



CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA DI FERRARA

Via Borgo dei Leoni, n. 28 – 44121 Ferrara

**PIANO DI CLASSIFICA
PER IL RIPARTO DEGLI
ONERI CONSORTILI**

-

**DOCUMENTO DI
APPLICAZIONE**

INDICE

INTRODUZIONE	6
1 VALORE ECONOMICO DEGLI IMMOBILI (VE)	21
1.1 Valore economico dei terreni	21
1.2 Valore economico dei fabbricati	21
1.3 Valore economico delle strade e delle ferrovie	22
2 CARTOGRAFIA DI RIFERIMENTO	23
2.1 Carta altimetrica del comprensorio LIDAR – scala 1:100.000	24
2.1.1 Descrizione generale del dato Lidar	26
2.1.2 Strumentazione impiegata	27
2.1.3 Principali fonti di errore nell’acquisizione dati Laser Scan	28
2.1.4 Qualità del dato	30
2.2 Nuova carta della permeabilità dei suoli del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara – scala 1:100.000 – Accorpamento in tre classi di permeabilità	31
2.3 Carta dei bacini di scolo e degli ordini di afferenza – scala 1:100.000	40
2.3.1 – Metodologia adottata per l’analisi dei bacini di scolo e definizioni	41
2.3.2 Gerarchia dei bacini di scolo	42
2.3.3 Bacini principali	42
2.3.4 Sottobacini di primo livello	45
2.3.5 Sottobacini di secondo livello	45
2.3.6 Analisi dei bacini di scolo nei comprensori	46
2.3.7 Bacini di scolo del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	47
2.3.8 Tabelle tecniche riassuntive	90
2.4 Altre aree non direttamente gestite dal Consorzio di Bonifica per l’azione di scolo	93
2.4.1 Area compresa tra Porto Garibaldi e il Canale Bellocchio-Gobbino	93
2.4.2 Oasi di Canneviè	95
2.4.3 Valle Bertuzzi	96
2.4.4 Valle Cantone	96
2.4.5 Il Lago delle Nazioni	97
2.4.6 Valli di Comacchio	98
2.4.7 Le Saline di Comacchio	102
2.4.8 Le Vene di Bellocchio	102
2.4.9 Ancona di Bellocchio e Lago di Spina	102
2.5 Carta dell’uso reale del suolo anno 2013 – Dato Landsat decodificato – scala 1:100.000	104
2.6 Carta delle Zone Irrigue principali	109
2.7 Carta degli Ambiti Irrigui	109
2.8 Carta della canalizzazione invasata ai fini irrigui	109
2.9 Ripartizione del territorio in Distretti irrigui e parti di essi	109
3 BENEFICIO DI SCOLO - INDICI TECNICI	110
3.1 Indice di Comportamento idraulico (CI)	110
3.2 Indice di densità della rete di scolo e promiscua (Ds)	119
3.3 Indice di sofferenza idraulica (ISI)	120
3.3.1 Metodologia per il rilevamento delle quote e delle distanze	122
3.4 Indice di rilevanza del sollevamento meccanico (RSM)	127
3.4.1 Indice di prevalenza geodetica complessiva per lo scolo	127
3.4.2 Coefficiente di confronto per i maggiori oneri dovuti al sollevamento meccanico nello scolo	128
4 BENEFICIO DI SCOLO – INDICI ECONOMICI	129
4.1 Tempi di ritorno dell’evento dannoso (Tr/100)	129
4.2 Vulnerabilità degli immobili (v)	131

5 INTERAZIONI ED INDIVIDUAZIONI DEGLI ELEMENTI ASSOGGETTATI AI CONTRIBUTI DI BONIFICA	132
5.1 Individuazione delle aree urbanizzate	132
5.2 Individuazione particelle catastali della viabilità stradale e ferroviaria	135
5.3 Superficie catastale e superficie di sedime degli immobili – Indice di omogeneizzazione delle superfici (ISs)	143
5.4 Interconnessione fra la rete fognaria e la rete di bonifica	146
5.4.1 Tipologie di interconnessione – Grado di interconnessione (CRf)	147
5.4.2 Approfondimenti tecnici su alcuni centri urbanizzati	148
5.4.3 Interconnessione fra sistema fognario e rete di bonifica nel centro urbano di Ferrara	148
5.4.4 Interconnessione fra sistema fognario del centro urbano di Comacchio e la rete del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	151
5.4.5 Interazione fra sistema fognario del centro urbano Codigoro e la rete del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	153
5.5 Fattore di rilevanza areale (FRA)	155
6 BENEFICIO DI DIFESA – INDICI TECNICI ED ECONOMICI	156
6.1 Indice di difesa dalle acque del bacino di appartenenza (IDA)	157
6.2 Indice di difesa dalle acque dei bacini interferenti posti a monte e/o circostanti (IDMC)	158
6.2.1 Metodologia di studio	158
6.2.2 Aree afferenti alla Sacca di Goro e al Po di Volano (sinistra idraulica)	161
6.2.3 Aree afferenti al Canale di Cento e al Po di Primaro in sinistra idraulica	212
6.2.4 Aree afferenti al Po di Volano in destra idraulica	230
6.2.5 Aree afferenti al canale Navigabile Migliarino Porto Garibaldi	236
6.3 Beneficio di Difesa – Indici economici	267
7 BENEFICIO IDRAULICO	268
7.1 Applicazione del Contributo di Base	268
7.2 Metodo di calcolo per l'attribuzione del Contributo di Base	268
7.3 Rapporto fra beneficio idraulico complessivo e valore dell'immobile	270
8 BENEFICIO DI DISPONIBILITÀ E REGOLAZIONE IDRICA – TERMINE A BENEFICIO – INDICI TECNICI	272
8.1 Indice di onerosità dell'approvvigionamento (OA)	272
8.2 Indice di disponibilità idrica potenziale (o irrigabilità o beneficio di posizione) (DIP)	280
8.3 Indice di tipologia del sistema di distribuzione irrigua (TIP)	282
8.4 Indice di rilevanza del sollevamento irriguo (RSI)	285
8.4.1 Indice prevalenza irrigua complessiva (IPI)	286
8.4.2 Coefficiente di confronto per sollevamenti irrigui (CCi)	288
9 BENEFICIO DI DISPONIBILITÀ E REGOLAZIONE IDRICA – TERMINE A BENEFICIO – INDICI ECONOMICI	291
9.1 Indice di Dotazione Idrica Effettiva (DIE)	291
9.2 Indice di Limitazione d'uso della risorsa (LU)	295
9.3 Vulnerabilità	302
9.4 Valore economico dei terreni	302
10 TRIBUTO DI DISPONIBILITÀ E REGOLAZIONE IDRICA -TERMINE A CONSUMO	302
10.1 Volumi	303
10.1.1 Stima dei consumi aziendali	304
10.2 Costi	307
10.2.1 Indice dei volumi consegnati al distretto (IVC)	307
10.2.2 Indice dei volumi effettivamente utilizzati dalle aziende (IVU)	308
10.2.3 Riparto dei costi	308

Elenco degli allegati al documento

Allegato 1	Modello altimetrico Lidar 2008 – scala 1:100.000
Allegato 2	Carta della Permeabilità dei Suoli del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara – scala 1:100.000
Allegato 3	Carta dei Bacini di scolo e degli ordini di afferenza – Rete dei canali di bonifica e impianti idrovori – scala 1:100.000
Allegato 4	Rapporti fra sistemi fognari e sistemi di bonifica
Allegato 5	Delimitazione delle aree urbanizzate (n.216 immagini a varie scale)
Allegato 6	Individuazione delle particelle catastali della viabilità stradale e ferroviaria (n.174 immagini a varie scale)
Allegato 7	Carta dell'uso reale del suolo all'anno 2008 – Dato Landsat decodificato – scala 1:100.000
Allegato 8	Carta delle aree idraulicamente sensibili – (n.2 cartografie alla scala 1:50.000)
Allegato 9	Zone Irrigue Principali e Ambiti Irrigui – scala 1:100.000
Allegato 10	Distretti Irrigui e loro parti – scala 1:100.000

Introduzione

Il documento di Applicazione del Piano di Classifica contiene gli elementi fondamentali di studio che hanno portato alla costruzione degli Indici del Piano e gli elementi attuativi, conformi alle linee di indirizzo regionali.

Sono raccolti gli allegati che forniscono le informazioni sulla struttura della rete idraulica del Consorzio, le banche dati con le quali è stata costruita la serie di strati cartografici di base. In particolare è stata necessaria una serie di approfondimenti tecnici sulla situazione di interconnessione della rete dei Sistemi Idrici Integrati, che nel comprensorio del Consorzio riguardano le società Hera e Cadf.

Molta cura è stata posta nella individuazione della risposta idraulica dei terreni. Sulla base di dati ufficiali della Provincia di Ferrara riguardanti la litologia di superficie, è stato effettuato uno studio di approfondimento scientifico da parte del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara per la trasformazione del dato in tre classi di permeabilità ed estensione dell'area di studio ad erre esterne alla Provincia ma incluse nel perimetro consortile.

Il Piano di Classifica attuale, a differenza dei precedenti, è strutturato come uno strumento dinamico, completamente aggiornabile per la parte relativa alle banche dati che lo strutturano. Nel caso fossero effettuate modifiche nella rete di bonifica o fossero disponibili nuove cartografie di base utili, gli indici del Piano potranno essere modificati ricorrendo alla sostituzione degli elementi superati delle banche dati con gli elementi di aggiornamento. Si riporta, argomento per argomento, la posizione della relativa trattazione nei due documenti: Piano di Classifica e Documento di Applicazione.

Distinzione tra Piano di Classifica e sua applicazione		
Aspetto considerato	nel Piano di Classifica	nel Documento di Applicazione
riferimento al Catasto dello Stato	si fa riferimento al Catasto dello Stato	gli aggiornamenti catastali e la loro integrazione con dati e informazioni utili ai fini consorziali sono già previsti dal Piano e pertanto non comportano un aggiornamento del Documento di Applicazione
valore economico degli immobili vedi CAPITOLO 1	si stabilisce che si ricava dagli elementi censuari ufficiali del Catasto, applicando i moltiplicatori (rivalutazione e trasformazione) stabiliti dalle vigenti norme fiscali per terreni e fabbricati; qualora il Catasto riportasse il valore catastale degli immobili, si utilizzerà direttamente tale valore	nella prima applicazione si utilizzano i valori desunti dalla vigente normativa IMU, secondo la tabella indicata; se in futuro venisse meno la normativa IMU, ci si baserà su altra normativa fiscale

Distinzione tra Piano di Classifica e sua applicazione		
Aspetto considerato	nel Piano di Classifica	nel Documento di Applicazione
per i terreni	si fa riferimento al reddito dominicale, applicando alla superficie catastale di tutti i terreni nel comprensorio la media dei valori per ettaro del seminativo irriguo, rilevati (ove espressamente indicati) dalle tabelle ufficiali distinte per Comune	vengono utilizzati i valori di reddito dominicale più aggiornati Vedi PARAGRAFO 1.1
per i fabbricati	si fa riferimento alla rendita catastale	vengono utilizzati i dati di rendita catastale più aggiornati Vedi PARAGRAFO 1.2
fabbricati categorie B, D, E	viene stabilita una riduzione progressiva per scaglioni del valore desunto a a partire dalla rendita	col Documento di Applicazione si opera la scelta degli scaglioni di riduzione in base alla situazione catastale aggiornata Vedi PARAGRAFO 1.2
strade	si stabilisce che si assimila a quello dei terreni, amplificato da un fattore di traffico	col Documento di Applicazione si opera la scelta del fattore di traffico Vedi PARAGRAFO 1.3
benefici dell'attività di bonifica (idraulico e di disponibilità e regolazione idrica)	si indica che l'area contribuyente è quella in favore della quale il Consorzio reca attività di servizio, che produce beneficio	col Documento di Applicazione vengono individuate, per mezzo di cartografia aggiornata, le aree in cui il Consorzio reca attività di servizio, distintamente per ciascun beneficio
cartografia di riferimento Vedi CAPITOLO 2	per il beneficio idraulico il Piano fissa il riferimento alla carta dei bacini principali e sottobacini scolanti; per il beneficio di disponibilità e regolazione idrica il Piano fissa il riferimento alla carta delle zone di diverso approvvigionamento e alle carte degli ambiti e distretti irrigui	nel Documento di Applicazione vengono riportate le cartografie di riferimento, che vengono aggiornate quando intervengono variazioni rilevanti ai fini della classifica Vedi ALLEGATI 1, 2, 3, 7, 9, 10

Distinzione tra Piano di Classifica e sua applicazione		
Aspetto considerato	nel Piano di Classifica	nel Documento di Applicazione
beneficio idraulico	viene specificato che questo beneficio riguarda immobili di entrambe le categorie (sia terreni che fabbricati) Beneficio idraulico = beneficio di scolo + 0,33 x beneficio di difesa	il valore di riduzione di 0,33 è individuato dal Piano: pertanto esso non varia con le applicazioni successive
costi da ripartire	si fa riferimento al Bilancio Preventivo annuale: al beneficio idraulico sono attribuiti tutti i costi dell'attività idraulica, meno la parte dei costi dell'attività idraulica, che sono ripartibili non secondo la classifica del comprensorio, bensì per Ditta consorziata	poiché il Piano già prevede di fare riferimento al Bilancio Preventivo di ciascun anno per la determinazione dei costi da ripartire, ciò non comporta un aggiornamento dell'applicazione
contributo idraulico di base	ancora con riferimento al Bilancio Preventivo annuale, il Piano prevede il riparto fra ciascuna Ditta consorziata della parte dei costi totali dell'attività di bonifica idraulica che non è ripartibile secondo la classifica del comprensorio, bensì per Ditta consorziata; il Piano indica come calcolare il contributo di base, che viene parzialmente modulato secondo l'incidenza della media degli indici tecnici per ciascun bacino	poiché il contributo di base viene parzialmente modulato in funzione della media degli indici tecnici, la sua determinazione è legata al loro aggiornamento Vedi PARAGRAFI 7.1 e 7.2
beneficio di scolo - indici tecnici vedi CAPITOLO 3	nel Piano vengono definiti gli indici e i metodi per la loro applicazione	vengono acquisiti i più aggiornati elementi tecnico-scientifici e statistici disponibili per le applicazioni di calcolo

Distinzione tra Piano di Classifica e sua applicazione		
Aspetto considerato	nel Piano di Classifica	nel Documento di Applicazione
comportamento idraulico	nel Piano si stabilisce che il comportamento idraulico è costituito dal rapporto fra il coefficiente udometrico del bacino e un coefficiente udometrico di riferimento (quello di un bacino di 500 ettari con terreni di medio impasto, con coefficiente di deflusso 0,2); Il Piano inoltre stabilisce che l'andamento del coefficiente udometrico in funzione dell'ampiezza del bacino è rappresentato da una curva di tipo esponenziale; il Piano poi prevede un correttivo in aumento dei tempi di corrivazione, da introdurre nel caso dei bacini urbani; il calcolo prevede anche di accorpare i bacini e sottobacini di estensione limitata a quelli principali o vicini analoghi, nonché di riferire i fabbricati in area urbana all'insieme delle superfici che appartengono allo stesso sistema fognario; il Piano prevede poi un valore unico del comportamento idraulico per tutte le strade del comprensorio; prevede infine che eventuali valori anomali, risultanti da particolari situazioni di riferimento nel calcolo, vengano riportati alla normalità in sede di applicazione	il Documento di Applicazione riporta l'eventuale aggiornamento dei parametri della curva di tipo esponenziale che esprime l'andamento del coefficiente udometrico in funzione dell'area del bacino; riporta inoltre i valori dei coefficienti di deflusso adottati per i diversi tipi di terreno e di copertura delle aree urbane, oltre all'aggiornamento dei dati relativi al bacino principale o sottobacino considerato; indica il valore del correttivo del tempo di corrivazione per bacini urbani; il Documento di Applicazione indica poi il valore unico del comportamento idraulico che va attribuito, in base a quanto prevede il Piano, a tutte le strade del comprensorio; infine riporta alla normalità, per estensione o assimilazione, eventuali valori anomali che risultassero da particolari situazioni di riferimento nel calcolo, come previsto dal Piano. Vedi PARAGRAFO 3.1

Distinzione tra Piano di Classifica e sua applicazione		
Aspetto considerato	nel Piano di Classifica	nel Documento di Applicazione
densità della rete di scolo e promiscua	il Piano stabilisce di fare riferimento ai bacini principali e ai sottobacini; prevede inoltre che eventuali valori anomali, risultanti da particolari situazioni di riferimento nel calcolo, vengano riportati alla normalità in sede di applicazione	il Documento di Applicazione riporta l'eventuale aggiornamento dei dati relativi al bacino principale o sottobacino considerato; infine riporta alla normalità, per estensione o assimilazione, eventuali valori anomali che risultassero da particolari situazioni di riferimento nel calcolo, come previsto dal Piano Vedi PARAGRAFO 3.2
sofferenza idraulica	il Piano stabilisce che è funzione inversa della radice della pendenza motrice disponibile, calcolata per fasce di dislivello e di distanza geografica dell'immobile rispetto all'Impianto Idrovoro o al punto di recapito verso l'esterno; inoltre stabilisce di calcolare la sofferenza idraulica distintamente per ciascun bacino principale e sottobacino scolante	il Documento di Applicazione riporta l'eventuale aggiornamento dei dati relativi al bacino principale o sottobacino considerato, comprese l'altimetria del territorio, le quote degli "zero di bonifica" dal lato di aspirazione degli impianti idrovori e le quote ordinarie dei recapiti Vedi PARAGRAFO 3.3
rilevanza del sollevamento meccanico	il Piano indica che è espresso da una somma che mette in evidenza, tramite un coefficiente di confronto di natura economica, la maggiore onerosità dei bacini a scolo meccanico rispetto a quelli a scolo naturale	si opera l'aggiornamento del valore del coefficiente di confronto di natura economica, valutato come media poliennale dei costi del sollevamento meccanico rispetto ai costi dello scolo naturale Vedi PARAGRAFO 3.4
prevalenza geodetica complessiva	nel Piano viene stabilito di mettere in conto la prevalenza geodetica complessiva caratteristica dei bacini e sottobacini a sollevamento meccanico	vengono aggiornati, se del caso, i dati relativi al bacino principale o sottobacino considerato, in particolare i valori delle prevalenze geodetiche complessive di sollevamento Vedi PARAGRAFO 3.4.1

Distinzione tra Piano di Classifica e sua applicazione		
Aspetto considerato	nel Piano di Classifica	nel Documento di Applicazione
beneficio di scolo - indici economici Vedi CAPITOLO 4	vengono definiti gli indici e i metodi per la loro applicazione	vengono acquisiti i più aggiornati elementi tecnico-scientifici e statistici disponibili per le applicazioni di calcolo
tempo di ritorno dell'evento dannoso	nel Piano si evidenzia che esso è funzione della piovosità della zona e del livello di prestazioni che è in grado di offrire il sistema di bonifica; prevede una eventuale attenuazione della proporzionalità diretta della sua incidenza, rimandando come conteggiarla all'applicazione	nel Documento di Applicazione vengono acquisiti gli studi idrologici disponibili, tesi a verificare eventuali diverse piovosità nelle diverse zone del comprensorio e miranti a determinare i tempi di ritorno degli eventi rispetto ai quali le opere esistenti sono dimensionate; non disponendo attualmente di studi completi sull'intero comprensorio, in sede di prima applicazione se ne introduce una valutazione semplificata Vedi PARAGRAFO 4.1 Vedi ALLEGATO 8
vulnerabilità	nel Piano si precisa che essa è riferita alla danneggiabilità dell'immobile in caso di allagamento	nel Documento di Applicazione vengono riportate le risultanze di studi di estimo (fabbricati) e di studi agronomici (terreni) atti a valutare eventuali diverse vulnerabilità legate alle caratteristiche dell'immobile; non disponendo oggi di studi completi sul tema, riferibili agli immobili nel comprensorio, in prima applicazione si prescinde dalla vulnerabilità Vedi PARAGRAFO 4.2
valore economico	vedasi "valore catastale degli immobili"	vedasi "valore catastale degli immobili"

Distinzione tra Piano di Classifica e sua applicazione		
Aspetto considerato	nel Piano di Classifica	nel Documento di Applicazione
rilevanza areale	viene introdotta come funzione del rapporto fra aree urbane e aree agricole nel comprensorio	nel Documento di Applicazione si riporta la cartografia aggiornata che stabilisce la zonizzazione delle superfici dei bacini, distinguendo al loro interno le aree urbane e le aree agricole Vedi PARAGRAFO 5.1.2
fabbricati in aree agricole	il Piano stabilisce che per essi si applica il fattore di rilevanza areale delle aree urbane	l'individuazione si basa sugli elementi catastali aggiornati (dati e cartografia)
terreni in aree urbane	il Piano stabilisce che per essi si applica il fattore di rilevanza areale delle aree agricole	l'individuazione si basa sugli elementi catastali aggiornati (dati e cartografia)
strade	il Piano stabilisce che per esse si applica il fattore di rilevanza areale delle aree urbane	l'individuazione si basa sugli elementi catastali aggiornati (dati e cartografia) Vedi PARAGRAFO 5.2 Vedi ALLEGATO 6
omogeneità della bonifica rispetto alla superficie territoriale	il Piano riconosce l'omogeneità della bonifica idraulica rispetto alla superficie territoriale e affida questo riconoscimento all'indice adimensionale di omogeneizzazione di superficie (vedasi oltre)	nel Documento di Applicazione si fa riferimento agli elementi catastali aggiornati (dati e cartografia)
superficie catastale degli immobili	il Piano rileva che, ove il Catasto non indichi la superficie dell'immobile, occorre stabilire un metodo per ottenerla a partire dai dati riportati; espone pertanto il metodo adottato, salvo introdurre una riduzione per regressione esponenziale in funzione della rendita per le categorie D ed E	nel Documento di Applicazione viene esposta la regressione esponenziale che viene adottata per le categorie D ed E, che varrà sino a nuova definizione Vedi PARAGRAFO 5.3

Distinzione tra Piano di Classifica e sua applicazione		
Aspetto considerato	nel Piano di Classifica	nel Documento di Applicazione
superficie di sedime	nel Piano ne viene data la definizione e viene indicato come ottenerla per i fabbricati che insistono insieme sulla stessa superficie individuata catastalmente	nel Documento di Applicazione si fa riferimento agli elementi catastali aggiornati (dati e cartografia) Vedi PARAGRAFO 5.3
indice di omogeneizzazione di superficie	nel Piano ne viene data la definizione di rapporto fra la superficie di sedime e la superficie della particella, e viene indicato come mettere in conto questo indice nell'espressione del beneficio nei diversi casi (terreni, fabbricati in area agricola, fabbricati in area urbana)	nel Documento di Applicazione si fa riferimento agli elementi catastali aggiornati (dati e cartografia) e si utilizza la cartografia aggiornata che stabilisce la zonizzazione delle superfici dei bacini, distinguendo al loro interno le aree urbane e le aree agricole Vedi PARAGRAFO 5.3
rapporti fra sistemi fognari e sistemi di bonifica	nel Piano viene ripreso dalle Linee Guida regionali il concetto di "interconnessione significativa" fra sistemi fognari urbani e sistemi di bonifica; vengono quindi introdotte ulteriori distinzioni relative alle situazioni tipiche del territorio ferrarese, specificando in quali casi è previsto o meno il contributo di scolo e introducendo eventuali coefficienti di riduzione in funzione dell'assetto idraulico	nel Documento di Applicazione si fa riferimento alle conoscenze più aggiornate e più complete disponibili sui sistemi fognari e sulle relative interconnessioni col sistema di bonifica, da riportare in apposita documentazione tecnica e cartografica; il quadro sarà eventualmente aggiornato e integrato quando sarà possibile disporre dei dati completi messi a disposizione ufficialmente dall'Agenzia regionale che coordina i Gestori dei Servizi Idrici Integrati Vedi PARAGRAFO 5.4 Vedi ALLEGATO 4

Distinzione tra Piano di Classifica e sua applicazione		
Aspetto considerato	nel Piano di Classifica	nel Documento di Applicazione
beneficio di difesa - indici tecnici Vedi CAPITOLO 6	nel Piano vengono definiti gli indici e i metodi per la loro applicazione; il beneficio complessivo è calcolato come media aritmetica	poiché gli indici tecnici della difesa sono calcolati come medie di alcuni indici già determinati per lo scolo, il loro calcolo sarà conseguentemente aggiornato quando viene aggiornato quello relativo agli indici dello scolo
difesa dalle acque del bacino di appartenenza	nel Piano viene stabilito che si calcola come la media pesata di (indici tecnici + fattore di rilevanza areale + tempo di ritorno dell'evento) relativi al beneficio di scolo delle particelle ricadenti nel bacino di appartenenza	poiché gli indici tecnici della difesa dalle acque del bacino di appartenenza sono calcolati come medie di indici già determinati per lo scolo, il loro calcolo sarà conseguentemente aggiornato quando viene aggiornato quello relativo agli indici dello scolo Vedi PARAGRAFO 6.1
difesa dalle acque dei bacini interferenti	nel Piano viene stabilito che si calcola come la media pesata di (indici tecnici + fattore di rilevanza areale + tempo di ritorno dell'evento) relativi al beneficio di scolo delle particelle ricadenti nei bacini interferenti, posti a monte o circostanti a quello di appartenenza	poiché gli indici tecnici della difesa dalle acque dei bacini interferenti sono calcolati come medie di indici già determinati per lo scolo, il loro calcolo sarà conseguentemente aggiornato quando viene aggiornato quello relativo agli indici dello scolo; nel Documento di Applicazione si riporta uno studio aggiornato che individua, per ogni bacino, quali altri bacini circostanti sono "interferenti" con quello stesso bacino Vedi PARAGRAFO 6.2
difesa dalle acque esterne (soggiacenza)	nel Piano viene stabilito come mettere in conto la soggiacenza rispetto alle acque esterne	in sede di prima applicazione viene dato atto che attualmente non esistono nel Comprensorio del Consorzio opere di bonifica con funzione di difesa dalle acque esterne

Distinzione tra Piano di Classifica e sua applicazione

Aspetto considerato	nel Piano di Classifica	nel Documento di Applicazione
beneficio di difesa - indici economici	nel Piano vengono definiti gli indici e i metodi per la loro applicazione	vengono acquisiti i più aggiornati elementi tecnico-scientifici e statistici disponibili per le applicazioni di calcolo Vedi PARAGRAFO 6.3
vulnerabilità	il Piano considera la stessa vulnerabilità che è già stata considerata per il beneficio di scolo	si considera valido quanto già considerato per la vulnerabilità nel caso del beneficio di scolo
valore economico	il Piano specifica che viene assunto lo stesso valore che è già stato considerato per il beneficio di scolo; vedasi pertanto l'aspetto "valore catastale degli immobili"	poiché nel Piano viene assunto lo stesso valore che è già stato considerato per il beneficio di scolo, anche per l'applicazione vale quanto previsto per l'aspetto "valore catastale degli immobili"
beneficio di disponibilità e regolazione idrica	nel Piano viene specificato che questo beneficio riguarda soltanto gli immobili "terreni" e si assume che il contributo è espresso in forma binomia	la forma binomia è stabilita dal Piano: pertanto va sempre applicata
termine a beneficio	il Piano stabilisce che questo termine è legato alla classifica del comprensorio	vengono acquisiti i più aggiornati elementi tecnico-scientifici e statistici per le applicazioni di calcolo
termine a beneficio: costi da ripartire	nel Piano viene stabilito che sono i seguenti: i costi fissi della derivazione + i costi variabili della derivazione non legati al consumo aziendale	per i costi fissi e per i costi variabili totali si fa riferimento al Bilancio Preventivo di ciascun anno; i costi variabili legati al consumo aziendale sono dedotti da quelli variabili totali applicando gli indici di volume per ettaro effettivamente consegnato al distretto e gli indici di volume per ettaro effettivamente utilizzato dalle aziende nel distretto; indici che sono calcolati su medie poliennali, da aggiornare periodicamente

Distinzione tra Piano di Classifica e sua applicazione		
Aspetto considerato	nel Piano di Classifica	nel Documento di Applicazione
beneficio di disponibilità e regolazione idrica - termine a beneficio - indici tecnici Vedi CAPITOLO 8	nel Piano vengono definiti gli indici e i metodi per la loro applicazione	vengono acquisiti i più aggiornati elementi tecnico-scientifici e statistici disponibili per le applicazioni di calcolo
onerosità dell'approvvigionamento	il Piano stabilisce di tenere conto, nelle diverse zone del comprensorio, dell'incidenza dei costi medi derivanti dalla gestione delle diverse fonti di approvvigionamento	nel Documento di Applicazione vengono individuate, per mezzo di cartografia aggiornata, le zone del comprensorio caratterizzate da diversi sistemi di approvvigionamento d'acqua di derivazione e viene aggiornata periodicamente la rilevazione di costi medi pluriennali di ciascun sistema di approvvigionamento Vedi Paragrafo 8.1
disponibilità idrica potenziale (o irrigabilità o beneficio di posizione)	il Piano stabilisce di mettere in conto la maggiore difficoltà di approvvigionamento che caratterizza i terreni all'aumento della distanza dal punto in cui il Consorzio rende disponibile l'acqua di derivazione	nel Documento di Applicazione viene individuata, per mezzo di cartografia aggiornata, l'estensione delle reti di canali consorziali (irrigui o promiscui) nei quali il Consorzio è in grado di mantenere un invaso d'acqua a fini irrigui; al variare di questa estensione, variano anche le corrispondenti aree caratterizzate da diversa distanza, computata per fasce, dal punto in cui il Consorzio mette a disposizione l'acqua di derivazione; il Documento di Applicazione indica infine i valori aggiornati dell'indice, in riduzione con la distanza, dedotti in base a valutazioni di carattere tecnico-economico Vedi Paragrafo 8.2

Distinzione tra Piano di Classifica e sua applicazione		
Aspetto considerato	nel Piano di Classifica	nel Documento di Applicazione
tipologia del sistema di distribuzione irrigua	nel Piano si stabilisce come metter in conto l'incidenza sul beneficio della tipologia del sistema di distribuzione irrigua	col Documento di Applicazione vengono individuate, per mezzo di cartografia aggiornata, le diverse zone che si caratterizzano per un'unica tipologia del sistema consorziale di distribuzione irrigua; esso indica infine i valori aggiornati dell'indice, dedotti in base a valutazioni di carattere tecnico-economico Vedi Paragrafo 8.3
rilevanza del sollevamento irriguo	il Piano indica che è espresso da una somma che mette in evidenza, tramite un coefficiente di confronto di natura economica, la maggiore onerosità del servizio di derivazione destinato alle zone che necessitano del sollevamento irriguo rispetto alle zone che possono essere raggiunte per cadente naturale	col Documento di Applicazione si opera l'aggiornamento del valore del coefficiente di confronto di natura economica, valutato come media pluriennale dei costi del sollevamento irriguo rispetto ai costi della distribuzione irrigua per cadente naturale Vedi Paragrafo 8.4
prevalenza irrigua complessiva	nel Piano viene stabilito di mettere in conto la prevalenza geodetica complessiva caratteristica delle zone che necessitano di sollevamento irriguo	vengono aggiornati, se del caso, i dati relativi ai sollevamenti irrigui e alle zone interessate del comprensorio, in particolare i valori delle prevalenze geodetiche complessive di sollevamento; in sede di applicazione vengono anche individuate le eventuali riduzioni nei casi di intervento soltanto temporaneo del sollevamento e nei casi di insufficiente portata sollevabile Vedi Paragrafo 8.4.1
beneficio di disponibilità e regolazione idrica - termine a beneficio - indici economici Vedi CAPITOLO 9	nel Piano vengono definiti gli indici e i metodi per la loro applicazione	vengono acquisiti i più aggiornati elementi tecnico-scientifici e statistici disponibili per le applicazioni di calcolo

Distinzione tra Piano di Classifica e sua applicazione		
Aspetto considerato	nel Piano di Classifica	nel Documento di Applicazione
dotazione idrica effettiva	nel Piano viene stabilito di legare in misura parziale la valorizzazione del terreno all'effettiva dotazione idrica, computata per distretto irriguo	viene mantenuto aggiornato il valore della dotazione idrica effettiva per ciascun distretto irriguo; il Documento di Applicazione indica anche l'incidenza della dotazione nel determinare il valore economico del terreno Vedi PARAGRAFO 9.1
limitazione d'uso della risorsa	il Piano stabilisce di legare la valorizzazione del terreno all'eventuale rischio che le acque di derivazione rese disponibili non siano qualitativamente idonee per salinità a garantire le normali produzioni agricole	vengono individuate, per mezzo di cartografia aggiornata, le zone del comprensorio nelle quali si rileva il rischio che le acque di derivazione rese disponibili non siano qualitativamente idonee a garantire le normali produzioni agricole; il Documento di Applicazione individua inoltre i valori da attribuire a tali zone Vedi PARAGRAFO 9.2
vulnerabilità	viene stabilito di legare la valorizzazione del terreno all'eventuale rischio che si verifichino eventi per i quali le acque di derivazione rese disponibili non siano quantitativamente sufficienti a garantire le normali produzioni agricole	nel Documento di Applicazione si riportano le risultanze di studi agronomici atti a valutare eventuali diverse vulnerabilità legate alle caratteristiche del terreno; non disponendo oggi di studi completi sul tema, riferibili agli immobili nel comprensorio, in prima applicazione si prescinde dalla vulnerabilità
valore economico	vedasi "valore catastale degli immobili" (terreni)	vedasi "valore catastale degli immobili" (terreni)
termine a consumo Vedi CAPITOLO 10	viene stabilito che questo termine non è legato alla classifica del comprensorio, bensì al consumo aziendale di acqua di derivazione	vengono acquisiti, anno per anno, i prelievi di acqua di derivazione, sulla base della situazione aggiornata nel comprensorio fra consumi misurati e consumi stimati

Distinzione tra Piano di Classifica e sua applicazione		
Aspetto considerato	nel Piano di Classifica	nel Documento di Applicazione
termine a consumo: costi da ripartire	viene stabilito che sono i seguenti: i costi variabili della derivazione legati al consumo aziendale	per i costi fissi e per i costi variabili totali si fa riferimento al Bilancio Preventivo di ciascun anno; i costi variabili legati al consumo aziendale sono dedotti da quelli variabili totali applicando gli indici di volume per ettaro effettivamente consegnato al distretto e gli indici di volume per ettaro effettivamente utilizzato dalle aziende nel distretto; indici che sono calcolati su medie poliennali, da aggiornare periodicamente
costi variabili legati al consumo delle aziende nel distretto	il Piano prevede che vengano desunti dai costi complessivi variabili della derivazione e distribuzione irrigua, per mezzo dell'applicazione ad essi di un indice di volume per ettaro effettivamente consegnato al distretto e di un indice di volume per ettaro effettivamente utilizzato dalle aziende nel distretto	col Documento di Applicazione si opera l'aggiornamento delle rilevazioni e delle valutazioni che presiedono alla definizione, come valori medi pluriennali, dei due indici di volume introdotti dal Piano
stima del consumo delle aziende nel distretto	il Piano stabilisce di basarsi sulla rilevazione delle colture in atto per mezzo delle migliori e più aggiornate basi informative, disponibili e affidabili all'atto dell'applicazione	il Documento di Applicazione individua i metodi più affidabili disponibili che consentono di rilevare le colture in atto
attribuzione ed ogni coltura irrigua di un volume derivato stimato	viene stabilito dal Piano di attribuire ad ogni coltura irrigua un volume standard per ettaro, sulla base di tabelle desunte da fonti ufficiali, modificate per il comprensorio consorziale e distinte in zone irrigue	nel Documento di Applicazione vengono indicate le tabelle aggiornate dei volumi ettariali per coltura, considerate valide per distinte aree del comprensorio, che permettono di attribuire consumi standard per ettaro ad ogni coltura in atto

Distinzione tra Piano di Classifica e sua applicazione		
Aspetto considerato	nel Piano di Classifica	nel Documento di Applicazione
correzione delle stime	viene stabilito dal Piano di correggere la stima dei volumi consumati applicando ai terreni aziendali gli indici di disponibilità idrica potenziale (di posizione), già calcolati per la parte a beneficio	la correzione, dipendendo dalla disponibilità idrica potenziale, è di conseguenza legata agli aggiornamenti dei corrispondenti indici
altre correzioni	sono demandate a quanto eventualmente sarà previsto dal Regolamento di Derivazione a fini irrigui	il Regolamento di Derivazione a fini irrigui potrà stabilire aspetti rilevanti ai fini dell'applicazione, nonché prevedere oneri aggiuntivi legati a specifiche attività gestionali

1 Valore economico degli immobili (VE)

1.1 Valore economico dei terreni

Per tutti i terreni, il valore catastale viene calcolato moltiplicando le rispettive superfici per la media delle tariffe del seminativo irriguo dei comuni in provincia di Ferrara per i quali tale tariffa viene definita (vedi supplemento alla Gazzetta Ufficiale 6/10/84) ed utilizzando i più recenti coefficienti di rivalutazione (al momento della prima applicazione, quelli utilizzati per il calcolo IMU).

Comune	Seminativo irriguo £/ha	Seminativo irriguo €/ha
Codigoro	330.000	170,4308
Massa Fiscaglia	330.000	170,4308
Jolanda di Savoia	320.000	165,2662
Comacchio	290.000	149,7725
Lagosanto	310.000	160,1016
Argenta	320.000	165,2662
Copparo	320.000	165,2662
Berra	310.000	160,1016
Mesola	285.000	147,1902
Ostellato	285.000	147,1902
Goro	285.000	147,1902
Migliarino	290.000	149,7725
Migliaro	290.000	149,7725
Media	305.000	157,5194

Per i terreni, il valore catastale è quindi dato dalla formula:

$$Vc = Superf. \text{ ha} \cdot 1,25 \cdot 110 \cdot 157,5194$$

Essendo calcolato interamente in base ad informazioni alfanumeriche, il valore catastale dei terreni viene attribuito al singolo immobile durante le elaborazioni per il calcolo dei benefici.

1.2 Valore economico dei fabbricati

Il valore catastale dei fabbricati viene calcolato moltiplicando la rendita catastale per i criteri di rivalutazione utilizzati dalla più recente normativa fiscale; al momento della prima applicazione vengono utilizzati i coefficienti di rivalutazione validi per il calcolo dell'IMU, assimilando i fabbricati in cat. "E" agli altri fabbricati in cat. "D".

$$Vc = R. C. \cdot 1,05 \cdot Coeff. (cat.)$$

A titolo di riferimento si riporta la tabella dei coefficienti di rivalutazione per categoria catastale:

Cat.	Coeff.
A/10	80
C/1	55
C/3, C/4, C/5	140
Altre cat. "A" e "C"	160
Tutte le cat. "B"	140
D/5	80
Altre cat. "D" ed "E"	65

Si riporta inoltre la tabella dei coefficienti di riduzione del valore in funzione della rendita, applicati ai fabbricati in cat. “B”, “D” ed “E”:

R.C.	CR	R.C. considerata	massimo dello scaglione
Fino a a €200.000	1	R.C.	€ 200.000
Da €200.000 a € 625.000	0,8	€200.000 + 0,8 x parte eccedente €200.000	€ 540.000
Da €625.000 a €1.050.000	0,65	€540.000 + 0,65 x parte eccedente €625.000	€ 816.250
Da €1.050.000 a €1.475.000	0,55	€816.250 + 0,55 x parte eccedente €1.050.000	€ 1.050.000
Da €1.475.000 a €1.900.000	0,34	€1.050.000 + 0,34 x parte eccedente €1.475.000	€ 1.194.500
Da €1.900.000 a €2.325.000	0,21	€1.194.500 + 0,21 x parte eccedente €1.900.000	€ 1.283.750
Da €2.325.000 a €2.750.000	0,13	€1.283.750 + 0,13 x parte eccedente €2.325.000	€ 1.339.000
Da €2.750.000 a €3.175.000	0,08	€1.339.000 + 0,08 x parte eccedente €2.750.000	€ 1.373.000
Da €3.175.000 a €3.600.000	0,05	€1.373.000 + 0,05 x parte eccedente €3.175.000	€ 1.394.250
Da €3.600.000 a €4.025.000	0,03	€1.394.250 + 0,03 x parte eccedente €3.600.000	€ 1.407.000
Da €4.025.000 a €4.450.000	0,02	€1.407.000 + 0,02 x parte eccedente €4.025.000	€ 1.415.500
Oltre €4.450.000	0,01	€1.415.500 + 0,01 x parte eccedente €4.450.000	

Essendo calcolato interamente in base ad informazioni alfanumeriche, il valore catastale dei fabbricati viene attribuito al singolo immobile durante le elaborazioni per il calcolo dei benefici.

1.3 Valore economico delle strade e delle ferrovie

Come indicato nel Piano, si adotta lo stesso metodo di valorizzazione utilizzato per i terreni agricoli, introducendo inoltre un fattore denominato “indice di traffico”. In prima applicazione, vengono utilizzati gli indici di traffico già presenti nel Piano di Classifica dell’ex Consorzio di Bonifica Primo Circondario Polesine di Ferrara, dedotti secondo considerazioni tecnico-economiche e riepilogati nella seguente tabella:

Tipologia di strada	Intensità di traffico veicoli/giorno	Indice di traffico
Superstrade / Autostrade	Oltre 15.000 – 20.000	8
Statali	Tra 10.000 e 20.000	5
Provinciali	Tra 2.000 e 10.000	5
Comunali	Meno di 2.000	1,5
Ferrovie		5

Come per i casi precedenti, anche il valore delle strade viene attribuito al singolo immobile durante le elaborazioni per il calcolo dei benefici.

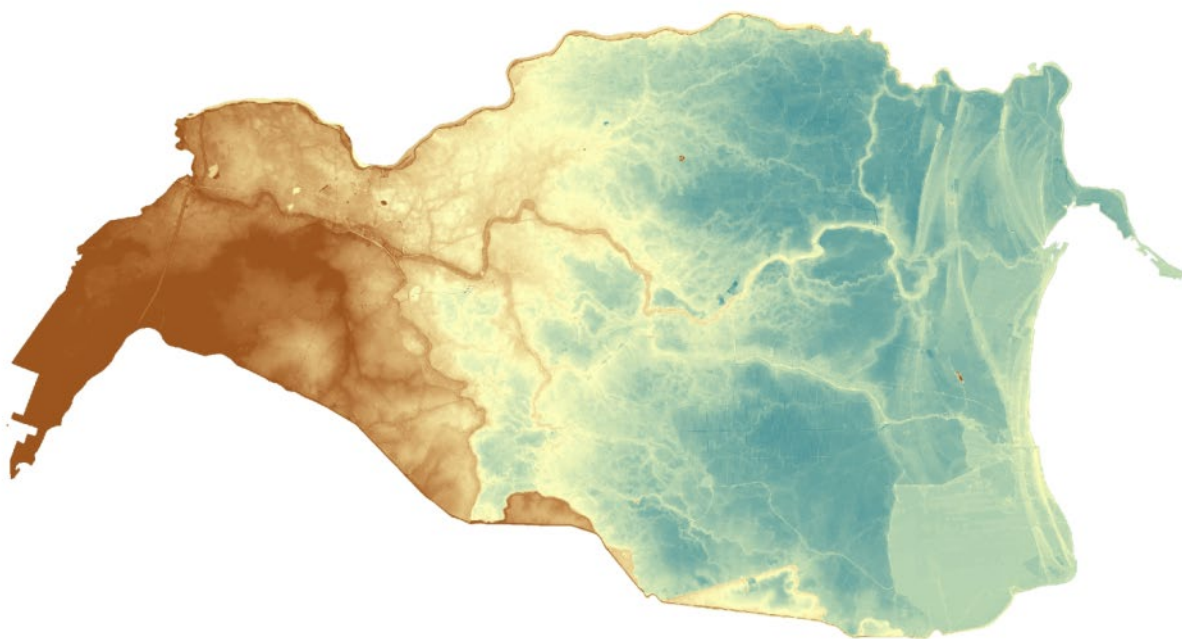
2 Cartografia di riferimento

Per la definizione del nuovo Piano di Classifica del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara, si è resa necessaria la ricerca e realizzazione di una serie di strati di cartografia tematica allo scopo di classificare le singole zone territoriali per l'attribuzione dei contributi, i quali dovranno essere messi in relazione all'effettivo beneficio diretto fornito dalle attività del Consorzio. A questo scopo sono state attentamente valutate le banche dati cartografiche disponibili in Regione e Provincia. Nel seguito di questo capitolo vengono trattate e descritte le banche dati scelte e vengono accennate le elaborazioni che sono state effettuate dai tecnici del Consorzio per renderle utilizzabili all'interno del Piano di Classifica. Per quanto concerne la permeabilità dei suoli, è stato svolto un lavoro di particolare impegno: si è scelto di avvalersi della carta della litologia di superficie della Provincia, effettuando una serie di integrazioni ed approfondimenti per riconoscere le condizioni di permeabilità, in particolare per le aree appartenenti al comprensorio del Consorzio esterne dal limite della Provincia di Ferrara (aree non comprese nella carta litologica della Provincia). Al fine di ottenere una dettagliata delimitazione delle aree urbanizzate ed al fine di individuare le particelle catastali relative alla viabilità, si sono resi necessari degli approfondimenti di studio del territorio, effettuati con strumenti di cartografia numerica. La complessa interazione fra la rete fognaria e la rete di bonifica è stata oggetto di uno studio che ha prodotto una serie di cartografie alla scala 1:25.000, che descrivono il grado di interazione delle reti per i centri urbani del comprensorio. Si è reso inoltre necessario il coinvolgimento del personale che opera sul territorio, al fine di individuare con precisione le aree territoriali servite dalle diverse metodologie di distribuzione irrigua, punti di approvvigionamento e sollevamento ai fini della distribuzione ed aree nelle quali viene posta una limitazione all'uso dell'acqua irrigua a causa dell'elevata conducibilità rilevata in periodi ricorrenti.

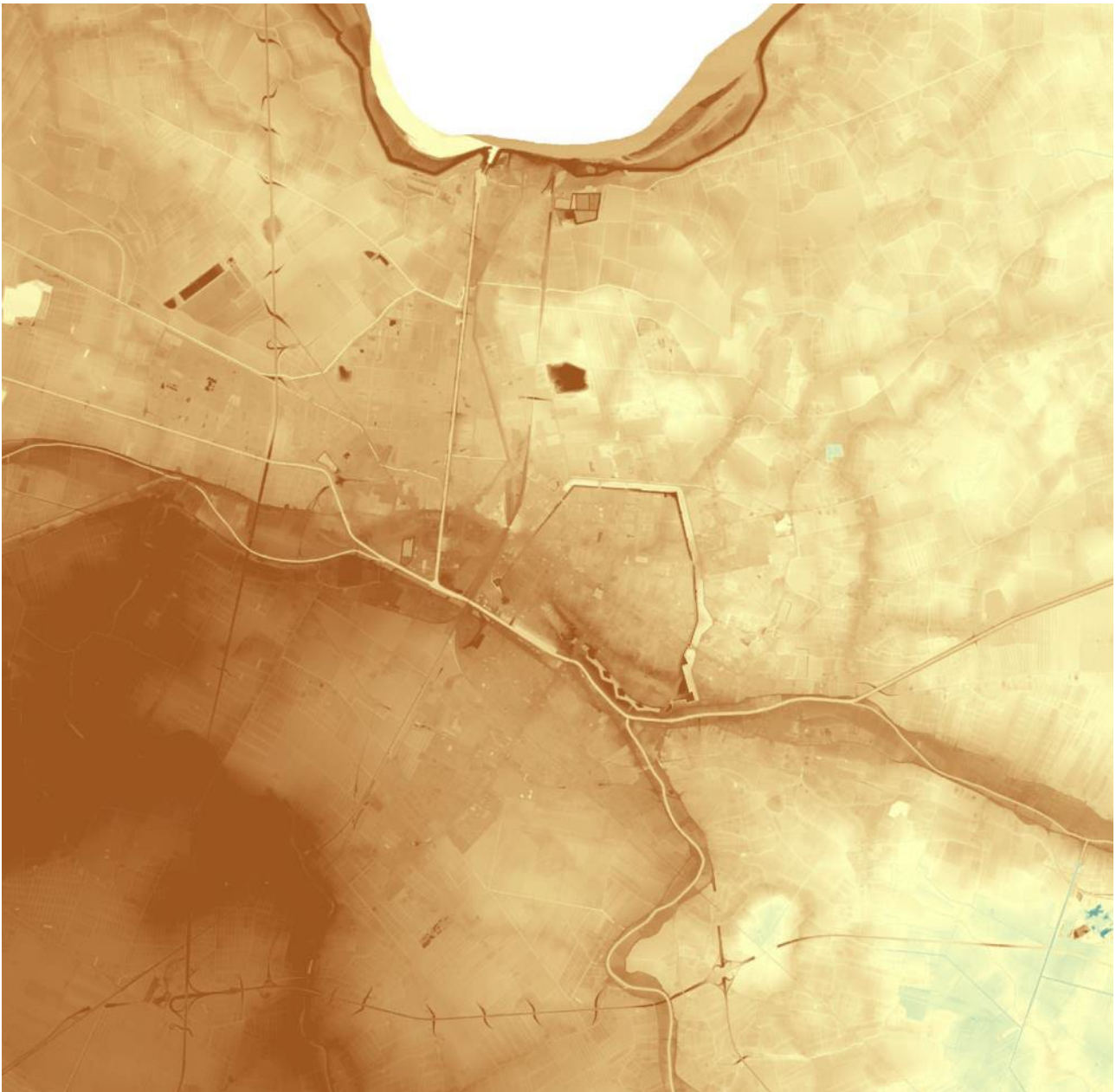
2.1 Carta altimetrica del comprensorio LIDAR – scala 1:100.000

Il Lidar (acronimo dall'inglese *Light Detection and Ranging* o *Laser Imaging Detection and Ranging*) è una tecnica di telerilevamento che permette di determinare la distanza di un oggetto o di una superficie utilizzando un impulso laser. Come per il radar, che al posto della luce utilizza onde radio, la distanza dell'oggetto è determinata misurando il tempo trascorso fra l'emissione dell'impulso e la ricezione del segnale riflesso. La sorgente di un sistema LIDAR è un laser, ovvero un fascio coerente di luce ad una ben conosciuta lunghezza d'onda, che viene inviato verso il sistema da osservare. La principale differenza fra il lidar e il radar è che il lidar può utilizzare diverse lunghezze d'onda (ultraviolette, nel visibile o nel vicino infrarosso), consentendo di localizzare e ricavare immagini e informazioni su oggetti molto piccoli, di dimensioni pari alla lunghezza d'onda usata. Il dato altimetrico Lidar è prodotto da un rilievo aereo con tecnologia laser-scanning (LiDAR), che permette di determinare la distanza di un oggetto o di una superficie utilizzando un impulso laser e quindi ricostruire la morfologia e ricavare le quote dei territori sorvolati.

Il dato utilizzato per il Piano di Classifica è il Lidar 2008. Allegato al documento di Applicazione è presente la cartografia “Modello altimetrico Lidar 2008” alla scala 1:100.000 (vedi Allegato 1). Le riprese relative alla regione Emilia Romagna sono state eseguite nel periodo fra febbraio al maggio 2008.



Dato altimetrico Lidar per l'intero comprensorio. I colori verso il blu sono rappresentativi delle quote basse (fino a -4 m s.l.m.) e verso il rosso delle quote più alte (fino a 22 m s.l.m.).



Il dato Lidar consente di apprezzare le variazioni altimetriche del terreno, filtrate da elementi quali ad esempio, edifici, automobili e vegetazione. Al centro dell'immagine è ben riconoscibile il perimetro murario della città di Ferrara.

Abbreviazioni utilizzate nel seguito della trattazione

LIDAR – Light Detection And Ranging

GPS – Global Positioning System

IMU – Inertial Measurment Unit

LASER – Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

SBET- Smoothed Best Estimated of Trajectory.

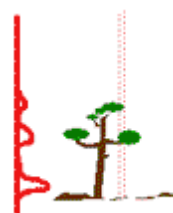


Nell'immagine di sinistra (anno 2008) è visibile l'Ospedale di Cona nella fase terminale della sua costruzione; nell'immagine di destra, la stessa area trasformata come dato di cartografia numerica in modello DTM Lidar 2008.

2.1.1 Descrizione generale del dato Lidar

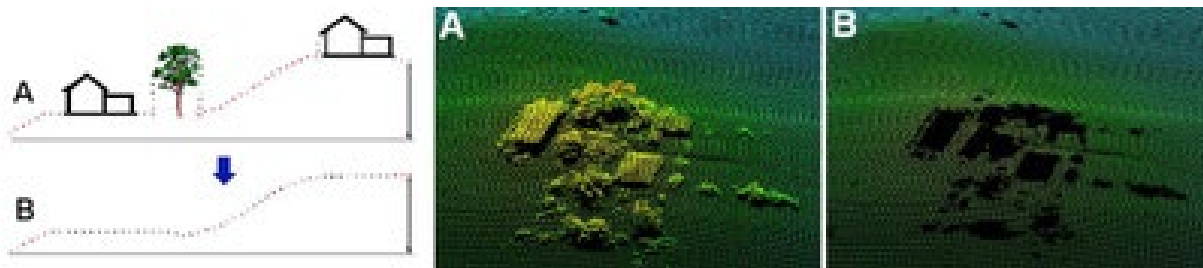
Il LIDAR (Light Detection and Ranging) è una tecnica di telerilevamento "attivo" per l'esecuzione di rilievi topografici ad alta risoluzione. Il rilievo viene effettuato tramite mezzo aereo sul quale è installato un laser scanner composto da un trasmettitore (essenzialmente un laser), da un ricevitore e da un sistema di acquisizione dati. La peculiarità del sistema è l'altissima velocità di acquisizione dei dati abbinata ad un'elevata risoluzione.

Ciò che si ottiene con un rilievo Lidar è un insieme di punti ad ognuno dei quali è associato un dato relativo alle coordinate geografiche (sistema WGS 84), alla quota (Z) calcolata sulla base della differenza di tempo intercorsa tra il segnale emesso e quello riflesso ed il valore dell'intensità di segnale riflessa (I). Analizzando i punti riflessi si osserva un ritorno multiplo del segnale, ed in presenza di vegetazione (non eccessivamente densa) il Lidar penetra riflettendo punti a vari livelli della fronda e al suolo.



*Punti riflessi lungo un profilo lidar.
Il raggio laser penetra la
vegetazione, se non eccessivamente
densa, e riflette quindi punti a vari
livelli.*

La nuvola dei punti laser contiene al suo interno informazioni geografiche su tutti gli elementi riflettenti presenti. Poiché il laser acquisisce la posizione di molteplici impulsi, si procede ad una classificazione del volume di dati al fine di attribuire ad ogni singolo punto un significato fisico specifico, discriminando gli impulsi che risultano appartenenti al suolo dagli impulsi classificabili come superfici arboree ed arbustive, elementi antropici quali cavi elettrici, ponti, edifici, automobili, etc.



Filtraggio degli elementi antropici- Sono evidenziati nel riquadro B gli elementi che, grazie al filtraggio, risultano appartenenti al suolo.

Dalla nuvola di punti totali si ottiene un Modello Digitale di Superficie (in inglese DSM, Digital Surface Model – (elemento A della figura), mentre per elaborazioni successive, che comprendono sia un filtraggio automatico che manuale, si estraggono i soli punti che appartengono al suolo da cui si ottiene un Modello Digitale del Terreno (DTM, Digital Elevation Model- Elemento B della figura).

L'intero sistema per l'acquisizione dei dati Lidar è costituito dalle seguenti componenti:

Il distanziometro laser (laser scanner), che emette uno stretto impulso laser ad alta frequenza deviato perpendicolarmente alla traiettoria da uno specchio rotante. Un sensore registra l'intensità del segnale riflesso e la quota del terreno (calcolata sulla base della differenza di tempo intercorsa tra il segnale emesso e quello riflesso).

Il sistema di posizionamento satellitare (GPS) e il sistema inerziale di navigazione (INS), installati a bordo, per determinare la posizione (x, y) e l'orientamento del mezzo aereo in ogni istante. Stazioni GPS a terra, posizionate sui vertici della rete geodetica (appositamente creata), per correggere la posizione dell'aereo in fase di post processing dei dati.

2.1.2 Strumentazione impiegata

La strumentazione adoperata per la produzione del dato Lidar è il sistema Laser Scan ALTM Gemini.

Il sistema Gemini è costituito da un laser operante nell'infrarosso vicino ($\lambda=1064$ nm) che invia impulsi di luce ad una frequenza che varia dai 33 ai 167 kHz a seconda dell'altezza di volo.

Gli impulsi laser vengono diretti verso uno specchio oscillante che riflette gli stessi in senso ortogonale alla direzione di avanzamento dell'aeromobile dove l'intero sistema è alloggiato.

La scansione del terreno deriva dalla combinazione dei due movimenti, quello di oscillazione dello specchio e quello di avanzamento dell'aeromobile.

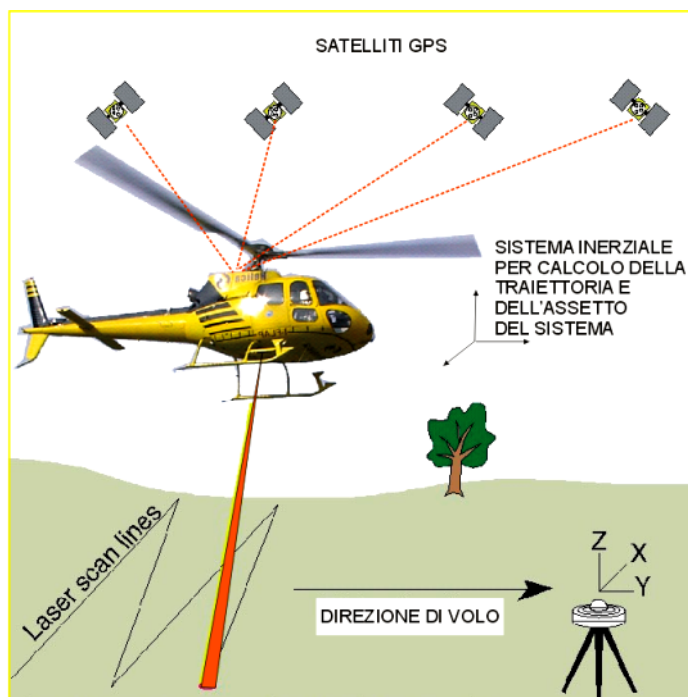
Il raggio laser, una volta colpito il suolo, viene riflesso e parte dell'energia incidente sul terreno ritorna verso lo specchio che convoglia il segnale luminoso ad un sistema di rilevamento che registra il tempo di ritorno dell'impulso.

Sulla base del valore registrato del tempo impiegato dalla luce a percorrere il tragitto relativo a: punto di emissione – riflessione – ricezione, si determina la distanza esatta fra lo specchio ed punto di riflessione al suolo.

L'intero sistema è montato rigidamente sull'aeromobile, la cui posizione esatta (vettore di stato) viene determinata mediante GPS (*Global Position System*).

Il calcolo della traiettoria dell'aereo che effettua il rilevamento, avviene mediante misure GPS differenziali cinematiche, avvalendosi anche di almeno una stazione fissa GPS posizionata su un punto noto entro 25 km dall'area del rilievo.

A questo punto i dati di posizione vengono integrati con quelli inerziali, che sono acquisiti ad una frequenza di 200 Hz. Alla traiettoria GPS vengono pertanto associati i dati di orientamento del sistema ed accelerometrici, ottenuti dall'unità di misura inerziale (IMU) montato sull'aereo rilevatore. L'IMU è costituita da un terna di giroscopi al laser che consentono una precisione di 0.02 gradi in rollio e beccheggio e 0.04 gradi in imbardata/direzione. La traiettoria viene ricalcolata e registrata ogni 50 millisecondi (pressappoco ogni 0.17 m al suolo). Integrando tutti questi dati con quelli di posizione istantanea dello specchio, si determina la posizione nello spazio dei punti che hanno riflesso il raggio laser e che saranno riferiti al sistema geodetico in cui opera il GPS, ovvero il sistema WGS84. L'errore associato alla misura effettuata dall'IMU determina in larga parte il livello di precisione del rilievo.



Schema della integrazione dei vari sistemi (GPS-IMU e Laser Scanning)

2.1.3 Principali fonti di errore nell'acquisizione dati Laser Scan

Il calcolo della traiettoria del sistema di rilevamento avviene in sostanza mediante la combinazione fra un sistema inerziale ed un GPS operante in doppia frequenza (bande L1 ed L2). L'impiego del sistema inerziale, costituito da tre giroscopi laser, consente di ricalcolare e registrare la posizione e l'assetto dell'aeromobile con una frequenza di 200 Hz, mentre l'uso del GPS consente di annullare altri possibili errori introdotti durante il movimento dell'aereo rilevatore. Semplificando il concetto, il dato GPS permette dunque di fissare in maniera assoluta la posizione del sistema con una precisione centimetrica.

