scenario descrive l'esposizione dei lavoratori in una discarica e comprende lo smaltimento dei residui NORM, nonché procedure di lavoro quali la profilatura della superficie e la copertura di

aree piene. Si assume che il tempo di esposizione per un lavoratore in questa area sia di 1800 ore/anno. Per quanto riguarda la diluizione del materiale NORM sul cumulo/discardica, si considera un fattore di diluizione del 100%, ipotizzando che nella discardica venga conferito un solo tipo di materiale (tipica situazione industriale).

Nella maggior parte dei casi i rifiuti sono trasportati con camion da cui sono scaricati e conferiti in discardica. Ratei tipici di conferimento per i singoli lavoratori, o per piccoli gruppi, vanno da 20 a 50 tonnellate/h. Un conferimento presunto di 20 tonnellate/h ed un tempo di lavoro presunto di 1800 h/a produce un rateo di conferimento per il lavoratore di riferimento (o gruppo di lavoro) di 36 000 tonnellate/anno.

Esposizione esterna: l'esposizione esterna da radiazioni gamma del personale della discardica è calcolata in un punto situato un metro dal suolo su un volume semi infinito (grande discardica che circonda la persona di riferimento). Il lavoratore è schermato dalle strutture del veicolo che viene utilizzato per effettuare il livellamento e il lavoro di smaltimento. Si assume una schermatura di acciaio con un fattore totale di schermatura pari a 2.

Inalazione: le procedure di lavoro sono caratterizzate da alte concentrazioni di polveri durante la consegna, scarico e compattazione dei rifiuti (valore tipico di 2 mg/m^3) e da concentrazioni inferiori di polvere durante il lavoro di livellamento e profilatura (valori tipici da 0.1 a 1 mg/m^3). In base a misure effettuate in alcune discardiche, è stato assunto un valore medio annuo di concentrazione di polvere inalabile di 1 mg/m^3 . Per il lavoratore è stato inoltre assunto un rateo di respirazione pari a $1.2 \text{ m}^3/\text{h}$.

Ingestione: è stato scelto un rateo di ingestione di 10 mg/h per l'intero anno di lavoro della persona di riferimento.

A.1.1.4. Risultati ottenuti in base ai coefficienti più cautelativi riportati nella RP 122 part II

Per il $\text{Th-232}_{\text{sec}}$ è stato calcolato un *coefficiente di conversione dose/concentrazione di attività* di $0.612 \text{ (mSv/a)/(kBq/kg)}$. La concentrazione di attività corrispondente al livello di azione di 1 mSv/anno è quindi 1.6 kBq/kg , cioè $1\,600 \text{ Bq/kg}$.

Per l' U_{nat} è stato calcolato un *coefficiente di conversione dose/concentrazione di attività* di 0.031 (mSv/a)/(kBq/kg). La concentrazione di attività corrispondente al livello di azione di 1 mSv/anno è quindi 32 kBq/kg, cioè 33 000 Bq/kg.

A.1.2. Popolazione

A.1.2.1. Scenario: persona che vive nelle vicinanze del cumulo/discarica di materiale NORM

Questo scenario descrive l'esposizione di un membro del pubblico che vive in una casa nei pressi di un cumulo o di una discarica che non è coperta da uno strato di materiale incontaminato. Si presume che il cumulo/discarica contenga materiale NORM non diluito di vari tipi.

Lo scenario comprende tre situazioni di esposizione:

- residenza nella casa vicino al cumulo/discarica;
- permanenza nel giardino appartenente alla casa;
- stare sul cumulo/discarica senza la presenza di uno strato di copertura (soprattutto valido per cumuli).

Le dosi efficaci risultanti per queste tre situazioni di esposizione sono sommate.

Si ipotizza che la persona di riferimento spenda 6000 h/a nella casa, 1000 h/a nel giardino vicino alla casa e qualche tempo sul cumulo o discarica stessa, a seconda dell'età della persona di riferimento: 0 h/a per bambini di 0–2 anni, 250 h/a per bambini di 2–12 anni, 100 h/a per gli adulti e gli adolescenti tra 12 e 17 anni. La casa si trova a una distanza di 25 m (in media) dal bordo del cumulo/discarica; il giardino della casa si trova a una distanza di 20 m dal bordo del cumulo/discarica. Per il soggiorno sul cumulo il rateo di dose è calcolato ad un'altezza di 1 m.

Esposizione esterna: il modello si basa sulla seguente geometria del cumulo/discarica: area di 100 000 m², altezza 10 m dal suolo, lunghezza 300 m. La distanza dal cumulo/discarica alla persona di riferimento nel giardino è 20 m, la distanza dalla persona in casa è di 25 metri e la distanza per l'esposizione sul cumulo/discarica stessa è di 1 m dal suolo. L'esposizione esterna causata dal cumulo/discarica è schermata (pareti con 20 centimetri spessore) dalla casa stessa quando la persona di riferimento rimane all'interno.

Inalazione: le dosi causate dall'inalazione di polveri sono calcolate utilizzando diverse concentrazioni di polveri nei luoghi di esposizione considerati:

- sul cumulo/discarica: 0.2 mg/m³ per il roccia/scorie ; 0.5 mg/m³ per cenere/sabbia
- nel giardino: 0.05 mg/m³ per il roccia/scorie; 0.1 mg/m³ per cenere/sabbia
- all'interno della casa: 0.02 mg/m³ per il roccia/scorie; 0.05 mg/m³ per cenere/sabbia.

I corrispondenti ratei medi di respirazione dipendono dall'età e vengono scelti come raccomandato dall'ICRP, ovvero 0.12, 0.22, 0.36, 0.64, 0.84, 0.925 m³/h per tutte e tre le situazioni di esposizione (casa, giardino, cumulo).

Ingestione: per quanto riguarda il calcolo delle dosi causate da ingestione sono considerati tre meccanismi:

- Ingestione diretta: materiale residuo viene ingerito direttamente solo quando la persona di riferimento rimane sul cumulo. I ratei di ingestione dipendono dall'età con i seguenti valori: 10 mg/h per un bambino tra 1 e 7 anni e 5 mg/h per un individuo adulto e di età tra i 7 e i 17 anni.
- Ingestione secondaria di verdure coltivate nel giardino coperto dalla polvere del cumulo: la velocità di deposizione di polveri sottili è pari a 0.001 m/s e il tempo di deposizione assunto durante la crescita è di 60 giorni.
- Ingestione secondaria attraverso le acque sotterranee: le precipitazioni percolano nel cumulo/discarica e si contaminano con i radionuclidi del materiale NORM. L'infiltrazione entra nelle acque sotterranee dove viene miscelata con acqua non contaminata. Si presume che il pozzo sia situato a valle del cumulo/discarica lungo il flusso delle acque sotterranee. L'acqua viene prelevata dalla falda da un pozzo privato e utilizzata per l'irrigazione. Nel giardino crescono ortaggi e frutta che si ipotizza costituiscano metà della dieta annuale dei residenti.

A.1.2.2. Risultati ottenuti in base ai coefficienti più cautelativi riportati nella RP 122 part II

Per il Th-232_{sec} è stato calcolato un *coefficiente di conversione dose/concentrazione di attività* di 0.536 (mSv/a)/(kBq/kg). La concentrazione di attività corrispondente al livello di azione di 0.3 mSv/anno è quindi 0.56 kBq/kg, cioè 560 Bq/kg.

Per l'U_{nat} è stato calcolato un *coefficiente di conversione dose/concentrazione di attività* di 0.011 (mSv/a)/(kBq/kg). La concentrazione di attività corrispondente al livello di azione di 0.3 mSv/anno è quindi 27 kBq/kg, cioè 27 000 Bq/kg.

A.1.3. Riassunto dei valori di riferimento valutati per U e Th naturali

Tabella riassuntiva delle concentrazioni di attività derivate per U_{nat} e $Th\text{-}232_{\text{sec}}$

	Lavoratori 1° scenario (per 1 mSv/a)	Lavoratori 2° scenario (per 1 mSv/a)	Popolazione (per 0.3 mSv/a)
$Th\text{-}232_{\text{sec}}$	4 700 Bq/kg	1 600 Bq/kg	560 Bq/kg
U_{nat}	33 000 Bq/kg	32 000 Bq/kg	27 000 Bq/kg

A.2. Radionuclidi artificiali

Per quanto detto nella premessa, anche nel caso di radionuclidi artificiali si dovrebbe procedere ad una valutazione *ad hoc* dei valori di concentrazione di attività dei suoli che si basi sul principio di ottimizzazione, tenuto conto del fatto che siamo di fronte a una esposizione determinata da una pratica non più in atto.

Anche in questo caso una valutazione può essere effettuata utilizzando come riferimento di dose il valore di esenzione, o di cosiddetta non rilevanza radiologica, di una pratica, in modo analogo a quanto fatto per i radionuclidi naturali (U_{nat} e Th_{sec}).

Quando nelle esposizioni radiologiche sono considerati radionuclidi artificiali, però, cambia profondamente l'approccio e, di conseguenza, cambiano i livelli di esenzione. Infatti, in questo caso una pratica viene esentata dagli obblighi previsti dalla normativa per le pratiche quando "...la dose efficace cui si prevede sia esposto un qualsiasi individuo della popolazione a causa della pratica esente è pari o inferiore a 10 μSv all'anno" (da All. I del D.lgs. 230/95 s.m.i.).

La dose efficace può superare il valore di 10 μSv all'anno nel caso in cui, per i radionuclidi costituenti le materie radioattive oggetto delle pratiche, si verifichino congiuntamente le seguenti due condizioni:

- 1) la concentrazione media del radionuclide, intesa come rapporto tra la quantità di radioattività del radionuclide e la massa della matrice in cui essa è contenuta, è superiore a 1 kBq/kg, cioè 1000 Bq/kg;

2) la quantità totale di radioattività del radionuclide è superiore ai valori riportati nella tabella I-1 dell'Allegato I D.lgs 230/95 e s.m.i., oppure, nel caso in cui il radionuclide considerato non sia presente in tale tabella, è superiore a:

a) $1 \cdot 10^3$ Bq per i radionuclidi emettitori di radiazioni alfa;

b) $1 \cdot 10^4$ Bq per i radionuclidi diversi da quelli di cui alla lettera a).

