

MONITORAGGIO E MAPPATURA DEL TERRITORIO PIATTAFORMA GIS

Ing. Alessandro Bondesan
Capo Settore Sistema Informativo Geografico
Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara



Docet – 12 settembre 2023 – Mezzolara di Budrio

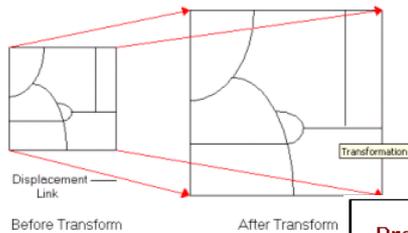
Approfondimenti scientifici:

- Studi storici sull'evoluzione del territorio – (Proprietà dei ponti, studio storico delle bonifiche, raccolta pubblicazioni e dati cartografici, immagini fotografiche al suolo e aeree)
- Piano di Classifica a livello Urber – Regione Emilia Romagna
- Piano di Tutela delle Acque (Provincia, Regione)
- Tavolo Interistituzionale Bacino Burana Volano (Enti vari)
- Programmi Provinciali di Previsione e Prevenzione (Protezione Civile)
- Moka Sitl Idroview – convenzione con 17 Enti
- Studi di algoritmi di conversione Cassini Soldner – Utm32

Ferrara 27-7-06

PROIEZIONE IN GAUSS-BOAGA DI UN FOGLIO CATASTALE QUANDO NON SIANO NOTI I DATI DEL CENTRO DI EMANAZIONE

Il metodo di georeferenziazione è basato sulla comparazione delle coordinate sorgente (Cassini-Soldner) e le coordinate di destinazione (Gauss-Boaga). Si possono creare dei collegamenti fra questi elementi come in figura tramite un operatore che conosca i punti omologhi oppure caricando un file di testo particolare che chiameremo "file dei punti di controllo". Questo file è composto dai valori rilevati in CS e in Gauss che siano entro lo scarto quadratico medio.



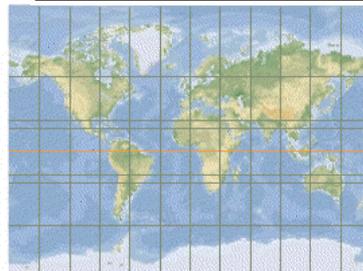
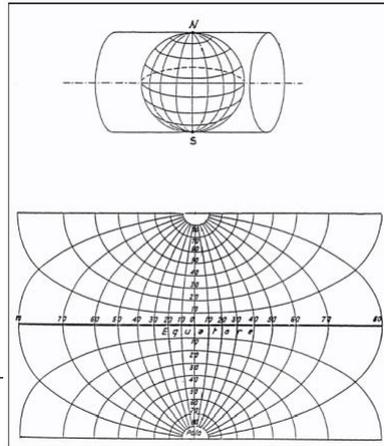
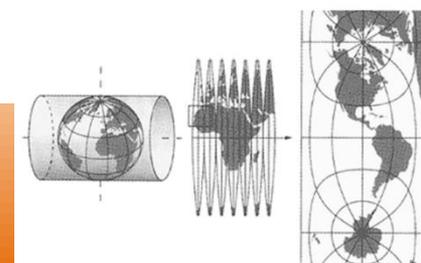
Proiezione cilindrica

ArcInfo supporta tre algoritmi di trasformazione che possono CS relazionata al file dei punti di controllo:

- Affine;
- Similare;
- Proiettiva.

Per ora la prova è stata effettuata sulla affine, della quale si rip

Una trasformazione affine effettua la scalatura, rotazione, tras

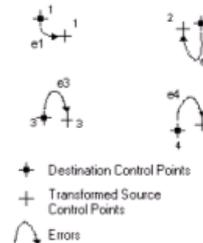


Errore RMS (Residual mean square)

L'algoritmo "affine" che viene applicato effettuerà una deformazione del foglio catastale in modo da ottenerne la georeferenziazione in Gauss-Boaga.

L'errore RMS viene calcolato automaticamente dall'elaboratore al termine dell'operazione di proiezione in Gauss-Boaga valutando la distanza fra i punti di controllo finali in GB del file dei punti di controllo e gli stessi punti sul foglio catastale proiettato in GB. Se l'RMS è basso significa che l'operazione è stata effettuata con buoni punti di controllo.

Nella figura sotto sono riportati quattro punti e i relativi errori indicati con la lettera "e".



Per avere l'RMS bisogna applicare la seguente funzione:

$$\text{RMS error} = \sqrt{\frac{e_1^2 + e_2^2 + e_3^2 + \dots + e_n^2}{n}}$$

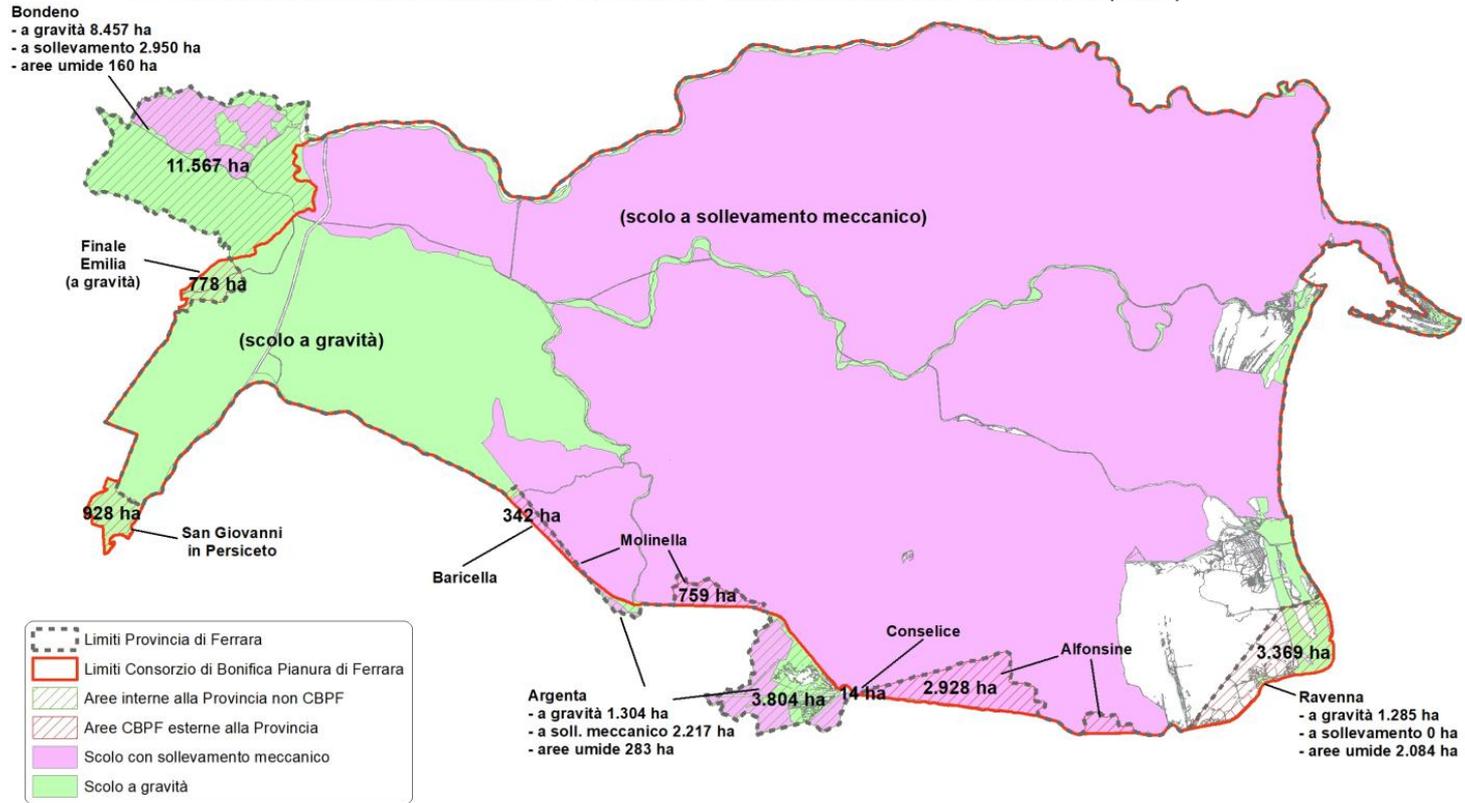
Trasferimento degli attributi

Il foglio catastale è preziosissimo in quanto contiene i collegamenti alla banca dati censuaria che riporta, ad esempio, i nomi dei proprietari e le relative aree delle particelle di proprietà. Dopo il passaggio di coordinate le aree delle particelle non sono più le stesse per via della deformazione subita dal foglio catastale; si può a questo punto effettuare l'aggancio dei dati censuari all'interno dello shape file di output portando anche il campo del valore di area precedente alla proiezione del foglio.

Risultati potenziali della lavorazione

Acqua sollevata e acqua che procede per gravità

SCOLO A SOLLEVAMENTO MECCANICO E A GRAVITA' - AREE PROVINCIALI E CONSORTILI (CBPF)



263.512 [ha] comprensorio provinciale, suddiviso in:
196.800 [ha] aree a sollevamento meccanico
 51.652 [ha] aree con scolo a gravità (incluse golene = 9.202 [ha])
 15.060 [ha] aree umide (laghi, valli salmastre e fiumi)

Provincia Ferrara - % aree a sollevamento meccanico

$$\frac{\text{Sup. a soll. meccanico}}{\text{Superficie (senza aree umide)}} = \frac{196.800}{(263.512 - 15.060)} = 0,792 \approx 79\%$$

256.733 [ha] comprensorio CBPF, suddiviso in:
195.381 [ha] aree a sollevamento meccanico
 44.160 [ha] aree con scolo a gravità (incluse golene = 9.202 [ha])
 17.192 [ha] aree umide (laghi, valli salmastre e fiumi)

CBPF - % aree a sollevamento meccanico

$$\frac{\text{Sup. a soll. meccanico}}{\text{Sup. CBPF (senza aree umide)}} = \frac{195.381}{(256.733 - 17.192)} = 0,816 \approx 82\%$$



MONITORAGGIO DEL TERRITORIO

(1 – GNSS concetti di base)

Attrezzatura delle squadre di rilevamento:

n.6 antenne GNSS centimetriche

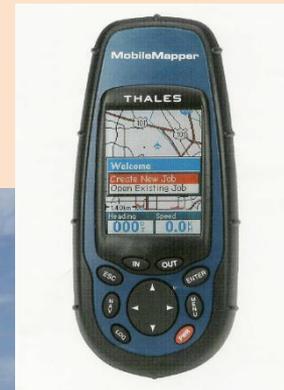
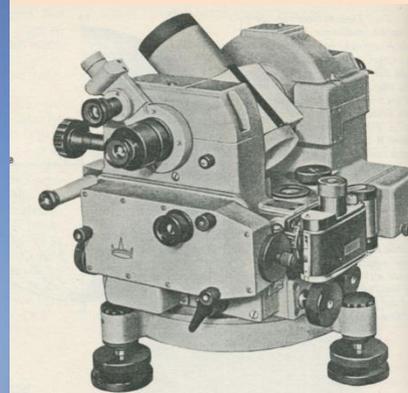
n.1 Livello digitale – n.1 autolivello

n.2 Laser Scanner

n.1 Natante radicomandato con sonar

n.1 Gps mobilmapper a bassa precisione

Obiettivi: risparmio del costo orario di rilevamento, diminuzione rischi a carico del personale, aumento della precisione



A Porto Garibaldi è stata ultimata la nuova Stazione Mareografica integrata della Provincia di Ferrara. Si tratta di una stazione dotata di apparati mareografici e GPS in grado di rilevare il livello del mare, di fornire negli anni un livello medio mare di Porto Garibaldi, considerando, grazie al GPS, la subsidenza ed i movimenti crostali.

Problema: le quote del terreno

Soluzione: misurazione dei dislivelli



Livello Chézy

Livello a cannocchiale usato per livellazioni di precisione; ha il cannocchiale mobile su un piano orizzontale in quanto fissato, mediante collari cilindrici, a una traversa che può ruotare intorno a un asse verticale; la livella è montata direttamente sul cannocchiale

Formula di Chézy

Esprime la velocità media U di una corrente in moto uniforme nei canali a pelo libero: dove χ è un coefficiente sperimentale che tiene conto della scabrezza delle pareti e del fondo, R il raggio idraulico del canale e I la pendenza del fondo. Conoscendo la sezione A del canale è possibile calcolare la portata . $U = \chi R \sqrt{I}$

Livello digitale – Attraversamento fiume Panaro – 82 m – Dy 0,1 mm



- SOKKIA SDL1X**
- Precisione : 0.2 mm per Km
 - Messa a fuoco automatica della stadia
 - Telecomando

TOPCON DL-101

- Precisione : 0.4 mm per Km
- Messa a fuoco manuale della stadia



Problema: posizione geografica

Soluzione: Bussola Barbanti (1801)



Le bussole topografiche sono costituite da una scatola quadrata, o circolare, con cerchio azimutale graduato ed un ago magnetico imperniato al centro, munite di cannocchiale o altro strumento di collimazione per consentire la determinazione dell'Azimut, o orientamento magnetico, di un particolare rispetto al punto d osservazione. La scatola di custodia della bussola è un parallelepipedo in mogano la cui parte è coperta da un vetro e da coperchio in legno che scorre entro le scanalature laterali. L'ago, lungo 10 cm, è graduato. Nel telaio della bussola, su due lati ortogonali sono inserite due livelle a direzione ortogonali. La scatola di legno è sorretta da un sostegno a nocella sopra un gambo con foro centrale, verticale, conico, per l'alloggiamento dello strumento su un treppiede di legno privo di viti di regolazione, con innesto troncoconico. Su uno dei lati è montato un cannocchiale, girevole intorno ad un asse orizzontale, con un semplice crocicchio di collimazione ed un semicerchio mobile insieme al cannocchiale, graduato dei due sensi da 0° a 90° , lo zero rivolto in basso. Un filo a piombo, appeso al centro del semicerchio, consente di leggere gli angoli di inclinazione.