Senza entrare nel dettaglio, si può riassumere che il grado di accuratezza dipende da una serie di fattori fra i quali si elenca:

- la modalità di elaborazione del dato GPS (differenziale con L1, differenziale con L1 ed L2, assoluto, ecc.)
- dalla distanza fra il master ed il GPS montato a bordo del velivolo

- la corretta pianificazione del rilievo in termini di copertura GPS (numero di satelliti, PDOP prevista, comunicazioni NANU)
- stato della ionosfera
- stato della troposfera
- presenza di *jamming* (disturbi elettromagnetici)
- modalità di esecuzione del rilievo stesso (esecuzione delle linee, traiettorie di ingresso nell'area del rilievo).

Valori tipici di precisione di posizione GPS sono dell'ordine di 0.10 metri rms (Cramer, 1999). A questi errori si devono aggiungere quelli derivanti dal sistema laser stesso ovvero come ad esempio quelli relativi all'indeterminazione della posizione angolare istantanea dello specchio oppure errori sistematici nella determinazione del tempo intercorrente fra l'emissione e la ricezione dell'impulso.

Stazioni GPS a Terra.

Come già accennato, per garantire il rispetto delle precisioni piano altimetriche, è necessario effettuare una correzione differenziale dei dati GPS registrati dal sensore durante la ripresa in modo da ottenere la massima accuratezza possibile nel posizionamento dell'aeromobile in volo.

E' pertanto necessario registrare in contemporanea alla ripresa i dati GPS con una o più stazioni a terra, per effettuare poi la correzione differenziale.

Le stazioni utilizzate fanno parte della rete GPS Assogeo, della rete Leica Italpos, della rete TIM; sono state inoltre utilizzate stazioni di CGR presso la sede di Parma ed opportunamente dislocate per ottenere la desiderata copertura territoriale (con stazioni mobili dedicate).

Tutte le stazioni utilizzate hanno registrato i dati GPS con intervallo di 1 secondo, necessario per questo tipo di applicazione.

Tutti i dati di queste stazioni sono stati scaricati ed utilizzati nel Postprocessing

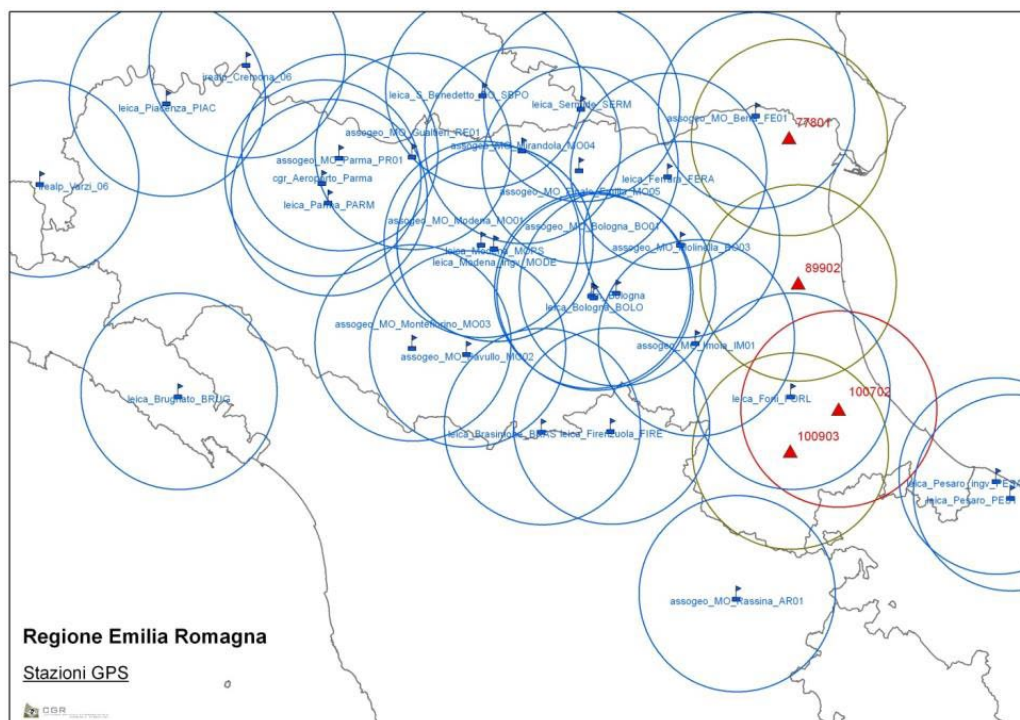
Tutti i punti in cui sono installate queste stazioni sono punti inquadrati in IGM95, ed i gestori delle reti sono in grado di fornire le coordinate delle stazioni nel sistema di riferimento ufficiale.

La figura seguente illustra la posizione delle stazioni utilizzate per il calcolo ed un raggio di 30 km attorno ad esse, per mostrare la copertura dell'area da rilevare.

Le stazioni Assogeo fanno parte della rete Trimble e sono gestite da Assogeo. Sono Stazioni GPS Permanenti, collegate a punti trigonometrici IGM95, utilizzate ormai da diversi anni per l'elaborazione delle traiettorie dei voli eseguiti dalla Compagnia Generale Riprese Aeree con risultati sempre ottimali.

Le stazioni Leica fanno parte della rete Leica SmartNet ItalPoS, la prima rete di stazioni permanenti GNSS a copertura nazionale.

Il progetto Leica SmartNet è sviluppato grazie alla collaborazione di numerose università, enti pubblici e privati, che hanno collaborato alla realizzazione e alla divulgazione della rete stessa.



Distribuzione delle stazioni GPS al suolo, utilizzabili per la calibrazione del dato.

L'elevata qualità dei dati distribuiti dalla rete Leica SmartNet ItalPoS è garantita da G3 “Gruppo di Geodesia e Geomatica”, Associazione Scientifica fra Politecnico di Milano, Politecnico di Torino e Università Sapienza di Roma, che esegue il monitoraggio e la validazione dei dati tramite proprie e comprovate procedure.

Tutte le stazioni GPS utilizzate sono state inquadrare nella rete IGM95.

2.1.4 Qualità del dato

Il rilievo è stato pianificato accuratamente sia per quanto concerne le caratteristiche della costellazione GPS che per i parametri di acquisizione che hanno permesso di ottenere una densità media di punti al suolo di circa 1 punto al m².

Le condizioni meteo nelle giornate dei rilievi erano da buone ad eccellenti a seconda della zona considerata.

Il Lidar 2008 è costituito da una griglia quadrata regolare di 1x1 metro in coordinate terreno ed include tutte le strutture, quali gli edifici e la vegetazione, che non fanno parte strettamente del terreno stesso.

L'accuratezza garantita dal sistema è di: densità dei punti: 0.5 punti/m²; precisione planimetrica: 1 m; precisione altimetrica: 20 cm.

Informazioni tecniche tratte da:

- *Relazione Tecnica Rilievo PST-A Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Regione Emilia Romagna*
- <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/costa/il-rilievo-lidar>
- http://servizigis.regione.emilia-romagna.it/wms/agea2008_rgb

2.2 Nuova carta della permeabilità dei suoli del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara – scala 1:100.000 – Accorpamento in tre classi di permeabilità

La cartografia utilizzata per il Piano di Classifica è presente come Allegato 2 “Carta della Permeabilità dei Suoli del Comprensorio di Bonifica Pianura di Ferrara”, alla scala 1:100.000.

La carta della permeabilità del territorio del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara è stata ottenuta prevalentemente elaborando la carta litologica della Provincia prodotta nel 1982 dall'Istituto di Geologia dell'Università di Ferrara. Tale carta era stata realizzata partendo dalle classificazioni granulometriche dei terreni messe a disposizione dall'Associazione Nazionale Bieticoltori (di seguito indicata con l'acronimo ANB) e da un cospicuo numero di analisi integrative eseguite dai tecnici dell'Università.

Ogni campione era stato ottenuto dall'ANB mescolando il materiale prelevato da 3 livelli dello strato di terreno che va da 5 a 80 cm di profondità in 4-6 punti omogeneamente distribuiti su un'area di qualche ettaro.

Questo sistema di campionamento rappresenta un primo grosso limite dell'indagine litologica qui assunta come base; un'indagine che, pur risultando utile alle aziende, spesso si discosta eccessivamente dal panorama geomorfologico della provincia, per quanto le integrazioni a suo tempo eseguite dai geologi dell'Università di Ferrara abbiano cercato di operare delle correzioni in tal senso, prelevando altri campioni in modo più fedele alle caratteristiche geologiche del territorio. Era del resto impossibile per i ricercatori universitari, nei tempi assegnati, rifare tutto il campionamento e le analisi (che avevano richiesto all'ANB quasi un decennio di lavoro).

Un altro limite della cartografia tematica di base è costituito dal fatto che essa ha fatto ricorso ad una classificazione dei tipi litologici ideata da Bouyoucos, non a quella, più diffusa negli studi sedimentologici, stabilita da Wentworth (1922). Stante la disponibilità di una grande quantità di dati ANB già definiti con tale scala Bouyoucos, e in mancanza dei campioni originali, anche i geologi hanno dovuto uniformarsi.

Premesso che nel Ferrarese, in superficie, non sono mai rappresentati sedimenti ghiaiosi, ne' sono state individuate sabbie con granuli di diametro superiore a 1 mm, il lavoro è quindi consistito nel classificare campioni con granuli di diametro inferiore a 1 mm. In questo campo la scala di Bouyoucos definisce SABBIE le particelle di diametro superiore a 0,08 mm, LIMI quelle comprese tra 0,08 e 0,02 mm, ARGILLE quelle inferiori a 0,02 mm. Wentworth invece classifica sabbie quelle comprese tra 2 e 0,0625 mm, limi quelle comprese tra 0,06 e 0,0039 mm e argille quelle inferiori a 0,0039 mm. In definitiva, rispetto a Wentworth, i limiti adottati per le tre classi, nella suddetta carta litologica, risultano spostati verso dimensioni maggiori, specialmente per quel che riguarda il limite argilla-limo. Di conseguenza, come è possibile vedere nella fig. 1, il campo delle argille risulta assai più ampio nella scala Bouyoucos adottata per questa carta, mentre risulta sensibilmente più ristretto quello dei limi e leggermente ristretto anche quello delle sabbie.

La classificazione dei vari campioni in base alle suddette classi granulometriche componenti, per la redazione della carta litologica, è stata poi eseguita per mezzo del diagramma triangolare di Shepard (1954), riportato in fig. 2.

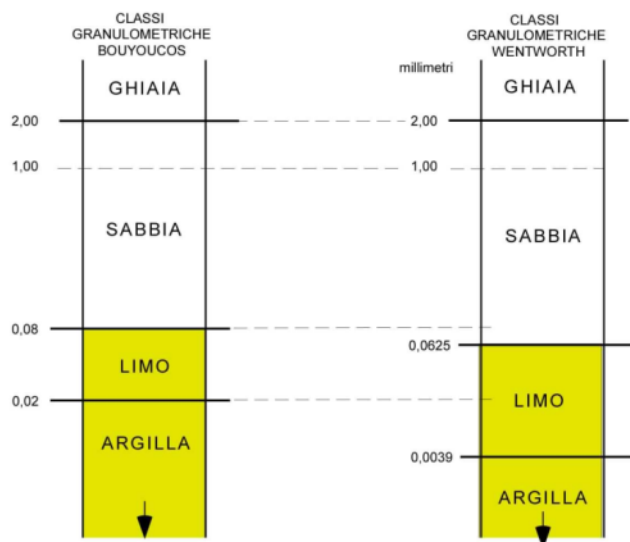
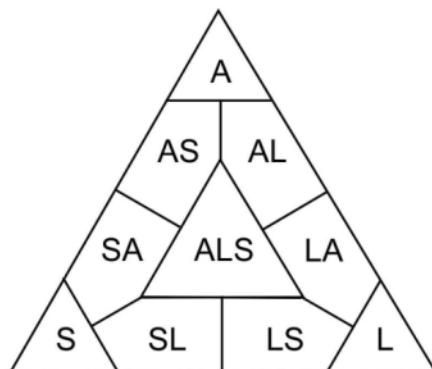
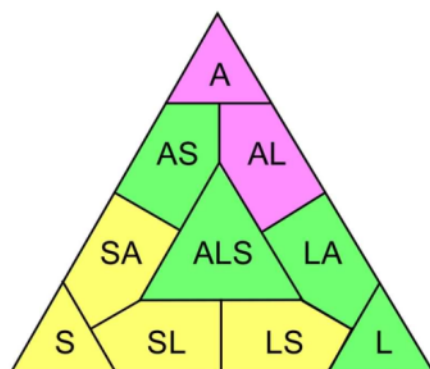


Fig. 1 - Confronto tra le scale granulometriche di Bouyoucos e di Wentworth.



- S - sabbie
- SL - sabbie limose
- SA - sabbie argillose
- L - limi
- LS - limi sabbiosi
- LA - limi argillosi
- A - argille
- AS - argille sabbiose
- AL - argille limose
- ALS - miscele ternarie equilibrate di sabbia-limo-argilla

Fig. 2 - Il triangolo di Shepard per classificazione dei tipi litologici con granuli inferiori a 2 mm di diametro.



TERRENI PERMEABILI

- S - sabbie
- SL - sabbie limose
- SA - sabbie argillose
- LS - limi sabbiosi

TERRENI POCO PERMEABILI

- L - limi
- LA - limi argillosi
- AS - argille sabbiose
- ALS - miscele ternarie equilibrate di sabbia-limo-argilla

TERRENI IMPERMEABILI

- A - Argille
- AL - Argille limose

Fig. 3 - Il triangolo di Shepard per l'associazione tessitura-permeabilità

A questo punto, per ottenere da tale carta litologica una carta della permeabilità dei terreni idonea per il PdC, sono stati operati i seguenti raggruppamenti, evidenziati anche in fig. 3.

TERRENI PERMEABILI = sabbie, sabbie limose, sabbie argillose, limi sabbiosi

TERRENI POCO PERMEABILI = limi, limi argillosi, argille sabbiose, miscele ternarie di sabbie argille e limi

TERRENI IMPERMEABILI = argille, argille limose, argille torbose.

La scelta fra il comprendere i limi nel raggruppamento dei terreni permeabili o di quelli poco permeabili si è rilevata più teorica che reale, dal momento che nella Carta Litologica della Provincia i limi schietti non sono quasi mai rappresentati.

Esistono inoltre varie aree del territorio consortile che ricadono fuori dalla Provincia di Ferrara, e quindi non sono rappresentate dalla Carta Litologica provinciale:

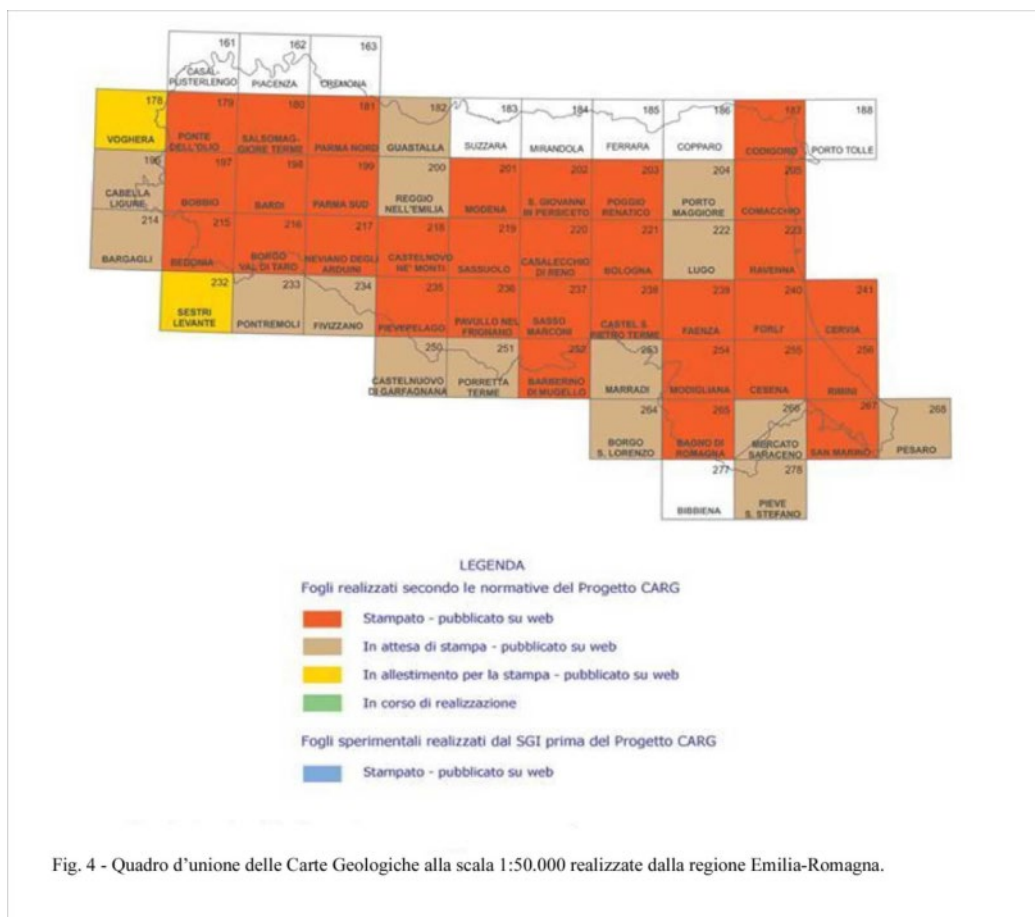
- una vasta area in destra del fiume Panaro, fra Finale Emilia e Casumaro, in Comune di Finale Emilia (Modena)
- un'altra vasta area a sud di Cento, in Comune di San Giovanni in Persiceto (Bologna)
- l'area in sinistra del Reno, fra Passo Segni e S.Maria Codifiume, in Comune di Baricella (Bologna)
- una parte del bacino del Cavo Spina, ricadente nell'ansa di Consandolo, fra il paleoalveo del Po di Primaro e il drizzagno del Reno, in Comune di Molinella (Bologna)
- il bacino della ex Valle Amara, fra il paleoalveo del Po di Primaro (confine della Provincia di Ferrara) e il drizzagno del Reno, in Comune di Alfonsine
- l'ansa di Anita, fra il paleoalveo del Po di Primaro (confine della provincia di Ferrara) e il drizzagno del Reno, in Comune di Alfonsine
- la cosiddetta "ansa del Diavolo", in Comune di Ravenna, fra il vecchio corso del Reno (confine della provincia di Ferrara) e il drizzagno del Reno su cui sorge il sostegno di Volta Scirocco
- l'ampia fascia di territorio tra le Valli di Comacchio e il mare, compresa tra il Canale Bellocchio (confine della provincia di Ferrara) e il fiume Reno, pure in Comune di Ravenna.

Per queste aree si è fatto ricorso ad altre fonti (tra cui cartografie della litologia di superficie).

Altre fonti utilizzate per lo studio e la realizzazione della carta

Per definire la permeabilità nelle sopraelencate 8 aree sono stati incrociati i dati di 5 diverse fonti:

- 1) le carte della litologia di superficie (ove esistenti) prodotte dai vari comuni per il rispettivi PSC o PAE
- 2) gli studi eseguiti dopo gli anni Ottanta dalla Regione Emilia Romagna per la costruzione delle seguenti Carte Geologiche alla scala 1:50.000, il cui quadro d'unione è riportato nella fig. 4:
 - F. 202 - S.Giovanni in Persiceto
 - F. 203 - Poggio Renatico
 - F. 204 - Portomaggiore
 - F. 205 - Comacchio
 - F. 222 - Lugo
 - F. 223 – Ravenna



- 3) una banca dati di sondaggi e penetrometrie messe a disposizione dal Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna. Nell'analisi delle penetrometrie si è cercato di ricostruire l'ultimo ambiente deposizionale, in considerazione del fatto che la resistenza incontrata dallo strumento nel primo metro di sedimenti potrebbe essere stato falsato da fenomeni di sovraconsolidamento superficiale;
- 4) dei carotaggi speditivi in alcuni punti del territorio dove non si avevano sufficienti informazioni dalle altre fonti effettuati a cura dell'Ufficio Rilevamento del Settore Sistema Informativo Geografico;
- 5) la Carta Geomorfologica della Pianura Padana, che è stampata alla scala 1:250.000 ma che proviene da rilievi di scala 1:25.000, ai quali si è fatto riferimento in questo studio (contattando a tal fine l'unità operativa di Ferrara, presso l'Università).

Per l'area in destra del fiume Panaro, fra Finale Emilia e Casumaro, si è fatto riferimento alla carta geolitologica del Comune di Finale Emilia, all'esame di sondaggi e penetrometrie e alla Carta Geomorfologica della Pianura Padana.

Per l'area a sud di Cento si è fatto riferimento alla carta litologica prodotta nel PSC del Comune di San Giovanni in Persiceto, al foglio geologico 202, a sondaggi e penetrometrie e alla Carta Geomorfologica della Pianura Padana.

Per l'area in sinistra del Reno, fra Passo Segni e S.Maria Codifiume, si è fatto riferimento alla carta litologica prodotta nel PSC del Comune di Baricella, al foglio geologico 203, a sondaggi e penetrometrie e alla Carta Geomorfologica della Pianura Padana.

Per il bacino del Cavo Spina si è fatto riferimento alla carta litologica prodotta nel PSC del Comune di Molinella, al foglio geologico 203, a sondaggi e penetrometrie e alla Carta Geomorfologica della Pianura Padana.

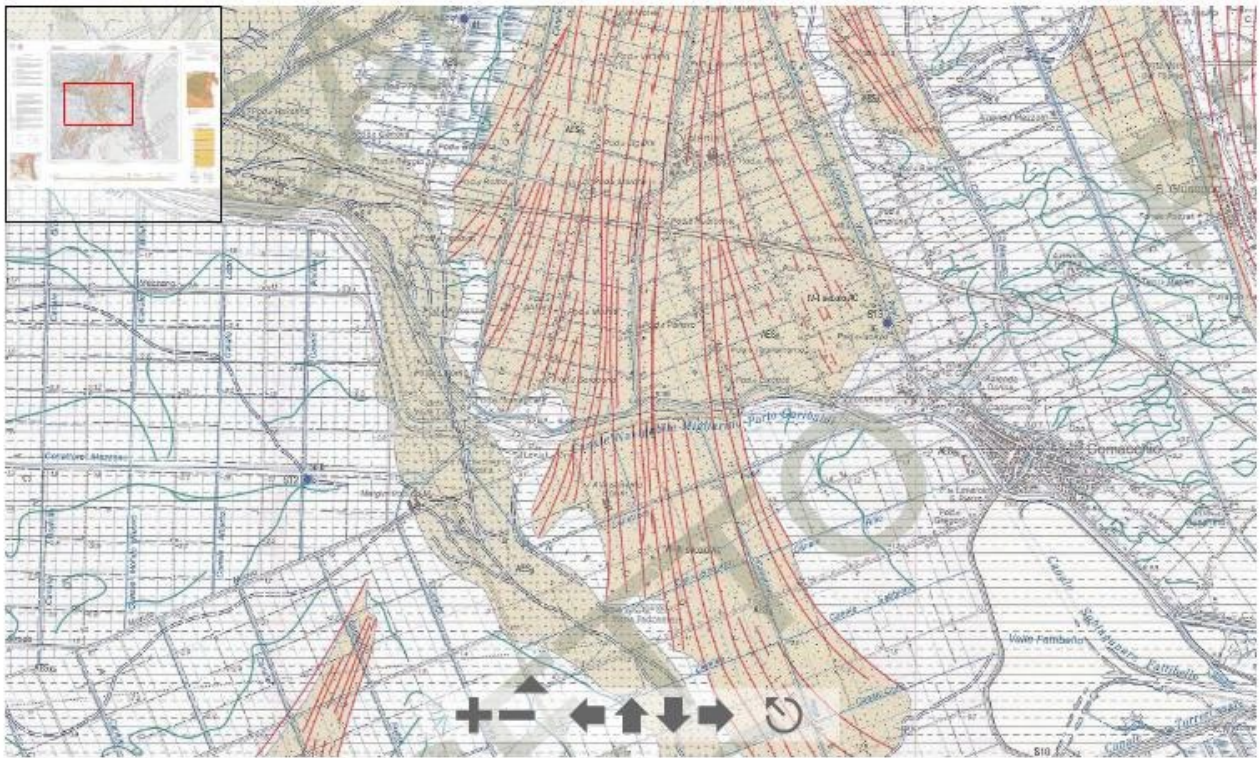
Per il bacino della ex Valle Amara si è fatto riferimento alla carta litologica prodotta nel PSC del Comune di Alfonsine, ai fogli geologici 222 e 223, a sondaggi e penetrometrie e alla Carta Geomorfologica della Pianura Padana.

Per l'ansa di Anita si è fatto riferimento alla carta litologica prodotta nel PSC del Comune di Alfonsine, al foglio geologico 223, a sondaggi e penetrometrie e alla Carta Geomorfologica della Pianura Padana.

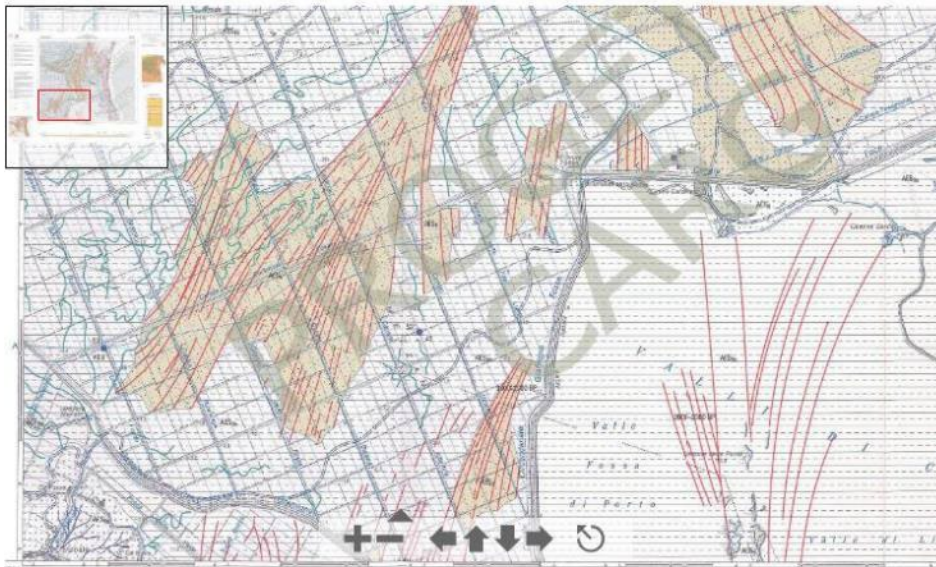
Per la cosiddetta "ansa del Diavolo" si è fatto riferimento alla carta litologica prodotta nel PSC del Comune di Ravenna, al foglio geologico 223 e alla Carta Geomorfologica della Pianura Padana.

Per la fascia di territorio tra le Valli di Comacchio e il mare, compresa tra il Canale Bellocchio e il Reno, si è fatto riferimento alla carta litologica prodotta nel PSC del Comune di Ravenna, ai fogli geologici 205 e 223, a sondaggi e penetrometrie e alla Carta Geomorfologica della Pianura Padana.

Questi tipi di indagini sono risultati utili anche nell'ambito del territorio provinciale ferrarese, per operare ulteriori riallineamenti tra la Carta Litologica della Provincia e la realtà geologica del territorio, ossia per procedere a colmare altre lacune derivanti dal sistema di campionamento adottato dall'ANB. Questo lavoro di rettifica è apparso particolarmente necessario ed importante nelle aree di più recente bonifica, come il bacino del Mezzano, che al tempo del campionamento presentavano ancora sedimenti superficiali, quali i limi neri di ambiente riducente-salmastro e soprattutto le torbe, che negli ultimi decenni hanno subito notevoli alterazioni per disidratazione ed ossidazione che hanno ridotto sensibilmente il loro spessore, e che oggi talora vanno a costituire solo una porzione del primo metro di suolo. Anche per altre cause del resto, nelle aree di più recente bonifica, oggi la permeabilità risulta essere aumentata rispetto al quadro presentato dalla Carta Litologica della Provincia; fra queste cause vanno annoverate in particolare le arature più profonde, che hanno messo alla portata dell'infiltrazione superficiale potenti corpi sabbiosi attribuibili a grandi paleoalvei e, soprattutto, alle strutture litoranee del ciclo regressivo olocenico. In queste operazioni di verifica è stato anche consultato il F. 187 Codigoro, che però non ha segnalato sensibili disallineamenti rispetto alla carta litologica della Provincia di Ferrara; gli altri fogli geologici che interessano il territorio consortile (Ferrara e Copparo) non sono ancora stati realizzati.



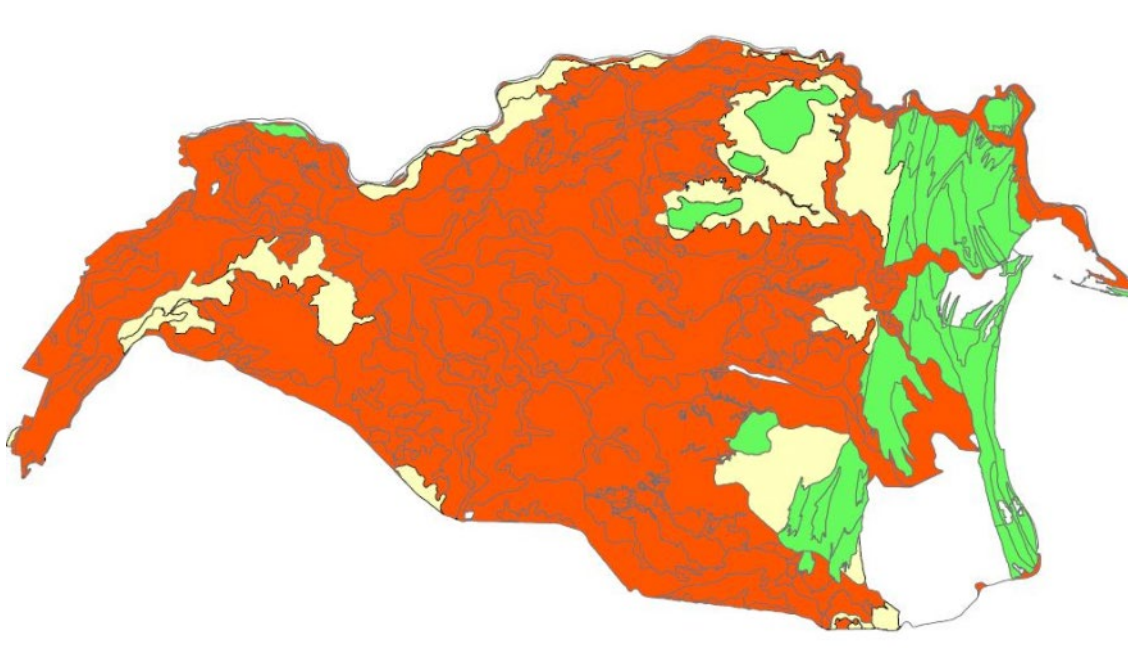
Carta Geologica alla scala 1:50.000 Foglio 205 Comacchio, progetto Carg-Ispra. Particolare della Carta Geologica con i territori a ovest di Comacchio. Per la più gran parte queste aree erano già segnalate come sabbiose anche nella carta litologica provinciale ANB.



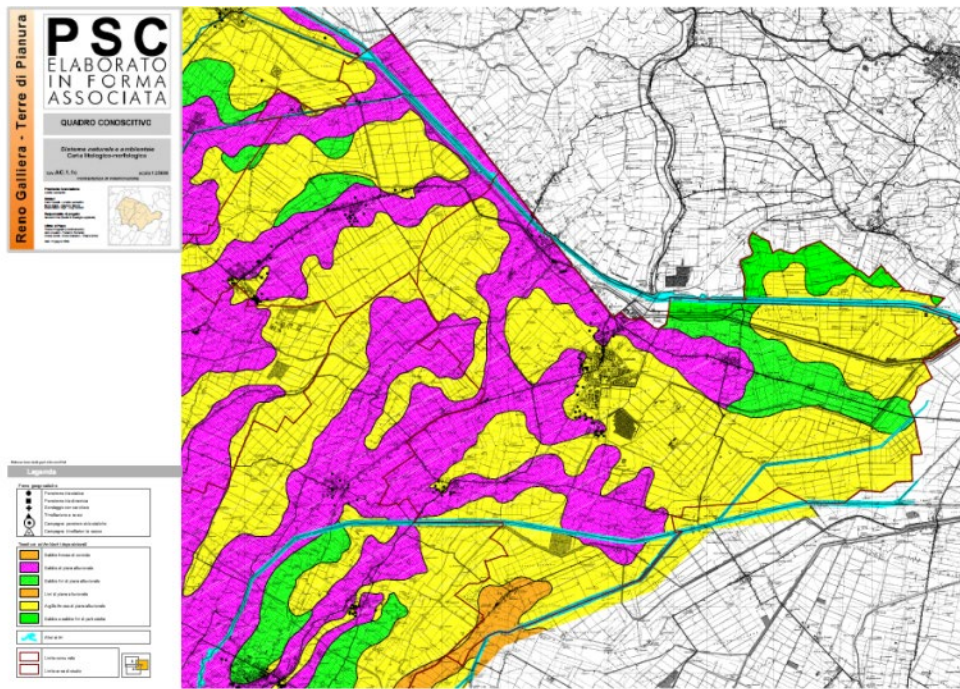
Carta Geologica alla scala 1:50.000 Foglio 205 Comacchio, progetto Carg-Ispra. Area sud. Particolare della Carta Geologica alla scala 1:50.000 Foglio 205 Comacchio che mette in evidenza paleoalvei e antichi cordoni litoranei sabbiosi nel settore sud orientale del bacino del Mezzano . Al tempo dei rilievi per la carta litologica provinciale queste strutture erano coperte da notevoli spessori di sedimenti fini torbosi, per cui erano risultati impermeabili; la forte riduzione di volume avvenuta negli ultimi 40 anni in questi sedimenti, anche per ossidazione della componente vegetale, e le arature hanno ormai reso permeabili questi terreni.



Carta Geologica alla scala 1:50.000 Foglio 223 Ravenna, progetto Carg-Ispra. Area nord. Particolare della Carta Geologica alla scala 1:50.000 Foglio 223 Ravenna con le porzioni meridionali dei cordoni litoranei sabbiosi segnalati nella figura precedente. Anche questi terreni, in precedenza quasi impermeabili, sono ormai da considerare permeabili



Carta della permeabilità dei suoli ottenuta dalla Carta Regionale Pedologica con aggancio tabellare effettuato dal Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara. Anche questi dati sono stati presi in considerazione per la costruzione della carta della permeabilità del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara. In Verde sono riportate le aree permeabili, in giallo le aree a media permeabilità e in rosso le aree impermeabili. Il dato di permeabilità estratto dalla Carta Pedologica della Regione Emilia Romagna, ugualmente segnala prevalentemente permeabile il settore sud-orientale del bacino del Mezzano



Associazione di Comuni Terre di Pianura, PSC elaborato in forma associata, quadro conoscitivo, carta litologico-morfologica, 2010 (utilizzata per l'area del Comune di Baricella)

BIBLIOGRAFIA della carta

Dati Comunali

Comune di Finale Emilia, Variante Generale P.A.E. 2013, Relazione geologica, carta della litologia di superficie

http://sito.comunefinale.net/ambiente/PAE/Revisione_doc_2014/Relazione%20Geologica.pdf

San Giovanni in Persiceto, Unione Terre d'Acqua, PSC, Quadro Conoscitivo, carta della litologia di superficie, 2010

<http://www.terredacqua.net/SERVIZI-ASSOCIATI/PSC/PSC/San-Giovanni-in-Persiceto/QUADRO-CONOSCITIVO2/QC.6-SUOLO-SOTTOSUOLO-ACQUE/Relazione>

Associazione di Comuni Terre di Pianura, PSC elaborato in forma associata, quadro conoscitivo, carta litologico-morfologica, 2010 (utilizzata per le aree nei Comuni di Baricella e Molinella)

http://clienti.offdig.com/terre_pianura/psc/Bin/Mo.htm

Unione dei Comuni della Bassa Romagna, Urbanistica, PSC, quadro conoscitivo, cartografia, carta litologica, 2009 (utilizzata per l'area nel Comune di Alfonsine)

<http://www.labassaromagna.it/Guida-ai-Servizi/Urbanistica/Piano-Strutturale-Comunale-PSC/Quadro-Conoscitivo-QC/Cartografia/%28offset%29/20>

Comune di Ravenna, PSC, Sistema Naturale Ambientale, cartografia, litologia di superficie, 2003.

<http://www.comune.ra.it/Aree-Tematiche/Ambiente-Territorio-e-Mobilita/Urbanistica/Progettazione-Urbanistica/P.S.C.-Piano-Strutturale-Comunale/Quadro-Conoscitivo/Elaborati-Grafici-Quadro-Conoscitivo/Sistema-Naturale-Ambientale>

Dati provinciali

Provincia di Ferrara, Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, Carta della Litologia di Superficie, Ferrara 1982-1997.

http://www.provincia.fe.it/download/QC0_0_%20Litologia.jpg?server=sd2.provincia.fe.it&db=/intranet/internet.nsf&uid=81FADCB119F50B5CC125790C0024ADCA

Dati regionali e nazionali

ISPRA - Carta Geologica d'Italia 1:50.000, Progetto CARG-ISPRA.

www.isprambiente.gov.it/Media/carg/index.html

M.U.R.S.T. - Carta Geomorfologica della Pianura Padana alla scala 1:250.000. coord. Castiglioni G.B., S.EL.CA., Firenze 1997.

AA.VV. - Note illustrative della Carta Geomorfologica della Pianura Padana, a cura di G.B. Castiglioni & G.B. Pellegrini, Supplementi di Geografia fisica e dinamica quaternaria, suppl. IV, 2001, Comitato Glaciologico Italiano, Torino 2001.

2.3 Carta dei bacini di scolo e degli ordini di afferenza – scala 1:100.000

La cartografia utilizzata per il Piano di Classifica è presente come Allegato 3 “Carta dei Bacini di Scolo e degli Ordini di Afferenza”, alla scala 1:100.000.

La carta è il prodotto di un lungo e dettagliato studio riguardante la rete di bonifica. E' l'elemento fondamentale nella definizione di vari indici tecnici del beneficio idraulico indicati nel Piano in quanto, una volta completate le opportune elaborazioni, la corrispondente tabella degli attributi conterrà, per ciascun bacino elementare, tutte le informazioni necessarie per il calcolo di alcuni degli indici di classifica, nonché il loro valore. Nella tabella seguente si riporta l'elenco delle informazioni memorizzate, rilevanti ai fini della classifica:

Colonna	Descrizione contenuto
Cod_CBPF	Codice dell'area (bacino elementare)
Denominazione	Denominazione dell'area
Area	Superficie m ² dell'area
AreaCompl	Superficie (m ²) complessiva del bacino a cui appartiene l'area, seguendo l'ordine di afferenza
Bacino	Codice del bacino principale a cui appartiene l'area (la codifica trova riscontro con il Cod_CBPF)
SottoBacino	Codice del sottobacino di 1° livello a cui appartiene l'area (la codifica trova riscontro con il Cod_CBPF)
Densita	Densità delle opere di scolo nel bacino, al termine del calcolo corrispondente
BaciniMC	Elenco dei bacini interferenti posti a monte o circostanti; l'elenco è formato dai Cod_CBPF dei bacini elementari interferenti, separati da un carattere “;” (punto e virgola)
MacroDist	Nel calcolo del parametro di normalizzazione dell'indice di sofferenza idraulica, indica la necessità di aggregare le superfici per bacino principale
H_MAX	Prevalenza geodetica (m) dell'area
LunCompl	Lunghezza complessiva (m) dei canali di scolo del bacino a cui appartiene l'area, seguendo l'ordine di afferenza
ISSMed	Indice di omogeneizzazione delle superfici medio per il bacino

Nel seguito sono descritti i singoli bacini di scolo.

2.3.1 – Metodologia adottata per l'analisi dei bacini di scolo e definizioni

Per individuare i bacini di scolo, come già detto, è innanzitutto necessario stabilire in quale situazione di funzionamento deve essere considerato il sistema idraulico in questione. Le condizioni più significative secondo le quali la rete di scolo può funzionare, sono due: ordinarie o alle massime portate di progetto; le modalità di deflusso delle acque e di conseguenza le fisionomie e le gerarchie dei bacini di scolo variano, talvolta anche in maniera significativa, a seconda che ci si metta nella prima o nella seconda delle due ipotesi. Per questo motivo si rende necessario identificare una specifica situazione idraulica di riferimento che permetta di fotografare le modalità di scolo del sistema in un suo ben preciso regime di funzionamento.

E' stato scelto di fare riferimento alla situazione di esercizio ordinario della rete di bonifica ovvero alle condizioni in cui ciascun canale o Impianto Idrovoro si trova a regime pur non funzionando al massimo delle sue potenzialità.

Non si possono tuttavia trascurare gli aspetti legati alle condizioni di massima operatività del sistema, ovvero la precisa connotazione della rete anche in condizioni di massimo rischio idraulico. A tale proposito, si è scelto di identificare un campo del database nel quale verranno riportate una serie di informazioni in merito ai singoli bacini di scolo, quali ad esempio le eventuali stazioni di sollevamento ausiliarie che operino in qualità di scolmatori o altre manovre idrauliche che costituiscano comunque alternative di scolo.

Verrà inoltre specificato nel campo "PUNTO_SC" del database il punto di scolo del bacino in esercizio ordinario.

Di seguito si elencano alcune definizioni di uso ricorrente nella tecnica idraulica di bonifica.

Franco di coltivazione

E' la distanza minima ammissibile fra la superficie del terreno e la falda freatica, per garantire ovunque nel terreno il mantenersi delle condizioni di umidità più favorevoli ad ogni singola coltura. In Italia si adottano normalmente i seguenti valori: prati naturali e cereali 50 – 60 cm; mais 70 cm; colture legnose 1 m.

Franco di bonifica

E' il dislivello che in tempo normale deve esistere fra la superficie del terreno e l'acqua nei fossi.

Il franco di bonifica è in genere superiore di 30 – 40 cm rispetto al franco di coltivazione, essendo di tale misura l'abbassamento che la falda freatica subisce per effetto dei fossi drenanti, rispetto alla maggiore elevazione della falda stessa in mezzeria fra due fossi contigui.

Zero di bonifica

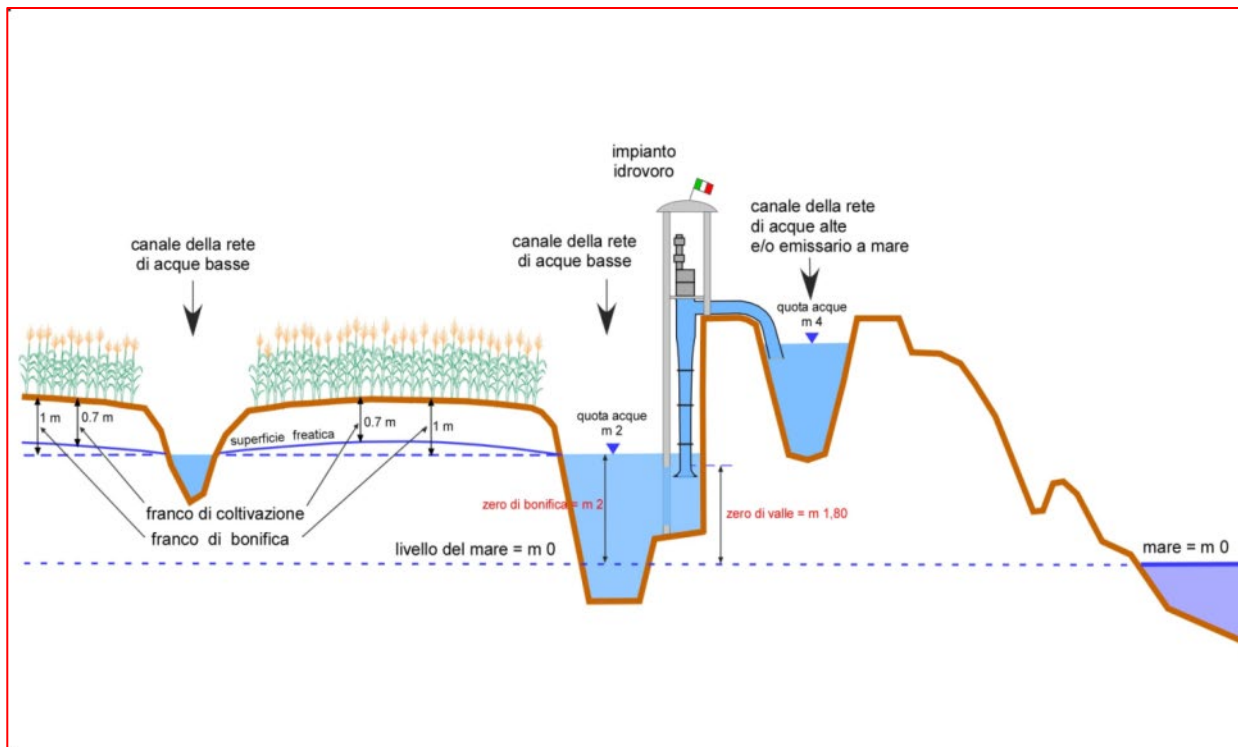
E' il livello al quale devono essere mantenute le acque nella vasca di aspirazione delle idrovore perché il profilo liquido nei canali corrisponda al franco di bonifica.

Zero di valle

E' il livello minimo alla bocca di aspirazione della pompa, adottato per lo stacco delle pompe in grado di garantire il mantenimento dello zero di bonifica nei terreni circostanti l'area drenata dall'impianto.

Al di sotto di questo livello si ritiene inutile il funzionamento delle pompe perché l'abbassamento già ottenuto nella falda freatica è sufficiente a garantire il franco di

coltivazione. Un'ulteriore abbassamento del livello dell'acqua nella rete porterebbe ad un franco di coltivazione eccessivo, con conseguenza di carenza d'acqua agli apparati radicali delle piante.



Schema di rapporti altimetrici fra acque superficiali e superficie freatica

2.3.2 Gerarchia dei bacini di scolo

Un passo fondamentale per comprendere l'esatto funzionamento della bonifica è quello di individuare in maniera precisa la gerarchia secondo la quale i bacini sono organizzati. Per quel che riguarda il presente lavoro si è deciso di individuare tre ordini di afferenza, cioè: *bacino principale* (ordine 1), *sottobacino di primo livello* (ordine 2), *sottobacino di secondo livello* (ordine 3).

Le acque di tutti i bacini di scolo vengono infine convogliate in una serie di vettori idraulici esterni alla bonifica che – come si vedrà in seguito - possono essere considerati gli elementi di “ordine zero” del sistema. Questi elementi sono ad esempio: il *Canale Boicelli*, il *Po di Volano*, il *Po di Primaro*, il *Po di Goro*, il *Po*, il *Canale Navigabile Migliarino-Porto Garibaldi*, ecc., nonché naturalmente il Mare Adriatico, cui a loro volta tutti gli elementi di ordine zero fanno capo.

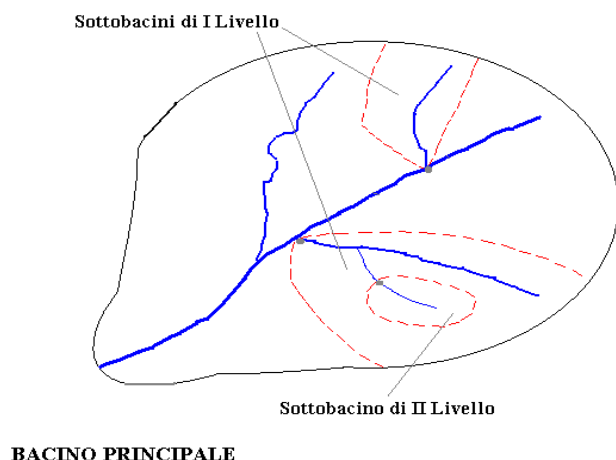
2.3.3 Bacini principali

I *bacini principali*, come detto, scaricano le loro acque direttamente all'esterno della bonifica e vengono definiti come aree le cui acque confluiscono ad un'unica sezione che è collegata tramite sollevamento meccanico o gravità all'esterno della bonifica.

Ciascun *bacino principale* deve essere autonomo dal punto di vista idraulico, il che significa che le acque di due diversi bacini principali non devono mescolarsi (durante lo scolo) se non dopo il loro arrivo nei collettori esterni alla bonifica.

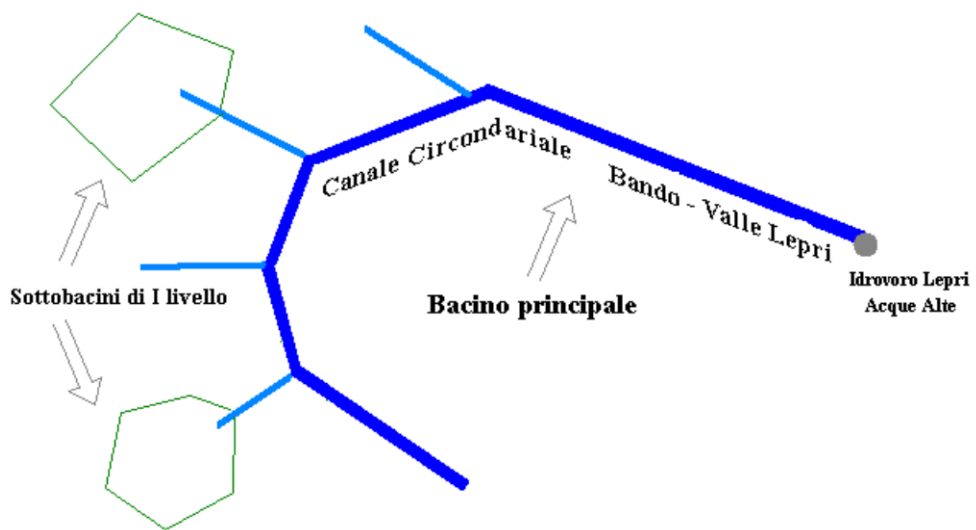
Alla luce di questa definizione la fisionomia che un *bacino principale* può assumere è riconducibile sostanzialmente a due tipi: il primo tipo può essere considerato come una porzione di territorio che scola le proprie acque (per gravità o sollevamento) direttamente

all'esterno della bonifica, come ad esempio il *Bacino Marozzo*, le cui acque confluiscono all'omonimo Impianto Idrovoro, che le solleva e le scarica nel *Po di Volano* presso l'Isola di Varano".



Schema di rapporti planimetrici tra bacino principale e sottobacini (primo caso)

I *bacini principali* del secondo tipo sono semplicemente costituiti da collettori arginati che ricevono diversi contributi idraulici durante il loro tracciato e che al termine del loro percorso le recapitano fuori bonifica (fig. 10). Nel territorio ferrarese, l'esempio più significativo è certamente quello del *Canale Circondariale Bando-Valle Lepri*, che funziona da ricettore di tutte le acque della porzione ovest dell'ex *II Circondario* e le scarica nel *Canale Navigabile* attraverso l'*Impianto Idrovoro Lepri Acque Alte*. Il *bacino principale* considerato, quindi, viene ad essere di dimensioni considerevoli e racchiude al suo interno tutta una serie di bacini di ordine inferiore; volendo semplificare il concetto, quindi, si può dire che il *Bacino Circondariale* è il bacino principale ed è costituito dall'area compresa fra gli argini del circondariale e dei collettori principali che provengono dai singoli sottobacini, i quali sono inclusi nel *Bacino Circondariale*.



Schema di rapporti planimetrici tra bacino principale e sottobacini (secondo caso)

2.3.4 Sottobacini di primo livello

In un *bacino principale* possono essere individuate aree che in condizioni ordinarie scolano all'interno del bacino stesso, per gravità o previo sollevamento da parte di un Impianto Idrovoro.

E' necessario individuare innanzitutto i collettori principali all'interno del bacino principale, a questo punto, quando è possibile, bisogna individuare l'area di pertinenza dei singoli collettori principali del bacino; queste aree costituiscono i *sottobacini di primo livello* (fig. 11). A volte la rete è piuttosto complessa e non è possibile individuare in modo chiaro le varie aree dei sottobacini. Può essere conveniente, in questo caso, trattare il bacino come un unico *bacino principale*.

2.3.5 Sottobacini di secondo livello

Un *sottobacino di secondo livello* è costituito da una porzione di territorio che scarica le proprie acque all'interno di un *sottobacino di primo livello*, per gravità o previo sollevamento. La copertura di cartografia numerica: "bacini di scolo" fornisce uno schema del funzionamento della rete di bonifica. Frequentemente in passato il territorio veniva suddiviso in base all'ordine cronologico di bonifica delle singole aree, cioè le zone del territorio si consideravano omogenee o meno a seconda del periodo a cui risaliva la loro bonifica. Questo tipo di classificazione, tuttavia, non fornisce il necessario risalto all'aspetto funzionale del sistema, aspetto che, dal punto di vista gestionale, risulta essere di grande importanza. La classificazione dei bacini adottata nei progetti "Rebus-Sitl", risponde esclusivamente a criteri di tipo funzionale e porta ad un'organizzazione delle afferenze esplicitabile attraverso un diagramma di flusso, nella cui parte alta figurano i recapiti idraulici principali e che vede, via, via che ci si sposta verso il basso bacini e poi sottobacini di ordine inferiore. Interrogando "a video" un determinato sottobacino si possono ottenere le seguenti informazioni: area del *sottobacino*, *bacino principale* o *sottobacino* a cui afferisce, punto di recapito delle sue acque nel bacino di ordine superiore, manovre alternative di scolo, tipo di scolo: meccanico, a gravità, alternato.

Per motivi di immediatezza dell'informazione, si è scelto di considerare, come massimo dettaglio, i *sottobacini di secondo livello*, anche se sarebbe stato possibile arrivare ad un grado di informazione maggiore.

2.3.6 Analisi dei bacini di scolo nei comprensori

I bacini e sottobacini individuati nel territorio ferrarese vengono descritti nel seguito, procedendo con il seguente criterio:

- per consorzi di bonifica: verrà analizzato prima il sistema di scolo del Consorzio della Bonifica Burana, che si occupa dei territori più a monte, poi quello Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara, che interessa la maggior parte del territorio provinciale (trattando in successione le aree dell'ex I Circondario, del Consorzio Valli di Vecchio Reno e del 2° Circondario), infine quello della Bonifica Renana, che nel Ferrarese insiste solo su alcune parti dei comune di Argenta. I primi due consorzi scaricano le acque di scolo prevalentemente in mare, in subordine nel Po, il terzo le immette nel Reno.

Nell'ambito di ciascun consorzio, o area ex circondario idraulico, verranno trattati per punto di conferimento delle acque in mare, procedendo da nord a sud.

Le portate indicate per i vari impianti idrovori citati sono portate massime.

I recapiti esterni alla bonifica, considerati come elementi di ordine zero, sono i seguenti:

- il fiume Po Grande
- il fiume Po di Goro, primo ramo deltizio in destra del Po
- il fiume Panaro
- il *Canale Burana* e il suo prolungamento oltre il Panaro, chiamato *Canale Emissario di Burana*
- il *Canale Pilastresi*, tra Bondeno e Stellata, che, come si dirà in seguito, in fase di scolo può recapitare parte delle acque del *Canale Burana* al Po, tramite l'*Idrovora Pilastresi*
- il *Canale Boicelli*, che in condizioni ordinarie scola da nord a sud ed è tributario del *Po di Volano*, ma che in futuro può anche scaricare nel Po, grazie alla conversione del nuovo Impianto Idrovoro di Pontelagoscuro.
- il *Po di Volano*, che per la funzione scolante può esser considerato suddiviso in tre tronchi: quello tra Ferrara e Migliarino (località Fiscaglia), con flusso da ovest a est; quello tra Migliarino e la *Chiusa di Tieni*, che attualmente, in condizioni di scolo ordinarie scorre prevalentemente da est a ovest; quello a valle della *Chiusa di Tieni*, che scorre da ovest a est e sbocca nella Sacca di Goro
- il *Canale Navigabile*, che scorre da ovest a est, tra Migliarino e il mare, convogliando soprattutto le acque dei primi due tronchi del *Po di Volano*
- il *Canale Fosse-Foce*, che avvia al mare le acque di aree poste a sud-ovest delle Valli di Comacchio
- il *Canale Logonovo* che recapita in mare le acque del precedente *Canale Fosse Foce* ed agevola, in casi di piena, il deflusso delle acque del *Canale Navigabile*
- il *Canale Gobbino*, che mette in comunicazione diretta le Valli di Comacchio e le Vene di Bellocchio col mare
- la Sacca di Goro
- il mare Adriatico, al quale infine fanno capo tutti gli elementi di ordine zero precedentemente elencati.

2.3.7 Bacini di scolo del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara

L'area del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara è delimitata a nord dal Po Grande e dal Po di Goro, a ovest dal Panaro, a sud dal Reno e ad est dal mare Adriatico.

Si inizia l'analisi della bacinizzazione idraulica relativa al funzionamento scolante analizzando la zona nord, compresa fra Po e Po di Volano, corrispondente all'area dell'ex Consorzio di Bonifica I Circondario Polesine di Ferrara.

Il *Canal Bianco* ha origine in località Sette Polesini, nell'area di antica bonifica estense della Diamantina, fra Bondeno e Ferrara. Esso prosegue a est fino a raggiungere il mare nella *Sacca di Goro*, ma nei primi anni del Duemila è stato spezzato in due parti (dal punto di vista della funzione idraulica), tratto superiore e tratto inferiore: infatti in località Coccanile (Copparo), per mezzo del *Sostegno Cipriano*, la quasi totalità della portata del tratto superiore viene convogliata verso sud nel *Collettore Acque Alte*.

In precedenza ciò non accadeva e le acque raccolte dal Canal Bianco fino a Coccanile proseguivano fino alla foce (o più esattamente fino all'Impianto Idrovaro Romanina, sito presso lo sbocco nella Sacca di Goro). Il sistema è stato cambiato perché è stata recentemente avvertita la necessità di disporre, nel Basso Ferrarese, di acque di miglior qualità. In particolare tale miglioramento si è reso indispensabile con l'entrata in attività di una grande azienda di trasformazione di prodotti agricoli, per le cui lavorazioni è necessaria un'acqua di qualità migliore di quella che il sistema del Canal Bianco era in grado di fornire nel suo corso inferiore. Per ottemperare a questa richiesta il Consorzio di Bonifica, dall'anno 2004, ha attivato il suddetto *sostegno Cipriano* sul *Canal Bianco*, deviando le acque provenienti da monte nel *Collettore Acque Alte* (il quale poi le recapita nel *Po di Volano* presso Codigoro): in questo modo il Canal Bianco, nel tratto inferiore (oltre Coccanile) serve un bacino molto più ridotto, sul quale insistono minori fonti di inquinamento. Nel tratto a valle di Coccanile, del resto, il Canal Bianco funziona anche come canale di irrigazione e a questo scopo viene alimentato per molti mesi all'anno con acque di buona qualità prelevate direttamente dal Po tramite i dai sifoni di *Guarda*, *Berra* e *Contuga*. Grazie a tale divisione viene quindi migliorata in questo canale la qualità delle acque disponibili per il Basso Ferrarese, anche se, in caso di necessità (soprattutto in relazione a piovosità differenziate sulle varie parti del bacino) lo sbarramento Cipriano può essere aperto, consentendo alla portata di monte del *Canal Bianco* di proseguire fino alla Sacca di Goro.

Passando all'analisi dei Bacini idraulici per questo settore di territorio, il primo sbocco a mare, da nord, del grande Bacino Burana Volano è costituito dall'Impianto Idrovaro Bonello.

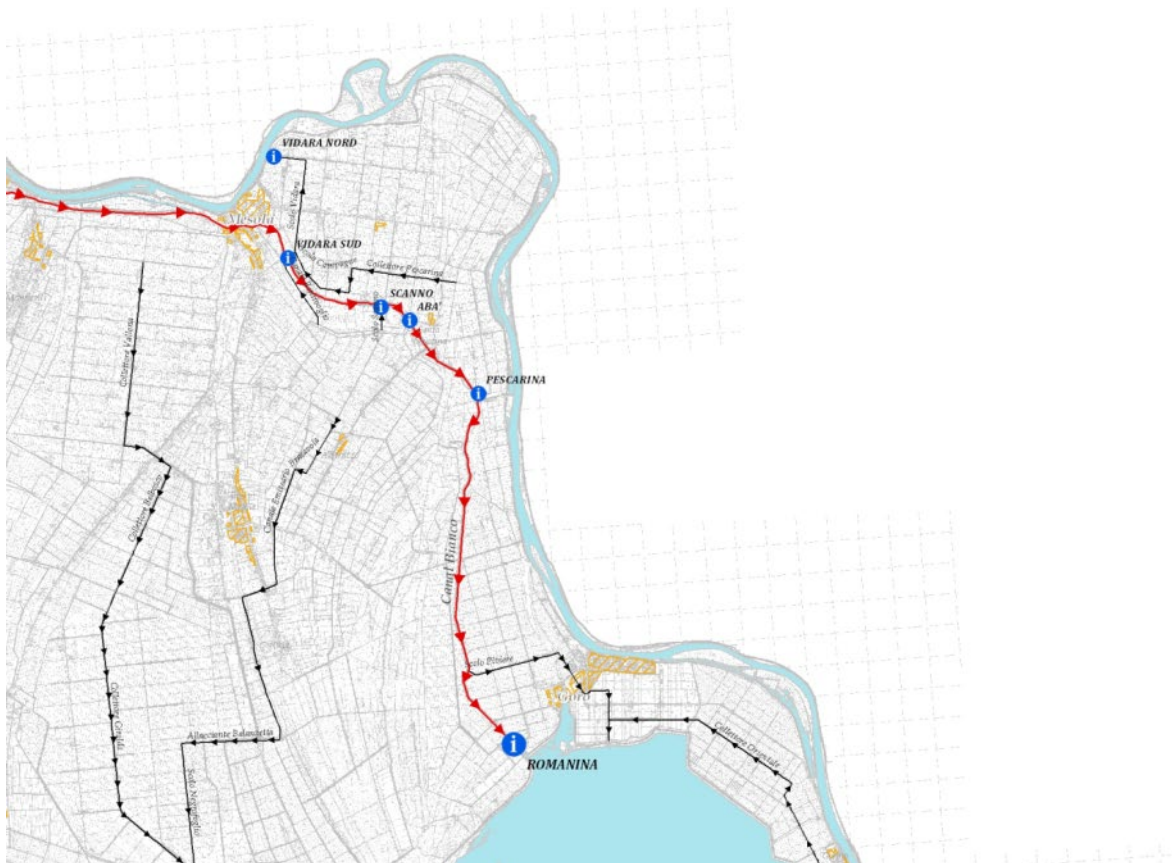


Il Bacino principale Bonello

- Bacino Principale Bonello

Interessa principalmente il territorio comunale di Goro; le acque vengono recapitate nella Sacca di Goro dall'*Impianto Idrovoro Bonello* situato 2 km a est del porto di Goro.