Come già detto, miscele isotopiche di uranio che siano state modificate rispetto alla composizione isotopica naturale durante il processo di produzione del combustibile nucleare, come l'uranio arricchito e l'uranio impoverito, ricadono nella trattazione dei radionuclidi artificiali.

B) CONTAMINAZIONE DELL'ACQUA POTABILE

B.1. Uranio e torio naturali

In Italia la normativa di riferimento per la qualità dell'acqua potabile è il D.lgs 31/2001 in cui viene stabilito che la dose efficace impegnata dovuta al contenuto di radioattività dell'acqua, escluso il contributo del K-40 e del Rn-222 con i suoi prodotti di decadimento a vita breve, dovrebbe essere inferiore a 0.1 mSv/anno per un adulto che consumi 730 l/anno di acqua potabile. In caso di valori di dose superiori a 0.1 mSv/anno, si deve considerare l'entità del superamento e valutare l'opportunità di effettuare azioni di rimedio.

Nella Direttiva 2013/51/EURATOM del 22 ottobre 2013 (“che stabilisce requisiti per la tutela della salute della popolazione relativamente alle sostanze radioattive presenti nelle acque destinate al consumo umano”), non ancora recepita nella legislazione italiana, sono riportati i valori di concentrazione di attività derivati corrispondenti alla dose efficace impegnata di 0.1 mSv/anno con le stesse ipotesi di consumo della norma italiana:

per il $\text{Th-232}_{\text{sec}}$ 0.2 Bq/l (il valore si riferisce al Ra-228 che è il radionuclide più radiotossico della serie del $\text{Th-232}_{\text{sec}}$)

per l' U_{nat} 3 Bq/l

Nelle linee guida dell'OMS (WHO Guidelines for Drinking-Water Quality, 4th edition, 2011) si possono trovare indicazioni sui valori di riferimento per il torio e l'uranio. Per l'uranio i valori sono provvisori, nel senso che possono variare a seguito di nuove evidenze scientifiche. Si deve anche tener conto che i valori dell'OMS sono arrotondati con criterio logaritmico.

Valori di riferimento dal rapporto OMS 2011:

per il $\text{Th-232}_{\text{sec}}$ 1 Bq/l

per l' U_{nat} 10 Bq/l

È importante ricordare che l'uranio è anche un elemento chimicamente tossico: il suo valore di riferimento indicato dall'OMS è di 30 microgrammi/l, corrispondenti a circa 0.75 Bq/l di U_{nat} . Va quindi evidenziato che i valori di riferimento per l' U_{nat} basati sulle sue caratteristiche radiologiche (sia quelli dell'OMS e che quelli della Direttiva 2013/51/EURATOM) sono maggiori del valore di riferimento (indicato dall'OMS) che tiene conto delle caratteristiche chimiche dell' U_{nat} . È quindi questo il valore guida da considerare, perché la sua applicazione garantisce anche il rispetto dei valori di riferimento per gli aspetti radiologici della contaminazione di U_{nat} nell'acqua potabile.

B.2. Radionuclidi artificiali

Per quanto riguarda i radionuclidi artificiali alfa/beta/gamma emettitori, sempre basandosi sulle indicazioni della Direttiva 2013/51/EURATOM, si procede con una prima misura di screening alfa totale e beta totale.

Se i valori misurati superano 0.1 Bq/l per i radionuclidi emettitori alfa e 1 Bq/l per gli emettitori beta (sottratto il contributo del potassio-40) si procede alla determinazione qualitativa e quantitativa dei radionuclidi presenti e si calcola la dose efficace impegnata in un anno.

In caso di valori superiori a 0.1 mSv/anno, si deve considerare l'entità del superamento e valutare l'opportunità di effettuare azioni di risanamento.

PROFILO DI SALUTE DELLA REGIONE SARDEGNA E DELL'AREA IN ESAME

Profilo di salute delle popolazioni che risiedono in prossimità dell' area militare del Poligono Interforze del Salto di Quirra (PISQ).

1.CARATTERISTICHE DELL'INDAGINE

Per contribuire a descrivere il profilo di salute delle popolazioni che risiedono nelle zona afferente al Poligono Interforze del **Salto di Quirra (PISQ)**, l'Ufficio di Statistica dell'Istituto Superiore di Sanità, presso il Centro Nazionale di Epidemiologia, Sorveglianza e Promozione della Salute, ha effettuato uno studio sulla mortalità comunale, basato sui dati ufficiali di mortalità e popolazione rilasciati dall'ISTAT, organizzati nella base di dati in possesso dell'Ufficio medesimo, secondo un protocollo approvato dal Board scientifico il 29 febbraio 2012.

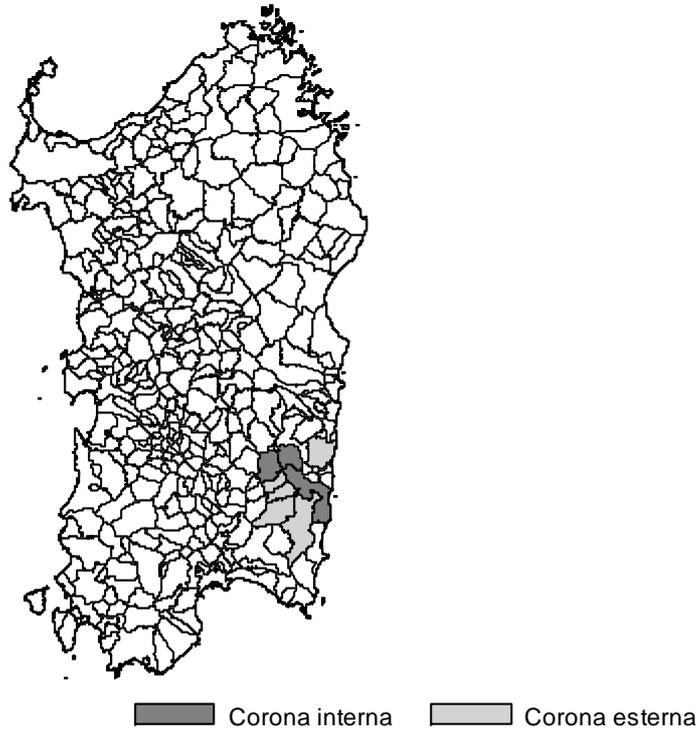
Sono stati utilizzati i metodi sviluppati e applicati nell'ambito del **Progetto SENTIERI** – Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio di Inquinamento (Pirastu et al Sentieri. Valutazione della evidenza epidemiologica. *Epidemiol Prev* 2010;34(5-6) *Suppl 3* e Pirastu et al Sentieri. Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) *Suppl 4*) In sintesi, la mortalità osservata nell'area di interesse viene confrontata con la mortalità attesa in essa, assumendo come forza di mortalità quella delle popolazione dell' l'intera regione di appartenenza. Tali confronti vengono espressi mediante il Rapporto Standardizzato di Mortalità (SMR).. Sotto l'ipotesi di un'esposizione nociva, i valori di SMR dovrebbero essere più elevati (eccesso di mortalità) nelle zone maggiormente esposte. Nei casi in cui la mortalità osservata nell' area di interesse sia inferiore all'area di confronto si parla di deficit di mortalità. Dato che l'indagine è focalizzata ad identificare “eccessi” di rischio per la popolazione, non sono state considerate quelle cause di morte per le quali non sono stati osservati decessi nella popolazione di interesse (zero osservati).

Per contestualizzare l'analisi della mortalità dell'area aspecifica rispetto al riferimento utilizzato, è stata effettuata anche una descrizione in termini di mortalità del Profilo di salute della Regione Sardegna e delle sue Province nel periodo più recente disponibile al momento dell'effettuazione dell'analisi (anni 2003-2009) ; è stata studiata la mortalità generale e quella dovuta a grandi gruppi di cause, all'interno dei quali sono state selezionate specifiche patologie. DETTAGLIO GEOGRAFICO DELL'AREA SPECIFICA : Comuni da analizzare

Essendo quello comunale il dettaglio minimo presente nei dati di mortalità ufficiali, si è posto in primo luogo il problema di come scegliere i comuni da inserire nell'area afferente al PISQ, oggetto in generale dello studio. Per come è organizzata amministrativamente la Sardegna, vi sono comuni che comprendono aree disabitate adiacenti al PISQ, ma i cui centri effettivamente abitati non sono adiacenti all'area del Poligono.

Per poter quindi studiare la mortalità nelle popolazioni comunali residenti in prossimità del PISQ, si è adottata l'impostazione seguita nella "Relazione Finale della Commissione Tecnica Mista di Esperti nell'ambito del Progetto di Monitoraggio Ambientale del PISQ " (pagg. 11 – 14); essa prende in considerazione due aree "concentriche", costituite da comuni in cui vi sono effettivamente centri abitati adiacenti al Poligono.

Fig 1. Mappa dei comuni interessati



“Corona interna”:

Villaputzu
Perdasdefogu
Escalaplano

“Corona esterna”:

Armungia
Ballao
Tertenia
Sanvito
Villasalto

L'insieme complessivo dei comuni è pertanto costituito da:

Villaputzu
Perdasdefogu
Escalaplano
Armungia
Ballao
Tertenia
Sanvito
Villasalto

LE CAUSE DI MORTE DA ANALIZZARE

Le cause di morte vengono classificate a livello internazionale secondo un Sistema di Codifica denominato ICD (*International Classification of Diseases*) elaborato dall'OMS; esso viene sottoposto periodicamente (circa ogni 10-15 anni) ad aggiornamenti, per adottare classificazioni sempre più analitiche e rispondenti al progredire delle conoscenze mediche sulle patologie, denominate "Revisioni".

