m_amte.MATTM_.REGISTRO UFFICIALE.INGRESSO.0054835.15-07-2020

Roma,.....
VIALE REGINA ELENA, 299
00161 ROMA
TELEGRAMMI: ISTISAN ROMA
TELEFONO: 06 4990 1
TELEFAX: 06 49387 1
18 http: f/www,,iss.it

Istituto Superiore di Sanità

Prot. 0038136 del 19-12-2019

Risposta N. 26541 del 18-12-2019

Allegati .....

Protocollo generale I.S.S.
AOO.ISS 10/07/2020 0024077
Class: DAS 01 .00
AOO-ISS - 10/07/2020 - 0024077
Class: DAS 01 .OO

All'Assessorato della Difesa dell'Ambiente
Regione Sardegna
c.a. Dott.ssa Daniela Manca

difesa.ambiente@pec.regione.sardegna.it

p.c. Al Ministero Ambiente e della Tutela Territorio e del Mare
Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque
Divisione III Bonifiche e Risanamento
Via Cristoforo Colombo, 44
00147 Roma
RIA@PEC.minambiente.it

Oggetto: S.I.N. "Sulcis Iglesiente e Guspinese" — Attività di caratterizzazione integrativa e misure di gestione del rischio da esposizione negli arenili minerari — Esiti Tavolo di coordinamento del 20 giugno 2019.

In risposta alla richiesta in oggetto, si riporta quanto di seguito.
Nel 2015 ISPRA ha condotto la caratterizzazione delle aree marino costiere del SIN Sulcis Iglesiente Guspinese. Una volta presentati da parte di ISPRA i risultati ottenuti dalla caratterizzazione sono emerse criticità per alcuni arenili minerari del SIN. Tali criticità sono dovute ai superamenti delle concentrazioni di alcuni metalli rispetto ai valori presi a riferimento e cioè quelli relativi all'Allegato 5, Tab. 1 Col.A Parte IV Titolo V del D.Lgs 152/06.

Per valutare le possibili iniziative da intraprendere, al fine di garantire la tutela sanitaria dei fruitori delle spiagge di cui sopra, in accordo con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), è stato istituito un tavolo tecnico di coordinamento di cui fanno parte oltre ad ISPRA e ISS, gli Enti territoriali competenti (Ass. all'Ambiente, Ass. alla Salute, le ARPA e 1' ATS) con il coordinato dalla Regione Sardegna.

Dopo diversi incontri, a cui hanno partecipato anche i Sindaci dei Comuni interessati, il tavolo tecnico ha concordato di eseguire indagini integrative alla caratterizzazione, ed è stato chiesto ad ISS di effettuare un prima valutazione dell'esposizione per i fruitori delle aree.

ISPRA e ARPA-Sardegna hanno reso disponibili ad ISS i dati in loro possesso e l'ISS ha condotto le valutazioni richieste dando priorità agli arenili nei quali sono stati riscontrati valori di concentrazioni più elevati.

Nel periodo fine 2016 prima metà del 2017, l'ISS ha condotto una prima valutazione sulle spiagge di Bugerru, Masua, Piscinas e Portixeddu-San Nicolò. Le valutazioni si sono basate sui dati allora disponibili e su scenari di esposizione molto conservativi tenendo conto delle risultanze relative alla profondità di 0.50 cm e attivando tutte le vie di esposizione (ingestione, contatto cutaneo, Inalazione di polveri). I contaminanti indice utilizzati per la valutazione sono stati quelli derivanti dalle lavorazioni minerarie (As, Cd, Pb e Zn).

I risultati delle valutazioni effettuate hanno confermato alcune criticità di esposizione per la fruizione da parte della popolazione di alcuni arenili minerari studiati. A seguito delle risultanze ottenute è stata convocata dal MATIM in data 8 giugno 2017, una riunione a cui hanno partecipato gli Enti nazionali, gli Enti territoriali ed i Sindaci di Iglesias, Buggerru e Arbus. In tale riunione sono emerse le seguenti considerazioni: i dati disponibili erano datati e necessitavano di un aggiornamento mediante indagini integrative; data la natura mineraria degli arenili, al fine di rendere sito-specifiche le analisi, risultava necessario condurre studi di biodisponibilità (ad esempio studi granulometrici e geochimici); a fronte delle risultanze delle indagini integrative sarebbe stato necessario rielaborare l'analisi di rischio.

ARPA S ed ISPRA, ognuno per le proprie competenze, si sono resi disponibili a condurre le indagini analitiche integrative, elaborando un piano d'indagine realizzato conformemente alle procedure concordate.
Il piano d'indagine elaborato e realizzato si basava sui seguenti obiettivi:

- disporre di dati recenti compresi quelli relativi agli arenili di Scivu e di Cala Domestica che non erano stati ancora caratterizzati;
- incrementare il numero di campioni al fine di avere una più ampia base di dati per realizzare un'analisi di rischio specifica;
- valutare le diverse frazioni granulometriche allo scopo di assegnare un peso corretto ai dati di input per i calcoli delle classi di rischio da assegnare alle varie porzioni di arenili; • eseguire analisi chimiche e mineralogiche per verificare la

natura dei contaminanti individuati nelle frazioni granulometriche a maggior rischio, in relazione ai percorsi di esposizione.