La giacitura dei terreni presenta i valori più alti nell'adiacenza del Po di Goro, il resto del bacino è sempre a quota inferiore al livello medio marino.



Il Bacino principale Romanina nel suo tratto terminale scarica in sacca di Goro. Esso si compone della sola area del canal Bianco dal sostegno Cipriano al mare.

- Bacino principale Romanina

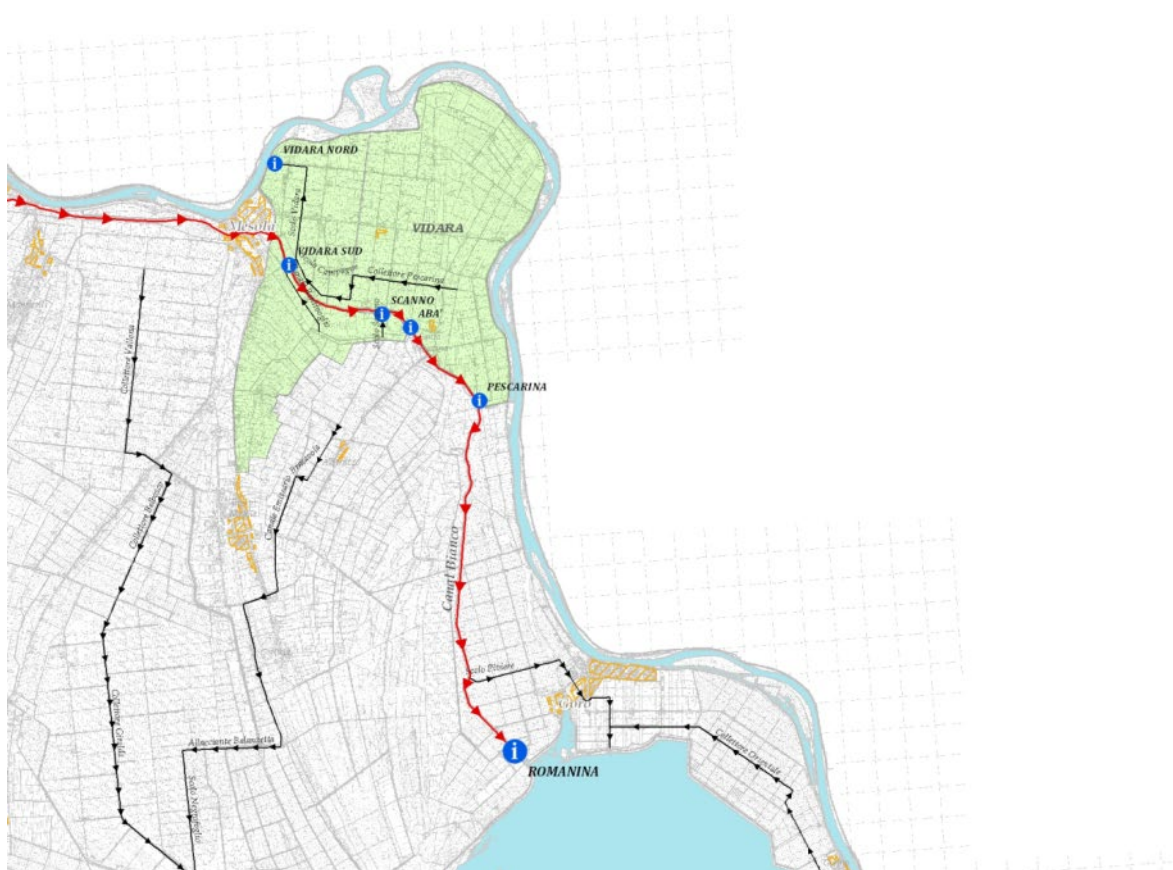
Poco a ovest del porto di Goro scarica le proprie acque di scolo il tratto orientale del *Canal Bianco*, previo sollevamento da parte dell'*Impianto Idrovoro Romanina*, situato proprio in corrispondenza della foce nella Sacca di Goro. Il Bacino Principale del tratto orientale del Canal Bianco è denominato Bacino Romanina.

Il *Canal Bianco* si estende sulla parte più settentrionale del Consorzio e scarica nella *Sacca di Goro* tramite l'*Impianto Idrovoro Romanina*. Il *Canal Bianco*, come già detto, viene spezzato all'altezza di Coccanile per mezzo del *Sostegno Cipriano*. A seconda delle necessità il *Sostegno Cipriano* può essere aperto per lasciar passare nel tratto orientale del *Canal Bianco* parte delle acque del bacino di monte, ossia del Bacino Collettore Acque Alte. Anche il Bacino Vidara Nord, che solleva le sue acque nel *Po di Goro*.



Impianto Idrovoro Romanina, maggio 2003.

In sostanza, presso il suddetto *Sostegno Cipriano*, le acque vengono in gran parte deviate verso sud, nel Canale Collettore Acque Alte; la rimanente portata prosegue verso est raccogliendo gli apporti di esubero o alternative di scolo del bacino Vidara Nord; in seguito raggiunge il mare Adriatico presso la Sacca di Goro.



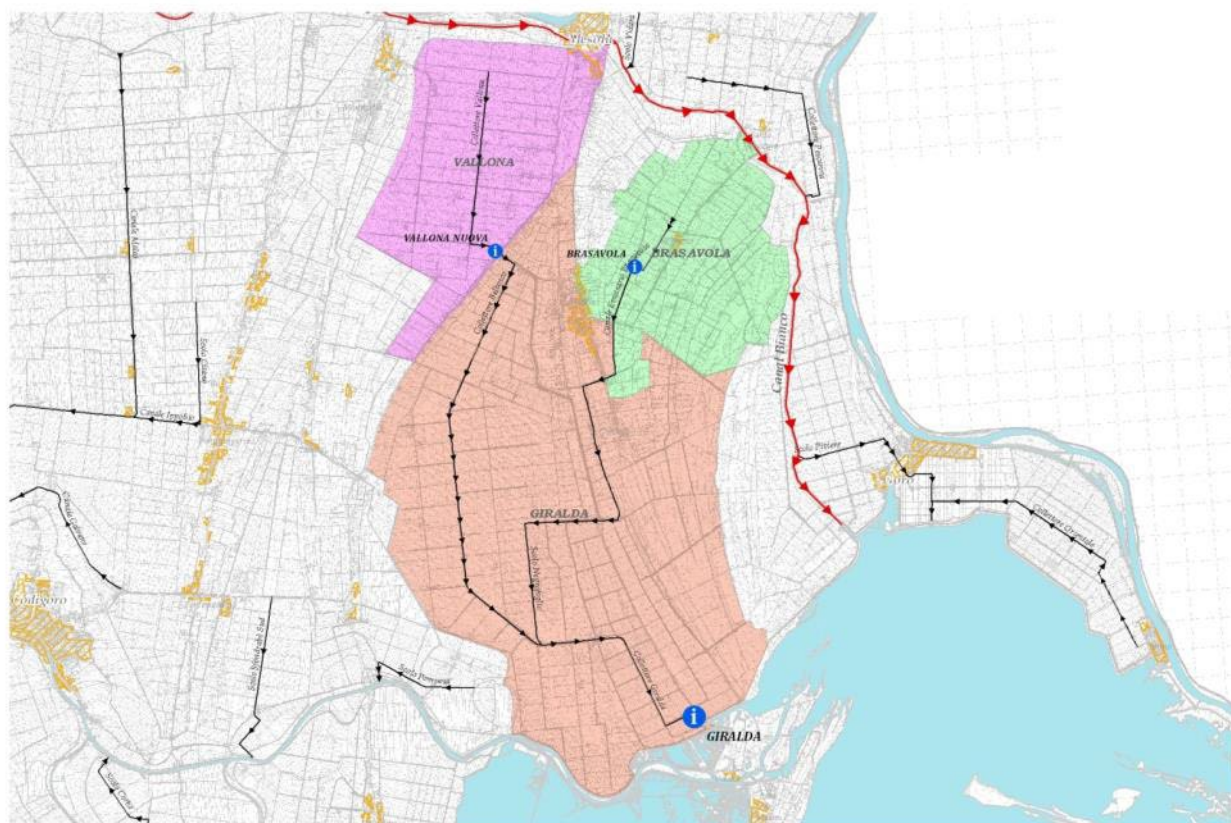
Il Bacino principale Vidara Nord.

- Bacino principale Vidara Nord

Situato subito a est di Mesola, è servito dall'*Impianto Idrovoro Vidara Nord*, che scarica le acque direttamente in Po di Goro. Le acque del bacino vengono raccolte a sud dallo *scolo*

Bentivoglio, che sottopassa il *canal Bianco* presso l'impianto *Vidara Sud*, oggi praticamente fuori servizio, e si immette nello *scolo Vidara*, che porta le acque a nord nell'*Impianto Idrovaro Vidara Nord*.

Vengono immesse sempre nella *Sacca di Goro*, in località "Taglio della Falce", a nord della foce del *Po di Volano*, anche le acque del Bacino Principale Giralda, di seguito trattato.



Il Bacino principale Giralda, sottobacini e impianti idrovori.

- Bacino principale Giralda

Comprende le aree delle valli bonificate Vallona, Giralda, Gàffaro, Falce, nonché gran parte del Bosco della Mesola, e scarica nel Taglio della Falce, all'*Impianto Idrovaro Giralda*. Il Bacino Giralda ha i seguenti due sottobacini:

-- sottobacino di I liv. Vallona, che comprende i terreni della ex valle Vallona, a sud-ovest di

Mesola, servito dall'*Impianto Idrovaro Vallona*.

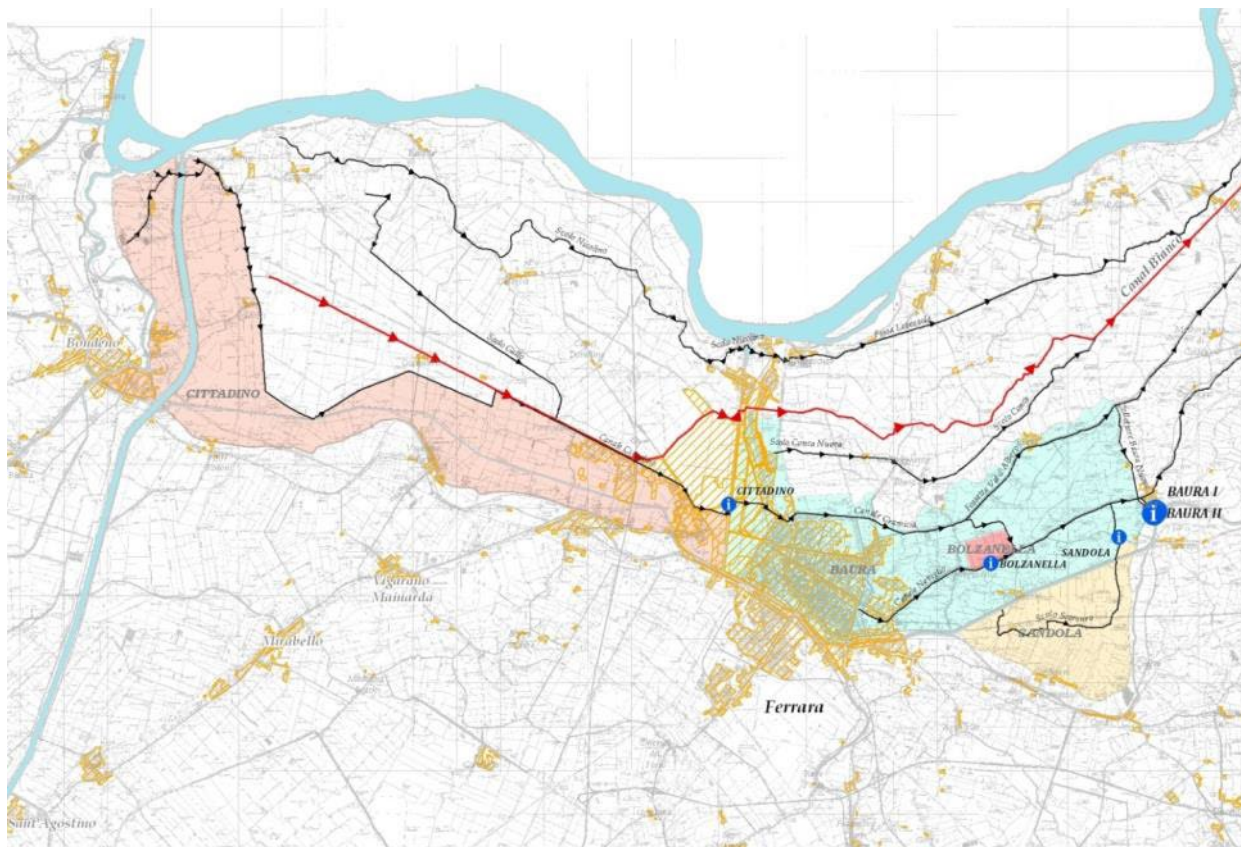
-- sottobacino di I liv. Brasàvola, fra il centro abitato di Bosco Mesola e il Boscone, servito dall'*Impianto Idrovaro Brasàvola*.



Fig. Impianto Brasavola nel novembre 2011

Procedendo verso sud, il successivo punto di recapito delle acque del Bacino Burana-Volano è rappresentato dalla foce del Po di Volano, che sfocia sempre nella Sacca di Goro.

Si immettono nel Po di Volano, primo tratto (a monte della biforcazione con il *Canale Navigabile*), da nord, le acque del Bacino Principale Baùra.



Il Bacino principale Baura, sottobacini e impianti idrovori. Sotto, veduta aerea degli impianti di Baùra.



- **Bacino principale Baura**

Raccoglie le acque che provengono dai terreni compresi tra il Panaro e il C.E.R. e dai terreni tra il C.E.R., la Via Virgiliana e il Canale Cittadino, fino a Ferrara; comprende inoltre tutto il centro storico di Ferrara e l'area a est, fino a Baùra. In quest'area, con direzione ovest-est,

i canali *Gramicia* e *Naviglio* raggiungono le connessioni con il *Canale Conduttore Baura* e il *Collettore Baura Nuovo*. Il sollevamento nel *Po di Volano* avviene tramite gli *Impianti Idrovori Baura 1* e *Baura 2*. E' presente una alternativa di scolo alle acque del bacino Baura: la bretella di raccordo *Naviglio-Fossetta Valdalbero* consente di raggiungere il *Canal Bianco*, permettendo di portare parte delle acque del bacino nel sistema *Canal Bianco – Collettore Acque Alte*, con scarico in *Po di Volano* presso l'impianto Codigoro Acque Alte (si veda per i dettagli il funzionamento del *Bacino principale Collettore Acque Alte*).

Il Bacino Baùra riceve apporti dai seguenti sottobacini:

-- sottobacino di I liv. Cittadino, posto a ovest del *Canale Boicelli*; le sue acque sottopassano in botte detto canale e vengono quindi portate dal *Canale Gramicia* e poi al *Canale Naviglio*; parte di esse possono però essere riversate direttamente nel *Canale Boicelli* mediante l'*Impianto Idrovaro Cittadino*, di recente costruzione.

-- sottobacino di I liv. Bolzanella, che tramite l'*Impianto Idrovaro Bolzanella* scarica nel Canale Naviglio le acque di un piccolo territorio posto tra lo stesso Canale Naviglio e l'ultimo tratto del Canale Gramicia

Impianto Idrovaro Bolzanella, luglio 2014.



-- sottobacino di I liv. Sàndola, che tramite l'*Impianto Idrovaro Sàndola* scarica nel *Canale Naviglio* le acque raccolte dallo *Scolo Scorsùro*, che serve il territorio posto tra il *Po di Volano* e il *Diversivo del Volano*, sottopassandolo in botte.

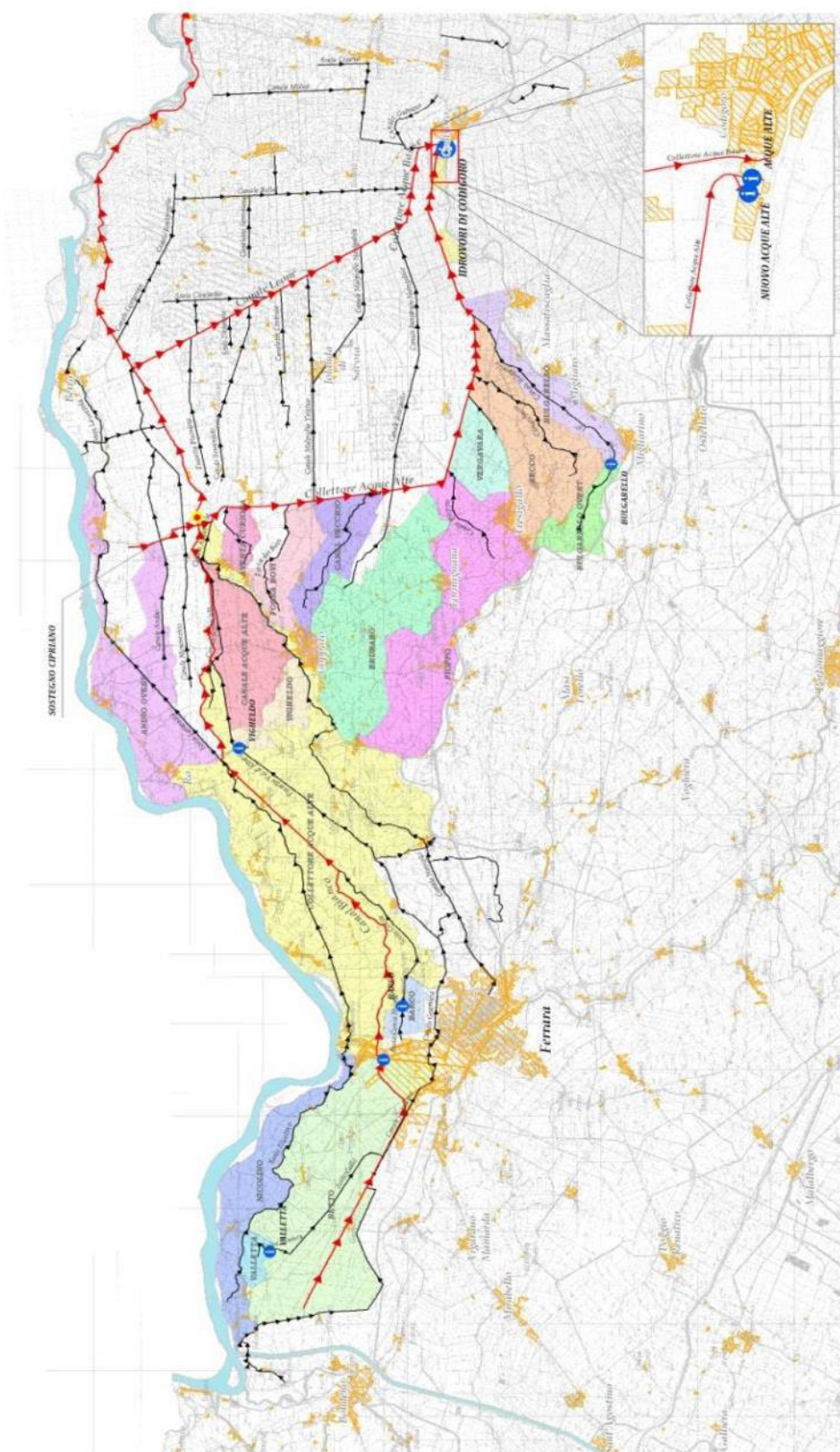
Particolarità dell'entromura di Ferrara.

Presso Ferrara il Volano (primo tratto) riceve le acque provenienti dal *depuratore fognario* della città, sollevate e scaricate nel *Po di Volano* dall'*Impianto Idrovaro di Quacchio*. In casi di particolare piena, la parte eccedente delle acque può essere riversata nella rete del *Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara* nel canale *Gramicia*, dall'*Impianto Idrovaro Gramicia*. Il canale *Gramicia* si immette nel canale *Naviglio* ed in seguito nel *Collettore Baura Nuovo*, per giungere all'*Impianto Idrovaro Baùra* che scarica nel *Po di Volano*.

Va ricordato inoltre che sempre nel primo tratto del *Po di Volano* si immette, a ovest della Darsena di S. Paolo (Ferrara) il Canale Emissario di Burana. Questo canale, qui considerato come elemento di ordine zero, riceve per gravità solo le acque di un'area presso Cassana, compresa tra la Via Virgiliana e il canale stesso. Il Canale Emissario di Burana non fa parte della rete dei canali gestiti dal Consorzio; esso è gestito dal Consorzio di Della Bonifica Burana e dal Servizio Tecnico di Bacino Po di Volano.

Pervengono invece al terzo tratto del *Po di Volano* (tratto a valle della *Chiusa di Tieni*) e vengono recapitate sempre nella *Sacca di Goro*, le acque immesse a Codigoro dal *bacino*

principale Collettore Acque Alte e dal bacino principale Leone-Collettore Acque Basse, nonché, più a valle, dai bacini principali Campello, Salghea, Pomposa e Volano, che verranno tutti trattati nel seguito.



*Il Bacino principale Collettore Acque Alte, sottobacini e impianti idrovori
(nel riquadro piccolo gli Impianti Idrovori di Codigoro)*

- **Bacino principale Collettore Acque Alte**

E' caratterizzato dalla presenza di due importanti canali: il primo tratto del *Canal Bianco* (a ovest di Coccanile) e il *Collettore Acque Alte*.



Impianti idrovori di Codigoro Acque Alte e Acque Basse.

Il *Canal Bianco*, in questo tratto superiore, ossia fino al *Sostegno Cipriano*, riceve gli apporti dei seguenti sottobacini:

-- il sottobacino di I liv. Betto, posto a ovest del *Canale Boicelli*; esso insiste sul *Canal Bianco*, con l'apporto dell'area della *Diamantina*. Il *Canal Bianco* sottopassa il *Canale Boicelli* alla *Botte del Betto*; in casi di piena parte delle sue acque possono essere riversate nel *Canale Boicelli*, immissario del *Po di Volano*, dall'Impianto *Idrovoro Betto*. Tale sottobacino a sua volta comprende

---- il sottobacino di II liv. Valletta, servito dall'Impianto *Idrovoro Valletta*, di presollevarimento



Impianto Idrovoro Valletta, giugno 2004.

- il sottobacino di I liv. Barco, situato a nord di Ferrara, servito dall'*Impianto Idrovoro Barco*
- il sottobacino di I liv. Nicolino, posto in fregio al Po Grande, a ovest del *Canale Boicelli*; le sue acque sottopassano in botte il *Canale Boicelli* a Pontelagoscuro e vengono quindi convogliate al *Canal Bianco* dalla *Fossa Lavezzola*.
- sottobacino di I liv. Vigheldo, posto a nord-est di Ferrara e servito dall'*Impianto Idrovoro Vigheldo*

Il *Collettore Acque Alte* circonda ad ovest e a sud i terreni della Grande Bonificazione Ferrarese. Termina presso Codigoro, ove scarica le sue acque nel *Po di Volano*, previo sollevamento presso l'*Impianto Idrovoro Codigoro Acque Alte*. Successivamente alla realizzazione della grande opera di bonifica sopra citata, sono state intercettate dal *Collettore Acque Alte* gli scoli dei territori posti immediatamente a monte, ossia dei seguenti sottobacini (i quali hanno nomi che richiamano i relativi canali collettori):

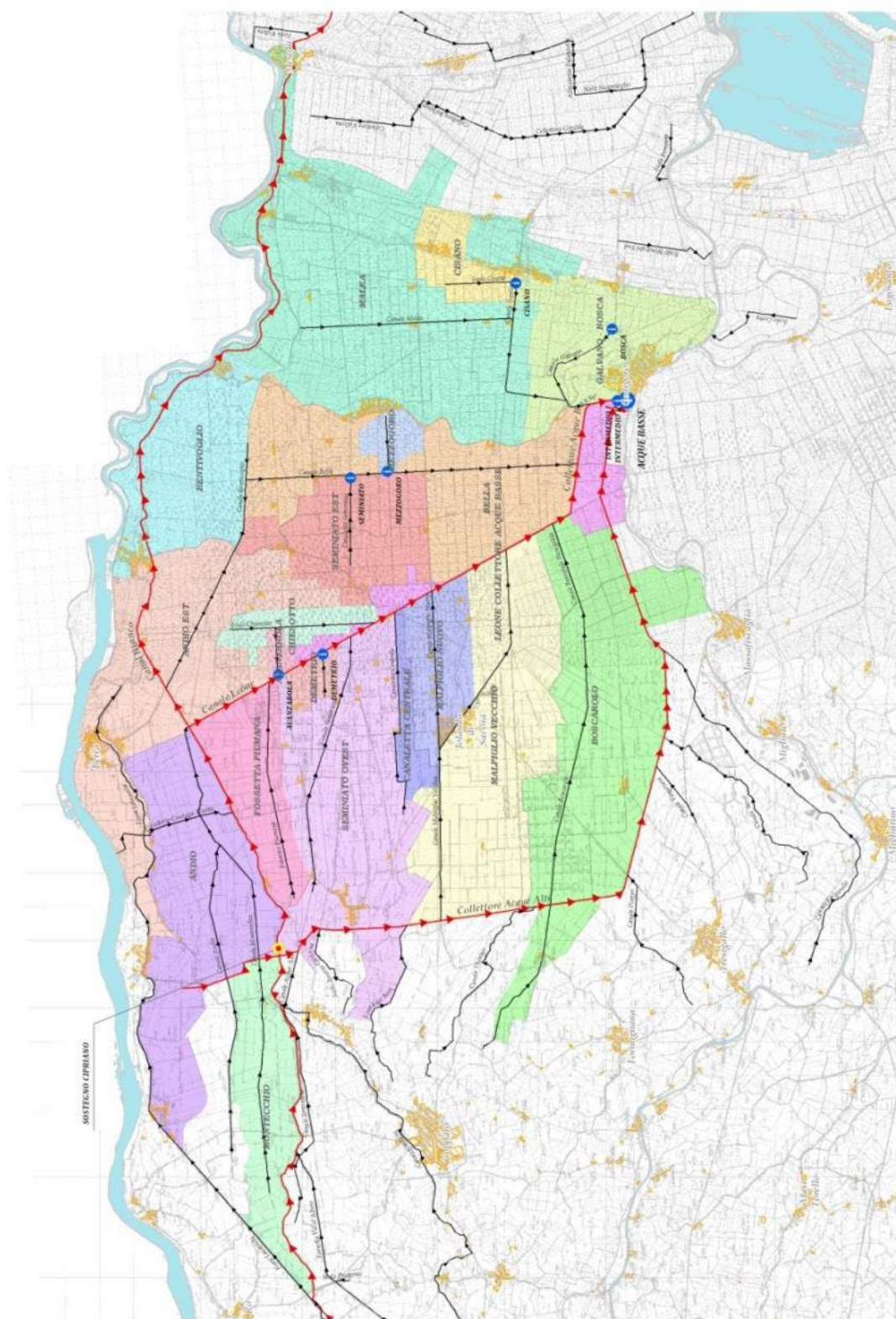
- sottobacino di I liv. Andio Ovest, a valle di Ro, le cui acque vengono convogliate verso est dal *Canale Andio Vecchio* al *Canale Andio* fino al *Collettore Acque Alte*
- sottobacino di I liv. Canale Acque Alte, che porta le sue acque al *Collettore Acque Alte* tramite il *Canale Seminato* (tratto ovest)
- sottobacino di I liv. Aventa Curiona, a est di Coccanile
- sottobacino di I liv. Fossa Bovi, che comprende l'area fra Coccanile e Zenzalino ed è servito dalla *Fossa dei Bovi*
- sottobacino di I liv. Canal Vecchio, a est di Copparo
- sottobacino di I liv. Brusabò, tra Copparo e Formignana
- sottobacino di I liv. Pioppo, che si estende in sinistra del Po di Volano fra Tamara, Formignana e Tresigallo
- sottobacino di I liv. Vergavara, a est di Tresigallo
- sottobacino di I liv. Secco, a sud-est di Tresigallo

-- sottobacino di I liv. Bulgarello, che si estende in sinistra del Po di Volano fra Tresigallo e Massafiscaglia e che comprende il

---- sottobacino di II liv. Bulgarello Ovest, servito dall'*Impianto Idrovoro Bulgarello Ovest*, di presollevamento.

Interazione con il canale Boicelli

Per i due bacini principali appena trattati, *Baura* e *Collettore Acque Alte*, esiste la possibilità di scarico in Po tramite i presollevamenti costituiti dagli *Impianti Idrovori Betto e Cittadino*, che sollevano nel *canale Boicelli* le acque di portata eccezionale. Il canale Boicelli è a sua volta in grado di scaricare in Po tramite l'*Impianto Idrovoro di Pontelagoscuro*, impianto realizzato con funzione irrigua (per immettere acqua di Po nel canale Boicelli), ma al quale nel 2013 sono state aggiunte due pompe da 4 mc/s in funzione scolante.



Il Bacino principale Leone-Collettore Acque Basse, sottobacini e impianti idrovori.

- **Bacino principale Leone Collettore Acque Basse**

Lo scolo delle acque avviene in direzione nord-sud; il sistema è chiuso dall'*Impianto Idrovoro Codigoro Acque Basse*. Il Bacino si estende sulla maggior parte dei terreni della Grande Bonificazione Ferrarese (ex Grande Bonificazione Estense). Oltre al *Canale Collettore Acque Basse* ha come principali assi di deflusso i canali *Leone*, *Bella* e *Maléa*. Al *Canale Leone* fanno capo i seguenti sottobacini

-- sottobacino di I liv. Andio, scolante a gravità nel primo tratto del *Canale Leone*; questo sottobacino a sua volta comprende il più occidentale

---- sottobacino di II liv. Montecchio, le cui acque defluiscono pure a gravità nel *Canale Andio* tramite il *Canale Montecchio*

-- sottobacino di I liv. Fossetta Piumana, scolante a gravità nel *Canale Leone*,

-- sottobacino di I liv. Avanzarola, scolante nel *Canale Leone*, tramite il piccolo *Impianto Idrovoro Avanzarola* di presollevamento,

-- sottobacino di I liv. Demetrio, che scola nel *Canale Leone*, tramite il piccolo *Impianto Idrovoro Demetrio*, pure di presollevamento.



Nella figura a sinistra, l'*Impianto Idrovoro Demetrio*

-- sottobacino di I liv. Seminato Ovest, scolante a gravità nel *Canale Leone*, questo sottobacino si estende anche a occidente del *Collettore Acque Alte*, che viene sottopassato tramite botte

-- sottobacino di I liv. Chiesotto, scolante a gravità nel *Canale Leone*,

-- sottobacino di I liv. Canaletta Centrale, piccolo lembo di territorio scolante a gravità nel *Canale Leone*,

-- sottobacino di I liv. Malpiglio Nuovo, scolante a gravità nel *Canale Leone*,

-- sottobacino di I liv. Andio Est, scolante a gravità nel *Canale Leone* in sinistra idraulica tramite il *Canale Foscari*,

-- sottobacino di I liv. Malpiglio Vecchio, scolante a

gravità nel *Canale Leone*,

-- sottobacino di I liv. Boscarolo, scolante a gravità nel *Canale Leone*, anche questo sottobacino inizia a occidente del *Collettore Acque Alte*; il *Canale Boscarolo*, infatti, sottopassa in botte tale collettore.

Sempre sottobacini del *Canale Leone*, al *Canale Bella* fanno capo i seguenti sottobacini

-- sottobacino di I liv. Bella, che interessa la maggior parte dei territori compresi tra Berra, Ariano Ferrarese e Codigoro. Questo sottobacino comprende a sua volta:

---- sottobacino di II liv. Bentivoglio scolante a gravità nel primo tratto del *Canale Bella*

---- sottobacino di II liv. Seminato Est, che scola nel *Canale Bella*, tramite l'*Impianto Idrovoro Seminato*, di presollevamento

---- sottobacino di II liv. Mezzogoro, che scola nel *Canale Bella*, tramite il piccolo *Impianto Idrovoro Mezzogoro* di presollevamento.

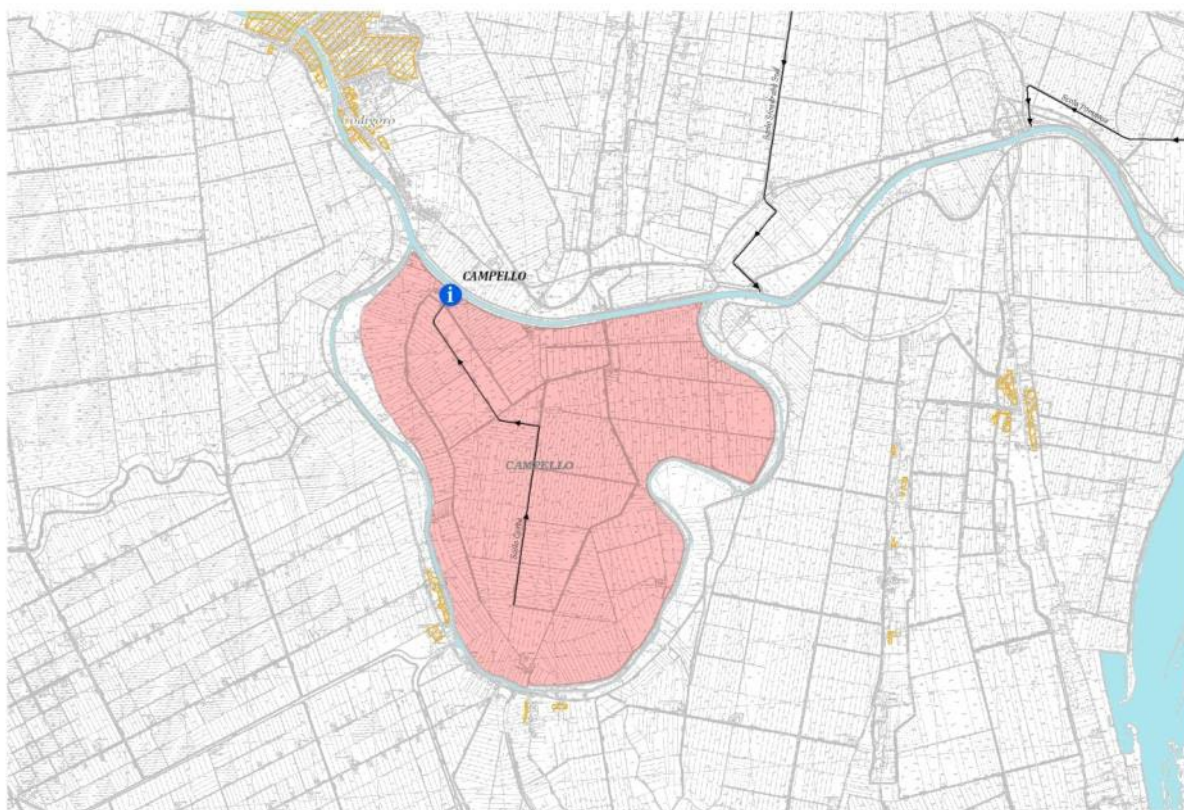
Al canale Malea fanno capo i seguenti sottobacini:

-- sottobacino di I liv. Malea, che interessa l'area tra il *Po di Volano*, il *Canale Goro*, il *Po di Goro* e i cordoni litoranei fossili più occidentali. Il *sottobacino Malea* scola verso sud per mezzo del *Canale Malea* che si immette nel *Collettore Acque Basse*. Questo sottobacino comprende a sua volta:

---- sottobacino di II liv. Galvano-Bosca, che scola nel *Canale Malea*, tramite l'*Impianto Idrovoro Bosca*, posto sul tratto occidentale del *Canale Galvano*,

---- sottobacino di II liv. Cisano, che scola nel *Canale Malea*, tramite l'*Impianto Idrovoro Cisano*.

Nel suo tratto inferiore, a est di Codigoro, il *Po di Volano* riceve inoltre le acque dei seguenti bacini:



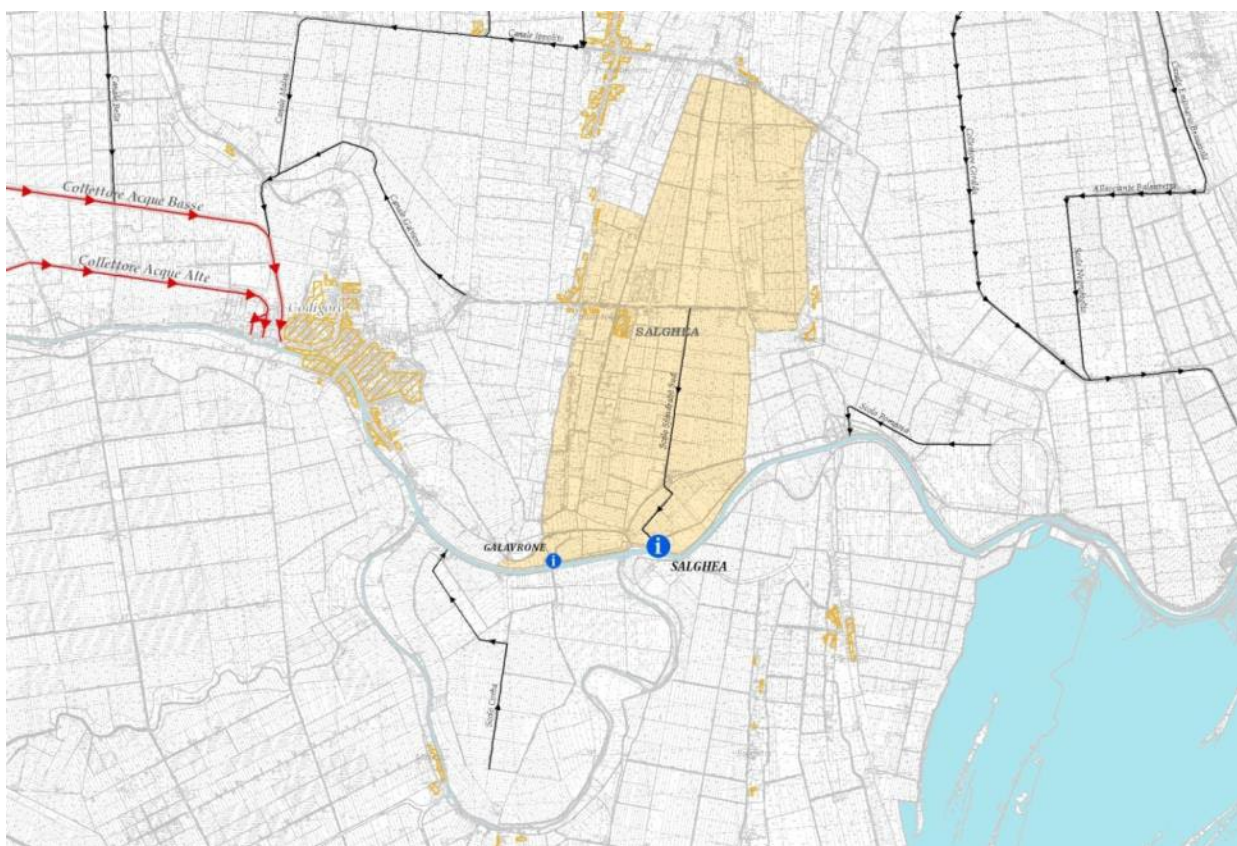
Il Bacino principale Campello, con relativo Impianto Idrovoro.

- **Bacino principale Campello**



Comprende i terreni siti all'interno dell'ampia risvolta che compie il *Po di Volano* presso Marozzo. Le acque, sollevate dall'*Impianto Idrovoro Campello* sono convogliate all'impianto tramite lo *Scolo Corba*, vengono scaricate nel *Canale Diversivo Baccarini*.

Figura a sinistra: Impianto Idrovaro Campello.



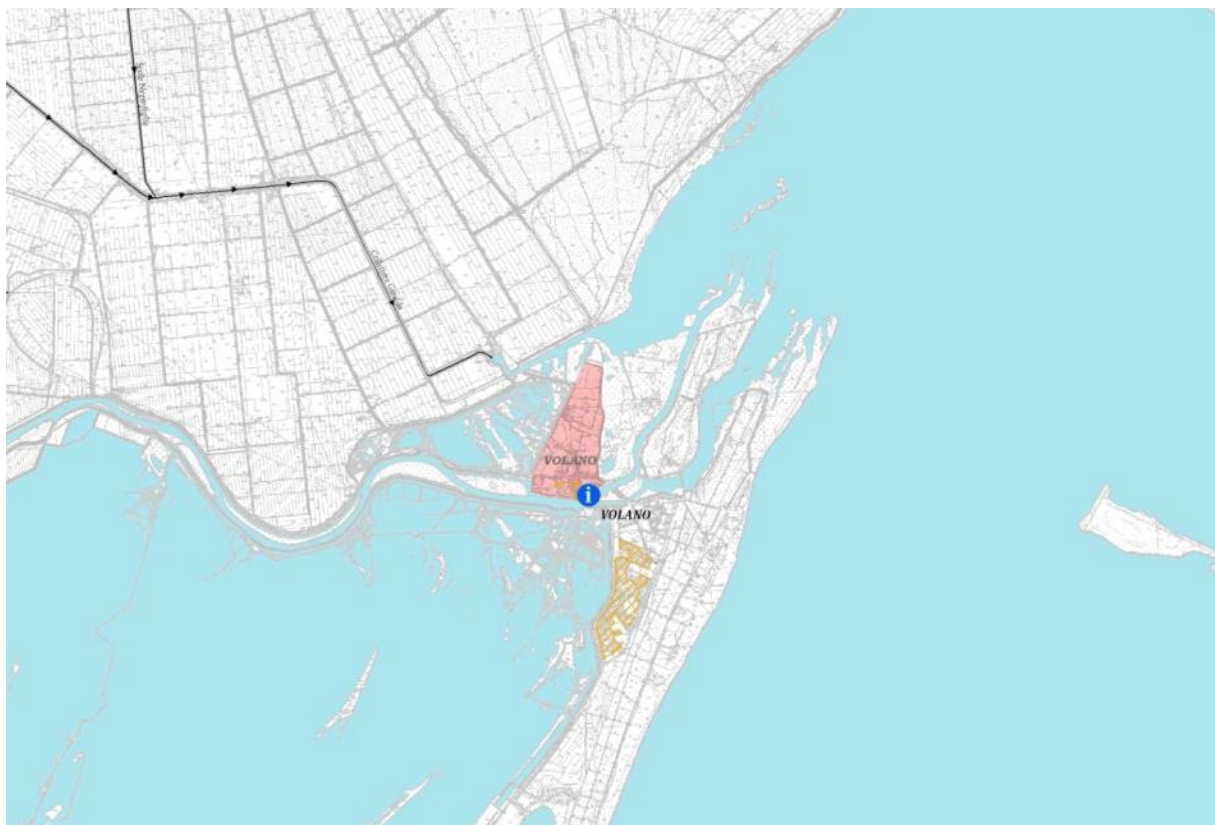
Il Bacino principale Salghèa, con relativi impianti idrovori.

- Bacino principale Salghèa

Si estende sugli antichi cordoni litoranei tra Ponte Maodino e Pomposa; le acque raccolte dallo *scolo Sfondràbò Sud*, recapitate all'Idrovaro Salghèa vengono scaricate nel *Po di Volano*. 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 Idrovaro Galavrone*, che normalmente ha funzioni irrigue.



Figura a sinistra: Impianto Idrovaro Salghèa.



Il Bacino principale Volano, con relativo Impianto Idrovorio.

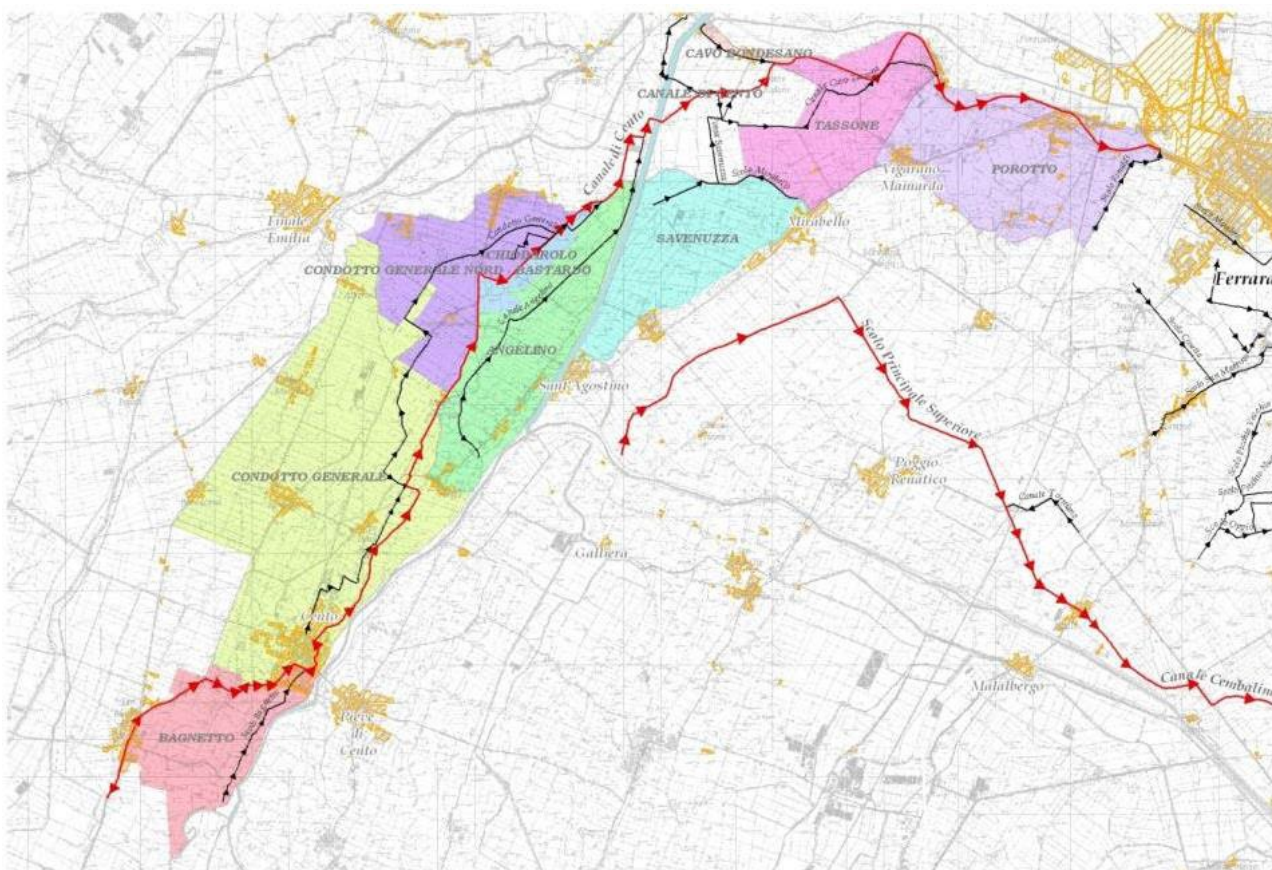
- Bacino principale Volano

Interessa una piccola area situata fra Volano e il Taglio della Falce, servita dal *Canale Volano* che porta all'*Impianto Idrovorio Volano*.

Le acque di scolo dell'area affluiscono principalmente ai canali *Emissario di Burana*, *Po di Volano* (primo tratto) e *Po di Primaro*, qui individuati come elementi di ordine zero. Si ricorda che in fase di scolo il *Po di Primaro* scorre da sud a nord ed è quindi un affluente del *Po di Volano* (primo tratto). Tramite il *Canale Navigabile* tali acque vengono infine portate a mare dal portocanale di Porto Garibaldi. Solo le acque di un settore del territorio in esame sottopassano in botte il *Po di Primaro* e vengono prese in carico dal *Nuovo Scolo* e quindi dal *Canale Circondariale Bando Valle Lepri*.

- Bacino principale S. Bianca (ha 3.212), estendentesi fra Casumaro, Bondeno e Ponte Rodoni, servito dal *Collettore S.Bianca*, il quale si immette nell'*Emissario di Burana* nel tratto tra la *Botte Napoleonica* e la *Botte del CER*; detto collettore riceve sia dalle terre comprese tra gli alvei del *Panaro* e del *CER-Cavo Napoleonico*, sia da un'area a sud di Ponte Rodoni, le cui acque vengono raccolte dal *canale S.Giovanni Orientale* che sottopassa in botte il *CER-Cavo Napoleonico* scorrendo da est a ovest.

Il Bacino è attraversato dal *cavamento Palata*, che non riceve apporti nell'attraversamento del Bacino. Il canale appartiene alla rete del Consorzio della Bonifica Burana e scola nel *Panaro* con l'*Impianto Idrovoro di Bondeno*.



Il Bacino principale del Canale di Cento, con i sottobacini che interessano il territorio provinciale ferrarese.

- Bacino principale Canale di Cento

Il bacino principale è costituito dalla sottile striscia compresa fra gli argini del canale, che attraversa in “acque alte” l’area dell’abitato di Cento e altre aree del territorio. Il *canale di Cento*, oltre alle acque della zona di Castelfranco Emilia (esterna al territorio provinciale e al Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara), raccoglie quelle di diversi sottobacini, di seguito elencati in ordine di immissione.

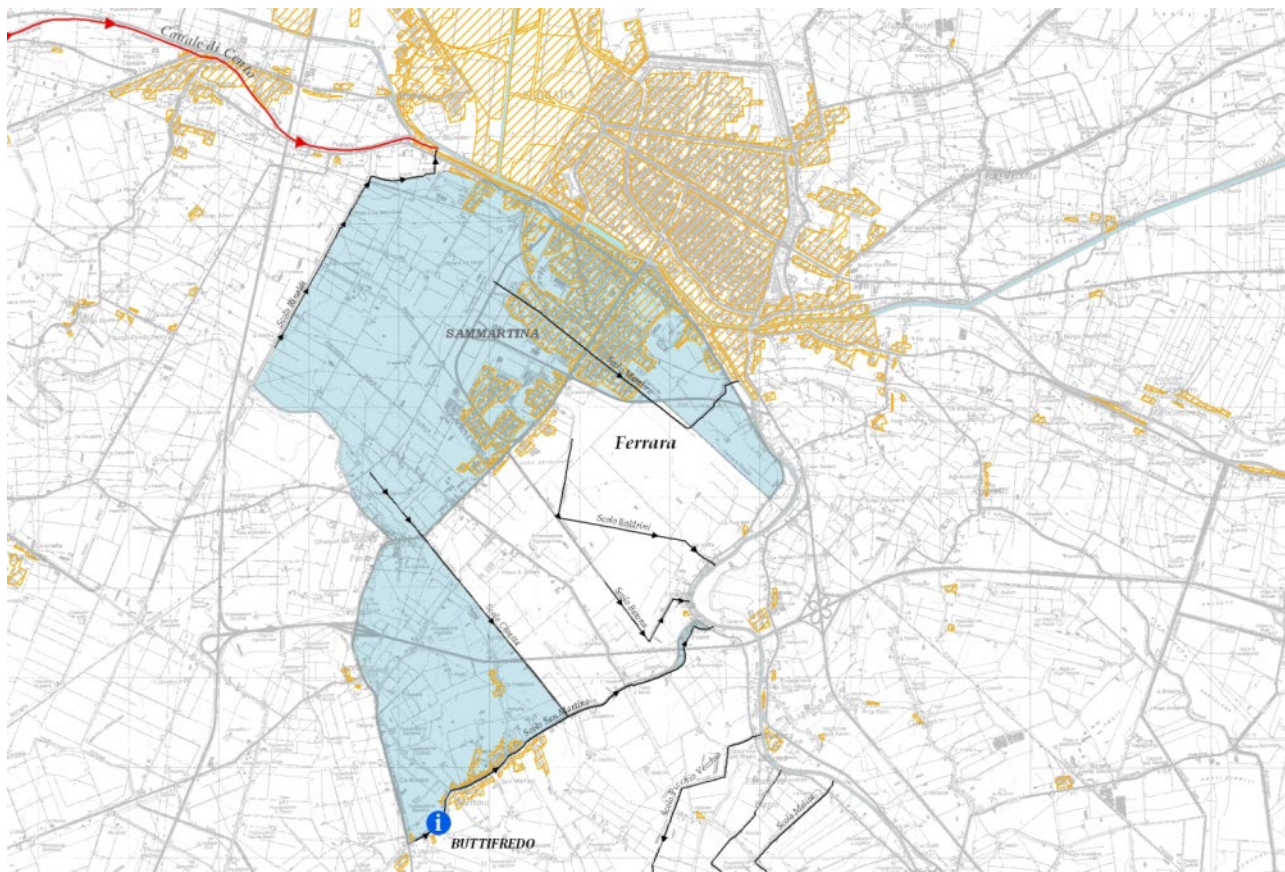
-- sottobacino di I liv. Bagnetto, che interessa l’area a sud di Cento (per la maggior parte fuori dalla Provincia di Ferrara) scolante a gravità nel *canale di Cento*,

-- sottobacino di I liv. Condotto Generale, che interessa l’area di Cento, Renazzo, Dodici Morelli, servita da vari canali, fra i quali il *condotto Generale* è il maggiore, pure scolanti a gravità nel *canale di Cento*. Con i lavori di messa in sicurezza dell’abitato di Cento sono state costruite due casse di espansione. Ad evento esaurito il volume di acqua di una di queste viene svoutato nel *condotto Generale* dal piccolo *Impianto Idrovoro San Rocco* (anno 2017 - 0,1 mc/s).

-- sottobacino di I liv. Condotto Generale Nord – Bastardo, che interessa l’area a sud di Casumaro; lo *scolo Bastardo* e lo *scolo Arborselli*, sono entrambi tributari del *canale di Cento*. Poco prima del ponte fra il *canale di Cento* e la strada prov.le Casumaro Pilastrello (SP 13) i due canali si avvicinano al *canale di Cento*. Lo *scolo Arborselli* ha un passaggio in botte che lo collega in direzione nord-sud al *canale di Cento* e lo *scolo Bastardo* ha un analogo collegamento sud-nord con il *canale di Cento*. Questi collegamenti sono alternative di scolo del bacino, che lo rendono (solo in questo caso) tributario del sottobacino Condotto Generale

- sottobacino di I liv. Chiodarolo, piccola area che scola nel *canale di Cento* tramite lo *scolo Chiodarolo Vecchio*,
- sottobacino di I liv. Angelino, che si estende nei comuni di Cento e S.Agostino, a ovest del CER-Cavo Napoleonico; le acque sono raccolte dal *canale Angelino* che le conferisce a gravità al *canale di Cento*,
- sottobacino di I liv. Savenuzza, che interessa prevalentemente il territorio di S.Agostino, a est del CER-Cavo Napoleonico, le acque sono raccolte di canali *scolo Canalazzo Superiore* e *scolo Mirabello* e portate a confluire nella *fossa Savenuzza*, che le conferisce a gravità al *Canale di Cento*,
- sottobacino di I liv. Cavo Bondesano, posto nell'area dell'abitato di Ponte Rodoni con una superficie di soli 68 ha, a ridosso della strada statale n.496 Ferrara – Bondeno: scola verso est per mezzo del *Cavo Bondesano*, che si immette nel *Canale di Cento Abbandonato*, che affluisce nel *Canale di Cento*,
- sottobacino di I liv. Tassone, che si estende nel settore più occidentale del comune di Vigarano, le cui acque sono raccolte dal *cavo Tassone* che le conferisce a gravità al *canale di Cento*,
- sottobacino di I liv. Porotto, che si estende nei comuni di Vigarano e Ferrara, le cui acque sono raccolte da vari canali che afferiscono al *canale di Cento*: scoli Negrelli, Azzi, Mezzetti, Abbazia. Nella parte est del bacino, lo *scolo Rinaldi* conferisce direttamente nel *canale Emissario di Burana* nel punto della sua confluenza con il *canale di Cento*.

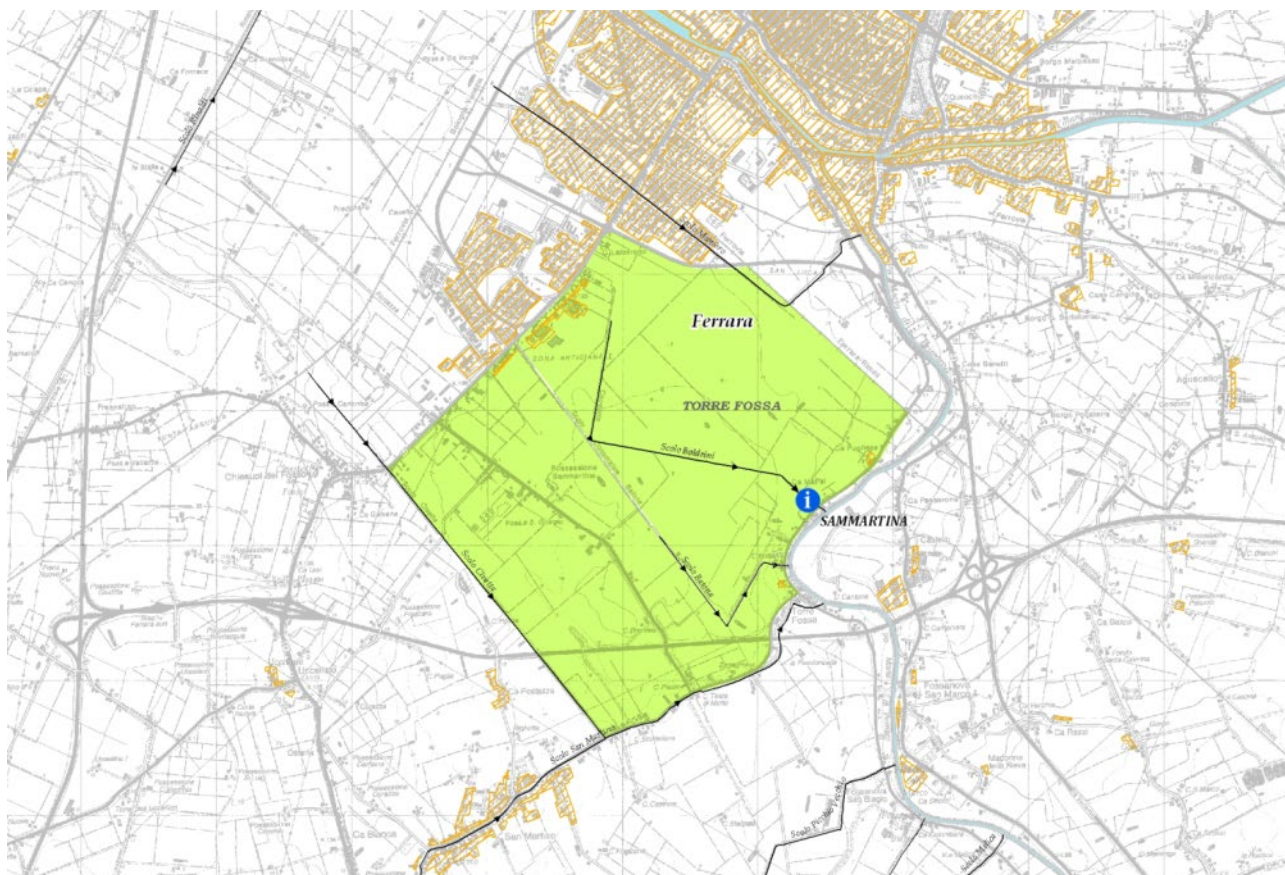
Sono invece affluenti del *Po di Primaro* i bacini e sottobacini sottoelencati.



Il Bacino principale Sammartina.

