

15. L'analisi di rischio (a cura di A. Capretti e S. Carasi)

15.1 Premessa.

La situazione descritta nei paragrafi precedenti induce, dopo l'acquisizione di tutte le informazioni fin qui ottenute, a proporre una prima stima del rischio sanitario per la popolazione finalizzata a stabilire le priorità da dettarsi per l'attuazione della bonifica e le misure da assumere per la mitigazione del rischio nei tempi, necessariamente talora non brevi, per l'attuazione della bonifica. Effettuare una stima di tale portata è assai difficile perché gli elementi che concorrono ad implementare l'insieme di conoscenze su cui si basa tale stima sono numerosi e, talora, di difficile valutazione.

Nell'anno 2002, era già stata attuata una prima analisi di rischio (effettuata dall'ISPESL, componente del primo gruppo di lavoro ex Delib. D.G. 885/01); si erano utilizzati i modelli allora in uso ed il risultato di tale analisi, secondo il metodo inverso più sotto descritto, era stata una prima individuazione di aree a diverso rischio con la possibilità di una loro fruizione differenziata.

Più recentemente, a seguito dell'entrata in vigore del D.Lgs. 152/06 che ha stabilito l'obbligo dell'analisi sanitaria di rischio nelle situazioni di compromissione ambientale, la necessità di impiegare questa valutazione, a fronte delle informazioni disponibili, è nuovamente emersa.

In tal senso, le procedure, codificate dall'ASTM e riprese dal D. Lgs. 152/06, prevedono un'approccio graduale di approfondimento, denominato Risk-Based Corrective Action (RBCA), ed articolato nei seguenti tre differenti livelli di approfondimento:

- **un primo livello** che coincide con una valutazione di screening in cui vengono derivati, sulla base di scenari, modelli ed assunzioni conservative generiche, i *Risk Based Screening Levels* (RBSL). I valori RBSL sono valori di concentrazione per le diverse matrici ambientali che hanno valore generico e non sito specifico. Se le concentrazioni rappresentative della contaminazione nel sito superano tali valori, i RBSL possono essere un riferimento per gli obiettivi di bonifica, oppure si può passare al livello 2 di analisi che prevede la caratterizzazione specifica del sito;
- **un secondo livello** che consiste in una valutazione sito specifica in cui sono calcolati i *Site Specific Target Level* (SSTL), che corrispondono ai valori di concentrazione che possono costituire gli obiettivi di bonifica per le matrici contaminate. Nel livello 2 sono usati modelli di trasporto analitici, in cui i dati d'ingresso sono ricavati da indagini ambientali condotte in sito. Qualora alcuni dati di input non siano disponibili, si ricorre a valori riportati in letteratura o a dati validati da studi condotti in contesti ambientali analoghi. Se le SSTL sono superate dalle concentrazioni rappresentative della contaminazione nel sito, le SSTL possono essere un riferimento per gli obiettivi di bonifica, oppure si può passare al livello 3 di analisi che prevede l'uso di modelli di simulazione complessi e un maggior numero di dati;
- **un terzo livello** che rappresenta lo stadio più approfondito di analisi di rischio. Il terzo livello prevede l'uso di strumenti di calcolo più complessi, costituiti da modelli numerici e stocastici per la simulazione dei fenomeni di trasporto dei contaminanti. L'applicazione dell'analisi di rischio di terzo livello è consentita dalla disponibilità di dati chimici, biologici e fisici specifici del sito necessari alla completa determinazione dei fenomeni di riduzione del carico di contaminante in atto nel sottosuolo.

La normativa nazionale vigente prevede lo svolgimento di un'analisi sito specifica per la determinazione delle CSR, ovvero dei SSTL.

La procedura di analisi di rischio può avere un duplice scopo:

1. stimare quantitativamente il rischio per la salute umana connesso alla contaminazione riscontrata in un sito

2. individuare i valori di concentrazione sito-specifici nelle diverse matrici ambientali per i quali il rischio può essere considerato accettabile secondo i livelli stabiliti dalla legislazione.

I suddetti obiettivi si raggiungono applicando la procedura secondo due distinte modalità, quella **diretta** (*forward mode*) e quella **inversa** (*backward mode*).

La modalità **diretta** permette di stimare il rischio sanitario per il recettore esposto, conoscendo la concentrazione del contaminante in corrispondenza della sorgente di contaminazione.

Avendo invece fissato il livello di rischio per la salute ritenuto accettabile per il recettore esposto, la modalità **inversa** permette il calcolo della concentrazione soglia di rischio (CSR), ovvero della massima concentrazione alla sorgente compatibile con la condizione di accettabilità del rischio.

Per quantificare il rischio per la salute umana dovuto all'esposizione alla contaminazione e valutarne l'accettabilità o la non accettabilità, si devono calcolare i quozienti di pericolo HI (*Hazard Index*) per le sostanze non cancerogene e i valori di rischio incrementale (RI) per le sostanze cancerogene.

Nei paragrafi seguenti si illustrano, si illustrano i primi risultati dell'applicazione dei criteri appena illustrati alla situazione locale.

