

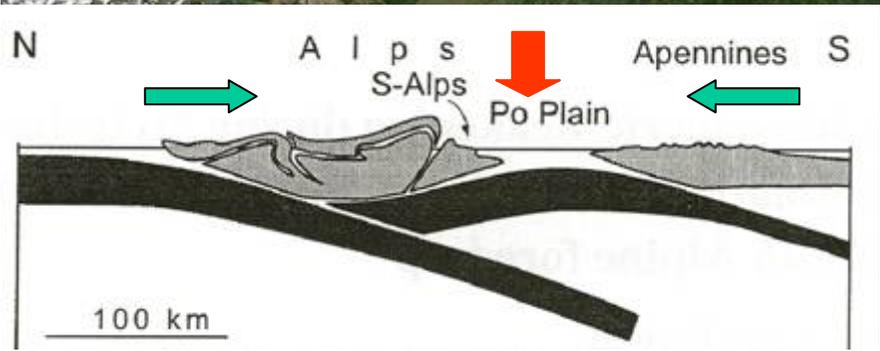
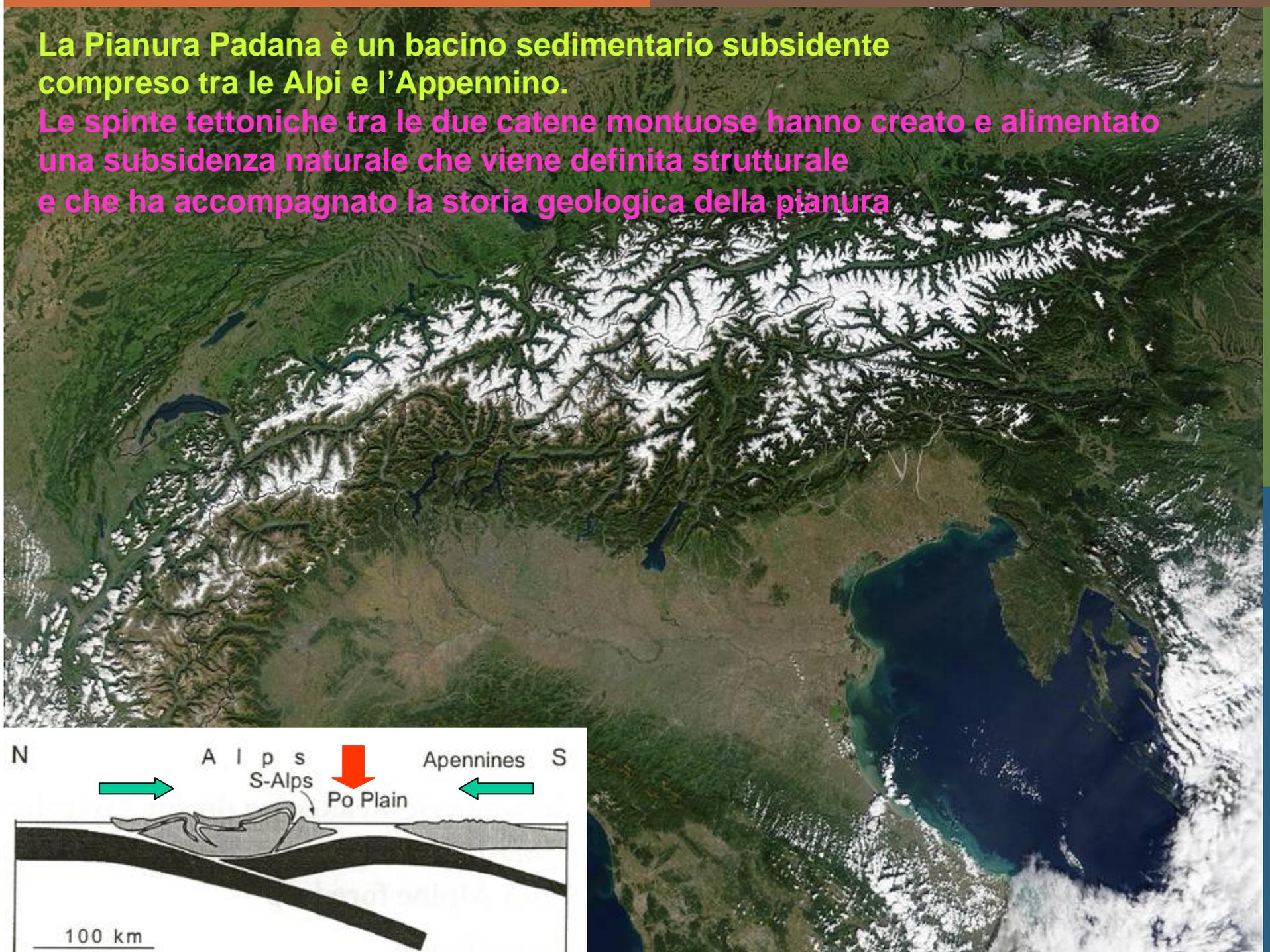
La subsidenza in Emilia-Romagna

Raffaele Pignone, Ubaldo Cibin, Paolo Severi

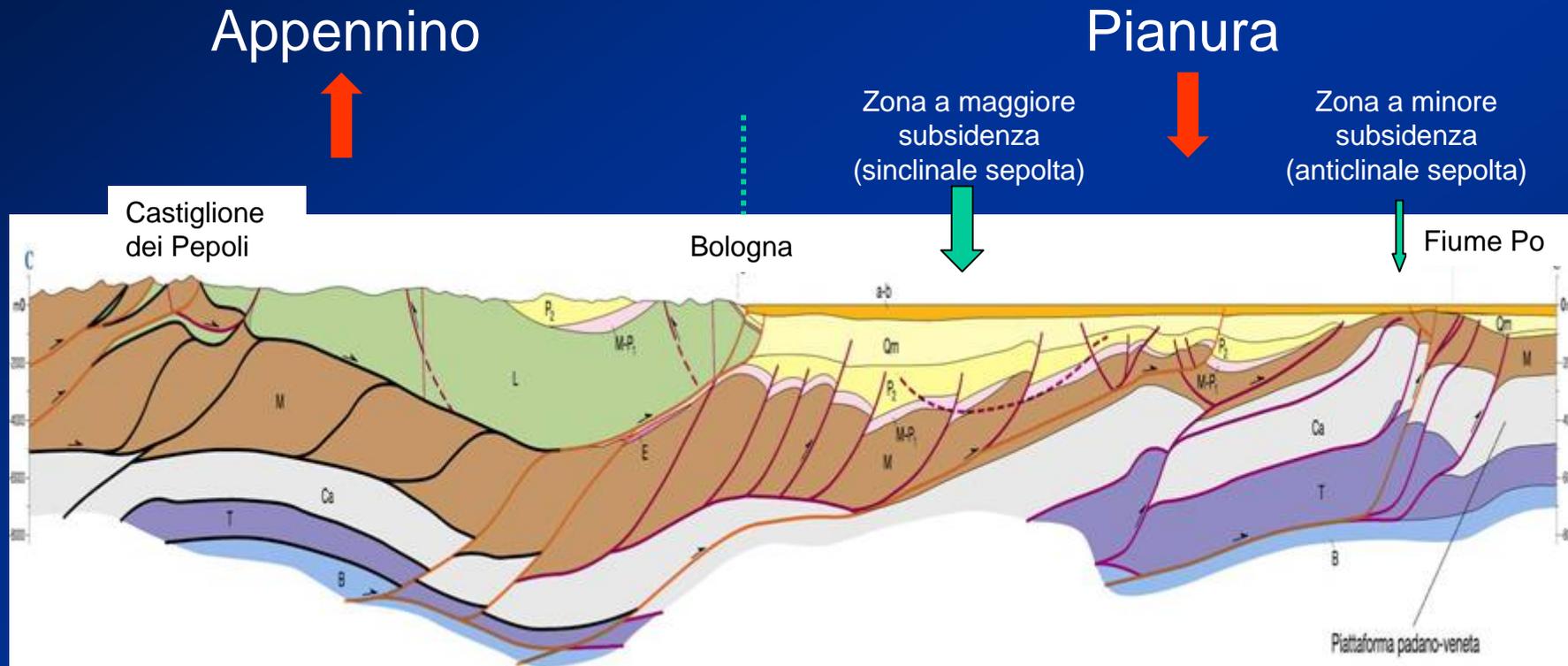
*Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli
Regione Emilia-Romagna*

La Pianura Padana è un bacino sedimentario subsidente compreso tra le Alpi e l'Appennino.