In Italia fino all'anno 2002 è stata adottata la nona revisione (ICD-9) a partire dall'anno 2003 è stata adottata anche in Italia la classificazione tutt'ora vigente, la decima revisione (ICD-10)⁽¹⁾. Tale versione rappresenta un grande avanzamento, in termini di definizione più articolata e precisa delle varie patologie (il numero delle voci diagnostiche distinte passa da circa 5.000 a circa 12.000).

Per citare un solo esempio, una patologia particolarmente importante negli studi su salute e ambiente come il Mesotelioma della pleura, che nella ICD-9 veniva classificato nella voce indifferenziata "Tumore maligno della Pleura" ora ha una sua codifica specifica ("C45.0").

La scelta delle cause è stata svolta seguendo il protocollo del Progetto SENTIERI – Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio di Inquinamento.

Le cause indagate sono presentate nella Tabella 1.

Tab 1. Le cause indagate

Causa di morte	Codici ICD-10
MORTALITA' GENERALE (tutte le cause)	A00-T98
Malattie infettive e parassitarie	A00- B99
Tubercolosi	A15-A19, B90
Epatite virale	B15 -B19
Tutti i Tumori	C00-D48
Tumore dell'esofago	C15
Tumore dello stomaco	C16
Tumore del colon-retto	C18-C21
Tumore primitivo del fegato e dei dotti biliari intraepatici	C22
Tumore del pancreas	C25
Tumore della laringe	C32
Tumore della trachea, dei bronchi e del polmone	C33-C34
Tumore maligno della pleura	C450
Tumore del connettivo e di altri tessuti molli	C49
Melanoma della pelle	C43
Tumore della mammella (F)	C50
Tumore dell'utero (F)	C53-C55
Tumore dell'ovaio e degli altri annessi uterini (F)	C56-C57
Tumore della prostata (M)	C61
Tumore del testicolo (M)	C62
Tumore della vescica	C67
Tumore del rene e di altri non specificati organi urinari	C64,C66,C68
Tumore del sistema nervoso centrale	C70-C72,D33
Tumore del sistema linfoematopoietico totale	C81-C96
Linfomi non Hodgkin	C82-C85
Malattia di Hodgkin	C81
Mieloma multiplo e tumori immunoproliferativi	C88,C90
Leucemie	C91-C95
Leucemia linfoide (acuta e cronica)	C91
Leucemia mieloide (acuta e cronica)	C92
Diabete Mellito	E10-E14
Demenze	F00-F01,F02.0-F02.3,F03,G30,G31.0
Morbo di Parkinson	G20-G22
Malattia dei neuroni motori	G12.2
Sclerosi multipla	G35
Epilessia	G40-G41
Neuropatie tossiche e infiammatorie non specificate	G62.9
Malattie del sistema circolatorio	I00-I99
Malattia ipertensiva	I10-I15
Malattie ischemiche del cuore	I20-I25
Infarto miocardico acuto	I21-I22
Malattie cerebrovascolari	I60-I69
Malattie apparato respiratorio	J00-J99
Malattie respiratorie acute	J00-J06,J10-J18,J20-J22
Malattie polmonari croniche	J41-J44,J47
Asma	J45-J46
Pneumoconiosi	J60-J64
Malattie dell'apparato digerente	K00-K93
Cirrosi e altre malattie croniche del fegato	K70,K73-K74
Malattie dell'apparato genitourinario	N00-N99
Nefrosi	N00-N07
Insufficienza renale acuta e cronica	N17-N19
Malformazioni congenite	Q00-Q99
Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti	R00-R99
Traumatismi e avvelenamenti	V01-Y89

DETTAGLIO DI GENERE ED ETÀ

Sono state analizzate separatamente per genere e nel loro complesso le popolazioni di tutte le età (0-99 anni).

INDICI STATISTICI CALCOLATI

Per la popolazione dei comuni che compongono le aree in esame sono stati calcolati - per genere - il numero assoluto di decessi e l'SMR (*Standardized Mortality Ratio*, rapporto standardizzato di mortalità) riferito alla mortalità regionale. Esso compara il numero di decessi osservati nella popolazione in esame con il numero di decessi attesi in essa, se avesse sperimentato i livelli di mortalità della popolazione di riferimento (in questo caso, i residenti nella regione in cui si trovano i comuni che compongono il sito indagato). L'aggettivo *standardizzato* si riferisce al fatto che si tiene conto delle diverse distribuzioni per età, in modo che esse non influenzino i risultati.

L'SMR esprime dunque, in percentuale, l'eccesso o il difetto di mortalità della popolazione in studio rispetto a quella di riferimento, al netto delle influenze esercitate dalla diversa composizione per età.

Accanto alla stima puntuale (l'SMR) è stato calcolato l'Intervallo di Confidenza al 90% (IC 90%), avvalendosi del modello di *Poisson* per un numero di decessi osservati inferiore a 100 e dell'approssimazione di *Byar* per un numero di decessi osservati uguale o superiore a 100 ⁽⁴⁾.

PERIODO ESAMINATO

L'analisi è stata effettuata sul periodo 2003-2009 a complemento di analisi precedenti già pubblicate.

2. ANALISI DELLA MORTALITA' NELLE POPOLAZIONI RESIDENTI NELLA REGIONE SARDEGNA E NELLE SUE PROVINCE.

La situazione della Regione Sardegna in termini di mortalità generale è assimilabile alla media italiana, tranne che per un lieve eccesso riguardante la mortalità maschile e per il totale dei generi nelle provincie di Sassari e Medio Campidano.

Per quanto riguarda la mortalità per neoplasie, la mortalità regionale risulta essere significativamente inferiore alla media del paese in quasi tutte le provincie e per le principali sedi tumorali, tranne la mortalità per tumore della mammella nelle donne che è lievemente in eccesso a livello regionale e nella provincia di Cagliari.

Si registra inoltre un eccesso di mortalità per tumore del sistema linfo-ematopoietico nel genere femminile e per entrambi i generi nella provincia di Nuoro.

Quasi sempre significativamente inferiore all'atteso nazionale risulta la mortalità per malattie del sistema circolatorio e più nello specifico per malattie ischemiche del cuore e cerebrovascolari;

si osserva invece un eccesso significativo per mortalità dovuta alle malattie cerebrovascolari in entrambi i generi nel Medio Campidano.

Diversa è la distribuzione degli SMR per malattie del sistema nervoso che sono in eccesso soprattutto nel genere femminile nella regione intera e nelle provincie di Cagliari, Nuoro, Olbia-Tempio e Sassari.

Per quanto riguarda le malattie del sistema respiratorio si registra un lieve eccesso nell'intera regione e per entrambi i generi, la situazione nelle varie provincie risulta alquanto disomogenea con rischi in eccesso nella Provincia di Carbonia-Iglesias(M, F, Tot), Medio-Campidano (M, Tot), Ogliastra (F), Sassari (F, Tot).

Anche la Mortalità per malattie del sistema digerente è in eccesso in molte provincie (Medio-Campidano, Ogliastra, Nuoro e Sassari) nel genere maschile e per entrambi i generi. La mortalità per malattie dell'apparato genito-urinario risulta in lieve eccesso per il genere femminile nella regione e nelle due provincie di Nuoro e Oristano.

In ultimo sempre abbastanza alta rispetto la media nazionale risulta la mortalità per cause violente in entrambi i generi .

Seguono le tabelle contenenti i risultati.

Tab. 2 Mortalità per grandi gruppi di cause nella regione Sardegna : osservati, tassi standardizzati (Italia Censimento 2001), SMR (rif. Italia) e IC 95%.-Periodo 2003-2009 (escluso 2004-2005 non codificati dall'Istat)

REGIONE SARDEGNA	Donne					Uomini					Totale				
	Oss	TSD	SMR	IC 95%		Oss	TSD	SMR	IC 95%		Oss	TSD	SMR	IC 95%	
Mortalità generale	33990	681,8	97	96	98	37573	1119,0	100	99	101	71563	870,4	99	98	100
Tutti i tumori	8762	187,1	95	93	97	12893	369,2	100	98	102	21655	264,0	98	97	100
Tumore del polmone	700	15,2	74	69	80	3213	89,7	95	92	98	566	16,4	70	64	76
Tumore della mammella	1602	34,9	105	100	110										
Tumore dello stomaco	412	8,7	76	69	83	566	16,4	70	64	76	3913	47,7	92	89	95
Tumore sist. Linfoematopoietico	782	16,7	96	90	103	943	27,0	97	91	103	1725	21,1	97	93	102
Malattie del sistema nervoso	1682	33,7	119	113	125	1083	33,2	94	89	100	2765	33,9	108	104	112
Malattie del sistema circolatorio	13255	257,8	89	88	91	12051	374,5	91	90	93	25306	308,4	91	89	92
Malattie ischemiche del cuore	3424	67,5	78	76	81	4391	132,7	86	83	89	7815	95,5	83	81	85
Malattie cerebrovascolari	4137	80,4	93	90	96	3168	101,4	94	91	98	7305	89,4	94	92	96
Malattie del sistema respiratorio	1939	37,5	99	95	104	2970	95,1	103	99	107	4909	59,7	104	101	107
Malattie dell'apparato digerente	1443	29,3	102	97	107	1891	54,0	121	115	126	3334	40,4	112	108	116
Malattie del sistema genitourinario	632	12,6	108	100	117	558	18,1	90	83	98	1190	14,6	101	95	107
Cause Violente	1429	28,9	121	115	127	2593	69,1	131	126	136	4022	50,0	128	124	132

Tab. 3 Mortalità per grandi gruppi di cause nella Provincia di Cagliari : osservati, tassi standardizzati (Italia Censimento 2001), SMR (rif. Italia) e IC 95%.-Periodo 2003-2009 (escluso 2004-2005 non codificati dall'Istat)