- Bacino principale Sammartina

Comprende i terreni più alti della zona della periferia sud di Ferrara serviti dallo *scolo Mambro* e dal sistema *scolo Civetta-sanale S. Martino*, tutti scolanti a gravità nel *Po di Primaro*. Nel bacino è presente il piccolo *Impianto Idrovro Buttifredo*, con azione di presollevaramento per una piccola area tra S. Martino e Bastia, le cui acque sono riversate nel *canale S. Martino* che le conferisce infine al *Po di Primaro*,



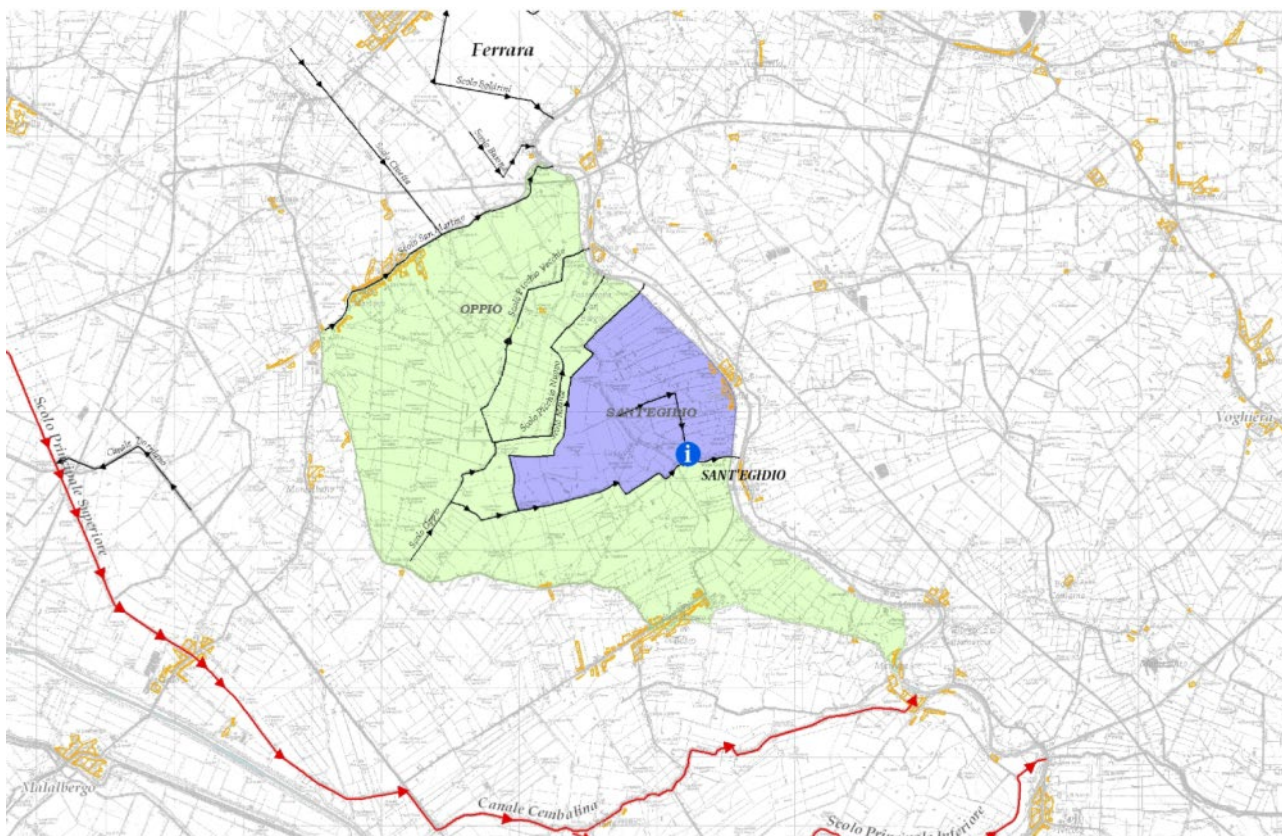
Il Bacino principale di Torre Fossa, con relativo Impianto Idrovro Sammartina

- Bacino principale di Torre Fossa



Comprende i terreni più bassi della zona della periferia sud di Ferrara (ex "Sammartina"), le cui acque vengono riversate nel *Po di Primaro* tramite lo *scolo Baiona* (a gravità) e dallo *scolo Boldrini*, con sollevamento da parte dell'*Impianto Idrovro Sammartina*,

Figura a sinistra: Impianto Idrovro Sammartina.



Il Bacino principale Oppio, con il sottobacino S.Egidio e il relativo Impianto Idrovoro.

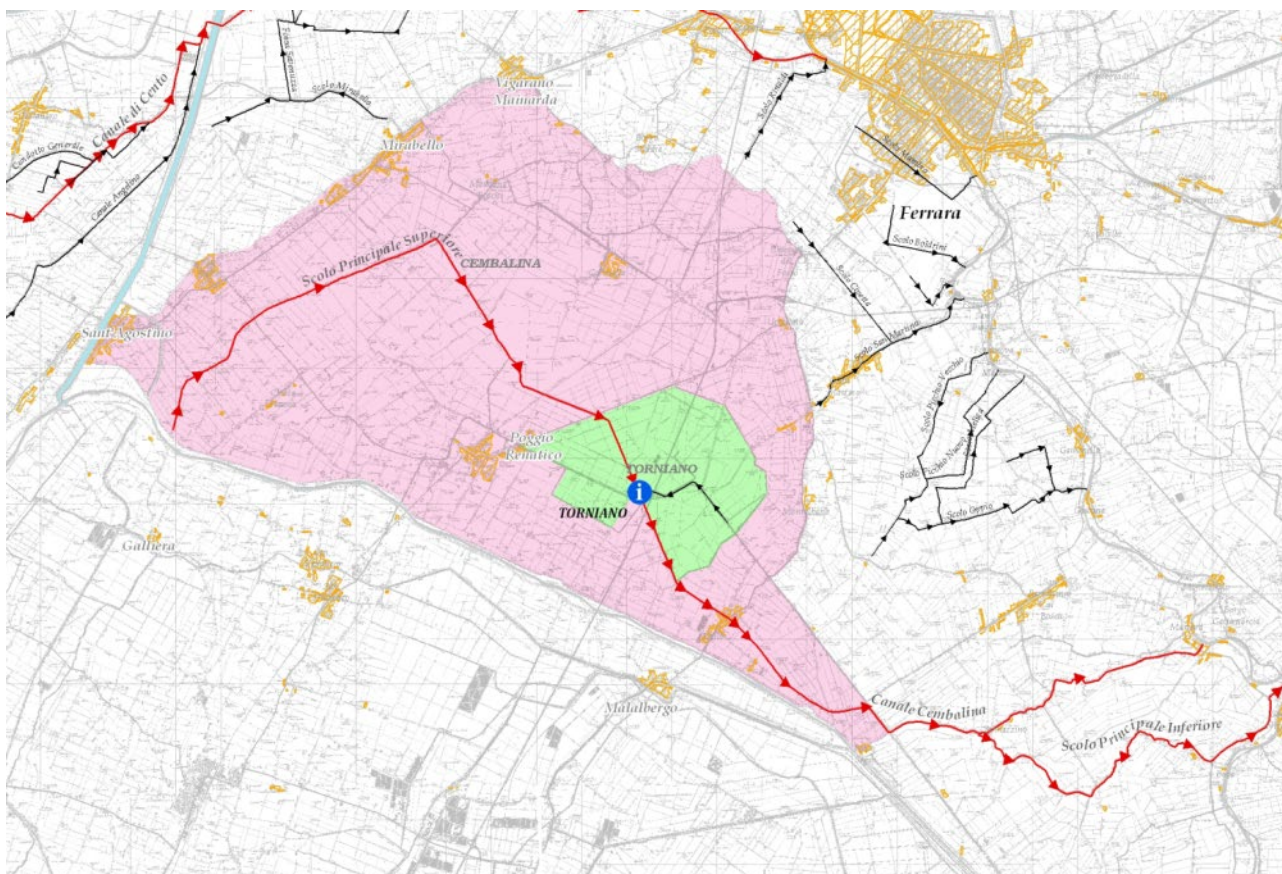
- Bacino principale Oppio

Si estende tra il *Po di Primaro*, *S. Martino*, *S. Bartolomeo* e *Marrara* ed è servito dai canali *scolo Picchio Vecchio*, *scolo Picchio Nuovo*, *scolo Melica* e *scolo Oppio*, tutti scolanti a gravità nel *Po di Primaro*,



-- sottobacino di I liv. S.Egidio, che interessa il territorio a ovest di S.Egidio le cui acque sono sollevate dall'*Impianto Idrovoro S.Egidio* e riversate nello *scolo Oppio* poco prima della sua confluenza nel *Po di Primaro*.

Figura a sinistra: Impianto Idrovoro S. Egidio.



Il Bacino principale Cembalina, con il sottobacino Tornado e il relativo Impianto Idrovoro.

- Bacino principale Cembalina

Interessa tutto il settore della provincia compreso tra S. Agostino, Mirabello, Vigarano Mainarda, Chiesuol del Fosso, San Martino, Montalbano e Gallo, le cui acque sono raccolte dallo *scolo Principale Superiore* e convogliate poi dal *canale Cembalina*, il quale le conferisce a gravità al *Po di Primaro*.

L'area depressa centrale del bacino è servita da un impianto di presollevamento, che delimita il

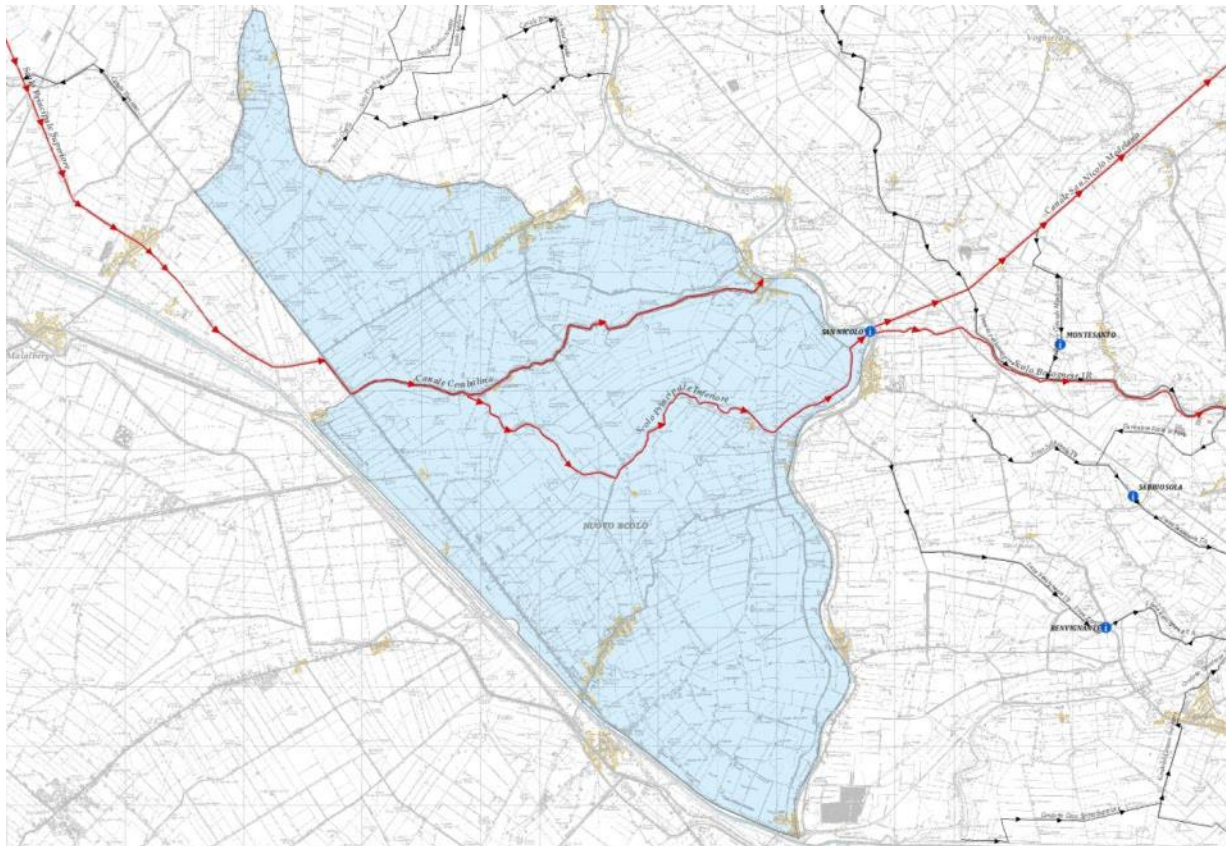
-- sottobacino di I liv. Tornado, le cui acque sono scaricate nello *scolo Principale* dall'*Impianto Idrovoro Tornado*

Il *Po di Primaro* convoglia inoltre nel *Po di Volano* le acque che lo invasano fra Traghetto e S. Nicolò (ove peraltro è sbarrato da una chiusa) nonché le acque scolanti dalle sue golene (e anche in questa funzione può essere aiutato dal *Canale S. Nicolò-Medelana*).

Come già detto, l'area tra S. Bartolomeo, Montalbano, Traghetto e Marrara, che rappresenta il settore sudorientale costituisce un sottobacino a se' stante, il

-- sottobacino di II liv. Nuovo Scolo le cui acque, convogliate dallo *scolo Principale Inferiore* alla *Botte di S. Nicolò* che sottopassa il *Po di Primaro*, vengono poi prese in carico dallo *scolo Bolognese* (detto anche *Nuovo Scolo*) entrando nel sottobacino di I livello S. Antonino Fossa di Porto Scolo Bolognese Terre Alte e da questo passano nel *canale Circondariale Bando Valle Lepri*. Questi due ultimi corsi d'acqua sono facenti parte della rete dell'ex *Consorzio di Bonifica del II Circondario*, oggi *Sezione Territoriale Basso Ferrarese Sud*. Presso la

suddetta botte esiste anche un Impianto Idrovoro di recente costruzione (anno 1999), che può sollevare parte di queste acque e scaricarle nel *Po di Primaro: l'Impianto Idrovoro di S. Nicolò*.



Il Sottobacino di II livello Nuovo Scolo, che afferisce al sottobacino di I livello S. Antonino Fossa di Porto Scolo Bolognese Terre Alte .

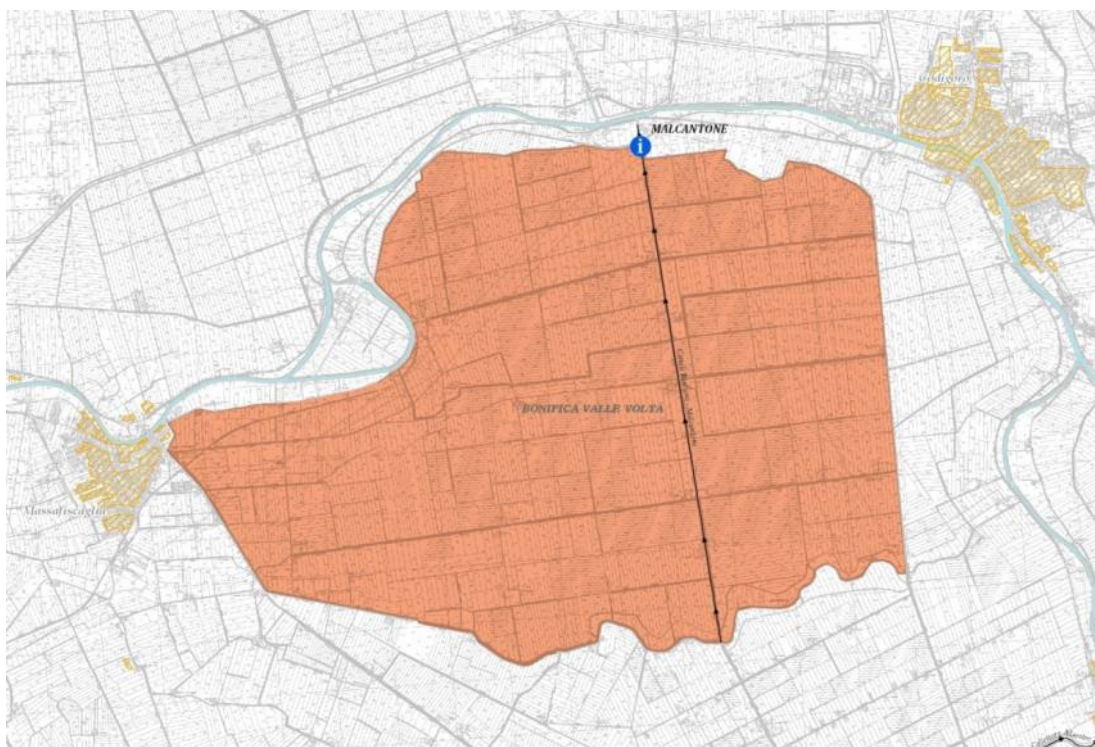
Si descrive ora l'area del territorio del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara situata tra il *Po di Volano*, il *Po di Primaro*, il *fiume Reno* a valle di Traghetto e il mare (fin dal Medioevo l'area compresa tra i rami del *Po di Volano* e il *Po di Primaro* è chiamata Polesine di S.Giorgio. Le sue acque di scolo affluiscono a *Po di Volano*, *canale Navigabile*, *canale Fosse-Foce*, *Logonovo* e *Gobbino*, che assieme alla *Valle Fattibello (Valli di Comacchio)* sono qui individuati come elementi di ordine zero.

Mantenendo il criterio di seguire l'ordine di afferenza delle acque in mare da nord a sud, saranno quindi trattati prima i bacini che insistono sul terzo tratto del *Po di Volano* (tratto Chiusa di Tieni - Mare), che sbocca nella *Sacca di Goro*, poi quelli che insistono sul primo tratto (Ferrara – Fiscaglia) e sul secondo tratto (Chiusa di Tieni – Fiscaglia), le cui acque vengono portate in mare a Porto Garibaldi tramite il *canale Navigabile*.

Sboccano in mare sempre per mezzo del portocanale di *Porto Garibaldi*, nonché del *canale Logonovo*, le acque dei restanti bacini dell'area in esame.

Fino alla fine degli anni cinquanta del secolo scorso, buona parte dei terreni di questi territori scolava più o meno direttamente nella Valle del Mezzano. Con la bonifica di tale valle (fine anni cinquanta) è stato creato un grande canale di intercettazione di questi scoli, il *canale Circondariale*, che costituisce quasi un anello completo; la parte sudoccidentale e settentrionale di tale canale fa capo all'*Impianto Idrovoro Valle Lepri Acque Alte*, che scarica nel *canale Navigabile*; la parte sudorientale fa invece capo all'*Impianto Idrovoro Fosse Acque Alte*, che scarica nel *canale Fosse-Foce*, che mette capo al *canale Logonovo* (va tenuto presente che il tratto terminale del *canale Navigabile* è in comunicazione con il *canale Logonovo*).

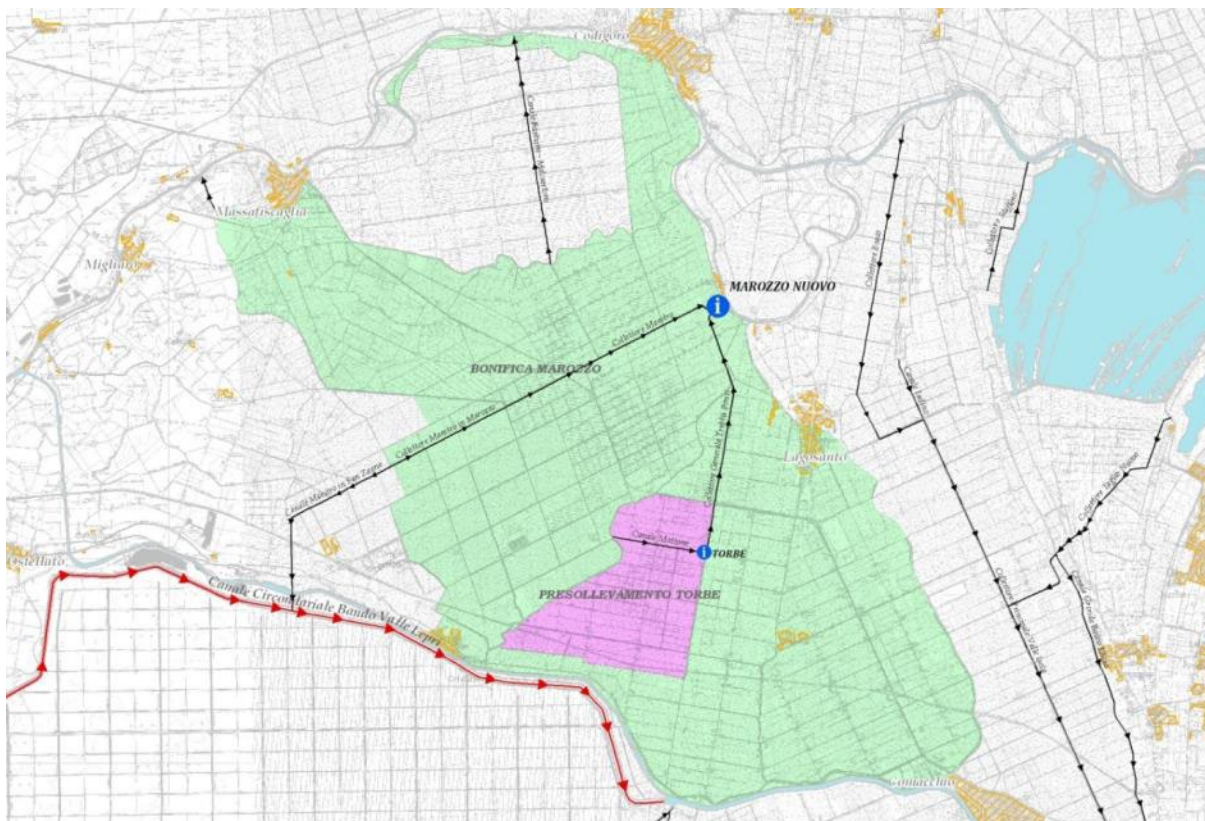
Pervengono al *Po di Volano*, terzo tratto (a valle della *Chiusa di Tieni*) e vengono recapitati nella *Sacca di Goro* gli scoli dei seguenti bacini:



Il Bacino principale Valle Volta con l'Impianto Idrovaro Malcantone.

- Bacino principale Valle Volta

Interessa la parte centro occidentale dell'ex Valle Volta. Il *canale Bastione Malcantone* raccoglie verso nord le acque di scolo e fa capo all'*Impianto Idrovaro Malcantone*, situato poco a ovest di Codigoro, che scarica nel *Po di Volano*.



Il Bacino principale Marozzo e il relativo Impianto Idrovoro Nuovo Marozzo e l'impianto idrovoro di presollevamento Torbe.

- Bacino principale Marozzo

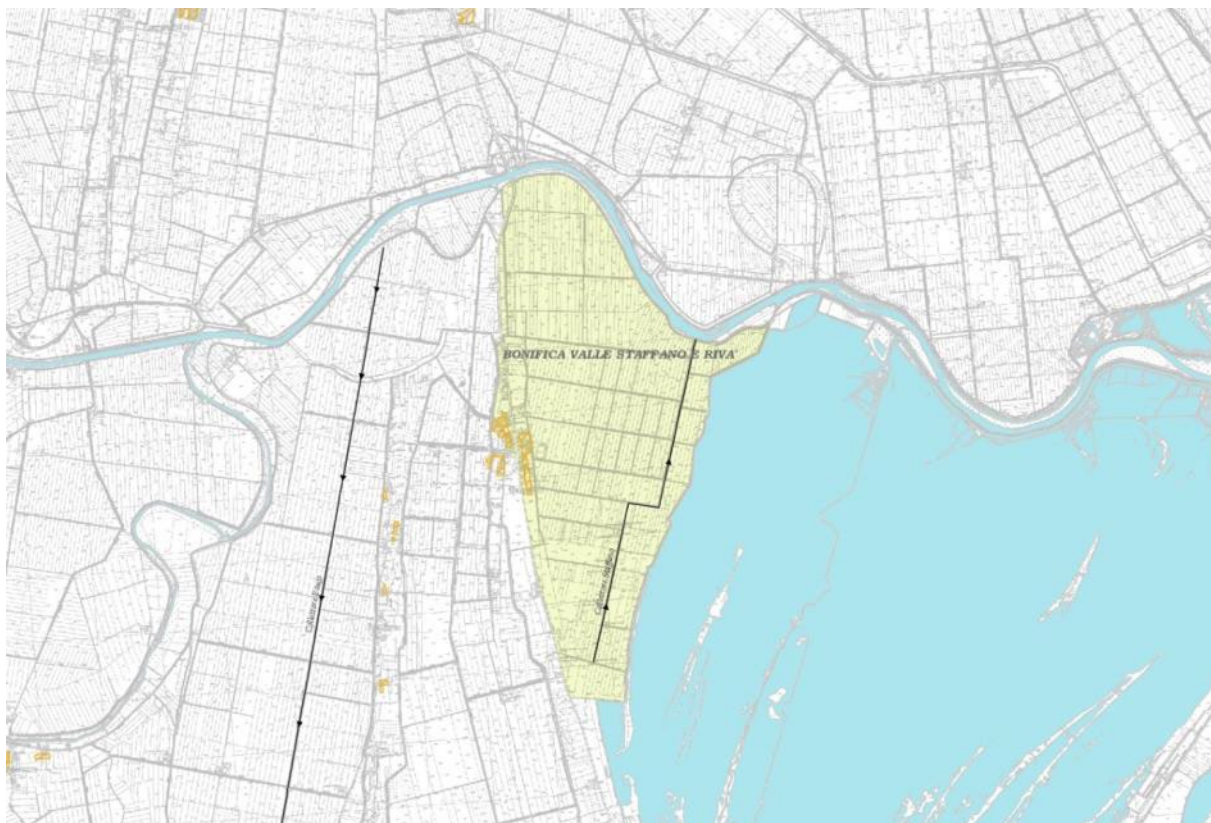
Interessa la vasta area compresa tra Massa Fiscaglia, Codigoro e Comacchio, le cui acque vengono convogliate all'Impianto Idrovoro Nuovo Marozzo tramite il Collettore Generale Trebba Ponti e il Collettore Maestro che le scarica nel Po di Volano, risvolta di Marozzo.

Questo bacino comprende il

-- sottobacino di I liv. Torbe, che interessa la parte più depressa della bonifica di Valle Trebba, servita dall'Impianto Idrovoro Torbe.



Veduta aerea dell'Impianto Idrovoro Marozzo, visto da sudovest verso nord-est.



Il Bacino principale Bonifica di Valle Staffano e Riva.

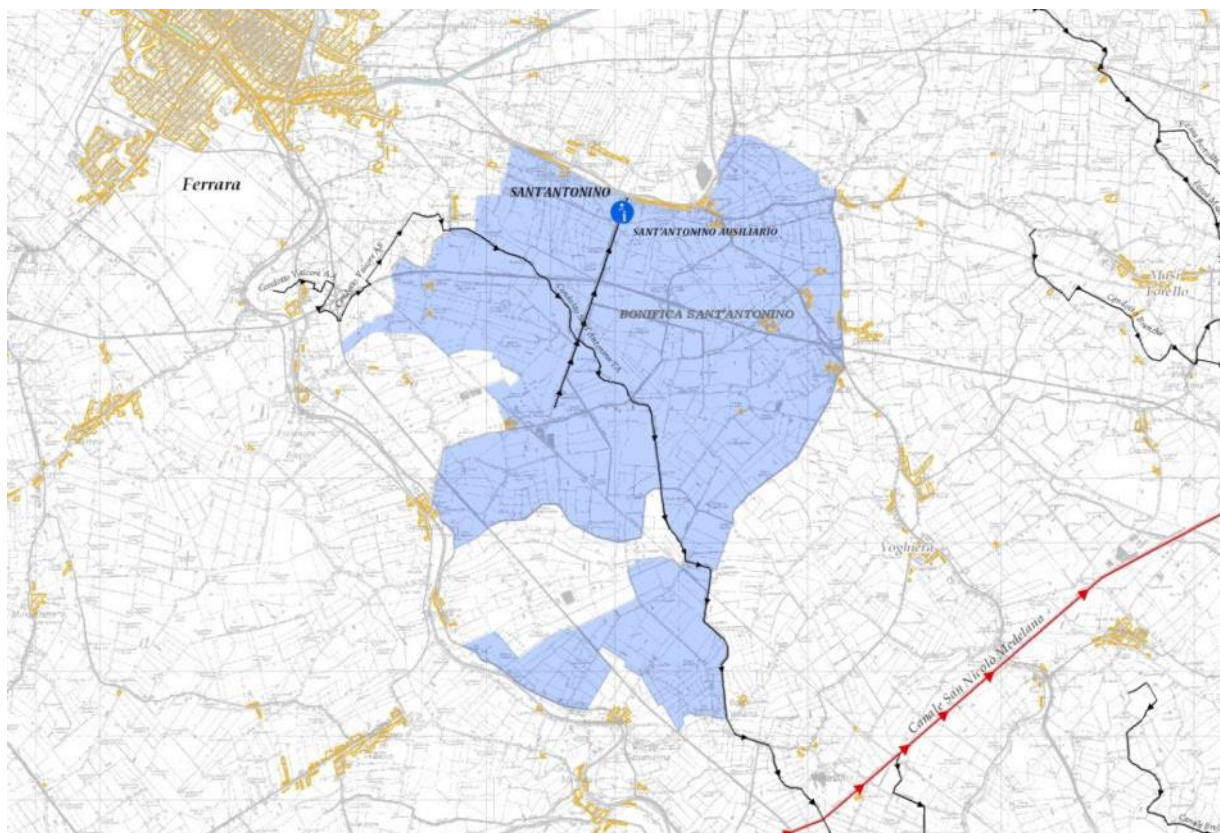
- Bacino principale Bonifica di Valle Staffano e Riva

Interessa i terreni bonificati tra Vaccolino e la Valle Cantone, le cui acque sono oggi portate verso nord tramite il *collettore Staffano*. Vengono sol-flevate dall'*Impianto Idrovaro Staffano* (impianto privato) e immesse nel *Po di Volano*.



Veduta da monte dell'Impianto Idrovaro Staffano (priv.).

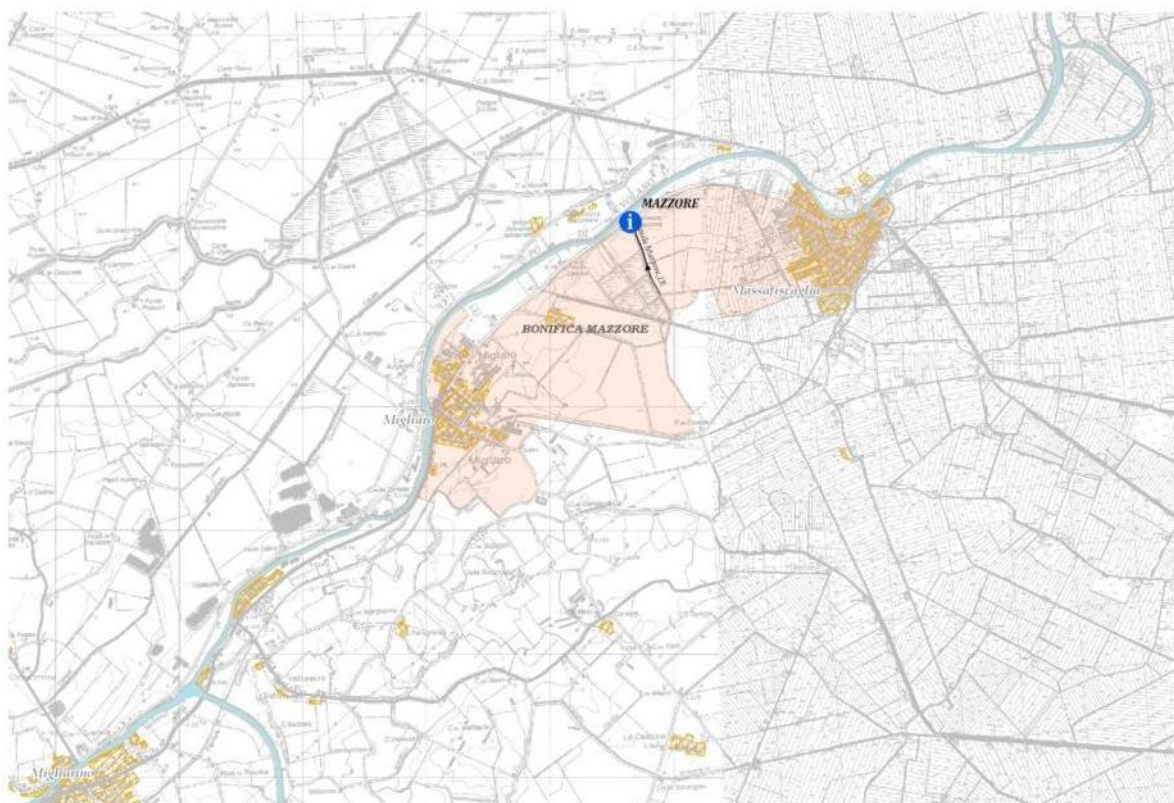
Pervengono, dal lato sud, al *Po di Volano*, primo tratto (Ferrara - Fiscaglia), e vengono recapitati in mare presso Porto Garibaldi tramite il *canale Navigabile* le acque del Bacino Principale di Bonifica S. Antonino.



Il Bacino principale Bonifica di S. Antonino e relativo Impianto Idrovaro.

- Bacino principale S. Antonino

Interessa i terreni più depressi dell'area compresa tra Cocomaro di Cona, Quartesana, Gualdo e Monestirolo, le cui acque vengono convogliate all'*Impianto Idrovaro S. Antonino* che le scarica nel *Po di Volano*, ansa di Cona; ricade in questo bacino il nuovo ospedale di Ferrara (ospedale di Cona). Proprio per via della grande impermeabilizzazione dei terreni dovuta alla costruzione del nuovo ospedale e della relativa area di parcheggio, si è deciso di costruire l'*Impianto Idrovaro S. Antonino Ausiliario* completato nell'anno 2009.



Il Bacino principale Mazzore con relativo Impianto Idrovo.

- Bacino principale Mazzore

Pervengono, dal lato sud, al secondo tratto del *Po di Volano* (tratto Migliarino-Tieni) e vengono recapitati in mare presso Porto Garibaldi tramite il Canale Navigabile, gli scoli del Bacino principale Mazzore.

Il bacino interessa un'area a ridosso del *Po di Volano* tra Migliaro e Massa Fiscaglia, servita dall'*Impianto Idrovo Mazzore* che scarica direttamente nel *Po di Volano*. E' questo l'unico bacino che insiste sul secondo tratto del *Po di Volano*, tratto che in fase di scolo scorre come si è detto, da est a ovest, per immettere le proprie acque nel *canale Navigabile*.

Il canale Navigabile (a valle della Chiusa-sostegno Lepri) raccoglie inoltre acque dei bacini sottoelencati, che sfociano in mare sempre a Porto Garibaldi.



Il Bacino principale Valle Isola e minori, relativi sottobacini e impianti idrovori.

- Bacino principale Valle Isola e minori

Interessa le aree bonificate di Valle Isola e Valli Basse di S.Giuseppe, le cui acque vengono sollevate, subito a est di Comacchio, dall'*Impianto Idrovoro Guagnino* che le riversa nel *canale Guagnino*, tributario del *canale Navigabile*.

A seguito di diverse crisi idrauliche del bacino, in particolar modo a fronte degli allagamenti del 2006, sono stati erogati finanziamenti di somma urgenza, con i quali sono stati costruiti

due ulteriori impianti completati nel 2010: a nord, *l'Impianto Idrovaro Taglio Nuovo*, che in caso di emergenza (e per esigenze irrigue) può sollevare le acque provenienti da est (dal *canale Collettore Taglio Nuovo*) portandole nel *canale Gronda Bosco Eliceo*. Il Canale prosegue in direzione nord-sud, intercettando altri canali della rete che convogliano verso il I.I. Guagnino, una portata minore prosegue verso sud fino al nuovo *Impianto Idrovaro Collinara*, che le solleva a sua volta per scaricarle nella *Valle Molino*. I due nuovi impianti idrovori realizzano comunque un'attenuazione del carico di acque nel punto di scolo principale del bacino, *Impianto Idrovaro Guagnino*, che scarica nel *canale Navigabile* poco più a ovest.

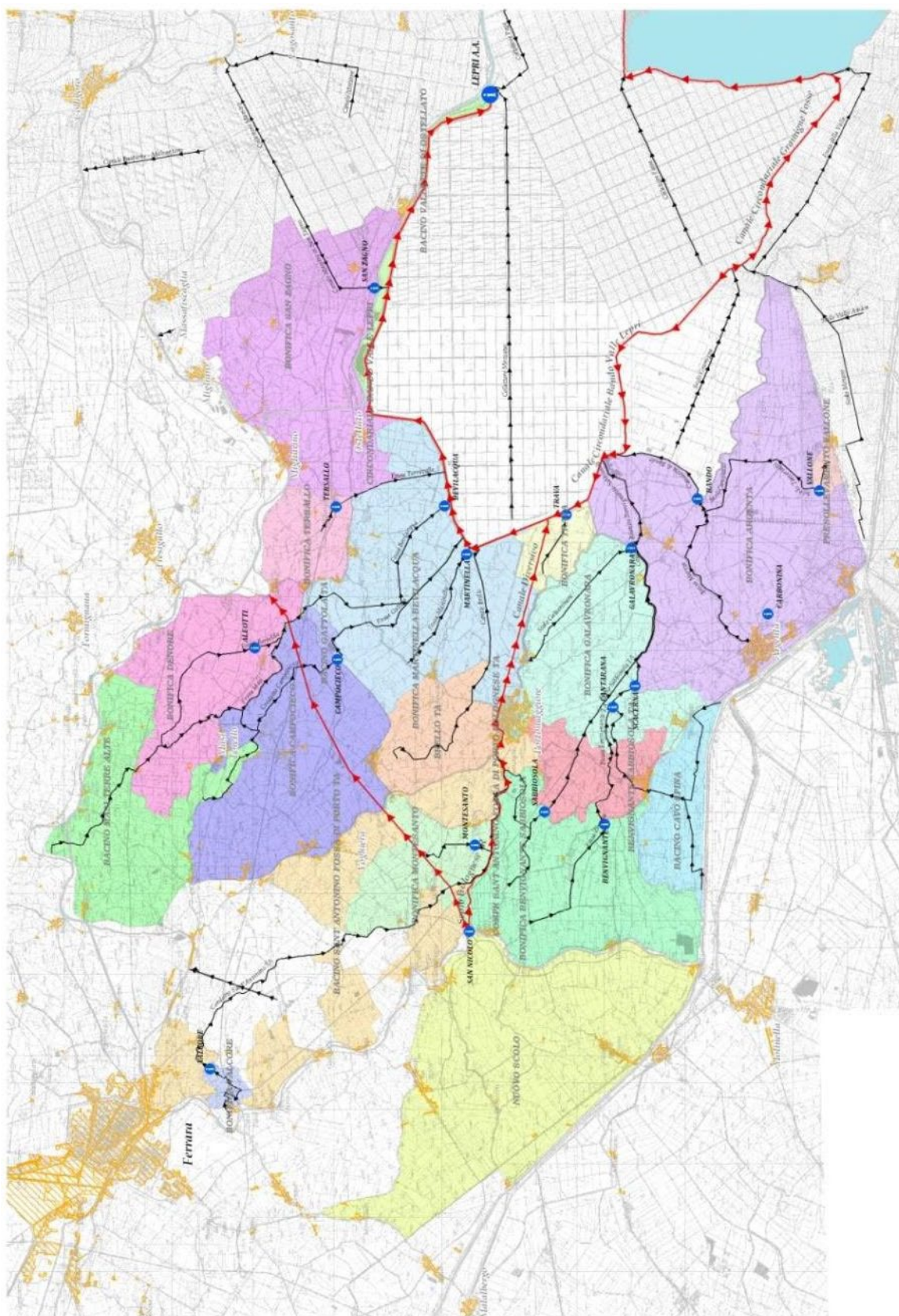
-- *sottobacino di I liv. Bosco*, che interessa un'area compresa tra il *Po di Volano* (risvolta di Marozzo) e il Dosso Boschetto, a nord-est di Lagosanto, le cui acque vengono sollevate dall'*Impianto Idrovaro Bosco*.

Come già detto il *canale Navigabile* sfocia in mare nel portocanale di Porto Garibaldi; tra Comacchio e Porto Garibaldi, esso però ammette scambi idraulici con il *Canale Logonovo* mediante il *canale Sublagunare*, che attraversa la Valle Fattibello, e mediante il *canale Pallotta*.

Sempre al *canale Navigabile* vengono infine conferite le acque del *canale Circondariale N.W.*, oggi chiamato *canale Circondariale Bando Valle Lepri*.

Il *canale Circondariale Bando Valle Lepri*, assieme al *canale Circondariale S.E.* detto *canale Circondariale Gramigne-Fosse*, costituisce la perimetrazione della Bonifica del Mezzano. I due canali hanno versi di deflusso opposti. Non esiste un punto fisso, in questo grande corso d'acqua, ove i versi si differenziano, ma si può assumere come punto di discontinuità l'afferenza dello *scolo Gramigne* nel *Circondariale*: si considera dunque lo *scolo Gramigne* come afferente del *canale Circondariale Gramigne Fosse*, che ha verso delle acque in direzione sud-est. Il tratto del *circondariale* subito a nord-ovest rispetto all'*Impianto Idrovaro Gramigne*, lo si considera invece con direzione delle acque verso nord-ovest.

Si prende ora in considerazione il sistema delle acque afferenti al *canale Circondariale Bando Valle Lepri*.



Il Bacino principale Circondariale Bando Valle Lepri.

- Bacino principale Circondariale Bando Valle Lepri

Il canale Circondariale Bando Valle Lepri raccoglie le acque di numerosi bacini e le porta al grande *Impianto Idrovoro Lepri Acque Alte* che le riversa nel canale Navigabile.



In primo piano si ha la veduta da monte dell'*Impianto Idrovoro Lepri Acque Alte*; in secondo piano, a destra, si vede l'*Impianto Idrovoro Lepri Acque Basse Mezzano*.

I principali adduttori al *Canale Circondariale Bando Valle Lepri* provenienti da est sono: lo *scolo Principale Inferiore*, che oltrepassa in botte il *Po di Primaro*, continua nello *scolo Bolognese* che confluisce nella *fossa di Portomaggiore*; questa confluisce nel *canale Diversivo*, che si immette nel *canale Circondariale Bando Valle Lepri*.

Nel seguito verranno descritti i sottobacini afferenti partendo dal tratto più a monte del *canale Circondariale Bando Valle Lepri*:

-- sottobacino di I liv. Argenta, che comprende le terre tra Argenta, Boccalone, Bando, Longastrino e S.Biagio, le cui acque vengono raccolte dalla *fossa Marina* e sollevate dall'*Impianto Idrovoro di Bando*, che le riversa nella *canaletta di Bando*, tributaria del *Circondariale*. Il sottobacino è anche dotato di una cassa di espansione da 51,4 ha nella quale, in caso di piogge eccezionali, lo *scolo Travasona* può immettere parte delle proprie acque previo sollevamento da parte dell'*Impianto Idrovoro Cassa di Espansione di Bando* (3 mc/s). Una volta ristabilitasi una situazione idraulica di normalità, le acque della cassa di espansione possono essere restituite al canale tramite tre chiaviche.

---- sottobacino di II liv. presollevamento Carbonina, nel sottobacino *Argenta* può essere inoltre messo in funzione il piccolo *Impianto Idrovoro Carbonina*, completato nel 2012, a servizio di un'area particolarmente depressa alla periferia di Argenta: la *Via Carbonine*. Data l'esiguità di tale area non è utile per questa trattazione identificarla come sottobacino di II livello.

---- sottobacino di II liv. presollevamento Vallone, che interessa un'area particolarmente depressa a nord della strada tra S. Biagio e Filo, servita dall'*Impianto Idrovoro Vallone*.

-- sottobacino di I liv. Benvignante Sabbiosola Terre Alte, che interessa l'area posta

immediatamente a nord dell'abitato di Consandolo. Si tratta di terre alte, le cui acque fluiscono a gravità nella *fossa Benvignante Terre Alte* e nel *fossa Sabbiosola Terre Alte*.

I due corsi d'acqua si riuniscono nella *Canaletta Riunita Benvignante Sabbiosola*, che attraversa le aree dei bacini *Bonifica Galavronara* e *Bonifica di Argenta*, come canale di "acque alte", senza ricevere apporti a gravità dai canali limitrofi, che hanno quote d'acqua inferiori.

La *canaletta Riunita Benvignante Sabbiosola* confluisce infine nel *canale Circondariale Bando Valle Lepri* poco ad est di Bando. Il bacino riceve apporti dalle terre basse situate a ovest, costituite dal sottobacino *Benvignante Sabbiosola* e da due ulteriori sottobacini: a sud il sottobacino *Cavo Spina* e a est il sottobacino *Galavronara* (sottobacini di II liv. che vengono nel seguito meglio descritti).

---- sottobacino di II liv. *Benvignante Sabbiosola*, che interessa la zona immediatamente a est del *Po di Primaro*, fra Traghetto e S.Nicolò, le cui acque vengono sollevate, per la parte più meridionale, dall'*Impianto Idrovoro Benvignante*, che scarica nella *fossa Benvignante Terre Alte*, e, per la parte più settentrionale, dall'*Impianto Idrovoro Sabbiosola*, che scarica nel *fossa Sabbiosola Terre Alte*;

---- sottobacino di II liv. *Cavo Spina*, che riguarda l'area, in parte in Provincia di Bologna, compresa tra l'ansa del *Po di Primaro* (ansa di Consandolo) e il Reno, le cui acque vengono raccolte dal *Canale Cavo Spina* che le scarica a gravità nella *fossa Benvignante Terre Alte*, tramite il *Condotto Cantarana*;

---- sottobacino di II liv. *Galavronara*, che interessa l'area a est di Portomaggiore, le cui

acque vengono sollevate dall'*Impianto Idrovoro Galavronara*, che le scarica nella *Canaletta Riunita Benvignante Sabbiosola*. In questo sottobacino si trovano anche gli impianti idrovori *Scacerna*, e *Cantarana*, che riversano nella *fossa Benvignante Terre Alte*,



Impianto Idrovoro Galavronara

-- sottobacino di I liv. *Trava*, situato immediatamente a

nord del tratto terminale del *canale Diversivo*; le acque vengono sollevate dall'*Impianto Idrovoro Trava*, che le riversa direttamente nel *canale Circondariale Bando Valle Lepri*.

-- sottobacino di I liv. *Sant'Antonino Fossa di Porto - Scolo Bolognese Terre Alte*, è composto da una serie di sottobacini di terre alte, che sono serviti da un'asta composta dai seguenti tre canali consecutivi: *condotto Sant'Antonino Terre Alte*, *fossa di Portomaggiore*, *canale Diversivo*. Partendo da Aguscello, l'asta suddetta percorre da nord-ovest a sud-est l'area, raccogliendo l'apporto delle terre alte e immettendo la portata nel *canale Circondariale Bando Valle Lepri*, 7 Km a est di Portomaggiore. Questa asta raccoglie gli

apporti del *sottobacino di II livello Nuovo Scolo*, già considerato in precedenza per l'area dell'ex *Consorzio di Bonifica Valli di Vecchio Reno*, e comprende i sottobacini di II livello qui di seguito elencati:

---- *sottobacino di II liv. Sant'Antonino Fossa di Porto Terre Alte*, che interessa i terreni meno depressi dell'area a est del *Po di Primaro* compresa tra Cocomaro di Cona, Codrea, Portomaggiore e S. Nicolò, le cui acque pervengono al *derivatore Fossa di Porto* che le conferisce a gravità al *canale Circondariale Bando Valle Lepri*, dopo essere passate per il *canale Diversivo*

---- *sottobacino di II liv. Valcore*, servito dall'*Impianto Idrovaro Valcore*, che scarica nel *condotto S. Antonino Terre Alte*.

---- *sottobacino di II liv. Montesanto*, che interessa i terreni a nord di Montesanto; le acque vengono sollevate dall'*Impianto Idrovaro Montesanto*, che le scarica nella *fossa di Portomaggiore*.

-- *sottobacino di I liv. Brello Terre Alte*, posto a nord di Portomaggiore; le acque vengono raccolte dal *canale Brello* che le conferisce a gravità al *canale Circondariale Bando Valle Lepri* attraversando per un tratto di 4 Km il *sottobacino di I liv. Martinella Bevilacqua* come canale di acque alte.

-- *sottobacino di I liv. Masi Gattola*; interessa l'area compresa fra gli abitati di Contrapò, Villanova e Quartesana (scolati dalla *fossa Masi*) e una piccola area ad ovest di Rovereto (scolata dalla *fossa Gattola*). La *fossa Masi* e la *fossa Gattola* confluiscono nel *canale Convogliatore*, che si immette nel *canale Circondariale Bando Valle Lepri*. Il bacino raccoglie anche le acque di altri due sottobacini di "terre basse" (*Campocieco e Denore*), previo sollevamento con impianti idrovori.

---- *sottobacino di II liv. Campocieco*, che interessa l'area compresa tra Quartesana, Runco, Gambulaga, Verginese e Masi Torello; le acque vengono sollevate dall'*Impianto Idrovaro Campocieco*, che le riversa nella *fossa Gattola*

---- *sottobacino di II liv. Denore*, le cui acque vengono sollevate dall'*Impianto Idrovaro Aleotti*, che le riversa nella *fossa Masi*.

-- *sottobacino di I liv. Martinella Bevilacqua*; si tratta di due aree di bonifica di recente unificate con il potenziamento dell'*Impianto Idrovaro Martinella*, che scolano nel *canale Circondariale Bando Valle Lepri*. Sono situate a occidente del Mezzano e scolano dalla direzione nord-ovest in direzione sud-est, utilizzando diversi canali di seguito elencati partendo da occidente: *fossa Martinella*; *fossa Bevilacqua*. L'area più occidentale del bacino mette capo all'*Impianto Idrovaro Martinella*; la più orientale mette capo all'*Impianto Idrovaro Bevilacqua*. L'area più orientale è collegata all'*Idrovaro Martinella* tramite l'*allacciante Baselga*. I due impianti scaricano direttamente nel *canale Circondariale Bando Valle Lepri*.

-- sottobacino di I liv. Tersallo, che comprende le terre più depresse intorno ai paesi di Rovereto e Dogato, le cui acque vengono sollevate dall'*Impianto Idrovaro Tersallo*, che riversa nella *fossa Terravalle*, tributaria del *canale Circondariale Bando Valle Lepri*.

-- sottobacino di I liv. Vallette di Ostellato, che comprende le aree umide superstiti tra il *canale Navigabile* e la Bonifica del Mezzano, le cui acque defluiscono nel *canale Circondariale Bando Valle Lepri*.

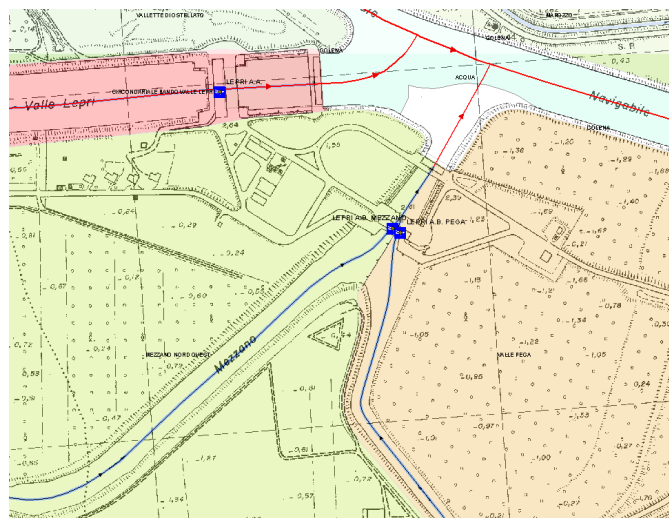
-- sottobacino di I liv. San Zagno, che comprende le terre più depresse fra Migliarino, Migliaro, S.Giovanni, Ostellato e Libolla; le acque vengono sollevate dall'*Impianto Idrovaro S. Zagno*, che le immette nel *canale Circondariale Bando Valle Lepri*.



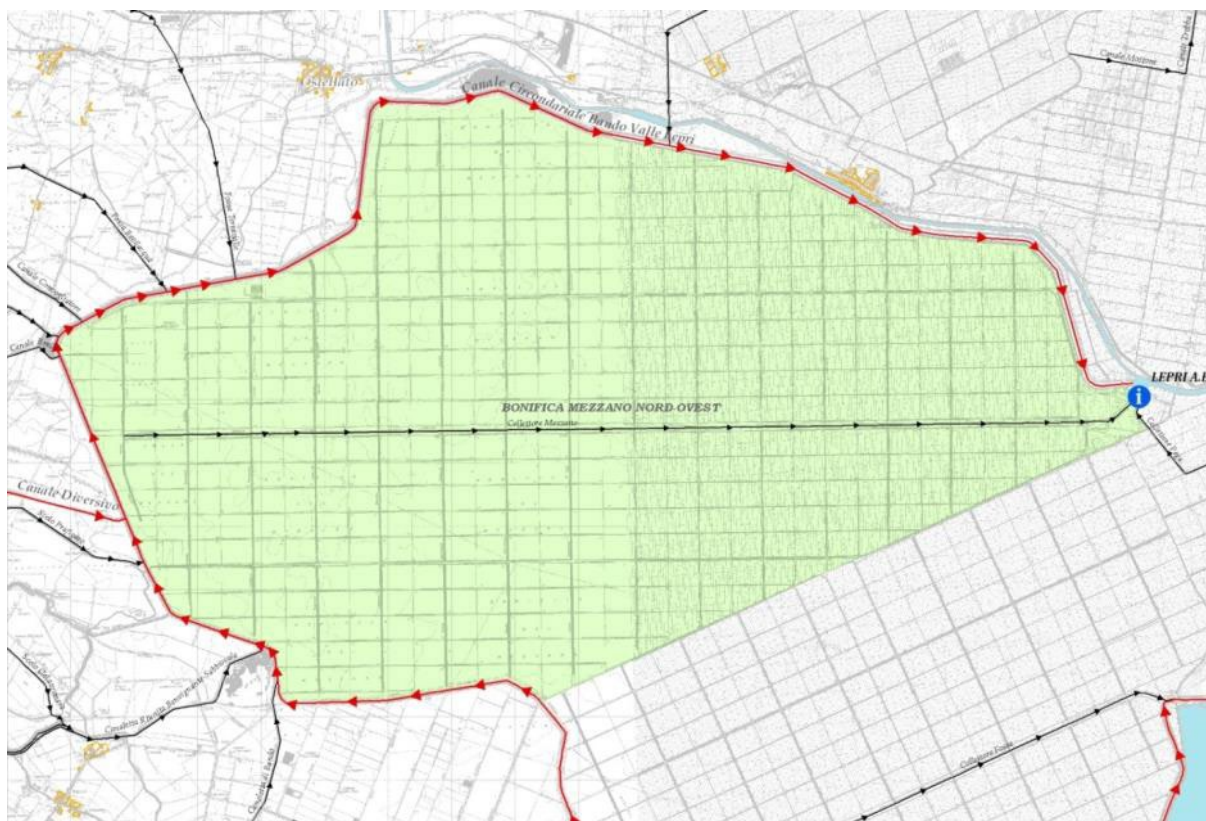
*Impianto Idrovaro San Zagno- fotocattata da nord verso sud.
Sullo sfondo le vallette di Ostellato*

Come si è detto il *canale Circondariale Bando Valle Lepri* fa infine capo all'*Impianto Idrovaro Lepri Acque Alte*, che scarica nel *canale*

Navigabile subito a valle della *Chiusa-sostegno Lepri*.



Confluenze nel *Canale Navigabile* (da ovest a est): 1- *canale Circondariale Bando-Valle Lepri* con *Impianto Idrovaro Lepri Acque Alte*; 2 - *collettore Mezzano N-W*, con l'*Impianto Idrovaro Lepri Acque Basse-Mezzano*; 3 - *Collettore Pega*, con *Impianto Idrovaro Lepri Acque Basse-Pega*.



Il Bacino principale Mezzano Nord-Ovest e relativo Impianto Idrovaro Lepri Acque Basse Mezzano.

- Bacino principale Mezzano Nord Ovest

Riguarda la parte nord-ovest della bonifica del Mezzano. L'area è stata bonificata a partire dal 1957, con termine dei lavori nel 1963 ed ha canali di scolo a distanza regolare di 1 Km che convergono perpendicolarmente nel *collettore Mezzano*; questo collettore convoglia le acque verso est nell'*Impianto Idrovaro Lepri Acque Basse Mezzano*, che le riversa nel *canale Navigabile*.



Il Bacino principale Pega e relativo Impianto Idrovorio Lepri Acque Basse Pega.

- Bacino principale Valle Pega

Riguarda i territori delle bonificate valli Pega, Rillo e Zavelea, a sud di Comacchio. Il *collettore Pega* raccoglie le acque portandole verso nord all'*Impianto Idrovorio Lepri Acque Basse Pega*, che le solleva nel *canale Navigabile*;

Valle Zavelea

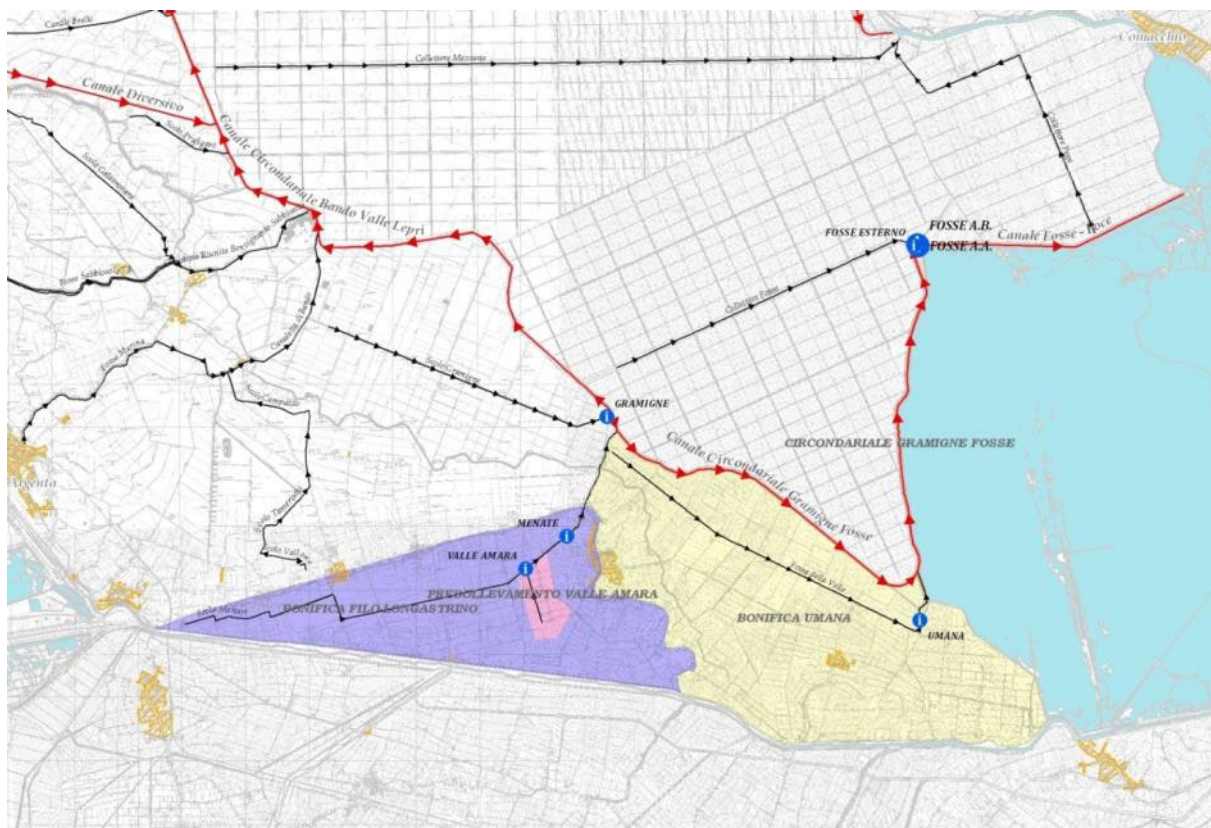
Rappresenta un relitto della preesistente valle omonima, in gran parte bonificata assieme alle valli Pega e Rillo. E' situata a nord del canale Fosse-Foce dal quale riceve le acque mediante un sifone privato di presa. E' da considerare come parte del bacino consortile Valle Pega, che ne gestisce il deflusso tramite il *canale Bingotta* (evidenziato in azzurro a destra nella ortofoto).



In alto: Valle Zavelea sul Sistema Informativo Geografico del Consorzio (SITL)

Le acque degli ultimi sei bacini principali citati (e relativi sottobacini), *Bonifica di S. Antonino, Mazzore, Valle Isola e Minori, Circondariale Bando Valle Lepri, Mezzano Nord-Ovest e Pega* raggiungono quindi il mare mediante il *portocanale di Porto Garibaldi*.

Nel *canale Fosse-Foce*, che invece scarica in mare mediante il *canale Logonovo*, vengono infine portate le acque dei due bacini principali *Circondariale Gramigne Fosse* e *Mezzano Sud-Est Gramigne*, nel seguito descritti.



Il Bacino principale Circondariale Gramigne Fosse e i sottobacini Umana; Filo Longastrino; Valle Amara.

- Bacino principale Circondariale Gramigne Fosse

Il *canale Circondariale Gramigne Fosse* raccoglie le acque di tre sottobacini e le porta al grande *Impianto Idrovoro Fosse Acque Alte*, che le solleva all'esterno della bonifica riversandole nel *canale Fosse Foce*.