Le spinte tettoniche tra le due catene montuose hanno creato e alimentato una subsidenza naturale che viene definita strutturale e che ha accompagnato la storia geologica della pianura

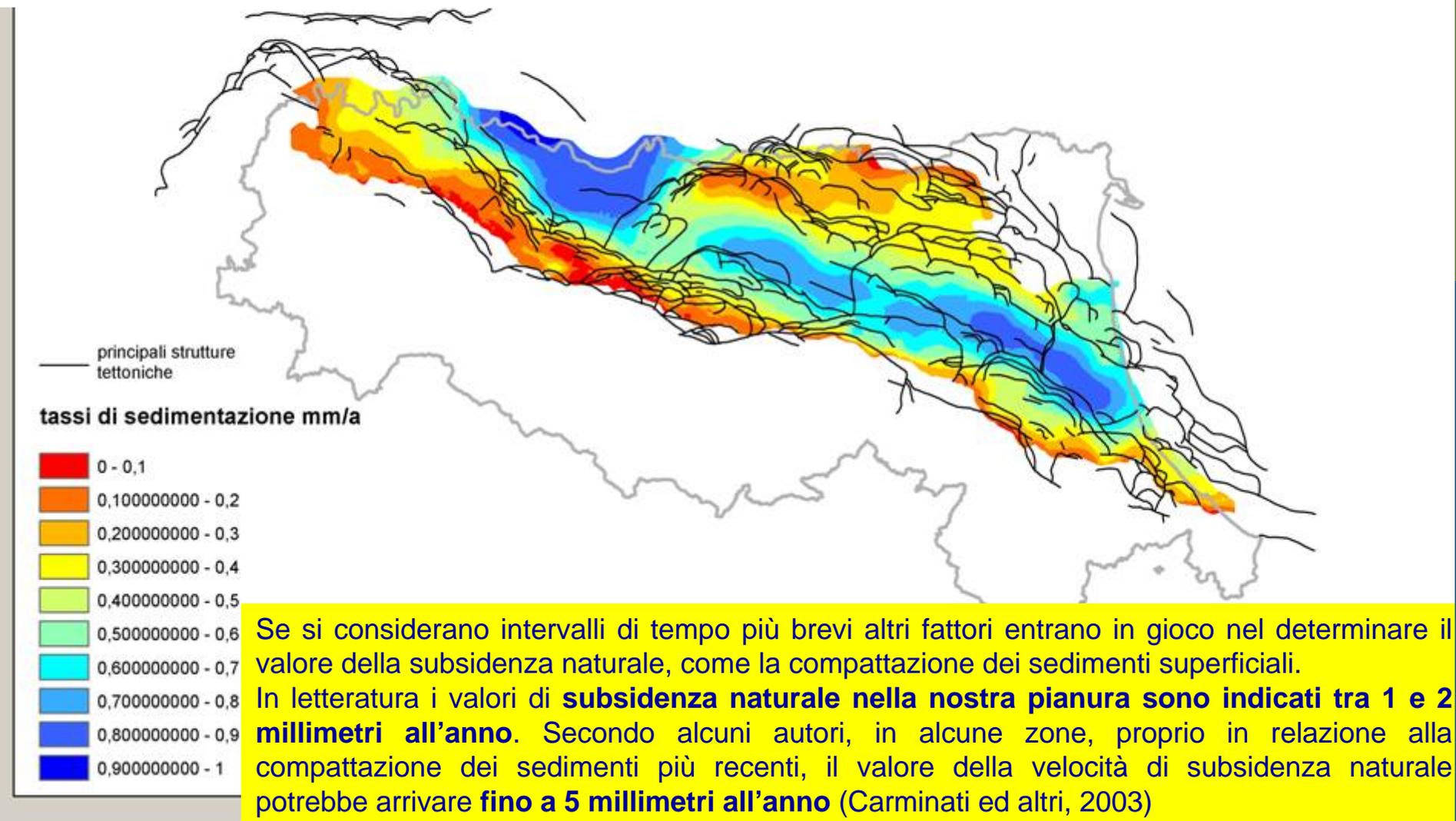


In questo contesto geologico l'Appennino si solleva e la Pianura si abbassa. La zona del margine appenninico è una zona neutra; qui si colloca il limite tra sollevamento ed abbassamento del suolo.



Nella pianura la subsidenza strutturale non è omogenea, ma è fortemente influenzata dalle strutture tettoniche profonde che individuano delle zone in cui la subsidenza è più o meno alta. Nelle sinclinali sepolte la subsidenza è maggiore, mentre nelle anticlinali sepolte è minore.

Questa differenza di subsidenza causa nella pianura delle forti differenze nello spessore dei sedimenti. Dallo spessore dei sedimenti si possono quindi dedurre informazioni sul valore della subsidenza strutturale nelle diverse zone della pianura. Considerando lo spessore di terreni sedimentati negli ultimi 600.000 anni (**le aree blu indicano le zone più subsidenti** che sono delimitate dalle principali strutture tettoniche profonde) **la subsidenza strutturale in Emilia-Romagna è di circa 0,5 - 1 millimetri all'anno.**