(tratto da «La cartografia in Italia: nuovi metodi e nuovi strumenti dal Settecento ad oggi»)

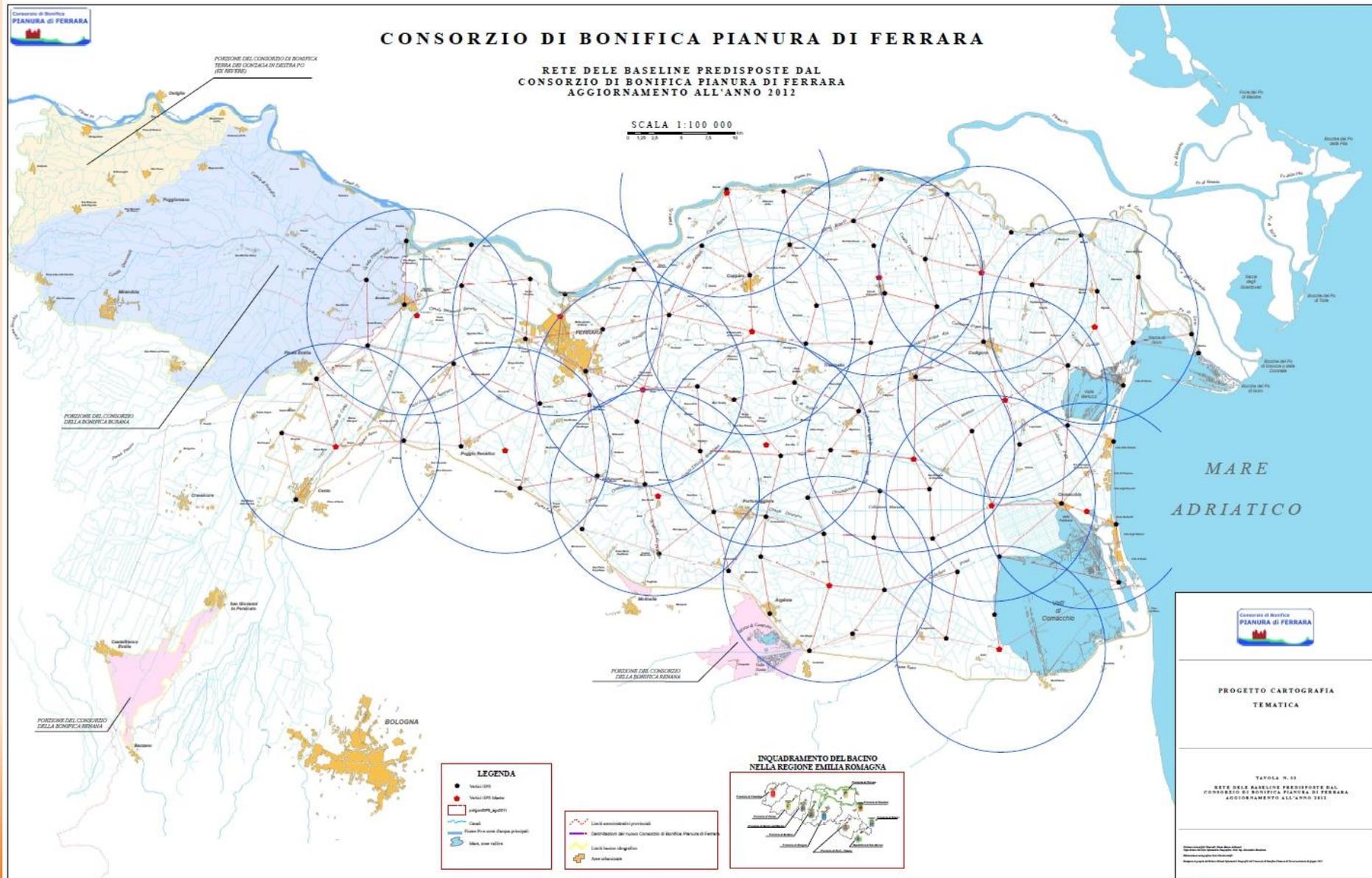
(1 – GNSS concetti di base)

Apparati antifurto per l'aggancio ricevitore su un vertice GPS con ruolo di Stazione Master.

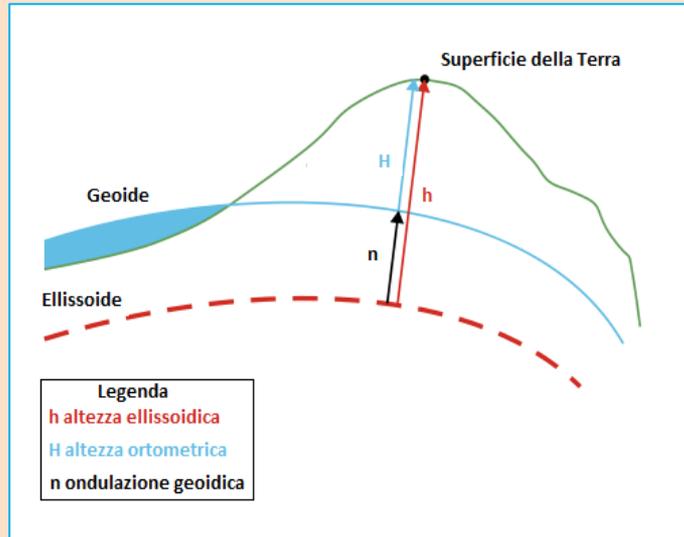
Ideati e realizzati con la collaborazione delle officine CBPF di Baura e Marozzo.



104 vertici GPS – 18 vertici con filettatura per il GNSS Master per RTK, r = 10 Km
 Tolleranza altimetrica della rete = 3 cm



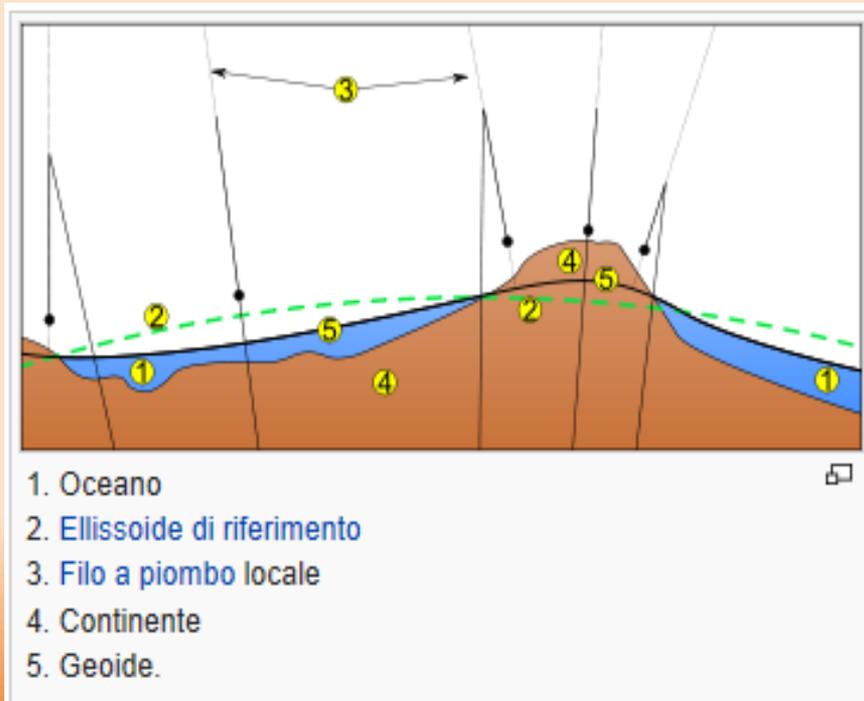
(1 – GNSS concetti di base)



Definizione di superficie ellissoidica e geoidica

- **Superficie ellissoidica:** introdotta come strumento matematico sul quale sviluppare in maniera analitica lo sviluppo della superficie effettiva
- **Superficie geoidica:** la superficie dinamica reale è una particolare superficie del campo effettivo gravitazionale, è continua e di forma sferoidale ma presenta continue ondulazioni in presenza di variazioni locali di densità dei materiali che compongono la [crosta terrestre](#). Questa particolare superficie prende il nome di [geoide](#); essa può essere localmente definita dai [mareografi](#).

Il GNSS fornisce la quota ellissoidica. Per i nostri scopi è necessaria la quota rispetto al livello medio marino, quindi la quota geoidica H . Tramite la conoscenza dell'ondulazione locale geoida-ellissoide si può avere il passaggio da quota ellissoidica a geoidica. Lo spostamento tra ellissoide e geoide per il territorio ferrarese può arrivare ad alcune decine di metri.



$$n = h - H$$

H = quota ortometrica (geoidica)

h = quota ellissoidica

N = Differenza di quota fornita con il modello

di ondulazione

Teoria della relatività ristretta applicata al rilevamento GPS

12

Un satellite della costellazione GPS si sposta alla velocità di 3,8 km/s rispetto al tecnico rilevatore.

Per la teoria della relatività ristretta, un orologio in movimento procede più lentamente di un orologio in quiete.

$$\text{Il fattore di Lorentz vale: } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-(v/c)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1-(3,8Km/s/299.792Km/s)^2}} = 1,000\,000\,000\,080\,33$$

Il tempo di **1 giornata** (86 400 s) a bordo del satellite ha dunque una durata pari a:

$$t = \gamma \cdot 86\,400\,s = 86\,400,000\,006\,940\,5\,s$$

Pertanto la differenza rispetto ad una giornata sulla Terra vale:

$$\Delta t = (\gamma - 1) \cdot 86\,400\,s = 0,000\,006\,940\,5\,s \cong 7\,\mu s$$

Ciò si traduce in un errore di:

$$\Delta t \cdot c = 7\,\mu s \cdot 299\,792\,\frac{km}{s} = 2,081\,km \cong 2,1\,km$$

Correzioni complessive: -1 velocità alta – anticipare t sul satellite di $7\,\mu s$ al giorno (Rel.

Ristretta)

-2 gravità bassa – ritardare t sul satellite di $45\,\mu s$ al giorno (Rel. Generale)

(1 – GNSS concetti di base)



Passerella telescopica per rilevamento completo (sponde – fondo)



(1 – GNSS concetti di base)

Passerelle telescopiche per rilevamento completo (sponde – fondo) con GNSS centimetrico



Problema: le lunghezze

Soluzione: il raggio laser (Light Detection and Ranging)



Catena di Berge

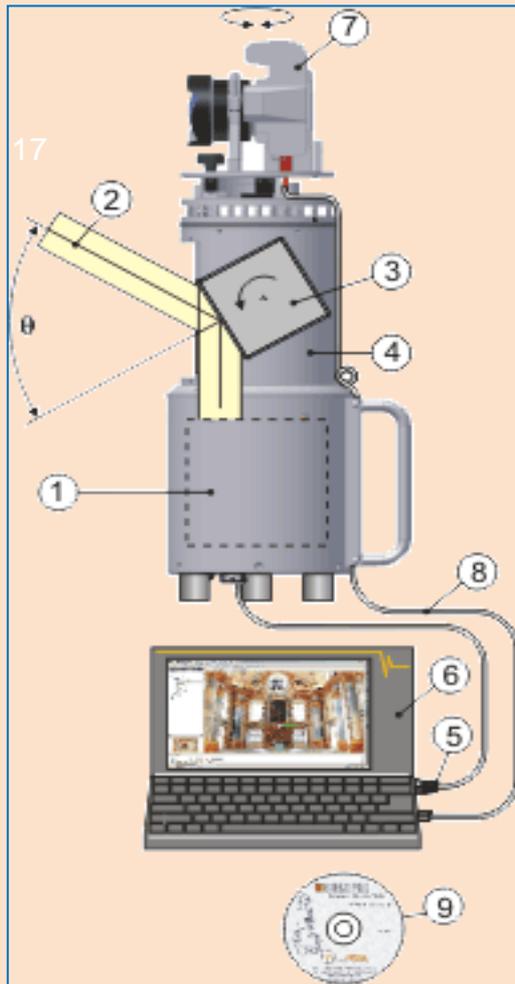
Agli estremi delle due barrette sono collocate due maniglie di tensione, che concorrono alla definizione della lunghezza totale dello strumento, essendo questa misura fra i segni posti su apposite piastrine entro le maniglie stesse. Per l'esecuzione delle misure di distanza con la catena di Berge, così come tutti gli strumenti analoghi, era necessario l'impiego di almeno tre operatori, dei quali, due provvedevano a distendere il longimetro lungo il tratto da misurare ed apporlo in tensione, mentre al terzo era attribuito il compito della registrazione delle misure per singola campata. Per il trasporto la catena era racchiusa in una cassetta e piegata in cinque strati o barrette. L'esemplare è di proprietà dell' I.G.M., conservato a Firenze.

Costituita da una serie di 40 barrette in acciaio a sezione quadrata di 8 mm di lato e lunghezza unitaria pari a 81 cm, la catena distesa si sviluppa per una lunghezza complessiva di 32,42 m (pari a 100 piedi francesi).

(tratto da «La cartografia in Italia: nuovi metodi e nuovi strumenti dal Settecento ad oggi»)

2 - Il laser Scanner 3D per il rilevamento del territorio



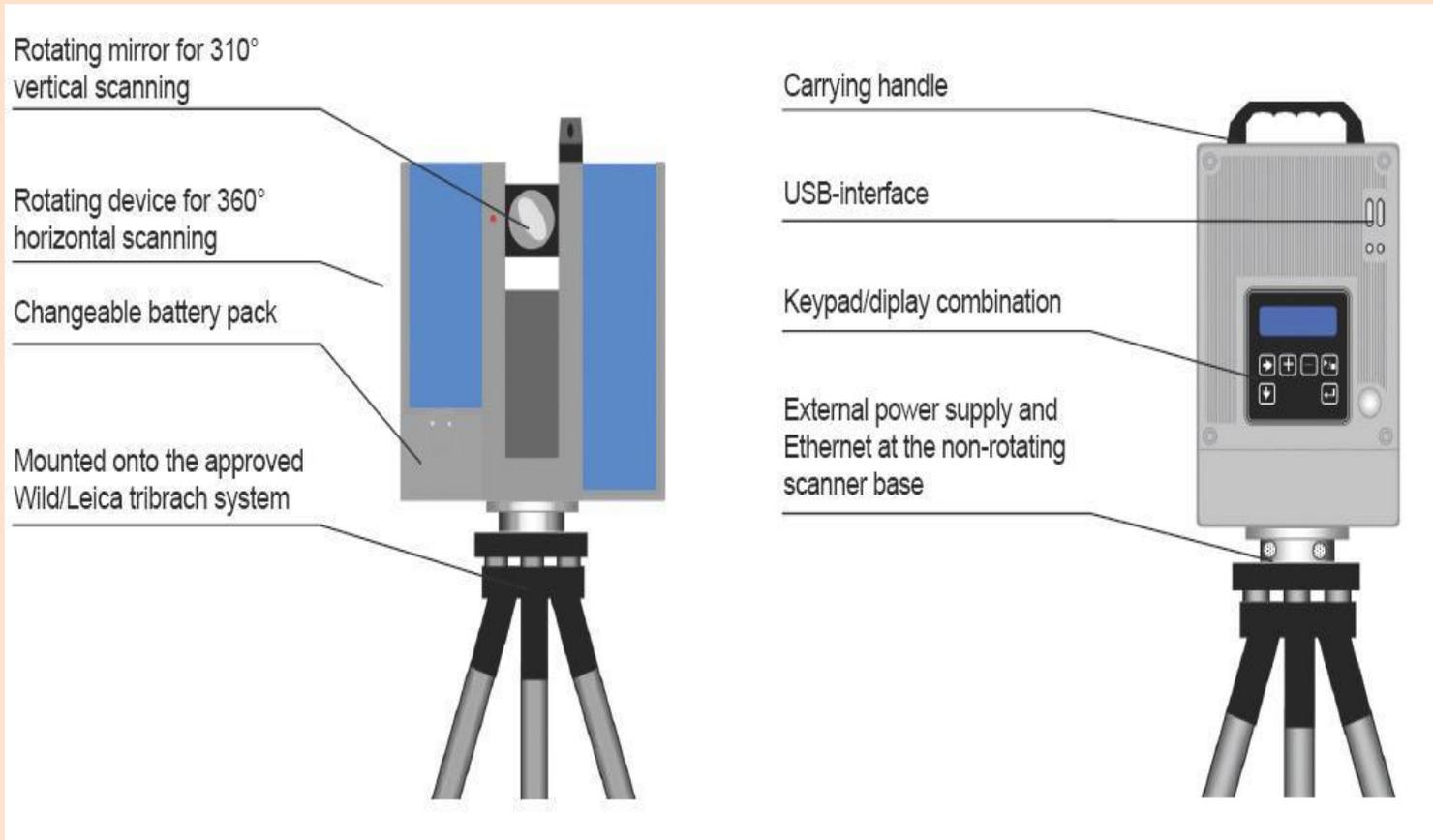


Laser Scanner TOF - Si calcola la distanza misurando il tempo di andata e ritorno dell'impulso laser inviato (2). La tecnologia a tempo di volo permette di generare la nuvola di punti tramite il calcolo del tempo impiegato dal raggio laser a percorrere la distanza dell'emettitore al soggetto colpito e viceversa. Sapendo che la velocità di propagazione del fascio laser è pari a quella della luce, conoscendo l'angolo verticale e orizzontale dell'emissione del raggio, è possibile definire le coordinate del punto misurato.

Uno specchio devia il raggio nel piano verticale per effettuare la scansione verticale (3) mentre la rotazione della testa dello strumento nel piano orizzontale (4) consente la scansione orizzontale. A ogni impulso corrisponde una posizione angolare azimutale e zenitale per fornire per ogni riflessione ricevuta una tripletta di coordinate Alfa, Teta e Distanza.

I Laser Scanner a triangolazione si basano sull'acquisizione da parte di un sensore IR di un pattern di punti infrarossi. Sono molto maneggevoli e facilmente utilizzabili per la scansione di elementi di ridotte dimensioni..