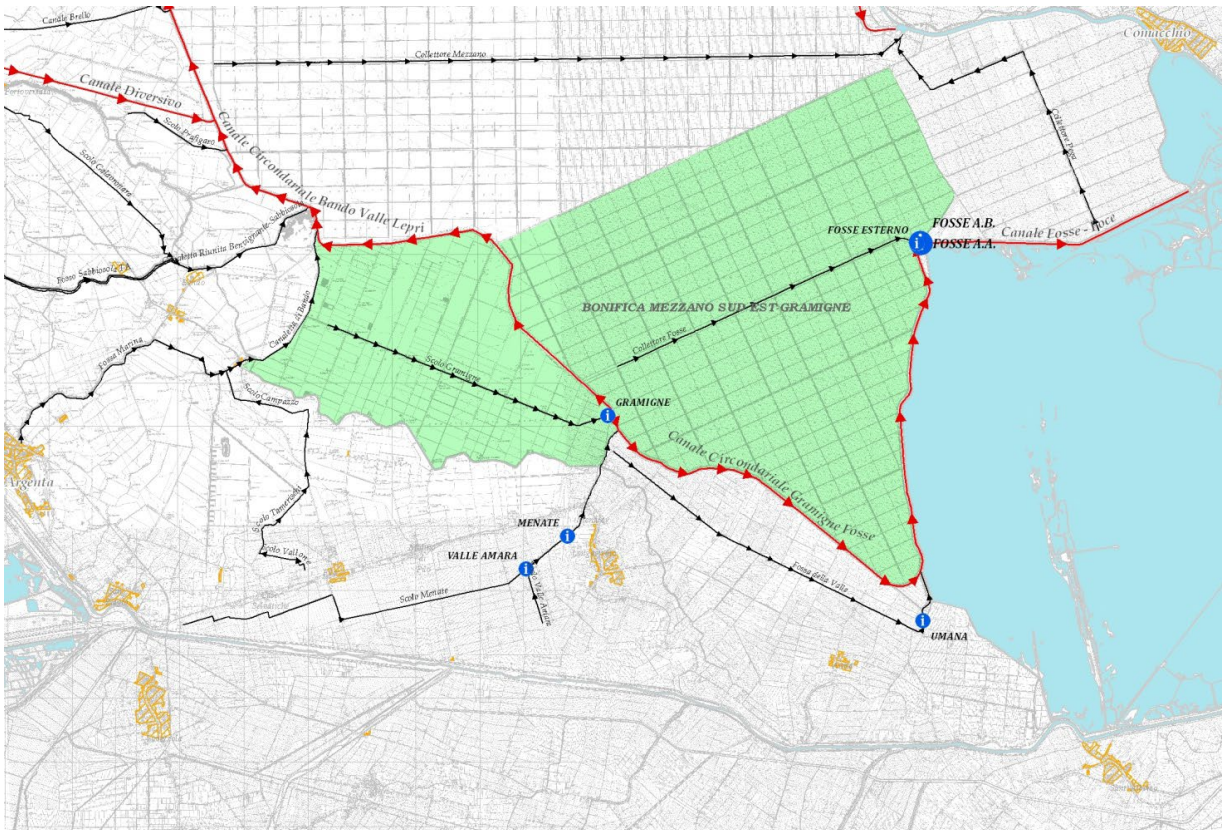
Vengono nel seguito passati in rassegna i sottobacini afferenti partendo dal tratto più a monte di tale canale.

-- *sottobacino di I liv. Filo Longastrino*, che riguarda l'area in provincia di Ravenna compresa tra l'ansa del *Po di Primaro* (ansa di Longastrino) e il *Reno*, le cui acque vengono sollevate, presso Longastrino, dall'*Impianto Idrovoro Menate*, che le riversa nello *scolo Menate*, tributario del *canale Circondariale Gramigne Fosse*. Questo bacino include il

---- *sottobacino di II liv. Valle Amara*, che interessa i terreni più depressi del suddetto bacino, le cui acque vengono sollevate dall'omonimo piccolo *Impianto Idrovoro*.

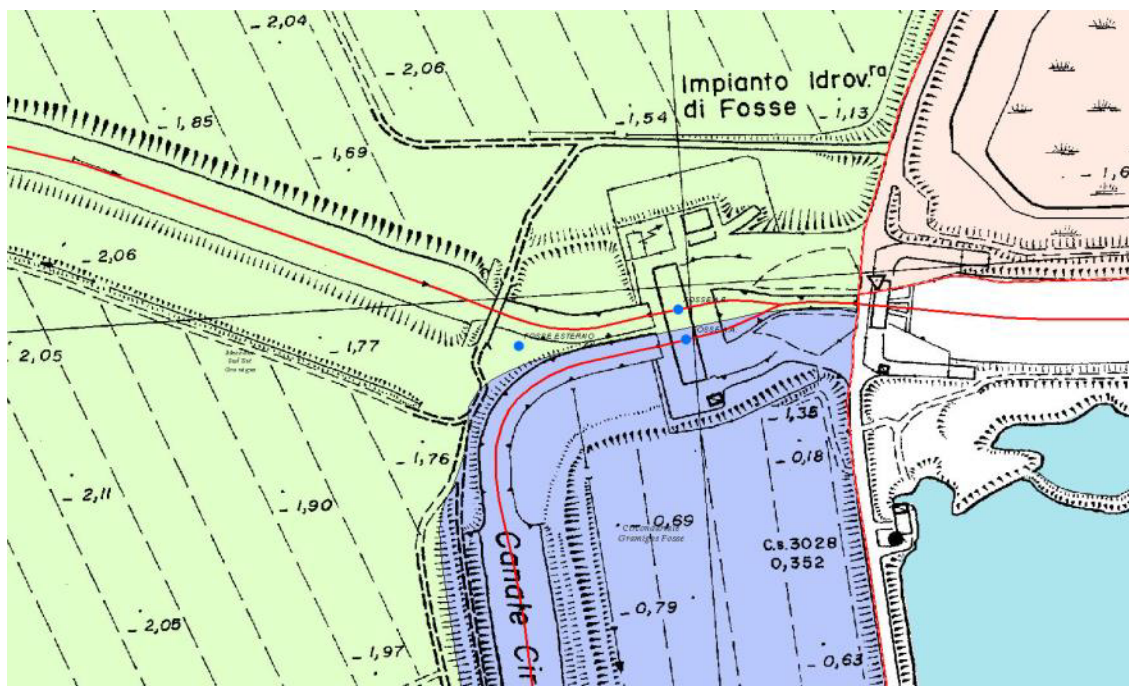
-- *sottobacino di I liv. Umana*, che riguarda la parte più orientale dei territori di bonifica in sinistra del *Reno*, comprendenti anche la piccola area inclusa tra l'ansa del *Po di Primaro* e il *Reno* (ansa di Anita);

Come si è detto il canale Circondariale Gramigne Fosse fa infine capo all’Impianto Idroforo Fosse Acque Alte (portata 24 m³/s); questo le scarica nel canale Fosse-Foce, il quale lambisce a nord le Valli di Comacchio e infine immette nel canale Logonovo, che raggiunge il mare.



Il Bacino principale Mezzano Sud-Est Gramigne, con gli Impianti Idrofori Fosse Acque Basse e Fosse Acque Alte.

- **Bacino principale Mezzano Sud Est Gramigne** ; riguarda la parte sud-est della bonifica del Mezzano nonché la parte più occidentale della Bonifica del Mantello. Infatti le acque di scolo di quest’ultima, raccolte dallo *scolo Gramigne*, vengono normalmente immesse nel territorio del Mezzano Sud Est, previo attraversamento in botte del *canale Circondariale Gramigne Fosse* (tramite lo *scolo Patacchine*). Tutte le acque infine mettono capo all’*Impianto Idroforo Fosse Acque Basse*, (che le scarica nel *canale Fosse Foce*).



Lo Stabilimento Idrovoro Fosse è composto da due Impianti: a nord l'Impianto Fosse Acque Basse che solleva le acque del collettore Fosse (bacino Mezzano Sud Est Gramigne) e a sud l'Impianto Fosse Acque Alte che solleva le acque del canale Circondariale Gramigne Fosse (bacino Circondariale Gramigne Fosse). Esiste un breve canale di collegamento che consente il passaggio delle acque in direzione sud-nord da Acque Alte ad Acque Basse (visibile nella ortofoto seguente). Il passaggio inverso è assistito dall'Impianto Idrovoro Fosse Esterno.



Impianto Idrovoro Fosse in una ortofoto del 2011. La freccia evidenzia il piccolo e breve canale di collegamento che consente il passaggio dalle acque basse del collettore Fosse (a nord) alle acque alte del canale Circondariale Gramigne Fosse. Il passaggio da acque basse ad alte è effettuato con il sollevamento da parte del piccolo Impianto Idrovoro Fosse Esterno.

2.3.8 Tabelle tecniche riassuntive

Per ricapitolare, viene qui riportato uno schema riassuntivo per la parte del bacino gestito dal Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara e una tabella che riporta tutti gli impianti idrovori di scolo con indicazione di potenza e portata.

Tab. - IL CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA DI FERRARA IN CIFRE		
DESCRIZIONE	Unità di misura	Valore
Superficie del Comprensorio	Ha	256.733
Estensione dei canali	Km	4.153
Impianti idrovori di scolo	n°	80
Impianti idrovori di irrigazione	n°	90
Potenza installata complessiva (scolo e irrigazione)	Km	43.860
Portata Totale Impianti	Mc/s	791
Acqua sollevata annualmente	Milioni di Mc	1.510
Personale		
Fisso	n°	270
Stagionale	n°	110
Mezzi d'opera		
Trattori - Escavatori	n°	59
Autocarri	n°	38
Motobarche	n°	8

NOME	Potenza kW	m ³ /s max
ACQUE ALTE	3900	49,8
ACQUE BASSE	4968	66,0
ALEOTTI	409	7,1
AVANZAROLA	57	2,6
BANDO	1654	23,0
BARCO	15	0,5
BAURA I	176	4,0
BAURA II	990	15,0
BENVIGNANTE	450	7,8
BETTO	557	7,5
BEVILACQUA	147	3,1
BOLZANELLA	6	0,1
BONELLO	700	6,4
BOSCA	66	1,7
BOSCO	78	2,1
BRASAVOLA	77	2,3
BULGARELLO	30	0,5
BUTTIFREDO	3	0,0
CAMPELLO	110	2,2
CAMPOCIECO	360	8,2
CANTARANA	26	1,0
CARBONINA	40	0,3
CISANO	55	1,5
CITTADINO	330	6,0
COLLINARA	405	2,8
DEMETRIO	68	1,5
FOSSE A.A.	729	24,0
FOSSE A.B.	1392	18,0
FOSSE ESTERNO	450	6,0
GALAVRONARA	330	6,0
GALAVRONE	92	1,2
GIRALDA	1250	15,0
GUAGNINO	1345	17,9
INTERMEDIO I	280	12,0
INTERMEDIO II	360	12,0
LEPRI A.A.	3645	117,0
LEPRI A.B. MEZZANO	2076	24,0
LEPRI A.B. PEGA	585	7,2
MALCANTONE	555	4,8
MAROZZO NUOVO	2400	28,0
MARTINELLA	480	13,5
MAZZORE	158	1,9

NOME	Potenza kW	m ³ /s max
MENATE	547	10,2
MEZZOGORO	53	2,0
MONTESANTO	161	3,2
NUOVO ACQUE ALTE	3900	49,8
POMPOSA	180	2,0
PONTELAGOSCURO	1575	20,0
ROMANINA	550	16,0
SABBIOSOLA	114	2,4
SALGHEA	270	3,0
SAMMARTINA	140	3,0
SAN NICOLO'	264	4,8
SAN ZAGNO	625	9,3
SANDOLA	11	0,5
SANT'ANTONINO	354	5,4
SANT'ANTONINO AUSILIARIO	600	7,2
SANT'EGIDIO	81	1,8
SCACERNA	42	1,0
SEMINIATO	186	7,0
STAFFANO	0	1,0
TAGLIO NUOVO	111	1,8
TERSALLO	190	3,5
TORBE	74	2,6
TORNIANO	210	4,2
TRAVA	88	1,5
UMANA	683	10,4
VALCORE	25	0,6
VALLE AMARA	60	1,6
VALLETTA	19	0,6
VALLONA NUOVA	89	3,0
VALLONE	9	0,3
VIDARA NORD	1485	12,0
VIDARA SUD	225	3,6
VIGHELDO	54	1,0
VOLANO	13	0,1
ZAMBOTTA	3	0,1

2.4 Altre aree non direttamente gestite dal Consorzio di Bonifica per l'azione di scolo

Il territorio ferrarese, come si è detto, è caratterizzato da vari ambienti di transizione: oltre a foci fluviali e lagune (Sacca di Goro), vi sono altre zone umide dolci e salmastre con aspetti e problemi idraulici del tutto diversi rispetto alle aree fin qui considerate. La loro gestione idraulica ricade sotto varie competenze, la gestione naturalistica fa generalmente capo al Parco del Delta del Po dell'Emilia Romagna; per completezza di trattazione vengono riportati gli elementi descrittivi del loro assetto idraulico ed ambientale. Si fa presente che il Consorzio non svolge alcun servizio di scolo delle acque, di conseguenza gli immobili ivi ricadenti non sono soggetti a contributo di scolo. Sono già state in precedenza trattate le Vallette di Ostellato, gestite idraulicamente dal Consorzio come sottobacino del Circondariale Bando Valle Lepri. Fra le restanti zone umide dolci, le più importanti sono le paludi di Campotto e Vallesanta; poiché non fanno parte del *Bacino Burana-Volano-Canal Bianco*, verranno trattate più avanti, parlando dei territori posti in destra del Reno. Fra le zone umide salmastre, le più importanti sono l'Oasi di Cannevié, le Valli Cantone e Bertuzzi e il Lago delle Nazioni, appartenenti all'unità fisiografica del delta medievale del Po di Volano, ovviamente le valli di Comacchio (Molino, Fattibello, Zavelea, Fossa di Porto, Lido di Magnavacca, Campo e Cona, con le Saline di Comacchio), appartenenti all'unità fisiografica del delta romano del Po di Volano, nonché le Vene di Bellocchio, Ancona di Bellocchio e Lago di Spina, situate a est delle Valli di Comacchio e originatesi in Età Moderna.

2.4.1 Area compresa tra Porto Garibaldi e il Canale Bellocchio-Gobbino

Già facente capo all'Ente Delta Padano, poi trasformatosi in Ente Regionale per lo Sviluppo Agricolo (ERSA), successivamente inglobato nel Consorzio del 2° Circondario e quindi oggi ricadente nel Consorzio di Bonifica della Pianura di Ferrara, è un territorio caratterizzato a est dalla presenza dei centri abitati del Lido degli Estensi e del Lido di Spina e dal punto di vista dello scolo delle acque è organizzato in questo modo:

le acque che interessano le superfici dei Lidi Estensi e Spina vengono convogliate dal sistema fognario verso nord, oltre il porto canale di Porto Garibaldi, per essere recapitate al depuratore di Comacchio. Le acque agricole scolano nelle Valli di Comacchio, soprattutto mediante il Canale Confina, sito tra il Canale Logonovo e il Canale Bellocchio (la maggior parte dei terreni adibiti ad agricoltura ricade in questa zona). Quindi è da considerare come un bacino "sui generis" che attualmente fa corpo unico con le Valli di Comacchio.

Le acque di queste ultime possono essere immesse, attraverso la chiavica di recente costruzione, sita sul Canale Fosse-Foce, nella Valle Fattibello, la quale a sua volta le può recapitare al mare attraverso il Canale Logonovo.

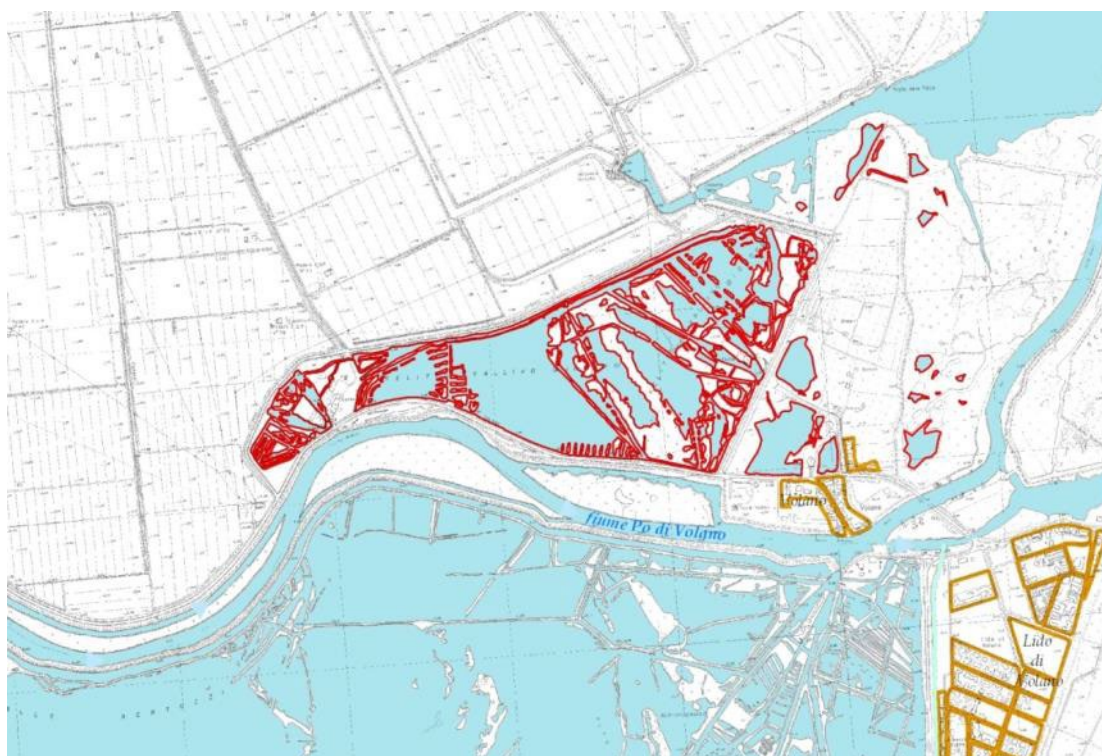


Igm dell'area in esame (sopra)



Sfondo cartografico della CTR 5000 con evidenziazione del canale Delle Vene e del canale Confina (sopra)

2.4.2 Oasi di Canneviè



Oasi di Canneviè, evidenziata con bordi rossi

Si tratta di un piccolo specchio d'acqua di 67 ettari al quale affluivano, prima di scaricarsi in mare, le acque del grande complesso di valli che esistevano a nord del tratto terminale del *Po di Volano* (valli Giralda e Gàffaro). Con la bonifica di tali valli, realizzata negli anni sessanta, solo questo bacino era stato risparmiato. Acquistato dall'Amministrazione Provinciale di Ferrara, è stato oggetto di un radicale intervento di restauro ambientale, comprendenti la realizzazione di un nuovo sistema di scambio d'acqua con il *Po di Volano*: un sifone per il prelievo delle acque e una chiavica di scarico. Pertanto rientra nella definizione di bacino principale afferente al Po di Volano, terzo tratto.



Foce del Po di Volano vista da ovest. Sullo sfondo: la Sacca di Goro ed il mare Adriatico; la Valle Bertuzzi. (a destra), l'Oasi di Canneviè (a sinistra).

2.4.3 Valle Bertuzzi

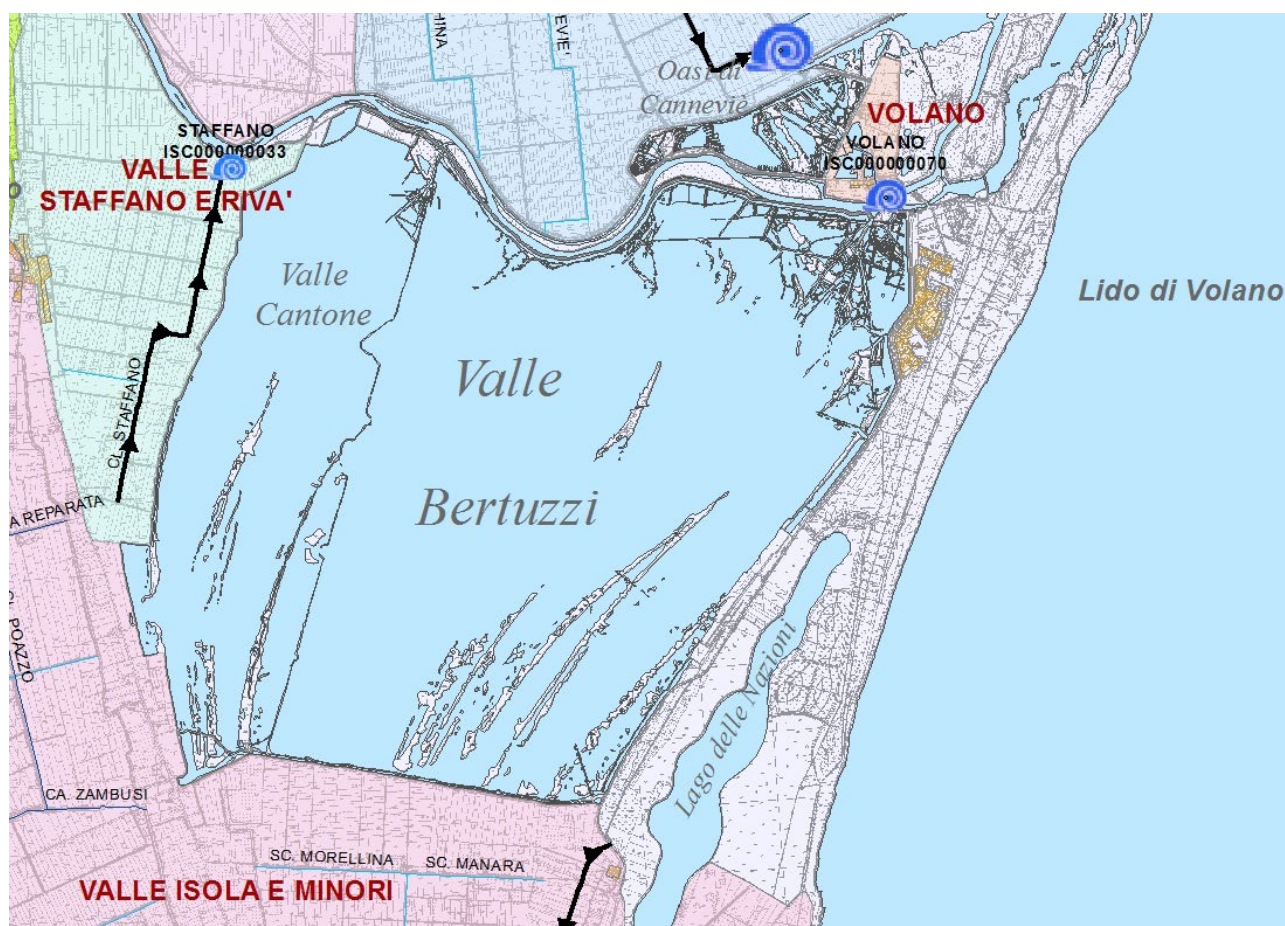
E' situata subito a est della Valle Cantone e anche questa, per molto tempo è stata gestita dalla Società Bonifica Terreni Ferraresi come valle da pesca. Negli anni novanta è stata acquistata da un privato, che l'ha dotata di un nuovo sistema di scambio d'acqua: un Impianto Idrovoro per il prelievo dal Po di Volano e una chiavica di scarico nella vecchia foce del *Po di Volano*. Anche questa valle può essere considerata un *bacino principale* afferente al *Po di Volano*, terzo tratto.

2.4.4 Valle Cantone

E' il bacino più occidentale del complesso di valli salmastre, dell'estensione di oltre 2.000 ha, esistenti in questa unità fisiografica, ma situata a sud del tratto terminale del Volano; per molto tempo è stata gestita dalla Società Bonifica Terreni Ferraresi. Dieci anni fa la Valle Cantone è stata acquistata da un privato, che per rilanciarvi l'itticoltura l'ha dotata di un nuovo sistema di scambio d'acqua con il *Po di Volano*: un sifone per il prelievo delle acque e una chiavica di scarico. Può essere pertanto riguardata come un *bacino principale* afferente al *Po di Volano*, terzo tratto.



Veduta aerea della Valle Bertuzzi: a sinistra i lavorieri dalla valle per la cattura delle anguille, a centro foto il Po di Volano e l'area di attracco delle imbarcazioni nell'abitato di Volano.



Valle Bertuzzi e Valle Cantone, verso nord: le valli residue costituenti l'Oasi di Canneviè; a est: il Lago delle Nazioni.

2.4.5 Il Lago delle Nazioni

Si estende per circa 90 ettari a sud-est della Valle Bertuzzi, ricavato negli anni cinquanta con il dragaggio di una precedente valle, per creare un bacino per gli sport nautici. Il ricambio delle acque avviene oggi per mezzo di un canale che mette capo alla vecchia foce del Po di Volano. Pertanto rientra nella definizione di bacino principale afferente al Po di Volano, terzo tratto.



Lago delle Nazioni

2.4.6 Valli di Comacchio

Il comparto delle Valli di Comacchio propriamente dette è composto da vari specchi d'acqua salmastra situati tra Comacchio e il mare:

- Valle Molino
- Valle Fattibello
- Valle Zavelea
- Valle Fossa di Porto
- Valle di Lido Magnavacca
- Valle Campo
- Valle Cona.

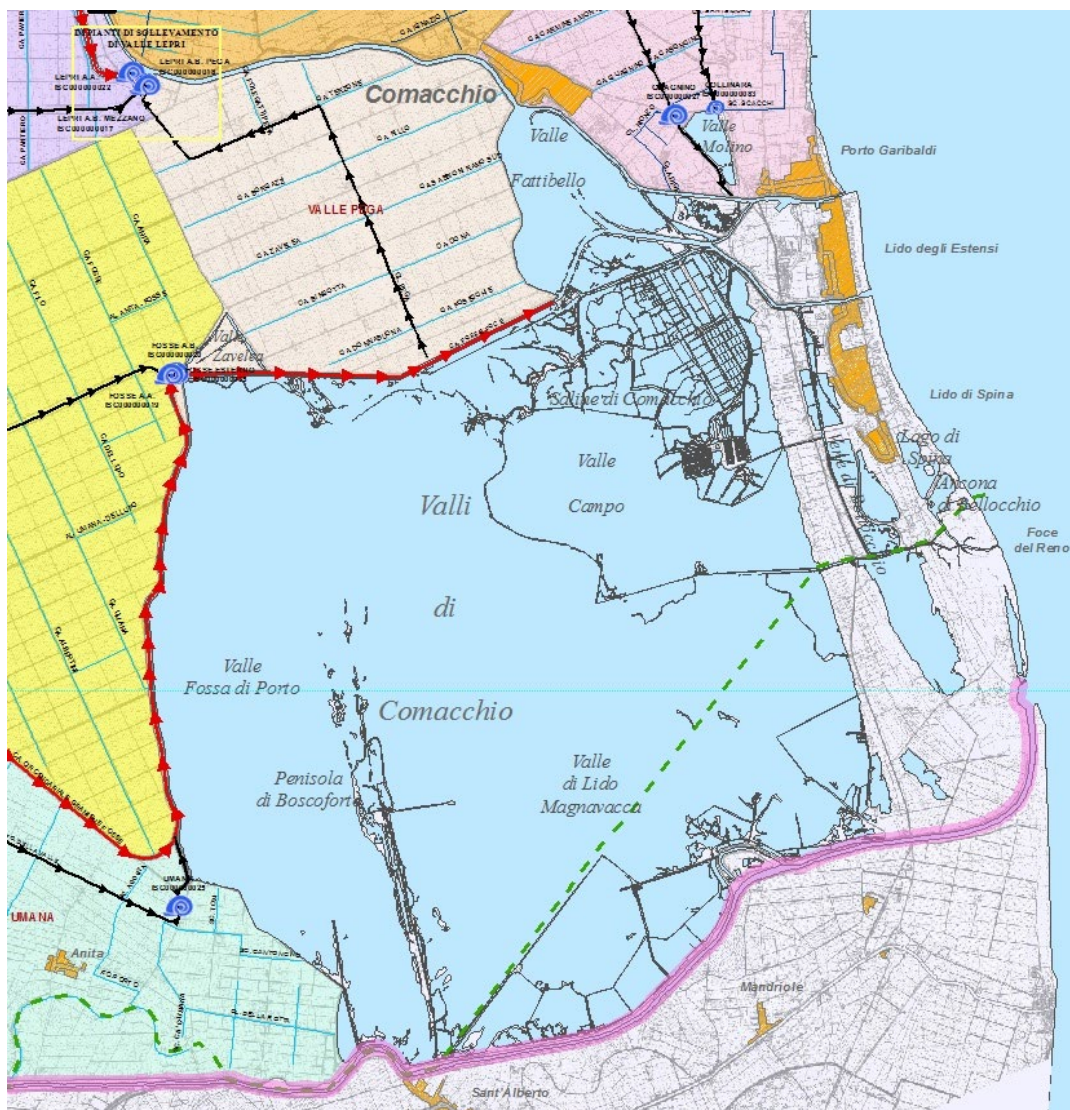
La gestione delle Valli di Comacchio è curata dalla Regione Emilia-Romagna, quella idraulica dal Servizio Tecnico di Bacino Po di Volano e quella ambientale dall'Ente di Gestione per i Parchi e la Biodiversità Delta del Po. Nella seguente immagine sono riportati sinteticamente i flussi idraulici del sistema.

Studio di sintesi del sistema di scolo relativo all'area di valle salmastra denominata complessivamente Valle di Comacchio

Le acque di scolo del bac. Pega afferiscono al Canale Navigabile, assieme a quelle provenienti dall'idrovoro Guagnino (CBPF). Le portate convogliate dal canale Circondariale Gramigne-Fosse e quelle del bac. Mezzano SE-Gramigne, vengono immesse (mediante gli idrovori Fosse AA e AB) nel canale Fosse Foce, il quale le porta nella Valle Fattibello e infine nel canale Logonovo e in mare Adriatico. Tramite la chiavica Caldirolo, il canale Fosse-Foce può anche ricevere acque dalle valli maggiori (Valle Fossa di Porto e V.le Lido di Magnavacca); ma il principale scaricatore di queste valli è la chiavica Fosse Foce (munita anche di idrovoro), che versa in Valle Fattibello. Una seconda comunicazione con il mare è costituita dal canale Foce. L'altra comunicazione col mare di queste valli è il can. Bellocchio-Gobbino (che però spesso si chiude in foce). La Valle Campo riceve e scarica principalmente per mezzo del canale Confini e del canale delle Vene (il quale è munito di chiaviche, che vengono chiuse soprattutto per evitare l'ingresso di acque alte dal mare).



L'argine Zanzulla divide la Valle Campo dalle altre (interrotto in un punto a sud-ovest - vedi chiavica).



Complesso vallivo denominato Valle di Comacchio

2.4.6.1 Valle Fattibello



Valle Fattibello (a nord) e Saline di Comacchio (a sud)

Rappresenta il *bacino di ripulsa* del porto-canale di Porto Garibaldi, e comunica con il *Canale Navigabile* presso Comacchio e con il *canale Logonovo* tramite apposita chiavica. Anche questo specchio d'acqua può essere considerato un *bacino principale*.

Le altre valli sono più isolate rispetto al sistema di scolo del territorio provinciale.

2.4.6.2 Le Valli Fossa di Porto, di Lido Magnavacca, Campo, Molino, Zavelea

Sono fra loro comunicanti e rappresentano lo specchio d'acqua maggiore. Questo complesso normalmente comunica direttamente con il mare mediante il *canale Logonovo* e il *canale Gobbino* (detto anche *canale Bellocchio*); le foci di questi canali hanno la tendenza ad interrarsi, e vengono tenute aperte mediante interventi di dragaggio. Tale tendenza è particolarmente accentuata per la foce del *canale Gobbino*, che viene aperta saltuariamente (ogni uno o due anni) e in genere rimane aperta solo per pochi mesi. Il settore meridionale della Valle di Lido Magnavacca, in provincia di Ravenna, appartiene a varie società e molte di queste proprietà sono state isolate dal resto della valle mediante arginelli.

Questo insieme di bacini salmastri può ricevere acque dolci dal fiume Reno, tratto a monte della *traversa di Volta Scirocco*, mediante:

- *il Sifone Lepri*
- *il Sifone Casalino*.

Può inoltre ricevere acque salmastre dal fiume Reno, tratto a valle della *Traversa di Volta Scirocco*, mediante

- *la Chiavica Pedona*
- *la Chiavica Scirocca*
- *la Chiavica Leonarda*.

Questo complesso può essere considerato un *bacino principale*, mentre gli specchi d'acqua isolati in provincia di Ravenna possono essere riguardati come *sottobacini di I livello*.

Alle Valli di Comacchio si affiancano altri specchi d'acqua, la cui gestione fa sempre capo al Servizio Tecnico di Bacino Po di Volano e al Consorzio Parco del Delta del Po dell'Emilia Romagna:

- le Saline di Comacchio
- le Vene di Bellocchio
- l'Ancona di Bellocchio
- il Lago di Spina

La *Valle Molino* è situata a nord del *canale Navigabile*; riceve acque da due chiaviche del *Canale Guagnino*, il quale a sua volta è collettore di scarico delle acque del già visto *Impianto Idrovoce Guagnino*, a servizio del *Bacino di Valle Isola e minori*, e assieme alla suddetto *Impianto Idrovoce* scarica nel *canale Navigabile*, nello stesso punto. La *Valle Molino* si può considerare parte integrante del già visto *Bacino principale di Valle Isola e Minori*, con acque che afferiscono al *canale Navigabile* e sfociano in mare nel porto canale di Porto Garibaldi. La *Valle Zavelea* ha interconnessioni idrauliche con la rete del CBPF, essendo alimentata da un sifone di presa dal *canale Fosse Foce* ed essendo provvista per lo scolo delle acque di un sifone che immette nel *canale Bingotta*, afferendo al *Bacino principale di scolo Valle Pega*.

2.4.7 Le Saline di Comacchio

In comunicazione con il Canale Logonovo, costituiscono un *bacino principale*.

2.4.8 Le Vene di Bellocchio

Comunicano sia con il Canale Gobbino che con il Canale delle Vene, facente capo al Canale Logonovo; costituiscono quindi anch'esse un *bacino principale*.



Evidenziate con bordo rosso sono visibili a est della valle di Comacchio le Vene di Bellocchio, aree salmastre a ridosso dell'area litoranea; a nord ovest sono visibili le suddivisioni caratteristiche delle Saline di Comacchio.

2.4.9 Ancona di Bellocchio e Lago di Spina

Il complesso è riguardabile come *bacino principale*; l'Ancona di Bellocchio comunica, sia pur precariamente (con due piccoli canali lagunari), con il *canale Gobbino* e con il *canale Logonovo*: ha come *sottobacino di I livello* il Lago di Spina.



A nord-ovest il Lago di Spina e a sud est l'Ancona di Bellocchio – Sfondo cartografico CTR 5000

2.5 Carta dell'uso reale del suolo anno 2013 – Dato Landsat decodificato – scala 1:100.000

La cartografia utilizzata per il Piano di Classifica è presente come Allegato 7 “Carta dell’Uso Reale del Suolo all’anno 2013 – Dato Landsat Decodificato”, alla scala 1:100.000.

Di seguito si elencano i dati tecnici del dato Landsat 2008

Fonte informativa utilizzata: Ortofoto “AGEA 2008” a colori ed infrarosso con pixel 50 cm Anni di ripresa 2007 - 2008

Livelli: 4

Sistema di classificazione: Corine Land Cover per i primi 3 livelli specifiche CISIS per il 4° livello

Numero di categorie: 83

Area minima: 1,56 ettari

Dimensione minima: 75 m in generale, 25 m per le categorie

1.2.2.1, 1.2.2.2, 5.1.1.1, 5.1.1.2, 5.1.1.3 e

5.1.1.4

Numero poligoni complessivo: 84.358

Restituzione di origine: a video

Metodologia generale

Per la creazione del database 2008 sono state utilizzate le ortofoto AGEA 2008 tutte riprese nel breve intervallo che va dal 19 giugno al 29 agosto del 2008.



Figura – A sinistra immagine e database 2003 e a destra aggiornamento al 2008

Questo ha permesso di rappresentare la situazione dell’uso del suolo dell’intero territorio regionale in un periodo molto ristretto. Le ortofoto sono ad alta definizione con pixel di 50 centimetri, disponibili sia nella versione a colori (RGB) sia in quella all’infrarosso.

La costruzione del nuovo database è avvenuta attraverso modifiche della copertura poligonale del database 2003. Il sistema di classificazione è rimasto invariato, articolato su quattro livelli con un totale di 83 diverse categorie di uso del suolo. I primi tre livelli derivano dalle specifiche del Progetto europeo *Corine Land Cover* (CLC) mentre il quarto livello è stato elaborato in riferimento alle specifiche definite a scala nazionale dal gruppo di Lavoro Uso del Suolo del CISIS ed è incentrato su tematiche specifiche d’interesse regionale.

Questa metodologia ha permesso di mantenere inalterati tutti gli archi che delimitavano poligoni invariati nella forma ed ha interessato solo gli archi ed i poligoni che hanno subito variazioni.

I poligoni presenti nella copertura sono tutti definiti sia mediante un codice numerico di quattro cifre (es. 1.2.3.1) che deriva dalla classificazione di CLC, sia mediante una sigla di due lettere (es. Se). I poligoni delle categorie in cui non è presente il quarto livello hanno il codice numerico con la quarta cifra uguale a zero (es. 2.1.3.0).

L'aggiornamento è stato effettuato a video con interpretazione delle ortofoto e restituzione delle variazioni in ambiente GIS. Per mantenere il più possibile la confrontabilità con il 2003 per il database 2008 è stata mantenuta l'area minima di 1,56 ettari e la dimensione minima di 75 metri mentre le variazioni sono state prese in considerazione quando superavano la soglia di 0,2 ettari.

Le attività di fotointerpretazione e la costruzione della banca dati sono state svolte in ambiente GIS. Il sistema per la fotointerpretazione a video utilizzato contiene specifiche funzionalità per il trattamento delle immagini digitali e consente di elaborare dinamicamente vari tipi di miglioramento del contrasto, particolarmente utili nella visualizzazione del *range* dell'infrarosso.

Per quanto riguarda l'*editing* GIS, il sistema è dotato di efficienti funzioni *snap* ed *intersect*, configurabili nelle tolleranze e nelle priorità verso nodi, vertice e proiezione tra questi.

Il sistema multi-finestra è inoltre una caratteristica molto utile per il fotointerprete perché consente di organizzare i vari dati del progetto in finestre collegate geograficamente nelle quali il cursore e la navigazione *zoom/pan* è sincronizzata, con possibilità di mantenere diversi rapporti di scala fra le varie finestre.

La fotointerpretazione dell'uso del suolo si basa sulla definizione preliminare delle chiavi interpretative, un processo che prevede le seguenti fasi:

- l'approfondita conoscenza di tutte le tipologie territoriali previste nella legenda;
- i criteri per il disambiguamento delle tipologie classificabili con minore facilità o apparentemente non riconoscibili;
- la conoscenza delle specificità del territorio in oggetto;
- le strategie per la ricerca e l'impiego dei dati ausiliari;
- il confronto con abbondanti dati a terra;
- la definizione delle tecniche di elaborazione e visualizzazione del dato aereo in funzione delle varie tipologie di territorio.

La costruzione del nuovo database 2008 è avvenuta attraverso la produzione di oltre 70 unità di lavoro, di dimensione media di 30.000 ettari, costituite in genere da raggruppamenti di comuni.

Inoltre la banca dati di ogni unità di lavoro è stata sottoposta ad un test di correttezza formale volto ad escludere tutte le possibili tipologie di imperfezione.

La metodologia di realizzazione è stata impostata a livello regionale, dove sono state effettuate anche le verifiche di collaudo: per ogni unità di lavoro sono stati fatti sia i controlli sulla fotointerpretazione sia quelli sulla congruenza della banca dati.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori e a conclusione degli stessi, sono stati eseguiti controlli sulla qualità del prodotto, finalizzati, da un lato, a verificarne la corrispondenza con le specifiche desiderate e dall'altro ad evitare l'accumularsi di errori.

La copertura dell'intera superficie regionale è stata verificata attraverso controlli a video e sopralluoghi di campo atti ad approfondire la verifica della corretta classificazione nei casi dubbi o di particolare rilevanza.

La verifica della fotointerpretazione ha mirato ad evidenziare in particolare la presenza di eventuali errori riguardanti le classificazioni, le omissioni, la delimitazione dei poligoni, la conformità all'unità minima cartografabile e la corrispondenza degli attacchi tra unità di lavoro adiacenti.

La copertura dell'uso del suolo è stata inoltre sottoposta ad un controllo di tipo topologico, volto a rilevare l'eventuale presenza di aree di sovrapposizione, di *gaps* o di *dangles*, e al controllo della corretta valorizzazione degli attributi.

Quest'ultimo controllo è stato effettuato attraverso la creazione di un *personal geodatabase* all'interno del quale le coperture sono state importate e validate con l'uso di domini.

Il progetto si è caratterizzato inoltre per il tracciamento di tutti gli interventi di aggiornamento della precedente versione del data base dell'Uso del Suolo (2003).

Specifiche

Nel corso dell'attività di aggiornamento del database uso del suolo 2003 si è subito riscontrato che le ortofoto a colori permettevano di evidenziare meglio e rendere quindi mappabili certi piccoli agglomerati urbani, in genere coperti in parte dalla vegetazione, che non era stato possibile perimetrare sulle orto immagini satellitari pancromatiche Quickbird utilizzate per la costruzione del database del 2003.

Sono state introdotte alcune piccole migliorie nel sistema di classificazione comune ai due database. I frutteti e i vigneti sono stati spostati dal quarto al terzo livello in conformità con le specifiche del progetto europeo *Corine Land Cover* (CLC).

Nuovo sistema di classificazione database 2008 e 2003 edizione 2010

Nel database 2008 è stato anche possibile mappare le risaie con maggiore precisione rispetto al passato: finora le immagini a disposizione avevano permesso solamente di definire i territori predisposti per la coltura del riso, essenzialmente grazie alla presenza degli arginelli perimetrali, senza poter distinguere gli appezzamenti effettivamente coltivati a risaia da quelli in cui erano presenti altri tipi di colture. Questo portava inevitabilmente a sovrastimare le risaie.

Per il database del 2008, oltre alle ortofoto AGEA, sia nella versione RGB che in quella all'infrarosso, per la distinzione delle risaie sono state utilizzate anche immagini Landsat riprese in tre momenti strategici della primavera 2008 (aprile - maggio - giugno): la presenza di uno strato di acqua al suolo tra maggio e giugno e/o nelle ortofoto AGEA ha permesso quindi di discriminare con esattezza le superfici a risaia rispetto alle altre colture agrarie.

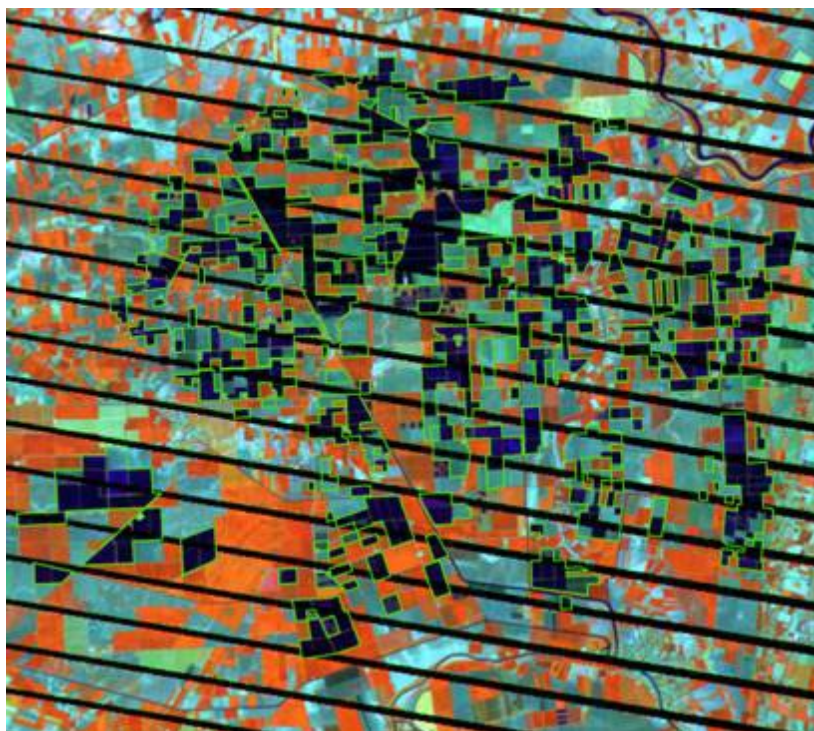


Immagine Landsat del maggio 2008: si nota la presenza dell'acqua in blu

Il considerevole calo della superficie delle risaie che si registra nel 2008 rispetto al 2003 è dovuto essenzialmente al diverso tipo di rilevamento adottato ed al fatto che non è stato possibile correggere il database 2003 per mancanza dei dati ausiliari utilizzati per il database 2008.



Appezamenti di colture orticole in pieno campo e sotto tunnel.

Bibliografia

- Bologna S., Chirici G., Corona P., Marchetti M., Pugliese A., Munafò M. (2004) Sviluppo e implementazione del IV livello Corine Land Cover 2000 per i territori boscati e ambienti seminaturali in Italia. Atti della 8° Conferenza Nazionale ASITA, Roma, 1: 467-472.
- Bossard, M., Feranec, J., Otahel, J. (2000) Corine land cover technical guide - Addendum 2000.

Büttner, G., Feranec, G., Jaffrain, G. (2006) Corine land cover nomenclature illustrated guide. EEA Technical report No 89.

Campiani E., Corticelli S., Garberi M. L., Gavagni A., Guandalini B. (2006) Uso del suolo 2003 Regione Emilia-Romagna, Servizio Sistemi informativi geografici.

Dall'Olio N., Cavallo M.C. (2009) Dinamiche di consumo di suolo agricolo nella pianura parmense 1881-2006. I dati e gli impatti sul sistema agroalimentare. Provincia di Parma, Servizio Agricoltura e Sviluppo Economico.

European Environmental Agency - European Topic Center - Terrestrial Environment. (2002) Corine land Cover update. I&CLC2000 project. Technical Guidelines. European Environmental Agency.

Marchetti M. (2002) Metodologie per una cartografia del suolo multilivello e multiscala: analisi e sperimentazioni applicative. Documenti del Territorio, 49: 33-51.

Monaldi et al. (2008) Collaborazione tra AGEA e Regione Emilia-Romagna per la definizione, realizzazione e validazione di "Ortofoto multifunzione" Atti della 12° Conferenza Nazionale ASITA, L'Aquila, 1511-1516.

Belvederi G., Bocci M., Campiani E., Corticelli S., Garberi M.L., Guandalini B., Mariani M.C., Masi S., Salvestrini L. (2010) Il nuovo database dell'uso del suolo della Regione Emilia-Romagna. Atti della 14° Conferenza Nazionale Asita, Brescia, 229-233.

Corticelli S., Mariani M.C., Masi S. (2010). Incremento artificializzato 2003-2007 nella Regione Emilia-Romagna. Atti della 14° Conferenza Na.

2.6 Carta delle Zone Irrigue principali

La carta è stata ottenuta indicando il perimetro delle aree normalmente servite da ciascuna delle fonti di approvvigionamento del Consorzio nella cartografia CTR in scala 1:5000, basandosi sulle informazioni pregresse, in parte disponibili presso l'Ufficio Tecnico del Consorzio ed in parte rilevate dai precedenti Piani di Classifica. Tali perimetrazioni sono state riportate su cartografia numerica nei sistemi GIS, dove sono state verificate e corrette, qualora necessario, con l'ausilio della sovrapposizione di ortofoto e del piano particellare del Catasto. L'elaborato ottenuto è stato infine verificato dai responsabili del settore del territorio.

Al termine delle verifiche, è stato possibile creare la cartografia numerica denominata Carta delle zone irrigue principali, intendendo con questo termine quanto indicato nel Piano di Classifica. La carta è alla base della definizione dell'indice di onerosità dell'approvvigionamento (vedi 7.1 successivo).

2.7 Carta degli Ambiti Irrigui

Tramite la stessa metodologia operativa indicata nel precedente 2.6, è stato possibile individuare le aree servite attraverso le varie metodologie di distribuzione delle acque irrigue. Tali aree sono state perimetrate creando così la Carta degli ambiti irrigui.

2.8 Carta della canalizzazione invasata ai fini irrigui

A completamento delle cartografie di base per la definizione degli indici del beneficio di disponibilità e regolazione idrica, viene riportata la carta della rete di canalizzazione irrigua. Nel caso di canali ad utilizzo "promiscuo", la carta si distingue dalla omologa utilizzata per il beneficio idraulico in quanto, per questi canali, vengono riportati i soli tratti utilizzati ai fini irrigui.

Questa carta è alla base della definizione dell'indice di disponibilità idrica potenziale (vedi 7.2 successivo).

2.9 Ripartizione del territorio in Distretti irrigui e parti di essi

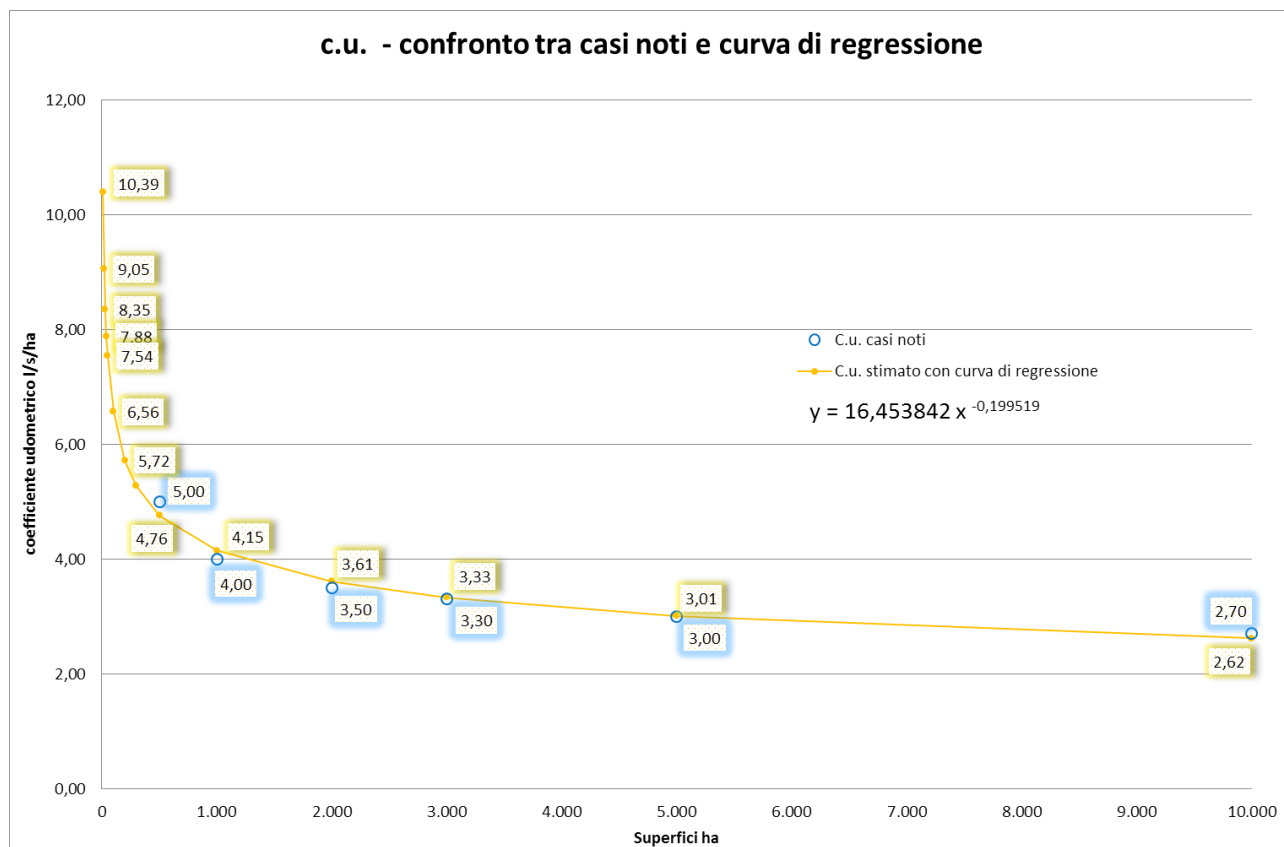
La ripartizione del territorio nelle Zone Irrigue principali e negli Ambiti irrigui, ha permesso la creazione della carta dei Distretti Irrigui, effettuando una successiva ripartizione delle aree in funzione della tipologia di distribuzione irrigua con cui esse sono servite. In seguito, sempre seguendo le indicazioni del Piano e ricorrendo all'ausilio del personale operante sul territorio, è stato possibile ripartire ulteriormente i Distretti Irrigui nelle aree servite da ciascun impianto di sollevamento irriguo, identificando anche quelle aree nelle quali è possibile una limitazione del servizio di distribuzione delle acque irrigue durante il periodo estivo; anche in questo caso, la metodologia utilizzata per riportare la ripartizione dei Distretti nella cartografia numerica utilizzata per l'applicazione, è la stessa descritta nei paragrafi precedenti.

Questa cartografia è alla base del calcolo e dell'attribuzione degli altri indici di classifica per il beneficio di disponibilità e regolazione idrica, in quanto ciascuna parte di distretto si distingue da quelle confinanti per il fatto di avere almeno un aspetto della classifica (di conseguenza almeno un indice) diverso dalle altre.

3 Beneficio di scolo - Indici tecnici

3.1 Indice di Comportamento idraulico (CI)

L'andamento del coefficiente udometrico (nel seguito c.u.) indicato nel Piano ed utilizzato in prima applicazione, in attesa di uno studio più approfondito, viene ricavato per regressione da uno studio su alcuni casi noti, applicabili a bacini con terreno a “medio impasto”; nel grafico seguente viene riportato l'andamento dei valori noti e della curva di regressione:



Per ottenere il c.u. nei casi di differente copertura del suolo, il valore del c.u. stimato sul bacino a “medio impasto” viene corretto in funzione del coefficiente di deflusso (nel seguito c.d.) indicato nelle linee guida, distinto a seconda delle diverse classi di permeabilità (per i terreni agricoli) o uso del suolo (per le altre categorie di immobili). Viene infine previsto un correttivo che considera i minori tempi di corrivazione dovuti all'incanalamento delle acque piovane nelle fognature o in canalizzazioni dedicate. I c.d. ed i correttivi per i tempi di corrivazione (nel seguito Ctc) utilizzati in questa applicazione sono pertanto:

Tipologia di copertura/permeabilità	c.d.	Ctc
Terreni agricoli ad alta permeabilità	0,18	1
Terreni agricoli a media permeabilità	0,2	1
Terreni agricoli a bassa permeabilità	0,22	1
Fabbricati in area agricola	0,4	1
Fabbricati in “seconda periferia”	0,5	1,5

Tipologia di copertura/permeabilità	c.d.	Ctc
Fabbricati in “prima periferia”	0,6	1,5
Fabbricati in “centri storici”	0,7	1,5
Ferrovie	0,7	1
Strade e piazzali	0,8	1,5

La formula generale per la stima dei vari c.u. (un c.u. per ciascuna tipologia di copertura del suolo) diventa pertanto:

$$cu = 16,453842 \cdot Sup^{-0,199519} \cdot \frac{cd}{0,2} \cdot Ctc$$

nella quale le superfici vengono espresse in ettari, “0,2” è il coefficiente di deflusso per terreni a medio impasto, “cd” è il coefficiente di deflusso specifico per la copertura in esame e Ctc è il correttivo per i tempi di corrivazione, relativo alla medesima copertura.

Per la normalizzazione del CI viene scelto come valore di riferimento il c.u. calcolato per un bacino teorico, la cui superficie di 500ha è interamente terreno agricolo a “medio impasto” (circa 4,762 l/s/ha). Il CI di ciascun immobile sarà pertanto dato dal rapporto tra il c.u. valutato tramite la formula precedente (nella quale verranno utilizzati gli opportuni c.d. e Ctc) ed il c.u. del bacino teorico:

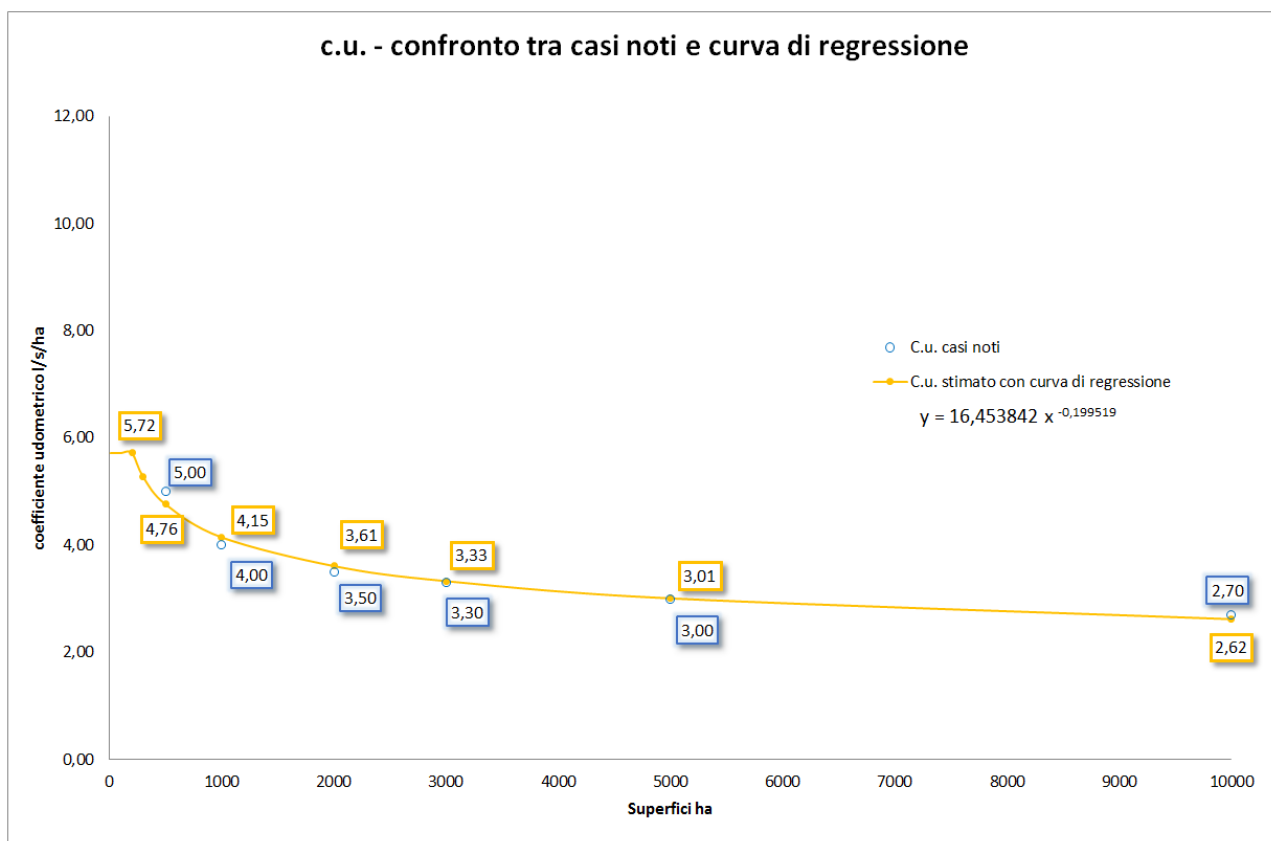
$$CI_{(immobile)} = \frac{c.u._{(immobile) \frac{l}{s \cdot ha}}}{c.u._{(riferimento) \frac{l}{s \cdot ha}}}$$

La scelta delle superfici da utilizzare nella stima dei c.u., avviene valutando le seguenti:

- Per i terreni agricoli, i fabbricati al di fuori delle aree urbane e le ferrovie, la superficie di riferimento è quella dei bacini idraulici principali ai quali appartengono, dalla quale viene sottratta la somma delle superfici “urbanizzate” presenti in essi;
- Per i fabbricati in area urbana, la superficie di riferimento è la somma delle superfici delle zone urbane nella stessa località, le cui fognature sono afferenti al medesimo bacino idraulico elementare;
- Per tutte le strade si considera il CI 20,73, valutato sulla superficie di 1ha, c.d. 0,8 e correttivo 1,5.

L’analisi dei risultati ottenuti con la prima applicazione ha peraltro evidenziato che l’extrapolazione della curva del coefficiente udometrico estesa a bacini di superficie al di sotto di 200ha tende ad una sovrastima del comportamento idraulico di tali piccoli bacini, se si intende questo indice come rappresentativo del contributo idraulico di quell’area rispetto al sistema di bonifica in cui si colloca, a parità di evento meteorico (vedasi anche pag. 81 del Piano).

Si opera pertanto un taglio nell’applicazione della curva rappresentativa del coefficiente udometrico al di sotto del valore di superficie di 200ha, attribuendo a tutti i bacini di superficie inferiore lo stesso valore che la curva definisce in corrispondenza di 200ha.