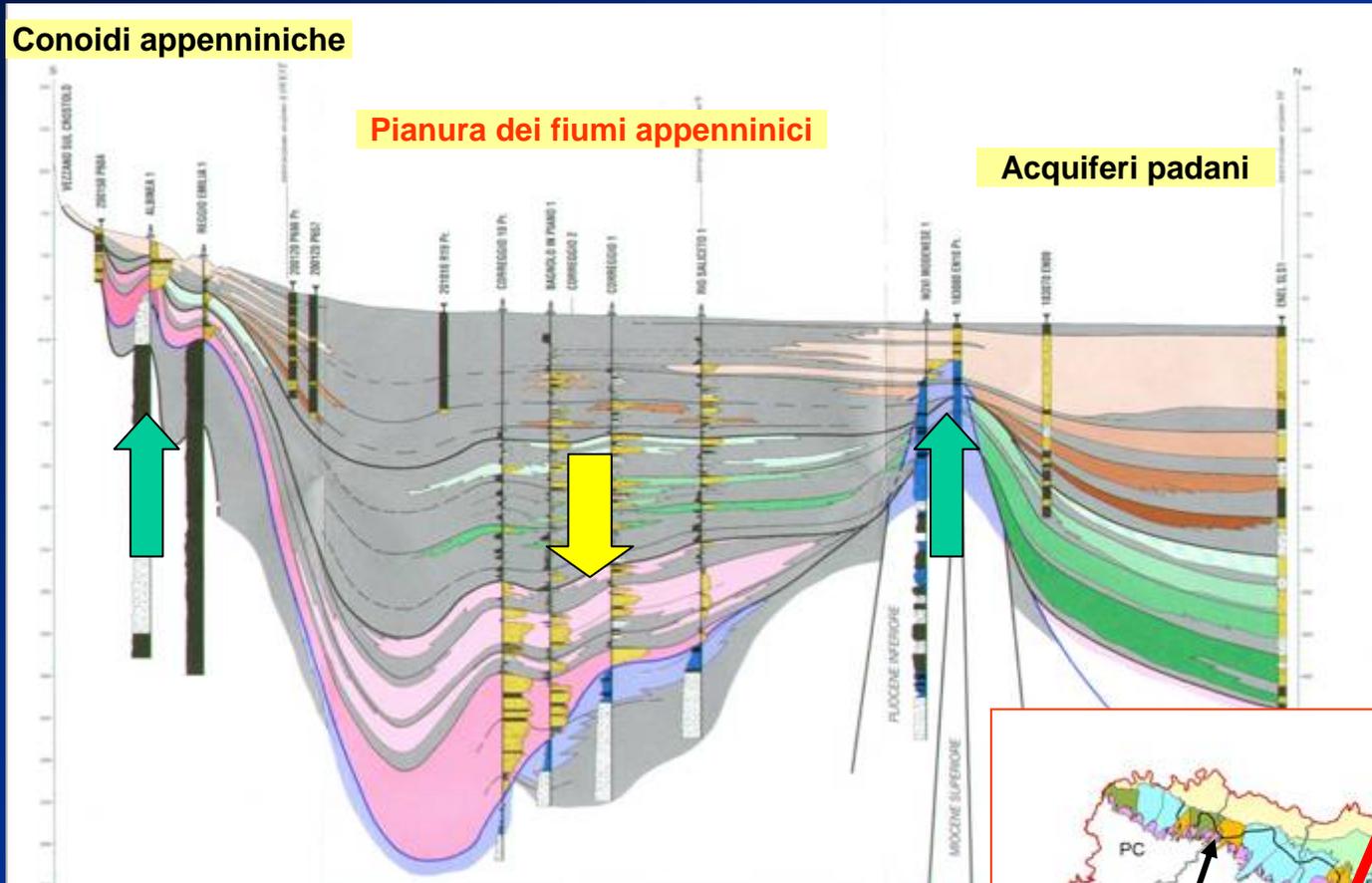


Assetto geologico, subsidenza e distribuzione nel sottosuolo di acquiferi e acquitardi

Conoidi appenniniche

Pianura dei fiumi appenninici

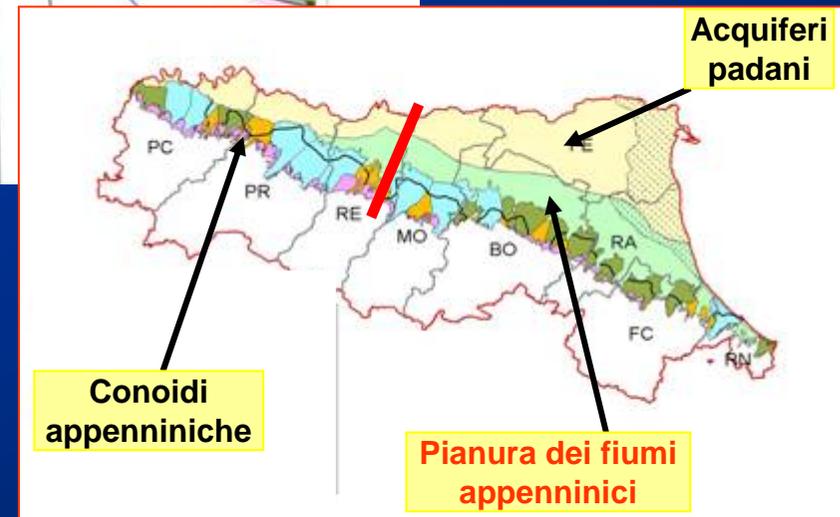
Acquiferi padani



Esiste una relazione fra assetto geologico profondo e distribuzione dei sedimenti.

La pianura dei fiumi appenninici si sviluppa nel settore più interessato dalla subsidenza strutturale. Questa è dominata da sedimenti più fini (limi e argille) interposti fra le conoidi appenniniche e gli acquiferi padani

I sedimenti fini della pianura appenninica sono più comprimibili (soprattutto in caso di estrazione di fluidi dal sottosuolo) e quindi sono più soggetti a subsidenza sia naturale che antropica



Nei bacini sedimentari il fenomeno naturale della subsidenza viene compensato dalla sedimentazione. Nelle pianure alluvionali, come la pianura padana, la sedimentazione avviene durante le alluvioni: le esondazioni tendono ad interessare proprio le aree più basse in modo che nuovo sedimento viene accumulato sulla superficie della pianura innalzando il piano topografico precedentemente depresso.



Sino a pochi secoli fa, le esondazioni erano un fenomeno molto frequente e ampie aree della pianura erano perennemente allagate (carta topografica del 1816 che indica in grigio le paludi permanenti).



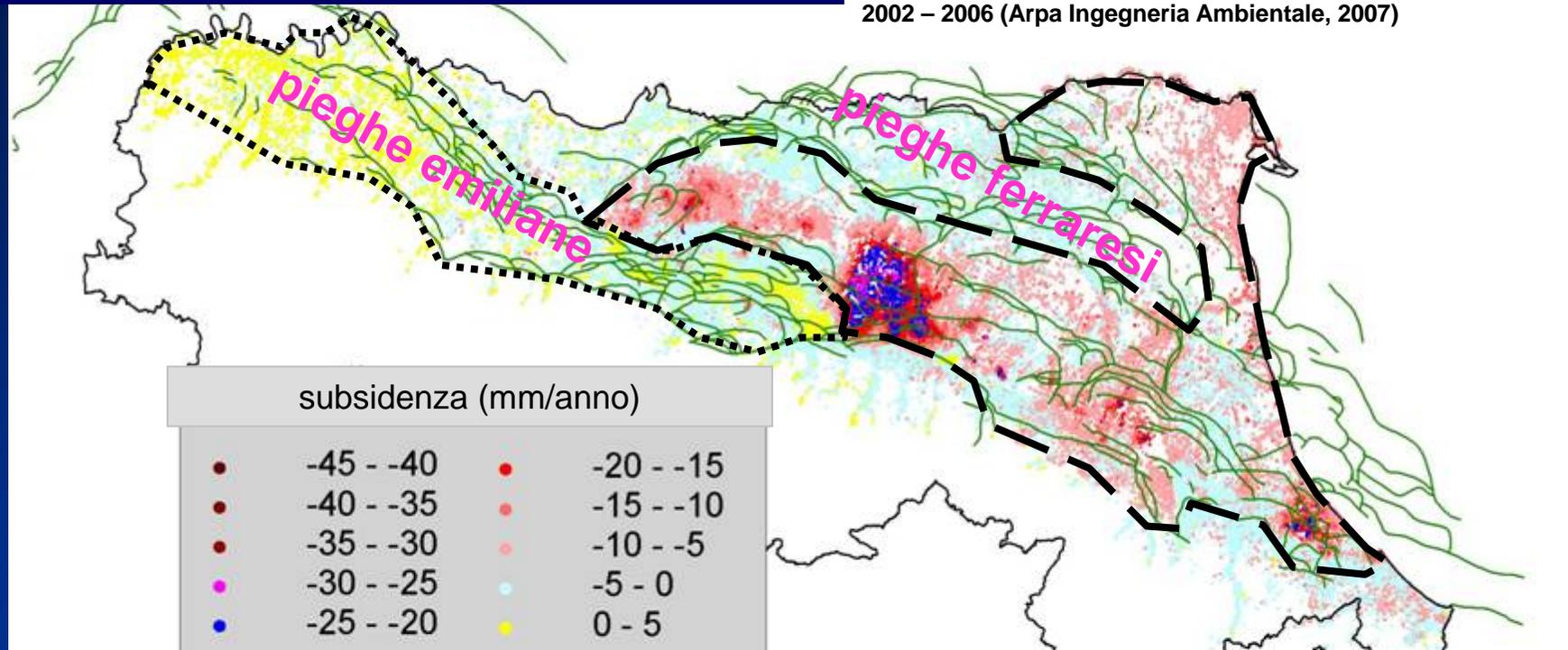
Poi le grandi opere di bonifica e le arginature fluviali hanno permesso di drenare e mantenere asciutti centinaia di chilometri quadrati della bassa pianura.