I Laser Scanner a differenza di fase (PS = Phase Sincronization); sono strumenti indicativamente più rapidi ma meno precisi dei TOF per le distanze superiori ai 100 m. Gli strumenti che combinano il TOF con la differenza di fase (PS = Phase Shift) sono definiti “scanner distanziometrici o ranging scanner”

Il Laser Scanner Mobile

Fra i potenziali sviluppi della tecnologia Laser Scanner, esistono sistemi laser che acquisiscono dati in movimento, i cosiddetti [Laser Scanner mobili](#).

Essi possono essere integrati a bordo di autoveicoli, veicoli su rotaie, imbarcazioni, aerei, elicotteri o droni. Questi scanner sono molto utili per rilevare grandi aree in tempi brevi. Le applicazioni principali possono essere:

- City Modelling
- Rilievo di strade e gallerie
- Rilievo di cave
- Monitoraggio ambientale
- Rilevo costiero e fluviale
- Agricoltura

Durante lo spostamento questi scanner acquisiscono il dato e lo registrano in tempo reale; il sistema di stabilizzazione IMU e il posizionamento tramite GPS aiutano lo strumento in questa fase. Esistono, inoltre, sistemi di scansione in movimento che non fanno uso del GPS ma utilizzano la tecnologia SLAM. Per SLAM (dall'inglese Simultaneous Localization And Mapping) si intende il processo per cui uno strumento si muove in un ambiente sconosciuto, costruisce la mappa di tale ambiente ed è capace di localizzarsi all'interno di quella mappa.

*Scanner Mobile con tecnologia
SLAM*



Problema: il rilevamento della profondità

Scandaglio Magnaghi utilizzato per rilievi in un'area portuale dall'Istituto Geografico Militare nel 1924

Ing. A. B.

Aprile 1925 - Grande
Bonificazione Ferrarese]

- Operativo dal 2014 con altre configurazioni, continuamente migliorate
- Facile montaggio, messa in acqua e recupero
- Peso complessivo di soli 25 kg (8 h di autonomia a 20 km/h max)
- Ridottissimo pescaggio (10 - 15 cm) per rilevare in canali a basso fondale
- Alta stabilità grazie alla configurazione a doppio scafo
- Ridotto ingombro verticale (per il passaggio sotto ai ponti)
- Altissima precisione e dato disponibile su in tempo reale a schermo PC

Gps centimetrico Gr5 Topcon

Processore dati batimetrici e trasmettente

Propulsione n.1 - aerea con doppia elica coassiale

Ecoscandaglio single beam
immerso fra i due scafi

Timone per propulsione aerea

Propulsione n.2
con eliche immerse
e protette

Lunghezza 120 cm

Alloggiamento motore
elettrico elica destra

Alloggiamento batteria

Siccità - Insabbiamento sifoni di Berra (prelievi acqua fino a 200 milioni di mc annui)
Rilevamento in sicurezza in aree a rischio



(3 – Studio e realizzazione del natante radiocomandato per il rilievo batimetrico dei canali di bonifica)



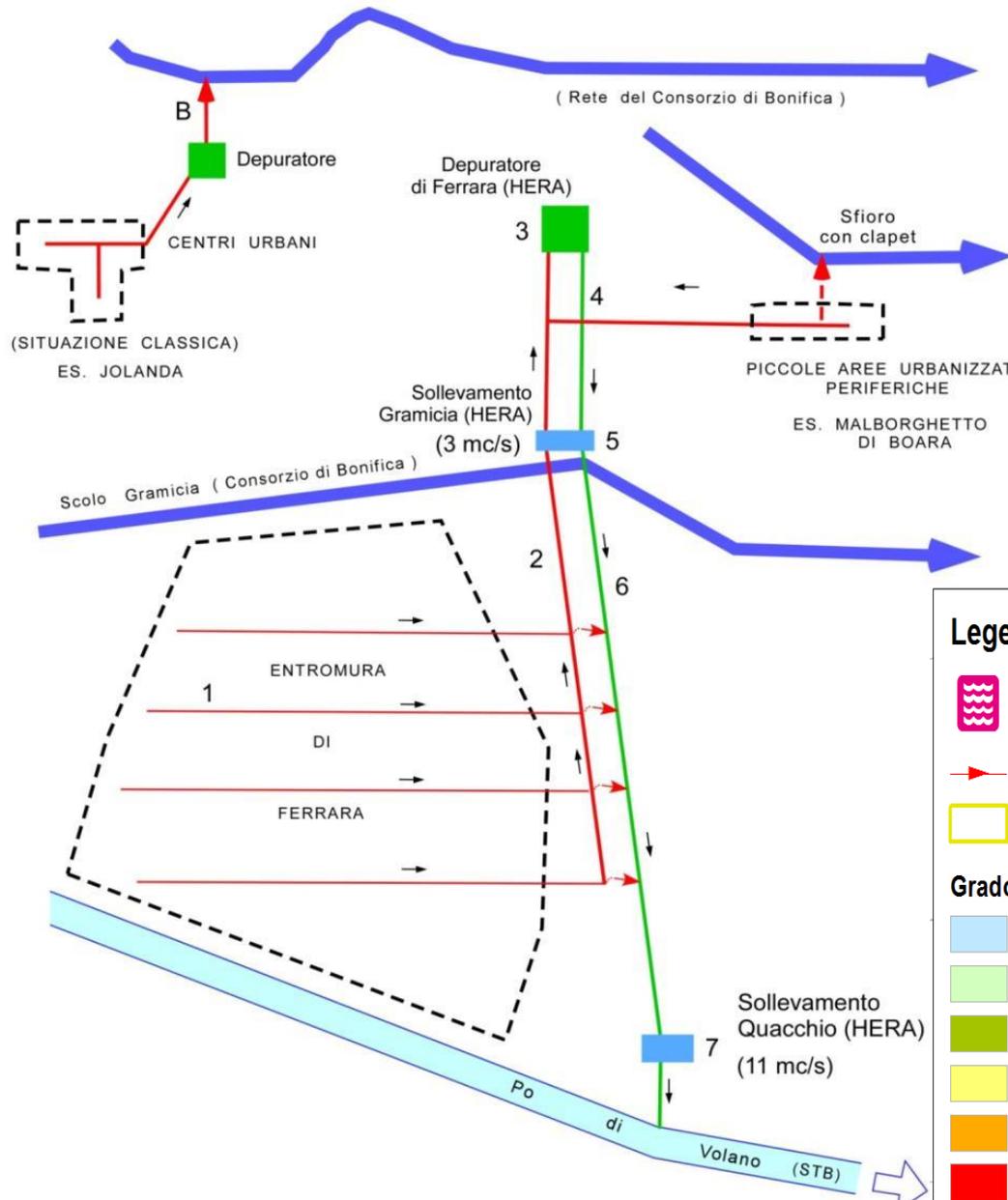


LA PIATTAFORMA GIS

ArcGis
QGIS

Moka Sitl Idroview

ESEMPI DI INTERAZIONE FRA RETE CONSORTILE
E SISTEMI FOGNARI NEL CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA DI FERRARA



Legenda

- Depuratori
- Condotte fognarie
- Aree golenali

Grado di interconnessione delle reti fognarie con la rete di bonifica ed aree golenali

- 1,0 - Aree fognate con recapito totale in CBPF - Interconnessione completa
- 0,9 - Maggior parte delle acque meteoriche in CBPF - Area in Bacino CBPF
- 0,8 - Buona parte delle acque meteoriche in CBPF - Area in Bacino CBPF
- 0,4 - Area golenale - Recapito fognario in CBPF
- 0,2 - Area in bacino CBPF - Scarico acque spesso fuori CBPF
- 0,0 - Aree golenali con scarico fuori CBPF

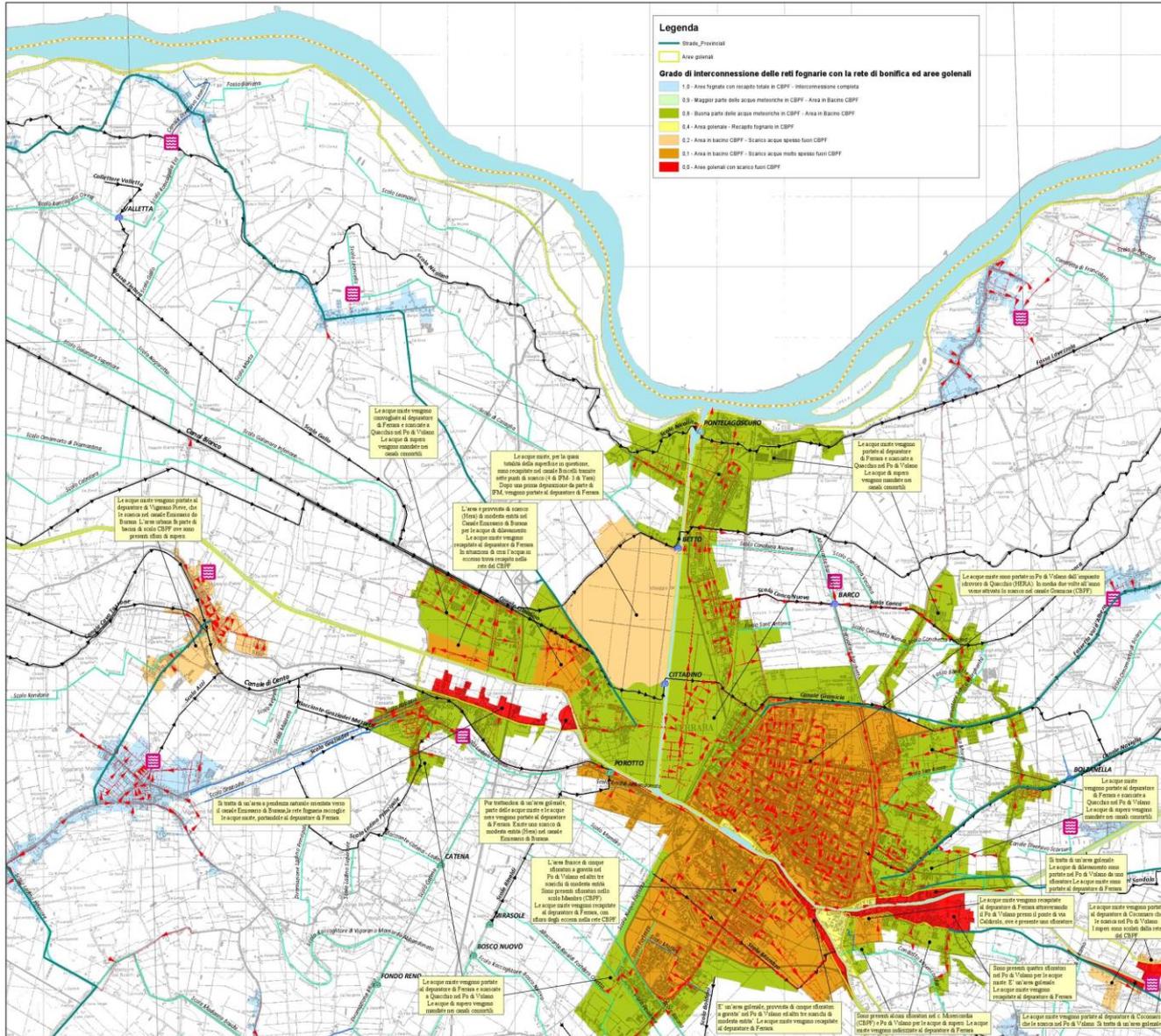
Costruzione di carte tematiche con «Overlay Mapping».

Tavola n° 185 SE
Allegato 4 del documento
di Applicazione del PDC 2015



SETTORE SISTEMA INFORMATIVO GEOGRAFICO

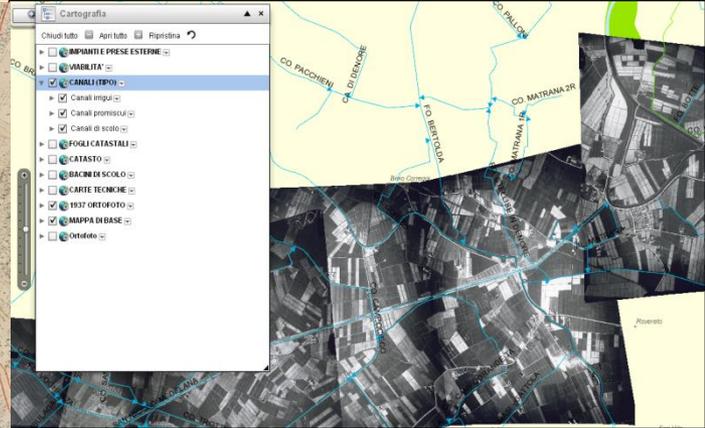
File di progetto: T:\Ap\CBPF\PDC\simulazioni\Concorso Bonifica Pianura Ferraresi\Setto Sistema Informativo_Sigrao_185SE-M.aprx



Consorzio di Bonifica
PIANURA di FERRARA



Utilizzo della cartografia catastale - Piano di Classifica sul Moka – Siti Idroview



Consorzio di Bonifica PIANURA di FERRARA

Posizionati

Codice ISTAT e Belfiore: Selezione comune

Provincia: FERRARA

Comune: Goro

Indirizzo Toponimi Quadro Catasto Coordinate Luoghi

Sezioni: [dropdown]

Foglio: 5

Allegato: [dropdown] 2

Sviluppo: [dropdown]

Particella: 29

Posiziona Pulisci

Cartografia

- IMPIANTI PRESE ESTERNE
- CANALI
- VARIETA
- RETI TIPO
- FOLGI CATASTALI
- CATASTO
- Mappali interstatali al Consorzio
- Etichette proprietarie
- Fabbricati
- Particelle
- ACQUE
- TERRENI
- STRADE
- PARAMETRI E INDICI DI SCOLO
 - Tutti i parametri e indici di scolo
 - Grado di interconnessione
 - 1 - Aree soggette con recapito totale in CBPF - interconnessione
 - 0,9 - Maggior parte delle acque meteoriche in CBPF - Aree soggette con recapito parziale in CBPF - Aree soggette con recapito totale in CBPF - interconnessione

IdroView

Particelle

Legenda

1

Catasto
Comuna Goro, Foglio 5, Particella 29

RIPARTIZIONE DEL CONTRIBUTO 2020 PER LA PARTICELLA

3

| Categoria | Contributo (€) |
|---|----------------|
| Contributo Unificato | ~100.000 |
| Contributo Dipendente e Regolarità Idrica | ~100.000 |

Contributo Unificato

Contributo Dipendente e Regolarità Idrica

2

IL MOKA-SITL Idroview - contiene banche dati multi mediali

Relazioni tecniche sulla rete di bonifica – schede tecniche per ogni bacino di scolo, impianto idrovoro e opera di presa.

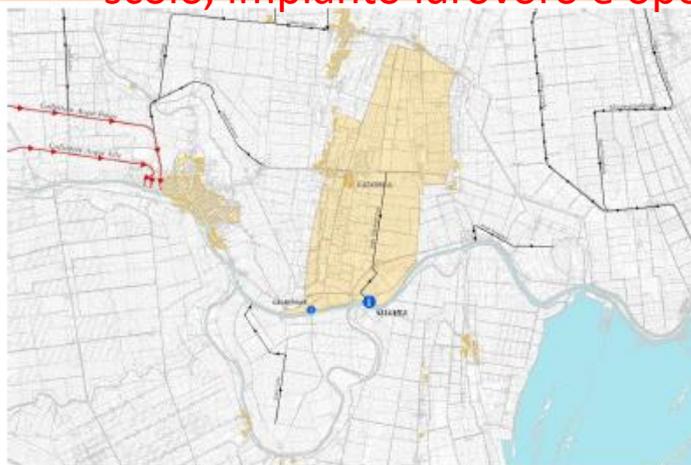


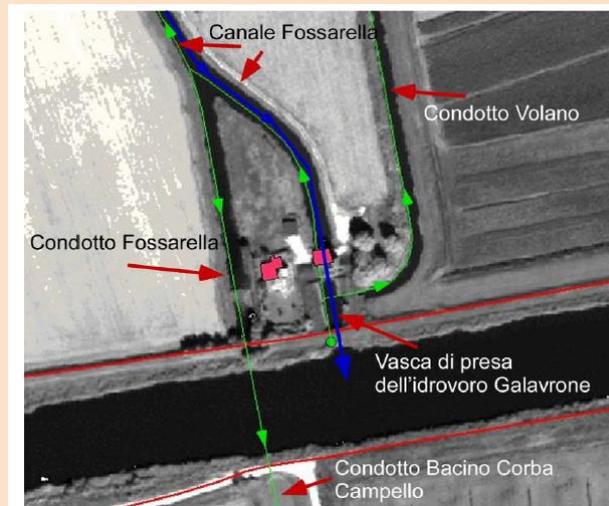
Fig. - Il Bacino principale Salgheia, con relativi impianti idrovori.