15.2 Ripartizione del territorio ai fini dell'analisi di rischio.

La suddivisione del territorio in parti omogenee alle quali applicare l'analisi di rischio costituisce uno degli elementi fondamentali sui quali si basa questa procedura. Nell'ambito del precedente capitolo 4 era stata data una prima ripartizione del territorio oggetto delle indagini in 4 aree (Cascine, 1° Maggio, Chiesanuova, Sud Chiesanuova – Fornaci, Castel Mella). Questa suddivisione è stata determinata dall'andamento degli esiti delle ricerche sulla vicenda Caffaro che, partita dal rinvenimento della contaminazione ambientale nei siti adiacenti lo stabilimento, si è progressivamente ampliata a porzioni di territorio sempre più vaste in direzione sud, fino a raggiungere l'attuale, anche se non definitiva, configurazione spaziale.

Accanto a questa suddivisione, determinata, come detto, dall'andamento delle ricerche, si deve ricordare quella che deve obbligatoriamente precedere l'applicazione della procedura dell'analisi sanitaria di rischio. Quest'ultima ha per fondamento l'individuazione di aree omogenee, nelle quali richiedere l'osservanza di prescrizioni che attenuino le conseguenze direttamente od indirettamente sfavorevoli per la salute umana degli'inquinamenti ambientali riscontrati.

Si sono così individuate le seguenti tipologie fondamentali di aree:

- pertinenze dello stabilimento,
- pubbliche, o ad uso pubblico,
- agricole interne al sito d'interesse nazionale,
- abitate con pertinenze esterne (giardini e orti),
- falda idrica soggiacente così come individuata nell'atto di definizione del sito d'interesse nazionale,
- reticolo delle rogge
- aree agricole distanti dallo stabilimento.

15.3 valutazione del rischio igienico sanitario dei suoli compresi nel sito d'interesse nazionale "Brescia Caffaro" e stime di rischio nell'area contaminata.

Per ognuna delle aree indicate nel precedente capitolo è stata effettuata una differente stima del rischio integrando i dati ambientali e sanitari. Per alcune aree è stato possibile svolgere ad opera dell'ISS un'analisi sanitaria di rischio dettagliata, per altre, in attesa di poter svolgere una disamina completa sotto questo profilo, è stata avanzata la proposta di adozione di misure di messa in sicurezza dal punto di vista sanitario delle situazioni riscontrate. Le misure sono state proposte

seguendo il seguente schema metodologico successivamente all'individuazione delle categorie di sito:

- calcolo del rischio per gli esposti per categorie di popolazione,
- stima degli indicatori di esposizione,
- stima degli indicatori di effetto,
- individuazione delle priorità nella bonifica,
- individuazione delle vie di esposizione specifiche per categoria di persone esposte,
- individuazione delle misure di mitigazione del rischio,
- trasformazione delle misure in provvedimenti amministrativi,
- comunicazione dei provvedimenti (alla popolazione ed agli addetti all'applicazione),
- adozione delle misure di controllo,
- valutazione continua dell'efficacia delle misure,
- proposizione dei correttivi specifici alle misure di carattere generale.

Nell'ambito dell'attività di valutazione del rischio sanitario nel sito di Interesse Nazionale "Brescia – Caffaro", è opportuno precisare come l'Istituto Superiore di Sanità (ISS) abbia inoltre posto in evidenza che a causa della particolarità del sito di "Brescia - Caffaro" (tipologia, diffusione ed estensione della contaminazione) risulta molto difficile applicare in tale contesto una metodologia di analisi di rischio di tipo deterministico.

Questa metodologia infatti è stata sviluppata fundamentalmente per valutare il rischio sanitario connesso ai vari scenari di esposizione umana dovuta a fenomeni di contaminazione di matrici ambientali in aree di limitate dimensioni.

Pertanto l'I.S.S. in accordo con gli Enti a diverso titolo competenti ha ritenuto che l'approccio da perseguire per il sito di Brescia, al fine di valutare i rischi cui la popolazione e l'ambiente sono potenzialmente esposti, debba essere indirizzato anche ad un monitoraggio continuo e costante delle varie matrici ambientali e alimentari con cui può venire a contatto la popolazione.

Inoltre ISS ha segnalato la necessità di una valutazione complessiva dello stato di salute della popolazione attraverso il prosieguo di azioni di biomonitoraggio e la continuazione degli studi epidemiologici specifici.

Il lavoro fino ad oggi svolto ha consentito di giungere per le diverse aree come sopra individuate alle seguenti indicazioni:

pertinenze dello stabilimento. Le pertinenze dello stabilimento intese come area edificata coperta e scoperta della Ditta Caffaro Spa sede di Brescia, Via F. Nullo 1 e parcheggio esterno sono in corso ancora di caratterizzazione definitiva da parte della Ditta. Un recente documento della ditta medesima distingue fra la situazione del sottosuolo, in parte riportabile a quanto riferito a proposito della falda in un altro paragrafo della presente relazione, rispetto a quella del piano di frequentazione. L'assenza di lavorazioni attuali a particolare impatto sulla salute dei lavoratori (per progressiva dismissione negli ultimi anni di lavorazioni potenzialmente pregiudizievoli per la salute degli addetti) e la presenza di una pavimentazione continua su tutta la superficie della fabbrica hanno indotto la Ditta a ritenere che gli addetti non siano da considerare come soggetti esposti a rischio d'incorporazione per inalazione o per contatto dermico delle sostanze oggetto del piano di caratterizzazione. La situazione è ancora oggetto di valutazioni sia da parte della Ditta, sia da parte degli Enti di controllo ed è, in ogni caso, strettamente correlata alle decisioni che saranno assunte per il problema dell'inquinamento del sotto-Caffaro .