Il piano d'indagine di cui sopra è stato sviluppato negli anni 2018-2019 e lo stato di avanzamento è stato presentato al Tavolo Tecnico il 20 giugno 2019, come anche riportato nei documenti inviati (Report "ARPAS ARENILI INDAGINI INTEGRATIVE 2018-19). Per caratterizzare le aree sono stati prelevati in totale 1 18 campioni negli arenili di: Scivu, Cala Domestica, Piscinas, San Nicolò e Masua. Sugli arenili di Bugerru sono stati prelevati 16 campioni.
L'arenile di Scivu non era stato mai studiato, ma i risultati della caratterizzazione non hanno evidenziato superamenti rispetto all'Allegato 5, Tab. 1 Col.A Parte IV Titolo V del D.Lgs 152/06, per cui tale arenile non è stato incluso nella valutazione del rischio. Cala Domestica è stata sede di carico su imbarcazioni di prodotti estrattivi durante gli anni di attività minerarie, e non e stata campionata nel 2015. I risultati ottenuti dalla caratterizzazione effettuata nel 2018 mostrano superamenti rispetto all'Allegato 5, Tab. I Col.A Parte IV Titolo V del D.Lgs 152/06, su tutte le profondità indagate e per tutti gli analiti considerati.

In riferimento alla richiesta in oggetto, per quanto sopra riportato, le spiagge di Buggerru, Cala Domestica, Masua, San Niccolò e Piscinas, risultate con livelli di contaminanti superiori ai limiti definiti nella tabella A del D.lgs. 152/06 per As, Cd, Pb e Zn, sono state oggetto di una valutazione di rischio tossicologico per verificare se i livelli misurati, oltre a non essere conformi al suddetto D.lgs, possano anche rappresentare un rischio per la salute per la popolazione potenzialmente esposta durante l'uso ricreativo dei suddetti arenili. Per tale valutazione di rischio tossicologico sono state utilizzate le più recenti conoscenze relative alla derivazione di valori di riferimento attraverso il profilo tossicologico dei metalli oggetto dei superamenti e sviluppando specifici scenari di esposizione per adulti e bambini.

Profilo tossicolooico

Le fonti bibliografiche principali per le informazioni riguardanti il profilo tossicologico e i valori di riferimento da usare per le valutazioni successive si riferiscono principalmente a report di Agenzie Internazionali che hanno già condotto valutazioni di rischio

Arsenico (As): report EFSA joumal 2014; 12(3): 3597; ulteriori fonti sono indicate nel testo

Piombo (Pb): report EFSA Journal 2010; 8(4):1570; ulteriori fonti sono indicate nel testo

Cd: report EFSA Journal (2009) 980 e (2011); 9(2): 1975 ulteriori fonti sono indicate nel testo

Zn: Joint FAO/WHO Committee on Food Additives (JECFA) ATDSR toxicological profile for Zn https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp60-c3.pdf

Di seguito si riportano brevi riassunti delle proprietà tossicologiche e i valori di riferimento per ciascun elemento, per completezza di informazione.

Arsenico

L' Arsenico (As) può essere sia in forma organica che inorganica con differenze chimicofisiche e tossicologiche; l'As inorganico è più tossico specialmente quando abbia valenza +3. L'As è presente nell'ambiente sia naturalmente sia per contaminazione

derivante dalle attività umane (miniere, incenerimento dei rifiuti etc). Nell'uomo l'assorbimento di As inorganico dopo ingestione è rapido e praticamente totale (95%), mentre quello organico si assorbe per circa il 70%; l'entità dell'assorbimento cutaneo risulta essere pari a 1,9 % come riportato in Marinovich et al. (2014).
La biotrasformazione nei mammiferi dell'As inorganico porta alla riduzione dell'As (V) ad As (III) rendendolo quindi più tossico.
L'ingestione a lungo termine di As inorganico è associata nell'uomo a lesioni della pelle, neurotossicità, problemi cardiovascolari e anche effetti sullo sviluppo fetale ed infantile. I dati di tossicità sui bambini sono limitati, ma da dati di sorveglianza sanitaria si evince che gli effetti sono simili a quelli degli adulti inclusi quelli respiratori, cutanei, card iovascolari e neurologici (RI VM, 2001).
Le evidenze disponibili sono state considerate sufficienti per indicare rischio di cancro della pelle, del polmone e della vescica dalla IARC, che ha classificato l'As inorganico come cancerogeno per l'uomo (Gruppo l). Sono stati ipotizzati vari tipi di meccanismi di cancerogenicità come lo stress ossidativo, interferenze con la riparazione del DNA ed effetti epigenetici, in quanto il potenziale di genotossicità è limitato e ancora dibattuto. L'EFSA ha stabilito una BMDL01 (il 95esimo percentile del limite inferiore dell'intervallo di confidenza della Benchmark Dose) per un aumento di rischio dell'l% di cancro ai polmoni, vescica e pelle nell'intervallo 0,3-8 pg/kg pc al giorno.
A seconda delle regioni le fonti di esposizione giornaliera principali sono l'acqua da bere o il cibo. Alcune piante (per esempio il riso) possono accumulare As assorbendolo dal terreno anche a livelli degni di nota. La quantità di As inorganico nella dieta rappresenta in media il dell'As totale (EFSA CONTAM panel 2009 7(10):1351). L'EFSA ha stimato che tra i bambini l'esposizione ad As inorganico è nell'intervallo 0,2-1,37 gg/kg pc al giorno (al 95simo percentile raggiunge anche 2,09 gg/kg pc al giorno), 2- 3 volte più alta di quella degli adulti, che arriva al massimo a 0,64 gg/kg pc al giorno. In Europa l'esposizione all'As non derivante dalla dieta risulta di minore importanza per la popolazione, essendo stato eliminato il suo uso come preservante del legno o nei pesticidi.