- il **Bacino principale Salgheia** (ha 1,116), si estende sugli antichi cordoni litoranei tra Ponte Maodino e Pomposa; le acque raccolte dallo *scolo Sfondrabò Sud*, recapitate all'*Idrovoro Salgheia* (portata $2,4 \text{ m}^3/\text{s}$) vengono scaricate nel *Po di Volano* in sinistra. Il Bacino ha una altimetria di 0-1 m s.l.m. per la parte nord ed arriva a - 4 m s.l.m. nell'area centro-sud. In caso di forte piovosità o per altre necessità, una parte di questo territorio può essere svincolata dal sistema di scolo principale e portata a scaricare direttamente nel *Po di Volano*,

mediante il piccolo *Impianto Idrovoro Galavrone*, che normalmente ha funzioni irrigue, ma può essere utilizzato anche come impianto scolante (portata $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$).

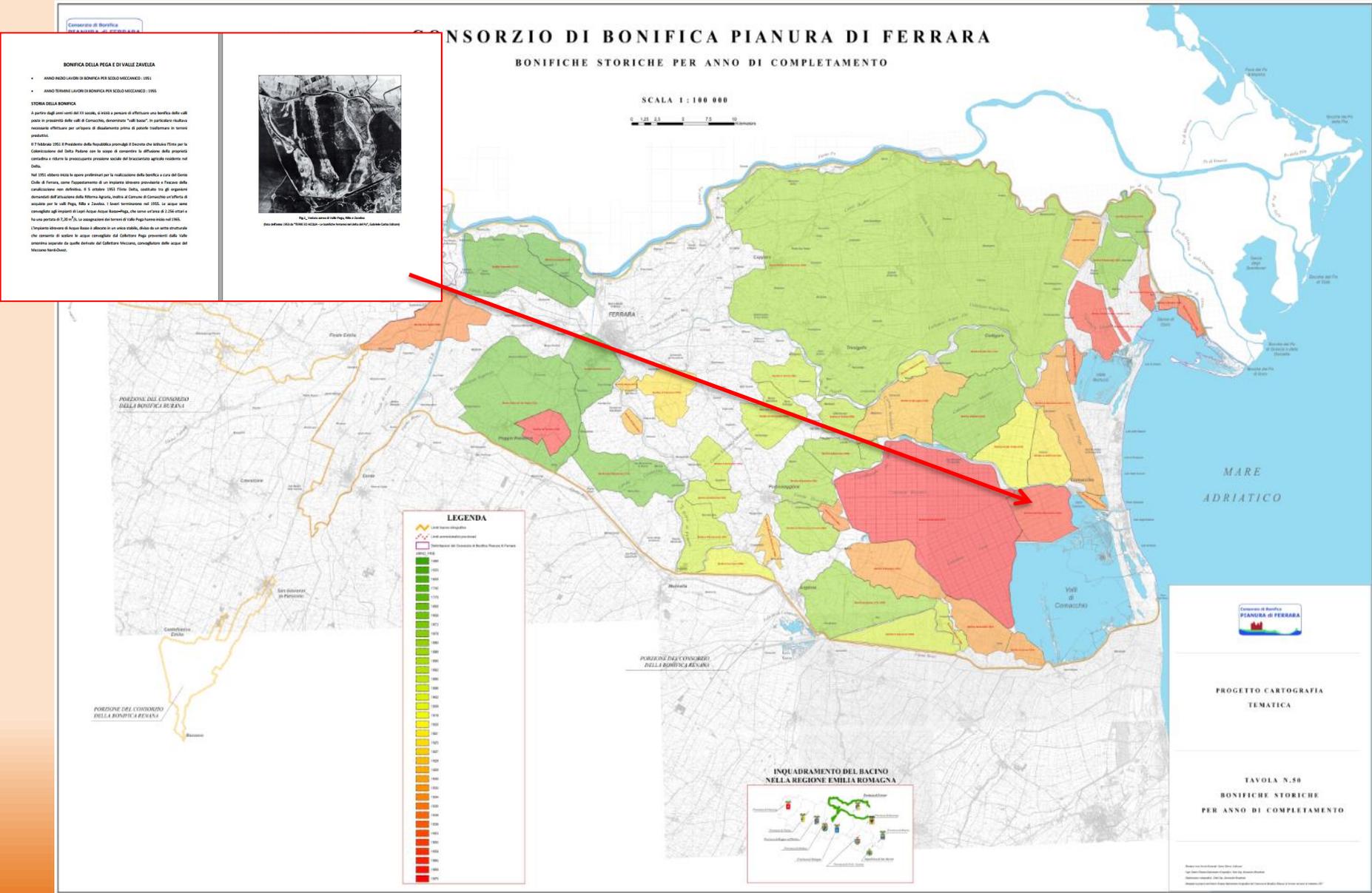


Fig. Impianto idrovoro Salgheia.



In figura è illustrato il funzionamento dell'*Impianto Idrovoro Galavrone*: in funzione irrigua il percorso dell'acqua segue le frecce verdi e in funzione scolante segue il percorso della freccia blu. L'idrovoro viene messo in funzione scolante utilizzando il *Canale Fossarella* con direzione dell'acqua da nord a sud ed inversione del funzionamento delle pompe. Il sistema scolante basato sugli *Impianti Idrovori Salgheia e Galavrone* entra in crisi quando le quote del Po di

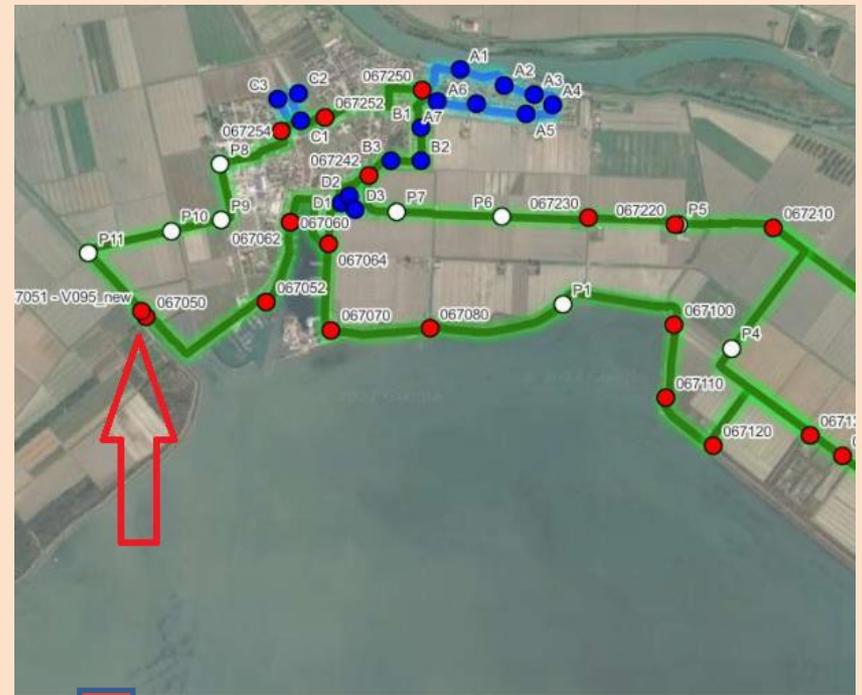
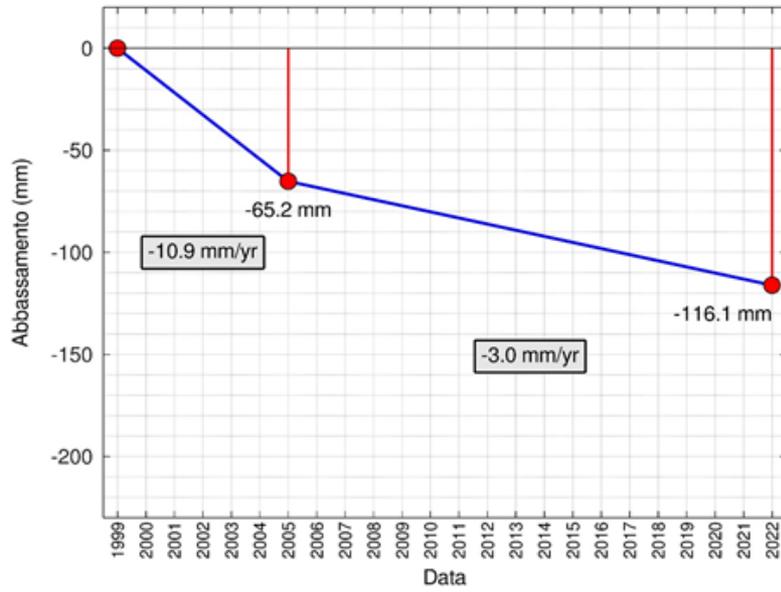
Banche dati tematiche – link documenti, libri e filmati