Aree pubbliche o ad uso pubblico ricomprese nel sito d'interesse nazionale: all'interno del sito d'interesse nazionale, sono ricomprese alcune aree destinate ad un uso pubblico quali giardini delle scuole, parchi pubblici, una pista ciclabile, etc. La fruizione di tali aree, a motivo della pluralità dei soggetti interessati, e le modalità assolutamente eterogenee d'impiego inducono a ritenere la bonifica integrale con asportazione del suolo inquinato e sua sostituzione con altro non inquinato la

soluzione utile a ricondurre tali aree all'impiego primitivo. L'amministrazione comunale ha caldeggiato, a fonte anche della diffusione dell'inquinamento per aree disomogenee, quest'ultima soluzione che è già in fase operativa con il consenso di tutti gli enti intervenuti.

Aree agricole interne al sito d'interesse nazionale: il sito d'interesse nazionale comprende al suo interno aree nelle quali è stata proibita con specifica ordinanza sindacale ogni attività di coltivazione. Queste aree, alla caratterizzazione ARPA, hanno presentato livelli di contaminazione differenti, in rapporto, si è ritenuto, alla diversa deposizione degli inquinanti da parte delle rogge irrigue. In linea di massima, ad esclusione di alcuni "hot spots", si è visto che l'inquinamento del suolo interessa, in massima parte, una fascia di altezza variabile lungo l'asse ferroviario Brescia – Milano. In questa zona, l'ISS ha svolto una propria analisi di rischio riportata in [allegato 1/ADR](#)

Aree abitate con pertinenze esterne: nell'ambito del sito d'interesse nazionale, zona 1° Maggio, e nell'ambito della zona immediatamente a sud dello stesso, in buona sostanza coincidente con l'abitato del quartiere Chiesanuova, sono state edificate negli anni '50 - '70 del secolo passato, numerose abitazioni uni o pluri familiari, quasi tutte con pertinenze esterne rappresentate da orti e giardini. Tutti questi piccoli appezzamenti di terreno sono coltivati con piante ornamentali ed ortaggi per il consumo familiare mentre del tutto assenti, alle indagini condotte dalla medicina veterinaria, sono risultati gli allevamenti di animali da carne o da latte o da uova. In questo contesto, in attesa della bonifica sulla base della analisi di rischio ISS, della quale si riportano le conclusioni in calce al presente paragrafo(che, in estrema sintesi, prevede l'asportazione del suolo inquinato per la profondità di 1 m e la ricarica con terra non contaminata) e della disponibilità globale dei dati sull'inquinamento eventuale dell'aria da POP, si sono dovute ricercare misure che consentissero alla popolazione residente di continuare a risiedere nell'area utilizzando, almeno parzialmente, le pertinenze esterne delle abitazioni per gli usi propri. Nella convinzione che, nel tempo, l'atto amministrativo di divieto assoluto di utilizzo del suolo a qualsiasi scopo sarebbe stato destinato a divenire in parte inosservato, si è deciso di studiare, quale misure di messa in sicurezza a medio termine, le possibilità residue d'impiego almeno parziale dello stesso, posto che la semplice residenza in aree contaminate senza alimentazione con prodotti localmente prodotti non sembra costituire, secondo gli studi finora condotti, un fattore di rischio per l'assunzione dei POP.

L'ASL di Brescia, nell'ambito delle indagini connesse con la vicenda dell'inquinamento da POP, ha così allestito, in collaborazione con ARPA e con l'Istituto Tecnico Agrario di Brescia "G. Pastori" l'orto sperimentale di cui si tratta nel capitolo alimenti

Qualora anche queste indagini confermassero la sostanziale assenza di POPs negli ortaggi indagati, si potrà ipotizzare, previa proposizione di norma per la tutela individuale dal contatto con il suolo contaminato, di proibire la coltura solo di determinate specie ad uso alimentare, fermo restando il divieto della coltura del fieno a scopo zootecnico e l'allevamento di animali a scopo alimentare diretto ed indiretto.

Nel far presente che il rapporto ISS è riportato in [allegato 2/ADR](#), si trascrivono di seguito le conclusioni del rapporto medesimo

...omissis...

Come si evidenzia dalla Tab.4 il valore di CSR per l'Arsenico è ampiamente inferiore (2 ordini di grandezza) al valore limite stabilito nel D.lgs. 152/2006 per i suoli ad uso verde pubblico/residenziale. Per quanto concerne l'Arsenico, come noto, i valori di CSR calcolati con i software commerciali per l'analisi di rischio sanitaria, sono sempre più bassi del valore stabilito nel D.Lgs. 152/2006 Parte IV- Titolo V. relativo alle bonifiche dei siti contaminati, in quanto detti software utilizzano modalità applicative estremamente conservative, in particolar modo per le sostanze classificate cancerogene, ed è il caso di alcuni composti dell'Arsenico.

