



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

CONVEGNO

Roma, 11 febbraio 2020

Roma Eventi - Fontana di Trevi

Piazza della Pilotta, 4

ANALISI DI RISCHIO DEI SITI CONTAMINATI Opportunità e Prospettive a 10 anni dai "Criteri Metodologici"

Proposte di affinamento di criteri e modelli per la procedura di analisi di rischio

Renato Baciocchi, Iason Verginelli

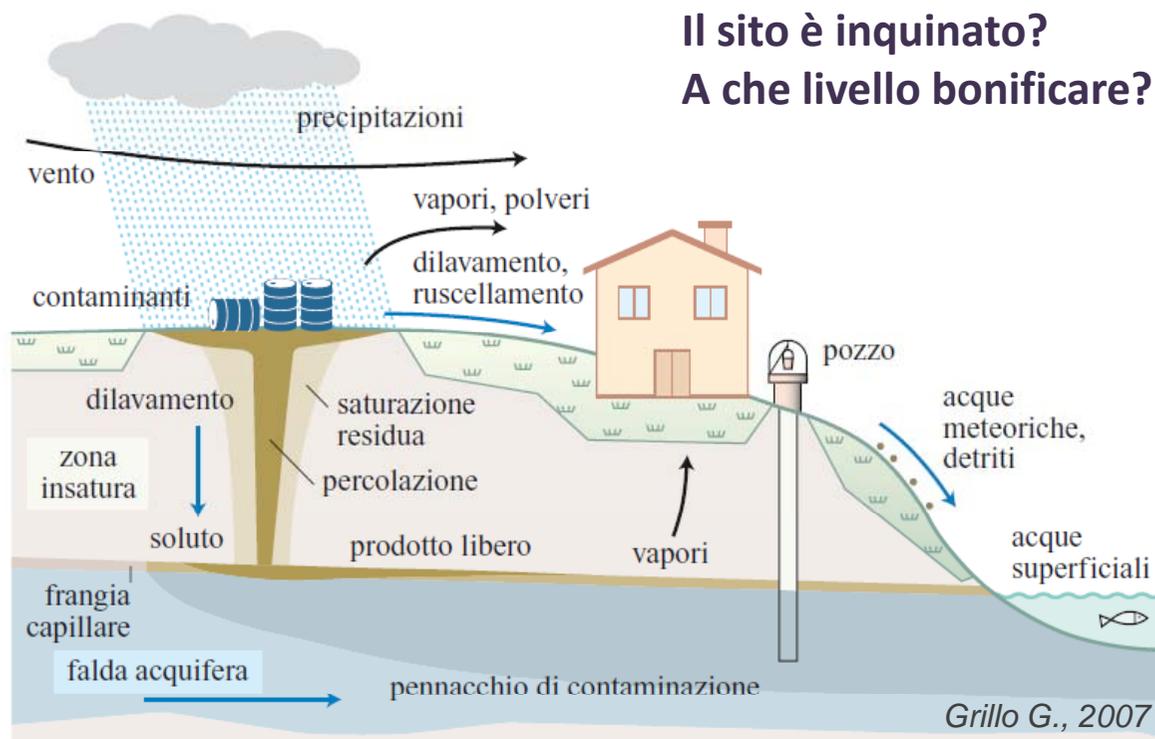


TOR VERGATA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA

Dipartimento di Ingegneria Civile e Ingegneria Informatica

Premessa



Per la gestione di un sito contaminato attualmente si applica un approccio a 2 livelli:
Step 1: Confronto con limiti tabellari di screening (CSC fissate dal D.Lgs 152/06)
Step 2: calcolo delle CSR mediante analisi di rischio (nel caso di superamento delle CSC)

Approccio tabellare (o criteri sito-generici)

Asilo

Recettori: Adulti + Bambini (Alta frequentazione)



C > CSC
(Col.A, D. Lgs 152/06)

Pista ciclabile

Recettori: Adulti + Bambini (Bassa frequentazione)



C > CSC
(Col.A, D. Lgs 152/06)

Con approccio tabellare (ad es. CSC) o sito-generico questi 2 scenari (stessi recettori ma con modalità e tempi di esposizione diversi) verrebbero gestiti nello stesso modo

Approccio tabellare vs. Analisi di Rischio

Approccio Tabellare



Analisi di Rischio



La procedura di Analisi di Rischio permette di definire la priorità di intervento sulla base del rischio associato alla presenza di contaminanti nel sottosuolo (costi/benefici)

Vincoli nella definizione della procedura di AdR

D.Lgs. 152/06 – Allegato 1 alla Parte IV Titolo V

PROCEDURE DI CALCOLO E STIMA DEL RISCHIO

Le procedure di calcolo finalizzate alla caratterizzazione quantitativa del rischio, **data l'importanza della definizione dei livelli di bonifica (CSR)**, dovranno essere condotte mediante l'utilizzo di **metodologie** quale ad esempio **ASTM PS 104, di comprovata validità** sia dal punto di vista delle **basi scientifiche** che supportano gli algoritmi di calcolo, che della **riproducibilità** dei risultati.

