Convegno Nazionale

INDUSTRIA e **AMBIENTE**

STORIA E FUTURO DELLO SVILUPPO IN ITALIA

Terni, 22/23 marzo 2012

Bonifica e messa in sicurezza di siti industriali: metodologie tradizionali e innovative e relativi costi

Giovanni Pietro Beretta
Università di Milano
Dipartimento di Scienze della Terra “Ardito Desio”
Via Mangiagalli 34 - 20133 Milano
giovanni.beretta@unimi.it

PROPOSTA DI DIRETTIVA QUADRO SUL SUOLO COM(2006)232

Stima siti contaminati in Europa

- Siti potenzialmente contaminati: 3.5 milioni
- Siti effettivamente da bonificare: 500.000
- Costi derivanti dalla contaminazione: 2.4-17.3 miliardi €/anno

Censimento dei siti contaminati

- 50 milioni €/anno per i primi 5 anni
- 240 milioni €/anno per i successivi 25 anni

Siti contaminati in Italia

- circa 15.000 siti da caratterizzare e in parte bonificare
- 25-30 miliardi € (Panno et al.2001)

SOSTENIBILITA’

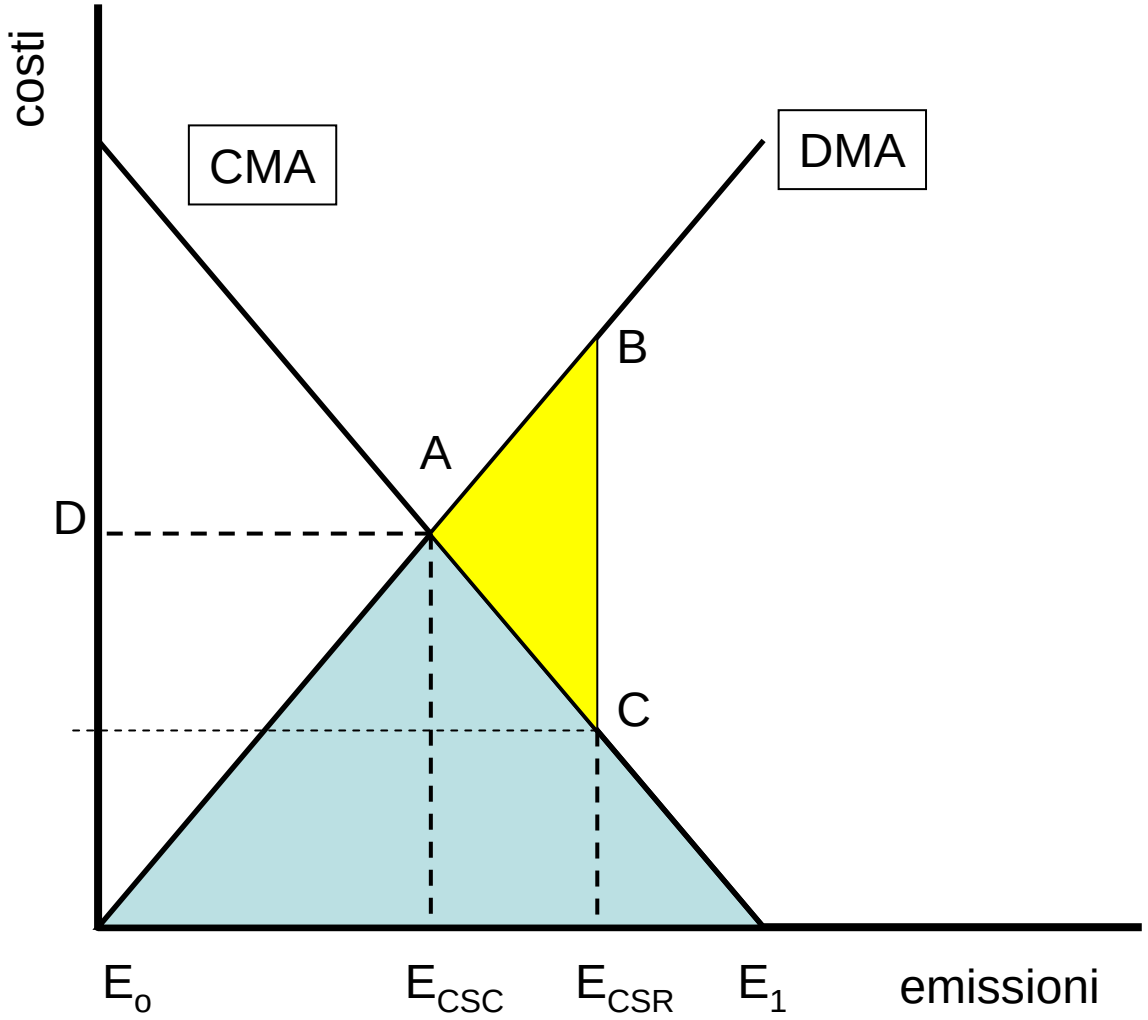
- SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE LEGATA A:

Riduzione del rischio: minimizzazione sulla popolazione esposta degli effetti negativi dei contaminanti.
Qualità delle risorse ambientali: conservazione e miglioramento del patrimonio naturale delle aree.