Cadmio

Il Cd è un metallo non essenziale che si trova nell'ambiente come contaminante sia di origine naturale che industriale e agricolo. L'assorbimento orale è generalmente basso (35%) ma è influenzato dagli stati nutrizionali; le donne in età fertile generalmente presentano basse risewe di fero mostrano più alti livelli di assorbimento. L'assorbimento polmonare è maggiore di quello gastrointestinale. Il Cd è accumulato nel fegato e nei reni e presenta una emivita tra i IO e 30 anni. L'assorbimento cutaneo risulta limitato nel range 0,3-0,8% (ATSDR, 1993) poiché si lega alla cheratina dell'epidermide e in ambito occupazionale può causare dermatiti (Health Canada 2012). Il principale organo target della tossicità è il rene, dove vengono colpite specialmente le cellule dei tubuli prossimali. Esposizioni prolungate ad alte dosi possono portare a calo della filtrazione glomerulare e a disfunzioni renali. Il Cd non interagisce direttamente con il DNA ma il suo effetto genotossico indiretto si esplica attraverso induzione di stress ossidativo e inibizione della riparazione del DNA. La I ARC ha classificato il Cd come cancerogeno umano (Gruppo l) sulla base di studi occupazionali.

I livelli di Cd nelle urine sono ampiamente accettati come misura dell'accumulo renale e correlano con quelli di B2M (beta-2-microglobulina), molecola a basso peso molecolare, biomarker degli effetti sui tubuli renali. Dai dati disponibili è stato possibile calcolare una

BMDL5 4 gg Cd/g di creatinina nelle urine, che normalizzata per tener conto della variabilità interindividuale del Cd urinario, da luogo ad un valore di 1 gg Cd urinario/g creatinina. Attraverso modelli è possibile calcolare che per rimanere al di sotto del valore di 1 gg Cd/g creatinina nelle urine, l'intake giornaliero medio con la dieta non deve superare 0.36 gg Cd/kg pc. Su questa base il CONTAM Panel dell'EFSA ha definito una dose settimanale accettabile (TWI) di 2,5 gg Cd/kg pc.
Gli alimenti sono la principale fonte di esposizione per la popolazione generale (non fumatori). L'esposizione media con la dieta nella popolazione europea è tra 1,9 e 3,0 gg/kg pc per settimana fino a 3,9 gg/kg pc per i grandi consumatori di cereali, vegetali, noci e legumi patate e carne, le principali fonti alimentari. I vegetariani hanno una esposizione ancora superiore che può raggiungere i 5,4 gg/kg pc per settimana. I fumatori possono avere una esposizione derivante dal fumo pari a quella alimentare.