CAGLIARI	Donne					Uomini					Totali				
	Oss.	TSD	SMR	IC 95%		Oss.	TSD	SMR	IC 95%		Oss.	TSD	SMR	IC 95%	
Mortalità generale	10188	661,9	94	92	96	11088	1077,2	96	94	98	21276	838,5	95	94	97
Tutti i tumori	2772	187,7	95	91	99	3922	362,8	98	95	101	6694	260,1	97	95	100
Tumore del polmone	220	15,1	73	64	84	1063	95,9	101	95	107	1283	49,8	95	90	101
Tumore della mammella	574	38,7	117	108	127										
Tumore dello stomaco	117	7,8	69	57	82	150	13,9	60	50	70	267	10,3	64	56	72
Tumore Sist. Linfoematopoietico	234	16,2	92	81	105	290	26,4	96	85	107	524	20,6	94	86	103
Malattie del sistema nervoso	517	33,8	119	109	129	344	35,1	99	89	110	861	34,6	110	103	118
Malattie del sistema circolatorio	3749	238,5	83	80	85	3342	346,2	84	81	87	7091	284,2	83	82	85
Malattie ischemiche del cuore	871	55,8	65	61	70	1160	115,6	75	71	79	2031	80,8	71	68	74
Malattie cerebrovascolari	1244	79,2	91	86	97	909	98,6	91	85	97	2153	87,5	91	87	95
Malattie del sistema respiratorio	627	39,6	105	97	114	804	85,7	94	87	100	1431	57,3	100	95	105
Malattie dell'apparato digerente	434	28,3	99	90	109	543	49,8	112	103	122	977	37,8	106	99	113
Malattie del sistema genitourinario	162	10,6	90	77	105	177	19,1	96	82	111	339	13,8	94	85	105
Cause Violente	471	30,4	128	116	140	825	69,5	130	121	139	1296	51,8	129	122	137

Tab. 4 Mortalità per grandi gruppi di cause nella Provincia di Carbonia-Iglesias : osservati, tassi standardizzati (Italia Censimento 2001), SMR (rif. Italia) e IC 95%.-Periodo 2003-2009 (escluso 2004-2005 non codificati dall'Istat)

CARBONIA-IGLESIAS	Donne					Uomini					Totali				
	Oss.	TSD	SMR	IC 95%		Oss.	TSD	SMR	IC 95%		Oss.	TSD	SMR	IC 95%	
Mortalità generale	2750	671,0	96	92	99	3135	1123,6	99	96	103	5885	864,8	98	96	101
Tutti i tumori	720	185,9	94	88	101	1121	384,2	104	98	111	1841	270,1	101	97	106
Tumore del polmone	56	14,9	72	54	93	328	111,5	117	105	130	384	57,1	109	98	120
Tumore della mammella	112	29,4	89	73	107										
Tumore dello stomaco	34	8,3	76	52	106	64	21,7	95	73	121	98	14,2	88	71	107
Tumore sist. Linfomatopoietico	52	13,5	78	58	102	68	22,2	84	65	106	120	17,5	82	68	98
Malattie del sistema nervoso	116	27,6	99	82	119	77	27,7	80	63	100	193	28,2	91	78	104
Malattie del sistema circolatorio	1042	247,3	86	81	91	889	328,6	80	75	85	1931	284,0	83	80	87
Malattie cerebrovascolari	334	79,2	91	82	102	267	99,8	94	83	106	601	88,0	93	85	100
Malattie ischemiche del cuore	280	66,8	78	69	88	303	110,3	70	63	79	583	85,8	75	69	81
Malattie del sistema respiratorio	186	43,9	117	101	135	394	151,5	162	146	179	580	84,9	148	136	161
Malattie dell'apparato digerente	116	27,8	99	82	119	142	49,1	109	92	128	258	37,4	105	92	118
Malattie del sistema genitourinario	53	13,1	110	83	144	55	21,9	106	80	138	108	16,1	110	90	133
Cause Violente	101	25,7	105	86	128	190	62,4	118	101	135	291	48,8	114	101	127

Tab. 5 Mortalità per grandi gruppi di cause nella Provincia di Medio-Campidano : osservati, tassi standardizzati (Italia Censimento 2001), SMR (rif. Italia) e IC 95%.-Periodo 2003-2009 (escluso 2004-2005 non codificati dall'Istat)

MEDIO CAMPIDANO	Donne					Uomini					Totali				
	Oss.	TSD	SMR	IC 95%		Oss.	TSD	SMR	IC95%		Oss.	TSD	SMR	IC 95%	
Mortalità generale	2289	707,8	101	97	105	2623	1194,6	106	102	110	4912	918,1	104	102	107
Tutti i tumori	571	188,2	95	88	104	866	371,7	101	95	108	1437	267,3	100	95	105
Tumore del polmone	39	12,6	64	46	88	222	91,9	98	86	112	261	48,2	93	82	105
Tumore della mammella	101	35,1	104	85	126										
Tumore dello stomaco	31	10,5	88	60	125	41	18,3	76	55	103	72	13,7	82	64	103
Tumore Sist. Linfomatopoietico	35	12,3	66	46	92	49	20,5	76	56	100	84	15,8	72	58	89
Malattie del sistema nervoso	74	23,3	80	63	100	55	25,1	73	55	95	129	24,0	77	64	92
Malattie del sistema circolatorio	960	286,6	99	93	106	845	403,3	98	92	105	1805	338,7	99	95	104
Malattie ischemiche del cuore	231	69,7	81	71	92	299	140,0	89	80	100	530	98,6	86	79	94
Malattie cerebrovascolari	383	114,0	132	119	146	268	131,4	123	109	138	651	123,0	128	119	139
Malattie del sistema respiratorio	117	35,6	92	76	111	269	132,5	144	127	162	386	71,6	126	113	139
Malattie dell'apparato digerente	107	33,7	116	95	140	146	63,6	142	120	167	253	47,3	131	115	148
Malattie del sistema genitourinario	37	11,6	97	68	134	28	14,6	70	46	101	65	12,3	84	65	108
Cause Violente	92	28,4	121	98	148	186	76,4	147	126	169	278	58,5	138	123	156

Tab. 6 Mortalità per grandi gruppi di cause nella Provincia di Nuoro : osservati, tassi standardizzati (Italia Censimento 2001), SMR (rif. Italia) e IC 95%.-Periodo 2003-2009 (escluso 2004-2005 non codificati dall'Istat

NUORO	Donne					Uomini					Totali				
	Oss.	TSD	SMR	IC 95%		Oss.	TSD	SMR	IC 95%		Oss.	TSD	SMR	IC 95%	
Mortalità generale	3555	669,0	95	92	99	4070	1182,7	105	102	109	7625	891,5	101	99	103
Tutti i tumori	919	189,2	96	90	103	1365	388,5	105	100	111	2284	273,8	102	98	106
Tumore del polmone	61	13,4	63	48	81	285	78,4	85	75	95	346	42,1	80	72	89
Tumore della mammella	148	31,5	96	81	112										
Tumore dello stomaco	57	11,3	101	76	130	76	22,5	93	73	117	133	15,9	96	81	114
Tumore Sist. Linfoematopoietico	104	21,3	124	101	150	111	31,9	113	93	136	215	25,8	118	103	135
Malattie del sistema nervoso	177	33,0	118	101	136	116	34,6	98	81	118	293	34,0	109	97	122
Malattie del sistema circolatorio	1386	249,1	86	82	91	1308	391,8	95	90	100	2694	310,7	91	87	94
Malattie ischemiche del cuore	370	68,2	78	71	87	512	150,1	97	89	106	882	103,7	89	83	95
Malattie cerebrovascolari	336	60,1	70	63	78	258	78,6	74	65	83	594	68,0	71	66	77
Malattie del sistema respiratorio	193	34,1	92	79	106	329	99,9	109	98	121	522	59,3	104	95	113
Malattie dell'apparato digerente	136	26,0	91	76	107	212	58,9	134	117	153	348	41,2	113	102	126
Malattie del sistema genitourinario	80	14,6	127	101	159	62	18,5	96	74	123	142	16,2	113	95	134
Cause Violente	181	35,0	146	125	168	314	84,2	159	142	177	495	64,5	155	141	169

Tab. 7 Mortalità per grandi gruppi di cause nella Provincia di Ogliastra : osservati, tassi standardizzati (Italia Censimento 2001), SMR (rif. Italia) e IC 95%.-Periodo 2003-2009 (escluso 2004-2005 non codificati dall'Istat

OGLIASTRA	Donne					Uomini					Totali				
	Oss.	TSD	SMR	IC 95%		Oss.	TSD	SMR	IC 95%		Oss.	TSD	SMR	IC 95%	
Mortalità generale	1253	659,1	94	89	100	1349	1035,1	93	88	98	2602	829,2	94	91	98
Tutti i tumori	276	158,3	82	72	92	426	328,4	88	80	97	702	231,3	87	80	93
Tumore del polmone	11	6,4	32	16	58	65	49,4	52	40	67	76	25,1	49	39	61
Tumore della mammella	45	28,3	82	60	110										
Tumore dello stomaco	21	11,5	104	65	160	21	16,7	69	43	106	42	13,7	84	61	114
Tumore sist. linfoematopoietico	26	14,8	87	57	128	47	36,0	129	95	172	73	23,7	111	87	140
Malattie del sistema nervoso	54	28,2	101	76	131	31	23,8	69	47	99	85	26,7	87	69	107
Malattie del sistema circolatorio	523	263,3	91	84	99	446	341,7	85	77	93	969	302,3	89	83	95
Malattie ischemiche del cuore	124	64,2	74	61	88	142	110,0	71	60	84	266	85,3	73	65	83
Malattie cerebrovascolari	197	100,4	114	99	132	131	101,8	97	81	116	328	102,3	107	96	120
Malattie del sistema respiratorio	95	49,0	127	102	155	106	84,0	91	75	110	201	62,5	109	95	125
Malattie dell'apparato digerente	66	37,1	124	96	157	88	69,6	149	120	184	154	51,4	138	117	162
Malattie del sistema genitourinario	17	9,1	76	44	122	16	13,4	64	37	105	33	10,7	72	49	101
Cause Violente	46	24,9	104	76	138	108	77,5	147	121	178	154	59,4	132	112	155