Col taglio del comportamento idraulico per superfici di bacino inferiori ai 200ha, viene superata la regola, definita con la prima applicazione, di riferirsi comunque ad una superficie di 2ha nel calcolo dei c.u. e dei corrispondenti CI per le zone urbane afferenti al medesimo bacino idraulico la cui estensione complessiva è inferiore ai 2ha.

Al fine di evitare valori eccessivi dei CI dovuti alla scarsa estensione territoriale di alcuni bacini idraulici principali, è stato operato un accorpamento delle superfici degli stessi a quelle dei bacini limitrofi ed idraulicamente interconnessi, considerando come superficie di riferimento per tutti i bacini appartenenti al gruppo la somma delle superfici di riferimento dei bacini “componenti”.

L’analisi dei risultati ottenuti con la prima applicazione ha peraltro evidenziato che i gruppi, definiti al fine del calcolo dei c.u. e corrispondenti CI, meritano di essere rivisti con alcune modifiche e integrazioni, che portano al seguente elenco aggiornato:

- Gruppo 1: Mazzore, Valle Volta, Marozzo
- Gruppo 2: Valle Staffano e Rivà, Valle Isola
- Gruppo 3: Campello, Salghea, Pomposa
- Gruppo 4: Torre Fossa, Sammartina
- Gruppo 5: Bonello, Giralda, Vidara nord, Volano
- Gruppo 6: (attr. al solo bacino Romanina) Romanina, Bonello, Brasavola, Malea, Vidara Nord

Una volta stabilita la superficie di riferimento, la scelta del coefficiente di deflusso ed il calcolo del conseguente CI avvengono valutando la classe di permeabilità (o di uso del suolo) in cui ricade l'immobile, rilevata tramite elaborazioni GIS sulle opportune cartografie.

Come area del bacino di riferimento per le aree agricole, nonché per le aree di seconda periferia e per le case sparse, viene ora assunto il valore, più ampio di quello adottato con la prima applicazione, corrispondente all'intera superficie complessiva del bacino principale di appartenenza, comprendente pertanto anche le aree dei centri urbani e della prima periferia che in esso ricadono, che invece venivano dedotte dalla sua superficie complessiva nella prima applicazione.

Analogamente, come area del bacino urbano di riferimento per i centri urbani e per la prima periferia, viene ora assunto un valore più ampio di quello adottato con la prima applicazione, nella quale veniva considerata separatamente la superficie di ogni singolo sistema fognario; infatti si farà ora riferimento all'area complessiva aggregata di tutti i sistemi fognari afferenti allo stesso bacino principale, formata pertanto da porzioni di superficie anche non adiacenti e aventi diversi punti di recapito verso il sistema di bonifica, ma che hanno come unica condizione quella di afferire allo stesso bacino principale.

La seguente tabella, aggiornata secondo le modifiche introdotte, riepiloga i valori dei CI adottati per terreni (in base alla classe di permeabilità, alta media o bassa), ferrovie, fabbricati in "seconda periferia" urbana e fabbricati "extra-urbani" (in base all'uso del suolo), in funzione del bacino idraulico principale a cui appartengono:

Bacino principale	CI "Alta"	CI "Media"	CI "Bassa"	CI "extra urbani"	CI "2 ^a Perif."	CI Ferrovie
BAURA	0,535	0,595	0,654	1,189	2,230	2,081
BONELLO	0,419	0,466	0,513	0,932	1,748	1,631
VIDARA NORD	0,419	0,466	0,513	0,932	1,748	1,631
CAMPELLO	0,636	0,706	0,777	1,413	2,649	2,472
CANALE DI CENTO	0,464	0,515	0,567	1,030	1,931	1,803
CEMBALINA	0,474	0,526	0,579	1,052	1,973	1,842
COLLETORE ACQUE ALTE	0,389	0,433	0,476	0,865	1,623	1,514
LEONE COLLETORE ACQUE BASSE	0,386	0,428	0,471	0,857	1,606	1,499
MAROZZO	0,422	0,469	0,516	0,938	1,758	1,641
MAZZORE	0,422	0,469	0,516	0,938	1,758	1,641
MEZZANO NORD OVEST	0,493	0,548	0,603	1,096	2,056	1,919
MEZZANO SUD EST GRAMIGNE	0,497	0,552	0,608	1,105	2,072	1,933
OPPIO	0,634	0,704	0,775	1,409	2,642	2,465
POMPOSA	0,636	0,706	0,777	1,413	2,649	2,472
ROMANINA	0,592	0,658	0,724	1,316	2,468	2,304
SALGHEA	0,636	0,706	0,777	1,413	2,649	2,472
SAMMARTINA	0,654	0,727	0,800	1,454	2,726	2,544
SANT'ANTONINO	0,608	0,676	0,743	1,352	2,534	2,365
SANTA BIANCA	0,621	0,690	0,760	1,381	2,589	2,417
TORRE FOSSA	0,654	0,727	0,800	1,454	2,726	2,544
VALLE ISOLA E MINORI	0,458	0,509	0,560	1,019	1,910	1,783
VALLE PEGA	0,640	0,711	0,782	1,423	2,667	2,489
VALLE STAFFANO E RIVA'	0,458	0,509	0,560	1,019	1,910	1,783

Bacino principale	CI "Alta"	CI "Media"	CI "Bassa"	CI "extra urbani"	CI "2ª Perif."	CI Ferrovie
VALLE VOLTA	0,422	0,469	0,516	0,938	1,758	1,641
VOLANO	0,419	0,466	0,513	0,932	1,748	1,631
GIRALDA	0,419	0,466	0,513	0,932	1,748	1,631
CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	0,354	0,393	0,432	0,786	1,473	1,375
CIRCONDARIALE GRAMIGNE FOSSE	0,534	0,593	0,652	1,186	2,223	2,075

La seguente tabella, aggiornata secondo le modifiche introdotte, riepiloga i valori dei CI per i fabbricati all'interno delle zone urbane:

IdLoca	Località	Bacino principale di afferenza	CI_Centro	CI_1Perif
1	AGUSCELLO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
2	ALBAREA	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
3	ALBERONE	CANALE DI CENTO	4,381	3,755
4	ALBERONE DI RO	COLLETORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
4	ALBERONE DI RO	LEONE COLLETORE ACQUE BASSE	4,939	4,233
5	AMBROGIO	LEONE COLLETORE ACQUE BASSE	4,939	4,233
6	ANITA	CIRCONDARIALE GRAMIGNE FOSSE	6,303	5,403
7	ARGENTA	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
8	ARIANO	LEONE COLLETORE ACQUE BASSE	4,939	4,233
9	BANDO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
10	BAURA	BAURA	3,868	3,316
10	BAURA	COLLETORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
11	BERRA	LEONE COLLETORE ACQUE BASSE	4,939	4,233
12	BEVILACQUA	CANALE DI CENTO	4,381	3,755
13	BOARA	BAURA	3,868	3,316
13	BOARA	COLLETORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
14	BOCCALEONE	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
15	BONDENO	BAURA	3,868	3,316
15	BONDENO	SANTA BIANCA	6,303	5,403
16	BORGIO GATTAMARCIA	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
18	BOSCO MESOLA	GIRALDA	6,303	5,403
19	BUONACOMPRA	CANALE DI CENTO	4,381	3,755
20	CAPRILE	SALGHEA	6,303	5,403
21	CASAGLIA	COLLETORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
22	CASE SELVATICHE	CIRCONDARIALE GRAMIGNE FOSSE	6,303	5,403
23	CASSANA	BAURA	3,868	3,316
23	CASSANA	CANALE DI CENTO	4,381	3,755
24	CASUMARO	CANALE DI CENTO	4,381	3,755
24	CASUMARO	SANTA BIANCA	6,303	5,403
25	CENTO	CANALE DI CENTO	4,381	3,755
26	CESTA	COLLETORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
27	CHIESA NUOVA	CEMBALINA	5,128	4,395
28	CHIESUOL DEL FOSSO	CEMBALINA	5,128	4,395
28	CHIESUOL DEL FOSSO	SAMMARTINA	6,303	5,403
28	CHIESUOL DEL FOSSO	TORRE FOSSA	6,303	5,403
29	COCCANILE	COLLETORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
30	COCOMARO DI CONA	SANT'ANTONINO	6,303	5,403
31	COCOMARO DI FOCOMORTO	BAURA	3,868	3,316

IdLoca	Localita	Bacino principale di afferenza	CI_Centro	CI_1Perif
32	CODIGORO	LEONE COLLETTORE ACQUE BASSE	4,939	4,233
33	CODREA	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
34	COLOGNA	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
34	COLOGNA	LEONE COLLETTORE ACQUE BASSE	4,939	4,233
35	COMACCHIO	MAROZZO	6,303	5,403
35	COMACCHIO	VALLE ISOLA E MINORI	4,840	4,149
36	CONA	SANT'ANTONINO	6,303	5,403
37	CONSANDOLO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
38	CONTRAPO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
39	COPPARO	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
40	CORLO	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
41	CORNACERVINA	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
42	CORONELLA	CEMBALINA	5,128	4,395
43	CORPORENO	CANALE DI CENTO	4,381	3,755
44	CORTE CENTRALE	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
45	DENORE	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
45	DENORE	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
46	DODICI MORELLI	CANALE DI CENTO	4,381	3,755
47	DOGATO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
48	DOSSO	CANALE DI CENTO	4,381	3,755
49	DUECENTOLA	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
49	DUECENTOLA	SANT'ANTONINO	6,303	5,403
50	FERRARA	BAURA	3,868	3,316
50	FERRARA	CANALE DI CENTO	4,381	3,755
50	FERRARA	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
50	FERRARA	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
50	FERRARA	SAMMARTINA	6,303	5,403
50	FERRARA	TORRE FOSSA	6,303	5,403
51	FILO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
51	FILO	CIRCONDARIALE GRAMIGNE FOSSE	6,303	5,403
52	FINAL DI RERO	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
53	FOCOMORTO	BAURA	3,868	3,316
54	FORMIGNANA	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
56	FOSSALTA	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
57	FOSSANOVA SAN BIAGIO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
58	FOSSANOVA SAN MARCO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
59	FRANCOLINO	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
60	GAIBANA	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
61	GAIBANELLA	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
61	GAIBANELLA	OPPIO	6,303	5,403
62	GALLO	CEMBALINA	5,128	4,395
63	GAMBULAGA	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
64	GIGLIOLA	GIRALDA	6,303	5,403
65	GORINO	BONELLO	6,303	5,403
66	GORO	BONELLO	6,303	5,403
67	GRADIZZA	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
68	GUALDO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
68	GUALDO	SANT'ANTONINO	6,303	5,403

IdLoca	Localita	Bacino principale di afferenza	CI_Centro	CI_1Perif
69	GUARDA	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
71	JOLANDA DI SAVOIA	LEONE COLLETTORE ACQUE BASSE	4,939	4,233
72	LAGOSANTO	MAROZZO	6,303	5,403
72	LAGOSANTO	VALLE ISOLA E MINORI	4,840	4,149
74	LIDO DEGLI SCACCHI	VALLE ISOLA E MINORI	4,840	4,149
75	LIDO DELLE NAZIONI	VALLE ISOLA E MINORI	4,840	4,149
76	LIDO DI POMPOSA	VALLE ISOLA E MINORI	4,840	4,149
79	LONGASTRINO	CIRCONDARIALE GRAMIGNE FOSSE	6,303	5,403
80	MEDELANA	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
81	MAIERO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
82	MALBORGHETTO DI BOARA	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
83	MAROZZO	VALLE ISOLA E MINORI	4,840	4,149
84	MARRARA	CEMBALINA	5,128	4,395
84	MARRARA	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
84	MARRARA	OPPIO	6,303	5,403
85	MASI SAN GIACOMO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
86	MASITORELLO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
87	MASSAFISCAGLIA	MAROZZO	6,303	5,403
87	MASSAFISCAGLIA	MAZZORE	6,303	5,403
87	MASSAFISCAGLIA	VALLE VOLTA	6,303	5,403
88	MENATE	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
88	MENATE	CIRCONDARIALE GRAMIGNE FOSSE	6,303	5,403
89	MESOLA	GIRALDA	6,303	5,403
89	MESOLA	LEONE COLLETTORE ACQUE BASSE	4,939	4,233
89	MESOLA	VIDARA NORD	6,303	5,403
90	MEZZOGORO	LEONE COLLETTORE ACQUE BASSE	4,939	4,233
91	MIGLIARINO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
92	MIGLIARO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
92	MIGLIARO	MAZZORE	6,303	5,403
93	MIRABELLO	CANALE DI CENTO	4,381	3,755
93	MIRABELLO	CEMBALINA	5,128	4,395
94	MIZZANA	BAURA	3,868	3,316
95	MOLINO DI FILO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
95	MOLINO DI FILO	CIRCONDARIALE GRAMIGNE FOSSE	6,303	5,403
96	MONESTIROLO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
97	MONTALBANO	CEMBALINA	5,128	4,395
97	MONTALBANO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
98	MONTESANTO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
100	OSPITAL MONACALE	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
101	OSTELLATO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
103	PILASTRELLO	CANALE DI CENTO	4,381	3,755
104	POGGIO RENATICO	CEMBALINA	5,128	4,395
105	PONTE RODONI	BAURA	3,868	3,316
105	PONTE RODONI	CANALE DI CENTO	4,381	3,755
105	PONTE RODONI	SANTA BIANCA	6,303	5,403
106	PONTE SAN PIETRO	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
107	PONTEGRADELLA	BAURA	3,868	3,316
108	PONTELAGOSCURO	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656

IdLoca	Localita	Bacino principale di afferenza	CI_Centro	CI_1Perif
109	PONTELANGORINO	LEONE COLLETTORE ACQUE BASSE	4,939	4,233
110	PONTEMAODINO	LEONE COLLETTORE ACQUE BASSE	4,939	4,233
110	PONTEMAODINO	SALGHEA	6,303	5,403
111	POROTTO	CANALE DI CENTO	4,381	3,755
112	PORPORANA	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
114	PORTOGARIBALDI	VALLE ISOLA E MINORI	4,840	4,149
115	PORTOMAGGIORE	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
116	PORTOROTTA	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
117	PORTOVERRARA	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
118	QUARTESANA	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
118	QUARTESANA	SANT'ANTONINO	6,303	5,403
119	QUARTIERE	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
120	RAVALLE	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
121	RENAZZO	CANALE DI CENTO	4,381	3,755
122	RENO CENTESE	CANALE DI CENTO	4,381	3,755
122	RENO CENTESE	SANTA BIANCA	6,303	5,403
123	RIPAPERSICO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
124	RO	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
125	ROVERETO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
126	RUINA	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
128	SABBIONCELLO SAN PIETRO	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
129	SABBIONCELLO SAN VITTORE	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
130	SABBIONI	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
131	SALETTA	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
132	SAN BARTOLOMEO IN BOSCO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
132	SAN BARTOLOMEO IN BOSCO	OPPIO	6,303	5,403
133	SAN BIAGIO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
134	SAN CARLO	CANALE DI CENTO	4,381	3,755
134	SAN CARLO	CEMBALINA	5,128	4,395
135	SAN GIOVANNI DI OSELLATO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
135	SAN GIOVANNI DI OSELLATO	MAROZZO	6,303	5,403
136	SAN GIUSEPPE DI COMACCHIO	VALLE ISOLA E MINORI	4,840	4,149
137	SAN MARTINO	CEMBALINA	5,128	4,395
137	SAN MARTINO	OPPIO	6,303	5,403
137	SAN MARTINO	SAMMARTINA	6,303	5,403
138	SAN NICOLO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
140	SANT'AGOSTINO	CANALE DI CENTO	4,381	3,755
140	SANT'AGOSTINO	CEMBALINA	5,128	4,395
141	SANTA MARIA CODIFUME	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
142	SERRAVALLE	LEONE COLLETTORE ACQUE BASSE	4,939	4,233
143	TAMARA	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
144	TORRE FOSSA	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
144	TORRE FOSSA	OPPIO	6,303	5,403
144	TORRE FOSSA	SAMMARTINA	6,303	5,403
144	TORRE FOSSA	TORRE FOSSA	6,303	5,403
145	TRAGHETTO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
146	TRESIGALLO	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656
147	UCCELLINO	CEMBALINA	5,128	4,395

IdLoca	Localita	Bacino principale di afferenza	CI_Centro	CI_1Perif
148	VACCOLINO	VALLE ISOLA E MINORI	4,840	4,149
148	VACCOLINO	VALLE STAFFANO E RIVA'	6,303	5,403
149	VICONOVO	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
150	VIGARANO MAINARDA	CANALE DI CENTO	4,381	3,755
150	VIGARANO MAINARDA	CEMBALINA	5,128	4,395
151	VIGARANO PIEVE	BAURA	3,868	3,316
151	VIGARANO PIEVE	CANALE DI CENTO	4,381	3,755
152	VILLANOVA DI DENORE	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
153	VOGHENZA	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
154	VOGHIERA	CIRCONDARIALE BANDO VALLE LEPRI	4,189	3,591
156	ZOCCA	COLLETTORE ACQUE ALTE	4,265	3,656

3.2 Indice di densità della rete di scolo e promiscua (Ds)

Per ciascun bacino idraulico viene calcolata la densità delle opere, dividendo la lunghezza dei canali che attraversano il bacino in esame per la superficie dello stesso (lunghezze e superfici vengono rilevate dalla carta dei bacini di scolo). Viene quindi calcolata la media delle densità, da utilizzarsi come valore di riferimento per il calcolo dell'indice. L'indice di densità delle opere di scolo (Ds) per ciascun bacino idraulico elementare (b) è quindi dato dal rapporto tra la densità calcolata sul bacino in esame e la densità media del comprensorio:

$$Dens_{(b)\frac{km}{km^2}} = \frac{Lung.canali_{(b)km}}{Superf_{(b)km^2}}$$

$$Dens_{med\frac{km}{km^2}} = \frac{\sum_{i=1}^n Dens_{(i)\frac{km}{km^2}}}{n}$$

$$Ds_{(b)} = \frac{Dens_{(b)\frac{km}{km^2}}}{Dens_{med\frac{km}{km^2}}}$$

In conformità a quanto indicato nel Piano di Classifica, la densità delle opere di scolo di alcuni bacini elementari viene calcolata accorpendo lunghezze e superfici di alcuni bacini idraulici; agli accorpamenti già introdotti con la prima applicazione se ne aggiungono ora altri per effetto di una ulteriore analisi delle situazioni territoriali riscontrate.

La tabella aggiornata degli accorpamenti dei bacini ai fini del calcolo dell'indice di densità della canalizzazione di scolo e promiscua è la seguente:

Bacino elementare	Metodo di valutazione della densità della rete di scolo e promiscua
<i>Vallette di Ostellato</i>	Non essendo presenti canali consorziali all'interno di questo sottobacino, la densità ad esso attribuita è la stessa del bacino <i>Circondariale Bando Valle Lepri</i> , suo bacino principale.
<i>Bolzanella</i>	Non essendo presenti canali consorziali all'interno di questo sottobacino, la densità ad esso attribuita è la stessa del bacino <i>Baura</i> , suo bacino principale.
<i>Romanina</i>	L'area attualmente comprende il solo collettore Romanina; la densità attribuita è quindi la densità media dei bacini Bonello, Brasavola, Malea e Vidara nord, suoi ex afferenti.
<i>Carbonina/Argenta</i>	A causa della particolare conformazione del bacino <i>Carbonina</i> , il suo parametro di densità risulta eccessivo; ai fini del calcolo del Ds il bacino <i>Carbonina</i> viene aggregato al suo bacino principale (<i>Argenta</i>) e per entrambi i bacini <i>Carbonina</i> ed <i>Argenta</i> il calcolo della densità avviene considerando la somma delle lunghezze dei canali e la somma delle superfici di entrambi.
<i>Cavo Bondesano</i>	L'area molto piccola di bacino non fornisce valori significativi di

Bacino elementare	Metodo di valutazione della densità della rete di scolo e promiscua
	densità. Si è scelto di attribuire a questo sottobacino del <i>Canale di Cento</i> la stessa densità suo bacino principale.
<i>Chiodarolo</i>	L'area molto piccola di bacino non fornisce valori significativi di densità. Si è scelto di attribuire a questo sottobacino del Canale di Cento la stessa densità suo bacino principale.
<i>Valcore</i>	L'area di questo bacino è molto piccola e non fornisce valori significativi di densità. Si è scelto di attribuire a questo bacino la stessa densità del bacino al quale esso afferisce: <i>Sant'Antonino Fossa di Porto – Scolo Bolognese Terre Alte</i> .
<i>Trava</i>	L'area molto piccola di bacino non fornisce valori significativi di densità. Si è scelto di attribuire a questo sottobacino la stessa densità del suo bacino principale: <i>Circondariale Bando Valle Lepri</i> .
<i>Masi Gattola</i>	L'area molto piccola di bacino non fornisce valori significativi di densità. Si è scelto di attribuire a questo sottobacino la stessa densità del suo bacino principale: <i>Circondariale Bando Valle Lepri</i> .
<i>Canaletta Centrale</i>	Due sottobacini (<i>Canaletta Centrale e Malpiglio Nuovo</i>) del bacino principale Leone Collettore Acque Basse sono stati accorpati per il calcolo della densità.
<i>Malpiglio Nuovo</i>	Due sottobacini (<i>Canaletta Centrale e Malpiglio Nuovo</i>) del bacino principale Leone Collettore Acque Basse sono stati accorpati per il calcolo della densità.

L'indice di densità delle opere di scolo viene attribuito a tutti gli immobili che ricadono nel bacino elementare considerato.

3.3 Indice di sofferenza idraulica (ISI)

In base alle indicazioni del Piano, l'indice viene calcolato per fasce di dislivello e per fasce di distanza dai recapiti; il calcolo è effettuato nel modo siffatto sia nel caso di bacini con recapito "a gravità" che per bacini con recapito presso un Impianto Idrovoro di sollevamento che scarica in acque esterne al comprensorio. Le informazioni necessarie per il calcolo (altimetria minima e massima, distanza minima, distanza massima dal recapito e quota del recapito) vengono rilevate tramite le elaborazioni grafiche descritte nel seguito, utilizzando i sistemi GIS.

Vengono inoltre effettuate le seguenti considerazioni:

- A tutti gli immobili che ricadono nell'area di intersezione tra una stessa fascia di distanza ed una fascia altimetrica, viene attribuita un'altimetria compresa tra le altimetrie minima e massima dell'area stessa e analogamente un valore di distanza dal recapito compreso tra le distanze minima e massima dell'area di intersezione;
- conseguentemente, la pendenza motrice caratteristica attribuibile a ciascun immobile è compresa tra la pendenza motrice minima dell'area (calcolabile con il rapporto tra il

dislivello minimo e la distanza massima) e la massima (calcolabile con il rapporto tra il dislivello massimo e la distanza minima).

- Dato lo scarso differenziale tra le pendenze motrici minime e massime presenti nel comprensorio e, a maggior ragione, presenti all'interno di ciascuna area di intersezione tra le fasce di altimetria e quelle di distanza, si ritiene di poter adottare la pendenza motrice media dell'area di intersezione quale pendenza motrice caratteristica attribuibile a tutti gli immobili ricadenti nell'area di intersezione stessa.
- In termini geometrici, la pendenza è la tangente di un angolo; la pendenza media è quindi la tangente dell'angolo medio tra l'angolo corrispondente alla pendenza minima e l'angolo corrispondente alla pendenza massima.

In base a queste considerazioni, la pendenza motrice rappresentativa per gli immobili ricadenti nell'area di intersezione (a) può essere calcolata tramite la formula:

$$Pm_{(a)} = \tan \left[\frac{\arctan \left(\frac{Q_{min(a)m} - Q_{r(a)m}}{D_{max(a)m}} \right) + \arctan \left(\frac{Q_{max(a)m} - Q_{r(a)m}}{D_{min(a)m}} \right)}{2} \right]$$

Come indicato nel Piano, si procede quindi al calcolo dell'inverso delle radici delle pendenze motrici rappresentative di ciascuna area:

$$IP_{(a)} = \frac{1}{\sqrt{Pm_{(a)}}}$$

ed al calcolo del loro valore medio pesato in funzione delle superfici di incidenza, che verrà utilizzato per la normalizzazione dell'indice:

$$IP_{med} = \frac{\sum_{i=1}^n IP_{(i)} \cdot Sup_{(i)m^2}}{\sum_{i=1}^n Sup_{(i)m^2}}$$

in cui “n” rappresenta il numero di aree di intersezione tra fasce altimetriche e fasce di distanza dai recapiti, nell'intera superficie del comprensorio.

Per finire si calcola il valore dell'indice di sofferenza idraulica di ciascuna area, calcolando il rapporto fra l'inverso della radice della pendenza motrice rappresentativa dell'area stessa e il valore di riferimento appena calcolato:

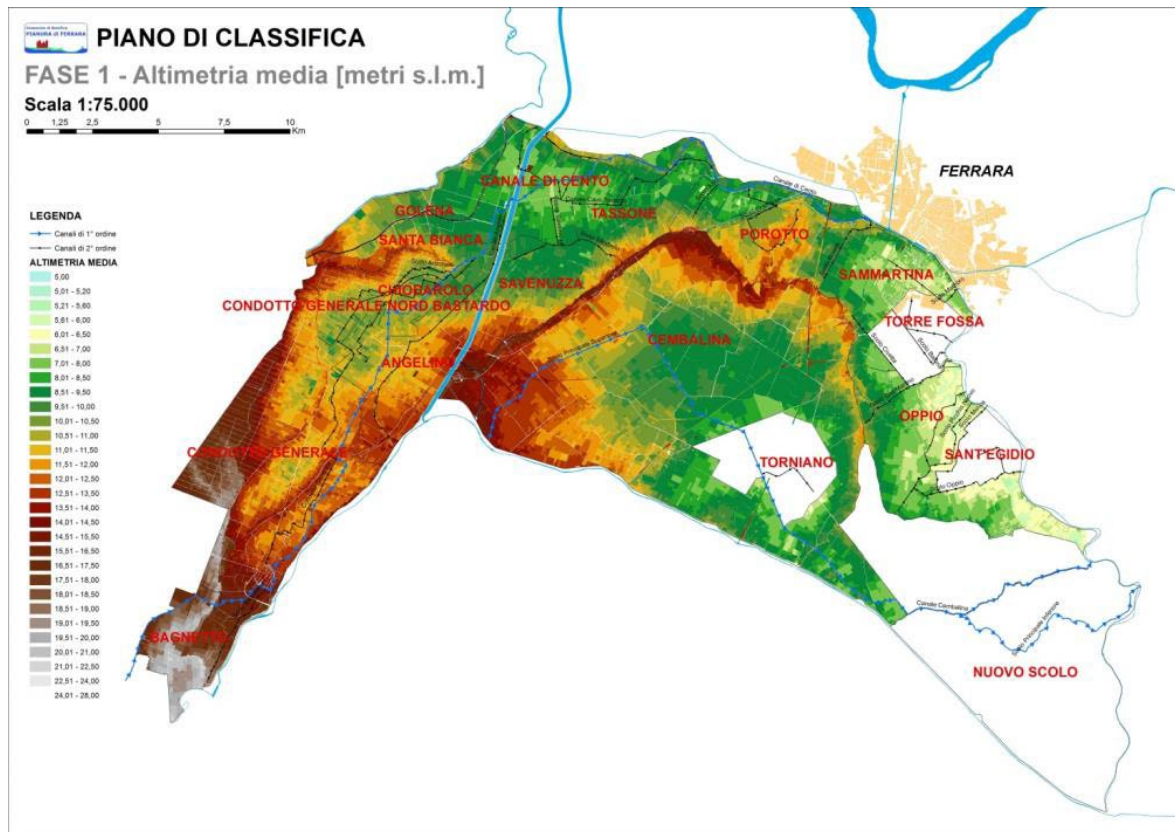
$$ISI_{(a)} = \frac{IP_{(a)}}{IP_{med}}$$

L'indice così calcolato viene attribuito agli immobili ricadenti nell'area di intersezione considerata.

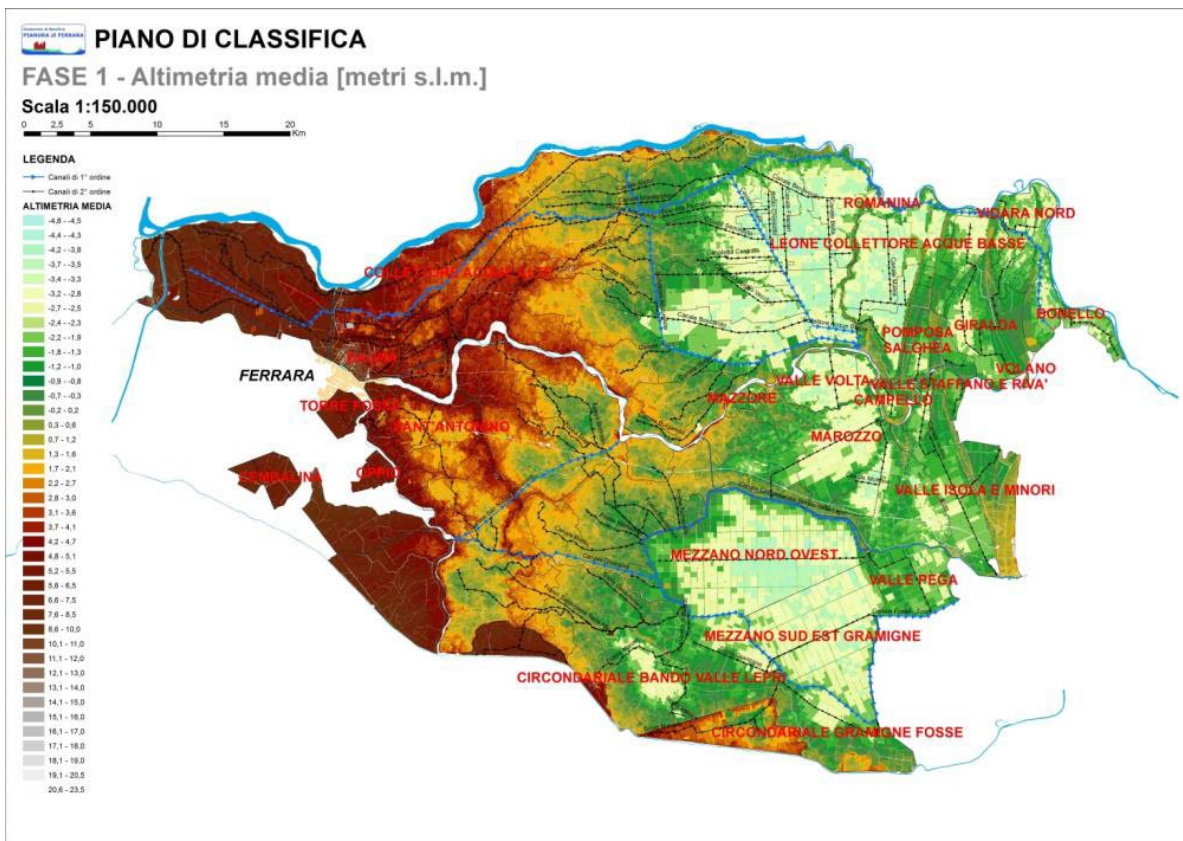
3.3.1 Metodologia per il rilevamento delle quote e delle distanze

La prima fase dell'elaborazione, consiste nell'attribuire ad ogni particella un valore di quota. Questa elaborazione viene effettuata assegnando alle particelle le quote rilevabili tramite il modello DTM della cartografia Lidar 2008, approssimando i valori ad equidistanza di 50 cm.

Il risultato di questa fase viene mostrato nelle due figure seguenti.



Rappresentazione altimetrica ottenuta attraverso l'elaborazione delle particelle catastali. Le aree non colorate corrispondono a sottobacini a sollevamento meccanico.

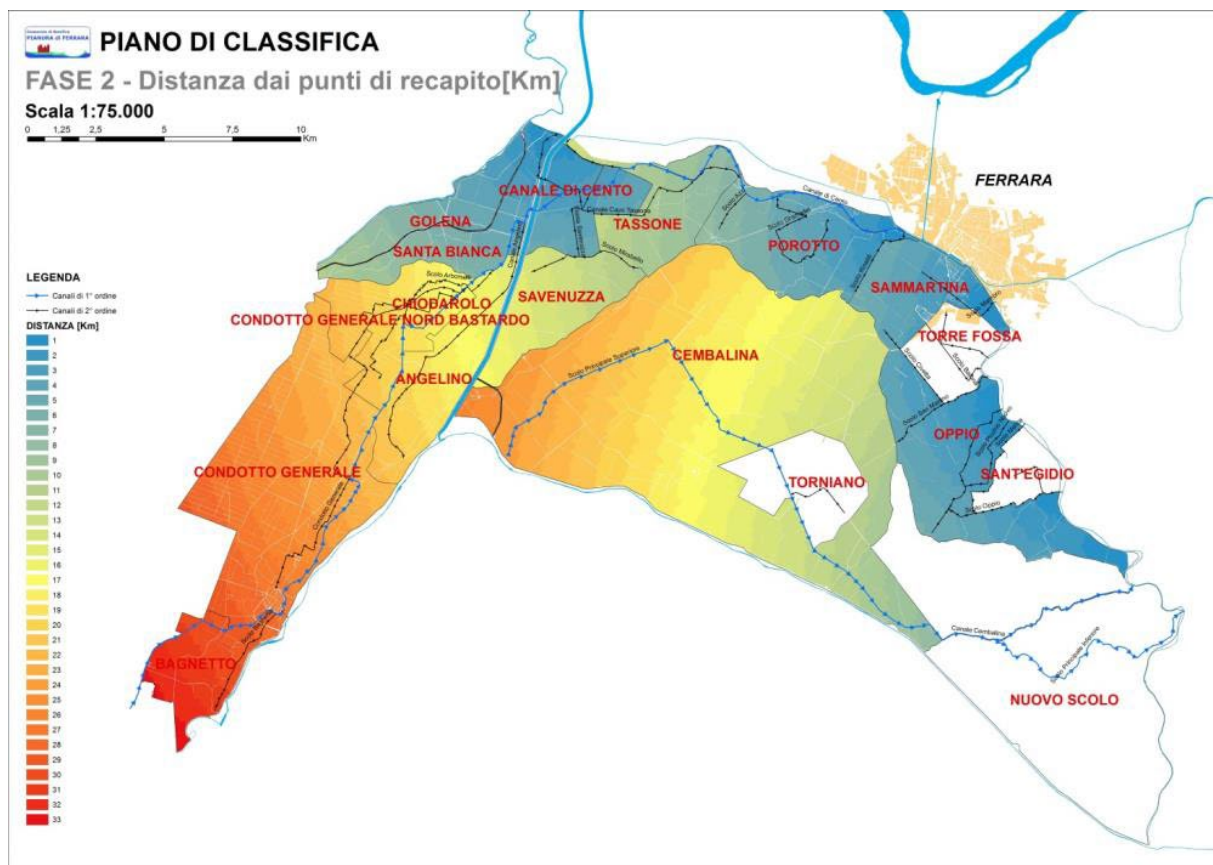


Rappresentazione altimetrica ottenuta attraverso l'elaborazione delle particelle catastali appartenenti a sottobacini a sollevamento meccanico.

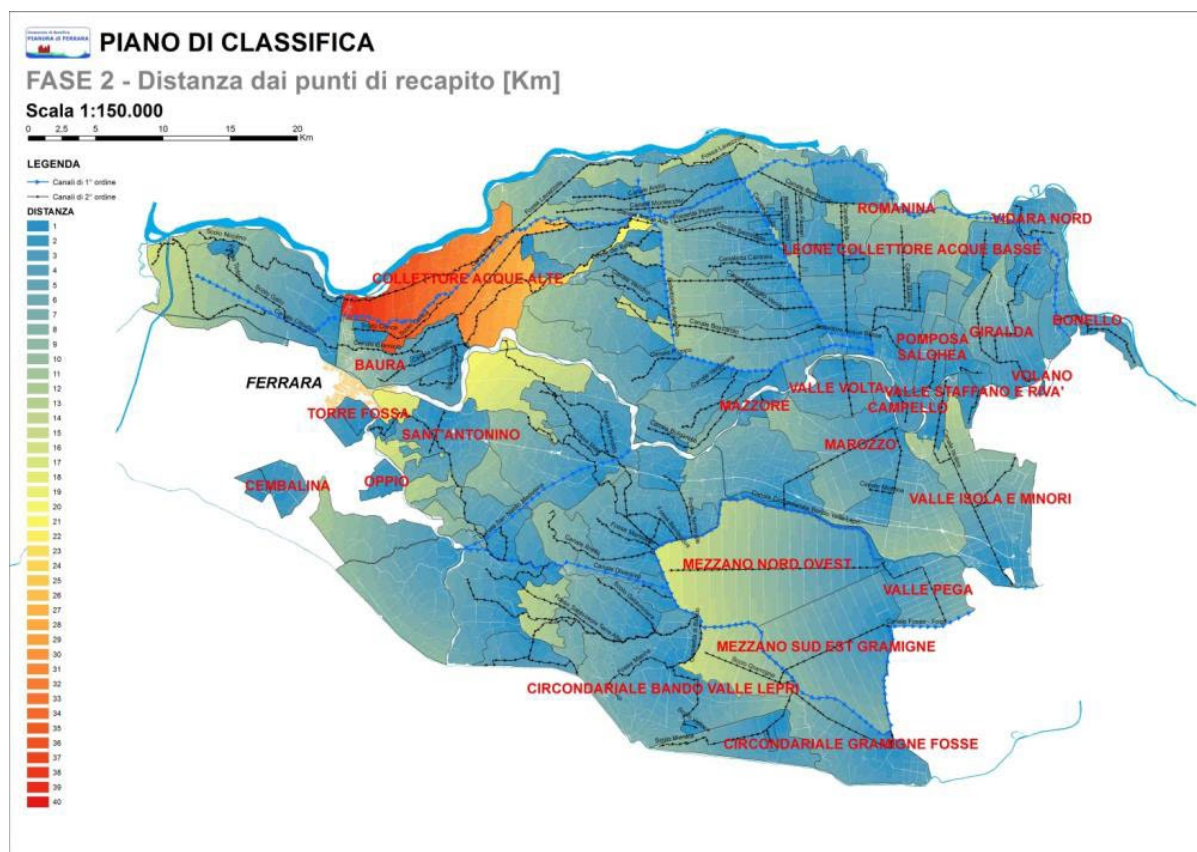
La seconda fase consiste nel calcolo della distanza delle particelle catastali dal punto di scarico di ogni collettore principale di ogni singolo bacino considerato (o di ogni vasca di accumulo di un Impianto Idrovoro, nel caso dei bacini a sollevamento meccanico) in modo tale da evidenziare quali particelle sono più vicine allo scarico e quali sono più distanti dalla uscita di bacino (per i bacini a sollevamento meccanico si considera “uscita dal bacino” la vasca di accumulo dell’Impianto Idrovoro principale del bacino). Alcuni bacini hanno più punti di scarico; questi punti saranno tutti considerati nel calcolo delle distanze. Il procedimento di individuazione GIS è basato sui centroidi di particella con l’aggiunta del “*buffer* = fascia di equidistanza generata dal GIS”.

L’utilizzo del *buffer* permette di sezionare tutte le particelle che sono entro una fascia di distanza dai punti di scarico del bacino di scolo, attribuendo alle stesse la corrispondente fascia di distanza dal recapito.

Il risultato di questa elaborazione consente di evidenziare quali sono le particelle più lontane dallo scarico; i valori ottenuti danno indicazione in merito a quali aree sono più impegnative per l’attività di scolo. Nelle figure seguenti si riporta il risultato dell’elaborazione:

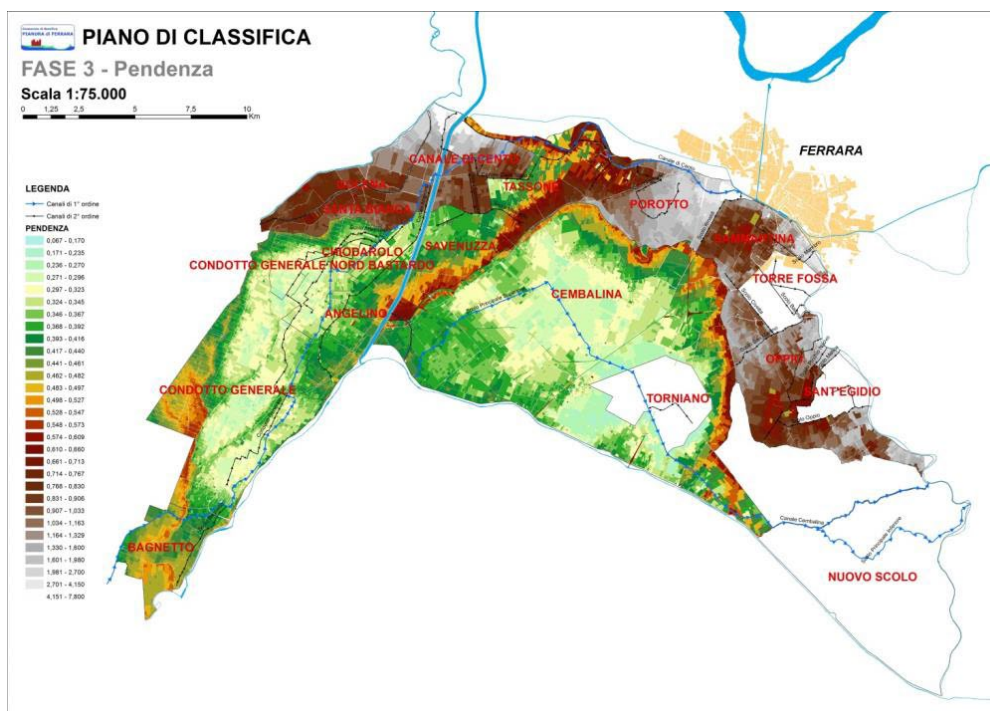


Individuazione delle distanze delle particelle dai punti di recapito dei collettori principali di scolo. In questo caso i punti utilizzati per il buffer sono le immissioni dei canali nei fiumi principali.

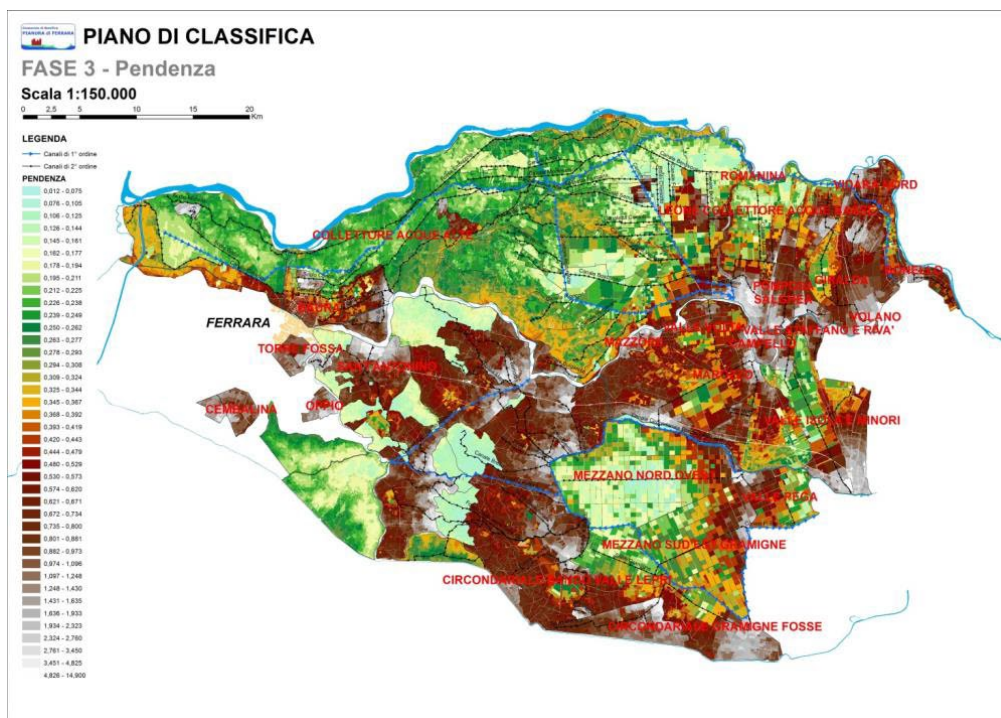


Elaborazione delle distanze tra le particelle appartenenti a bacini a sollevamento meccanico ed i rispettivi impianti idrovori.

La terza fase prevede il calcolo delle pendenze da attribuire alle particelle. Le quote degli scarichi, da utilizzarsi nel calcolo del dislivello, vengono reperite dalle informazioni presenti nella carta dei bacini di scolo. Il calcolo delle pendenze motrici avviene come descritto nel precedente paragrafo 3.3. Nelle figure seguenti si riporta il risultato del calcolo delle pendenze motrici caratteristiche:

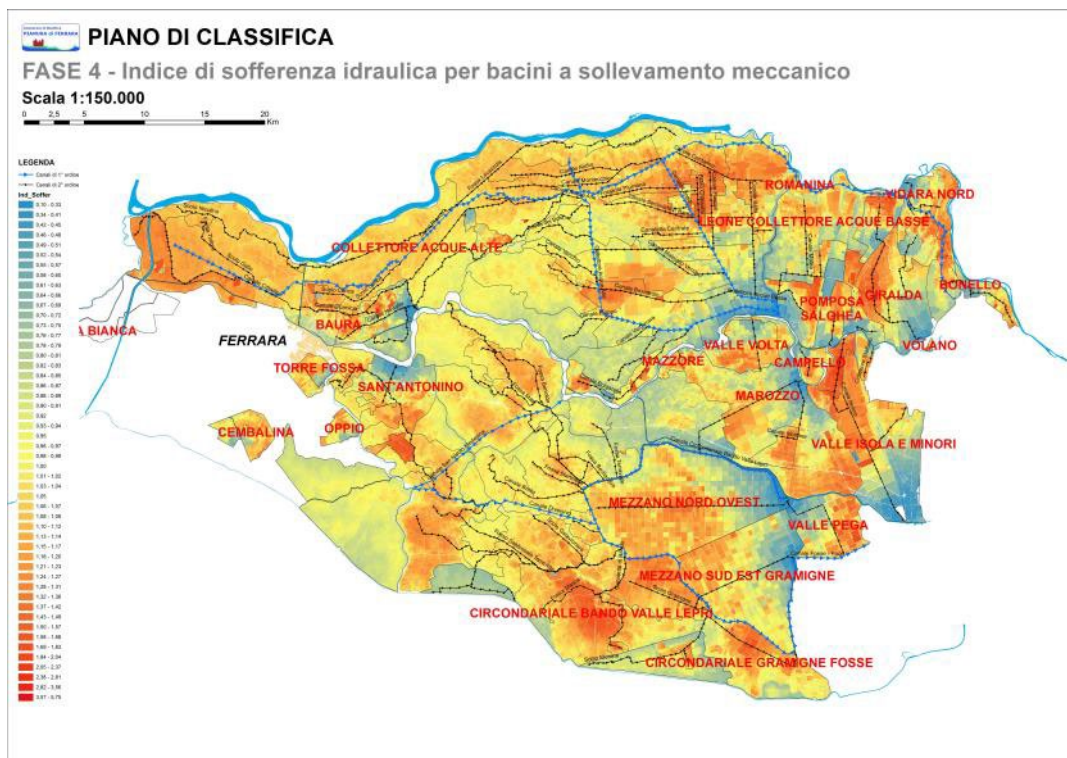
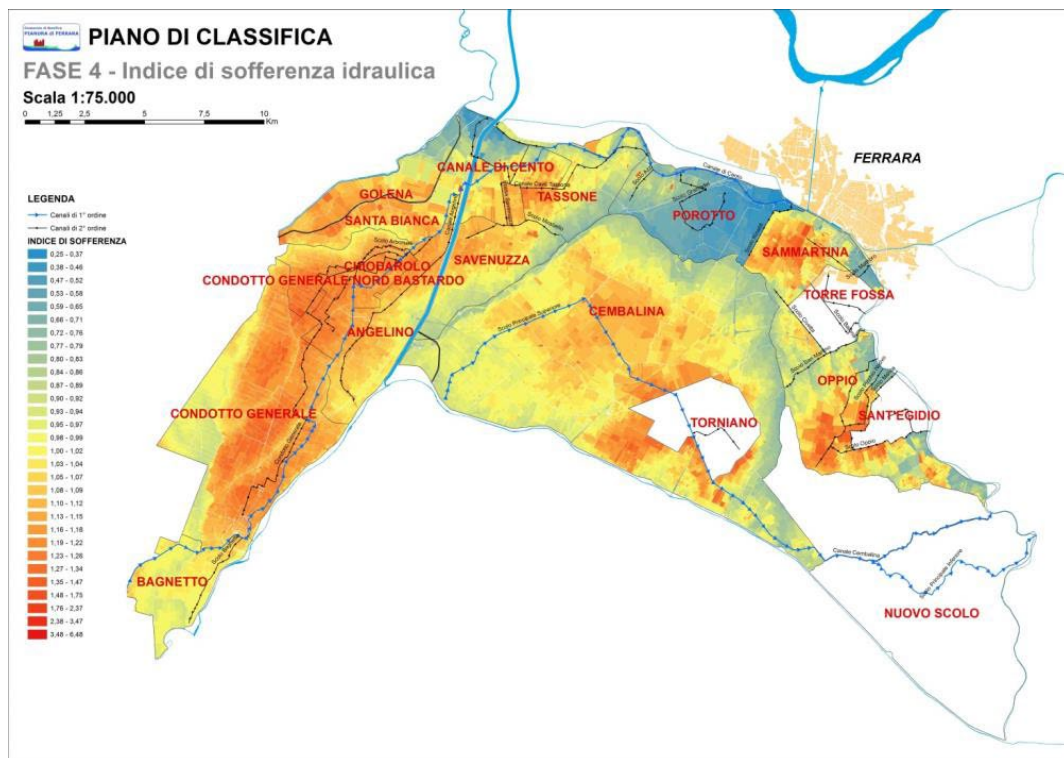


Elaborazione della pendenza dei terreni rispetto ai recapiti in acque esterne. Le tonalità più chiare rappresentano le zone di minor pendenza.



Elaborazione della pendenza dei terreni rispetto allo zero di bonifica degli impianti idrovori. Le tonalità più chiare rappresentano le zone di minor pendenza.

Disponendo della pendenza motrice caratteristica, viene infine calcolato l'indice di sofferenza idraulica, come descritto nel precedente paragrafo 3.3. Le figure seguenti mostrano il risultato del calcolo riportato sulla cartografia delle particelle catastali disponibile al momento della stesura di questo documento.



Elaborazioni cartografiche dell'indice di sofferenza idraulica. Le zone con colori più vicini al rosso rappresentano le aree con indici più alti.

3.4 Indice di rilevanza del sollevamento meccanico (RSM)

Si ricorda che l'indice è composto dall'indice di prevalenza geodetica (sollevamenti meccanici per lo scolo) e dal coefficiente di confronto per lo scolo; per ciascun bacino idraulico elementare (b) l'indice può quindi essere descritto dalla formula:

$$RSM_{(b)} = 1 + IPG_{(b)} \cdot CCs$$

nella quale 1 (uno) indica la situazione di riferimento (il recapito viene raggiunto senza necessità di sollevamento meccanico), IPG è l'indice di prevalenza geodetica complessiva (sollevamenti meccanici per lo scolo) del bacino in esame e CCs è il coefficiente di confronto. Poiché l'indice di prevalenza geodetica complessiva ha valore solamente per quei bacini elementari le cui acque di scolo necessitano di un sollevamento meccanico durante il loro percorso per uscire dal comprensorio, per i rimanenti bacini elementari l'indice di rilevanza del sollevamento meccanico vale 1 (uno), diventando quindi ininfluenza nel calcolo del beneficio di scolo degli immobili ricadenti in bacini con scolo "a gravità".

L'indice di rilevanza del sollevamento meccanico così calcolato viene attribuito a tutti gli immobili ricadenti nel bacino in esame.

3.4.1 Indice di prevalenza geodetica complessiva per lo scolo

Per la costruzione dell'indice è stata utilizzata la Carta dei bacini di scolo – (campi dell'indice di prevalenza geodetica per singolo impianto); su di essa infatti, sono state indicate le prevalenze geodetiche complessive per ogni bacino elementare (bacino principale, sottobacino e sotto-sottobacino), seguendo l'ordine di afferenza di bacino.

Come valore di riferimento per il calcolo dell'indice di prevalenza geodetica viene utilizzato il valore medio nel comprensorio, pesato sulle superfici di incidenza (in questo caso le superfici dei soli bacini elementari soggetti al sollevamento meccanico):

$$H_{med\ m} = \frac{\sum_{l=1}^n H_{tot(i)\ m} \cdot Sup_{(i)\ m^2}}{\sum_{l=1}^n Sup_{(i)\ m^2}}$$

L'indice di prevalenza geodetica di ciascun bacino elementare viene quindi calcolato rapportando la prevalenza geodetica complessiva del bacino in esame al suo valore medio:

$$IPG_{(b)} = \frac{H_{tot(b)\ m}}{H_{med\ m}}$$

L'indice così calcolato viene memorizzato nei dati GIS del bacino in esame ed in seguito utilizzato per il calcolo dell'indice di rilevanza del sollevamento meccanico dello stesso.

3.4.2 Coefficiente di confronto per i maggiori oneri dovuti al sollevamento meccanico nello scolo

Questo coefficiente viene valutato in base ad un confronto tra le medie poliennali dei costi per la bonifica con e senza sollevamento meccanico, rapportati alle rispettive superfici:

$$CCs = \frac{\frac{\text{Costi sollevamento meccanico}_{\text{€}}}{\text{Superficie a sollevamento meccanico}_{\text{ha}}}}{\frac{\text{Costi gestione della rete scolante}_{\text{€}} - \text{Costi sollevamento meccanico}_{\text{€}}}{\text{Superficie della rete scolante}_{\text{ha}}}}$$

In prima applicazione, il coefficiente di confronto ha valore 0,52646179, come dal seguente prospetto nel quale vengono riepilogati i costi medi per lo scolo, derivanti dalle analisi contabili relative alle annate più recenti:

SCOLO	(A) costi	(B) superfici	(C) €/ha (a/b)	Coeff.di confronto (C1 / C2)
1) Sollevamento	€ 6.335.325,42	198.134,0464	€ 31,97	0,526461790
2) Rete (costo escluso sollevamento)	€ 13.997.905,41	230.473,0196	€ 60,74	

Poiché il Coefficiente di Confronto è un valore definito per l'intero comprensorio, non vi è necessità di attribuirlo direttamente agli immobili; pertanto è sufficiente riportarne il valore numerico all'interno della procedura di calcolo dell'indice di rilevanza del sollevamento meccanico.

4 Beneficio di scolo – Indici economici

4.1 Tempi di ritorno dell'evento dannoso (Tr/100)

Non essendo al momento disponibili dati riguardanti i tempi di ritorno di eventi di pioggia ad estensione completa sul comprensorio, in prima applicazione si è scelto di utilizzare l'individuazione delle Aree Idraulicamente Sensibili, riportate cartograficamente nell'allegato 8 "Carta delle aree idraulicamente sensibili" – n.4 cartografie alla scala 1.50.000.

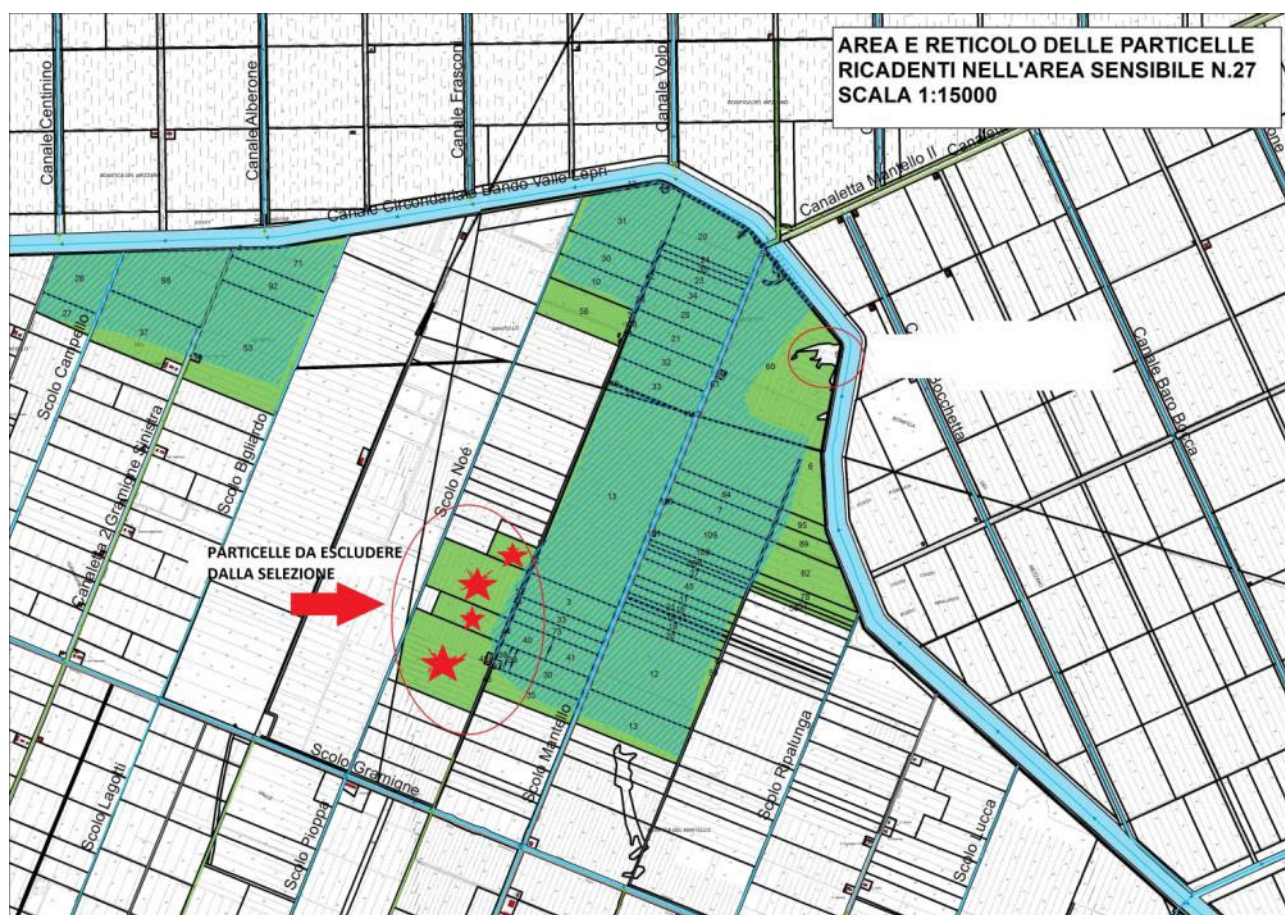
Si tratta delle aree del comprensorio che hanno situazioni di crisi idraulica con maggiore frequenza; come riferimento per l'individuazione delle aree, si considera un evento di pioggia di intensità medio-alta, pari a 70-80 mm per la durata di una giornata, con terreno in condizioni invernali.

La prima fase corrisponde all'identificazione delle aree idraulicamente sensibili attraverso la collaborazione del Direttore Tecnico, dei Capi Sezione e dei Geometri di Reparto. Le zone sono state segnalate inizialmente su apposite cartografie in scala 1: 50.000.

La seconda fase è stata effettuata scansionando e georeferenziando tali aree in modo da poterle digitalizzare in modo corretto; attraverso il comando computerizzato che consente la *selezione per prossimità fra elementi GIS*, è stato possibile selezionare tutte quelle particelle che ricadevano o intersecavano queste aree.

La terza fase è consistita nella produzione di mappe in scala per ogni singola area, in modo tale che i responsabili del territorio potessero selezionare o scartare le particelle non identificabili come idraulicamente sensibili.

Nella quarta fase sono state composte le quattro mappe, riportate in allegato alla scala 1:50.000, con gli elementi corretti durante la terza fase.



Esempio di un'elaborazione cartografica di un'area sensibile con apportate le correzioni dei geometri di reparto. Le particelle evidenziate con la stella rossa sono state escluse dalla selezione.

Calcolo dell'indice di tempo di ritorno (Tr/100) utilizzato nel beneficio idraulico

Si può ritenere che le aree sensibili individuate come esposto in precedenza, abbiano un tempo di ritorno medio dell'ordine dei 2/3 di quello medio delle aree non sensibili, che viene considerato come situazione di riferimento; si ritiene inoltre che l'incidenza sull'indice economico degli effetti considerati, sia limitata al 25%; in base a queste valutazioni viene posto a 1 (uno) il valore dell'indice di tempo di ritorno per le aree non sensibili, mentre il valore dello stesso per le aree sensibili verrà calcolato come segue:

$$Tr/100_{(sens)} = 1 + (0,66 - 1) \cdot 0,25 = \frac{3 + 0,66}{4} = 0,915$$

La tabella seguente riepiloga i valori adottati in prima applicazione per l'indice di tempo di ritorno:

Sensibilità dell'area	Base di calcolo	Tr/100
Non sensibile	1	1
Sensibile	0,66	0,915

I valori individuati vengono attribuiti agli immobili che ricadono nelle aree considerate.