Piombo

Il Piombo (Pb) è un contaminante ambientale che è presente naturalmente ma per la maggior palte deriva dalle attività umane come estrazione, fusione e produzione di batterie. E' un metallo che può trovarsi in forma organica ed inorganica che è la predominante nell'ambiente.
L'assorbimento nel tratto gastrointestinale dipende dalle proprietà chimico fisiche del materiale ingerito e da chi viene ingerito, per cui per esempio composti solubili sono assorbiti più dai bambini che dagli adulti ed è inferiore in presenza di cibo. L'entità dell'assorbimento è mediamente 15-20% nell'adulto e più elevata nei bambini: 40-50^{0} 0 (RI VM report 320003001) per i quali tale assorbimento sembra inoltre facilitato dalla carenza di intake di ferro e calcio.
L'assorbimento cutaneo è generalmente considerato molto più basso stimato tra lo 0 e il 0,3% anche se ci sono pochi studi (vedi Marinovich et al, 2014). Una volta assorbito il Pb viene trasportato nel sangue e distribuito ai tessuti molli, come fegato e reni, e alle ossa dove può accumularsi con l'età. La vita media del Pb nel sangue e nelle ossa sono rispettivamente 30 giorni e da 10 a 30 anni.
Le principali informazioni sull'esposizione a Pb e i suoi effetti sulla salute è basato sulla misurazione del piombo nel sangue (B-Pb); i livelli determinabili in ossa e denti danno indicazioni di esposizioni passate. A causa della sua persistenza nell'organismo la tossicità cronica è il punto cruciale per valutare il rischio potenziale del Pb per la salute. Studi su modelli animali (roditori e primati non umani) hanno dimostrato che esposizione cronica a bassi livelli di piombo causano: neurotossicità, specialmente deficit dell'apprendimento nell'età dello sviluppo, problemi cardiovascolari con innalzamento della pressione sanguigna e nefrotossicità. Conseguentemente l'EFSA CONTAM panel ha identificato in questi tre end-points gli effetti critici avversi potenziali da tener conto per il risk assessment. Nell'uomo il sistema nervoso centrale è considerato il target principale della tossicità del Pb nell'età dello sviluppo. Infatti nei bambini un elevato livello nel sangue di Pb è stato inversamente associato ad un ridotto quoziente di intelligenza e ridotte funzioni cognitive fino ad almeno 7 anni di età. Negli adulti invece è stata evidenziata un'associazione tra aumento della pressione sistolica e malattie croniche renali e livelli relativamente bassi di B-Pb.
I dati sulla genotossicità indicano che il Pb può essere un debole genotossico ind iretto che coinvolge la formazione di specie ossigenate reattive e interferenza con i processi di riparazione del DNA a concentrazioni non citotossiche di Pb. La IARC ha classificato il

Pb inorganico come probabile cancerogeno per l'uomo (Gruppo 2A), ma nei roditori i tumori si evidenziano solo a dosi estremamente elevate di trattamento. La neurotossicità nei bambini e gli effetti card iovascolari e nefrotossici negli adulti sono quindi gli effetti critici da considerare per il risk assessment.
Sono state calcolate $BMDL_{01}$ per gli adulti relative agli effetti sulla pressione sanguigna e per gli effetti sul rene usando i valori di Pb circolante nel sangue (B-Pb) pari a 36 e 15 gg/L, che tradotte attraverso modelli tossicocinetici corrispondono ad una dose estema di 1,50 gg/kg pc al giorno e 0,63 gg/kg pc al giorno; analogamente per i bambini è stata derivata una BMDL01 di 12 gg/L (B-Pb) pari ad una dose esterna di 0,50 pg/kg pc al giorno vale a dire una dose corrispondente ad un rischio aggiuntivo dell' per problemi dello sviluppo neurologico.
L'esposizione umana avviene tramite acqua e dieta con i cereali e derivati (tranne il riso), le patate, i vegetali e l'acqua da bere come maggiori fonti. Ci sono considerevoli differenze di esposizione a seconda della dieta tipica tra i vari paesi.
Per gli adulti l'esposizione media con la dieta è 0,36-1 ,24 gg/kg pc al giorno e per i forti consumatori 0,73-2,43 gg/kg pc al giorno mentre per inalazione da fumo di sigaretta 0,003-0,018 gg/kg pc al giorno.

Zn
Lo zinco (Zn) è un elemento essenziale e deve essere introdotto con la dieta. Si possono avere effetti sia dovuti alla carenza che all'eccesso di Zn nell'organismo. Studi su modelli animali hanno evidenziato che alti livelli di zinco nella dieta possono causare anemia per riduzione dell'assorbimento di rame e ferro e riduzione dell'attività di diversi enzimi importanti nei vari tessuti. Lo Zn non è teratogeno, non è tossico per la riproduzione e non è risultato mutageno in test in vitro e in vivo. I sintomi registrati dopo intossicazione acuta (ingestione di dosi molto elevate in in tempi molto ravvicinati) provocano dolore addominale, nausea e vomito. La dose giornaliera richiesta negli adulti è di circa 15 mg/day, e poiché con la dieta l'intake medio è di 14-20 mg/day è sufficiente al fabbisogno nutrizionale. La finestra tra livelli nutrizionali e le dosi in grado di provocare effetti avversi è ampia, studi clinici in cui sono stati somministrati giornalmente fino a 600 mg di solfato di zinco (equivalente a 200 mg di Zn elementale) suddivisi in più dosi per diversi mesi, hanno permesso di determinare una PMTDI (provisional maximum tolerable daily intake) per lo Zn di 0,3-1,0 mg/kg bw/d.
L'assorbimento orale va da 8 a 81% : la variabilità è determinata dal fatto che il processo è regolato per il mantenimento dell'omeostasi. Le persone con un adeguato apporto nutrizionale di Zn ne assorbono il 20-30%. (ATDSR toxicological profile for Zn https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp60-c3.pdf). Per quanto riguarda l'assorbimento cutaneo il valore di default per tutti i composti dello Zn in sospensione o soluzione è il 2% mentre per le polveri un valore di 0.2% è considerato ragionevole (ECHA).