Standard di riferimento

Standard ASTM E2081-00



Designation: E 2081 – 00 (Reapproved 2004)¹

Standard Guide for Risk-Based Corrective Action¹

This standard is issued under the fixed designation E 2081; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

¹ Norm—Table X3.3 was corrected editorially in December 2004.

INTRODUCTION

This guide provides guidance for the development of a Risk-Based Corrective Action (RBCA) program that integrates the sciences of ecological and human health risk-based decision making into the corrective action process. The RBCA provides a flexible, technically defensible framework for corrective action that is applicable to a wide range of sites and chemical(s) of concern. The framework incorporates a tiered analytical approach, applying increasingly complex levels of data collection and analysis as the user proceeds through the process. It provides a starting point for the integration of multiple regulatory programs into a site-wide corrective action activity and a technically defensible process for achieving "No Further Action." The successful implementation of the RBCA framework is dependent on an understanding by the user of the technical policy decisions that are critical to the risk management process and the identification and determination of these technical policy decisions prior to beginning the process (see 3.2.60). There are numerous technical policy decisions that must be made to implement the RBCA process, for example, defining data quality objectives, determining target risk levels and addressing resource protection. It is not the intent of this guide to define appropriate technical policy decisions. The RBCA process is not intended to replace existing regulatory programs, but rather to complement these programs. Regardless of whether a corrective action is specifically governed by a regulatory program, the user should consult the regulatory agency requirements to identify the appropriate technical policy decisions prior to implementing the RBCA process. The RBCA process encourages user-led initiatives and stakeholder involvement in both the development of the technical policy decisions and the RBCA program. It recognizes the diversity of sites and provides appendices for possible applications and examples. The appendices are provided for additional information and are not mandatory sections of this standard guide. ASTM standards are not federal or state regulations; they are consensus standards that can voluntarily be followed.

1. Scope

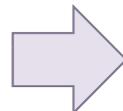
1.1 This is a guide for conducting risk-based corrective action (RBCA) at chemical release sites based on protecting human health and the environment. The RBCA is a consistent decision-making process for the assessment and response to chemical releases. Chemical release sites vary greatly in terms of complexity, physical and chemical characteristics, and in the risk that they may pose to human health and the environment. The RBCA process recognizes this diversity by using a tiered approach that integrates site assessment and response actions with human health and ecological risk assessment to determine

the need for remedial action and to tailor corrective action activities to site-specific conditions and risks. The evaluations and methods used in the RBCA process begin with simple analyses in Tier 1 and move to more complex evaluations in either Tier 2 or Tier 3, as applicable. The process of gathering and evaluating data is conducted in a scaled fashion. Consequently, only the data that are necessary for a particular tier's decision-making are collected at that tier.

1.2 This guide describes an approach for risk-based corrective action. It is intended to help direct and streamline the corrective action process and to complement but not to supersede federal, state and local regulations. It can be employed at sites where corrective action is being conducted including sites where there may not be a regulatory framework for corrective action, or where the user wishes to conduct corrective action such as sites in voluntary cleanup programs or under Brownfields initiatives. In addition, it can also be used as

¹ This guide is under the jurisdiction of ASTM Committee E50 on Environmental Assessment and is the direct responsibility of Subcommittee E50.04 on Performance Standards Related to Environmental Regulatory Programs. Current edition approved Oct. 1, 2004. Published December 2004. Originally approved in 1998 as PS 104-98. Last previous edition approved in 2000 as E 2081-00.

Copyright © ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.



Linee guida APAT (2008)



APAT
Agenzia per la Protezione
dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici

Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati

Revisione 2
Marzo 2008

Perché modificare i criteri metodologici?

Se si volesse adottare un'altra metodologia, ma sempre **di comprovata validità** sia dal punto di vista delle **basi scientifiche** che supportano gli algoritmi di calcolo, che della **riproducibilità** dei risultati.

Se ci fossero state delle **modifiche negli standard** di riferimento, già adottati (**ASTM**)

Se ci fossero state degli **avanzamenti delle conoscenze scientifiche** che consentono di migliorare la capacità dei modelli di trasporto degli inquinanti di descrivere la realtà dei fenomeni.

Come (eventualmente) modificarli?

Le modifiche dovrebbero essere «**chirurgiche**» e non dovrebbero impattare l'architettura generale della procedura delineata nei criteri metodologici