4.2 Vulnerabilità degli immobili (v)

In fase di prima applicazione, in attesa di svolgere studi più approfonditi, di tipo immobiliare-estimativo per i fabbricati e di tipo agronomico-estimativo per i terreni, che rendessero conto del diverso grado di danno atteso da parte di ciascun immobile in caso di allagamento, si era convenuto, in conformità con quanto già previsto dal Piano, di considerare tutti gli immobili ugualmente vulnerabili, prescindendo quindi dall'effettiva applicazione della vulnerabilità.

Si introduce ora una prima distinzione di larga scala dell'indice di vulnerabilità fra le categorie di immobili terreni, strade e ferrovie da un lato e fabbricati dall'altro, considerando che la vulnerabilità dei primi rappresenti mediamente l'80% di quella di fabbricati e attribuendo pertanto il valore 1 ai fabbricati e il valore 0,8 a terreni, strade e ferrovie: infatti, a parità di evento allagamento, i terreni (per loro natura), le strade e le ferrovie (che in genere sono in rilevato) subiscono mediamente danni inferiori e meno duraturi rispetto a quelli che possono subire i fabbricati.

5 Interazioni ed individuazioni degli elementi assoggettati ai contributi di bonifica

5.1 Individuazione delle aree urbanizzate

Le delimitazioni delle aree urbanizzate sono state realizzate attraverso l'utilizzo di una serie di dati vettoriali e di una verifica a "monitor" con immagini aeree a colori del 2011. In allegato al documento di Applicazione sono state prodotte 216 immagini a varie scale (vedi Allegato 5), rappresentanti i singoli centri urbani con la loro delimitazione sulle particelle catastali.

Di seguito sono indicate le banche dati utilizzate per la costruzione della carta:

- Carta uso reale del suolo Landsat 2008 RER con elenco categorie dei suoli
- Ortofoto a colori AGEA 2011
- Particelle catastali terreni e grafo dei fabbricati catastali
- Dati Hera e Cadf delle reti fognarie e dei bacini fognari

1° FASE

La copertura uso reale del suolo (*Landsat, 2008*) offre una legenda molto articolata ma si riconoscono alcuni tematismi che richiamano il concetto di "urbanizzato":

- Tessuti residenziali compatti, densi, radi e discontinui (*sigla Ec, Er, Ed*).
- Insediamenti produttivi, commerciali, di servizi, ospedalieri e tecnologici (*sigla Ic, Is, Io, It*).
- Stabilimenti balneari (*sigla Vb*).

Una volta identificate queste aree è stato possibile con un comando che effettua a computer la "selezione per prossimità fra elementi GIS, ottenere tutte le particelle il cui centroide cade all'interno della suddetta area "urbanizzata". Tutte le particelle selezionate identificano la categoria 2 (ossia aree urbanizzate calcolate con attraverso l'elaborazione dell'uso del suolo).

2° FASE

I dati (*copertura vettoriale di tipo polyline*) provenienti dal database di Hera spa e CADF identificano le aree dove è presente la fognatura (*presenza di fognatura = urbanizzazione*). Prima di iniziare l'elaborazione di questi dati si è proceduto a tener "accese" solo le aree di categoria 2 (calcolate con attraverso l'elaborazione dell'uso del suolo). Il dato ottenuto racchiude tutte quelle particelle il cui centroide ricade entro 25 metri dalla copertura Hera spa e CADF e che è allo stesso tempo si trovano all'interno delle particelle di categoria 2. Quelle particelle che ricadono in aree di categorie 2 ed in più sono vicine alla rete fognaria (dato certificato Hera e CADF) hanno una doppia conferma e diventano le particelle di categoria 1.

3° FASE

Questa fase serve per ottenere due categorie:

- Categoria 3 (urbanizzazione dubbia)
- Categoria 0 (solo terreno agricolo)

Attraverso la *selezione per prossimità fra elementi GIS* è possibile individuare tutte quelle particelle che *"ospitano"* uno o più fabbricati (categoria 3). Per esclusione tutto il resto sono quelle particelle che sono escluse dall'urbanizzato secondo l'uso del suolo (categoria 2), lontane dalla rete Hera e CADF (categoria 1) e che non ospitano alcun fabbricato, in altre parole, il terreno nudo (categoria 0).

4° FASE

Le particelle di categoria 3 sono state controllate ed integrate nella categoria 2 con una selezione *"a monitor"* da parte di un operatore GIS con le seguenti informazioni cartografiche: ortofoto del 2011; aree definite urbane nella CTR e perimetri dei bacini di scolo fognari (copertura *"agg_oltre200ae_fe.shp"*).

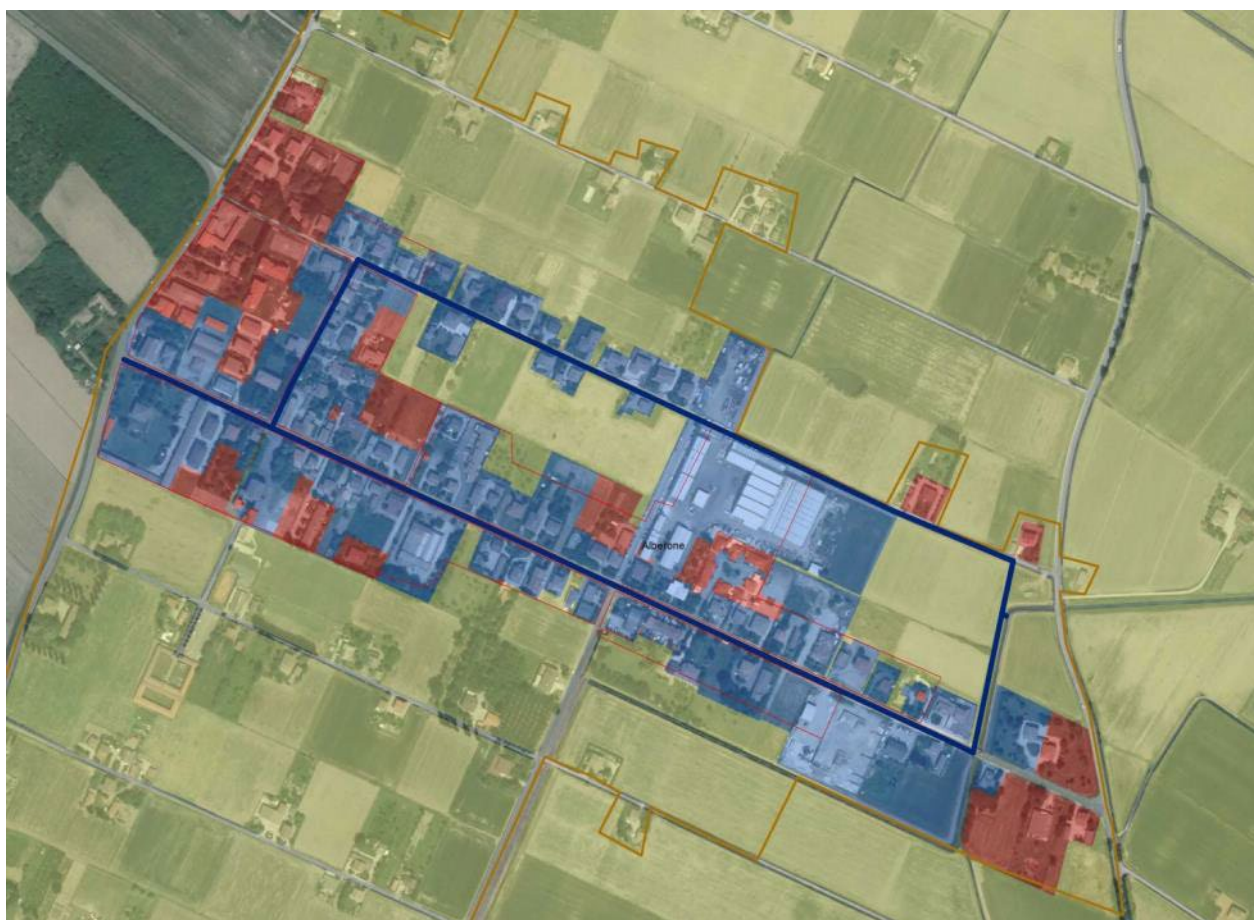


Figura 10 -: Elaborazione cartografica delle aree urbanizzate. Le particelle blu indicano la categoria 1 (prossime alle reti fognarie riconoscibili dalle linee blu scuro), le particelle rosse invece rappresentano la categoria 2 (individuata dall'uso reale del suolo e dalla verifica a monitor).

Le aree urbane individuate per il PDC, definite sulla base di criteri precedentemente descritti, vengono suddivise in tre tipologie di aree in base al tessuto urbanizzato:

1 – centri urbani/aree urbane ad alta densità: centri storici con densa fabbricazione e strade strette; zone urbane densamente costruite e con grandi superfici impermeabili, aree industriali e artigianali, centri commerciali;

2 – prima periferia/aree urbane di media densità: tessuto urbano discontinuo con grandi aree verdi; nella selezione si è riscontrato che possono rientrare in questa tipologia anche interi centri urbani di paesi di estensione complessiva non superiore a 40÷50 ettari;

3 – seconda periferia/aree urbane di bassa densità: zone urbane con costruzioni spaziate, aree con grandi cortili e giardini; sono tipologie costruttive simili dal punto di vista idraulico a fabbricati rurali, in grado di scaricare le acque meteoriche nelle limitrofe aree agricole; rientrano in questa tipologia anche zone con fabbricati non serviti da fognatura meteorica.

In sintesi, la prima perimetrazione dell'area urbana è stata ottenuta dai poligoni forniti da ATO.

Le informazioni contenute nei poligoni relative alle aree fognate, sono state fornite da HERA e CADF.

I poligoni di perimetrazione urbana sono stati modificati dal CBPF sulla base delle immagini LANDSAT e della presenza del cartello di località (individuato con Google Earth) che è stato fatto corrispondere all'inizio/termine dell'area urbanizzata.

Infine è stata effettuata la distinzione dell'urbanizzato per le zone del centro storico, prima e seconda periferia. Sono nel seguito elencati alcuni criteri utilizzati per effettuare la distinzione della categoria urbana:

1. presenza di fognature;
2. tipo di tessuto urbano (valutazione LANDSAT e da ortofototo);
3. posizione rispetto al centro urbano;
4. caratteristiche di ruralità della particella e del fabbricato;
5. presenza di campagna libera adiacente;
6. tipo di parcellizzazione del territorio.

Si tenga presente che tali elementi sono stati valutati nel loro complesso in quanto non sono in grado di definire, se presi singolarmente, il tipo di categoria urbana.

5.2 Individuazione particelle catastali della viabilità stradale e ferroviaria

Per l'elaborazione sono state utilizzate le seguenti coperture:

- Shapefile catasto delle particelle (aggiornamento gennaio 2014)
- Ortofoto AGEA 2011
- Copertura vettoriale delle strade (*aggiornamento 2012, RER*)

Nel seguito viene illustrato il metodo utilizzato per l'individuazione delle particelle appartenenti alla viabilità; nell'allegato 6 inoltre, sono presenti 174 immagini a varie scale che rappresentano i risultati delle individuazioni sulle parti più significative del comprensorio.

Per ogni singolo tratto stradale o ferroviario, è stato valutato a monitor se la cartografia catastale avesse una buona sovrapponibilità con il grafo delle strade rappresentate nella copertura vettoriale dalla Regione Emilia Romagna e con la sottostante ortofoto satellitare. In questo modo è stato possibile individuare due categorie di particelle:

- tutte quelle particelle che riproducono esattamente l'andamento della strada, ma che catastalmente non sono attribuite alla "Partita 5 – strade", sono considerate appartenenti alla CATEGORIA 1;
- tutte le altre particelle identificate lungo il tratto stradale della copertura regionale, che necessitano anche di un frazionamento particellare per corrispondere esattamente all'andamento della strada, sono considerate appartenenti alla CATEGORIA 2.

Avendo scelto di non effettuare tagli di particelle, nel seguito si sono considerate le sole particelle appartenenti alla prima categoria le quali, pur non essendo ancora attribuite catastalmente alla "partita 5", sono sicuramente tratti stradali. Spesso, in questi casi, la cartografia catastale presenta particelle più ampie della carreggiata della strada perché comprende anche le zone di pertinenza che si estendono oltre al manto stradale. Esempi simili si ritrovano nelle corsie di canalizzazione ad arterie importanti (es. corsie di accesso al raccordo Ferrara-Porto Garibaldi oppure all'autostrada BO-PD) che comprendono oltre alla strada anche la zona verde racchiusa fra di esse.

Alle particelle individuate, sono quindi attribuite le "titolarità", tramite un'elaborazione in tre fasi, applicando opportuni filtri alla copertura vettoriale ufficiale promossa dalla Regione Emilia-Romagna:

la prima fase ha permesso ad individuare tutte le particelle ricadenti in strade statali (compresa l'autostrada A13 BO-PD);

la seconda fase ha permesso ad individuare tutte le particelle ricadenti in strade provinciali;

la terza fase ha permesso ad individuare tutte le particelle ricadenti in strade comunali, affrontando un comune per volta.

Nella figura seguente si mostra un esempio dei risultati ottenuti:

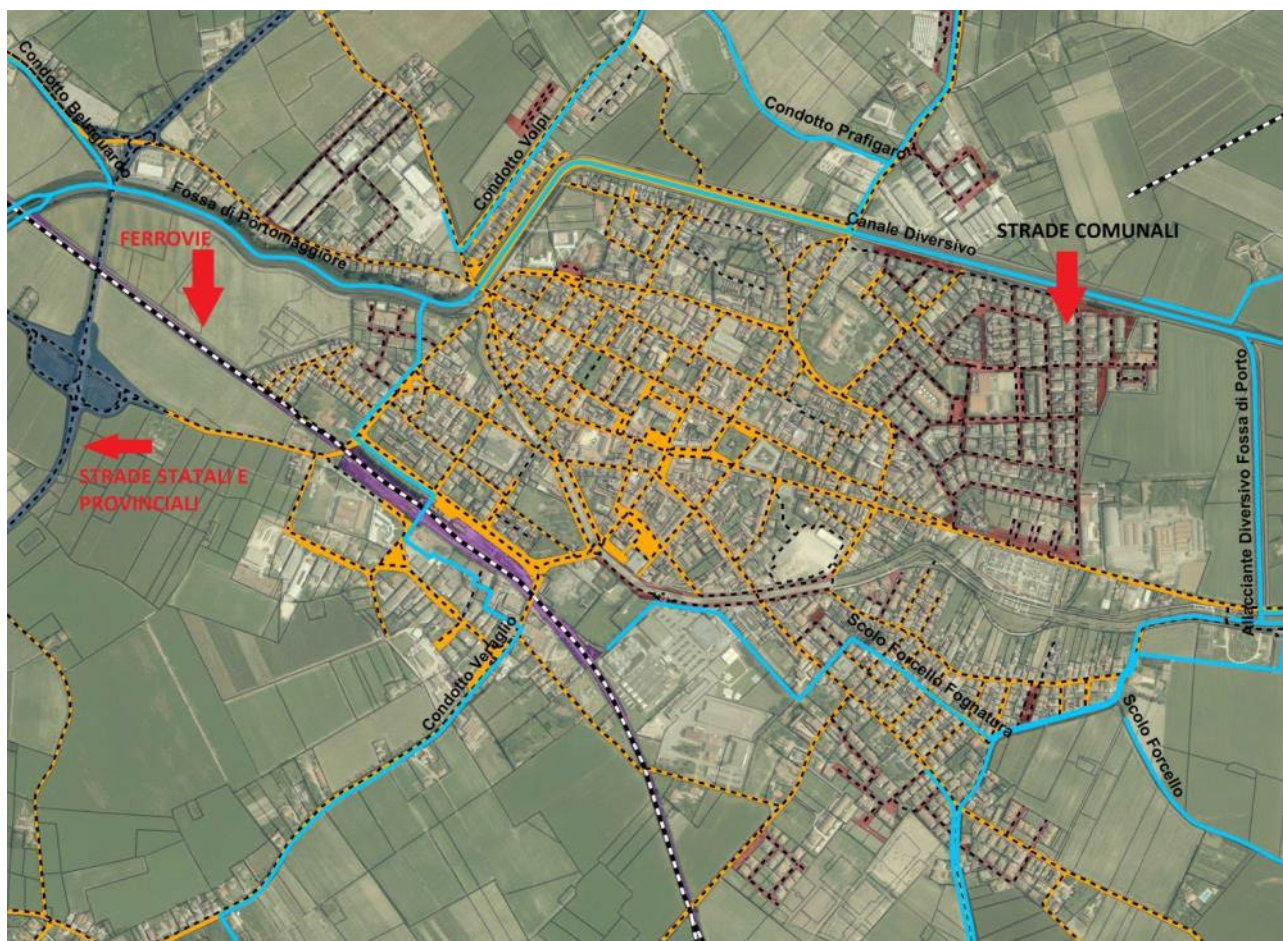


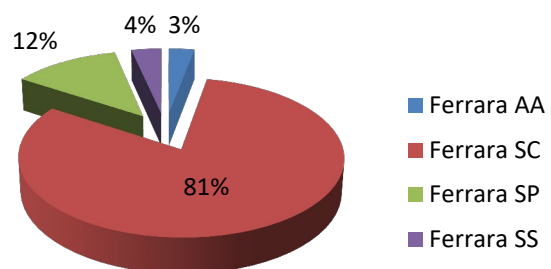
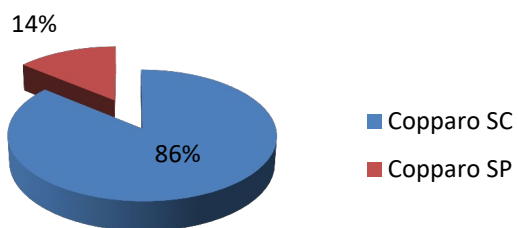
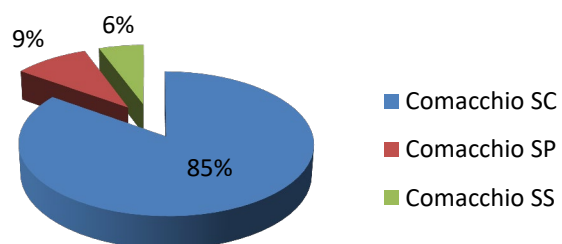
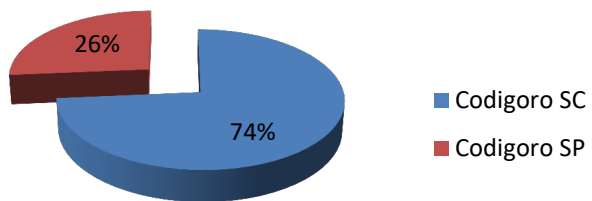
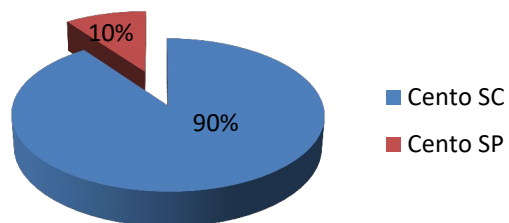
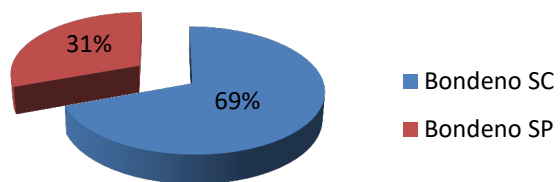
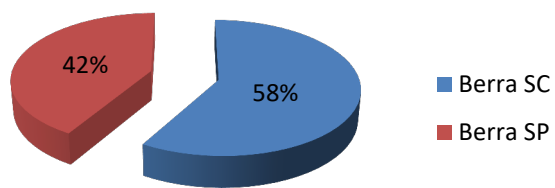
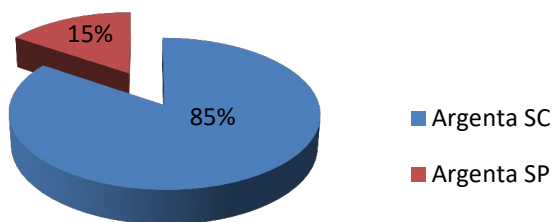
Figura 11 -: Elaborazione cartografica dell'individuazione delle particelle catastali ricadenti come strade (rosso e blu) e ferrovie (viola).

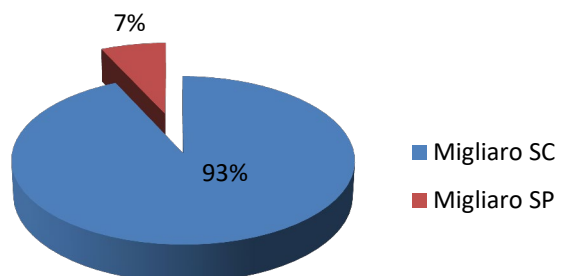
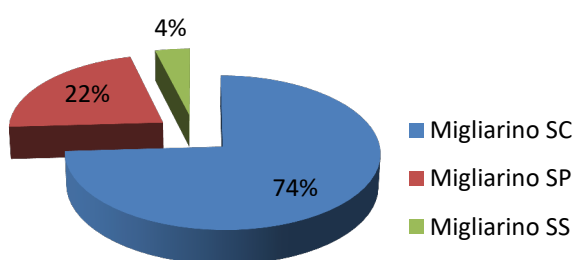
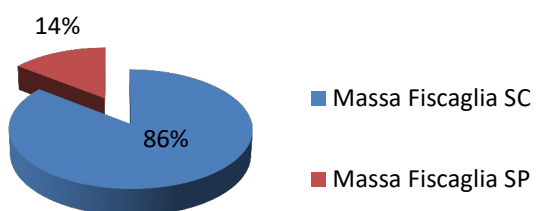
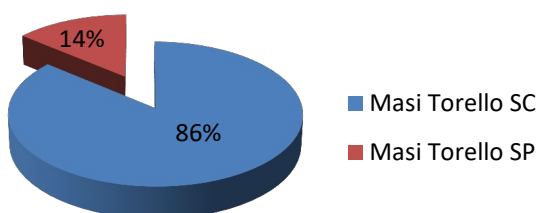
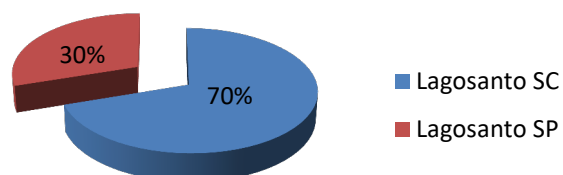
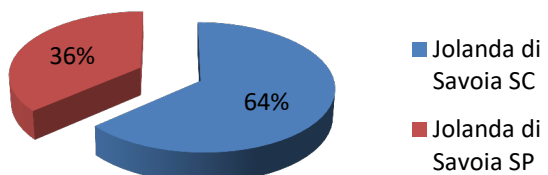
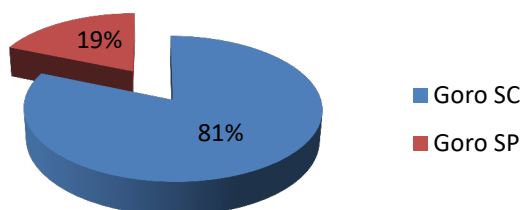
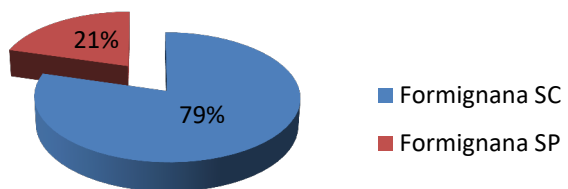
Le elaborazioni effettuate tramite i sistemi GIS, hanno consentito inoltre di produrre una tabella contenente, per ogni particella individuata, le seguenti informazioni:

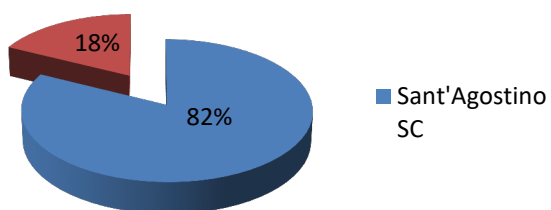
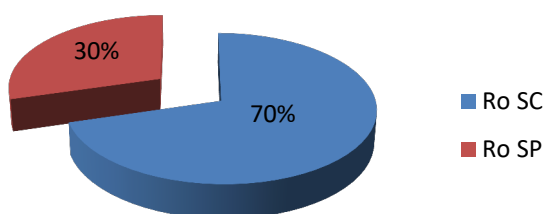
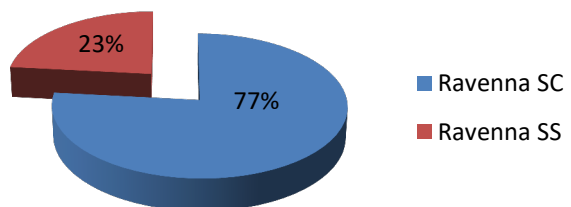
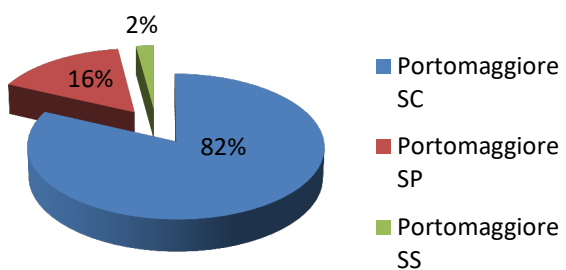
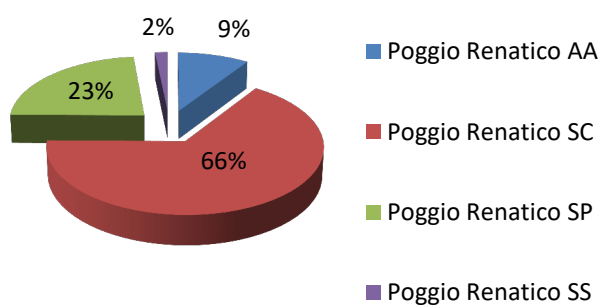
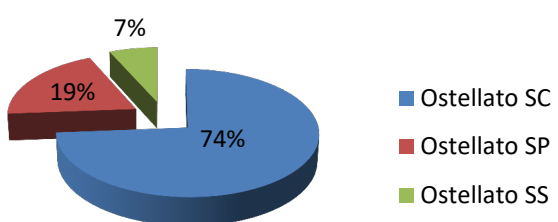
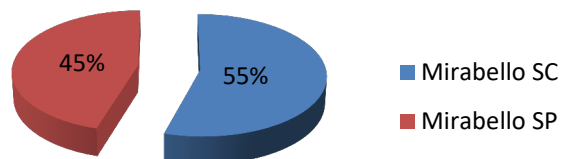
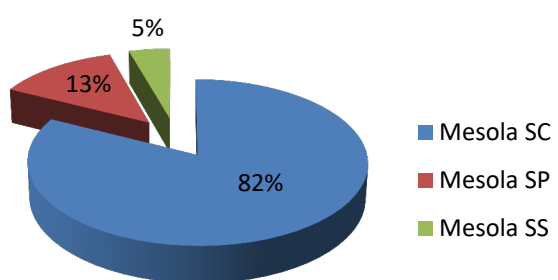
Campo	Significato
Id_Shape	Identificativo della particella individuata quale strada o ferrovia
Tipo	Titolarità da attribuire (prov.le, statale, comunale o ferrovia)
Tit_catasto	Titolarità del terreno agricolo risultante dalle informazioni catastali
Area	Superficie di consistenza risultante nel censuario catastale
Note	Eventuali indicazioni relative alle elaborazioni effettuate per individuare la particella

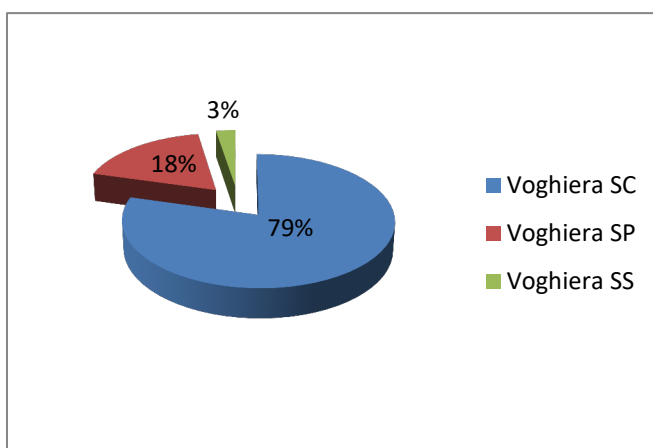
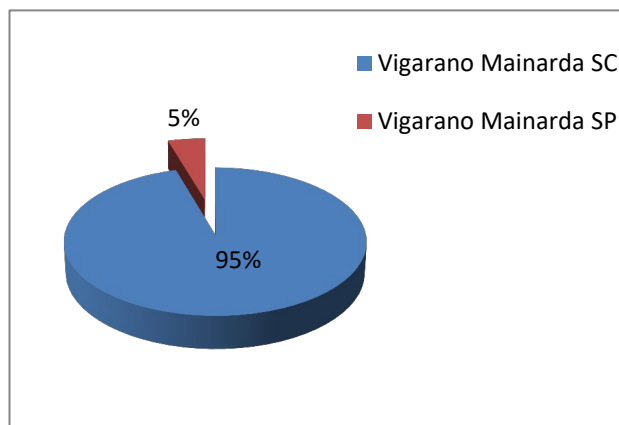
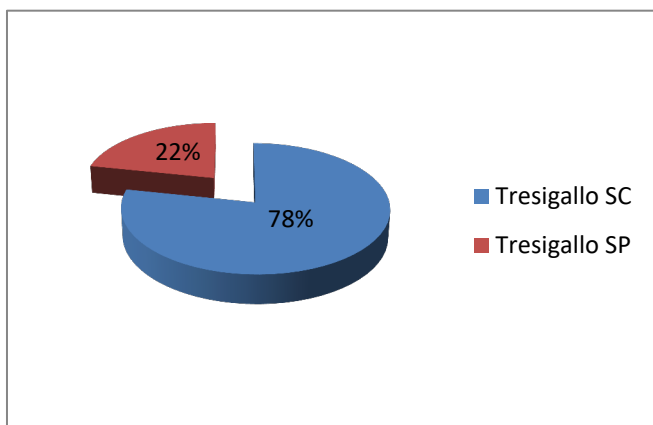
Le elaborazioni sui sistemi GIS consentono inoltre di rilevare, per ciascun comune, le lunghezze delle strade e delle ferrovie ricadenti negli stessi, suddividendole in base alla tipologia. Si riportano di seguito i risultati delle elaborazioni sotto forma di tabella (lunghezze in km per tipologia di strada) e di grafici a torta (incidenza delle lunghezze di ciascuna tipologia di strada sul totale dei km per comune):

Comune	SS	SP	SC	AA	PR	Ferrara - Porto Garibaldi
Alfonsine			36,2			
Argenta	14,1	75,9	414,2		7,0	
Baricella			1,9			
Berra		33,0	46,5			
Bondeno		28,6	65,0			
Cento		36,1	326,3		14,4	
Codigoro		58,1	162,3			
Comacchio	25,7	42,8	385,0			10,6
Copparo		46,6	287,3		11,8	
Ferrara	38,3	136,4	898,9	32,9		12,6
Finale Emilia			10,4			
Fiscaglia-MFS		18,1	107,5			
Fiscaglia-MNO	3,6	19,8	66,9			2,7
Fiscaglia-MRO		3,9	52,1			
Formignana		9,0	34,7		3,7	
Goro		12,5	54,2			
Jolanda di Savoia		36,2	63,3		35,6	
Lagosanto		20,1	46,7			
Masi Torello	1,4	6,5	40,2		0,6	4,3
Mesola	8,8	26,0	163,3			
Mirabello		14,5	17,4			
Molinella			7,3			
Ostellato	16,8	48,9	184,8			12,2
Poggio Renatico	2,4	34,6	98,2	13,9		
Portomaggiore	5,6	41,8	214,6			
Ravenna		4,8	15,7			
Ro		21,0	50,1			
San Giovanni in Persiceto			9,9			
Sant'Agostino		16,5	77,0			
Tresigallo		12,3	44,2			
Vigarano Mainarda		4,5	94,3			
Voghiera	2,4	16,7	73,7			4,9









Tabellare dei chilometri di ferrovia attraversanti il comprensorio del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara, suddivisi per tratte.

FERROVIE	INTESTATARIO (fonte ruoli 2013)	LUNGHEZZA [m]	LUNGHEZZA [Km]
BOLOGNA-PADOVA	1	20198	20,2
FERRARA-SUZZARA	2	15019	15,0
FERRARA-OSTELLATO	3	29480	29,5
PORTOMAGGIORE-BOLOGNA	4	12268	12,3
PORTOMAGGIORE-OSTELLATO	5	10452	10,5
PORTOMAGGIORE-RAVENNA	6	16196	16,2
OSTELLATO-CODIGORO	7	27246	27,2
FERRARA-PORTOMAGGIORE	8	23574	23,6
		TOTALE	154,4

I poligoni catastali intercettati lungo i percorsi ferroviari riportano varie e diverse intestazioni, che vengono di seguito riportate:

1 - AREE DI ENTI URBANI E PROMISCUI + RETE FERROVIARIA ITALIANA S.P.A

2 - AREE DI ENTI URBANI E PROMISCUI + DEMANIO DELLA STATO RAMO LL. PP. + RETE FERROVIARIA ITALIANA S.P.A. + FERROVIE EMILIA ROMAGNA S.R.L.

3 - AREE DI ENTI URBANI E PROMISCUI + FERROVIE EMILIA ROMAGNA S.R.L. + DEMANIO DELLO STATO RAMO LL. PP.

4 - AREE DI ENTI URBANI E PROMISCUI + TRASPORTI ROMAGNOLI TRARO + SOCIETA' VENETA AUTOFERROVIE

5 - AZIENDA AGRICOLA SOLE S.R.L. + DEMANIO DELLO STATO RAMO LL. PP. + FERROVIE EMILIA ROMAGNA S.R.L. + GAVELLI PAOLA + SORGEVA SOCIETA' COOPERATIVA AGRICOLA + AGENZIA DEL DEMANIO

6 - AREE DI ENTI URBANI E PROMISCUI + DEMANIO DELLO STATO RAMO LL. PP.

7 - AREE DI ENTI URBANI E PROMISCUI + FERROVIE EMILIA ROMAGNA S.R.L. + GUIDI GIULIANO + REGIONE EMILIA ROMAGNA + SOCIETA' AGRICOLA GUIDI DI GUIDI GIULIANO & C. - S + SUCCI LEONELLI + DEMANIO DELLO STATO RAMO LL. PP.

8 - AREE DI ENTI URBANI E PROMISCUI + RETE FERROVIARIA ITALIANA S.P.A. + DEMANIO DELLO STATO RAMO LL. PP.

5.3 Superficie catastale e superficie di sedime degli immobili – Indice di omogeneizzazione delle superfici (ISs)

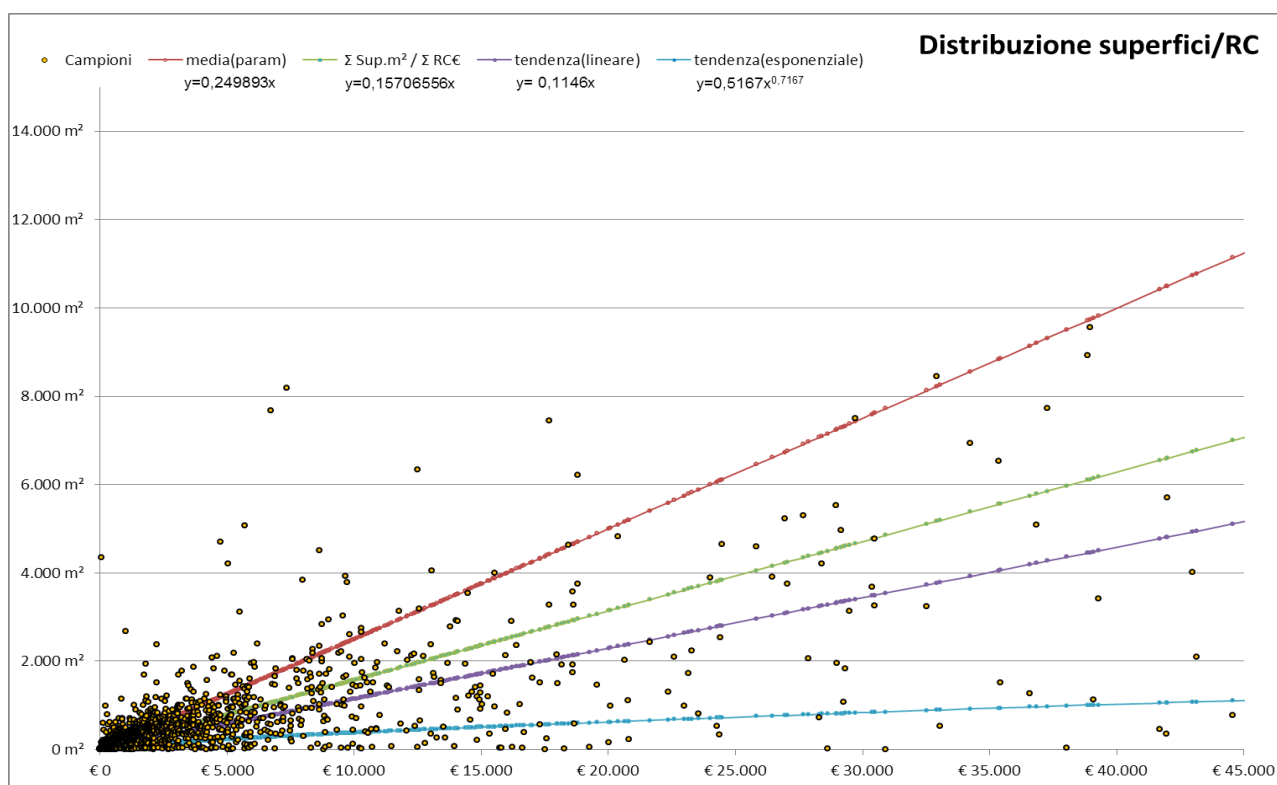
L'intera procedura di calcolo delle superfici e dell'indice di omogeneizzazione delle superfici avviene per via alfanumerica, in base alle informazioni catastali disponibili ed ai metodi di stima indicati nel seguito. Tramite elaborazioni GIS vengono individuati gli immobili che ricadono all'interno delle località urbane, al fine di applicare l'indice di omogeneizzazione delle superfici medio per località.

La superficie catastale (in seguito Sc) di ciascun immobile viene valutata in base alle linee guida regionali (punto 2.3 dell'allegato alle stesse); per i terreni viene quindi considerata Sc la superficie di consistenza, la quale viene sempre indicata nelle informazioni fornite dall'Agenzia delle Entrate in quanto base per il calcolo del R.A. e del R.D.

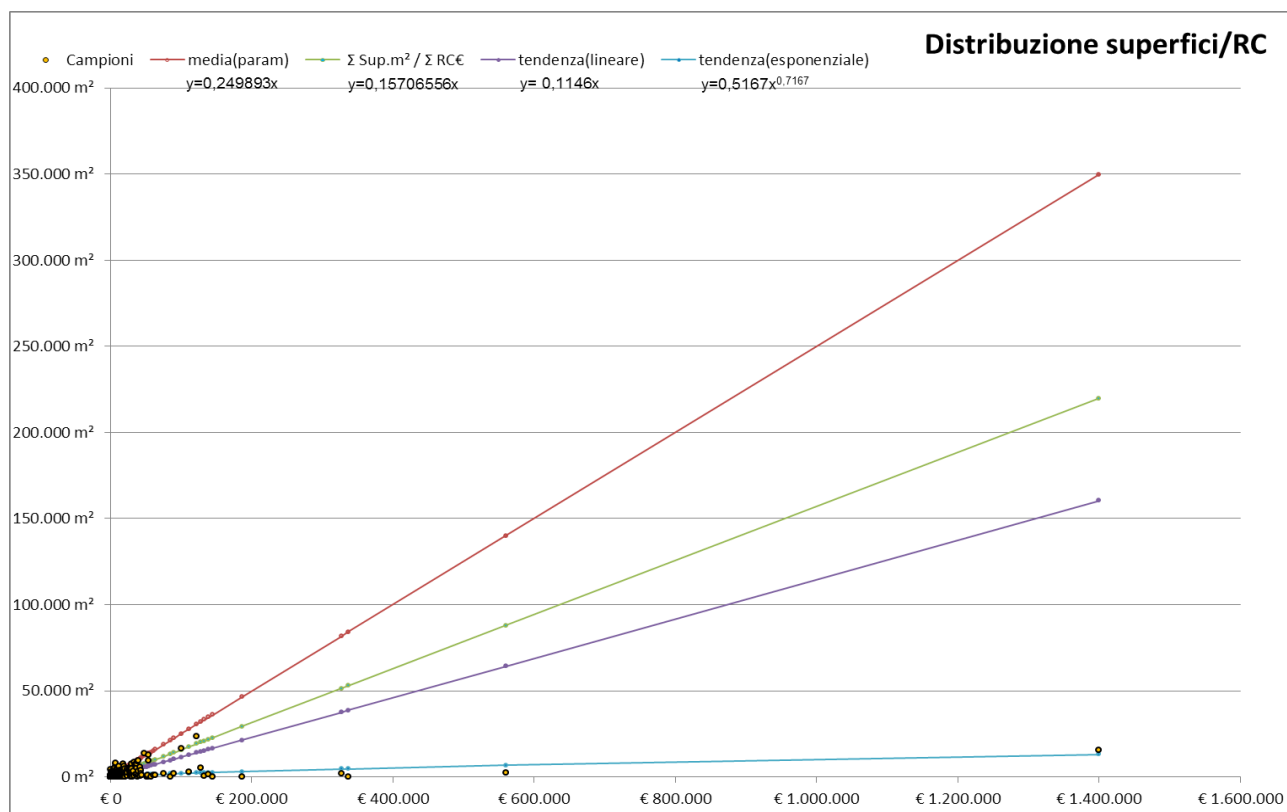
Per le U.I.U. invece, la Sc non sempre è compresa tra le informazioni fornite dall'Agenzia delle Entrate pertanto, in sua assenza, le linee guida regionali prevedono che, per fabbricati nelle categorie "A", "B" e "C", essa possa essere stimata in funzione della consistenza (vani, m^2 , m^3); poiché per i fabbricati nelle categorie "D" oppure "E" l'Agenzia delle Entrate non fornisce valori di consistenza, le linee guida prevedono che la Sc possa essere stimata in funzione della loro rendita catastale (nel seguito R.C.).

Tramite un'analisi effettuata sull'intero campione disponibile (cioè su 2.118 U.I.U. in cat. "D" oppure "E" per le quali è stata fornita a corredo anche la Sc) si denota che, in effetti, per questi immobili non sussiste una precisa relazione tra Sc e R.C.; viene inoltre rilevato che ricercando comunque una relazione tra le due grandezze, utilizzando diversi metodi di regressione lineari (eventualmente rapportandosi anche al valore medio per comune o per categoria catastale) ed una regressione esponenziale, quest'ultima fornisce la migliore approssimazione, soprattutto per quei casi in cui la R.C. assume valori particolarmente elevati.

Nelle due figure seguenti viene mostrato il grafico della distribuzione dei campioni e l'andamento delle varie curve di regressione ipotizzate:



Distribuzione dei campioni fino ad € 45.000 di rendita catastale con corrispondenti superfici ed andamento di varie funzioni di stima delle superfici in funzione delle R.C.



Lo stesso grafico della figura precedente, esteso fino a rendite di € 1.400.000; risulta evidente la sovrastima che si opererebbe utilizzando le regressioni lineari.

Al fine di stimare la superficie dei fabbricati in cat. “D” ed “E”, qualora essa non venga fornita a corredo delle altre informazioni catastali, viene quindi adottata la seguente formula:

$$Sup\ m^2 = 0,5167 \cdot RC^{0,7167}$$

la quale restituisce la superficie stimata del fabbricato in funzione della sua rendita catastale, in conformità con quanto indicato nelle linee guida regionali e nel Piano di Classifica.

Una volta determinata la superficie catastale di ciascuna U.I.U. (in base ai dati forniti od alla stima effettuata), è possibile calcolare la corrispondente superficie al suolo (in seguito: Ss) seguendo le indicazioni dell'allegato alle linee guida, riproposte nel Piano di Classifica. In particolare si rileva che, detta Sp la superficie della particella sottostante il fabbricato, la Ss da attribuire a ciascuna U.I.U. è la quota di Sp proporzionale alla Sc di ciascuna U.I.U. che insiste sulla particella stessa, ovvero:

$$Ss_{m^2} = \frac{Sc_{m^2}}{\sum Sc_{m^2}} \cdot Sp_{m^2}$$

In base alla definizione di “indice di omogeneizzazione di superficie” (in seguito denominato ISs) ed alla definizione di Ss appena vista, le disponibilità dei valori di Ss di ciascuna U.I.U. e della superficie della particella su cui insistono quelle U.I.U., risultano essere non necessarie ai fini del calcolo dell'ISs da attribuire a quest'ultime; per ciascuna U.I.U. insistente sulla medesima particella catastale si ha infatti:

$$ISs = \frac{Ss_{m^2}}{Sp_{m^2}} = \frac{\frac{Sc_{m^2}}{\sum Sc_{m^2}} \cdot Sp_{m^2}}{Sp_{m^2}} = \frac{Sc_{m^2}}{\sum Sc_{m^2}}$$

L'Indice di omogeneizzazione di superficie di ciascuna U.I.U. è quindi dato dall'equivalente rapporto tra la sua Sc (individuata come sopra esposto) e la sommatoria delle Sc di tutte U.I.U. che insistono sulla medesima particella (individuabili per via alfanumerica in base alla codifica catastale), utilizzando un metodo di calcolo semplificato ed evitando di dover effettuare quelle ulteriori stime previste dall'allegato alle linee guida, nel caso non fossero disponibili o rintracciabili le superfici (Sp) delle particelle “edificate”.

Una volta calcolato, l'indice di omogeneizzazione di superficie dei fabbricati viene memorizzato assieme ai rispettivi dati alfanumerici (si ricorda che, in base alla sua definizione, per i terreni agricoli e per le strade questo indice è costante e vale sempre 1).

In base alle indicazioni del Piano, in seguito viene calcolato l'ISs medio per ciascuna località, al fine di utilizzarlo per il calcolo del beneficio idraulico delle U.I.U. che ricadono nella stessa; per il calcolo del beneficio dei fabbricati esterni alle aree urbane viene invece utilizzato il valore di ISs specifico degli stessi, memorizzato in precedenza assieme alle altre informazioni alfanumeriche.

5.4.1 Tipologie di interconnessione – Grado di interconnessione (CRf)

Di seguito indicano le categorie che sono state distinte nell'analisi del Piano di Classifica relative ai gradi di interconnessione; si evidenzia che ad ampie parti del centro urbano di Ferrara nella zona entromura e nell'area sud di Ferrara, alle quali era stato attribuito con la prima applicazione il grado di interconnessione 0,1, si attribuisce ora il valore 0,2 per effetto di un approfondimento tecnico.

Grado 1,0 (pari al 100 % di interconnessione) – Si tratta del caso più frequente nel comprensorio. Gli esuberi delle acque meteoriche vengono immessi nella rete di bonifica, così come le acque depurate.

Gradi 0,8 e 0,9 (pari a 80 e 90 % di interconnessione) - Per queste aree, situate in bacini di scolo consortili, il Consorzio di Bonifica si prende carico prevalentemente degli esuberi delle acque meteoriche (sfioratori in canali di bonifica). In condizioni normali e per eventi di pioggia non eccezionali, le acque vengono raccolte dalla rete di fognatura e scaricate fuori dalla rete di bonifica.
Principali aree alle quali è stato applicato: Aree periferiche di Ferrara, centri abitati di Goro e Codigoro.

Grado 0,4 (pari al 40 % di interconnessione) - Sono aree situate al di fuori dei bacini di scolo del Consorzio di Bonifica, con recapito delle fognature (per quanto riguarda le acque meteoriche) in un bacino di scolo consortile.

Principali aree alle quali è stato applicato: Varie aree a ridosso dell'alveo del Po di Primaro e del Po di Volano.

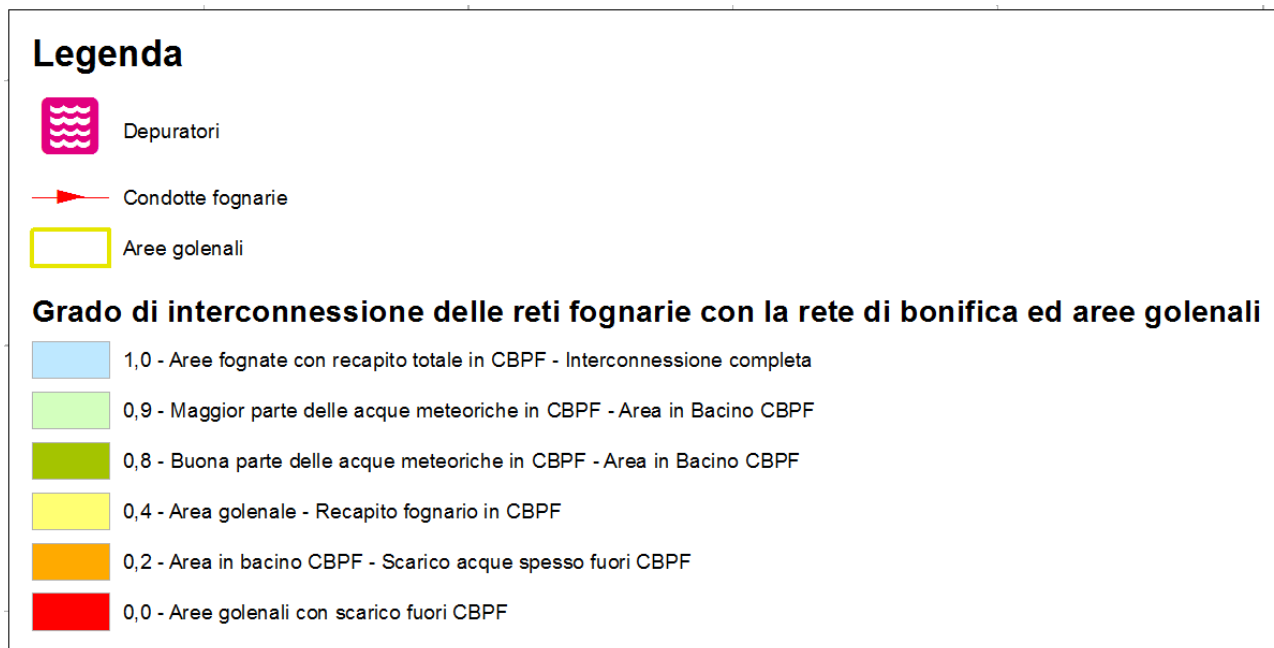
Grado 0,2 (pari al 20 % di interconnessione) - Sono aree appartenenti a un bacino di scolo del Consorzio, provviste di sistema fognario di raccolta delle acque meteoriche con scarico totale o quasi all'esterno della rete di bonifica. Il Consorzio si prende carico degli eventuali problemi idraulici in caso di crisi completa della rete fognaria e dei problemi idraulici connessi alla difesa idraulica nei rapporti fra i singoli bacini di scolo del Consorzio di Bonifica.

Principali aree alle quali è stato applicato: Comacchio; Porto Garibaldi; IFM Petrolchimico di Ferrara; Vigarano Pieve; Bondeno est; Area di Ferrara entromura, parte dell'area sud di Ferrara.

Grado 0 (pari allo 0 % di interconnessione) - Si tratta di aree golenali e litoranee, esterne ai bacini di scolo consortili, provviste di scarico fognario in corsi d'acqua esterni alla bonifica.

Principali aree alle quali è stato applicato: Lido degli Estensi, Lido di Spina, Lido di Volano; parte dei quartieri Villa Fulvia e Quacchio a Ferrara.

Di seguito viene riportata la legenda utilizzata nelle corrispondenti cartografie.



Il grado di interconnessione individuato viene attribuito a tutti i fabbricati ricadenti nelle aree individuate ed utilizzato per il calcolo del beneficio di scolo.

5.4.2 Approfondimenti tecnici su alcuni centri urbanizzati

Interazione fra sistema fognario e rete di bonifica dei centri urbani del comprensorio del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara – Situazione più frequente

Si fa riferimento al caso del depuratore di Iolanda di Savoia, che può essere considerato un caso “classico” dell’interazione fra rete fognaria e sistema di bonifica per i centri urbani di medie e grandi dimensioni relativamente all’ambito del comprensorio consortile. In caso di piogge modeste o assenza di precipitazioni, le acque meteoriche sono raccolte dal sistema fognario e finiscono nel depuratore (Hera). Una volta depurate, sono immesse nel sistema di bonifica con i collettori di scarico Hera (B).

Le aree urbane periferiche, come i piccoli centri di nuova urbanizzazione (ad es. Malborghetto di Boara) o le aree urbanizzate con poche decine di case, hanno tubazioni che raccolgono le acque e le portano alle tubazioni di raccolta, che afferiscono ai depuratori relativi alle aree urbane di dimensioni maggiori. I tubi di raccolta sono provvisti di valvole a “clapet” che scaricano il “troppo pieno” delle acque meteoriche nei canali di bonifica.

5.4.3 Interconnessione fra sistema fognario e rete di bonifica nel centro urbano di Ferrara

L’acqua di pioggia dell’entromura della Città di Ferrara viene convogliata verso est da una complessa rete, che per alcuni tratti utilizza ancora l’antico sistema fognario estense (1). Le tubazioni attraversano la cinta muraria e si raccolgono nel collettore (2) di Hera. Il collettore (2) è

una tubazione a grande diametro, provvista di casse di sfioro che consentono il bypass del depuratore, immettendo le acque di esubero nel collettore (6) di arrivo all'impianto di Quacchio (Hera) che le immette nel Po di Volano (gestito da S.T.B.).

In situazioni ordinarie, di non piovosità o di piogge moderate, l'acqua di fognatura procede verso nord nel collettore (2) e raggiunge il depuratore (3) di Hera.

L'acqua depurata è poi rimandata verso sud con i collettori di scarico (4) e (6) e viene scaricata in Po di Volano dall'impianto Quacchio (Hera) che le immette nel Po di Volano (gestito da STB).

In caso di manutenzioni della tubazione che porta all'Idroforo di Quacchio, previo accordo con il Consorzio di Bonifica, entra in servizio l'impianto di sollevamento Gramicia (Hera), che immette nel sistema di bonifica (Canale Gramicia - Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara).

L'Impianto Idroforo Gramicia (Hera) è attivato in media due volte l'anno (periodo considerato 2003 – 2013). L'attivazione avviene anche quando l'impianto di Quacchio (Hera) è in fase di temporanea impossibilità di funzionamento.



Fig.2 - Immissione nel canale Gramicia da parte dell'impianto di sollevamento Gramicia (Hera) a sinistra nella foto.

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

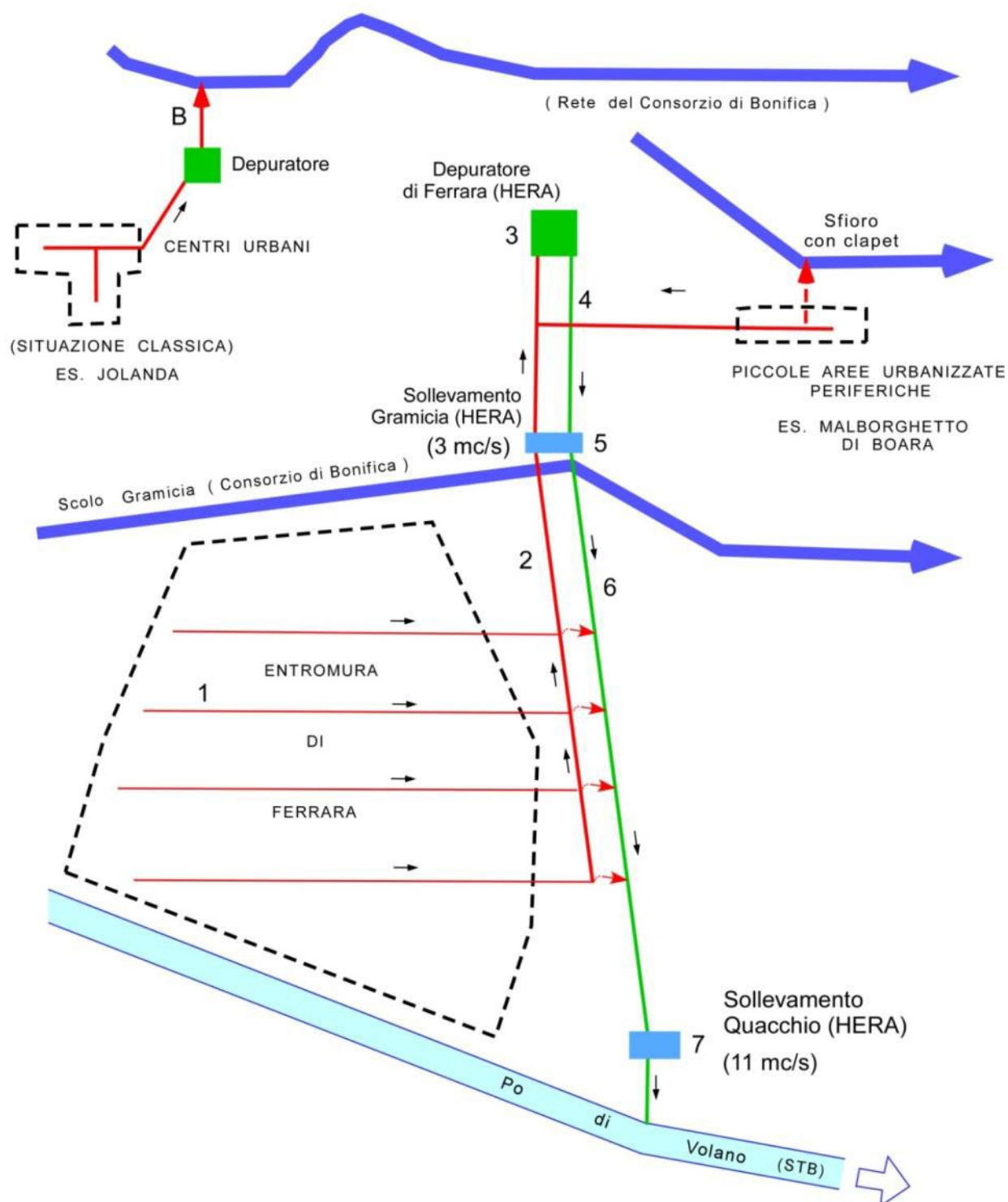


Fig.3 – Esempi di interazione

L'entromura ferrarese è dunque beneficiato dall'attività di bonifica per via dello scarico nel canale Gramicia. Questo fatto si verifica mediamente dieci volte all'anno, in caso di forti piogge o

manutenzioni riguardanti la tratta fognaria via Gramicia – Quacchio. Per l'indice di beneficio di scolo è stata introdotta una riduzione del parametro relativo al grado di interconnessione fra rete di bonifica e rete fognaria, considerando una interconnessione del 20% per gli immobili urbani compresi nell'entromura ed in altre aree a sud del Po di Volano, in virtù del fatto che, in condizioni normali, l'azione di drenaggio delle acque meteoriche è svolta unicamente dalla rete fognaria.

3.3 Il Depuratore di Ferrara

Il Depuratore di Ferrara tratta acque civili (60%) e acque industriali (40%) per una potenzialità massima di 240.000 AE sulla base del carico idraulico e per una potenzialità media di 145.000 AE sulla base del BOD. E' organizzato su due linee di depurazione identiche per il trattamento separato



delle acque civili e delle acque industriali, che prevedono una sezione fisico + biologico a fanghi attivi, in grado di intervenire solo parzialmente su carichi di sostanze carboniose ed eutrofizzanti come il fosforo e l'azoto. L'effluente finale del depuratore è poi riversato, come si è detto, nel Po di Volano, inducendo un inquinamento non trascurabile nel canale, dotato di capacità auto depurativa modesta. E' in studio un sistema che permetterà di ripartire l'effluente anche nel Po grande (a est di Pontelegoscura) e nella rete di Bonifica nei canali Gramicia e Bianco.

Fig. 4 - Depuratore di Ferrara

5.4.4 Interconnessione fra sistema fognario del centro urbano di Comacchio e la rete del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara

Le aree urbane dell'abitato di Comacchio (area perimetrata in verde in fig.5) sono servite da una serie di canali comunali che raccolgono le acque meteoriche. Il sistema delle acque converge nell'Impianto Idrovoro (CADF) "Via Marina" e viene sollevato per essere scaricato oltre l'argine del Canale Navigabile (STB Po di Volano – ARNI). Le acque nere sono convogliate con fognature che portano verso sud-est fino al depuratore di Comacchio (CADF). Il depuratore scarica le acque depurate e quelle del bypass nella rete di bonifica (collettore Adige, collettore Tagliamento, collettore Isonzo). Le acque raggiungono in seguito l'Impianto Idrovoro Guagnino (del Consorzio di Bonifica) dove vengono sollevate per raggiungere il canale di Portogaribaldi, arrivando infine nel mare Adriatico.