Caratterizzazione del rischio

Dopo aver calcolato l'esposizione giornaliera per i vari scenari individuati esse verranno comparate con i valori di riferimento Individuati dai profili tossicologici per esposizione cronica, pur nella consapevolezza che l'esposizione reale non sia giornaliera per tutto l'anno, ma di questo si è tenuto conto nel calcolo.
Il rapporto tra dose di esposizione calcolata dagli scenari e il NOAEL (o la BMDL) calcolato per l'effetto critico sul modello animale è chiamato margine di sicurezza (MOS). Valori di MOS ≥ 100 generalmente suggeriscono che l'esposizione al contaminante non

comporti rischi significativi per l'uomo, assumendo un MOS minimo di 100 come fattore di default per tener conto della variabilità tra le specie e della variabilità interindividuale. In alcuni casi è necessario considerare valori di 'mimmal MOS' maggiori (ad esempio per incompletezza del data base tossicologico) o minori di 100, come nel caso in cui il NOAEL o la BMDL siano stati derivati da dati sull'uomo, per cui si può assumere che MOS minimo possa essere ridotto a 10 (eliminando il valore di default relativo alla estrapolazione di specie).
Se MOS è calcolato come il rapporto tra la dose di esposizione calcolata dagli scenari la dose di riferimento tossicologica (esempio TDI o TWI), si può assumere che l'esposizione al contaminante non comporti rischi significativi per l'uomo quando il MOS è pari o superiori a 1 (gli assessment factor che considerano la variabilità e l'incertezza sono già inclusi nella derivazione della TDI).
(N.B. nel caso dell'esposizione cutanea essendo la RfD generalmente riferita rispetto alla via orale è stata moltiplicata per l'Assorbimento orale, in modo da avere un valore riferibile alla dose interna e non alla esposizione esterna seguendo anche quanto fatto come da USEPA).

Per calcolare l'esposizione giornaliera sono stati utilizzati come riferimento i documenti EPA:
Risk Assessment Guidance for Superfund:Volume III - Part A, Process for Conducting Probabilistic Risk Assessment https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidancesuperfund -rags-volume-iii-patt
Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I: Human Health Evaluation Manual (Pan E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment https://www.e.pa.gov/risk/risk-assessment-guid ance-superfund-rags-part-e
Mentre da 'Exposure Factors Handbook' https://www.epa.gov/expobox/about-exposurefactors-handbook sono derivati i valori raccomandati da usare

Calcolo esposizione giornaliera per via cutanea
((C*IR*Abs*EF*ED)/(BW*AT))*CF
C= mediana della concentrazione metallo
Abs-der= assorbimento cutaneo
EF= giorni l'anno di esposizione considerando 6 mesi per 2/ 3 volte a settimana è pari a 65 giorni
ED= periodo di esposizione, adulti: anni medi 70, bambini fascia di età 3 e 6 anni (anni bambino-l, considerando che nel primo anno di vita il contatto diretto con la sabbia è limitato)
AT= tempo medio 365* ED
B W peso corporeo pari a 60 Kg per gli adulti e per i bambini: 12 Kg (fino a 3 anni) e 18,5 Kg (fino a 6 anni)
CF= fattore di conversione da mg a Kg pari a 10-6
SA= superficie del corpo a contatto adulti: 1370 cm^2 (piedi), bambini: 3080 (3 anni) e 3870 (6 anni) cm^2 (piedi, gambe, mani e braccia)
AF= adheretion factor sabbia (terra pari a 0,07 mg/cm^2 (adulti), 0,2 mg/cm^2 (Bambini, worst case per terra bagnata)

EV =frequenza di eventi al giorno (=l)

Calcolo esposizione giornaliera per via orale

((C*IR*Abs*EF*ED)/(BW*AT))*CF

C= mediana della concentrazione metallo mg/kg

IR intake orale al giorno di sabbia /terra considerato 84 mg/d per i bambini e 20 mg/d [1] per gli adulti, se ingestione diretta, e/o % del campione inalabile in base ai dati granulometrici

Abs-oral= assorbimento orale del metallo (^{0}/0)

EF= giorni l'anno di esposizione considerando 6 mesi per 2/ 3 volte a settimana è pari a 65 giorni

ED= periodo di esposizione, adulti: anni medi 70, bambini fascia di età 3 e 6 anni (anni bambino-l, considerando che nel primo anno di vita il contatto diretto con la sabbia è limitato)

AT= tempo medio 365 *ED

B W peso corporeo pari a 60 Kg per gli adulti e per i bambini: 12 Kg (fino a 3 anni) e 18,5 Kg (fino a 6 anni)

CF= fattore di conversione da mg a Kg pari a 10 -6

Calcolo esposizione per via inalatoria

Non essendo disponibile una analisi delle concentrazioni dei contaminanti in aria, dalla analisi granulometrica risulta che: al di sotto di 64 um non si ha distinzione granulometrica, ma le percentuali sono molto basse, per cui si ritiene che le frazioni respirabili (< 4 gm) sono da ritenersi trascurabili. Non c'è quindi esposizione per via inalatoria.