Allo stesso tempo:

- **le aree bonificate sono zone più soggette a subsidenza a causa della compattazione dei terreni più superficiali (ad esempio nel delta del Po)**
- **gli argini impediscono le esondazioni che bilanciano la subsidenza**

Prime osservazioni sulla subsidenza attuale misurata dalla rete regionale: le aree geologicamente attive del sottosuolo della pianura (le “pieghe emiliane” e le “pieghe ferraresi”) influenzano la distribuzione delle velocità di abbassamento del suolo a scala regionale.

Monitoraggio della velocità di movimento verticale del suolo
2002 – 2006 (Arpa Ingegneria Ambientale, 2007)



In evidenza

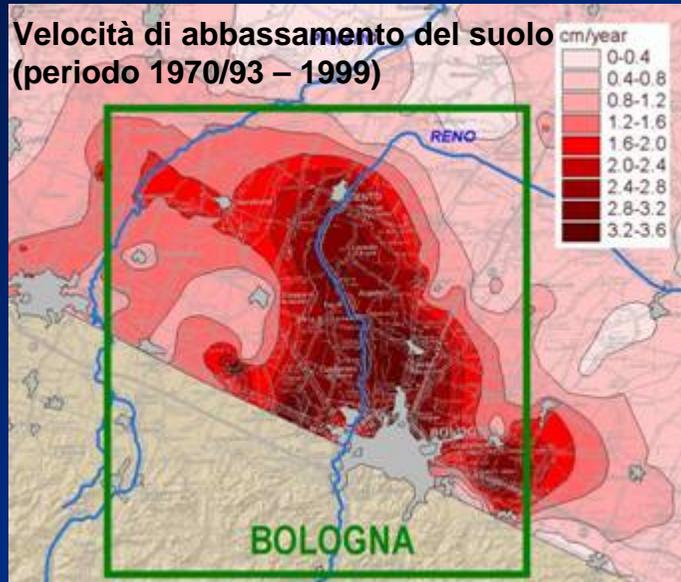
Su ampie zone della pianura i valori attuali della velocità di subsidenza sono molto maggiori (oltre un ordine di grandezza) dei valori di subsidenza naturale

I tassi dell'area bolognese sono molto elevati

La fascia costiera e del delta del Po hanno valori di abbassamento del suolo significativi

in queste zone maggiormente critiche, il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli è impegnato da alcuni anni nella realizzazione di studi e approfondimenti specifici

La parte della pianura bolognese in cui si sviluppa la conoide alluvionale del fiume Reno è la zona più subsidente della Regione. Qui è stato realizzato uno studio sulla subsidenza dovuta al prelievo idrico di sottosuolo.



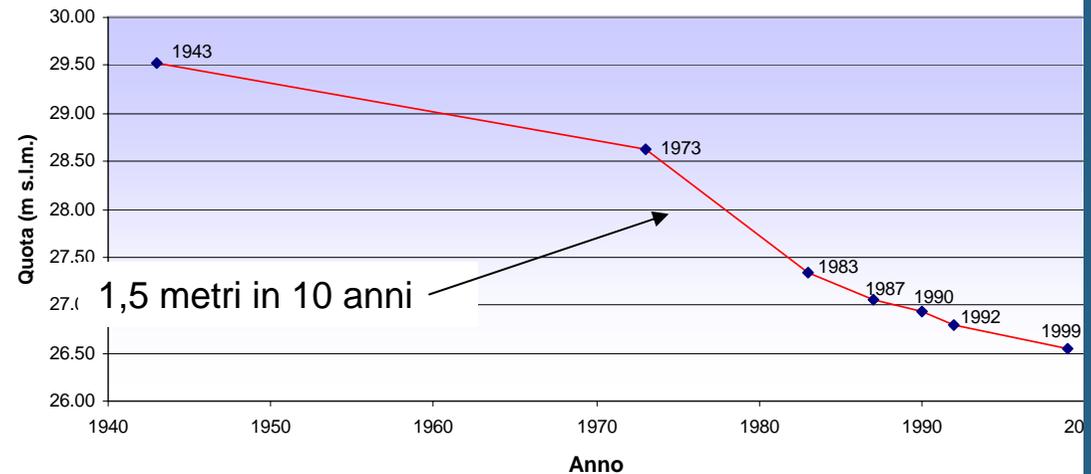
Lo studio è stato realizzato da Regione Emilia Romagna, Provincia di Bologna, Comune di Bologna, Autorità di Bacino del Reno e HERA SPA.

Allo studio ha collaborato ARPA RER.

L'importo complessivo è stato di 230.000 euro; la Regione Emilia-Romagna ha contribuito per 175.000euro.

L'acquifero della conoide alluvionale del fiume Reno è intensamente sfruttato da alcuni decenni. **Il forte prelievo idrico di sottosuolo** per fini principalmente acquedottistici **ha determinato un abbassamento della superficie piezometrica fino a oltre 50 metri dal piano campagna**, a partire sin dagli anni '70. Qui si osservano **valori di velocità di subsidenza 20 – 30 volte superiori a quelli naturali**.

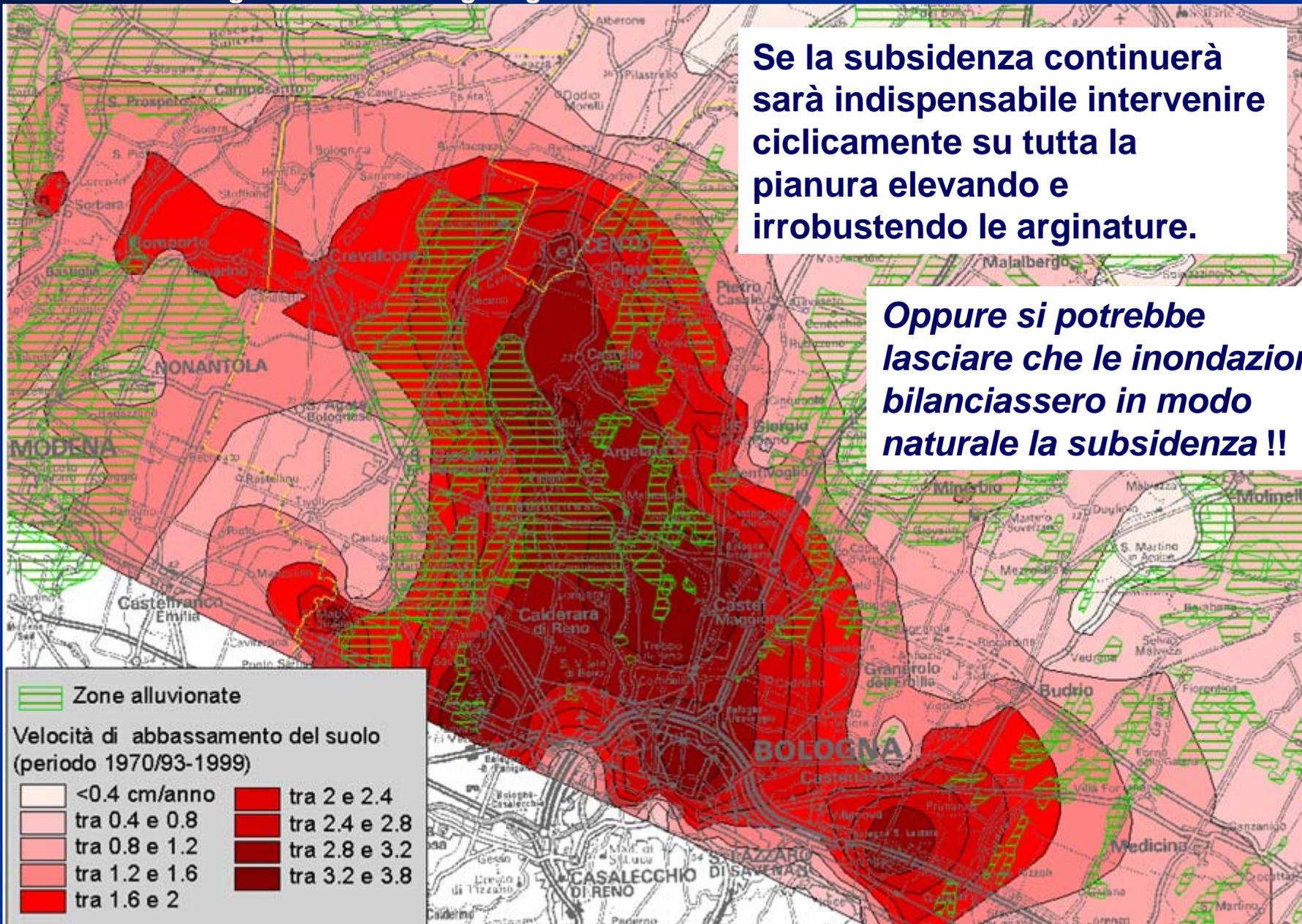
Castelmaggiore (Bologna) - Caposaldo 051140 (6/16 IGM)
Abbassamento di circa 2,3 metri in 26 anni