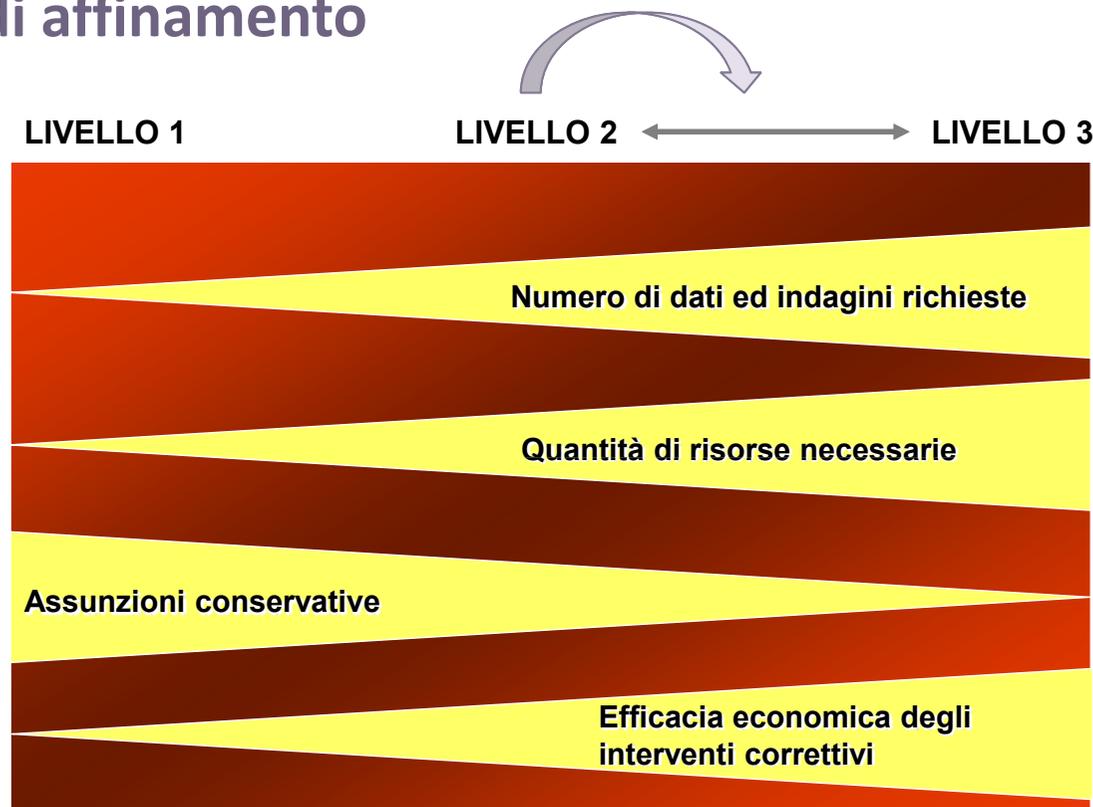
Le modifiche dovrebbero essere tali da **mantenere**, o al limite **incrementare**, l'attuale livello di **sito-specificità** previsto dai criteri metodologici

Le modifiche dovrebbero essere tali da descrivere il **trasporto dei contaminanti** e l'esposizione dei recettori in maniera **maggiormente realistica**

Le modifiche dovrebbero essere di **comprovata validità** sia dal punto di vista delle **basi scientifiche** che supportano gli algoritmi di calcolo, che della **riproducibilità** dei risultati.

Preferiamo parlare di prospettive di **AFFINAMENTO DEI CRITERI METODOLOGICI**

Prospettive di affinamento



Attualmente nell'analisi di rischio si utilizzano modelli analitici semplificati e conservativi (tipici del livello 2 definito nello standard ASTM). Per ottenere risultati più realistici si potrebbero integrare i modelli attualmente in uso con assunzioni meno conservative mantenendo però la semplicità del modello analitico.

Possibili cause di variazione tra modello e dati misurati



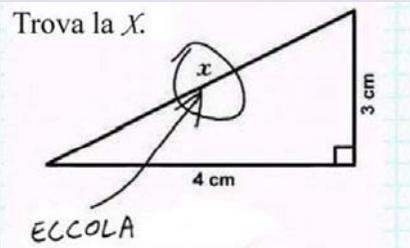
Parametri di input utilizzati

- Grado di fratturazione dell'edificio (ad es. 1%)
- Spessore della zona di miscelazione (sempre pari a 2 m)
- Umidità del suolo (sito-generica)
- ...



Assunzioni del modello

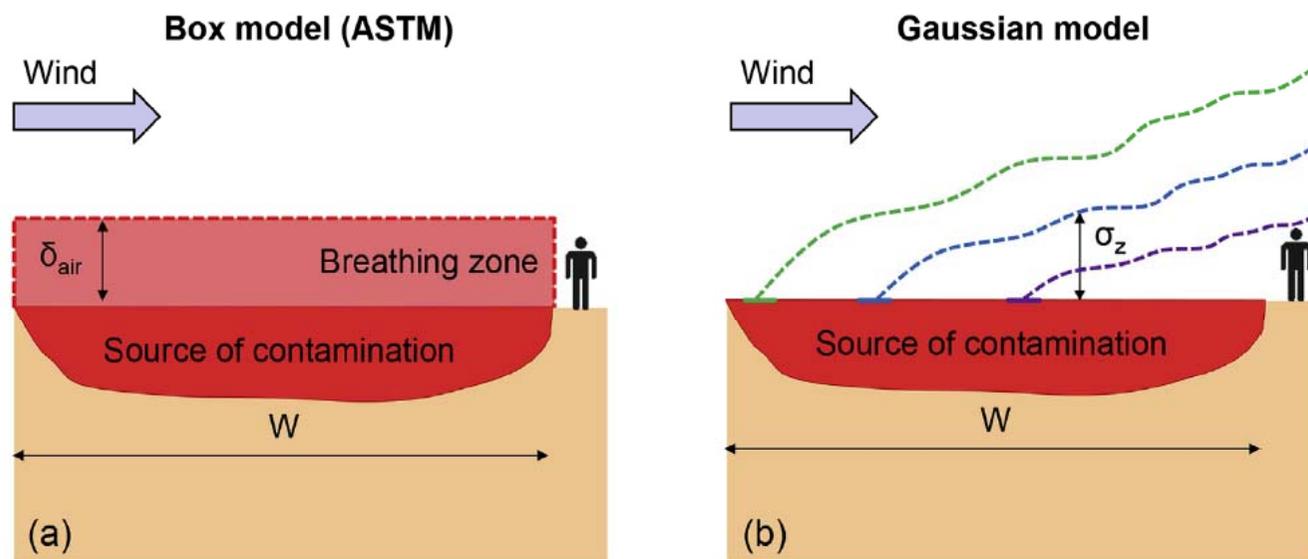
- Gestione saturazione (C_{sat})
- Stato stazionario (non si tiene conto di mobilità contaminanti)
- Suolo omogeneo (ad es. non si tiene conto di lenti)
- Speciazione metalli (ad es. sale più solubile)
- Bioaccessibilità (si considera pari al 100%)
- ...