- SOSTENIBILITÀ ECONOMICA LEGATA A:

Tecnologia di intervento: applicazione delle migliori tecniche che assicurano elevata efficienza ed efficacia e conseguente ottimizzazione dei costi.
Pianificazione territoriale: inserimento del risanamento ambientale con le attività produttive esistenti e con i piani di recupero e di riqualificazione delle aree.

LIVELLI EFFICIENTI DI ABBATTIMENTO



CMA - costi marginali di abbattimento
DMA – danni marginali esterni

Nel caso in cui si richieda una emissione a livello E_{CSC} nel punto in cui CMA interseca DMA, l'abbattimento è efficiente.

Se si suppone una emissione a livello E_{CSR} superiore a E_{CSC} il danno totale è uguale all'area del triangolo BE_oE_{CSR} e i costi totali di abbattimento sono uguali all'area del triangolo $CE_{CSC}E_1$.

Il carico totale alla società è dato dalla somma di $(BE_oE_{CSC} + CE_{CSC}E_1)$.

In confronto con la soluzione efficiente, la scelta di una emissione a livello E_{CSR} anziché E_{CSC} comporta un costo sociale incrementale rappresentato dal triangolo ABC.

Nel caso di emissioni inferiori a E_{CSC}, allora il costo totale di abbattimento è superiore al danno totale, risultando ancora un eccesso di costo sociale.

Costo di bonifica = f (stato iniziale, tipologia di intervento, tecnologia utilizzata, destinazione d'uso finale dell'area)

Stato iniziale - Caratterizzazione

TAGLIA DEL SITO	XS S	M L	XL XXL	Note
Piano di caratterizzazione	1	2-3	5-8	1 = € 4.000-5.000
Caratterizzazione del sito (con analisi di rischio)	1	4-5	15-30	1= € 10.000

COSTI MEDI DI BONIFICA E DI MESSA IN SICUREZZA PER UN'AZIENDA ITALIANA RISPETTO AD ALTRE EUROPEE (DA ZANINETTA L. ET AL., 2008)

	Costo medio di intervento (M€ /ha)	Costi di bonifica Syndial rispetto a costi in altre nazioni (%)	Costi di messa in sicurezza Syndial (**0,53 M€/ha**) rispetto a costi di altre nazioni (%)
Italia (Syndial)	**2,56**	**-**	**-**
Germania	**0,73-1,9**	**28-75**	**27-72**
Francia	**0,60**	**23**	**88**
Gran Bretagna	**0,67**	**26**	**79**

SUDDIVISIONE DEL FATTURATO 2007 (256 M€) DI UN CAMPIONE DI OPERATORI (68) NEL CAMPO DELLE BONIFICHE (BOSSI C., 2009)

Tipologia di intervento	Numero interventi	% del fatturato 2007
Messa in sicurezza di emergenza	**1468 (29%)**	**14**
Bonifica in situ	**1219 (24%)**	**15**
Bonifica on site	**253 (5%)**	**13**
Bonifica off site	**182 (16%)**	**39**
Messa in sicurezza permanente	**1341 (26%)**	**12**
Altro (connesso a bonifica off site)		**5**
Altro		**2**

TECNOLOGIA DI INTERVENTO EX SITU	Applicazione		
	Di pieno campo		***Sperimentale***
	Poche realizzazioni	*Molte realizzazioni*	
Vagliatura		☺	
Soil washing		☺	
Biopile		☺	
Soldificazione/stabilizzazione	☹		
Estrazione con solventi	☹		
Vetrificazione			😐
Smaltimento in discarica		☺	
Termodistruzione		☺	
Desorbimento termico	☹		
Pirolisi			😐
Strippaggio aria/acqua		☺	
Adsorbimento su carboni		☺	
Ossidazione	☹		
Scambio ionico	☹		
Filtrazione/precipitazione		☺	
Osmosi inversa	☹		
Biofiltri		☺	
Vetrificazione			😐