Tab. 8 Mortalità per grandi gruppi di cause nella Provincia di Olbia-Tempio : osservati, tassi standardizzati (Italia Censimento 2001), SMR (rif. Italia) e IC 95%.-Periodo 2003-2009 (escluso 2004-2005 non codificati dall'Istat

OLBIA-TEMPIO	Donne					Uomini					Totali				
	Oss.	TSD	SMR	IC 95%		Oss.	TSD	SMR	IC 95%		Oss.	TSD	SMR	IC 95%	
Mortalità generale	2776	710,4	100	97	104	3162	1097,6	97	94	101	5938	884,3	100	98	103
Tutti i tumori	719	191,9	97	90	104	1052	348,5	95	89	101	1771	261,4	97	93	102
Tumore del polmone	66	17,9	87	67	110	250	81,2	86	76	97	316	46,4	89	80	100
Tumore della mammella	141	37,5	113	95	133										
Tumore dello stomaco	24	6,4	55	36	83	31	10,5	44	30	63	55	8,1	50	37	65
Tumore sist. linfomatopoiatico	58	15,3	90	68	116	86	28,8	102	82	127	144	21,4	98	83	116
Malattie del sistema nervoso	172	44,1	155	133	180	92	34,0	94	76	116	264	40,0	127	112	144
Malattie del sistema circolatorio	1096	275,0	95	89	101	1130	411,6	100	94	106	2226	336,2	98	94	103
Malattie ischemiche del cuore	339	85,9	99	89	110	469	167,8	107	98	117	808	122,5	106	99	113
Malattie cerebrovascolari	326	81,5	94	84	105	288	108,4	101	90	113	614	93,0	98	90	106
Malattie del sistema respiratorio	113	27,9	74	61	89	178	67,2	73	62	84	291	43,8	77	68	86
Malattie dell'apparato digerente	116	30,2	104	86	125	144	48,6	106	90	125	260	38,6	106	94	120
Malattie del sistema genitourinario	48	12,3	105	77	139	55	21,2	104	79	136	103	15,6	108	88	131
Cause Violente	109	27,7	115	94	139	233	69,3	133	116	151	342	53,8	128	115	142

Tab. 9 Mortalità per grandi gruppi di cause nella Provincia di Oristano : osservati, tassi standardizzati (Italia Censimento 2001), SMR (rif. Italia) e IC 95%.-Periodo 2003-2009 (escluso 2004-2005 non codificati dall'Istat

ORISTANO	Donne					Uomini					Totali				
	Oss.	TSD	SMR	IC 95%		Oss.	TSD	SMR	IC 95%		Oss.	TSD	SMR	IC 95%	
Mortalità generale	3976	669,6	95	92	98	4372	1107,0	98	95	101	8348	860,7	97	95	100
Tutti i tumori	913	171,8	86	81	92	1485	369,3	99	94	104	2398	255,6	95	91	99
Tumore del polmone	67	12,3	63	49	80	313	76,6	81	72	90	380	40,8	78	71	87
Tumore della mammella	168	33,1	99	85	115										
Tumore dello stomaco	42	7,9	67	48	90	66	16,2	70	54	89	108	11,5	69	57	84
Tumore sist. linfomatopoiatico	91	16,4	97	78	120	108	27,6	96	79	116	199	21,0	98	84	112
Malattie del sistema nervoso	140	23,6	83	69	97	115	28,8	84	69	101	255	26,3	83	73	94
Malattie del sistema circolatorio	1767	283,2	98	93	102	1552	398,1	97	92	102	3319	333,8	98	95	101
Malattie ischemiche del cuore	423	69,6	79	72	87	543	136,9	89	81	96	966	99,1	85	80	91
Malattie cerebrovascolari	528	84,0	97	89	106	412	107,5	100	91	110	940	94,3	99	92	105
Malattie del sistema respiratorio	174	27,9	73	63	85	294	76,9	83	74	93	468	47,2	82	74	89
Malattie dell'apparato digerente	157	27,3	93	79	109	204	50,7	112	97	129	361	37,9	104	93	115
Malattie del sistema genitourinario	105	17,2	149	121	180	75	19,7	99	78	124	180	17,9	126	108	145
Cause Violente	161	26,9	117	99	136	252	62,7	116	102	131	413	49,5	117	106	129

Tab. 10 Mortalità per grandi gruppi di cause nella Provincia di Sassari : osservati, tassi standardizzati (Italia Censimento 2001), SMR (rif. Italia) e IC 95%.-Periodo 2003-2009 (escluso 2004-2005 non codificati dall'Istat

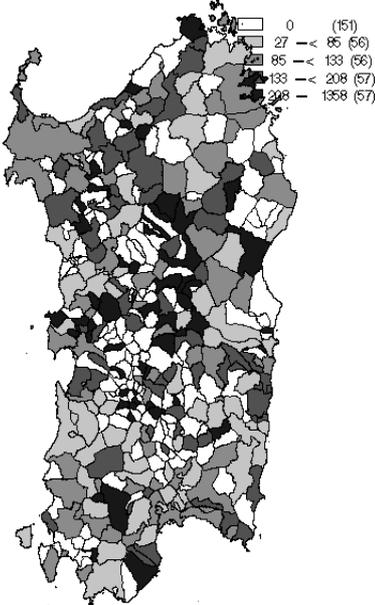
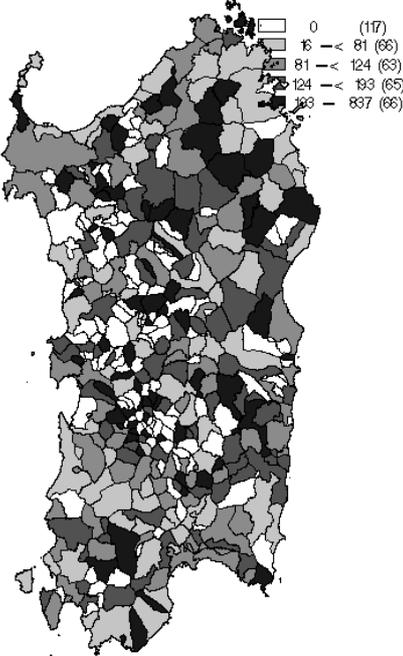
SASSARI	Donne					Uomini					Totali				
	Oss.	TSD	SMR	IC 95%		Oss.	TSD	SMR	IC 95%		Oss.	TSD	SMR	IC 95%	
Mortalità generale	7203	715,5	102	99	104	7774	1162,7	103	101	106	14977	906,1	103	101	105
Tutti i tumori	1872	196,8	100	95	104	2656	379,8	103	99	107	4528	273,4	102	99	105
Tumore del polmone	180	19,2	94	81	108	687	95,2	101	94	109	867	52,0	100	94	107
Tumore della mammella	313	33,7	101	90	113										
Tumore dello stomaco	86	9,1	78	62	96	117	17,1	72	59	86	203	12,5	75	65	86
Tumore sist. linfoematopoietico	182	18,9	110	95	127	184	26,9	94	81	109	366	22,0	102	92	113
Malattie del sistema nervoso	432	43,1	151	137	165	253	39,3	110	97	125	685	42,1	133	123	143
Malattie del sistema circolatorio	2732	263,9	91	88	95	2539	396,0	97	93	100	5271	319,6	94	92	97
Malattie ischemiche del cuore	786	76,9	89	83	95	963	145,6	95	89	101	1749	106,2	93	88	97
Malattie cerebrovascolari	789	75,9	88	82	94	635	102,2	95	88	103	1424	86,6	91	87	96
Malattie del sistema respiratorio	434	41,9	111	100	121	596	94,9	104	96	113	1030	62,7	109	102	116
Malattie dell'apparato digerente	311	31,6	108	97	121	412	59,3	132	119	145	723	43,6	121	112	130
Malattie del sistema genitourinario	130	12,6	110	92	131	90	14,4	74	59	90	220	13,3	93	81	106
Cause Violente	268	27,2	113	100	127	485	64,3	123	112	135	753	48,7	120	111	129

Dato il quesito posto al Board è stato effettuato anche un focus a livello di dettaglio comunale sulle malattie del sistema linfoematopoietico basate sul calcolo di indicatori di rischio (SMR grezzi e aggiustati per indice di deprivazione) , nonchè su metodi di analisi spaziale (ricerca di cluster) il quale non ha evidenziato situazioni degne di nota nelle aree afferenti al poligono. Tuttavia è possibile che il dettaglio territoriale usato (comunale) non sia adatto ad evidenziare situazioni critiche a livello territoriale più fine(es: frazioni di comuni) i cui dati non sono però disponibili a livello centrale. Per questo motivo è stata effettuata un analisi specifica a livello di frazione che verrà presentata in un capitolo successivo.

Fig.2 Distribuzione comunale degli SMR per Tumori del sistema linfoematopoietico distinto per genere –Periodo 2003-2009.

Uomini

Donne



3. RISULTATI DELL'ANALISI DELLA MORTALITA' NELLE POPOLAZIONI RESIDENTI IN PROSSIMITA' DELL'AREA MILITARE DEL PISQ: PRESENTATI E CONDIVISI NELLA RIUNIONE DEL BOARD DEL 25 GIUGNO 2012

Oltre al profilo di salute generale lo studio si è concentrato sull'analisi di alcuni comuni scelti in base all'effettiva presenza di popolazione residente in una zona adiacente al poligono. L'area di interesse è stata così suddivisa in due "corone" (aree) concentriche delle quali la più interna è quella maggiormente esposta ad eventuali effetti del poligono.

Per ogni analisi effettuata è stata utilizzata come valore di riferimento (non esposti) la mortalità nell'intera regione per le medesime cause, genere e classi di età. Sotto l'ipotesi di un'esposizione nociva i valori di SMR dovrebbero essere più elevati nelle zone maggiormente esposte.

Per questa analisi sono stati esaminati i dati relativi al quinquennio più recente disponibile al momento dell'effettuazione dello studio: anni 2003, 2006, 2007, 2008 e 2009; infatti i dati di mortalità per causa relativi al 2004 e 2005 non sono stati ancora rilasciati dall'ISTAT. L'analisi ha riguardato le età nel loro complesso ed è stata articolata per genere (uomini, donne, totale della popolazione).