E'stata però considerata la percentuale della frazione inalabile (<125 gm), frazione che superate le vie aree superiori può essere successivamente ingerita. Quindi il calcolo è stato fatto ricalcolando IR orale in base alla percentuale della frazione inalabile. Questa analisi ha riguardato le spiagge di Masua, Buggerru e Cala Domestica, mentre Piscinas e San Niccolò hanno evidenziato una granulometria inferiore a 200 kim minima e pertanto anche la via orale indiretta a seguito di inalazione è stata considerata trascurabile.

Tabella riassuntiva dei valori di riferimento

As: $BMDL_{01}$ tra 0,3 e 8 gg/kg pc al giorno per As inorganico (utilizzato in via precauzionale il valore più basso)

---

[1] Zhongmin et al 2018 SCIENTIFIC Reports | (2018) 8:3256 | DOT: IO. 1038/s41598-01821569-6

Pb: BMDL01 è 0,50 gg/kg pc.al giorno (neurotossicità infantile); 0,63 gg/kg pc al giorno per gli adulti

Cd: TWI settimanale 2,5 gg/kg bw d

Zn: PMTDI per lo Zn di 0,3-1,0 mg/kg bw/d. (utilizzato in via precauzionale il valore più basso)

Tabella riassuntiva % assorbimento

As: orale 95%, cutaneo 1,9%

Pb: orale 50% bambini e 30% adulti, cutaneo 0,3%

Cd: orale 3-5%; cutaneo 0,3-0,8% % (utilizzato in via precauzionale il valore più alto)
Zn: orale 20-30%; cutaneo 0,2%

In relazione alla presente valutazione, considerando le informazioni tossicologiche disponibili (BMD o TDI), per As e Pb il MOS dovrà essere >10 mentre per Zn e Cd

Valutazione del rischio delle spiagge del~~ Sulcis di Buggerru, Cala Domestica, San~~

Niccolò Masua e Piscinas

Come 'worst case' della valutazione è stata individuata la popolazione locale divisa tra adulti e bambini (fasce di età 0-3 anni e 3-6 anni) con un'esposizione media di 65 giorni l'anno, considerando la possibilità di frequentazione delle spiagge da maggio a ottobre per 2/3 volte a settimana. In considerazione della particolare situazione del 2020 dovuto alla chiusura delle spiagge per l'emergenza Covid-19, per quest'anno è stato preso in considerazione anche un periodo di esposizione più ridotto, pari a 45 giorni. Tali scenari coprono anche i turisti che soggiornano sull'arenile quotidianamente ma per un numero inferiore di giorni.

La concentrazione del contaminante è stata calcolata prendendo la mediana di tutti i campioni prelevati in zone diverse dello stesso arenile, che, essendo il valore al di sotto del quale cadono la metà dei valori campionari, meglio rappresenta la variabilità in una distribuzione non simmetrica. Nella quasi totalità dei casi la media aritmetica era simile alla mediana o superiore, indicando la presenza di pochi valori campionari outliers.

Tra gli strati sono stati analizzati in diverse fasce di spessore, sono stati considerati solo i più superficiali: 0-20 cm e 20-50 cm, tranne per Buggerru, in cui lo strato analizzato era direttamente 0-50 cm.

Per gli Adulti è stato considerato lo scenario espositivo sia inalatorio che cutaneo. L'esposizione inalatoria vera e propria, vista la granulometria riportata nei documenti forniti, è considerata trascurabile: l'analisi granulometrica non identifica particelle respirabili (< 4 uni), La frazione inalabile (ma non respirabile < 125 gm) è stataassimilata ad un assorbimento orale poiché le particelle di quelle dimensioni una volta inalate vengono inghiottite. Per l'assorbimento cutaneo è stata considerata la superficie di piedi e caviglie in contatto con lo strato di sabbia che va fino a 50 cm.

Per i Bambini (fino a 6 anni due fasce di età 0-3 e 3-6 anni) è stata considerata l'esposizione inalatoria, cutanea e orale. Per l'inalatoria diretta di particelle respirabili vista la granulometria vale il discorso fatto per gli adulti; l'esposizione orale a seguito di inalazione è stata sommata all'esposizione orale diretta, dovuta in queste fasce di età all'attività ludica e alla frequente abitudine di mettere le mani sporche di sabbia in bocca.

L'assorbimento cutaneo è considerato per una superficie del corpo superiore agli adulti comprensivo di gambe e braccia nello strato che va fino a 50 cm. Non è stato considerato nel periodo di esposizione il primo anno di vita, durante il quale il diretto contatto con l'arenile è stato considerato limitato.