TECNOLOGIA DI INTERVENTO IN SITU	Applicazione		
	Di pieno campo		***Sperimentale***
	Poche realizzazioni	*Molte realizzazioni*	
Pump and treat		☺	
Soil vapor extraction		☺	
Bioventing		☺	
Air sparging		☺	
Biosparging		☺	
Recupero prodotto libero		☺	
Multiphase extraction		☺	
Strippaggio in pozzo (GCW)			😐
Landfarming		☺	
Soil flushing	☹		
Ossidazione chimica in situ	☹		
Riduzione chimica in situ			😐
Biorisanamento		☺	
Dealogenazione riduttiva			😐
Fratturazione idraulica			😐
Fitodepurazione	☹		
Solidificazione/stabilizzazione			😐
Barriere permeabili reattive	☹		
Enhanced pump and treat			😐
Elettromigrazione			😐
Trattamento termico			😐
Vetrificazione			😐
Monitoraggio attenuazione	☹		

ACCORDI DI PROGRAMMA	
Privato	**Pubblico**
concorrere agli oneri progettuali, di investimento e di gestione degli interventi in ragione della superficie delle aree di ciascun soggetto (inclusa quella che produce inquinamento della falda), rapportata alla superficie complessiva dell'area	**progettare, realizzare, gestire gli interventi per mettere in sicurezza e bonificare le acque di falda, secondo un costo che viene stimato sulla base dei dati disponibili**
corrispondere le somme dovute per danno ambientale	**attestare, in base all'avvenuto adempimento degli obblighi assunti dal privato, la liberazione del medesimo dagli obblighi relativi alla messa in sicurezza del sito**
sostenere gli oneri legali della lite e gli oneri e le spese sostenute dall'Amministrazione pubblica	**riconoscere, a titolo di contributo statale all'intervento di messa in sicurezza e bonifica, ai sensi dell'articolo 253, comma 5 del Decreto Legislativo 152/2006, una riduzione del 50% sul rimborso per gli interventi, nel rispetto delle disposizioni comunitarie in materia di aiuti di Stato**
rinunciare ad azioni di rivalsa o di manleva nei confronti di altri soggetti privati che si siano avvalsi dei benefici previsti dal'Accordo	

“AIUTI DI STATO” - 1

La “Disciplina Comunitaria degli aiuti di Stato a finalità ambientale” si applica agli aiuti per la tutela dell’ambiente, la cui entità e modalità di calcolo degli importi devono essere comunicate alla Commissione Europea.

I costi ammissibili sono calcolati in base alla tipologia di “intervento ambientale” che si intende realizzare e deve essere al netto della differenza tra benefici e costi operativi dall’investimento, nei primi cinque anni di vita dell’intervento ambientale.

Un esempio della procedura seguita in questo ambito è la decisione del 19.12.2003 - C (2003) 5276, aventi oggetto: Aiuto di Stato n. N207/2003 - ITALIA – Regione Toscana. Bonifiche di siti industriali degradati.

“AIUTI DI STATO” - 2

“Regolamento di esenzione” che risulta applicabile per aiuti di importo inferiore a 7.5 milioni di € che deve essere semplicemente comunicato alla Commissione Europea e quindi possono essere concessi in tempi più brevi e per maggiori categorie di aiuti.

I costi ammissibili, più bassi rispetto a quanto prevedibile nella Disciplina Comunitaria degli aiuti di Stato a finalità ambientale”, sono inoltre calcolati in modo più semplice e non si può non considerare il rapporto tra benefici e costi operativi.

“AIUTI DI STATO” - 3

Nel caso l’importo dell’aiuto per un intervento da realizzare con finalità ambientale sia inferiore a 200.000 € si può derogare dall’obbligo di notifica secondo il Regolamento n. 1998/2006.

Transazioni 1

Danno ambientale: (es. siti costieri) costo di bonifica dei sedimenti inquinati secondo un valore stimato sulla base dei dati disponibili. L'importo viene ripartito a carico dei singoli soggetti in ragione di:

-superfici delle aree a terra e a mare;

-inquinamento presente nei suoli e nelle acque di falda dell'area;

-opere a mare che possono aver concorso alla contaminazione dei sedimenti.

Esempio:

≅ **54 €/m²** (Aziende potenzialmente inquinanti di cui all'Allegato A al D.M. 16 maggio 1989)

≅ **7 €/m²** (Aziende meno impattanti)

Somme corrisposte in 10 anni senza interessi

Transazioni 2

Acque sotterranee: (es. siti costieri) costo di marginamento secondo un valore stimato sulla base dei dati disponibili. L'importo viene ripartito a carico dei singoli soggetti in ragione di:

-superfici delle aree a terra.

Esempio: ≅ **4 €/m²**

Nel caso il soggetto titolare di aree inquinate intenda realizzare **investimenti sull'area** in questione, in sede di sottoscrizione del contratto di transazione **i costi posti a carico del soggetto per la realizzazione degli interventi potranno essere conguagliati con le provvidenze per investimenti**, nel rispetto delle disposizioni comunitarie in materia di aiuti di Stato.