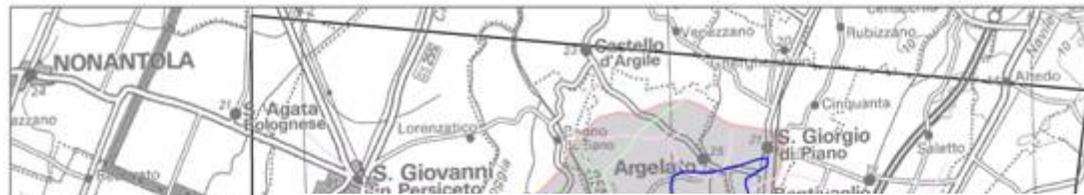
Questi elevati valori di subsidenza hanno favorito negli ultimi decenni una variazione della pendenza del reticolo idrografico superficiale alterandone il naturale deflusso e favorendo il pericolo di inondazioni a seguito di rotture degli argini.

Se la subsidenza continuerà sarà indispensabile intervenire ciclicamente su tutta la pianura elevando e irrobustendo le arginature.

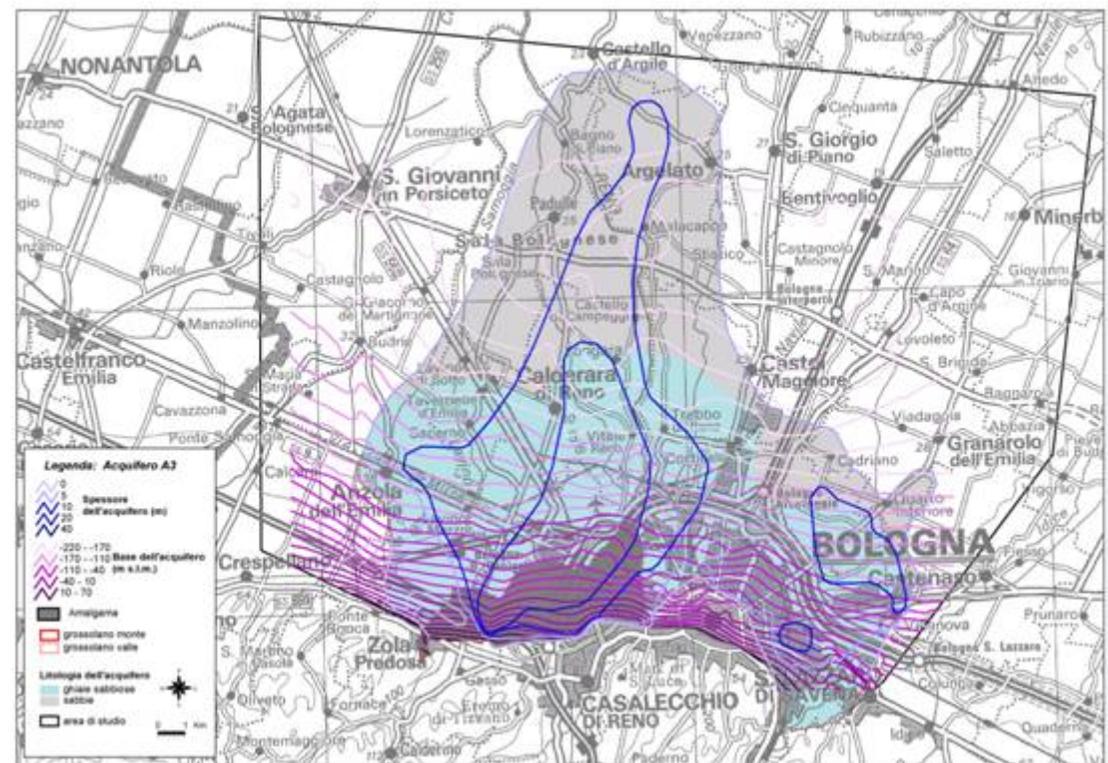
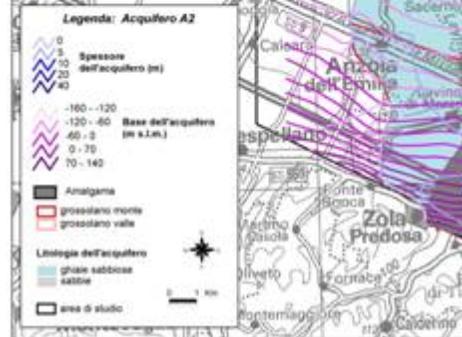
Oppure si potrebbe lasciare che le inondazioni bilanciassero in modo naturale la subsidenza !!



Durante la realizzazione dello studio sulla conoide del fiume Reno, la gran mole di dati geologici disponibili, ha permesso di ricostruire in modo dettagliato il modello geologico di sottosuolo attraverso sezioni geologiche e mappe.