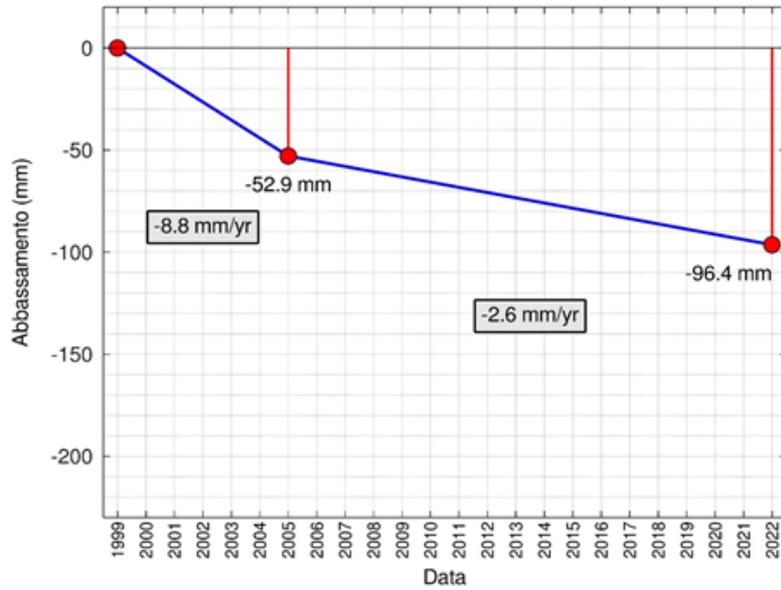


STUDI SULLA SUBSIDENZA

**Abbassamento verticale del caposaldo
067050**

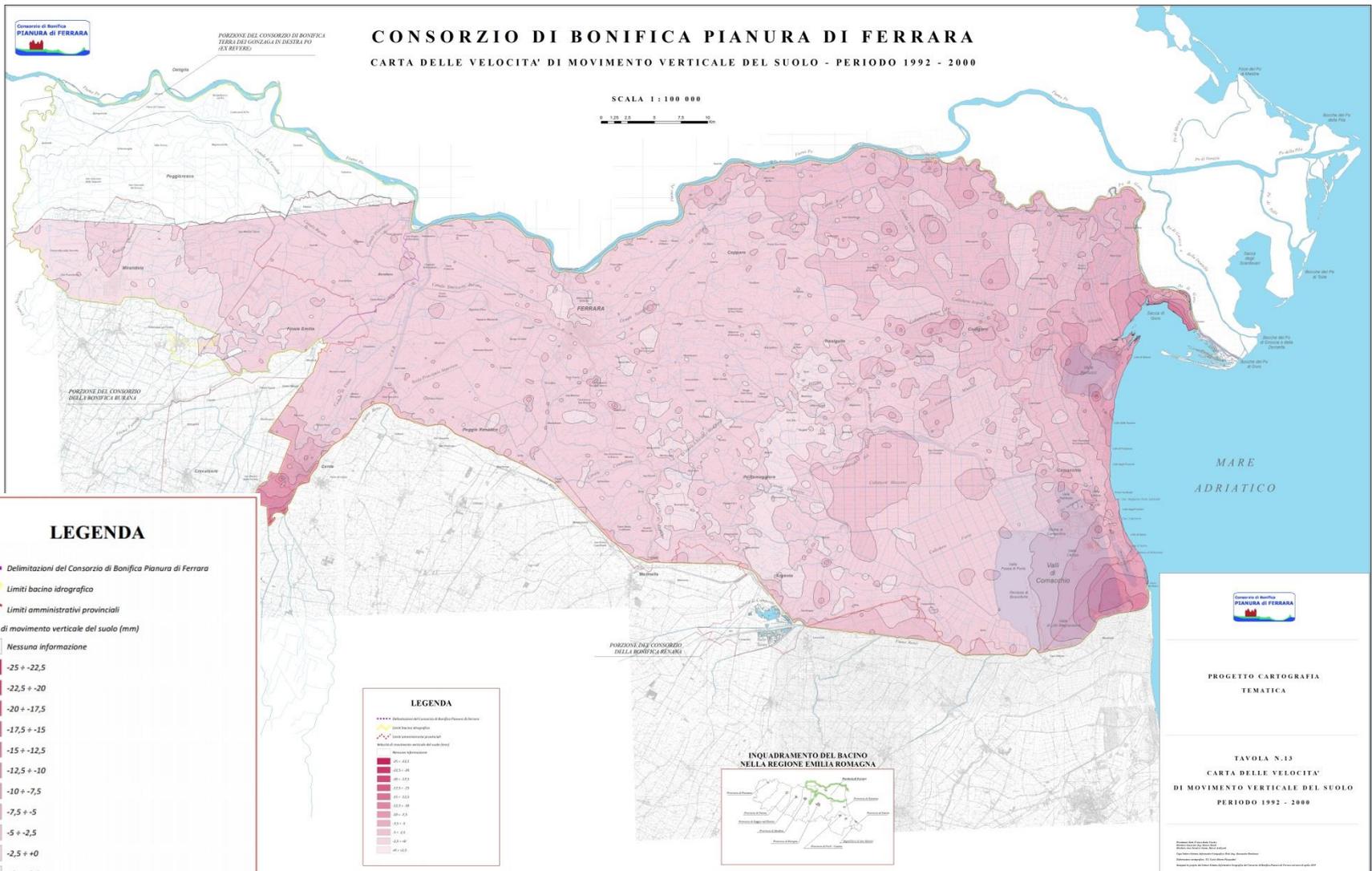


**Abbassamento verticale del caposaldo
067060**

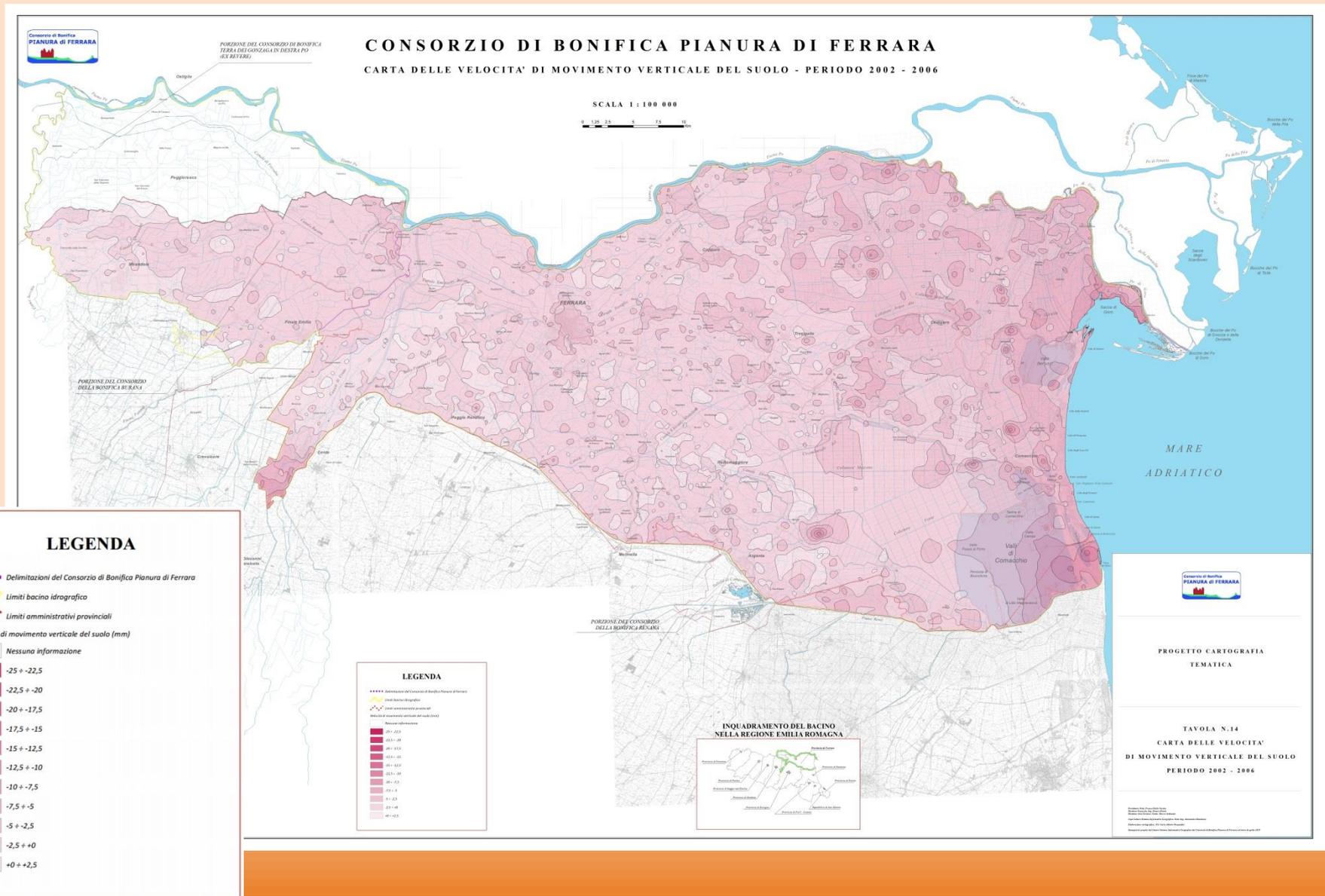


La subsidenza ha distribuzione omogenea?

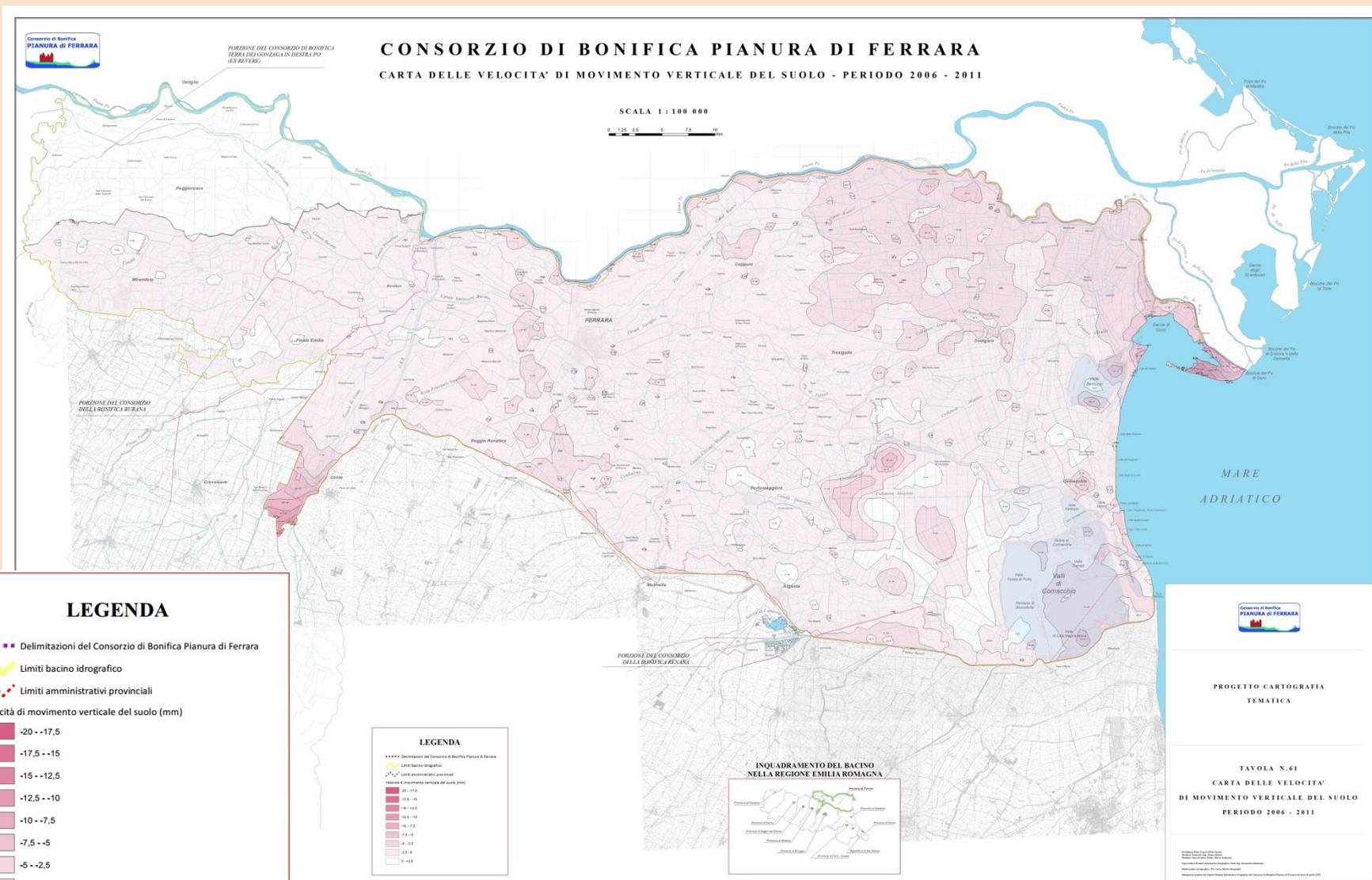
Cartografie relative allo studio della subsidenza del territorio ferrarese (1992 – 2000) - I dati sono sulla base di analisi interferometrica radar (Permanent Scatters del Politecnico di Milano – realizzazione ARPA RER)



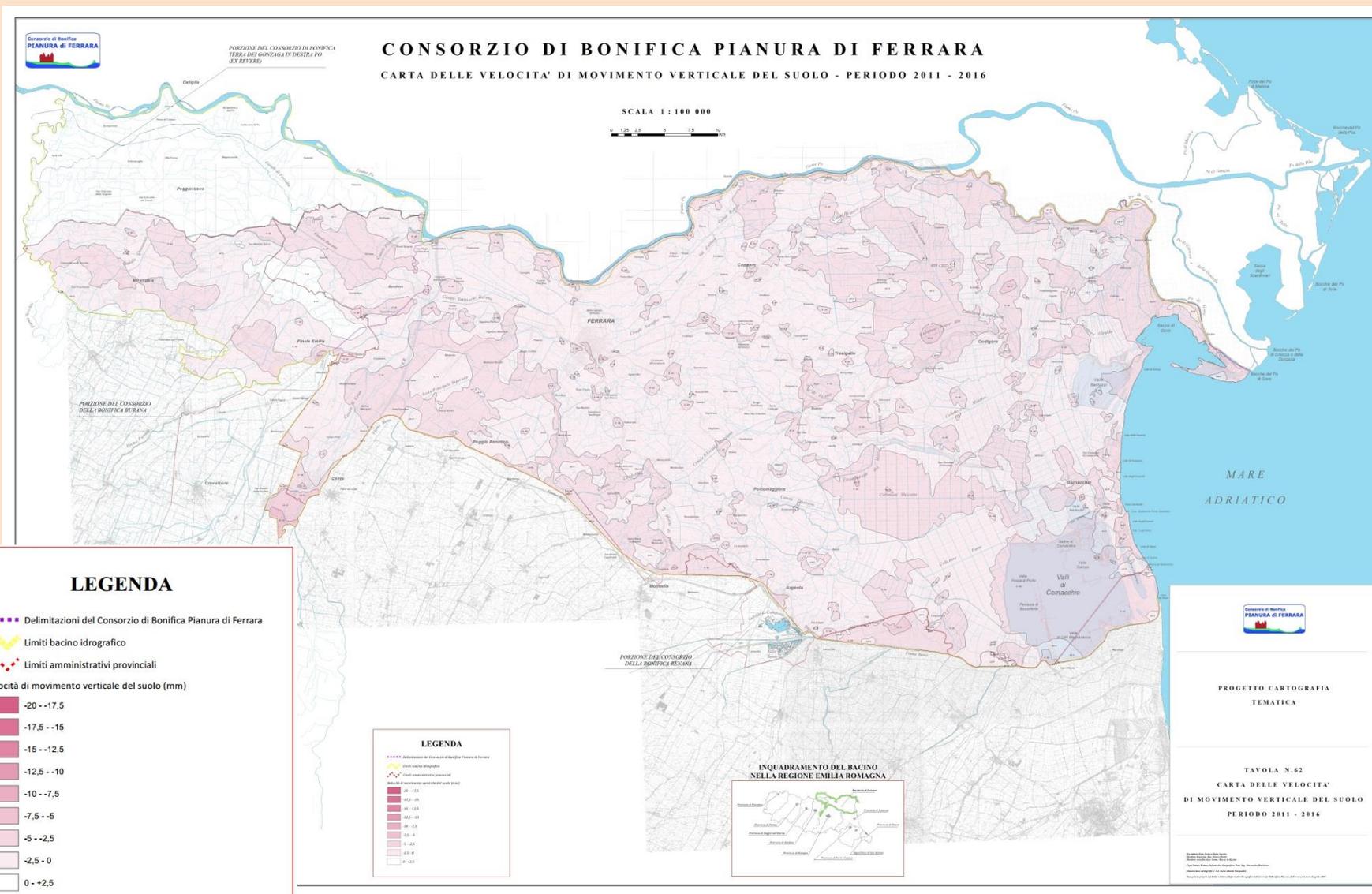
Cartografie relative allo studio della subsidenza del territorio ferrarese (2002 – 2006)



Cartografie relative allo studio della subsidenza del territorio ferrarese (2006 – 2011)



Cartografie relative allo studio della subsidenza del territorio ferrarese (2011 – 2016)



Ferrara

La sfida dell'energia

Anno 2100, il ritorno al passato Il mare si mangia mezza provincia

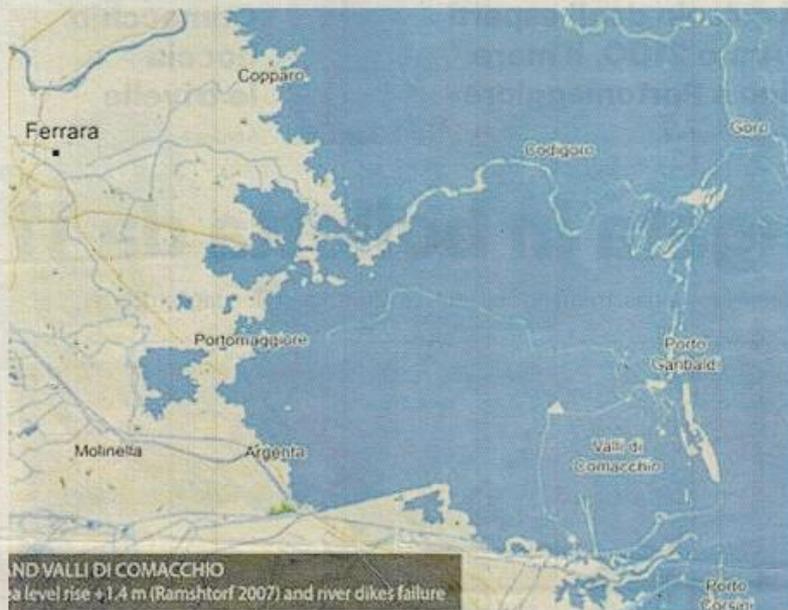
La simulazione è stata fatta da un gruppo di superesperti calcolando l'innalzamento medio annuo. L'unità controlla la subsidenza attraverso mille capisaldi, chiodi in punti strategici. Uno è nel castello

di **Mario Bovenzi**
FERRARA

Porto Garibaldi si intravede appena; Codigoro sembra aggrappato ad una striscia di terra sottile come un filo d'erba. Goro è poco più di un'isoletta. Intorno domina il colore blu del mare che arriva fino a lambire Portomaggiore e Argenta. Le valli di Comacchio non ci sono più, inabissate. Come tanti e tanti anni fa. Non è fantascienza, ma scienza. È la simulazione della situazione del nostro territorio calcolata per l'anno 2100. È stata tracciata con il modello previsionale Ramshtorf, così si chiama, che prevede un incremento del livello del mare che si basa sull'attuale innalzamento di un centimetro all'anno. L'elaborazione nell'ambito del gruppo scientifico Deltamed, composto da Fondazione Ca' Vendramin; Bonifica Delta del Po; Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara; Bonifica Veneto Orientale e Parco regionale Veneto del Delta del Po.

Nel 2100 Comacchio in alto mare, non è una visione un po' catastrofista. Cassandra ci prendeva ma ormai gli antichi pensavano portasse un po', in italiano, sfortunata.

«Proprio per niente, è uno studio scientifico che si basa sull'innalzamento di un centimetro all'anno, centimetro destinato a crescere», risponde **Alessandro Bondesan**, ingegnere, nato nel 1965 un anno prima l'alluvione del Polesine. Fa parte della task force del consorzio di bonifica 'Settore sistema informativo geografico', unità formata da superesperti che studia l'assetto



La proiezione calcolata in base al modello previsionale Ramshtorf, Comacchio e Goro nel 2100 sono in mezzo al mare

per studiare la subsidenza - e 104 gps. Per i rilevamenti delle sezioni dei canali utilizzano un laser-scanner su un braccio telescopico di un fuoristrada.

Caposaldi, cosa sono?

«Posizioni 'segnate' con un chiodo. È un sistema estremamente semplice che ci dice come pro-

cede la subsidenza. Sono anche vicino a noi, un chiodo si trova nel castello. Il sistema segnala anche le inversioni dei canali».

Inversioni?

«Sì, se la terra si abbassa si può verificare un cambiamento nella corrente. L'acqua al posto di andare verso il mare finisce per

tornare indietro. Succede anche questo».

Stiamo parlando della provincia di Ferrara o dell'Olanda?

«Non c'è tanto da scherzare. La pianura assomiglia ai 'Polders' olandesi. Se gli impianti idrovori venissero messi fuori uso da un gigantesco black out, il terri-



Alessandro Bondesan, ingegnere, indica il chiodo nel Castello estense

torio avrebbe pochi giorni prima che le acque arrivino a sommergere il 50% della sua estensione».

Sempre catastrofi

«Abbiamo messo le mani avanti, il sistema è pronto a reggere. I più importanti impianti idrovori hanno sistemi di produzione di energia autonoma che consentono di prevenire incidenti».

Per fortuna

«È stato immane lo sforzo compiuto nei secoli per assicurare agli abitanti di questa 'terra anfibia' un insediamento stabile, possibile solo con un'intensa opera di difesa idraulica».

Trivelle, meglio lasciar perdere?