Qualora il soggetto titolare di aree inquinate intenda realizzare **investimenti dotati di caratteristiche ambientali migliori rispetto ai limiti posti dalla normativa settoriale vigente,** comunitaria e nazionale, il maggior costo dell'investimento sopportato per ottimizzare le prestazioni ambientali può essere oggetto di **conguaglio con le somme dovute per danno ambientale,** nel rispetto delle disposizioni comunitarie in materia di aiuti di Stato.

DESTINAZIONE D'USO FINALE DELL'AREA

La destinazione d'uso determina i possibili recettori della contaminazione presente e di quella residua ammissibile in base all'analisi di rischio e secondo i due macroscenari generali possibili: "uso residenziale, verde pubblico e privato" e "industriale-commerciale".

In questo senso vengono anche definiti vincoli e prescrizioni che influiscono sui costi di bonifica e sul valore economico dell'area.

In merito al valore unitario dei terreni sono possibili investimenti per la bonifica molto variabili e dell'ordine di **25-250 €/m²** della superficie di intervento sulla base di dati disponibili limitati ad alcune esperienze.

Si cita anche un valore maggiormente elevato di **470 €/m²** in Federambiente, 2000.

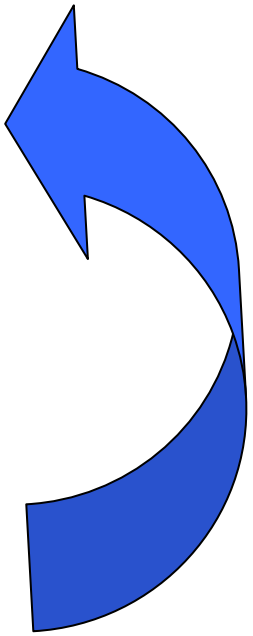
FATTORI DI VARIAZIONE DEI COSTI DI BONIFICA

COSTI UNITARI RIDOTTI (€/m²)	COSTI UNITARI ELEVATI (€/m²)
- unica o prevalente matrice ambientale contaminata - un solo o pochi contaminanti - assenza di rifiuti - applicazione di una tecnologia di bonifica allo stato dell'arte -esistenza di un consistente fattore scala - assenza di varianti in corso d'opera	- più matrici ambientali contaminate -diversi inquinanti aventi comportamento ambientale e tossicologico differente - presenza di rifiuti non pericolosi e pericolosi - applicazione di un treno di tecnologie anche innovative - maggiori esigenze di protezione per la sicurezza degli operatori - variazioni di modalità di intervento in corso d'opera

Nelle grandi città, dove si ha la maggior richiesta di spazi per l'espansione o riqualificazione urbana, secondo una sintetica statistica, si possono avere costi dei terreni di:

- 200 E 2500 €/m² PER L'USO RESIDENZIALE

- 50-600 €/m² PER L'USO INDUSTRIALE-COMMERCIALE

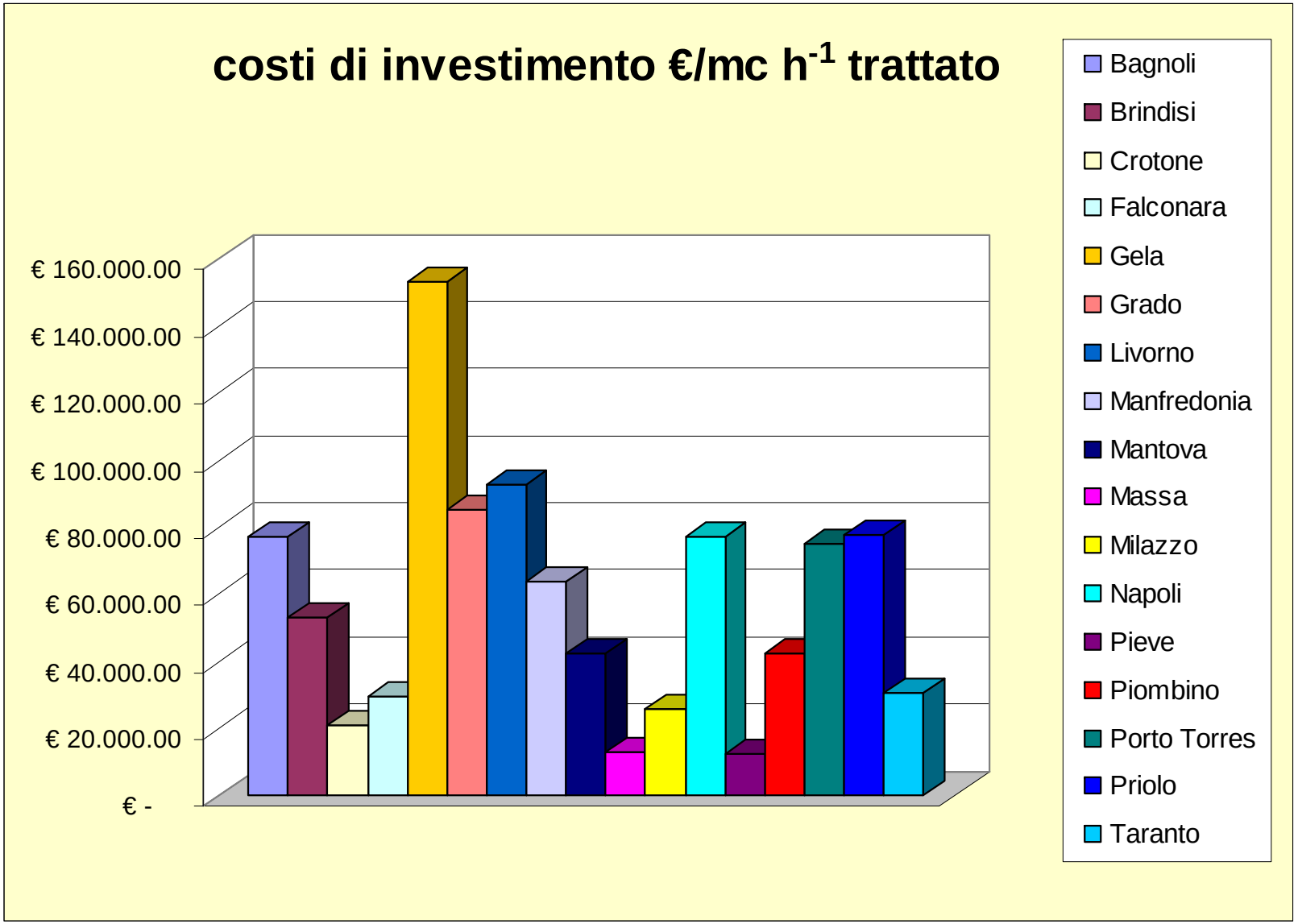


INVESTIMENTI PER LA BONIFICA MOLTO VARIABILI DELL'ORDINE DI **25-250 €/m²**

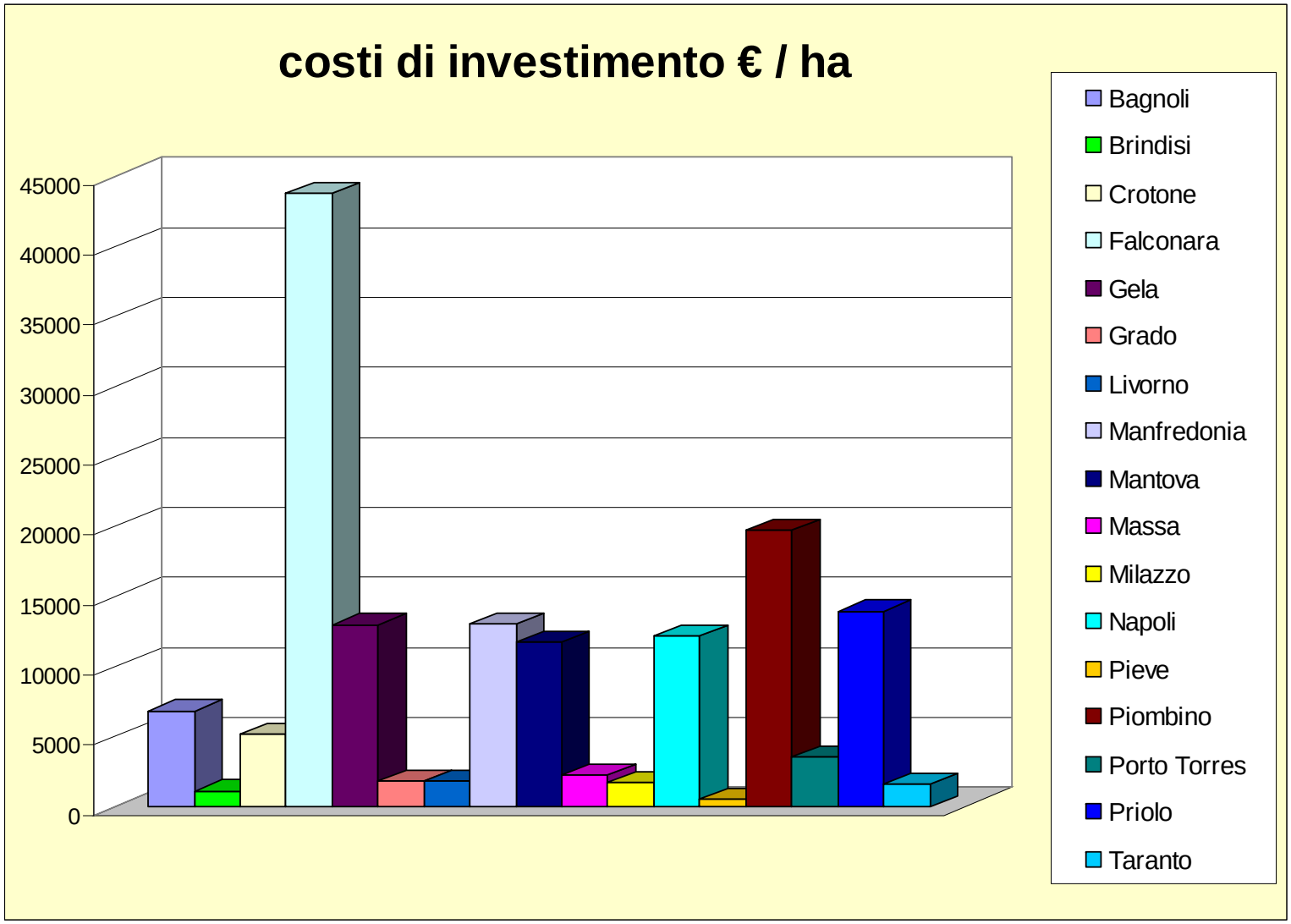
STIME GENERALI: COSTI UNITARI DI BONIFICA