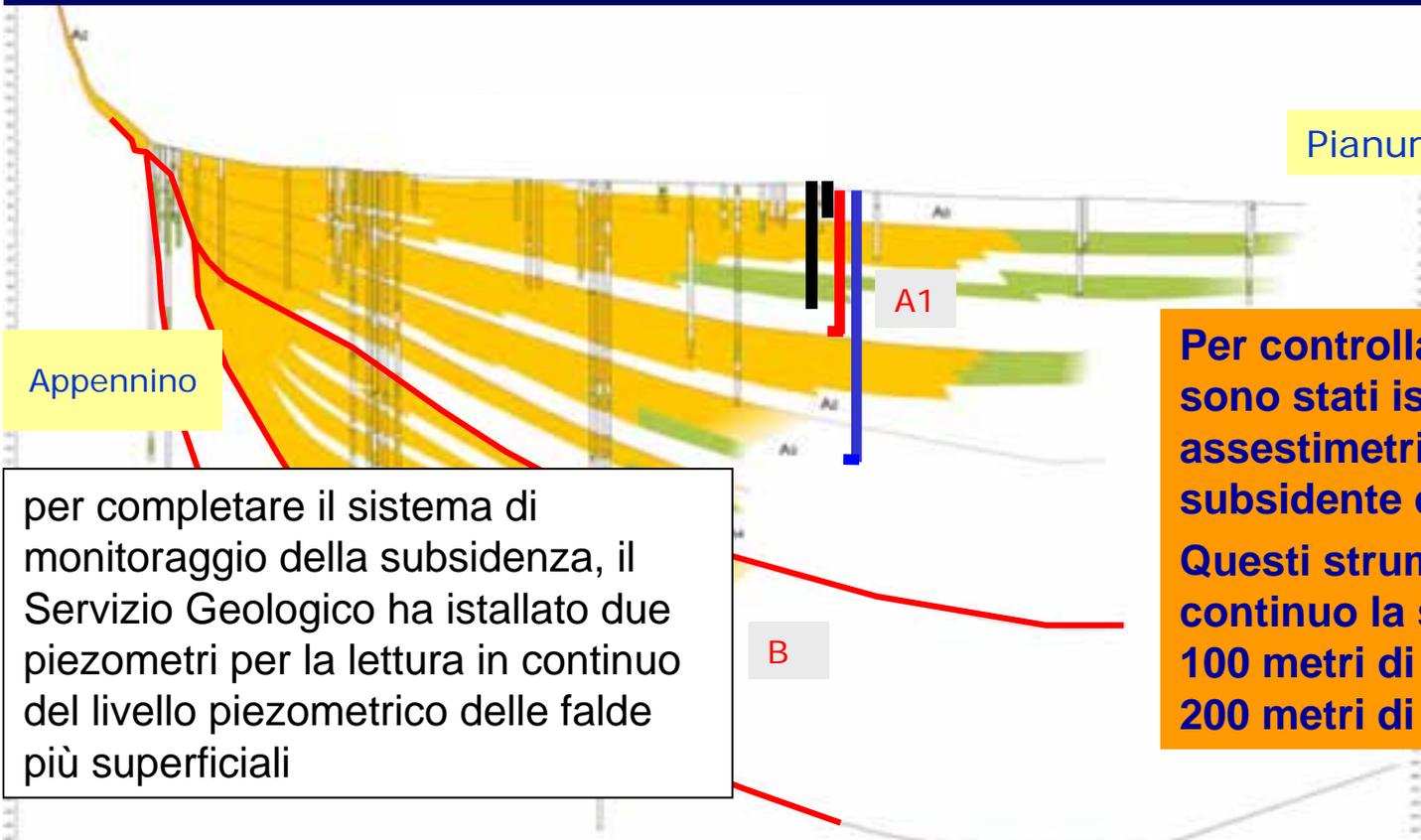


Livello piezometrico indicativo



Ricostruzione del modello geologico locale

Dati geologici, piezometrici, informazioni sui prelievi idrici di sottosuolo e sulla ricarica idrica della conoide, hanno permesso di definire il modello concettuale del flusso idrico all'interno dell'acquifero. Poi si è passati alla realizzazione del modello matematico del flusso delle acque sotterranee e infine al modello matematico della subsidenza.



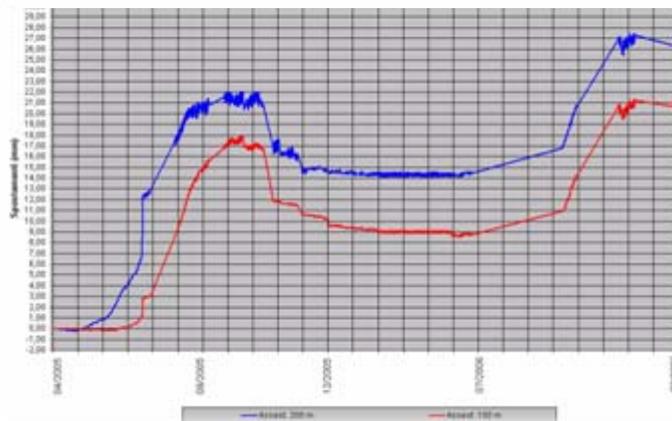
Appennino

Pianura

per completare il sistema di monitoraggio della subsidenza, il Servizio Geologico ha installato due piezometri per la lettura in continuo del livello piezometrico delle falde più superficiali

Per controllare i risultati ottenuti sono stati installati due assestimetri nella zona più subsidente della conoide.

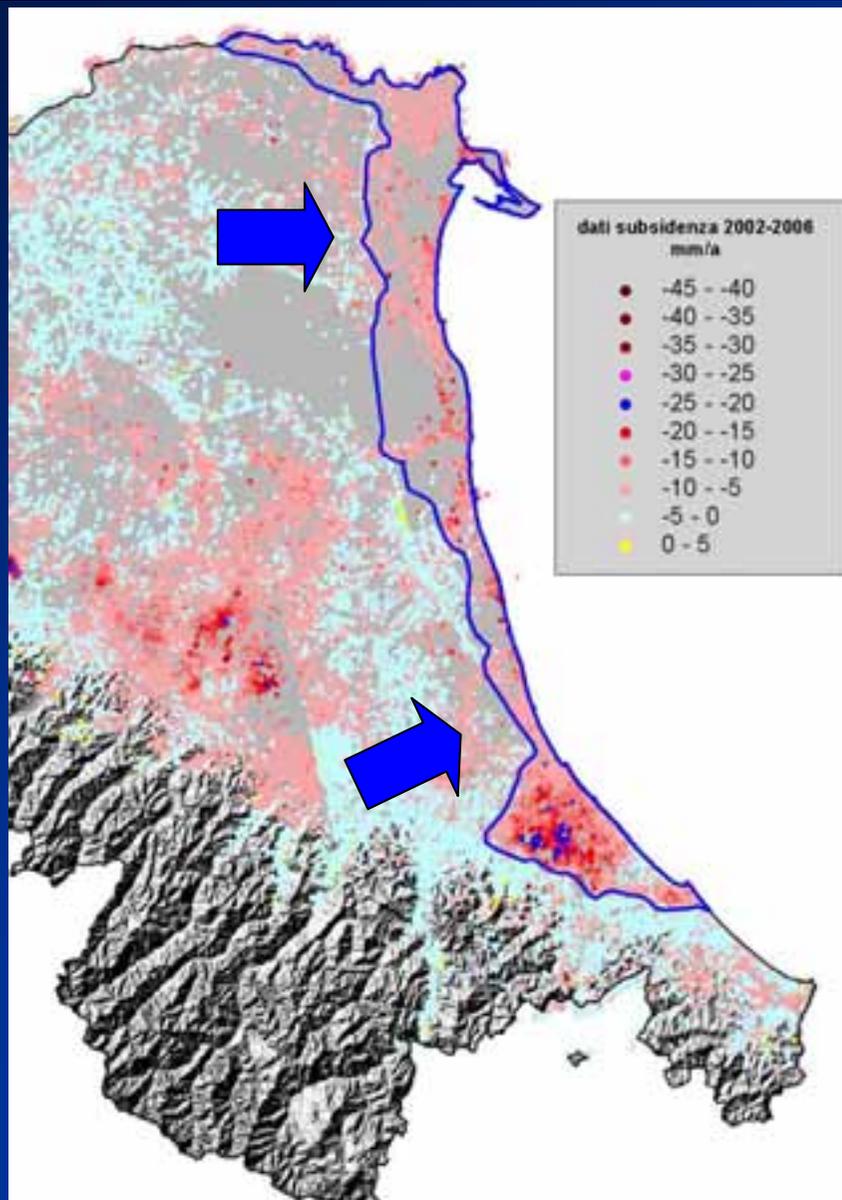
Questi strumenti misurano in continuo la subsidenza tra 0 e 100 metri di profondità, e tra 0 e 200 metri di profondità



Risultati del modello di subsidenza: è stato possibile determinare quali sono gli strati del sottosuolo che contribuiscono maggiormente alla subsidenza totale osservata. Si tratta dell'acquifero A1 (24% della compattazione totale), e dell'acquifero B (22%).