«Le piattaforme se devono essere fatte vanno realizzate al largo. Siamo anche noi i primi a fare festa per il risparmio del gas ma non possiamo dimenticare dove ci muoviamo, bisogna evitare che i bicchieri di cristallo vadano in frantumi. Il rischio è quello di risparmiare da una parte e di buttare via soldi dall'altra. Basta un numero, per ogni 10 centimetri di innalzamento del mare si spende un milione e 200mila euro in più per proteggere la provincia dalle acque».

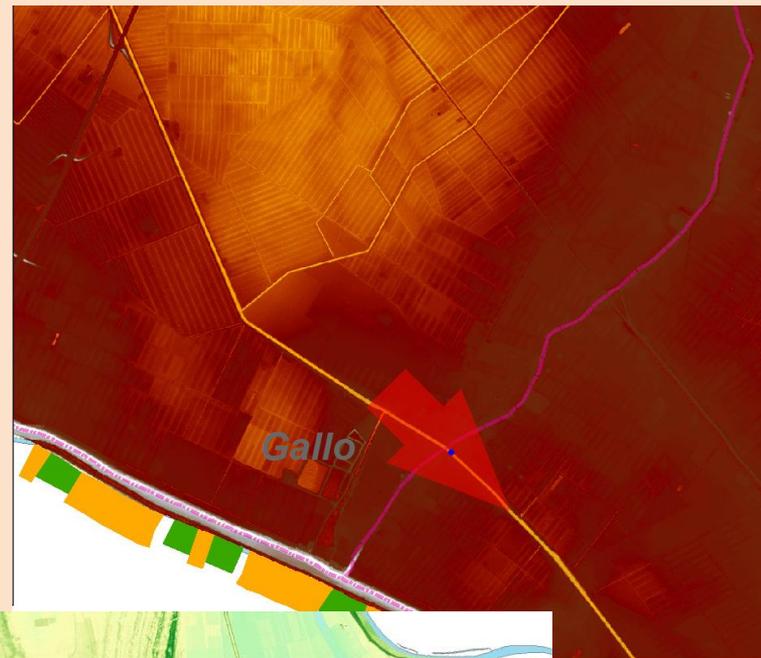
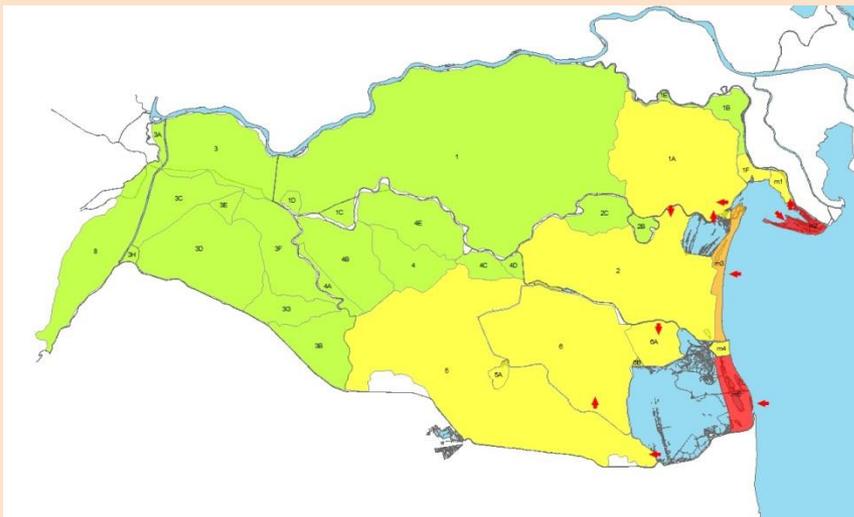
Si allarga il fronte del no

«Trivelle, ribadisco il dissenso». Roccatura del sindaco di Comacchio

Seminario “La difesa del territorio da inondazioni ed erosione” Bologna, 11 settembre 2019



L'importanza della quota in un territorio sotto il livello del mare



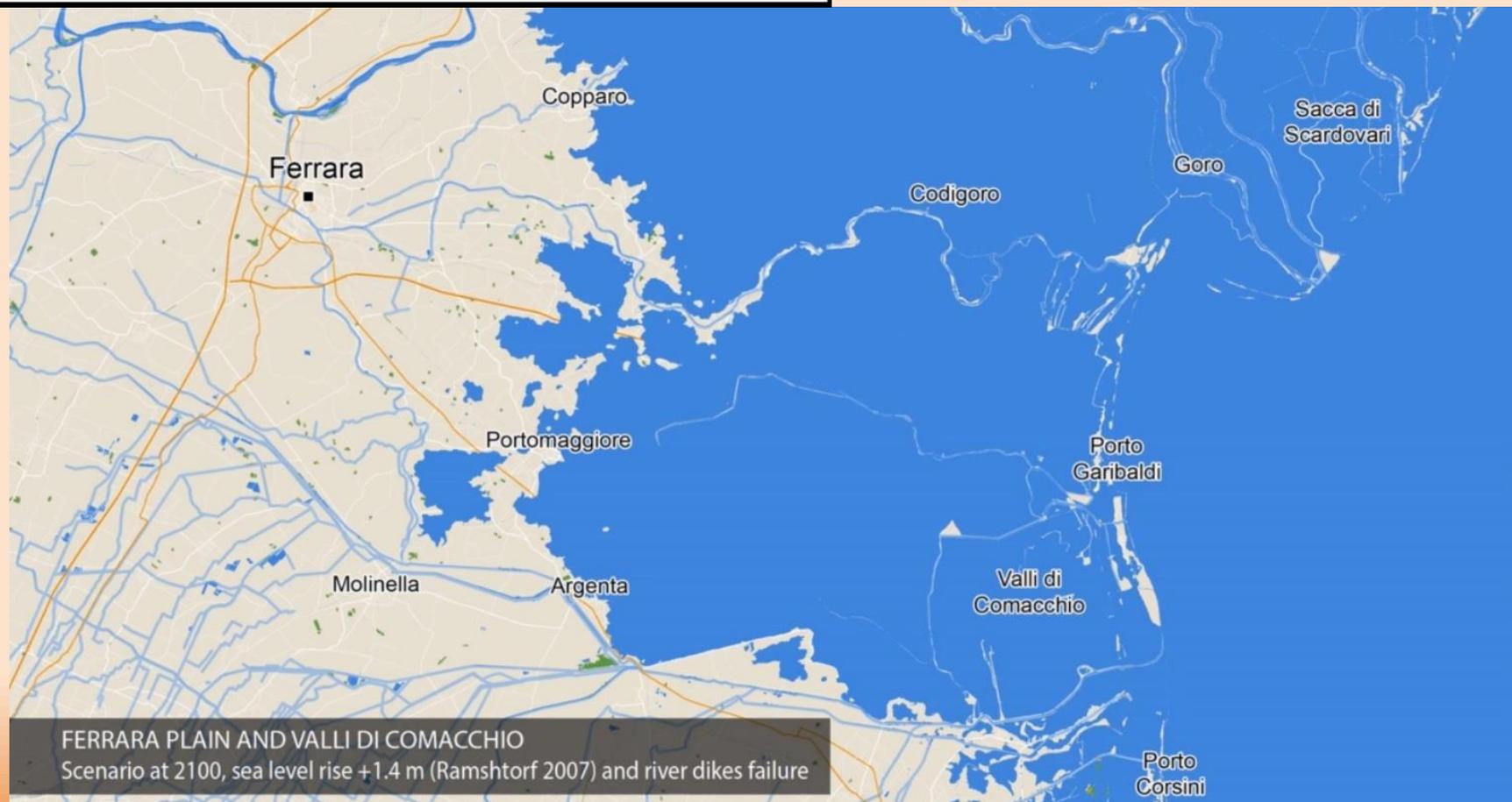
DELTAMED
FONDAZIONE CA' VENDRAMIN
CONSORZIO DI BONIFICA DELTA DEL PO
CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA DI FERRARA
CONSORZIO DI BONIFICA VENETO ORIENTALE
PARCO REGIONALE VENETO DEL DELTA DEL PO



Scenari all'anno 2100

Innalzamento relativo del mare pari a:

- 0,97 m (IPCC 2013)
- 1,4 m (Ramshtorf 2007)
- 1,4 m + cedimento protezioni a mare

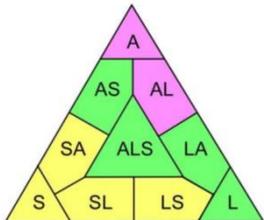
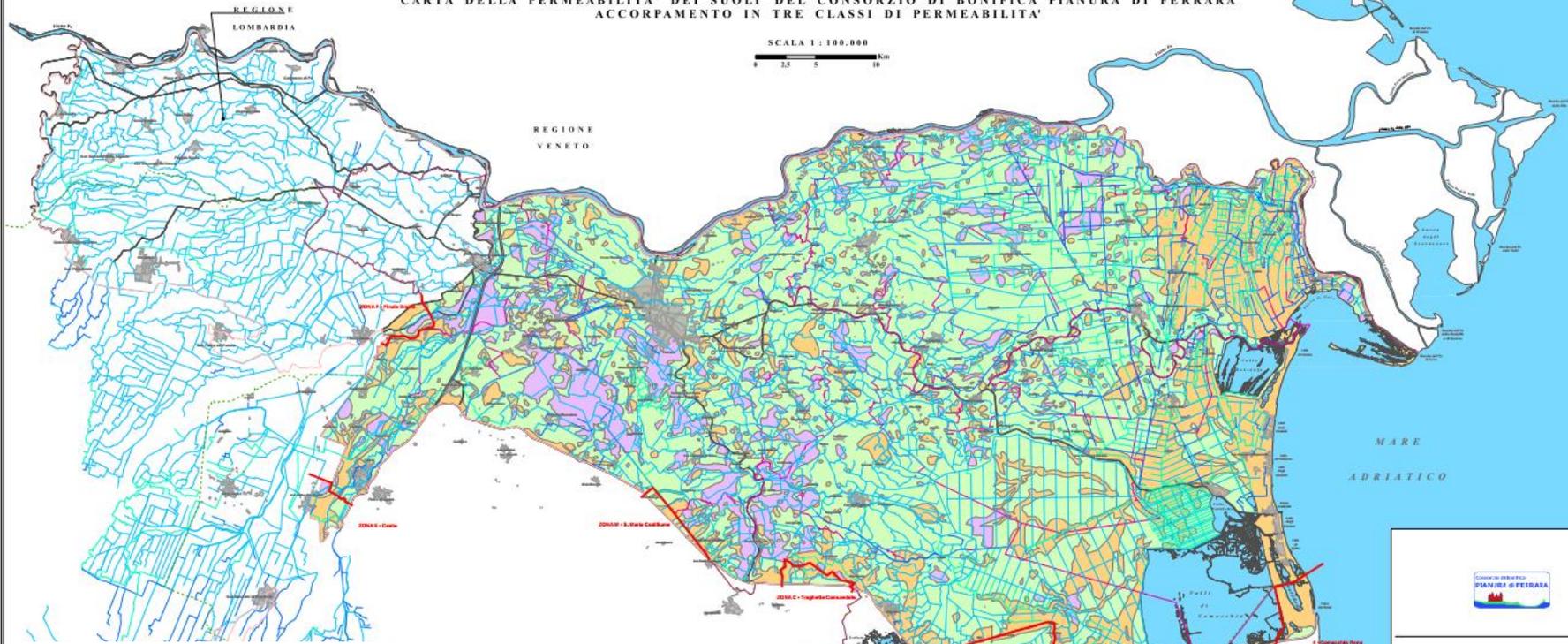




CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA DI FERRARA BACINO IDROGRAFICO BURANA-VOLANO-CANAL BIANCO

CARTA DELLA PERMEABILITA' DEI SUOLI DEL CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA DI FERRARA
ACCORPAMENTO IN TRE CLASSI DI PERMEABILITA'

SCALA 1 : 100.000
0 2,5 5 10 Km



- TERRENI PERMEABILI**
S - sabbie
SL - sabbie limose
SA - sabbie argillose
LS - limi sabbiosi
- TERRENI POCO PERMEABILI**
L - limi
LA - limi argiliosi
AS - argille sabbiose
ALS - miscelate ternarie equilibrate di sabbia-limo-argilla
- TERRENI IMPERMEABILI**
A - Argille
AL - Argille limose

| LEGENDA | |
|---------|--------------------------------------|
| | Canali di fondo |
| | Canali principali |
| | Canali propri |
| | Canali di manutenzione ordinaria |
| | Canali di manutenzione straordinaria |
| | Canali di manutenzione straordinaria |
| | Canali di manutenzione straordinaria |
| | Classificazione dei terreni |
| | Acque |
| | Impervie |
| | Impervie argillose |
| | Permeabili |



PIANO DI CLASSIFICA
ALLEGATO 2
DOCUMENTO DI APPLICAZIONE

TAV. N° 45
CARTA DELLA PERMEABILITA' DEI SUOLI
DEL CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA DI FERRARA
ACCORPAMENTO IN TRE CLASSI DI PERMEABILITA'

Autore: Istituto Nazionale per lo Studio e l'Assicurazione delle Condizioni del Territorio (INSA) - Roma
Elaborazione: Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara - Ferrara
Data: 2011

Figura 4.12: Il triangolo di Shepard per l'associazione tessitura-permeabilità.

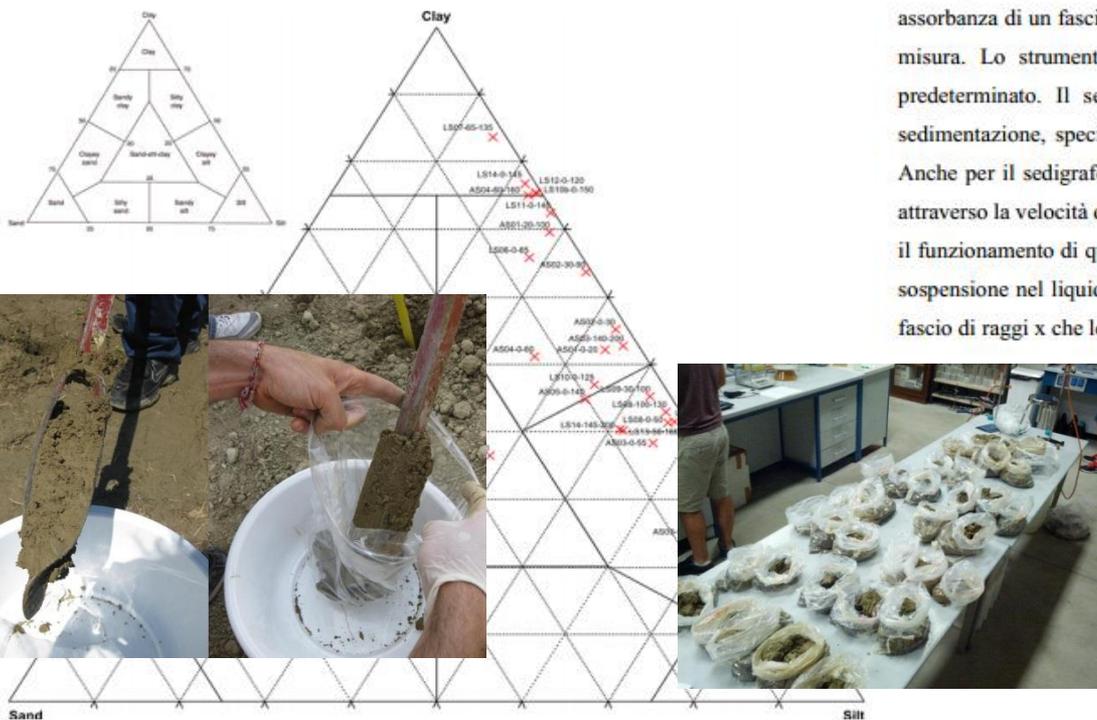


Figura 4.1: Distribuzione dei dati analitici sul diagramma di Shepard.