Nella normativa italiana sopracitata il valore di 20 mg/Kg riportato nella colonna A della Tabella 1 relativa ai suoli ad uso ricreativo/residenziale/verde pubblico, tiene conto delle anomalie geochimiche caratteristiche dei suoli della fascia mediterranea, ed in particolare dei suoli italiani, spesso interessati anche da circolazione di fluidi termali, da specifiche anomalie geochimiche etc..

Ancorché si ritenga che i valori di CSR ottenuti da una rigorosa procedura di analisi di rischio, vadano adottati sia se superiori alle CSC sia se inferiori alle stesse CSC, nello specifico caso sarebbe opportuno valutare la concentrazione del fondo antropico dell'area di interesse per l'Arsenico, così come anche affermato nel D. Lgs. 152/06 Parte IV- Titolo V art. 242.

In ogni caso si ritiene che il valore stabilito dal Dlgs.152/2006 per tale parametro, e cioè 20 mg/Kg ss, possa essere considerato cautelativo per la salute umana, stante anche quanto riportato nel documento ICPS INCHEM dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), che riporta che un suolo va considerato "contaminato" quando la concentrazione dell'Arsenico supera 40 mg/Kg ss.

Si sottolinea, in ogni caso, che l'analisi di rischio sito specifica riportata nel presente documento fa riferimento al modello concettuale sopra descritto, ove questo si modifichi (ad esempio si effettui un mescolamento del suolo vergine con il suolo profondo; venga diminuito lo spessore di suolo vergine pulito etc.), l'analisi di rischio andrà aggiornata, in quanto si potrebbero attivare anche altri percorsi di esposizione.

Pertanto è opportuno che si prescriva ai fruitori di detti giardini di non modificare lo stato dei luoghi.

Per le aree dei giardini in studio nel presente documento, non si è considerato il rischio connesso all'utilizzo di detti giardini ad uso "orto privato" in quanto, dopo l'intervento di decorticamento e posizionamento di uno strato di terreno vergine pulito dello spessore di 1 metro, le radici delle colture eventualmente impiantate ispezioneranno lo strato di suolo pulito. Inoltre ancorché vi sia un sollevamento per fenomeni eolici di particelle di terreno con successiva ricaduta sulle colture vegetali, queste sono particelle di suolo pulito.

...omissis...

Falda idrica soggiacente così come individuata nell'atto di definizione del sito d'interesse nazionale: l'ARPA, nell'ambito degli studi commissionati ha caratterizzato la falda soggiacente una vasta area che ricomprende anche il sito d'interesse nazionale ed un'ampia porzione del territorio attorno ad esso. I risultati di questa caratterizzazione sono stati esposti in un'altra parte della presente relazione (Cap. 11).

Quale fattore di rischio si è potuta individuare l'assunzione o l'utilizzo di acqua non rispondente ai requisiti di potabilità attinta da falde contaminate. Per tale motivo, come misura di messa in sicurezza, posta l'idoneità dell'acqua erogata dal pubblico acquedotto, si sono ricercati tutti gli approvvigionamenti autonomi evidenziando in tale censimento gli impieghi a scopo potabile, alimentare, zootecnico ed irriguo per il controllo analitico mirato all'individuazione degli apporti di POP o di sostanze tossiche in genere. L'indagine appena indicata ha portato all'individuazione di 30 pozzi privati.

Di questi nessuno presentava problematiche tali da rendere l'acqua inadatta agli scopi umani, anche se per taluni inquinanti direttamente riconducibili ad un'origine industriale non necessariamente connessa con le lavorazioni Caffaro è stata dimostrata una concentrazione comunque meritevole di ulteriori approfondimenti e di vigilanza per il loro andamento nel tempo con controllo periodico della TEq soprattutto dell'acqua erogata dai pozzi del civico acquedotto Chiesanuova 2 e Sereno 2 .

Nell'abito della problematica connessa con la qualità dell'acqua di falda deve essere discusso anche il problema del sotto Caffaro. Anche in questo caso la soluzione del problema è rappresentata dall'asportazione del terreno contaminato e la sua sostituzione con quello non contaminato, ma i tempi per l'approntamento e l'esecuzione di tale bonifica sono necessariamente lunghi, stimabili nell'ordine di molti anni.

Fino a quel momento la soluzione per la messa in sicurezza della situazione è rappresentata dall'esercizio degli attuali pozzi di sbarramento e dalla prosecuzione dei controlli dell'acqua emunta dai piezometri appositamente infissi e dai pozzi di sbarramento stesso allo scopo di evitare, anche attraverso apposite depurazioni, lo spostamento dell'inquinamento dal sottosuolo all'ambiente epigeo. L'acqua di falda, infatti, ancorché derivata da un epigeo con contaminazione, anche estranea, alle lavorazioni "Caffaro" passa prima del suo emungimento attraverso i materiali di rifiuto eliminati dalla Ditta nel sottosuolo e, dilavando tale inquinamento, si carica d'inquinanti che non raggiungono concentrazioni elevate a motivo dell'ingente volume prelevato (1400 mc/h). Donde la necessità della depurazione appena indicata.