Semplificazioni e processi non considerati nel modello

- Attenuazione naturale (ad es. biodegradazione vapori)
- Esaurimento della sorgente (ad es. in falda)
- ...

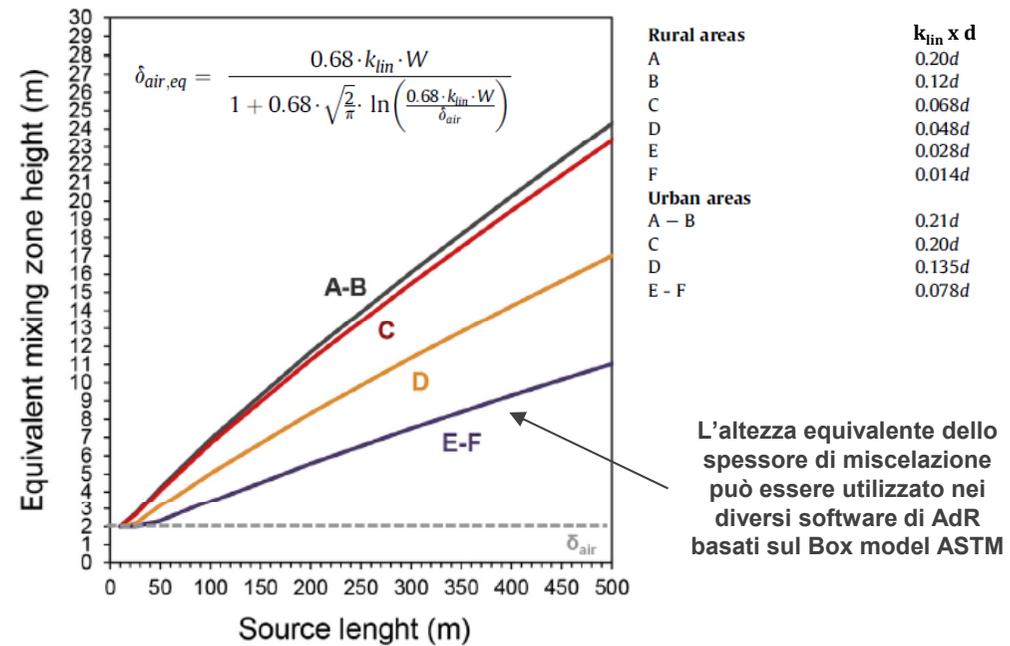
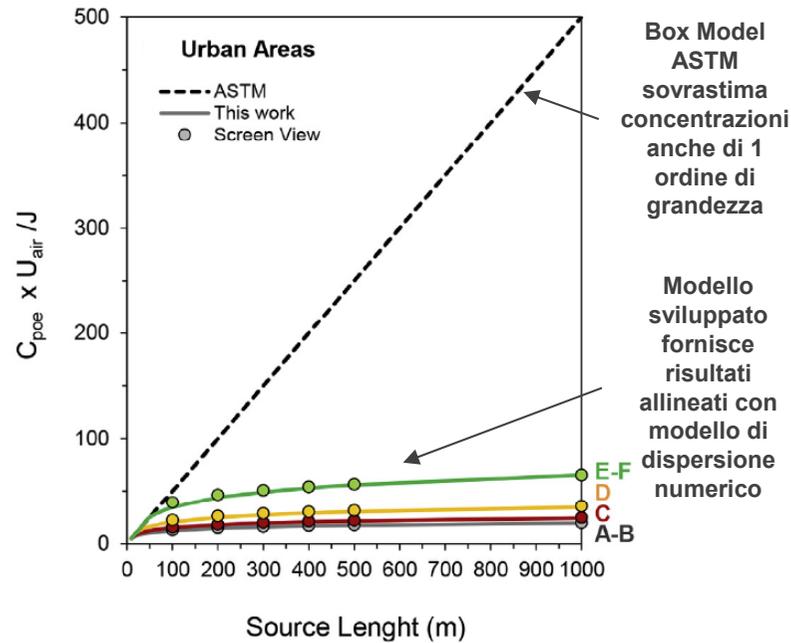
Altezza della zona di miscelazione (δ_{air})



Per la valutazione del percorso di volatilizzazione outdoor attualmente nell'analisi di rischio si assume un'altezza della zona di miscelazione (δ_{air}) pari a 2 m. Tale assunzione conduce (specialmente nel caso di sorgenti di grandi dimensioni) ad una sovrastima eccessiva del rischio di volatilizzazione outdoor.