Alle cause previste nel Protocollo è stato aggiunto il tumore della tiroide.

I risultati sono contenuti nelle 9 tabelle presentate in appendice: tre tabelle per uomini, donne, totale dei generi per la corona interna, per la corona esterna, per il totale dell'area: (3x3).

Nelle tabelle sono presentati i risultati relativi alle cause che danno luogo almeno ad un decesso nel periodo esaminato: trattandosi di una elaborazione svolta su mandato di un *Board* scientifico che riferisce ad Autorità Regionali e Nazionali, governative e parlamentari, sono infatti presentati anche i risultati con un numero di decessi inferiore od uguale a 3, cosa che per motivi di tutela della riservatezza dei dati, non viene usualmente fatta nelle analisi di mortalità.

Si riportano qui di seguito i risultati più significativi (in eccesso o in difetto)

CORONA INTERNA DI COMUNI (ESCALAPLANO, PERDASDEFUGU, VILLAPUTZU)

Si riscontra un deficit significativo di mortalità generale in entrambi i generi (uomini: SMR 82, IC 73-92; donne: SMR 88, IC 78-99) e nel loro complesso (SMR 86, IC 79-93).

L'unico eccesso significativo (al limite della significatività) si osserva nel complesso dei generi, per la mortalità dovuta a malattie (non tumorali) dell'apparato digerente (SMR 138, IC 100-187).

La mortalità per la grande maggioranza delle cause, per uomini, donne e nel loro complesso non si discosta significativamente da quella regionale.

Si osservano deficit significativi per varie cause, nei due generi e nel loro complesso, in particolare tra gli uomini per : tumore della trachea, dei bronchi e del polmone (SMR 60, IC 35-95), mal. del sistema circolatorio (SMR 72, IC 58-88), mal. dell'apparato respiratorio (SMR 42, IC 23-71), in particolare croniche (SMR 38, IC 15-80); tra le donne per: tumore del colon-retto (SMR 31, IC 6-98), mal. del sistema circolatorio (SMR 81, IC 66-99);per il complesso dei due generi per: tumore del colon retto (SMR 45, IC 21-84), tumore della trachea, dei bronchi e del polmone (SMR 60, IC 37-92), malattie del sistema circolatorio (SMR 77, IC 67-89), in particolare ischemiche del cuore (SMR 74, IC 56-96), mal. dell'apparato respiratorio (SMR 57, IC 38-83), in particolare croniche (SMR 51, IC 27-90).

CORONA ESTERNA DI COMUNI (ARMUNGIA, BALLAO, TERTENIA, SANVITO, VILLASALTO)

In questa area, presentano una situazione più sfavorevole le donne, che mostrano vari eccessi di mortalità e nessun deficit.

Infatti, nel genere femminile si osserva un eccesso significativo di mortalità generale: SMR 111 (IC 101-123).

Vi sono poi eccessi significativi per una sola patologia tumorale, il tumore del SNC (SMR 414, IC 163-870), eccessi significativi per sclerosi multipla (SMR 639, IC 114-2011), disturbi circolatori dell'encefalo (SMR 140, IC 107-179), pneumoconiosi (SMR 2545, IC 131-12072, dovuto al verificarsi di 1 solo caso rispetto a zero attesi), cirrosi (SMR 297, IC 161-504), Sintomi e stati morbosi mal definiti (SMR 327, IC 227-456)

Tra gli uomini i valori di mortalità generalmente non si discostano da quelli regionali; solo due cause presentano eccessi significativi: tumore della laringe (SMR 260, IC 103-548) e del testicolo (SMR 2147, IC 382-6759, dato da 2 casi osservati vs 0.2 attesi; i casi si sono osservati a Tertenia e S.Vito).

Si osservano invece deficit significativi per due sole cause: diabete (SMR 36, IC 10-94) e demenze (SMR 28 IC 5-89).

Nel complesso dei generi la mortalità generale non si discosta significativamente da quella regionale; una sola patologia tumorale presenta un eccesso significativo: tumore della laringe (SMR

261, IC 103-248); vi sono eccessi significativi per: disturbi circolatori dell'encefalo (SMR 132, IC 109-160), pneumoconiosi (SMR 250, IC 117-469), cirrosi (SMR 211, IC 141-303), sintomi segni e stati morbosi mal definito. (SMR 253, IC 183-341); due sole patologia presentano un deficit significativo: insufficienza renale acuta e cronica (SMR 38, IC 10-98) e demenze (SMR 52, IC 29-86).

COMPLESSO DEGLI 8 COMUNI CHE COSTITUISCONO LA SOMMA DELLA CORONA INTERNA+QUELLA ESTERNA.

Nel complesso dei generi, i valori di mortalità non presentano eccessi significativi se non per due cause, non tumorali: malattie dell'apparato digerente (SMR 134, IC 107-165) ed in particolare cirrosi (SMR 182, IC 134-242).

Vi sono invece deficit significativi per due tumori, del colon-retto (SMR 68, IC 47-97) e trachea, bronchi e polmoni (SMR 76, IC 57-98); altri deficit significativi si osservano per: diabete (SMR 70, IC 49-99), demenze (SMR 72, IC 52-99), malattie dell'apparato genitourinario (SMR 55, IC 30-98) ed in particolare insufficienza renale acuta e cronica (SMR 47, IC 22-88).

Tra gli uomini, una sola patologia presenta un eccesso significativo di mortalità: il tumore del testicolo (SMR 1089, IC 194-3428, sono i due casi di Tertenia e S. Vito).

Si osservano invece deficit significativi per la mortalità generale (SMR 89, IC 83-96) e per tutti i tumori (SMR 86, IC 76-98) e per le seguenti cause: tumori del colon-retto (SMR 59, IC 34-96) e della trachea, bronchi e polmone (SMR 71, IC 52-94), diabete (SMR 51, IC 25-92), malattie dell'apparato respiratorio (SMR 75, IC 56-98) ed in particolare croniche (SMR 62, IC 40-94).

Tra le donne, tre patologie, non tumorali, presentano eccessi significativi: disturbi circolatori dell'encefalo (SMR 129, IC 106-156) malattie dell'apparato digerente (SMR 148, IC 106-201) ed in particolare cirrosi (SMR 241, IC 148-370).

Si osservano invece deficit significativi per: mal. ischemiche del cuore (SMR 75, IC 56-99), mal. Dell'apparato genitourinario (SMR 33, IC 9-86) ed in particolare insufficienza renale acuta e cronica (SMR 26, IC 5-81).

4.CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLO STUDIO DI MORTALITA'

Nel suo complesso la situazione della Regione Sardegna in termini di mortalità non si discosta da quelli che sono i valori medi nazionali; presenta anzi dei valori (rappresentati dal tasso

standardizzato di mortalità) lievemente inferiori al dato nazionale. Questo lieve vantaggio è essenzialmente dovuto al minor contributo, nella regione, della mortalità per malattie del sistema cardiovascolare e per neoplasie, le quali rappresentano complessivamente il 69% delle cause di morte in Italia (anno 2009). Tale quadro presenta comunque una eterogeneità intra-regionale.

L'analisi di mortalità nelle aree prese in considerazione dal Board non fa emergere situazioni critiche specifiche. L'ipotesi alla base dello studio era che la popolazione che si trovava in prossimità del Poligono (residente nei comuni della corona interna) presentasse un profilo di salute più svantaggiato rispetto alla popolazione di controllo (corona esterna). Tale ipotesi non è confermata dall'analisi dei dati, i quali hanno mostrato una situazione in termini di mortalità più favorevole nelle popolazioni residenti nell'area adiacente al poligono. Tuttavia è possibile che il dettaglio territoriale usato (comunale) non sia adatto ad evidenziare situazioni critiche a livello territoriale più fine (es: frazioni di comuni) i cui dati non sono però disponibili a livello centrale. Infatti questo approccio attribuisce a tutta la popolazione comunale la stessa esposizione mentre sembra più persuasiva l'ipotesi che tale esposizione possa essere attribuita esclusivamente ai residenti della frazione Salto di Quirra. Per questo motivo in un capitolo successivo si è utilizzato un approccio di studio più idoneo (studio di coorte residenziale).

Appendice :

Tab. 11 Mortalità per i comuni facenti parte della “corona interna”: osservati, attesi, tassi grezzi, tassi standardizzati (Italia Censimento 2001), SMR (rif. Italia) e IC 90%; Periodo 2003-2009 (escluso 2004-2005 non codificati dall'Istat); UOMINI