Reticolo delle rogge: si è già riferito parlando della via di contaminazione al capitolo 14 che le rogge hanno costituito negli anni il veicolo attraverso cui l'inquinamento è passato dalla fabbrica ai terreni e da lì all'uomo tramite gli animali. In effetti, ancor oggi, stando alle indagini ARPA, i sedimenti dei canali artificiali nei quali scorre, o è scorsa, l'acqua scaricata dalla Caffaro presentano concentrazioni talora molto elevate di POP. Con una penetrazione nel letto delle aste che talora raggiunge il metro di profondità. Anche in questo caso la soluzione al problema è rappresentata dall'asportazione di questi sedimenti con ricarica di materiale non contaminato, ma la fattibilità di tale bonifica è, allo stato attuale, ancora da definire nei tempi e nei modi, oltreché nei costi.

Nel contempo è pressoché insostituibile il ruolo di queste rogge nel trasporto e nella canalizzazione delle acque del Mella, incrementate dall'apporto dello scarico Caffaro nello sfruttamento agricolo dei suoli ubicati a sud della Caffaro, al di fuori dell'area del sito d'interesse nazionale. In assenza della possibilità di effettuazione della bonifica la messa in sicurezza delle rogge può unicamente prevedere, oltre che un apporto idrico sicuro, senza aggiunta di ulteriori inquinanti in termini quali – quantitativi, una circolazione ed uno sfruttamento della risorsa idrica senza movimentazione dei sedimenti, il che può avvenire solo attraverso la posa di (semi)canali impermeabili e l'impiego di un'irrigazione per scorrimento laterale, senza l'ausilio di pompe in grado con il loro risucchio d'indurre la ri - sospensione del materiale sedimentato.

Deve essere ricordato che proprio a motivo dell'estrema variabilità del reticolo minore delle rogge, i percorsi antichi, abbandonati e ri - tombati di questi vasi devono essere ricercati, individuati e considerati alla stregua di hot spots e che l'individuazione e la caratterizzazione del reticolo dei subaffluenti est del Mella in ambito dei Comuni di Brescia, Castel Mella e Capriano d. C. devono essere completate anche attraverso lo studio degli ultimi vasi a sud del complesso sistema perché ad ogni vaso con sedimenti contaminati corrisponde una contaminazione dei terreni asserviti per l'irrigazione a tale vaso.

Aree agricole a sud del sito d'interesse nazionale: nella zona a sud del sito d'interesse nazionale esiste come detto un'area intensamente abitata a ridosso della linea ferroviaria Brescia – Milano della quale si è appena detto. Proseguendo verso sud s'incontra una zona commerciale e, in direzione ovest verso il fiume Mella, un'area industriale. Parallela a quest'ultima, in lato est, lungo l'asse viario della Via Labirinto che continua nella SS Quinzanese, lungo l'asta del Fiume Grande inferiore, che ne segna il confine ad ovest, si trova una vasta area agricola dove hanno sede alcune aziende del settore.

Le indagini ARPA svolte in tale zona con l'usuale metodica della raccolta di campioni ai vertici ed al centro di quadrati di 200 m di lato, hanno dato esiti che deponevano per la presenza di POP in concentrazioni variabili ricomprese comunque nella maggior parte dei casi fra i limiti della colonna A e B dell'allegato al D.Lgs. 152/06. tale situazione, in carenza di una normativa specifica per l'utilizzo agricolo dei suoli ha indotto a riportare la problematica a livello di valutazione dell'esposizione dei soggetti residenti nell'area e consumatori di cibi prodotti nell'area stessa, dei lavoratori agricoli e dei prodotti dell'agricoltura locale per lo più indirizzata alla produzione di grano, di mais e di fieno utilizzati, soprattutto il mais, nella zootecnia o immessi nel mercato come

granelle o come trinciato di mais. Per questa analisi dei prodotti ci si è avvalsi dell'opera di un gruppo di lavoro misto costituito presso il Comune di Brescia nel quale erano rappresentati funzionari dell'ASL, dell'ARPA, della A. Provinciale e delle Associazioni di categoria.

Questo gruppo di lavoro ha rassegnato le conclusioni delle proprie indagini ed approfondimenti in un documento del quale si riportano i passi salienti:

...omissis...

Sulla scorta della relazione agronomica, stesa dai rappresentanti dell'Assessorato all'Agricoltura della A. Provinciale di Brescia su mandato della Conferenza dei Servizi del 14.09.07, si evidenzia, preliminarmente, che scopo delle misure contenute nel presente documento è la tutela della salute dei cittadini e degli addetti che possono essere esposti alle azione di sostanze organo-clorurate presenti nel terreno a seguito della contaminazione dei sedimenti delle rogge trasportate dall'irrigazione nei campi stessi. Le misure proposte sono finalizzate alla tutela diretta, che limita l'esposizione per inalazione e contatto, ed a quella indiretta, volta invece a contenere l'esposizione per ingestione di alimenti contaminati.

Si prende così in esame l'intero ciclo produttivo agronomico usualmente adottato nei terreni contaminati, rilevando come l'attività di coltivazione nell'azienda agricola si possa generalmente suddividere nelle tre fasi che di seguito si dettano:

1) Preparazione del terreno.