Fonte: Verginelli, I., Nocentini, M., Baciocchi, R. (2017). An alternative screening model for the estimation of outdoor air concentration at large contaminated sites. *Atmospheric Environment*, 165, 349-358.

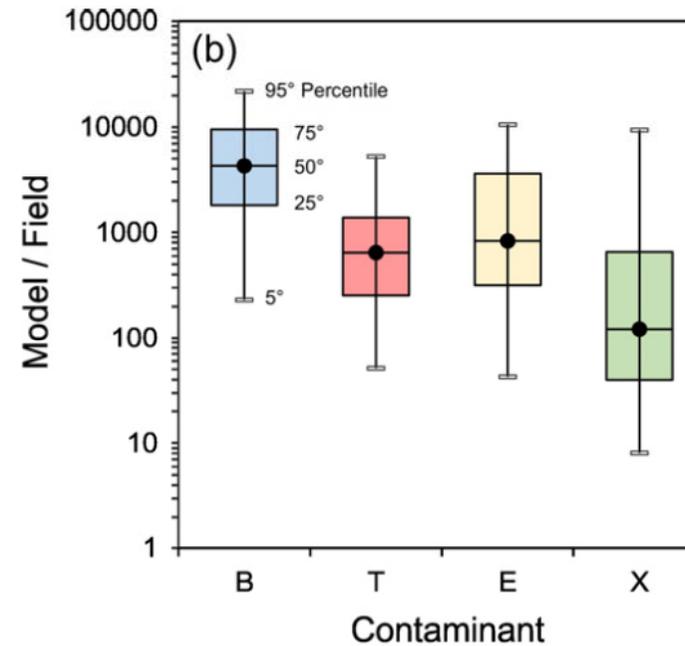
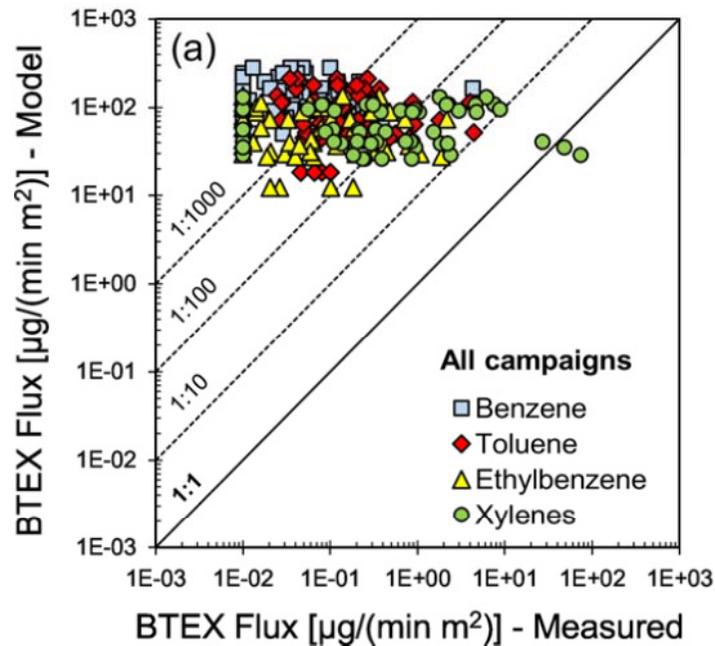
Altezza della zona di miscelazione (δ_{air})



E' stato sviluppato un modello che permette di calcolare (mediante un'altezza equivalente della zona di miscelazione) la dispersione in atmosfera in funzione della dimensione della sorgente e della classe di stabilità.

Fonte: Verginelli, I., Nocentini, M., Baciocchi, R. (2017). An alternative screening model for the estimation of outdoor air concentration at large contaminated sites. Atmospheric Environment, 165, 349-358.

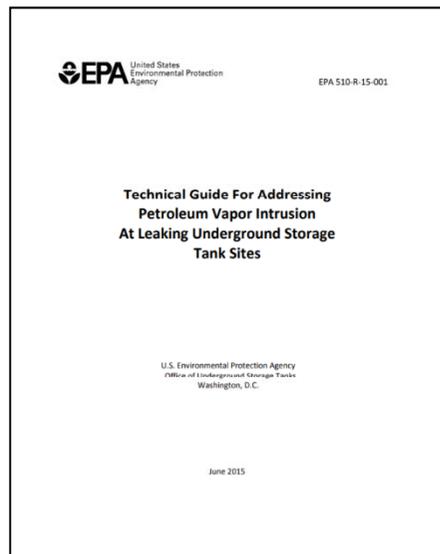
Volatilizzazione: Valori misurati vs. Valori calcolati



E' noto a livello nazionale ed internazionale che nella maggior parte dei casi i modelli utilizzati nella procedura di Analisi di Rischio per alcuni tipi di contaminanti (ad es. BTEX) possono condurre a sovrastime dei rischi di diversi ordini di grandezza.