Adulti

		MOSa cutaneo	MOSab inalatorio
Buggerru			
		79847	12067
	Cd	9524	218112
	Pb	37566	3226
	Zn	389402	61930
Cala Domestica			
		239541 - 229127	80604 - 77099
	Cd	16468 - 15202	842308 - 777515
	Pb	38628	8900 - 7409
	Zn	1731246 -1468760	614913 - 521682
San Niccolò			
		210797 - 210797	
	Cd	60807 - 52699	
		265391 - 244301	
	Zn	5418005 - 4747669	
Masua			
		131748 - 135126	16219 - 16635
	Cd	4596 - 5489	85999 - 102720
	Pb	8256 - 3801	579- 267
	Zn	346690 - 427094	45051 — 55499
Piscinas			

		250948 - 250948	
	Cd	188211 - 158097	
	Pb	99165 - 69341	
	Zn	1 1864719 - 10428587	

a= Il primo valore riguarda lo strato 0-20 cm ed il secondo quello riguardante lo strato 30-50 cm. Nel caso di Buggerru i campioni erano rappresentativi di un unico strato 0-50 cm.

b= per le spiagge di Buggerru, Cala Domestica e Masua

In tutte le spiagge il MOS è risultato >>10 (Pb, As) e I (Zn e Cd) sia per l'esposizione cutanea che inalatoria/orale, per cui non c'è rischio, per un periodo di esposizione di 65 giorni. A maggior ragione si può dedurre che ugualmente non ci sia rischio per entrambe le vie espositive, riducendo i giorni di esposizione a 45 (dati non mostrati)

Bambini

Essendo l'esposizione inalatoria riconducibile ad una esposizione orale relativamente alla frazione inalabile, il MOS orale rappresenta la somma di entrambi i tipi di esposizione. Si sottolinea comunque che l'esposizione inalatoria apporta un contributo trascurabile al calcolo della esposizione orale vera e propria.

Le colonne a sfondo rosso solo relative a 65 giorni di esposizione quelle a sfondo verde relative a 45 giorni di esposizioni.

		MOSa* orale	MOS [a] cutaneo	MOSŽž* orale	Fasce di età anni
Buooerru					
		3 8	2486	5 5	0-3
		5 9	3067	8 5	
	Cd	69	297	100	0-3
		107	366	155	3-6
	Pb	0 8	928	1 2	0-3
		1 3	1145	1 8	3-6
	Zn	20	12125	28	0-3
		30	14957	44	3-6
Cala Domestica					
		1 1 - 11	7458 - 7134	17 - 16	0-3
		18 - 17	9201 - 8801	26 - 25	3-6

	Cd	120 - 1 1 1	513 - 473	173 - 160	0-3
		186 - 172	633 - 584	269- 248	3-6
	Pb	1 -08	1147 - 955	1 5- 1 2	0-3
		2 - 1 3	1415 - 1178	2 3-2 9	3-6
	Zn	88 - 74	53905 -45732	127 - 107	0-3
		136 - 1 15	66496 - 56414	196 - 166	3-6
San Niccolò					
		10 - 10	6563 - 6563	15 - 15	0-3
		16 - 16	8097 - 8097	23-23	3-6
		444 - 385	1893 - 1641	642— 556	0-3
		689 - 597	2336 - 2024	995 _ 862	3-6
	Pb	6-5	6558 - 6037	8-8	0-3
		8 -8	8090 7447	13 - 12	3-6
	Zn	275 - 241	168697 147825	397 - 348	0-3
		426 —	208103 182356	616 - 539	3-6
Masua					
		6- 6	4102 - 4207	9-9	0-3
		10 - 10	5060 - 5190	14 - 14	3-6
	Cd	33 - 40	143 —	48 - 57	0-3
		52 - 62	177 - 21 1	75 - 89	3-6
	Pb	0,2-0 08	204 - 94	0,3 0,1	0-3
		0,3-0 1	252 - 1 16	0,4-02	3-6
	Zn	17 - 21	10795 - 13298	25 -31	0-3
		27 - 33	13316 - 16404	35 -48	3-6

Piscinas					
		12 - 12	7814 - 7814	17 - 17	0-3
		19 - 19	9639 - 9639	27 - 27	3-6
	Cd	1375 1155	5860 - 4923	1986 - 1669	0-3
		2132 1791	7229 - 6072	3079 - 2586	3-6
	Pb	2- 2	2451 - 1714	3- 2	0-3
		3 -2	3023 - 2114	5-3	3-6
	Zn	602 - 529	369424 324708	870 - 764	0-3
		933 - 820	455719 400557	1348 — 1185	3-6

a= Il primo valore riguarda lo strato 0-20 cm ed il secondo quello riguardante lo strato 20-50 cm. Nel caso di Buggerru i campioni erano rappresentativi di un unico strato 0-50 cm.

* comprensivo dell'esposizione alla frazione inalabile per le spiagge di Buggerru, Cala Domestica e Masua

L'esposizione cutanea corrisponde ad un MOS > 10 (As e Pb) e > 1 (Zn e Cd) in tutte le spiagge, non presentando rischi per la salute per un periodo di esposizione di 65 giorni; riducendo i giorni di esposizione a 45 si può dedurre che ugualmente non ci siano rischi per la salute associati a questa via espositiva.