E' l'insieme delle operazioni di aratura, effettuata mediante aratro con rivolgimento del terreno in solchi, di sgrossatura del suolo con coltivatore e rullo e di affinamento con erpice rotante o fresa, tutte operazioni queste condotte con l'ausilio del trattore. In questa fase si inserisce anche la distribuzione del refluo zootecnico con carro-botte e trattore prima dell'aratura o interrimento.

2) Semina e crescita.

E' l'insieme della semina con seminatrice meccanica o pneumatica e le operazioni di concimazione, sarchiatura, irrigazione, tutte con l'ausilio di trattore.

3) Raccolta.

La raccolta comprende differenti operazioni in rapporto alle diverse specie coltivate

Nel caso delle colture da fieno, essa comprende le operazioni di raccolta, mediante taglio a circa 2-3 cm dal terreno della pianta, ed il successivo rivolgimento per essiccazione, "andanatura" e formazione dei "balloni".

Nel caso di grano, orzo e soia, il taglio della pianta è effettuato a circa 10 cm dal suolo dalla mietitrebbiatrice con successiva sgranatura, raccolta della granella nel cassone ed emissione posteriore della paglia imballata e raccolta in andane.

Nel caso del mais si può assistere:

-) alla raccolta, e formazione dell'insilato di mais con relativa commercializzazione o stoccaggio in trincea aziendale per l'alimentazione del bestiame il attraverso taglio della pianta a circa 30-40 cm dal suolo, sua trinciatura e scarico diretto sul carro agricolo;

-) alla produzione del pastone di spiga mediante trinciatura della spiga ottenuta facendo scorrere la pianta dall'altezza di circa 50-60 cm entro rotori "controrotanti" che spingono la pianta verso terra staccandola dalla pianta stessa con le proprie brattee ed alcune porzioni di foglie, successiva trinciatura e carico su carro, per la successiva commercializzazione o stoccaggio in azienda per l'alimentazione del bestiame;

-) alla produzione di granella di mais mediante trebbiatura della spiga ottenuta facendo scorrere la pianta dall'altezza di circa 50-60 cm in rotori "controrotanti" che spingono la pianta verso terra staccandone la spiga con le brattee e alcune porzioni di foglie, con sgranatura delle porzioni di pianta e della spiga, separazione della granella nel cassone ed emissione posteriore della brattee, tutolo e porzioni di foglie; la granella è, successivamente, commercializzata "verde" oppure essiccata ed immagazzinata in azienda.

Nel caso di queste ultime tipologie di raccolta, pastone di spiga o granella, residuano sul terreno gli stocchi di mais che solitamente sono prima sminuzzati con taglio a 2-3 cm della pianta da terra e poi interrati con aratura oppure andanati ed imballati per l'impiego nella formazione dei lettimi; Tutte le operazioni della raccolta sono eseguiti con macchine conto terzi o aziendali trainate da trattori ad esclusione delle semoventi.

Qualunque sia la tipologia di raccolta adottata, la parte radicale della pianta è interessata unicamente nella sola aratura e preparazione del terreno per la semina dal momento che, per il resto, la pianta è raccolta tutta o in parte in funzione della specifica destinazione per l'alimentazione zootecnica.

Ultimamente, si rammenta, si stanno sperimentando anche le coltivazioni non destinata all'alimentazione, ma alla produzione di "bio-masse" granelle coltivate per l'estrazione di olio combustibile.

Si specifica che s'intende per

coltivatore: attrezzo con punte ricurve che incidono il terreno

rullo: cilindro orizzontale che comprime il terreno

erpice rotante: attrezzo con rotori a denti verticali

fresa: attrezzo con rotore a zappe orizzontale

seminatrice meccanica: attrezzo che interra il seme a file per gravità

seminatrice pneumatica: attrezzo che interra il seme a file in modo calibrato pneumaticamente

sarchiatura: distribuzione del concime con leggero interrimento

pianta: porzione vegetale che emerge dal terreno

parte radicale: porzione vegetale contenuta nel terreno nel caso del mais essa comprende anche alcune radici avventizie dei primi nodi della pianta

andanatura: raccolta e accumulo della pianta intera, o sminuzzata, in file

balloni: raccolta delle file in balle rotonde

granella: semi della pianta

spiga: infiorescenza della pianta con tutti i semi prodotti

brattee: foglie modificate che ricoprono la spiga di mais

insilato di mais: pianta trinciata all'altezza di 30-40 cm da terra

pastone di spiga: tutolo, granella, brattee e porzioni di foglie trinciate

tutolo: asse centrale della spiga

stocchi: intera pianta di mais ma genericamente la pianta trebbiata con asportazione della spiga

lettimi: paglia di grano o orzo e stocchi di mais essiccati in campo e in balle rotonde utilizzati come lettiera per l'allevamento degli animali

Sulla scorta di questa relazione si evidenzia quanto segue:

Dal punto di vista della tutela della salute degli addetti, rientrando tutte le lavorazioni di che trattasi nel campo di applicazione del D.Lgs. 626/94 e s.m., ogni Azienda dovrà, preliminarmente, nell'ambito dell'obbligatoria stima dei rischi per la salute degli addetti, valutare anche il rischio di inalazione e contatto con polveri contaminate, in rapporto alla tipologia dei mezzi impiegati, lasciando, preferibilmente, l'adozione dei presidi di protezione individuale quale misura di riserva rispetto all'impiego di mezzi agricoli muniti di cabina climatizzata. In ogni caso, si tiene a rilevare come il rischio di che trattasi debba essere oggetto, oltre che di valutazione anche di informazione compiuta degli addetti.