Il diagramma ci mostra come i campioni analizzati siano composti prevalentemente da materiali fini e si collocano nelle argille, argille limose e limi argillosi, ad eccezione di un campione di composizione mista nel triangolo più interno (LS13-0-50). La maggior parte dei campioni (13) si collocano vicino al confine tra le classificazioni argilla limosa e limo argilloso, variando le loro percentuali di argilla e limo tra il 35 e il 56 % e di sabbia tra l'1,5 e il 13%. I restanti (9), meno il campione misto ed uno con quasi il 70% di limo (AS03-55-140), sono di composizione più argillosa e con sabbia per lo più quasi assente. Solo un campione è marcatamente argilloso (LS07-65-135), gli altri, tra i classificati come argille, sono molto vicini al limite con gli argillo-limosi. Entrambe le test aree hanno terreni che vanno dall'argilloso al limo argilloso, cioè non si denota una differenza di composizione media tra le due zone.

Questa predominanza di materiale fine indica un ambiente deposizionale a bassa energia, paludoso, ipotesi valorizzata dalla carta storica in figura 2.3 del capitolo 2.

Ing. A. Bondesan - Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara

Il sedigrafo permette di stabilire le dimensioni delle particelle fangose attraverso il grado di assorbanza di un fascio di raggi X fortemente collimato e fatto incidere ortogonalmente alla cella di misura. Lo strumento fornisce la distribuzione dimensionale delle particelle entro un range predeterminato. Il sedigrafo a raggi X è un'apparecchiatura complementare alla bilancia di sedimentazione, specificatamente rivolta alla misura delle granulometrie più fini di 62,5 micron. Anche per il sedigrafo, la misura delle granulometrie avviene per via indiretta in quanto calcolata attraverso la velocità di caduta delle particelle in un mezzo idraulico. Il principio fisico su cui si basa il funzionamento di quest'apparecchiatura è la legge di Stokes, e la quantità di particelle presenti in sospensione nel liquido viene rilevata, in base a tale legge, attraverso il valore di assorbanza di un fascio di raggi x che lo attraversa.



Sedigrafo a raggi x – (tesi Filippo Molteni 2015)

Approfondimenti scientifici sui fenomeni geologici prodotti dal terremoto del maggio 2012

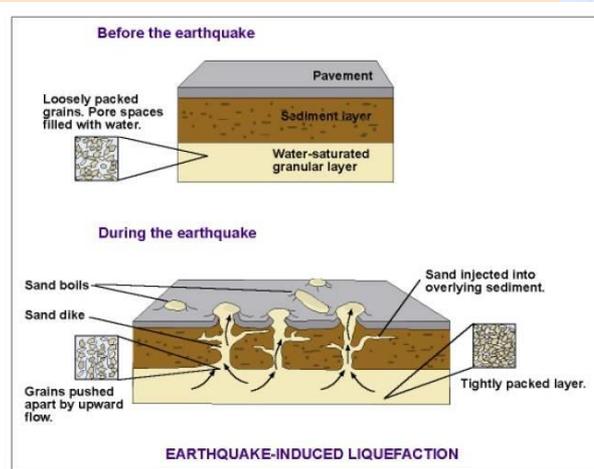
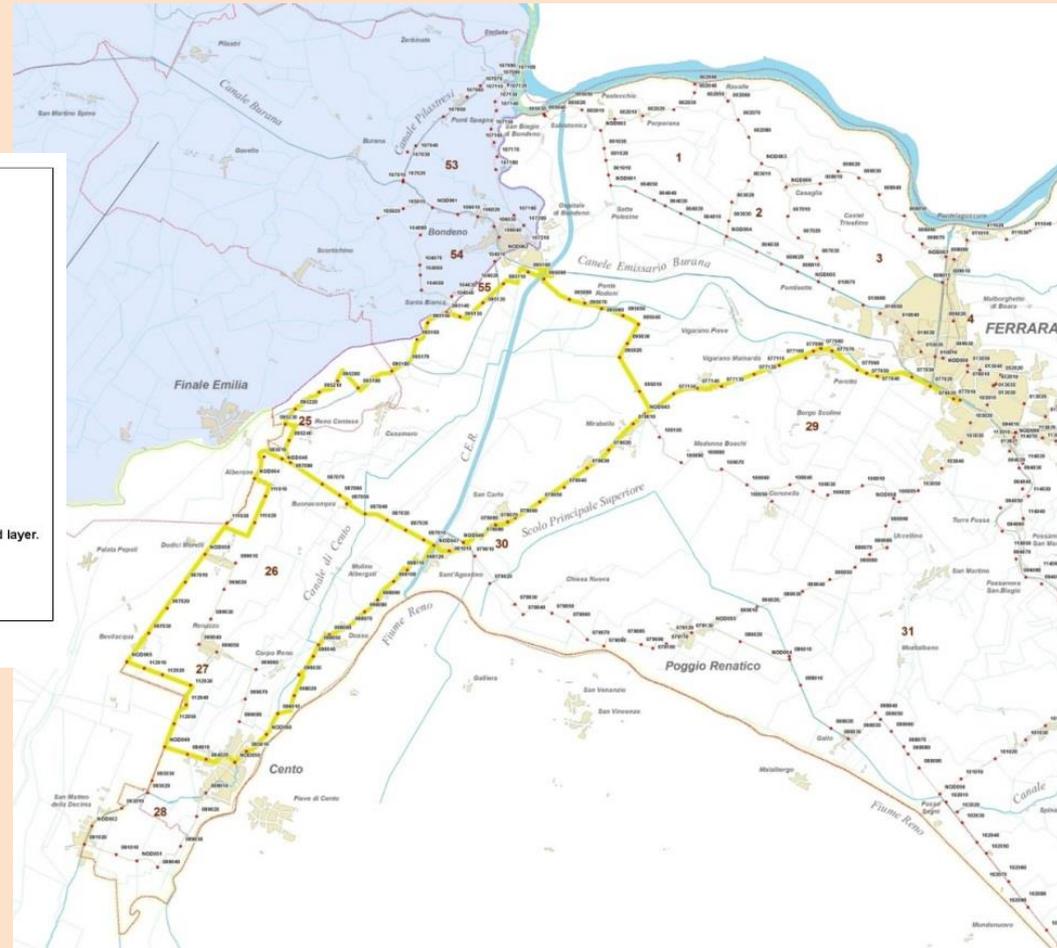
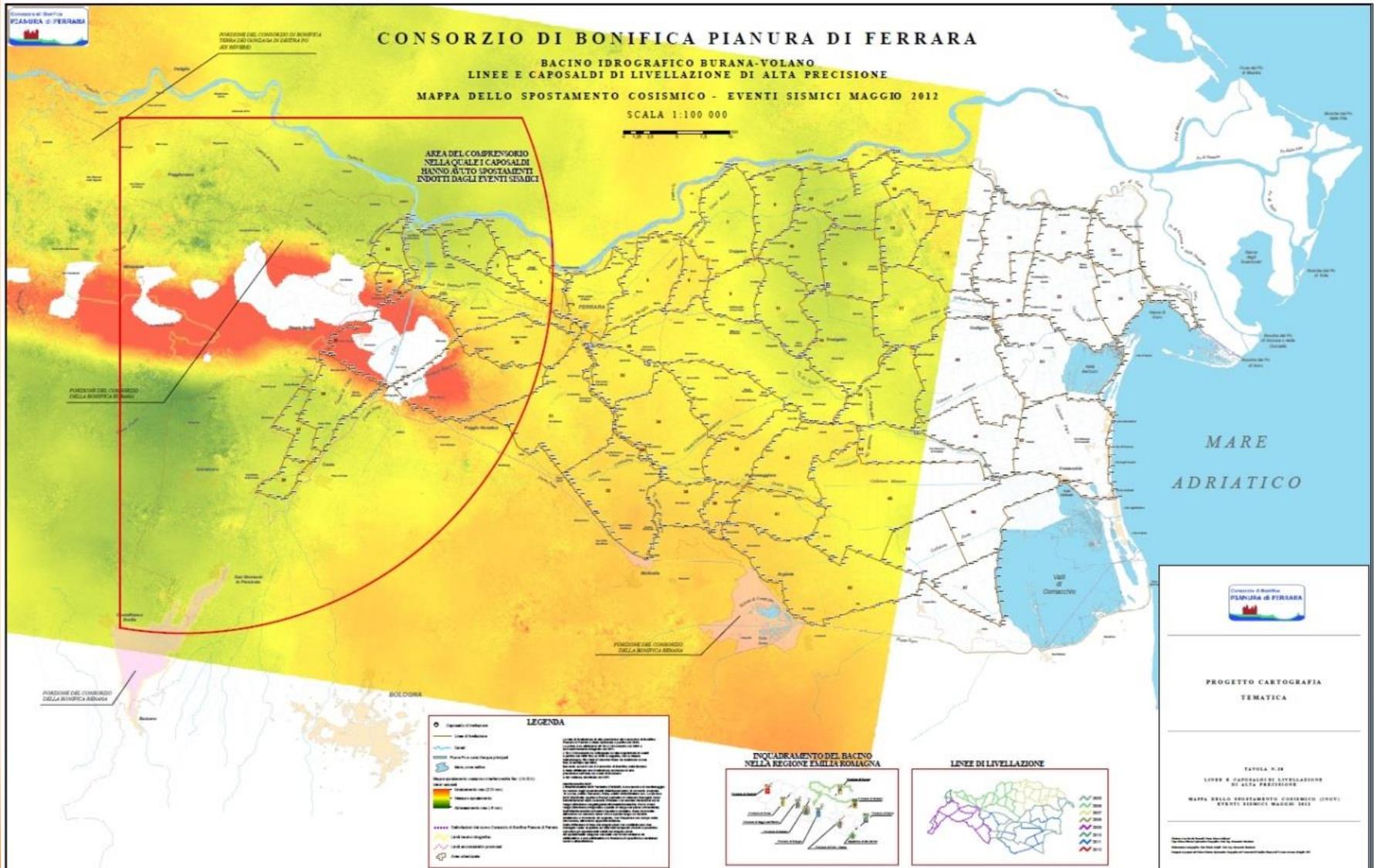


Fig. 7 – Schema del fenomeno della liquefazione indotta da terremoto

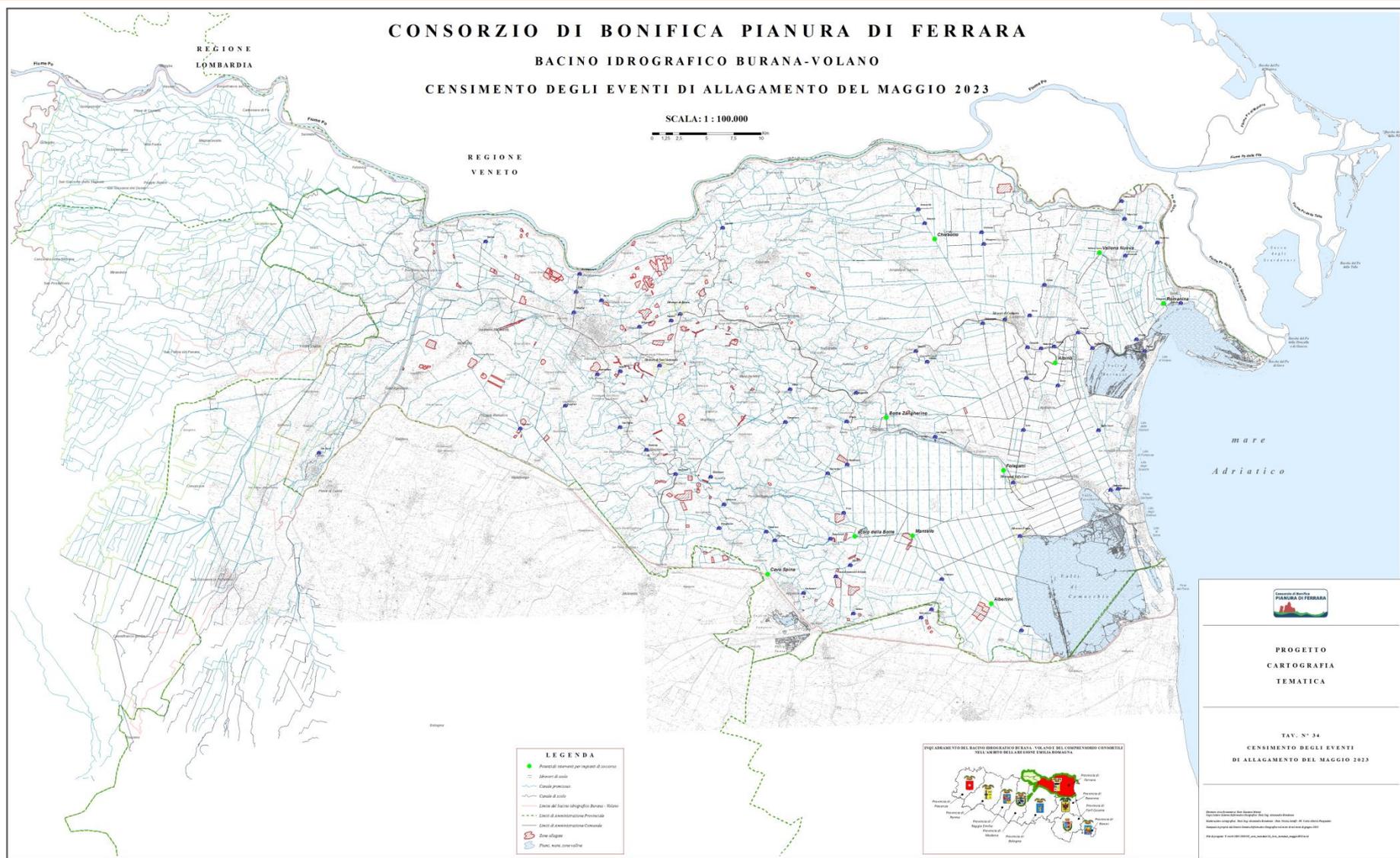


Terremoto maggio 2012 – Pubblicazione nel 2015 articolo sulla rivista Geomorphology: CBPF, Unife e INGV - (Prof. R. Caputo – Ing. A. Pellegrinelli – Prof. P. Russo - Ing. A. Bondesan)

Approfondimenti sui fenomeni geologici prodotti dal terremoto del maggio 2012 – Articolo scientifico con Unife Ingegneria e INGV



Approfondimenti scientifici sui fenomeni legati all'alluvione del maggio 2023



Nuovo strato completo della cartografia catastale di impianto 1935 - 1940

La georeferenziazione con comando update georeferencing è stata effettuata su almeno 4 punti omologhi interni al foglio, per le aree vallive sono stati usati i crocicchi di mappa equidistribuiti. L'elaborazione è avvenuta in ambiente ArcGis. Il file raster è stato georeferenziato con ArcGis a cura del CBPF, nel formato tif ed organizzato in raster catalog gdb

Y:\mdb\raster\raster.gdb\1935_002000_CAT_PAR_Canapine in ED_1950_UTM_Zone_32N, i dati sono fisicamente in posizione
Y:\raster\1935_002000_CAT_PAR_Canapine - (Server \sit1\)