Causa	OSS	ATT	Tasso Gr	Tasso Std (IC 90%)	SMR (IC 90%)
MORTALITA' GENERALE	228	277,4	928,5	931.1 (834.6-1037.4)	82 (73-92)
Tutti i Tumori	75	90,5	305,4	309.2 (253-375.7)	83 (68-100)
Tumore dell'esofago	1	1,4	4,1	4.2 (0.2-21.8)	71 (4-335)
Tumore dello stomaco	4	4,0	16,3	16.6 (5.6-39.7)	100 (34-228)
Tumore del colon-retto	5	9,5	20,4	21.8 (8.6-47)	53 (21-111)
Tumore primitivo del fegato e dei dotti biliari intraepatici	7	6,7	28,5	28 (13.1-54.3)	104 (49-196)
Tumore del pancreas	9	4,8	36,7	36.9 (19.2-66.1)	186 (97-324)
Tumore della laringe	1	1,7	4,1	3.5 (0.2-20.5)	59 (3-279)
Tumore della trachea, dei bronchi e del polmone	13	21,8	52,9	54.3 (32-87.7)	60 (35-95)
Melanoma della pelle	1	0,6	4,1	3.4 (0.2-20.1)	181 (9-857)
Tumore della prostata	6	8,3	24,4	24.3 (10.5-49.6)	72 (32-143)
Tumore della vescica	2	4,2	8,1	8.4 (1.5-28.3)	48 (8-150)
Tumore del rene e di altri non specificati organi urinari	2	1,7	8,1	8.5 (1.5-28.5)	117 (21-370)
Tumore del sistema nervoso centrale	1	1,5	4,1	3.5 (0.2-20.4)	65 (3-308)
Linfoematopoietico totale	9	6,7	36,7	37 (19.2-66.1)	135 (70-235)
Linfomi non Hodgkin	3	2,0	12,2	11.9 (3.2-32.9)	150 (41-387)
Mieloma multiplo e tumori immunoproliferativi	2	1,1	8,1	9 (1.6-29.4)	176 (31-553)
Leucemie	4	3,2	16,3	16.1 (5.5-38.8)	124 (42-284)
Leucemia linfoide (acuta e cronica)	2	1,2	8,1	8.5 (1.5-28.4)	168 (30-529)
Leucemia mieloide (acuta e cronica)	2	1,5	8,1	7.7 (1.3-26.8)	136 (24-427)
Diabete Mellito	5	7,5	20,4	20.1 (7.9-44.1)	67 (26-141)
Demenze	8	6,7	32,6	31.3 (15.5-58.3)	120 (60-216)
Morbo di Parkinson	4	1,9	16,3	16 (5.5-38.6)	216 (74-493)
Malattia dei neuroni motori	1	0,5	4,1	4.3 (0.2-22.1)	182 (9-865)
Malattie del sistema circolatorio	67	93,3	272,8	272.6 (220.9-334.5)	72 (58-88)
Malattia ipertensiva	7	9,8	28,5	28.7 (13.5-55.6)	72 (34-135)
Malattie ischemiche del cuore	25	32,8	101,8	103.5 (72.1-145.6)	76 (53-106)
Infarto miocardico acuto	11	16,5	44,8	45.1 (25.3-76)	67 (37-110)
Disturbi circolatori dell'encefalo	19	25,3	77,4	76.8 (50.4-114.1)	75 (49-110)
Malattie apparato respiratorio	10	23,8	40,7	40.3 (21.8-70)	42 (23-71)
Malattie polmonari croniche	5	13,1	20,4	20.3 (8-44.4)	38 (15-80)
Malattie dell'apparato digerente	16	13,4	65,2	65.4 (41-100.7)	119 (75-181)
Cirrosi e altre malattie croniche del fegato	8	6,0	32,6	31.7 (15.7-59)	133 (66-239)
Malattie dell'apparato genitourinario	3	4,5	12,2	12.6 (3.5-34.3)	67 (18-173)
Insufficienza renale acuta e cronica	2	3,6	8,1	8.4 (1.5-28.3)	56 (10-176)
Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti	6	4,7	24,4	25.3 (11.1-51.2)	128 (56-253)

Tab. 12 Mortalità per i comuni facenti parte della “corona interna”: osservati, attesi, tassi grezzi, tassi standardizzati (Italia Censimento 2001), SMR (rif. Italia) e IC 90%; Periodo 2003-2009 (escluso 2004-2005 non codificati dall'Istat); DONNE

Causa	OSS	ATT	Tasso Gr	Tasso Std (IC 90%)	SMR (IC 90%)
MORTALITA' GENERALE	193	220,1	814,7	625.8 (554.3-706.9)	88 (78-99)
Tutti i Tumori	49	54,9	206,8	162.1 (125.6-208.9)	89 (69-113)
Tumore dello stomaco	3	2,6	12,7	8.3 (2.2-27.4)	115 (31-298)
Tumore del colon-retto	2	6,4	8,4	8.5 (1.5-29.4)	31 (6-98)
Tumore primitivo del fegato e dei dotti biliari intraepatici	4	3,1	16,9	15.7 (5.4-38.9)	127 (43-291)
Tumore del pancreas	4	3,9	16,9	12.6 (4.2-33.6)	102 (35-233)
Tumore della trachea, dei bronchi e del polmone	2	4,3	8,4	7.3 (1.3-27)	46 (8-146)
Tumore della mammella	9	9,7	38,0	32.5 (16.9-59.9)	92 (48-161)
Tumore dell'utero	1	2,4	4,2	2.4 (0.1-19.4)	42 (2-199)
Tumore della vescica	1	0,9	4,2	3 (0.2-20.4)	112 (6-530)
Tumore della tiroide	1	0,2	4,2	3.5 (0.2-21.3)	505 (26-2394)
Linfoematopoietico totale	4	5,0	16,9	13.6 (4.6-35.1)	81 (28-185)
Linfomi non Hodgkin	1	1,7	4,2	3.8 (0.2-22)	57 (3-271)
Mieloma multiplo e tumori immunoproliferativi	1	1,1	4,2	3 (0.2-20.4)	88 (4-416)
Leucemie	2	1,9	8,4	6.8 (1.2-26)	106 (19-333)
Leucemia linfoide (acuta e cronica)	1	0,6	4,2	3 (0.2-20.4)	158 (8-750)
Leucemia mieloide (acuta e cronica)	1	0,9	4,2	3.8 (0.2-22)	113 (6-536)
Diabete Mellito	8	8,4	33,8	28.4 (14.1-54.6)	95 (47-171)
Demenze	10	11,8	42,2	29.9 (16.3-54.9)	85 (46-143)
Malattie del sistema circolatorio	71	87,3	299,7	220.8 (179.6-271.8)	81 (66-99)
Malattia ipertensiva	10	13,9	42,2	32 (17.3-58.2)	72 (39-122)
Malattie ischemiche del cuore	15	22,5	63,3	48.1 (29.6-77.6)	67 (41-103)
Infarto miocardico acuto	7	9,3	29,5	23.7 (11-48.2)	75 (35-141)
Disturbi circolatori dell'encefalo	32	27,3	135,1	97.4 (70.7-134.5)	117 (85-157)
Malattie apparato respiratorio	10	12,7	42,2	30.1 (16.2-55.4)	78 (43-133)
Malattie respiratorie acute	4	3,9	16,9	11.8 (3.9-32.3)	101 (35-232)
Malattie polmonari croniche	4	5,4	16,9	11.4 (3.9-31.5)	74 (25-169)
Malattie dell'apparato digerente	15	9,3	63,3	51.7 (31.4-83.3)	161 (99-247)
Cirrosi e altre malattie croniche del fegato	5	2,9	21,1	18.6 (7.1-42.6)	174 (69-366)
Malattie dell'apparato genitourinario	2	4,1	8,4	5.4 (1-23.5)	48 (9-152)
Insufficienza renale acuta e cronica	2	3,6	8,4	5.4 (1-23.5)	56 (10-177)
Malformazioni congenite	1	0,5	4,2	5.3 (0.3-25.3)	201 (10-952)
Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti	3	6,5	12,7	9 (2.5-28.5)	46 (13-119)

Tab. 13 Mortalità per i comuni facenti parte della “corona interna”: osservati, attesi, tassi grezzi, tassi standardizzati (Italia Censimento 2001), SMR (rif. Italia) e IC 90%; Periodo 2003-2009 (escluso 2004-2005 non codificati dall'Istat); TOTALE

Causa	OSS	ATT	Tasso Gr	Tasso Std (IC 90%)	SMR (IC 90%)
MORTALITA' GENERALE	421	490,6	872,6	766.3 (707.1-830.3)	86 (79-93)
Tutti i Tumori	124	142,2	257,0	230.8 (197.7-268.9)	87 (75-101)
Tumore dell'esofago	1	1,6	2,1	2.1 (0.1-11.2)	61 (3-289)
Tumore dello stomaco	7	6,5	14,5	12 (5.6-24.2)	108 (51-203)
Tumore del colon-retto	7	15,6	14,5	14.4 (6.7-28)	45 (21-84)
Tumore primitivo del fegato e dei dotti biliari intraepatici	11	9,6	22,8	20.5 (11.4-35.2)	114 (64-189)
Tumore del pancreas	13	8,7	26,9	24 (14.1-39.5)	149 (88-237)
Tumore della laringe	1	1,7	2,1	1.8 (0.1-10.6)	60 (3-282)
Tumore della trachea, dei bronchi e del polmone	15	25,1	31,1	28.9 (17.8-45.6)	60 (37-92)
Melanoma della pelle	1	0,9	2,1	1.4 (0.1-9.7)	113 (6-537)
Tumore della vescica	3	4,8	6,2	5.4 (1.5-15.6)	63 (17-162)
Tumore del rene e di altri non specificati organi urinari	2	2,4	4,1	4 (0.7-14)	83 (15-262)
Tumore del sistema nervoso centrale	1	2,6	2,1	1.9 (0.1-10.6)	39 (2-185)
Tumore della tiroide	1	0,4	2,1	1.9 (0.1-10.7)	284 (15-1348)
Linfoematopoietico totale	13	11,4	26,9	24.3 (14.3-39.8)	114 (67-181)
Linfomi non Hodgkin	4	3,7	8,3	7.3 (2.5-18.3)	107 (37-246)
Mieloma multiplo e tumori immunoproliferativi	3	2,3	6,2	5.9 (1.6-16.5)	132 (36-342)
Leucemie	6	5,0	12,4	11.1 (4.8-23.3)	120 (52-238)
Leucemia linfoide (acuta e cronica)	3	1,8	6,2	5.7 (1.5-16.1)	169 (46-438)
Leucemia mieloide (acuta e cronica)	3	2,3	6,2	5.4 (1.4-15.7)	131 (36-337)
Diabete Mellito	13	15,9	26,9	24.6 (14.5-40.3)	82 (48-130)
Demenze	18	18,8	37,3	30.7 (19.8-46.9)	96 (62-142)
Morbo di Parkinson	4	3,3	8,3	6.7 (2.3-17.1)	121 (41-277)
Malattia dei neuroni motori	1	1,0	2,1	2 (0.1-10.9)	101 (5-480)
Malattie del sistema circolatorio	138	179,0	286,0	244 (211.2-281.7)	77 (67-89)
Malattia ipertensiva	17	24,0	35,2	30.4 (19.4-46.8)	71 (45-106)
Malattie ischemiche del cuore	40	54,3	82,9	73.1 (55.2-96.1)	74 (56-96)
Infarto miocardico acuto	18	25,2	37,3	33.5 (21.7-50.8)	71 (46-106)
Disturbi circolatori dell'encefalo	51	52,3	105,7	88 (68.7-112.3)	97 (76-123)
Malattie apparato respiratorio	20	35,0	41,5	34.7 (22.9-51.7)	57 (38-83)
Malattie respiratorie acute	4	8,0	8,3	6.4 (2.2-16.7)	50 (17-114)
Malattie polmonari croniche	9	17,5	18,7	15.5 (8.1-28.6)	51 (27-90)
Malattie dell'apparato digerente	31	22,4	64,3	57.3 (41.4-78.5)	138 (100-187)
Cirrosi e altre malattie croniche del fegato	13	8,7	26,9	24.5 (14.4-40.1)	149 (88-237)
Malattie dell'apparato genitourinario	5	8,5	10,4	8.4 (3.3-19.4)	59 (23-124)
Insufficienza renale acuta e cronica	4	7,0	8,3	6.7 (2.3-17.1)	57 (19-131)
Malformazioni congenite	1	1,1	2,1	2.6 (0.1-12.2)	94 (5-447)
Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti	9	11,2	18,7	15.8 (8.3-28.9)	80 (42-140)