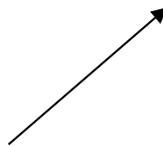
Fonte: Verginelli, I., Pecoraro, R., Baciocchi, R. (2018). Using dynamic flux chambers to estimate the natural attenuation rates in the subsurface at petroleum contaminated sites. *Science of The Total Environment*, 619, 470-479.

Modello di volatilizzazione con biodegradazione



For **biodegradable PHCs** it would be better to implement a transport and fate model that is designed to simulate the contribution of biodegradation. The three-dimensional models of Abreu, Ettinger, and McAlary (2009) and **Verginelli and Baciocchi (2014)** are potential options.

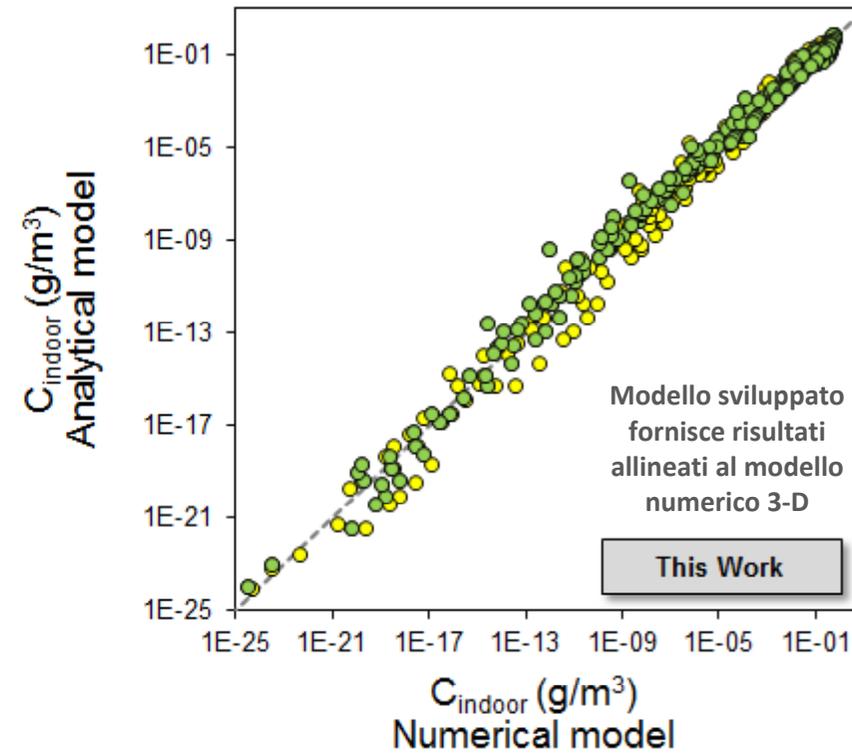
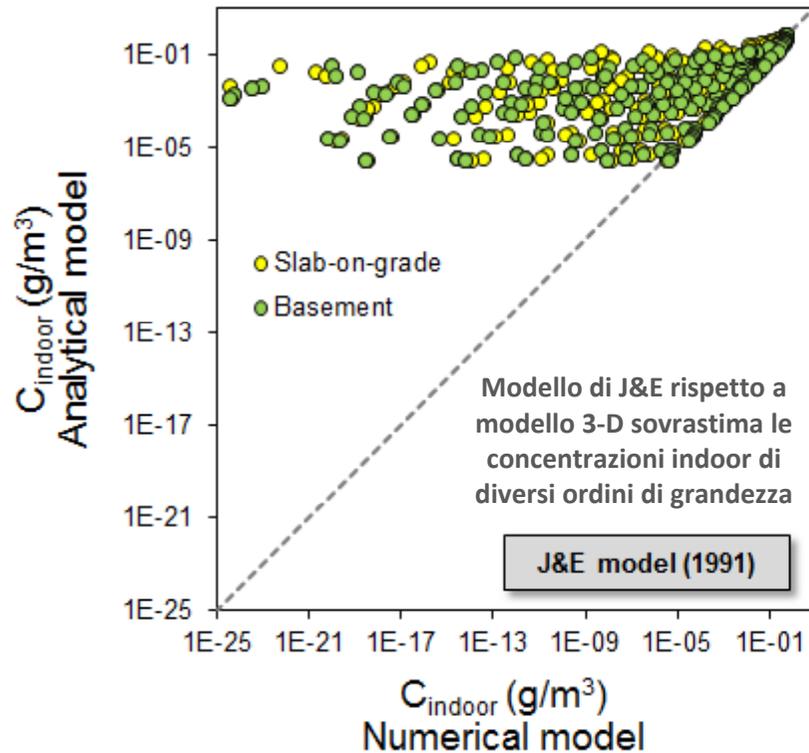
The image shows the abstract of a scientific article. The title is 'Vapor Intrusion Screening Model for the Evaluation of Risk-Based Vertical Exclusion Distances at Petroleum Contaminated Sites' by Iason Verginelli and Renato Baciocchi*. The abstract discusses the role of biodegradation in attenuating petroleum hydrocarbon vapors and introduces a 1-D vapor intrusion model. A diagram shows a house with a red roof and a 'Hydrocarbon Source' below it, with arrows indicating vapor intrusion and biodegradation processes. The article is published in 'Environmental Science & Technology'.