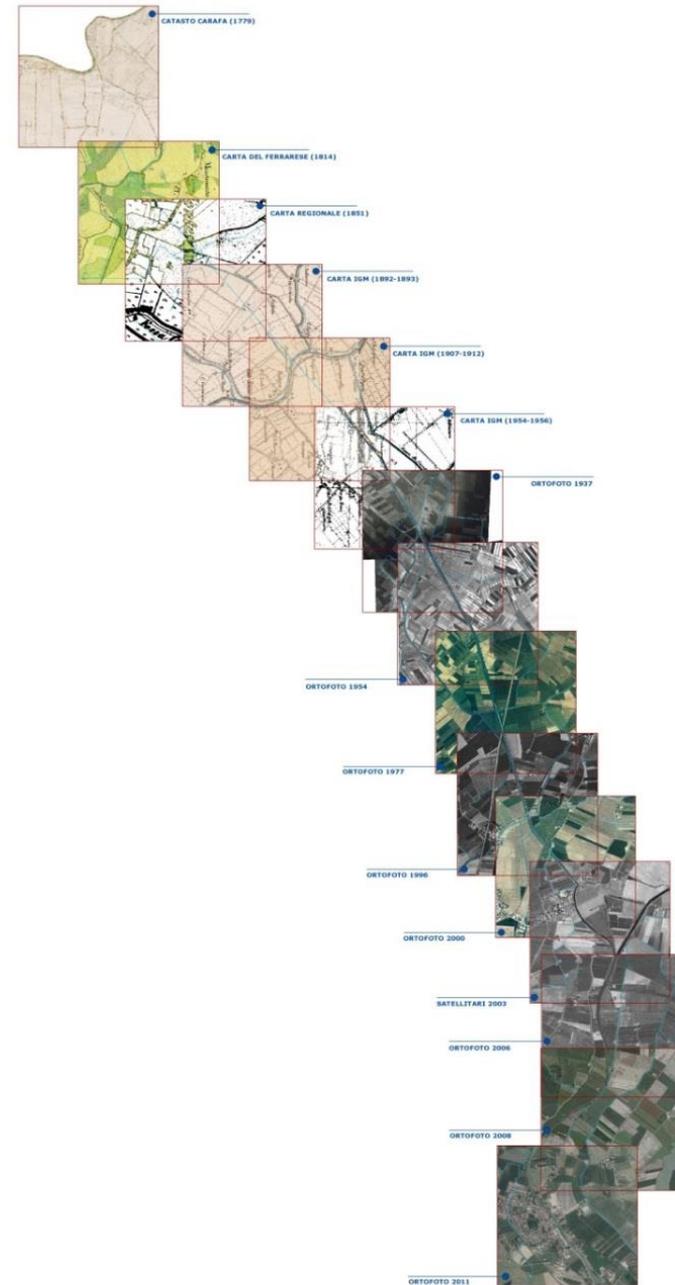


Cartografia catastale di impianto 1935 - 1940

La georeferenziazione locale ottenuta con almeno 8 punti omologhi (rilevati in sito) prossimi all'area di interesse, consente di effettuare riconfinamenti o verifiche dei limiti dei canali di bonifica rispetto alle proprietà frontiste



Georeferenziazione cartografie storiche Macchina del tempo



Page Text

Snapping

Arial 10

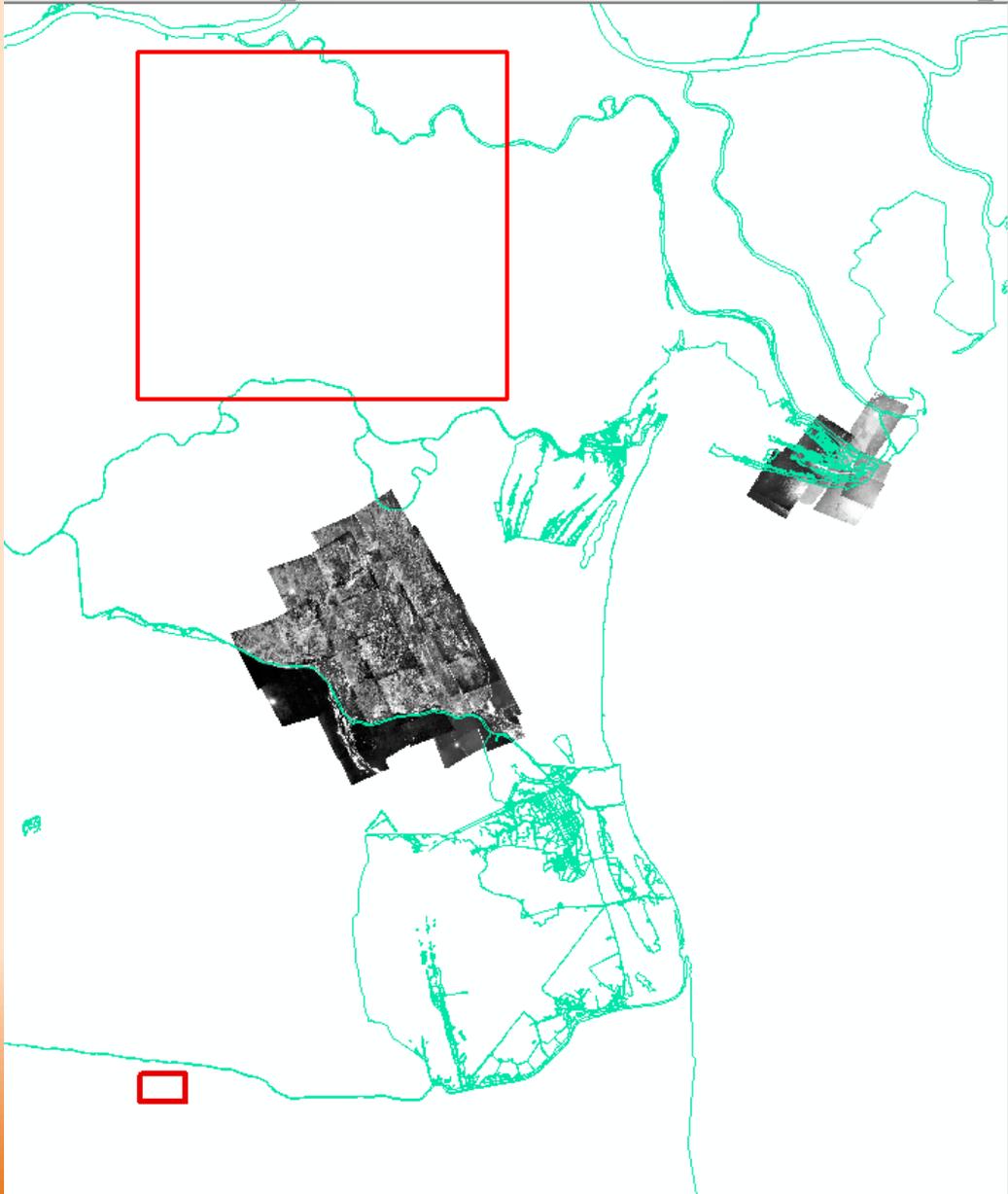


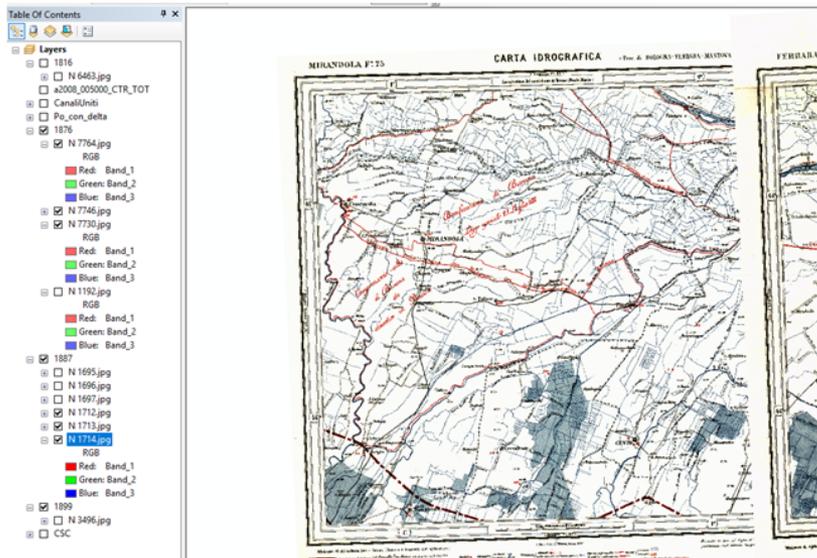
Table Of Contents

- Y:\mdb\raster\raster.gdb
 - a1597_004000_MAP_PAR_Borgatti
 - a1603_100000_MAP_TOT_Aleotti
 - a1647_025000_MAP_PAR_Campello
 - a1716_200000_MAP_TOT_Mariotti
 - a1747_004000_MAP_PAR_Bolzoni
 - a1758_100000_MAP_TOT_Baruffaldi
 - a1776_600000_MAP_TOT_Stato_Pontificio
 - a1779_002000_CAT_PAR_Carafa_Golene_Primary
 - a1779_002000_CAT_PAR_Carafa_Topografie_General
 - a1779_002000_CAT_PAR_Catasto_Carafa
 - a1814_033000_CTS_PAR_Napoleonica
 - a1816_100000_MAP_TOT_Barbantini
 - a1818_050000_MAP_PAR_Guidetti
 - a1823_025000_MAP_PAR_Serraglio_Santa_Bianca
 - a1826_002000_CAT_PAR_Bertoni
 - a1826_002000_CAT_PAR_Forlani
 - a1836_004000_MAP_PAR_Pampani
 - a1836_100000_MAP_TOT_Barbantini
 - a1841_050000_CTS_PAR_Tuscany_Papal_State
 - a1845_002000_MAP_PAR_Frabetti
 - a1851_002000_CAT_PAR_Carafa_Bonifica_di_Umana
 - a1851_050000_CTS_TOT
 - a1856_002000_CTS_PAR_Magnoni
 - a1859_002000_CAT_PAR_Catasto_Pontificio
 - a1874_050000_MAP_PAR_Manfredi
 - a1874_075000_CTS_PAR_IGM
 - a1874_100000_MAP_TOT_Domenichini
 - a1876_075000_CTS_PAR_IG_Vienna
 - a1876_075000_CTS_TOT_IGM
 - a1877_075000_CTS_PAR_IGM
 - a1887_100000_CTS_TOT_IGM_Carta_Idrografica
 - a1893_025000_CTS_TOT_IGM
 - a1899_080000_MAP_TOT_Scanavini
 - a18XX_050000_CTS_PAR_III_Circondario_Consistenz
 - a1907_025000_CTS_TOT_IGM
 - a1913_002000_CAT_PAR_GBF
 - a1932_005000_AEF_PAR_IBACN
 - a1934_025000_CTS_TOT_IGM
 - a1935_000500_CAT_PAR_Catasto_Impianto_Allegati
 - a1935_002000_CAT_PAR_Catasto_Impianto
 - a1935_002000_CAT_PAR_Catasto_Impianto_qu
 - a1935_025000_CTS_PAR_IGM
 - a1937_010000_AEF_PAR_Canale_SNM
 - a1943_050000_CTS_PAR_USAF

Georeferenziazione cartografie storiche

- 1887
 - N 1695.jpg
 - N 1696.jpg
 - N 1697.jpg
 - N 1712.jpg
 - N 1713.jpg
 - N 1714.jpg
- RGB
 - Red: Band_1
 - Green: Band_2
 - Blue: Band_3

Una volta spostata, seleziono la mappa con il tasto destro e do il comando "zoom to layer" per visualizzare la mappa di interesse:



Devo selezionare (dalla finestra presente nel menu) il corretto set di punti omologhi; successivamente clicco su "view link table" (l'icona evidenziata qui sotto a destra), per controllare che i punti selezionati siano effettivamente quelli della mappa che stiamo analizzando:



Compare una finestra con l'elenco dei punti omologhi che sono stati scelti sul territorio, da notare l'errore (forward) espresso in metri:

| Link | | | | | |
|-------------------------------------|------|-------------|--------------|---------------|------------------|
| | | | | | Total RMS Error: |
| | | | | | Forward: 82,2998 |
| | Link | X Source | Y Source | X Map | Y Map |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1 | 877,697858 | -4514,423609 | 659933,216450 | 950520,875493 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2 | 3454,086905 | -4210,304427 | 681657,012462 | 954028,808595 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3 | 4242,411147 | -1677,169395 | 687317,065568 | 975468,727059 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4 | 614,602905 | -1704,343120 | 656851,357545 | 974210,072408 |

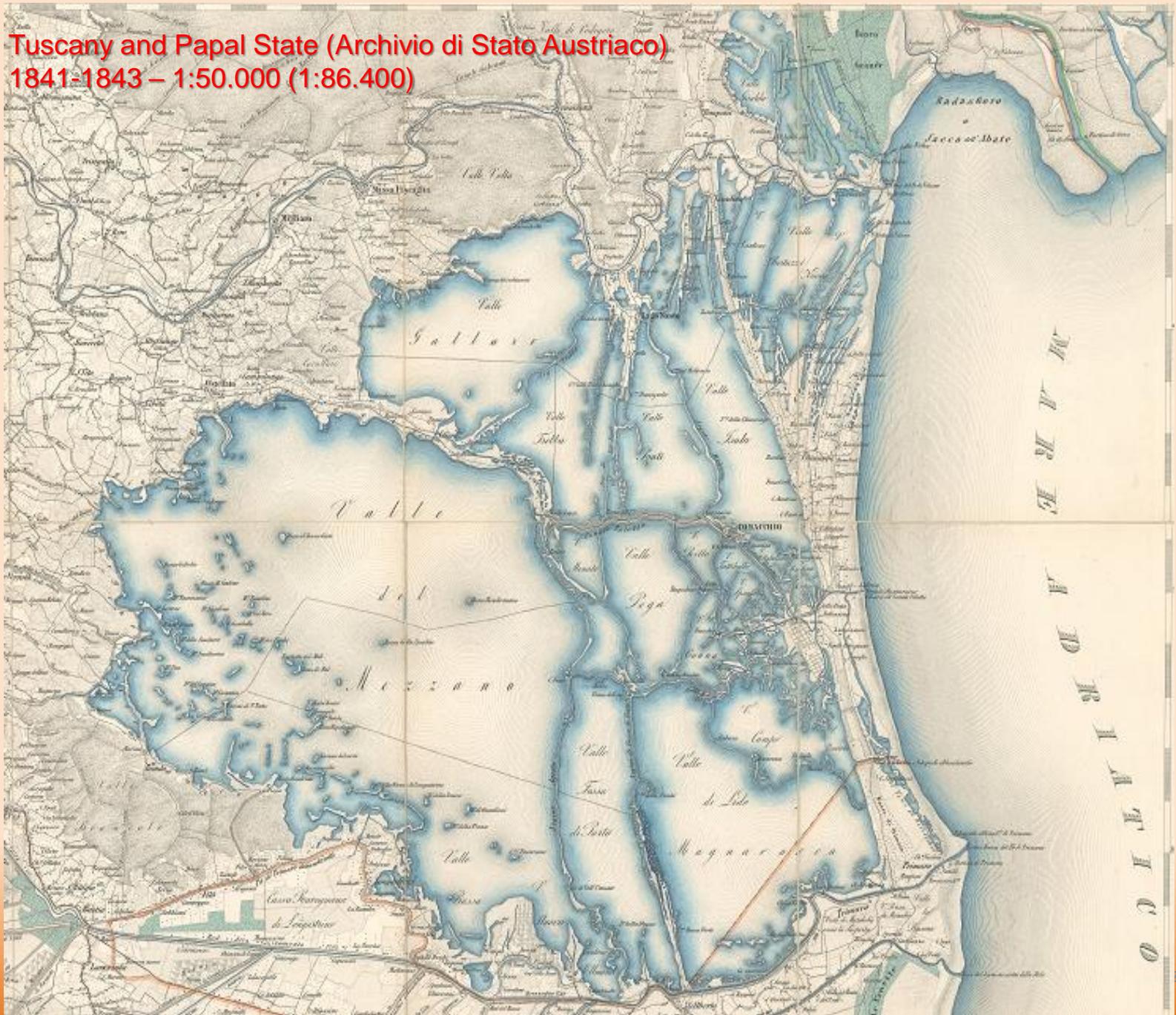
Auto Adjust Transformation: 1st Order Polynomial (Affine)
 Degrees Minutes Seconds Forward Residual Unit : Unknown

Prima di procedere, osservo la qualità del dato facendo uno zoom sui punti omologhi, per poi controllare se le funzioni "update georeferencing" e "rectify" danno dei risultati diversi o simili; seleziono un punto sulla mappa e osservo il segmento prodotto dalla rettifica:



Comacchio aveva poco più di 5000 ab. - Isolata fino al 1825

Tuscany and Papal State (Archivio di Stato Austriaco)
1841-1843 – 1:50.000 (1:86.400)



Grazie dell'attenzione



Ing. Alessandro Bondesan
alessandro.bondesan@bonificaferrara.it , 0532/218265
Ferrara, via Mentana 3