Tipologia di intervento	Costo unitario	Note
Vagliatura	**10 ÷ 50 €/ m^3**	
Landfarming	**30 ÷ 100 €/ m^3**	
Biopile	**50 ÷ 150 €/ m^3**	Valori minimo e massimo rilevati su un campione limitato di casi
Bioventing	**15 ÷ 90 €/ m^3**	(Costo comprensivo anche dello studio sperimentale di fattibilità).
Desorbimento termico	**80 ÷ 350 €/ m^3**	
Soil vapor extraction	**10 ÷ 100 €/ m^3**	(Il costo è inversamente proporzionale al volume di terreno trattato)
Soil washing	**100 ÷ 300 €/ m^3**	(Il costo si mantiene quasi costante all'aumentare del volume complessivamente trattato).
Solidificazione/stabilizzazione	**60 ÷100** **60÷200 €/ m^3**	In situ Ex situ
Smaltimento in discarica	**20 ÷ 400 €/ m^3**	Il costo è funzione della distanza dal conferimento finale, della classificazione del rifiuto e delle conseguenti caratteristiche dell'impianto autorizzato ad accoglierlo
Termodistruzione - Incenerimento	**300 ÷ 1.000 €/t**	
Barriere fisiche verticali	**50 ÷ 400 €/ m^2**	Valore minimo e massimo rilevati su un campione limitato di casi
Barriere fisiche superficiali (coperture)	**20 ÷ 60 €/ m^2**	
Pump and treat	**50 ÷ 300 €/ m^3**	Il costo si riferisce al suolo trattato ed è funzione della portata emunta, della tecnologia di trattamento delle acque e dai valori limiti da raggiungere
Air sparging	**40 ÷ 200 €/ m^3**	Il costo è inversamente proporzionale al volume di terreno trattato
Biosparging	**40 ÷ 240 €/m^3**	Il costo tiene conto di eventuali interventi volti a migliorare le caratteristiche di conducibilità idraulica del suolo