ANALISI DI RISCHIO DEI SITI CONTAMINATI
Opportunità e Prospettive a 10 anni dai "Criteri Metodologici"

Validazione modello: confronto con modello numerico 3-D

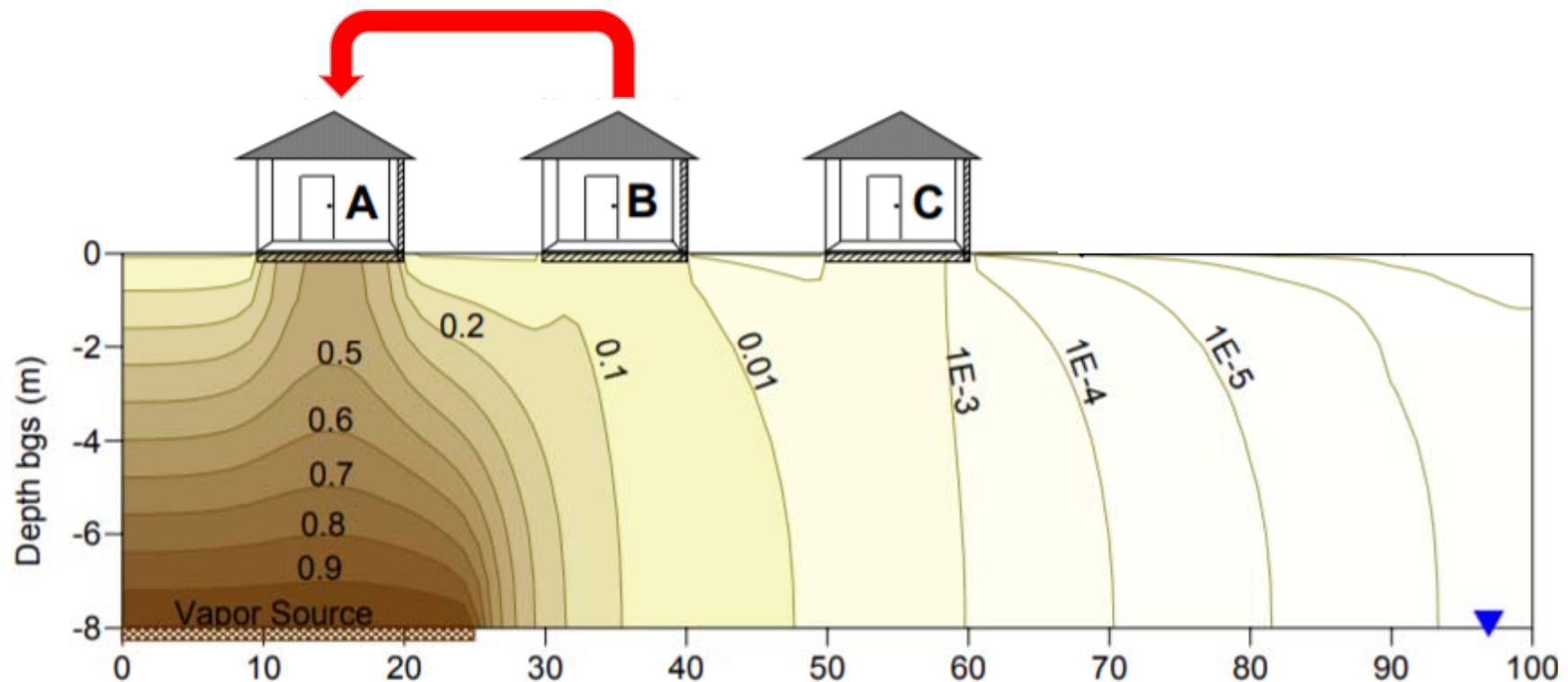
Confronto con modello numerico 3-D: *Abreu and Johnson (2005)*



Rispetto al modello di J&E (1991), il modello sviluppato fornisce risultati allineati a modelli numerici 3-D con biodegradazione

Fonte: Verginelli, I., Baciocchi, R. (2014). Vapor Intrusion Screening Model for the Evaluation of Risk-Based Vertical Exclusion Distances at Petroleum Contaminated Sites. *Environmental science & technology*, 48(22), 13263-13272.