Dal punto di vista della protezione della popolazione, al fine del contenimento delle immissioni aria di polveri potenzialmente contaminate, si reputa opportuno suggerire le seguenti misure, efficaci tra l'altro nel contenimento dell'esposizione degli addetti:

- sospensione delle operazioni agricole in caso di vento,
- spandimento dei liquami zootecnici immediatamente prima dell'aratura;

si ritiene che le operazioni di semina e sarchiatura non diano luogo ad emissioni in atmosfera significative dal punto di vista della salute pubblica, mentre si ritiene che le polveri della

trebbiatura siano costituite, fondamentalmente, da particelle derivanti dalle piante trattate e non dal suolo.

In ogni caso per la problematica in argomento, si raccomanda la predisposizione di uno studio modellistico sulle emissioni in atmosfera con calcolo previsionale delle ricadute.

Dal punto di vista della protezione della popolazione dal consumo diretto o indiretto di alimenti contaminati, la commissione, sulla scorta delle indicazioni derivanti dall'esito delle analisi fin qui condotte e della relazione agronomica predisposta, ritiene opportuno raccomandare:

- *taglio della pianta di mais a 50 cm di altezza dal suolo per la formazione di insilato*
- *ulteriori analisi sulla pianta di mais in campo*
- *ulteriori analisi sul mais tagliato non manualmente ed insilato*
- *analisi sul pastone di spiga*
- *taglio del grano eventuale ad almeno 10 cm dal suolo*
- *abbandono della coltivazione del fieno ad uso zootecnico.*

-

...omissis....

Il documento appena esposto deve essere ancora integrato, prima di essere emanato definitivamente, con la parte concernente l'impiego dell'acqua irrigua addotta attraverso le rogge, in applicazione dei principi esposti nello specifico paragrafo. In estrema sintesi l'impiego dell'acqua a scopo irriguo ha come presupposto o l'attingimento di acqua non contaminata da pozzi artesiani oppure l'utilizzo di acqua delle rogge per scorrimento laterale o per aspirazione previa filtrazione finalizzata all'allontanamento dei solidi sospesi inquinanti derivanti dal fondo e dalle spalle delle rogge.

15.4. Considerazioni conclusive. L'analisi di rischio intesa sia come procedura prevista dalla norma, sia come valutazione interdisciplinare del reale pericolo per la pubblica salute, ha trovato, nel caso "Brescia Caffaro", una sua applicazione pratica. Si sono verificate, infatti, alcune situazioni nelle quali è stato possibile, stante la disponibilità di tutte le necessarie conoscenze, procedere alla stima del rischio attraverso l'applicazione dei modelli matematici e non matematici da parte dell'ISS. L'ASL aveva però già adottato un diverso approccio per la valutazione del rischio con la finalità d'imporre misure contingibili ed urgenti di salvaguardia delle persone esposte.

L'impiego di modelli matematici e non matematici per la stima del rischio comporterà uno specifico intervento per limitare le vie di esposizione e permetterà inoltre di stimare l'efficacia, in termini matematici, dell'intervento. Quando quest'ultima procedura non è possibile, come è stato per la raccomandazione da parte dell'ASL di adottare le suddette misure urgenti, si è ricorsi ad una valutazione interdisciplinare del rischio senza utilizzare modelli matematici. Quest'ultima procedura, applicata ad ambiti che rispondessero a criteri di omogeneità, ha consentito di prendere in esame singoli fattori di rischio sui quali è stato possibile intervenire proponendo concrete misure di messa in sicurezza. Delle due modalità di approccio, la prima ha il vantaggio di prendere in considerazione contestualmente più vie di esposizione e di valutarle assieme, anche se ciò ha richiesto una corposa serie d'informazioni e molto tempo per la loro raccolta ed elaborazione. La seconda, ha avuto invece il pregio dell'adozione di provvedimenti immediati, anche se non ha consentito una stima del rischio verificabile in termini matematico statistici.

Applicando entrambe le procedure, si è, in sostanza, utilizzata da parte ASL la messa in sicurezza come intervento d'emergenza e da parte ISS la analisi di rischio quale elaborazione successiva. Entrambe le procedure sono da considerarsi dinamiche in quanto la sempre nuova acquisizione di informazioni comporta una continua rielaborazione delle stesse.