La subsidenza nella costa

DISTRIBUZIONE DEI VALORI DI SUBSIDENZA DAI NUOVI DATI DI INTERFEROMETRIA SATELLITARE (monitoraggio ARPA 2006)

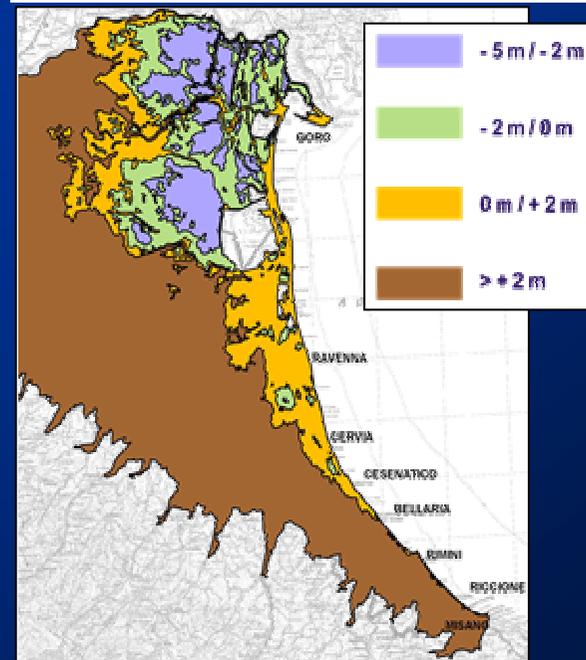


I nuovi rilievi satellitari che vengono presentati oggi confermano che la costa emiliano romagnola continua ad essere soggetta al fenomeno della subsidenza

A tutt'oggi l'intera costa deve essere considerata un'area critica in cui i valori medi di abbassamento del suolo sono attorno a 5 – 10 mm/anno con punte frequenti di 15-20 mm/anno

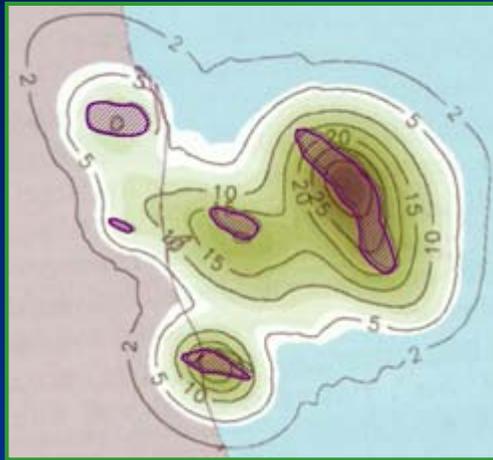
Poiché in molte aree le quote topografiche sono basse con ampi settori al di sotto del livello del mare il fenomeno della subsidenza rappresenta un importante fattore di rischio che favorisce l'ingressione marina e non può essere sottovalutato

CARTA ALTIMETRICA DELLA PIANURA COSTIERA

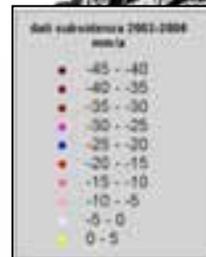
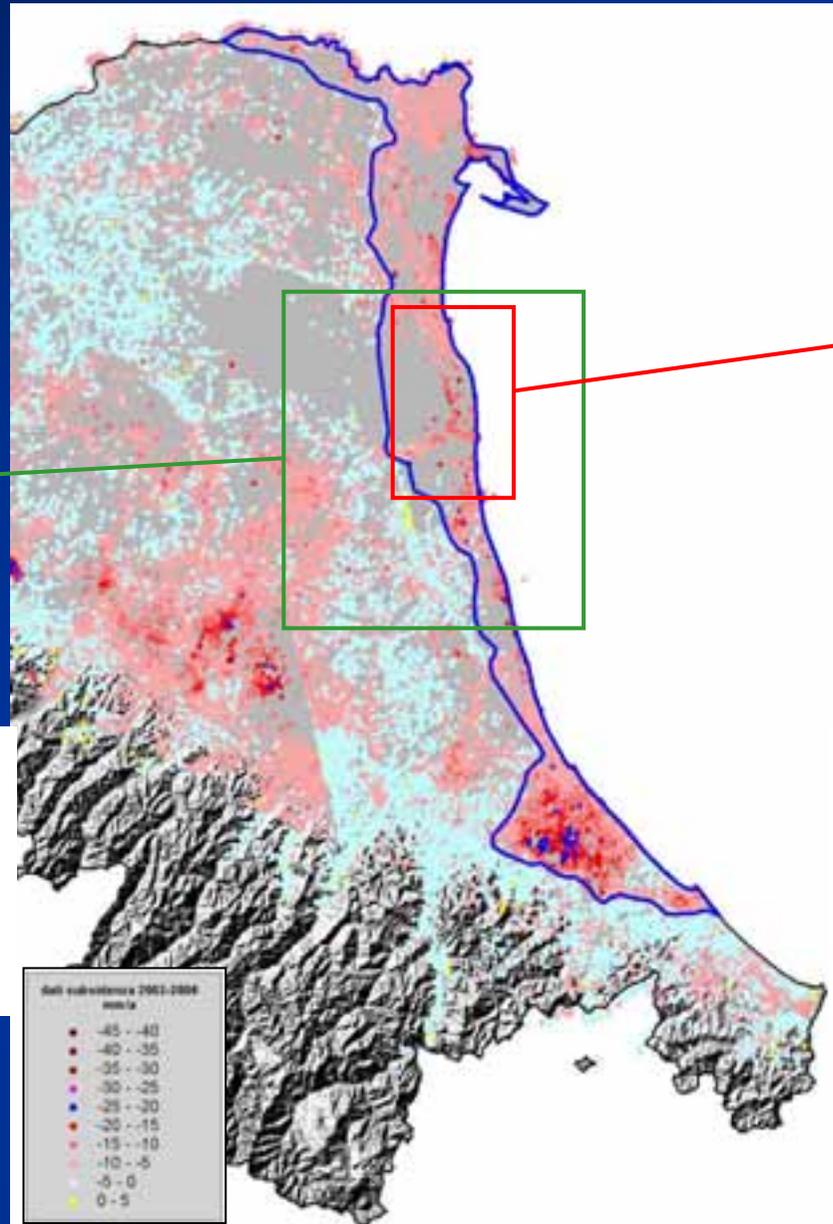


La subsidenza della costa emiliano romagnola ha la peculiarità di avere una molteplicità di cause che agiscono anche simultaneamente, quali:

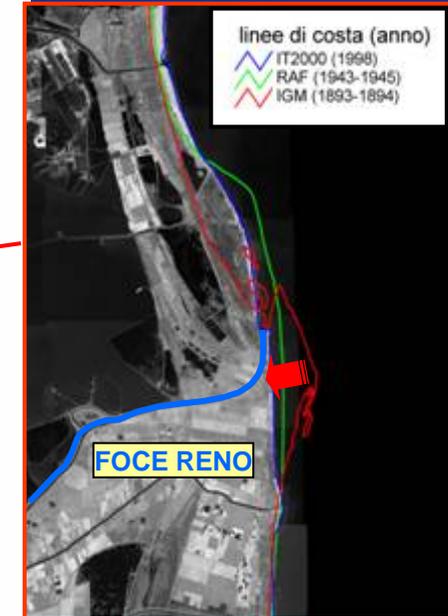
Modello di distribuzione della subsidenza (in cm) calcolata al 2003 per l'estrazione di gas dai campi pozzo attivi (Land Subsidence Conf., 2005)



L'estrazione di gas in pozzo nell'area ravennate (a terra e offshore) favorisce la perdita di volume del sedimento nel sottosuolo e quindi genera abbassamento della superficie topografica



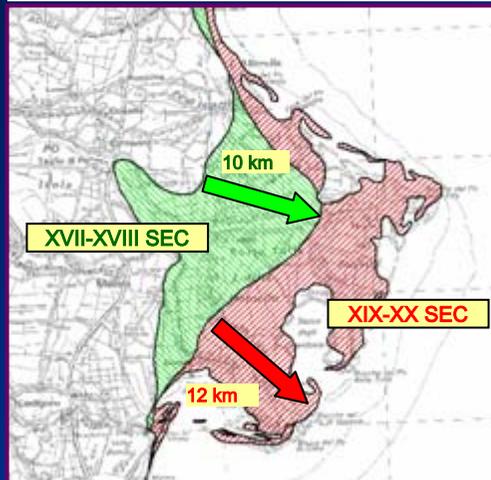
Ricostruzione della variazione della linea di riva dal 1890 al 2000 (Progetto CADSEALAND)