Tab. 14 Mortalità per i comuni facenti parte della “corona esterna”: osservati, attesi, tassi grezzi, tassi standardizzati (Italia Censimento 2001), SMR (rif. Italia) e IC 90%; Periodo 2003-2009 (escluso 2004-2005 non codificati dall'Istat); UOMINI

Causa	OSS	ATT	Tasso Gr	Tasso Std (IC 90%)	SMR (IC 90%)
MORTALITA' GENERALE	288	302,6	1112,7	1060.7 (962.4-1167.9)	95 (86-105)
Tutti i Tumori	91	101,7	351,6	327.7 (273.2-391.5)	89 (75-106)
Tumore dell'esofago	2	1,6	7,7	6.5 (1.1-23.7)	126 (22-397)
Tumore dello stomaco	5	4,5	19,3	17.3 (6.7-38.8)	111 (44-233)
Tumore del colon-retto	7	10,7	27,0	25.7 (12-50)	65 (31-123)
Tumore primitivo del fegato e dei dotti biliari intraepatici	8	7,7	30,9	29.5 (14.6-55)	104 (52-188)
Tumore del pancreas	2	5,5	7,7	5.7 (1-22.1)	36 (6-114)
Tumore della laringe	5	1,9	19,3	19 (7.5-41.5)	260 (103-548)
Tumore della trachea, dei bronchi e del polmone	20	24,9	77,3	71.3 (47.1-105.4)	80 (53-117)
Tumore della prostata	5	9,0	19,3	18 (7-40)	55 (22-116)
Tumore del testicolo	2	0,1	7,7	8 (1.4-26.7)	2147 (382-6759)
Tumore della vescica	3	4,7	11,6	10.5 (2.9-29.5)	64 (17-165)
Tumore del rene e di altri non specificati organi urinari	1	1,9	3,9	4.5 (0.2-21.7)	52 (3-247)
Tumore del sistema nervoso centrale	1	1,7	3,9	4 (0.2-20.5)	58 (3-274)
Linfoematopoietico totale	6	7,5	23,2	21 (9.1-43.6)	80 (35-158)
Linfomi non Hodgkin	2	2,3	7,7	6.5 (1.1-23.7)	89 (16-279)
Mieloma multiplo e tumori immunoproliferativi	1	1,3	3,9	3.7 (0.2-19.8)	78 (4-368)
Leucemie	3	3,6	11,6	10.8 (2.9-30.2)	83 (23-215)
Leucemia linfoide (acuta e cronica)	1	1,3	3,9	2.9 (0.1-18.1)	76 (4-362)
Leucemia mieloide (acuta e cronica)	1	1,7	3,9	4.1 (0.2-20.8)	60 (3-285)
Diabete Mellito	3	8,2	11,6	11.1 (2.9-30.7)	36 (10-94)
Demenze	2	7,1	7,7	6.3 (1.1-23.2)	28 (5-89)
Morbo di Parkinson	1	2,0	3,9	4.5 (0.2-21.7)	50 (3-237)
Malattia dei neuroni motori	1	0,6	3,9	3.7 (0.2-19.8)	158 (8-749)
Malattie del sistema circolatorio	105	100,6	405,7	394.1 (333.3-464.2)	104 (88-123)
Malattia ipertensiva	11	10,3	42,5	42.2 (23.6-71.3)	107 (60-177)
Malattie ischemiche del cuore	39	36,0	150,7	145.5 (109.3-191.5)	108 (81-141)
Infarto miocardico acuto	19	18,3	73,4	68 (44.5-101.3)	104 (68-152)
Disturbi circolatori dell'encefalo	33	27,1	127,5	122 (89.1-164.8)	122 (89-163)
Malattie apparato respiratorio	27	25,6	104,3	100.2 (70.5-139.9)	105 (74-145)
Malattie respiratorie acute	6	4,4	23,2	22.6 (9.7-46.5)	136 (59-269)
Malattie polmonari croniche	12	14,1	46,4	42 (23.9-70.2)	85 (49-138)
Pneumoconiosi	6	3,0	23,2	24.8 (10.8-50)	202 (88-398)
Malattie dell'apparato digerente	18	14,8	69,5	65.9 (42.4-99.4)	122 (79-181)
Cirrosi e altre malattie croniche del fegato	11	6,7	42,5	40.4 (22.5-68.6)	163 (91-270)
Malattie dell'apparato genitourinario	4	4,8	15,5	14.3 (4.8-35.1)	84 (29-192)
Insufficienza renale acuta e cronica	3	3,8	11,6	11.5 (3-31.5)	79 (22-204)
Malformazioni congenite	1	0,6	3,9	3.7 (0.2-19.8)	164 (8-779)
Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti	6	4,6	23,2	25.4 (11-50.9)	130 (57-256)

Tab. 15 Mortalità per i comuni facenti parte della “corona esterna”: osservati, attesi, tassi grezzi, tassi standardizzati (Italia Censimento 2001), SMR (rif. Italia) e IC 90%; Periodo 2003-2009 (escluso 2004-2005 non codificati dall'Istat); DONNE

Causa	OS S	ATT	Tasso Gr	Tasso Std (IC 90%)	SMR (IC 90%)
MORTALITA' GENERALE	287	258,3	1108,8	774.8 (702.5-856)	111 (101-123)
Tutti i Tumori	73	64,0	282,0	215.7 (175.4-265.7)	114 (93-139)
Tumore dello stomaco	4	3,0	15,5	12.7 (4.3-33.7)	132 (45-301)
Tumore del colon-retto	9	7,5	34,8	23.5 (12.2-46.1)	120 (62-209)
Tumore primitivo del fegato e dei dotti biliari intraepatici	6	3,7	23,2	16.6 (7.1-38)	162 (70-319)
Tumore del pancreas	3	4,6	11,6	8 (2.1-26.8)	65 (18-167)
Tumore della trachea, dei bronchi e del polmone	6	5,0	23,2	18.2 (7.8-40.6)	120 (52-237)
Tumore della mammella	7	11,2	27,0	22.6 (10.5-46.5)	63 (29-118)
Tumore dell'utero	1	2,8	3,9	2.5 (0.1-19.5)	36 (2-172)
Tumore della vescica	3	2,5	11,6	10.8 (2.9-31.7)	118 (32-304)
Tumore della tiroide	1	1,1	3,9	3.8 (0.2-21.8)	95 (5-448)
Linfoematopoietico totale	5	1,2	19,3	16.6 (6.3-39.1)	414 (163-870)
Linfomi non Hodgkin	8	5,8	30,9	24.3 (11.9-48.2)	137 (68-248)
Mieloma multiplo e tumori immunoproliferativi	3	2,1	11,6	9.8 (2.6-29.9)	146 (40-377)
Leucemie	1	0,2	3,9	2.1 (0.1-18.7)	606 (31-2876)
Leucemia linfoide (acuta e cronica)	4	2,2	15,5	12.4 (4.2-33.1)	180 (62-413)
Leucemia mieloide (acuta e cronica)	3	1,0	11,6	9.8 (2.6-29.9)	287 (78-742)
Diabete Mellito	8	9,9	30,9	21.1 (10.4-43.3)	80 (40-145)
Demenze	9	14,0	34,8	21.9 (11.4-43.6)	65 (34-113)
Malattie del sistema circolatorio	1	1,8	3,9	2.8 (0.1-20)	55 (3-262)
Malattia ipertensiva	2	0,3	7,7	7.5 (1.3-27.3)	639 (114-2011)
Malattie ischemiche del cuore	104	102,9	401,8	263.3 (222.7-312.9)	101 (85-119)
Infarto miocardico acuto	15	16,5	58,0	37.5 (23-62.7)	91 (56-140)
Disturbi circolatori dell'encefalo	22	26,5	85,0	57.7 (38.9-87)	83 (56-118)
Malattie apparato respiratorio	11	11,0	42,5	28.8 (16-52.7)	100 (56-166)
Malattie respiratorie acute	45	32,2	173,9	111.6 (85.8-146.9)	140 (107-179)
Malattie polmonari croniche	22	15,0	85,0	57.9 (39.1-87)	146 (99-209)
Malattie dell'apparato digerente	8	4,6	30,9	20.6 (10.2-42.4)	172 (86-311)
Cirrosi e altre malattie croniche del fegato	7	6,4	27,0	17.9 (8.3-39.1)	109 (51-205)
Malattie dell'apparato genitourinario	2	0,5	7,7	5.6 (1-23.7)	383 (68-1205)
Insufficienza renale acuta e cronica	1	0,0	3,9	2.5 (0.1-19.5)	2545 (131-12072)
Malformazioni congenite	15	11,0	58,0	42.2 (25.8-69.3)	137 (84-211)
Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti	10	3,4	38,6	29.1 (15.7-53.9)	297 (161-504)