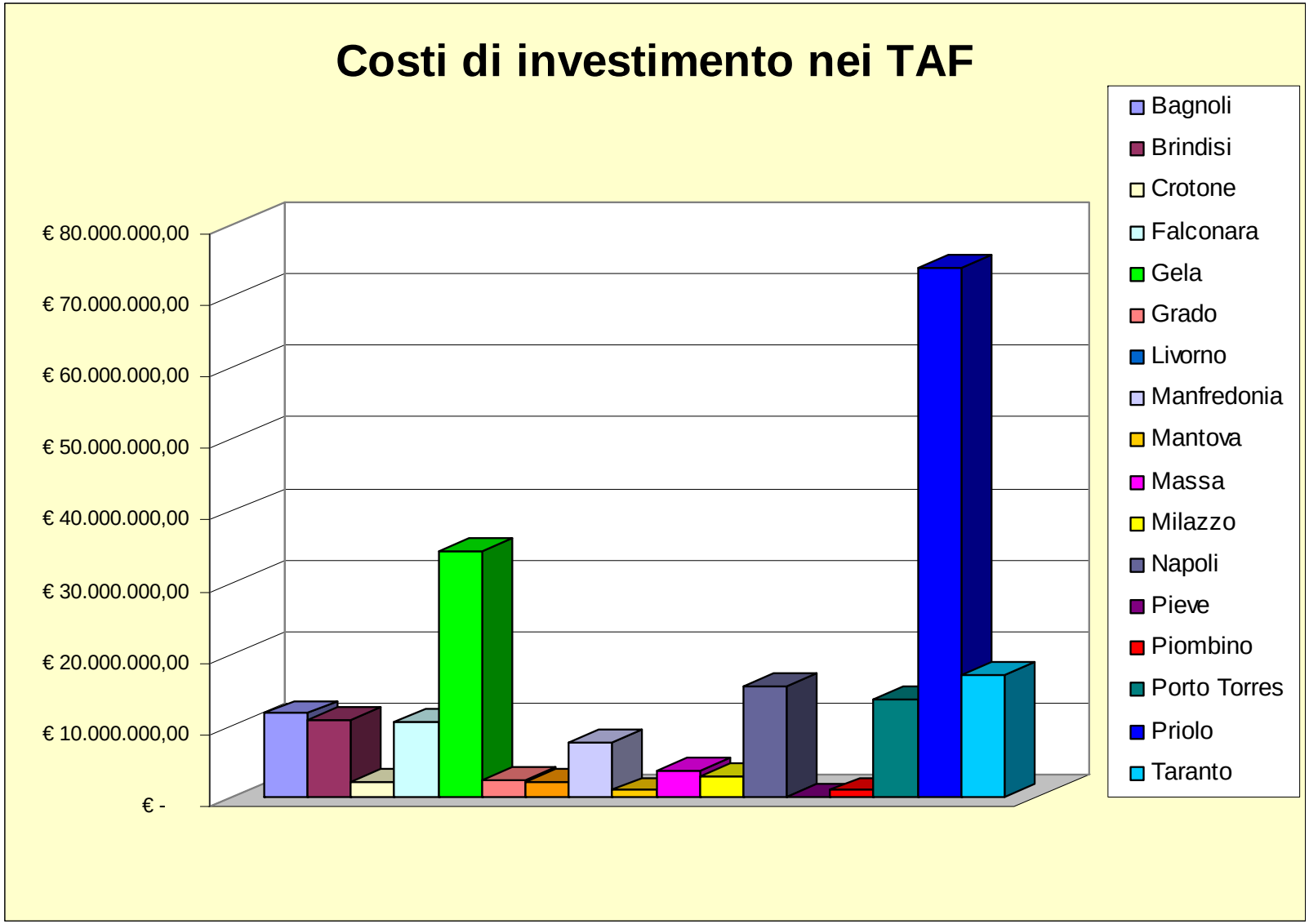
Costi unitari di investimento per il trattamento delle acque emunte dalle barriere



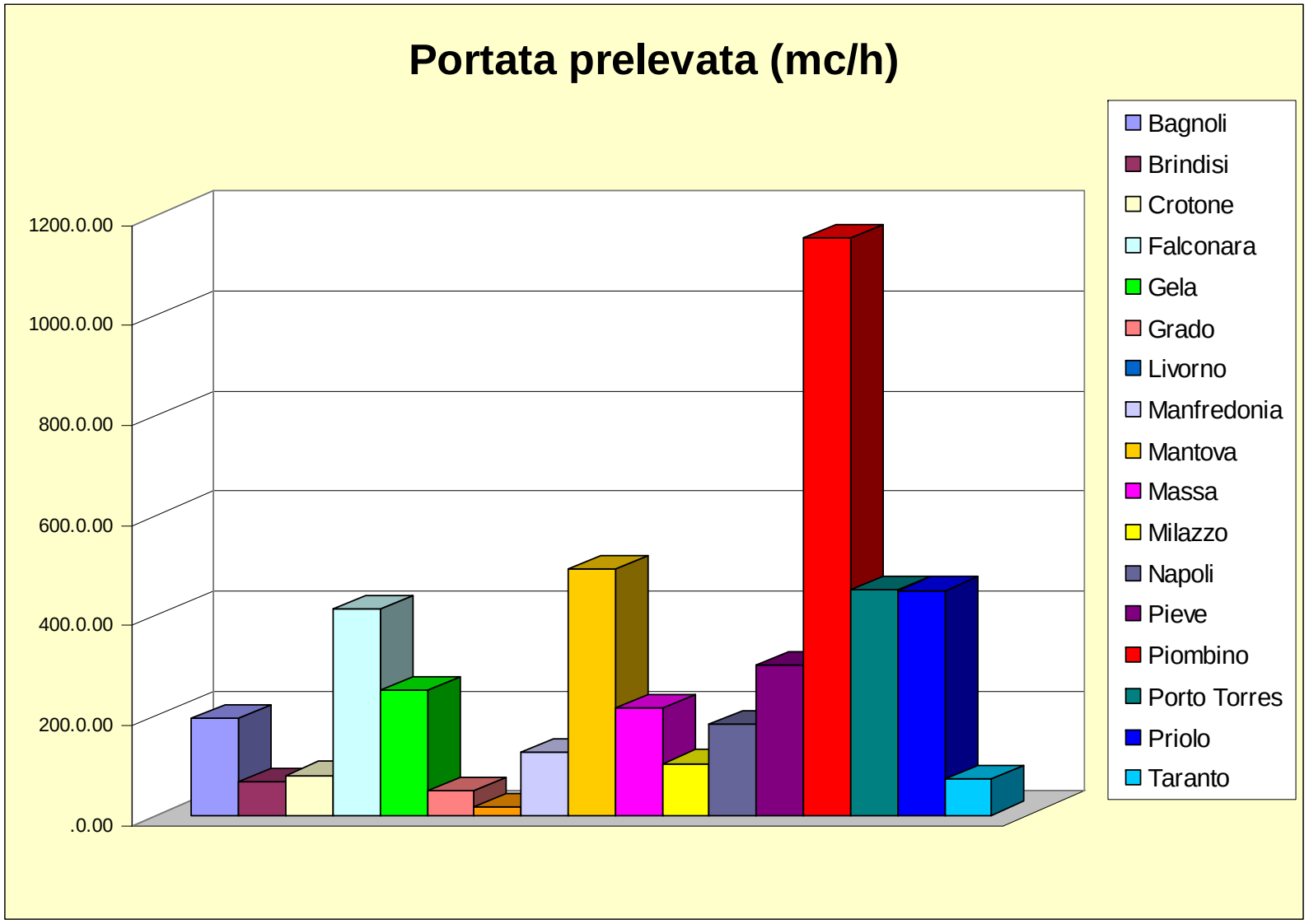
Costi unitari di investimento per il trattamento delle acque emunte dalle barriere