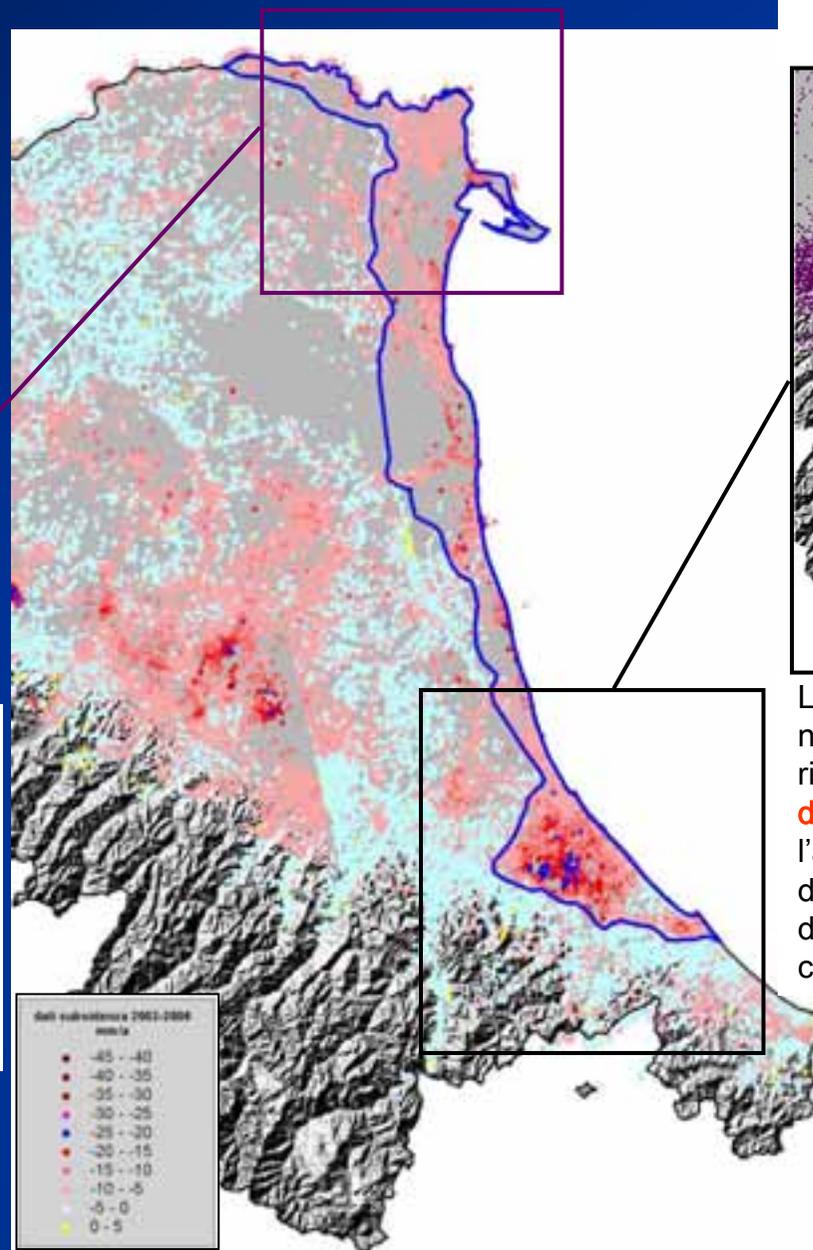
La riduzione della sabbia trasportata dai fiumi emiliano romagnoli non consente più alle foci di accrescere impedendo l'adeguata compensazione dell'abbassamento del suolo con l'apporto di nuovo materiale

...e ancora:

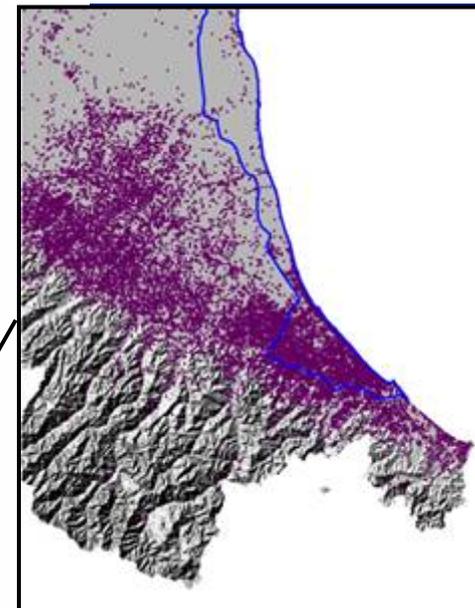
Ricostruzione dell'evoluzione del Delta del Po in epoca storica (Progetto CADSEALAND)



Il delta del Po è accresciuto molto rapidamente e in tempi recentissimi. I sedimenti deltizi appena depositi sono ricchissimi d'acqua e la loro **compattazione naturale** che segue la sedimentazione genera abbassamento del suolo. La bonifica dei suoi terreni superficiali accentua questo fenomeno



Ubicazione e densità dei pozzi per acqua censiti nel catasto RER



La forte concentrazione di pozzi nell'area riminese e cesenate riflette i **massicci prelievi d'acqua dal sottosuolo** (come lungo tutto l'asse della Via Emilia). Questi determinano un impoverimento delle falde che favorisce la compattazione del sedimento

I rischi per la costa da subsidenza vanno esaminati insieme alle previsioni di risalita del livello del mare



L'analisi modellistica di **subsidenza** e **risalita del livello del mare** effettuata nell'area ferrarese (Progetto PLANCOAST) mette in luce i rischi legati alla combinazione di questi due fenomeni:

Forte avanzamento del mare con perdite fino a più di 100 m di spiaggia e serie minacce alle strutture urbane

Aumento dell'impatto delle mareggiate e delle piene fluviali sul territorio urbanizzato

Incremento dell'erosione costiera



Previsione al 2090 per l'area di Porto Garibaldi realizzata in base al modello topografico del terreno ad alta risoluzione (rilievo LIDAR 2004), trend storici della subsidenza (nuovi dati interferometrici ARPA) e previsione di innalzamento globale del livello del mare (dati IPCC)

Conclusioni

❑ Il fenomeno

La subsidenza è un fenomeno critico per la nostra regione, interessa diverse aree e ha origini multiple e complesse, sia naturali che antropiche.

❑ I rischi

L'aumento del dislivello fra il reticolo idrografico, il mare e il piano topografico dei terreni circostanti, causa un incremento di frequenza e intensità delle inondazioni fluviali e marine.

La combinazione della subsidenza con l'innalzamento previsto del livello del mare aumenta l'ingressione marina, la frequenza e l'intensità delle mareggiate e l'erosione costiera con gravi perdite di superficie di spiaggia e minacce alle strutture antropiche

❑ Le azioni

E' cruciale continuare ad investire nella conoscenza del fenomeno e delle sue cause per definire e migliorare gli interventi

Occorre aumentare la disponibilità della risorsa idrica: attraverso l'individuazione di nuove risorse strategiche, la ricarica artificiale delle falde, la riduzione dell'impermeabilizzazione del suolo nelle zone di ricarica

E' necessario ridurre o contenere le azioni antropiche che inducono o accelerano il fenomeno nelle aree critiche (prelievo di gas e di acqua dal sottosuolo)

E' auspicabile agire anche sul lungo periodo favorendo quei processi naturali che compensano la subsidenza quali l'apporto di sedimento fluviale a mare e le esondazioni di acqua e fango in aree controllate per ricominciare a far innalzare il piano topografico