Per quanto riguarda l'esposizione orale considerando 45 giorni di esposizione (che possono rappresentare meglio l'esposizione per il 2020) la situazione è la seguente:

l) i livelli di Zn e Cd non rappresentano rischi per la salute

2) In tutte le spiagge e nelle due fasce di età per il Pb il MOS<IO, con la sola eccezione per San Niccolò (nella fascia 3-6 anni il MOS > 10 e da 0-3 MOS=8).

3) Per l'As il MOS<IO a Buggerru in entrambe le fasce di età e a Masua per la fascia di età da 0-3 anni.

La situazione ovviamente peggiora quando il periodo di esposizione aumenta a 65 giorni:

1) i livelli di Zn e Cd non rappresentano rischi per la salute

2) i livelli di Pb hanno un MOS 10 a Buggerru, Cala Domestica, Masua, San Niccolò e Piscinas (per entrambe le fasce dl età),

3) i livelli di As hanno un MOS < IO a Buggerru, Masua (entrambe le fasce di età) e San Niccolò (fascia di età 0-3 anni)

Si evidenzia un potenziale rischio per esposizione orale per i bambini di entrambe le fasce di età principalmente per la presenza di Pb in tutti gli arenili campionati (con la sola eccezione per San Niccolò, che si trova in una situazione border line) e di As a Buggerru e Masua anche nel caso di esposizione ridotta a 45 giorni (possibile riferimento per

quest'anno). E' evidente che la situazione peggiora considerando un periodo di esposizione più lungo e diventa particolarmente critica a Masua, dove il valore di MOS è più di un ordine di grandezza inferiore al MOS minimo.

E' necessario quindi che si mettano in atto azioni che limitino l'esposizione dei bambini, anche in considerazione degli effetti particolarmente gravi che il Pb specialmente esplica a loro carico. Considerando che il contributo più rilevante è dato dalla esposizione orale diretta, essendo quella inalatoria (orale indiretta) e quella cutanea molto inferiori e non in grado di destare preoccupazione per aspetti sanitari, si suggerisce di trovare il modo più opportuno per gestire gli eventuali rischi, ad esempio invitando i frequentatori delle spiagge a sorvegliare i bambini, impedendo l'ingestione diretta di sabbia e limitando l'esposizione.

Inoltre si suggerisce di adottare misure che permettano la diminuzione della contaminazione anche per il futuro, ad esempio con ripascimenti in grado di ridurre l'esposizione. Ovviamente il materiale di ripascimento dovrà essere analizzato preventivamente per verificare l'assenza dei contaminanti.

Si ritiene inoltre opportuno verificare quali possano essere le fonti di inquinamento, per poterle controllare e possibilmente eliminare. Si evidenzia infatti che per alcuni arenili sono stati riportati i dati dei campionamenti effettuati in anni precedenti per gli stessi inquinanti e si nota a Buggerru un aumento del 17, 20 e 33% dei livelli di Pb, Zn e As, rispettivamente, solo il Cd si riduce del 2%.

A Piscinas tutti gli inquinanti diminuiscono nello strato 0-20 cm, mentre nello strato 2050 cm Cd, Pb e Zn aumentano dell' 8,13 e 7%, rispettivamente.

Masua si ha un incremento del 20% solo per lo Zn nella fascia 0-20 cm.

Inoltre pur non superando i limiti di legge sono presenti, in alcune spiagge, anche Ni e Cr che hanno potere allergizzante. In letteratura è riportata per il Cr(VI) ed il Ni la soglia di I mg/kg per l'effetto allergologico, e per il Cr(lll) una soglia di 5 mg/kg avendo il Cr(lll)un'azione allergizzante più moderata rispetto al Cr(VI) (Basketter, D.A., Angelini, G., Ingber, A., Kern, P.S., Menné, T., 2003. Nickel, chromium and cobalt in consumer products: revisiting safe levels in the new millennium. Contact Dermatitis 49, 1—7.).

Nella spiaggia di Buggerru sono presenti nello strato 0-50 cm 48 mg/kg di Cr totale e 15 mg/kg di Ni con incrementi rispetto alle analisi precedenti del 95 e 83%, rispettivamente. Nella spiaggia di Cala Domestica nello strato 0-50 cm sono presenti 2,5 mg/kg di Cd e 3 mg/kg di Ni. Per le altre spiagge non sono riportati dati tranne che per la spiaggia di Scivu non presa in considerazione nella valutazione poichè gli inquinanti non superano i limiti di legge.

I limiti per i metalli oggetto del presente parere riportati nella tabella A del D.lgs. 152/06 con gli scenari di esposizione qui proposti non determinano alcun problema nei confronti degli adulti, ma sono al limite per i bambini.

Si suggerisce quindi di continuare a monitorare la situazione, perché -data la variabilitài valori riscontrati potrebbero ragionevolmente determinare esposizioni con rischi potenziali.

Nel rimanere a disposizione per ogni eventuale chiarimento, porgo distinti saluti.

Il Direttore del Dipartimento di
Ambiente e Salute
Dott.ssa Lucia Bonadonna