Costi complessivi di investimento per il trattamento delle acque emunte dalle barriere



Portata totale di acqua emunta dalle barriere
40.5 milioni di m^3/anno (1.3 m^3/s)



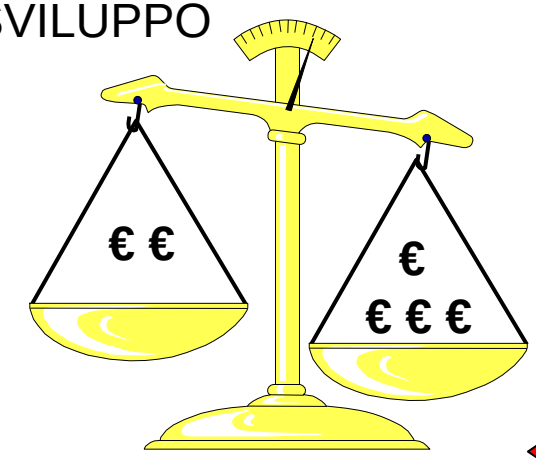
COSTI UNITARI DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI SBARRAMENTO (VALORI MEDI E CAMPO DI VARIAZIONE)

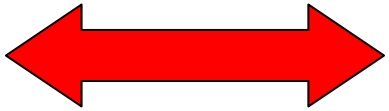
Descrizione intervento	Profondità media (m)	Costo medio	Unità di misura	Variazione
Pozzo emungimento	30	**1.344**	€/m	600 - 2900
Trincea drenante	4 – 5	**755**	€/m	425 - 1500
Well point	4 – 5	**429**	€/m	400 - 505
Barriera Permeabile Reattiva	10	**965**	€/m²	******
Palancolato metallico	20	**185**	€/m²	139 - 316
Diaframma plastico C/B	20	**280**	€/m²	120 - 462
Diaframma composito C/B + HDPE	20	**360**	€/m²	300 - 425
Jet grouting	20	**240**	€/m²	175 - 350
Iniezione miscele ad alta penetrabilità	35	**580**	€/m²	*******
Pali secanti (ø 1200 – ø 1500 mm)	35	**820**	€/m²	*******
Impianto trattamento acque di falda	*******	**57.300**	€/(m³/h)	12.500 - 153.100

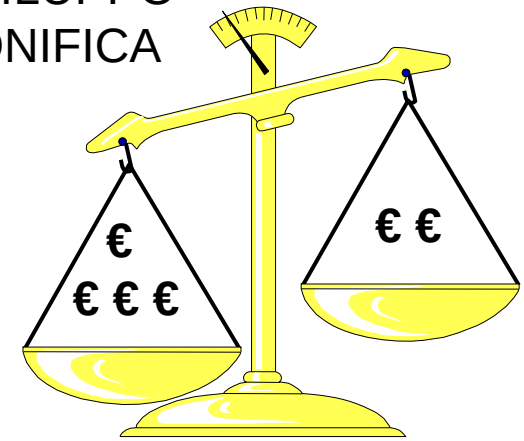
“Equazione del riuso del suolo”

VALORE DI ACQUISTO AREA E PROGRAMMA DI SVILUPPO

VALORIZZAZIONE AREA DI BONIFICA AREA





VALORE DI ACQUISTO AREA, PROGRAMMA DI SVILUPPO E BONIFICA

VALORIZZAZIONE AREA DI BONIFICA AREA