Dal punto di vista pratico, l'applicazione dei criteri per la messa in sicurezza delle situazioni a rischio individuate ha comportato:

1. nel caso dello stabilimento Caffaro, l'individuazione della problematica sanitaria ed ambientale legato alla presenza di un nucleo contaminato nel sottosuolo, separato dal

- contatto con l'esterno dalla pavimentazione continua della superficie, e messo in sicurezza nei confronti della falda attraverso il pompaggio descritto in capitolo 11;
2. nel caso delle aree pubbliche (parchi, impianti sportivi, etc) la misura adottata è stata la loro interdizione all'uso pubblico in attesa della bonifica;
 3. nel caso delle aree agricole e delle pertinenze esterne delle abitazioni private interne al sito d'interesse nazionale o esterne che comunque presentassero valori d'inquinamento sovrapponibili a quelli del predetto sito, si è ottenuta la messa in sicurezza con l'imposizione, tramite ordinanza, di misure di tutela. Tali misure resteranno in vigore fino al perfezionamento degli interventi suggeriti sulla base dell'analisi di rischio ISS più sotto esposta;
 4. nel caso delle acque profonde utilizzate a scopo umano, problema questo strettamente connesso a quello dell'inquinamento del sottosuolo della Caffaro, si è condotto il censimento di tutti i pozzi della zona indicata come falda perimetrata, privilegiando il controllo dell'acqua distribuita dall'acquedotto ed individuando i pochi approvvigionamenti privati da sottoporre a controllo;
 5. nel caso delle rogge la messa in sicurezza è stata ottenuta imponendo modalità di derivazione dell'acqua irrigua che non rimuovessero i limi del fondo;
 6. nel caso infine delle aree agricole esterne al sito d'interesse nazionale si è intervenuti sia sulle colture, imponendo in pratica la sola coltivazione di mais o graminacee, sia sulle modalità di coltivazione sia infine, come appena detto, sulle modalità di irrigazione.

Per quanto invece riguarda le analisi di rischio ISS si è rilevato per le diverse quanto segue:

1. giardini privati: l'analisi di rischio è stata condotta sotto il primo metro per individuare la concentrazione soglia di rischio (CSR) considerando che il primo metro di terreno contaminato sarà rimosso e sostituito con terreno pulito. Il calcolo di tali CSR ha portato a stabilire valori superiori alle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) per Hg, PCDD/F e PCB. Va osservato che tale modello di analisi di rischio ha fatto riferimento ad uno specifico modello concettuale (sostituzione del primo metro di terreno) che è valido per la situazione attuale. Ogni eventuale variazione dell'esistente comporterà necessariamente una rielaborazione dell'analisi di rischio;
2. per quanto riguarda le aree agricole:
 - a. le valutazioni del rischio fin qui effettuate evidenziano un certo rischio per l'ingestione di vegetali soprattutto per i bambini; tuttavia è opportuno osservare che le stime effettuate, come prima detto, sono estremamente conservative, in quanto assumono che tutti i prodotti consumati, in egual misura da adulti e bambini, provengano dalle aree contaminate del Comune di Brescia. Nonostante ciò, in via cautelativa, si consiglia di diversificare la provenienza dei prodotti vegetali, soprattutto nella dieta alimentare dei bambini;
 - b. nelle aree agricole del sito Brescia-Caffaro, è possibile continuare a produrre alcune derrate alimentari per alimentazione umana ed animale con i vincoli su esposti;
 - c. nelle aree agricole dove in base ai valori di PCB totali (PCB_{tot}) maggiori di 0,4 mg/Kg è sconsigliata del tutto la produzione di alimenti per uso umano ed animale; si potrebbe ipotizzare di effettuare coltivazioni di biomasse, anche con l'intento di effettuare una contestuale fitoremediation, finalizzata ad una minimizzazione della concentrazione di PCB_{tot} nei suoli;
 - d. anche in relazione alle normative (Regolamenti, Direttive e Raccomandazioni) emanate dalla Unione Europea in tema di presenza di diossine e furani e PCB diossino simili (dioxin like, PCB_{dl}) e PCB non diossino simili (PCB_{nl}), negli ultimi anni, si consiglia di approntare un particolareggiato piano di monitoraggio a livello locale;
 - e. importanti informazioni potranno, comunque, essere fornite dallo studio in corso da parte dall'ASL su una serie di derrate alimentari coltivate in situazioni strettamente

controllate su suoli a diverso grado di contaminazione (orto sperimentale). Detto studio potrà individuare su base strettamente sperimentale, su quali prodotti dover concentrare l'attenzione. Al fine di utilizzare al meglio, per la valutazione del rischio igienico sanitario, i dati che deriveranno da detto studio, si consiglia di ricercare su tutte le matrici (suolo e vegetali) da analizzare i seguenti analiti:

- diossine e furani: i 17 congeneri più tossici
 - PCB_{dl} : 77, 81, 126, 169, 105, 114, 118, 123, 156, 157, 167, 189
 - PCB_{non dl}: 28, 52, 95, 99, 101, 110, 128, 138, 146, 149, 151, 153, 170, 177, 180, 183, 187 , 209
 - metil mercurio e mercurio inorganico, compresa la frazione biodisponibile
 - arsenico, compresa la frazione biodisponibile.
 - Per i PCB_{dl} e per i PCB_{non dl} la restituzione del dato analitico dovrà fare riferimento alle ciascun congenere separatamente, in quanto sono diverse le valutazioni tossicologiche degli stessi.
- f. per quanto concerne il rischio inalatorio in presenza di PCB e diossine e furani per l'intera popolazione del Comune di Brescia si rimanda al completamento del monitoraggio dell'aria ambiente in periodo estivo e invernale in corso d'opera.