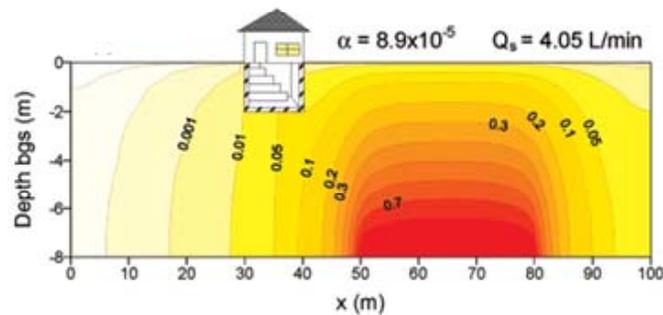
Attenuazione laterale nel percorso di volatilizzazione



Fonte: U.S. EPA (2012). Conceptual Model Scenarios for the Vapor Intrusion Pathway. EPA 530-R-10-003

Attualmente nel caso di edifici a distanze inferiori a 10-30 m dalla sorgente di contaminazione le simulazioni vengono effettuate come se l'edificio si trovasse sopra la sorgente (con conseguente sovrastima delle concentrazioni indoor).

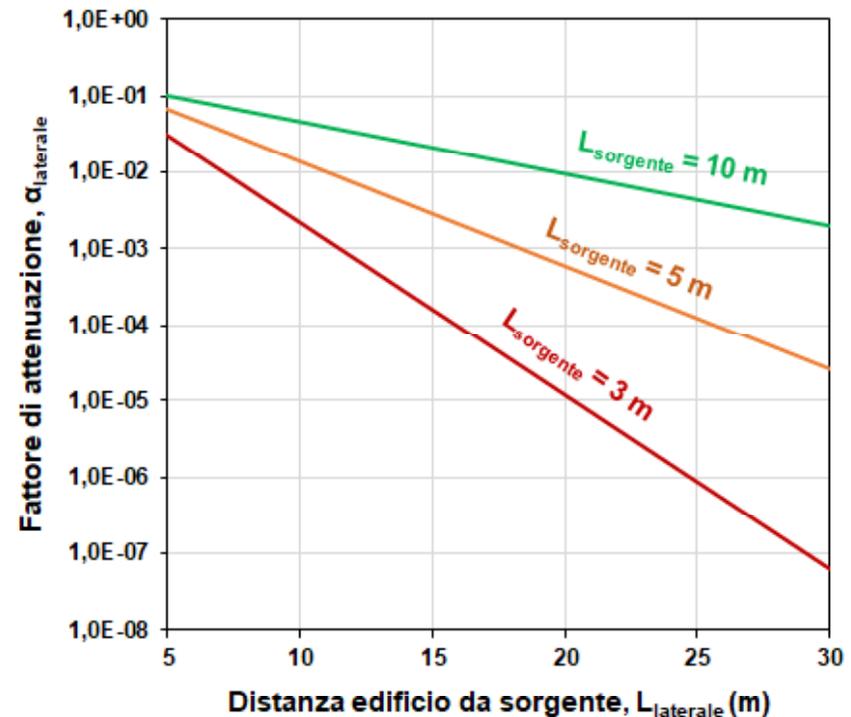
Attenuazione laterale nel percorso di volatilizzazione



Si potrebbe utilizzare un modello che permette di valutare l'attenuazione laterale:

$$\alpha_{laterale} = \left(\frac{L_{fondazioni}}{L_{sorgente}} \right)^{1/2} \cdot \exp \left(- \frac{L_{laterale}}{2 \cdot L_{sorgente}} \cdot \pi \right)$$

Dove $L_{fondazioni}$ è la profondità delle fondazioni da p.c., $L_{sorgente}$ la profondità della sorgente di contaminazione e $L_{laterale}$ la distanza laterale.



Si può notare come già per sorgenti profondo 3 m per edifici distanti 30 m si ha una attenuazione di 7 ordini di grandezza!

Fonte: Yao, Y; Shen, R.; Pennell, K.G.; Suuberg, E.M. Estimation of Contaminant Subslab Concentration in Vapor Intrusion Including Lateral Source-Building Separation. *Vadose Zone J.* 2013, 12 (3).

Conclusioni

- La procedura di analisi di rischio attualmente applicata in Italia risulta un **approccio consolidato a livello internazionale** (standard ASTM).
- L'esperienza maturata nel corso degli ultimi 10/15 anni ha evidenziato che **gli aspetti che si potrebbero affinare** per rendere più efficace la procedura sono i seguenti:
- **Dati di input**: spesso i punti di discussione tra proponente ed enti di controllo riguardano i dati di input utilizzati nell'analisi di rischio. Per superare questo problema nell'aggiornamento delle linee guida si potrebbero definire in maniera mirata i criteri da applicare per la scelta dei diversi parametri rappresentativi del sito.
- **Affinamento di alcuni modelli di trasporto**: in alcuni casi i modelli restituiscono risultati che si discostano dai dati di campo. Per superare tale criticità i fattori di trasporto attualmente utilizzati si potrebbero integrare con dei modelli scientificamente riconosciuti (ad es. pubblicati su riviste peer-reviewed o su linee guida internazionali) che permettano di tener conto di alcuni processi/aspetti attualmente non considerati (ad es. Biodegradazione, bioaccessibilità).