Il centro urbano di Comacchio è dunque beneficiato dall'attività di bonifica, in quanto l'Impianto Idrovoro Guagnino solleva parte delle acque meteoriche (20 % circa) verso il mare; il centro abitato di Comacchio è da considerarsi parte facente del bacino di scolo "Valle Isola e Minori". In considerazione del fatto che la rete CADF di tubazioni fognarie dell'abitato di Comacchio effettua il drenaggio della maggior parte (circa 80%) delle acque di pioggia, è stato disposto nel Piano di Classifica del Consorzio di Bonifica uno sgravio sull'indice di Beneficio di Scolo (zona perimetrata in verde nella fig. 5). L'area urbana sud di Comacchio, in buona parte corrispondente alla nuova area PEEP realizzata nella Valle Raibosola, smaltisce le acque meteoriche tramite condotte dedicate (separate dalle condotte delle acque nere), collegate direttamente alla rete di bonifica. Queste aree si

trovano pertanto nelle condizioni di poter scaricare le acque meteoriche solamente nella rete di bonifica, contribuiscono senza riduzioni al beneficio di scolo secondo classifica.

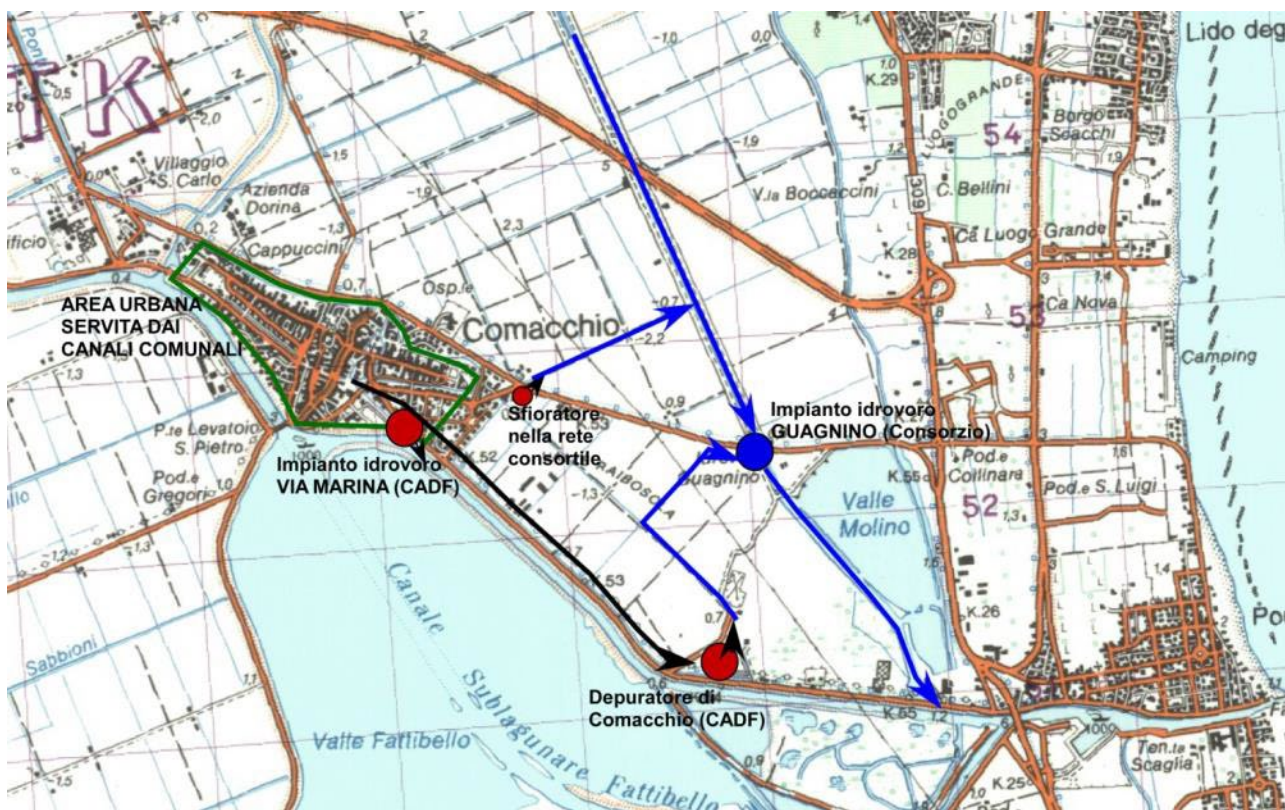


Fig. 5 - Sistema di scolo dell'abitato di Comacchio – Interazione con la rete di Bonifica – sfondo cartografico IGM 1:50.000.

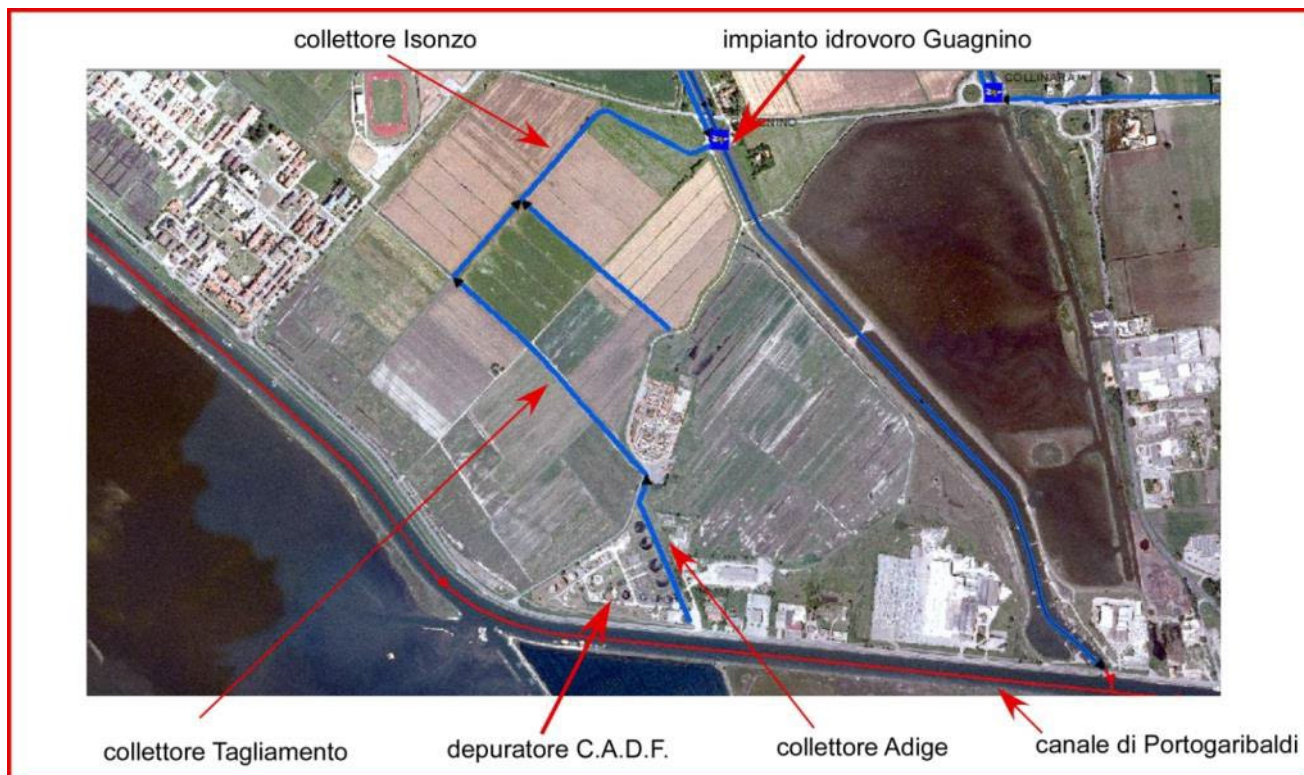


Fig.6 - Sistema di scolo dell'abitato di Comacchio, zona sud-est – Interazione con la rete di Bonifica – sfondo cartografico Ortofoto AGEA 2008.

5.4.5 Interazione fra sistema fognario del centro urbano Codigoro e la rete del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara

La rete fognaria di Codigoro ha il suo punto di recapito delle acque di troppo pieno nel punto 2 della fig. 8), nel Canale Stella, tramite la condotta fognaria proveniente da Codigoro (via Don Bosco). Nell'adiacenza del depuratore esiste un altro scarico delle acque di supero nel Canale Stella

Vecchio (punto 3 della fig. 8). Questo canale confluisce a sua volta nel Canale Galvano.

Il Depuratore di Codigoro, situato via Pomposa Nord n.14, ha capacità di depurazione di 44.000 abitanti equivalenti ed è provvisto di depurazione a fanghi attivi con nitri-denitri, porta le sue acque depurate verso nord per scaricarle nel Canale Galvano (vedi punto 1 della fig.8 e in fig. 9).

Fig.7 - Punto di sfioro di "troppo pieno" nella rete di bonifica. La tubazione è dotata di valvola a clapet. Diametro condotta 500 mm, immissione nel Canale Stella.



Le immissioni ai punti 1 e 3 nel Canale Galvano, secondo gli studi effettuati dal C.A.D.F., possono superare complessivamente la portata di 6 mc/s e sono ubicate a valle dell'Impianto Idrovoro di presollevarmento Bosca, arrivando a provocare vistosi innalzamenti del livello del canale, fino a sommergere lo stesso tubo di scarico fognario al punto n.1 in

cartografia. Allo scopo di risolvere il problema sono stati effettuati alcuni interventi sulla rete di Bonifica, realizzati nel 2012.

Fig.8 (Sotto). Principali punti di immissione della rete fognaria nella rete di bonifica.

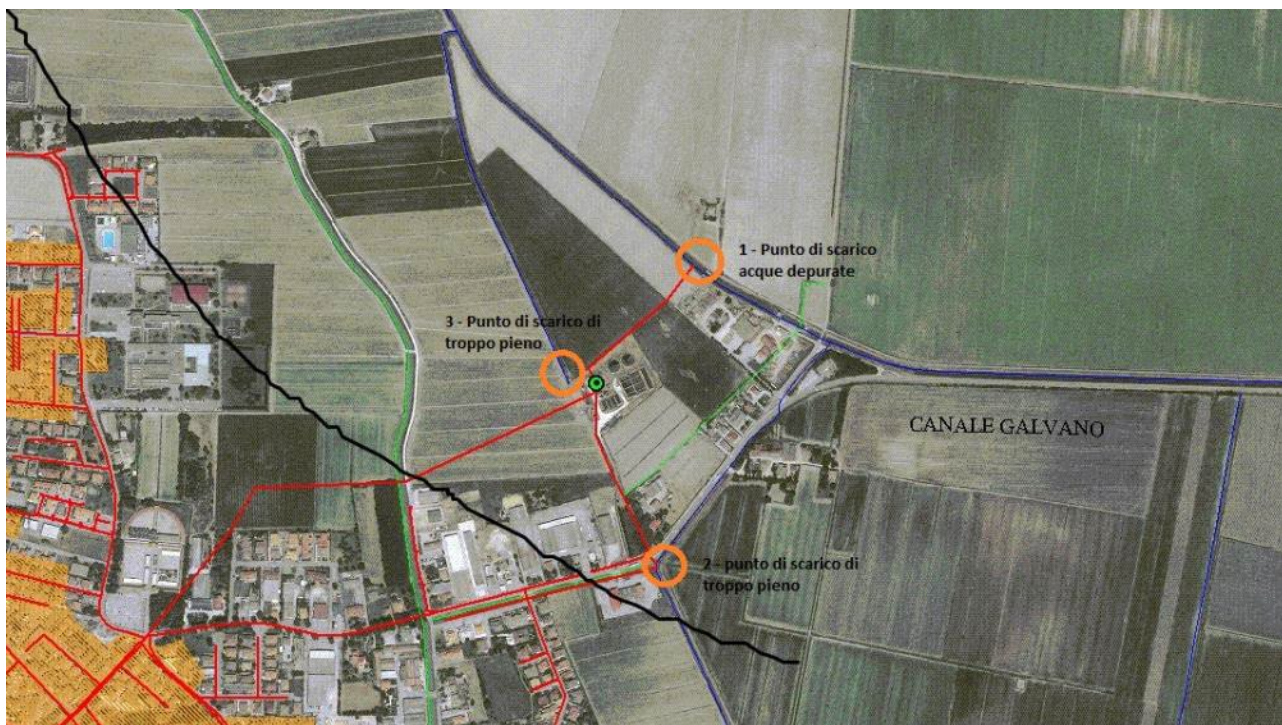


Fig.9 (A sinistra). Scarico nel Canale Galvano delle acque del depuratore provenienti da sud.

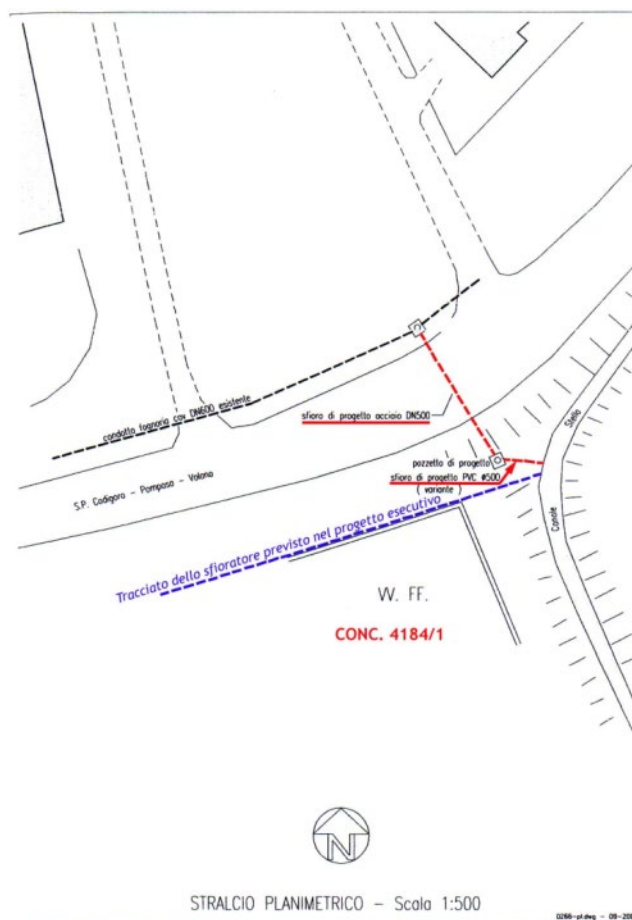


Fig. 10 (a destra) - Planimetria del punto di scarico di troppo pieno nel Canale Stella (punto n.2 della cartografia).

Il centro urbano di Codigoro ricade nel sottobacino di scolo di secondo livello denominato Galvano-Bosca, che misura 1676 ha. La sua altimetria varia dai - 4 m s.l.m. della zona più depressa a nord est ai + 1 m s.l.m. della zona sud del bacino, coincidente con l'abitato di Codigoro (12.700 abitanti). Le acque del bacino sono raccolte dal Canale Galvano, che procede a nord di Codigoro in direzione est-ovest e si immette nel Canale Malea, che a sua volta si immette, circa 700 m dopo, nel Collettore Acque Basse, che termina nell'Impianto Idrovoro di Codigoro Acque Basse, a ovest del centro abitato di Codigoro, per effettuare lo scarico finale nel Po di Volano.

5.5 Fattore di rilevanza areale (FRA)

A seguito dell'individuazione delle aree urbane e delle superfici delle reti viarie risulta possibile calcolare il fattore di rilevanza areale, utilizzando il metodo seguente:

il fattore di rilevanza areale per “aree non agricole”, si ottiene rapportando alla superficie complessiva del comprensorio (escluse le aree golenali e le aree di “acque esterne”) la somma delle superfici delle particelle che sono comprese nelle aree urbanizzate (vedi 5.1 precedente), delle strade (comprese le superfici individuate nella cosiddetta “partita 5”) e delle ferrovie (vedi 5.2 precedente); di conseguenza il fattore di rilevanza “aree agricole” è il complemento a 1 (uno) del precedente rapporto.

$$FRA_{aree\ non\ agricole} = \frac{\sum Sup.\ aree\ urbane + \sum Sup.\ strade + \sum Sup.\ ferrovie}{Sup.\ comprensorio}$$

$$FRA_{aree\ agricole} = 1 - FRA_{aree\ non\ agricole}$$

In prima applicazione, il fattore di rilevanza areale assume i seguenti valori:

- per “aree agricole” = 0,928082616
- per “aree non agricole” = 0,071917384

Il fattore di rilevanza areale è definito per l'intero comprensorio; sarà dunque sufficiente riportarne il valore numerico all'interno della procedura di calcolo dei benefici.

6 Beneficio di Difesa – Indici tecnici ed economici

Come indicato nel Piano, per indice tecnico di difesa si intende la media aritmetica tra l'indice di difesa dalle acque interne al bacino di appartenenza (IDA), l'indice di difesa dalle acque dei bacini interferenti posti a monte o circostanti il bacino in esame (IDMC) e l'indice di difesa dalle acque esterne (o indice di soggiacenza).

Poiché attualmente nel comprensorio del Consorzio non esistono opere di bonifica con funzione di difesa dalle acque esterne, al momento l'indice tecnico di difesa sarà dato dall'indice di difesa dalle acque interne al bacino di appartenenza, eventualmente mediato con l'indice di difesa dalle acque dei bacini interferenti posti a monte o circostanti il bacino in esame, qualora questo risulti essere “minacciato” da uno o più bacini posti a monte o circostanti lo stesso.

L'elenco dei bacini interferenti posti a monte o circostanti ciascun bacino elementare, viene memorizzato tra le informazioni GIS dello stesso nella Carta dei bacini di scolo (a seconda dei casi l'elenco contiene nessuno, uno o più codici di altri bacini elementari); per la trattazione di quest'argomento vedasi il successivo paragrafo 6.2.1.

La formula generalizzata per il calcolo dell'indice tecnico di difesa di ciascun bacino elementare (b) risulta essere quindi la seguente:

$$ITd_{(b)} = \frac{IDA_{(b)} + IDMC_{(b)}}{n}$$

in cui “n” è uguale a 1 (uno) nel caso in cui, per il bacino in esame, non siano indicati bacini interferenti posti a monte o circostanti, altrimenti è uguale a 2 (due).

I valori degli indici IDA ed IDMC vengono memorizzati nella Carta dei bacini di scolo, in seguito alle elaborazioni indicate nei successivi paragrafi 6.1 e 6.2.

Una volta calcolato per ciascun bacino elementare, l'indice tecnico di difesa viene attribuito agli immobili che ricadono nel bacino considerato.

6.1 Indice di difesa dalle acque del bacino di appartenenza (IDA)

Viene descritto nel Piano, quale media pesata in funzione delle superfici di incidenza degli indici tecnici per il beneficio di scolo, del fattore di rilevanza areale e del tempo di ritorno dell'evento dannoso.

Benché l'indice di difesa dalle acque interne al bacino di appartenenza abbia valenza per l'intero bacino elementare considerato e nonostante alcuni indici abbiano valore costante per tutti gli immobili ricadenti all'interno dello stesso, alcuni degli elementi del calcolo, in particolare il comportamento idraulico ed il fattore di rilevanza areale, dipendono dal tipo di particella considerata; nel calcolare la media degli indici in funzione delle superfici di incidenza, occorre quindi operare sui valori attribuiti alle singole particelle.

La formula analitica per il calcolo dell'indice è la seguente:

$$IDA_{(b)} = \frac{\sum_{i=1}^n [CI_{(i)} \cdot DS_{(i)} \cdot ISI_{(i)} \cdot RSM_{(i)} \cdot CRf_{(i)} \cdot FRA_{(i)} \cdot Tr/100_{(i)} \cdot Superf_{(i)} m^2]}{\sum_{i=1}^n Superf_{(i)} m^2}$$

in cui “n” indica il numero di particelle presenti all'interno del bacino elementare considerato; la procedura di calcolo utilizzerà quindi i valori degli indici preventivamente attribuiti a ciascuna particella (i) e la relativa superficie.

Una volta calcolato per ciascun bacino elementare, l'indice di difesa dalle acque interne al bacino di appartenenza viene memorizzato tra le informazioni GIS del bacino stesso, nella Carta dei bacini di scolo.

6.2 Indice di difesa dalle acque dei bacini interferenti posti a monte e/o circostanti (IDMC)

Viene descritto nel Piano quale media pesata in funzione delle superfici di incidenza degli indici tecnici per il beneficio di scolo, del fattore di rilevanza areale e del tempo di ritorno dell'evento dannoso delle particelle appartenenti ai bacini a monte o circostanti il bacino in esame, interferenti con esso; come meglio evidenziato nello studio esposto a partire dal prossimo paragrafo 6.2.1, questo indice si applica ad un numero limitato di bacini idraulici elementari. La procedura di calcolo si limiterà quindi ai soli bacini elementari, le cui informazioni GIS indichino almeno un altro bacino elementare nell'elenco dei bacini interferenti con il bacino in esame.

Come per l'indice di difesa dalle acque interne al bacino di appartenenza, anche in questo caso esistono elementi nel calcolo della media che dipendono dal tipo di particella considerata. La formula analitica per il calcolo dell'indice è quindi la medesima utilizzata per il calcolo dell'indice di difesa da acque interne al bacino di appartenenza:

$$IDMC_{(b)} = \frac{\sum_{i=1}^n [CI_{(i)} \cdot DS_{(i)} \cdot ISI_{(i)} \cdot RSM_{(i)} \cdot CRf_{(i)} \cdot FRA_{(i)} \cdot Tr/100_{(i)} \cdot Superf_{(i)} m^2]}{\sum_{i=1}^n Superf_{(i)} m^2}$$

ricordando che in questo caso “n” indica il numero totale di particelle presenti all'interno dei bacini elementari a monte o circostanti, interferenti con il bacino considerato; la procedura di calcolo utilizzerà quindi i valori degli indici preventivamente attribuiti a ciascuna particella (i) e la relativa superficie.

Una volta calcolato per ciascun bacino elementare per il quale sono indicati uno o più bacini interferenti, l'indice viene attribuito alle informazioni GIS del bacino considerato.

6.2.1 Metodologia di studio

Per lo studio delle minacce fra singoli bacini e sottobacini, necessario per la determinazione dell'indice di difesa idraulica, è stato suddiviso il comprensorio in quattro aree, che vengono studiate separatamente:

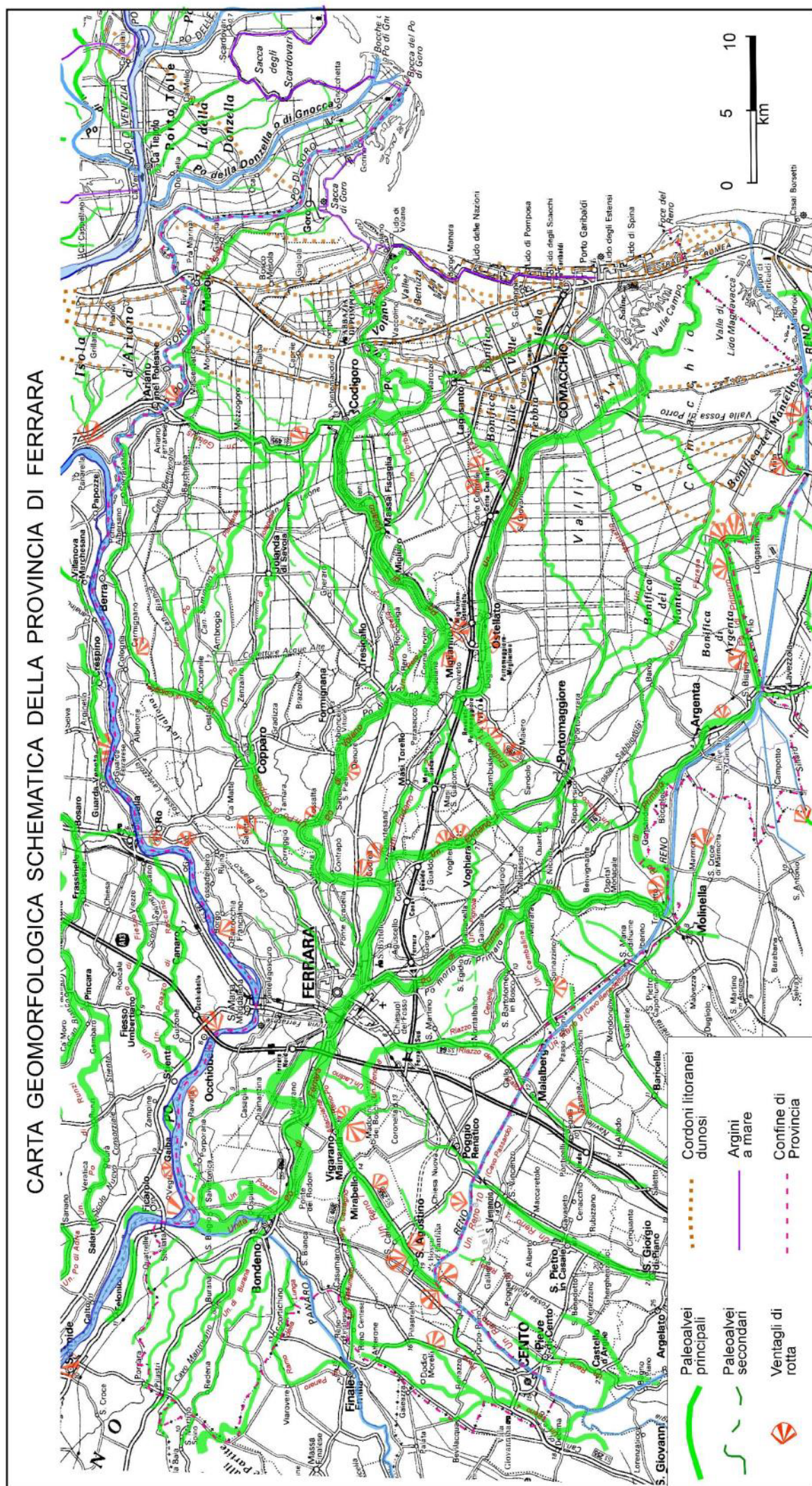
- 1 - aree afferenti alla Sacca di Goro e al Po di Volano (sinistra idraulica)
- 2 - aree afferenti al Canale di Cento e al Po di Primaro in sinistra idraulica
- 3 - aree afferenti al Po di Volano in destra idraulica
- 4 - aree afferenti al canale Navigabile Migliarino Porto Garibaldi

Per lo studio si è fatto ricorso alla carta dei bacini di scolo; alla carta geomorfologica della Provincia di Ferrara (Unife, Selca -1997), di seguito riportata con rappresentazione sintetica; alla carta del microrilievo, riportata in uno stralcio territoriale in questa trattazione ed alla Carta delle Celle Idrauliche prodotta dalla Protezione Civile della Provincia di Ferrara e dal Consorzio Generale di Bonifica (A. Bondesan, N. Freddi, G. Dugoni, A. Zecchi – anno 2004).

Per ogni singolo bacino e sottobacino di primo e secondo livello è stata costruita una scheda corredata di stralcio cartografico riportante gli elementi fondamentali della rete idraulica, allo scopo

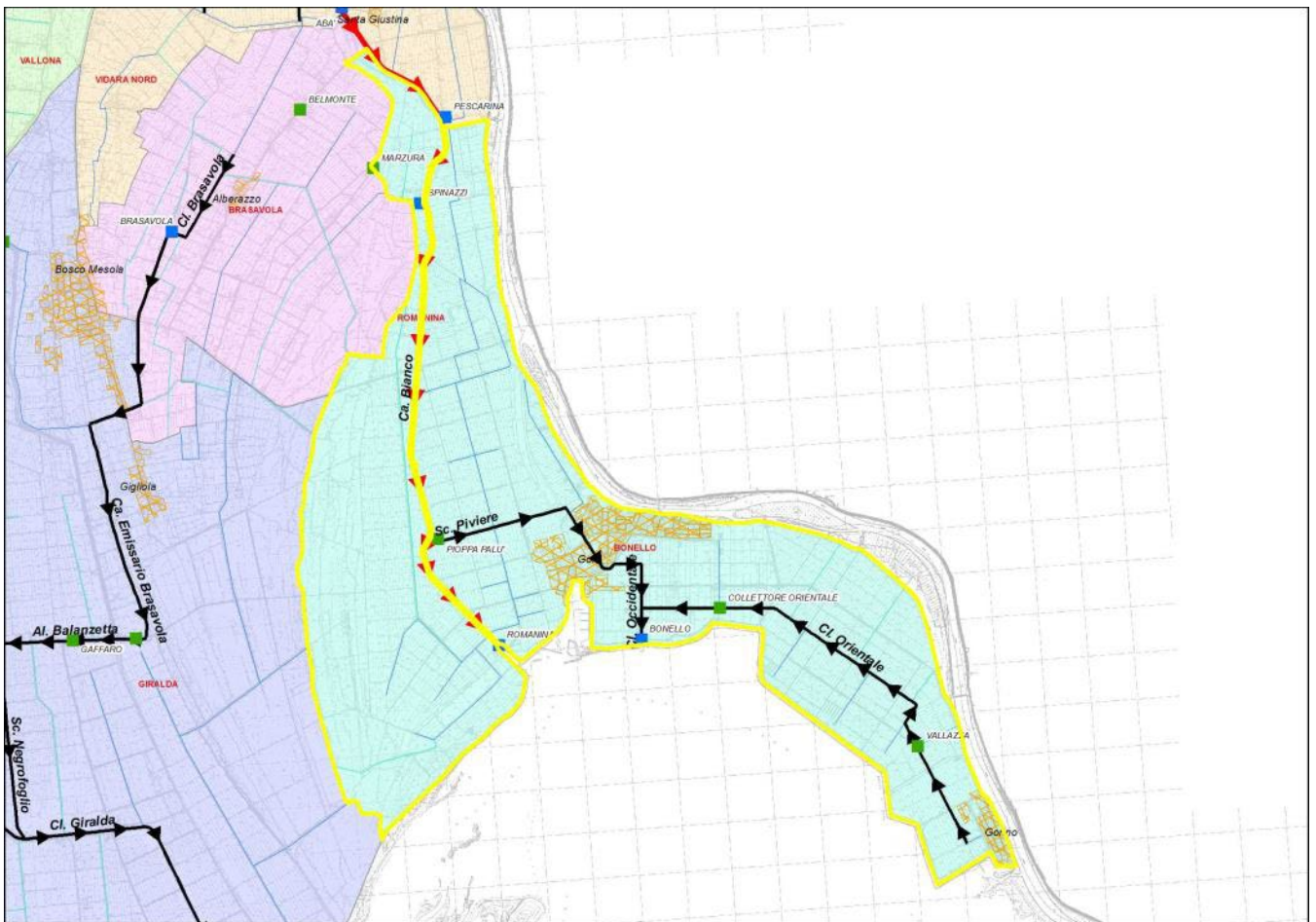
di facilitare la comprensione dell'analisi effettuata; al singolo bacino è stato assegnato per comodità tecnica un codice identificativo.

CARTA GEOMORFOLOGICA SCHEMATICA DELLA PROVINCIA DI FERRARA

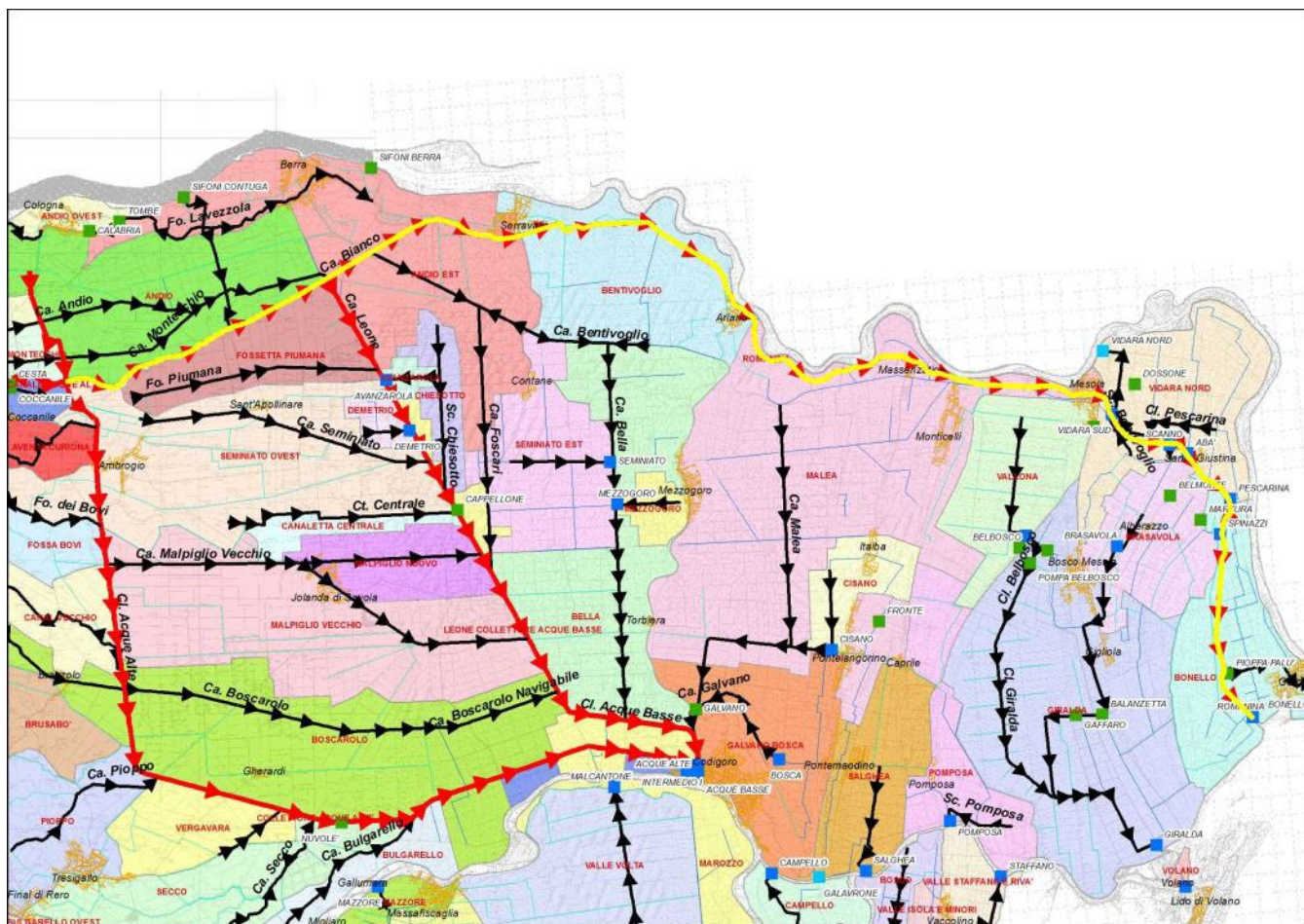


ha 2.183 (016)

Compreso tra il Po di Goro, gli alti argini della Sacca di Goro e i cordoni dunari del Bosco della Mesola, coincide praticamente con il territorio comunale di Goro; le acque vengono recapitate nella Sacca dall'Impianto Idrovoro Bonello (portata 5,1 m³/s), situato 2 km a est del porto.
E' minacciato da: Romanina 065 (tracimazioni del Canal Bianco); Vidara Nord 024

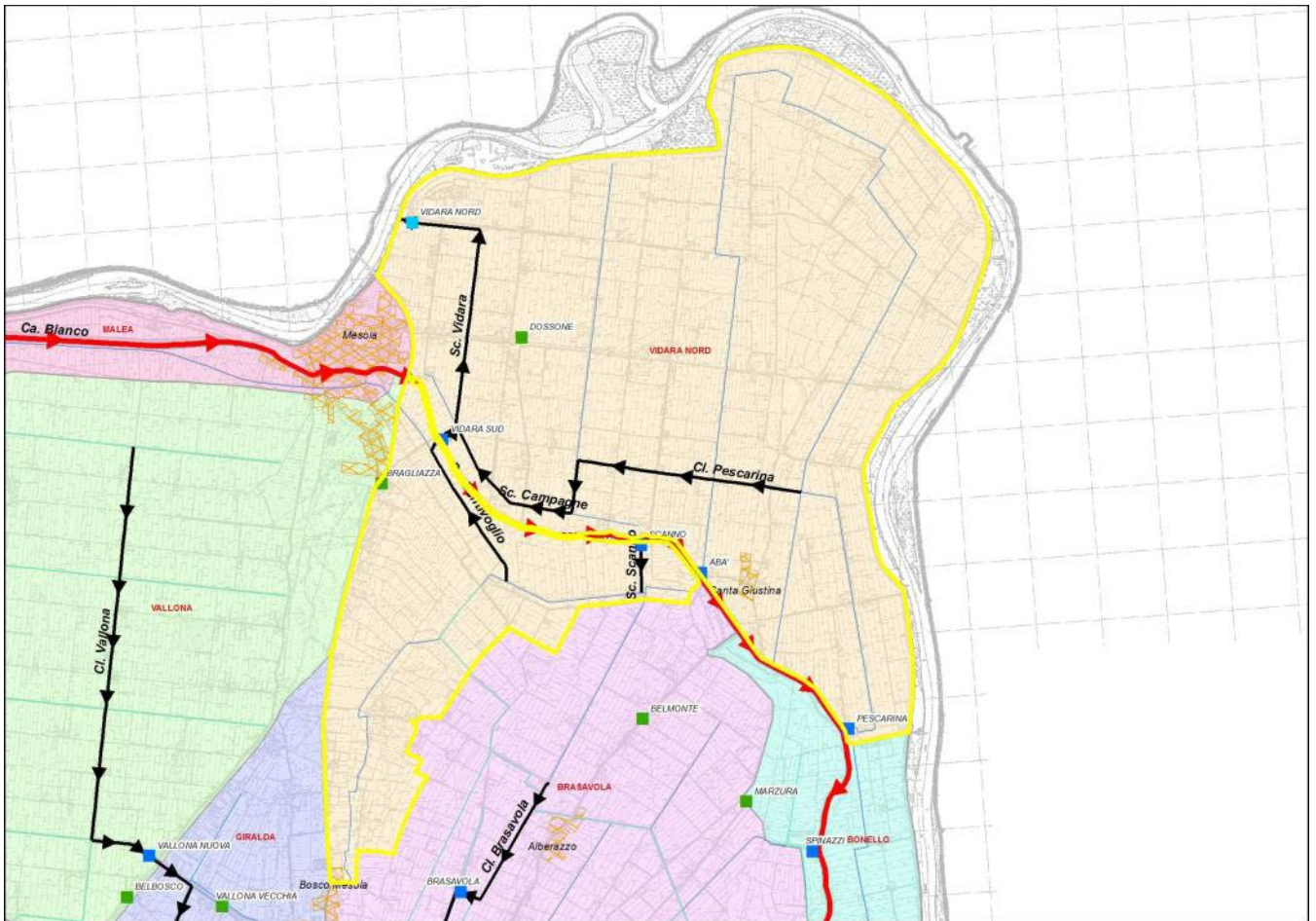


La sottile area, essendo poco significativa ai fini di questo studio del territorio, non sarà considerata nell'analisi comparativa fra singoli bacini e sottobacini per la difesa idraulica.

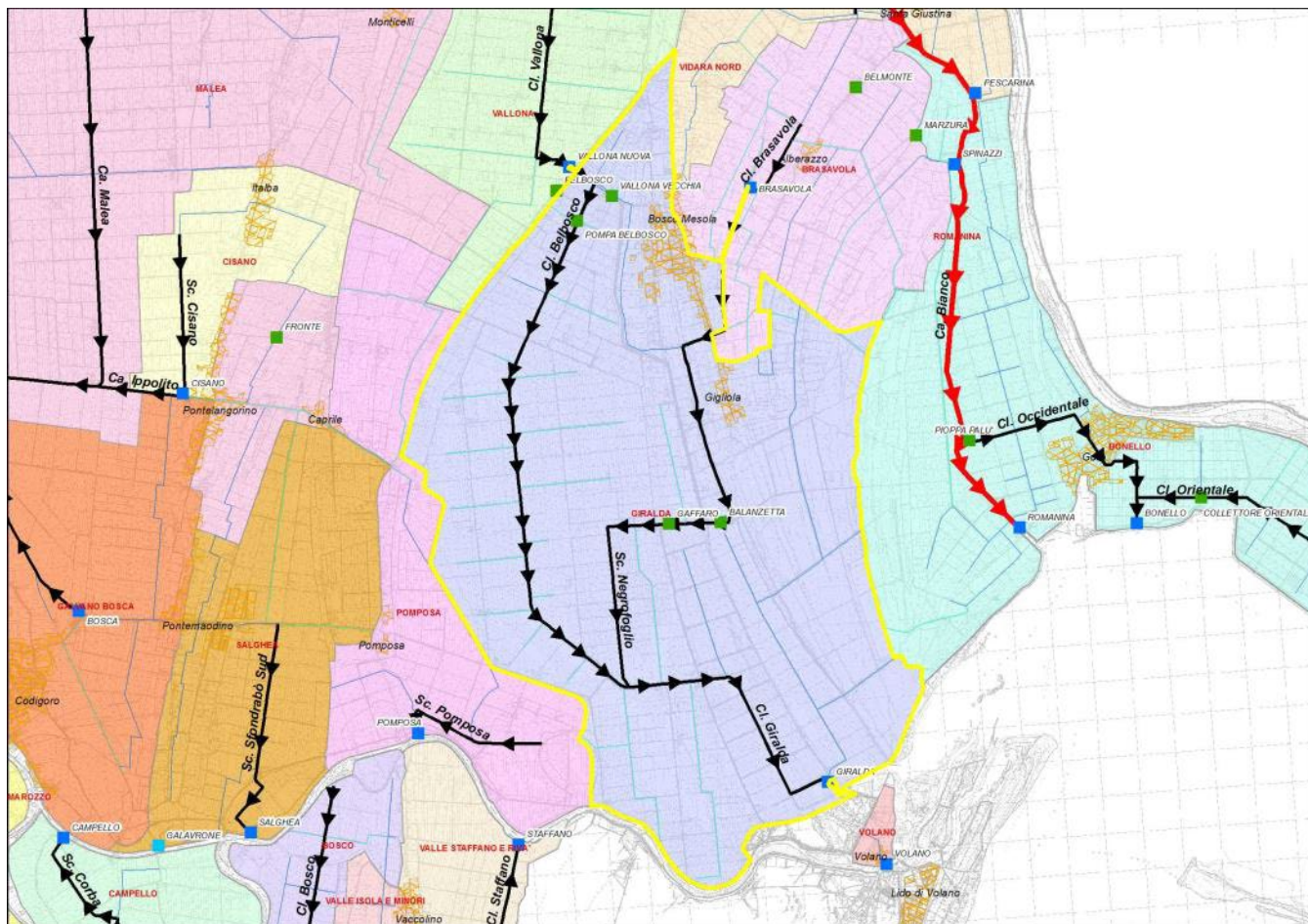


Bassura compresa tra il Po di Goro e i cordoni dunari del Bosco della Mesola, servita dall'Impianto Idrovoro Vidara Nord ($12 \text{ m}^3/\text{s}$) che normalmente scarica nel Po di Goro.

E' minacciato da: Romanina 065; Brasavola 018 (poco)



Comprende le aree delle bonificate valli Vallona, Giralda, Gaffaro e Falce, nonché gran parte del Bosco della Mesola, e scarica nella Sacca di Goro all’Impianto Idrovoro Giralda (portata 12 m³/s).



Comprende i seguenti sottobacini:

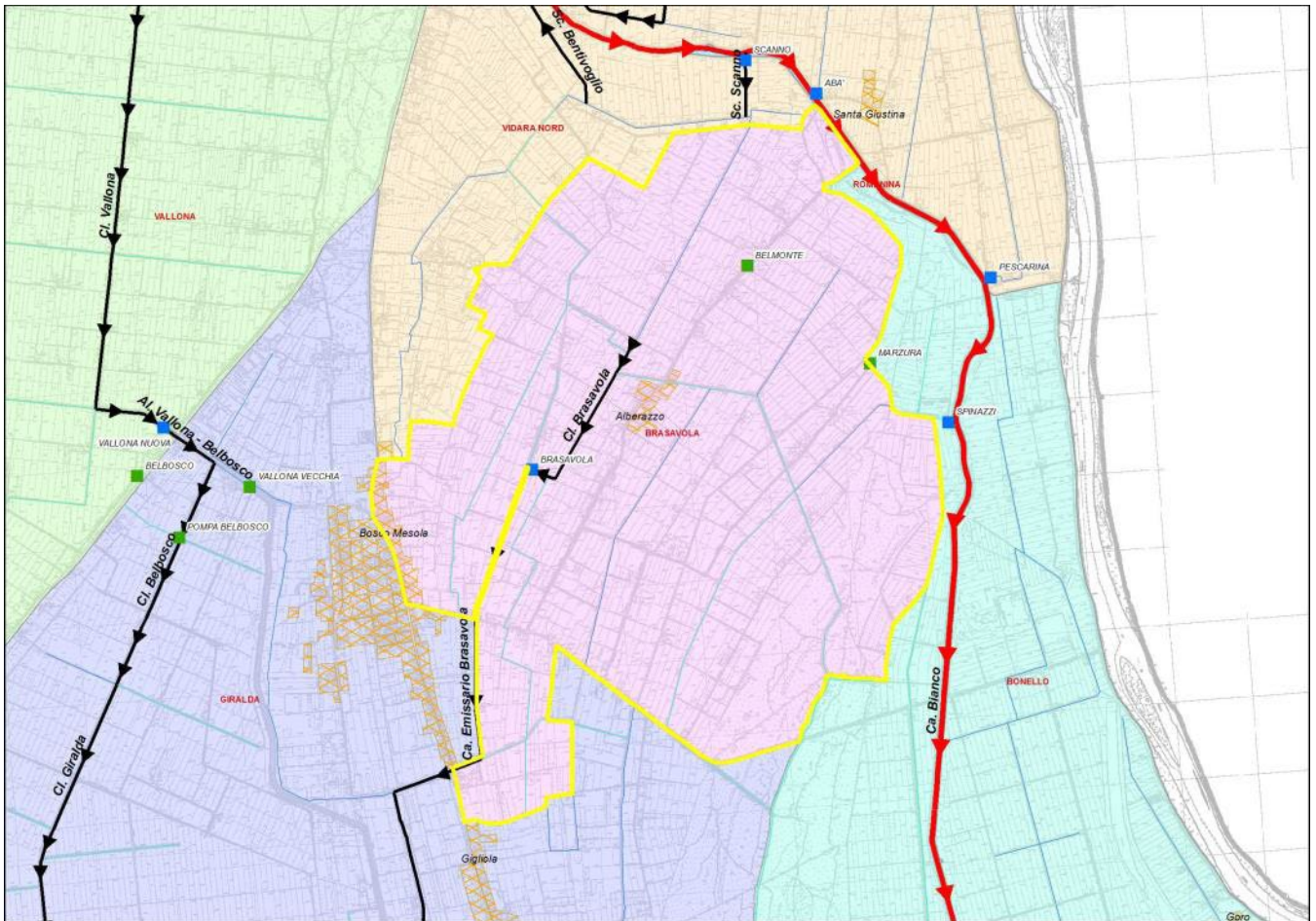
ha 1.234 (101)

The map illustrates the geographical context of the Vallona area. Key features include:

- Roads:** Ca. Bianco (top), Cl. Vallona (central vertical), Cl. Brasavola (diagonal), Cl. Emisario Brasavola (bottom diagonal), Cl. Gialda (bottom left), Cl. Campagne (top right), Cl. Pescara (top right), and Sc. Vidara (top right).
- Settlements and Landmarks:** Mesola, Vallona Nuova, Vallona Vecchia, Bosco Mesola, Gialda, Giralda, and various smaller locations like Belmonte and Marzura.
- Geographical Features:** The central green area is outlined in yellow. The map is divided into colored regions: pink (top left), green (center), yellow (bottom left), and light blue (bottom right).
- Other Labels:** Massenzatica, Monticelli, MALEA, CISANO, PONTILANGORINO, FROITE, POMPOSA, DOSSONE, VIDARA NORD, SCAMPIO, ABA', Santa Giustina, BELMONTE, MARZURA, BONELLO, and Ca. Bianco (bottom right).

Situato fra il centro abitato di Bosco Mesola e il Boscone, servito dall'Impianto Idrovoro Brasàvola (portata 2,1 m³/s).

E' minacciato da: Vidara Nord 024 (poco)

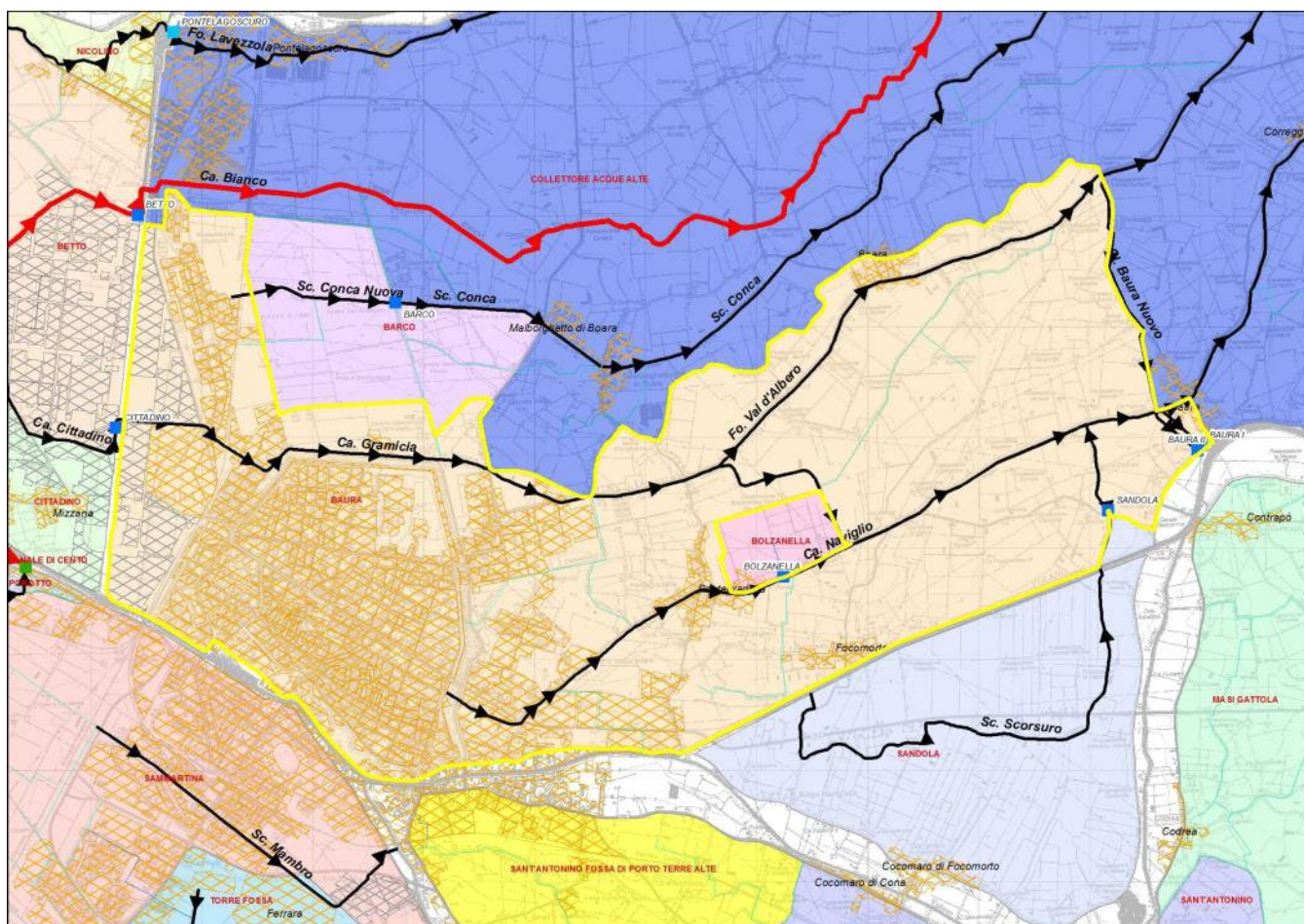


REST. GIRALDA (102)

Coincide con le ex Valli Giralda e Gaffaro e con gran parte dell'area, relativamente più alta, del Bosco della Mesola.

E' minacciato da: Vallona 101, Brasavola 018

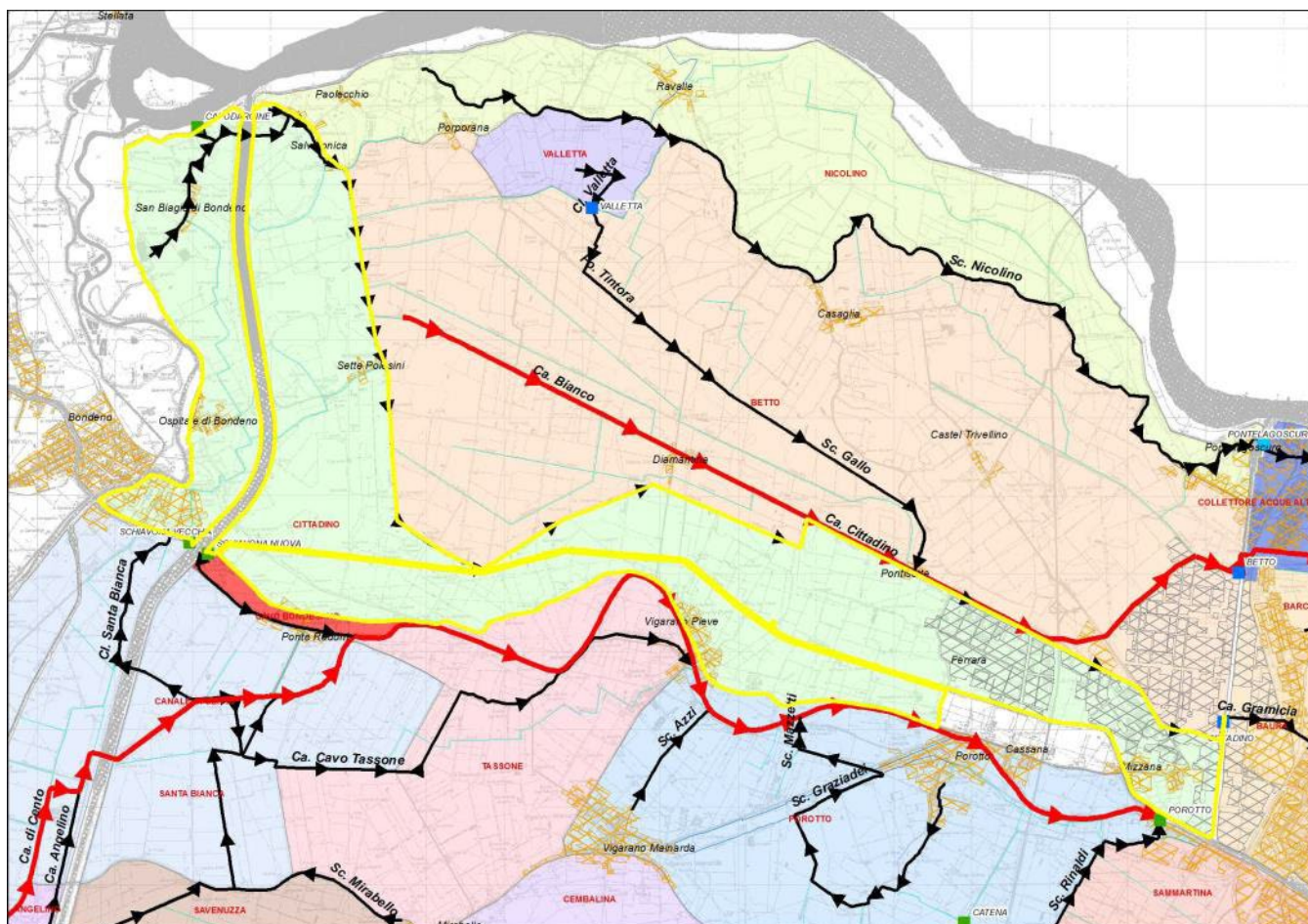
E' un vasto bacino prevalentemente di Terre Vecchie che ha tratti del suo perimetro ben rilevati (a oves il canale Boicelli e a sud i paleoalvei del Po di Ferrara e del Po di Volano) e altri altimetricamente irrilevanti, specialmente a nord (i canali non arginati Cittadino, Conchina ecc. e le campagne di Boara) e a est (il canale non arginato Baura Nuovo). Comprende tutto il centro storico di Ferrara e vari canali subparalleli: il Naviglio (in parte tombinato), il Gramicia (continuazione del canale Cittadino oltre la botte sottopassante il Boicelli), e la Fossetta Valdalbero (tratto tra il Gramicia e il canale Baura Nuovo). Tutte queste acque sono generalmente condotte all'Impianto Idrovoro di Baura.



Comprende tre sottobacini.

E' compreso tra il canale Cittadino, l'argine sinistro del Po di Ferrara (argine Panaro e via Virgiliana) e il canale Boicelli; si estende sulla parte meridionale della bonifica della Diamantina. Le sue acque fanno capo alla botte ove il canale Cittadino sottopassa in botte il canale Boicelli, ma

possono in gran parte essere riversate anche nello stesso canale Boicelli tramite l'Impianto Idrovoro Cittadino (6 m³/s). E' attraversato da nord a sud dal C.E.R., arginato, da ovest a est dal canale Emissario di Burana, non arginato (e non consortile), che poi si allaccia al Po di Volano. Questo canale emissario scola, indipendentemente da questo bacino, il territorio di Cassana.



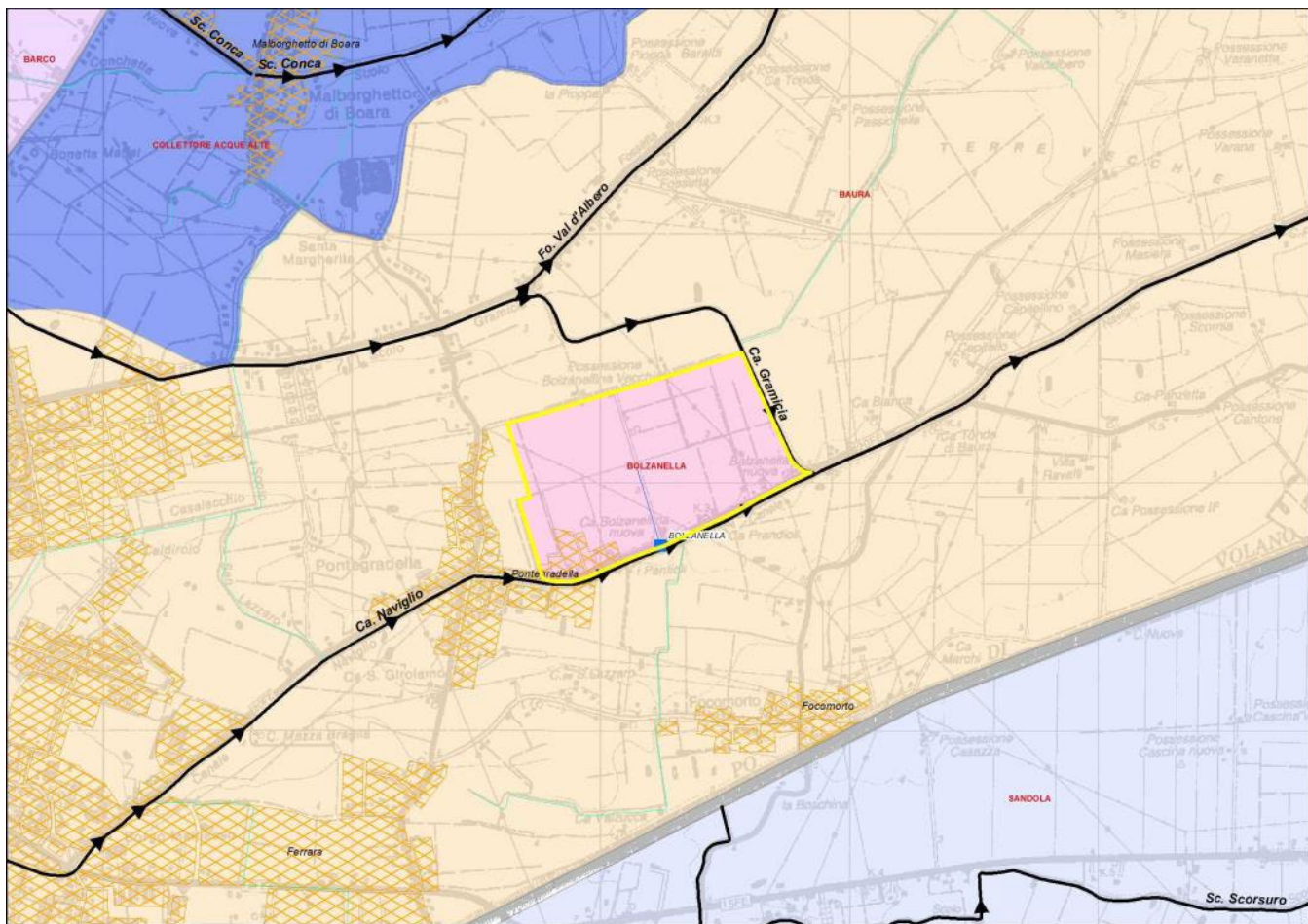
E' minacciato da: Betto 014

SOTTOBACINO DI I LIV. BOLZANELLA

ha 67

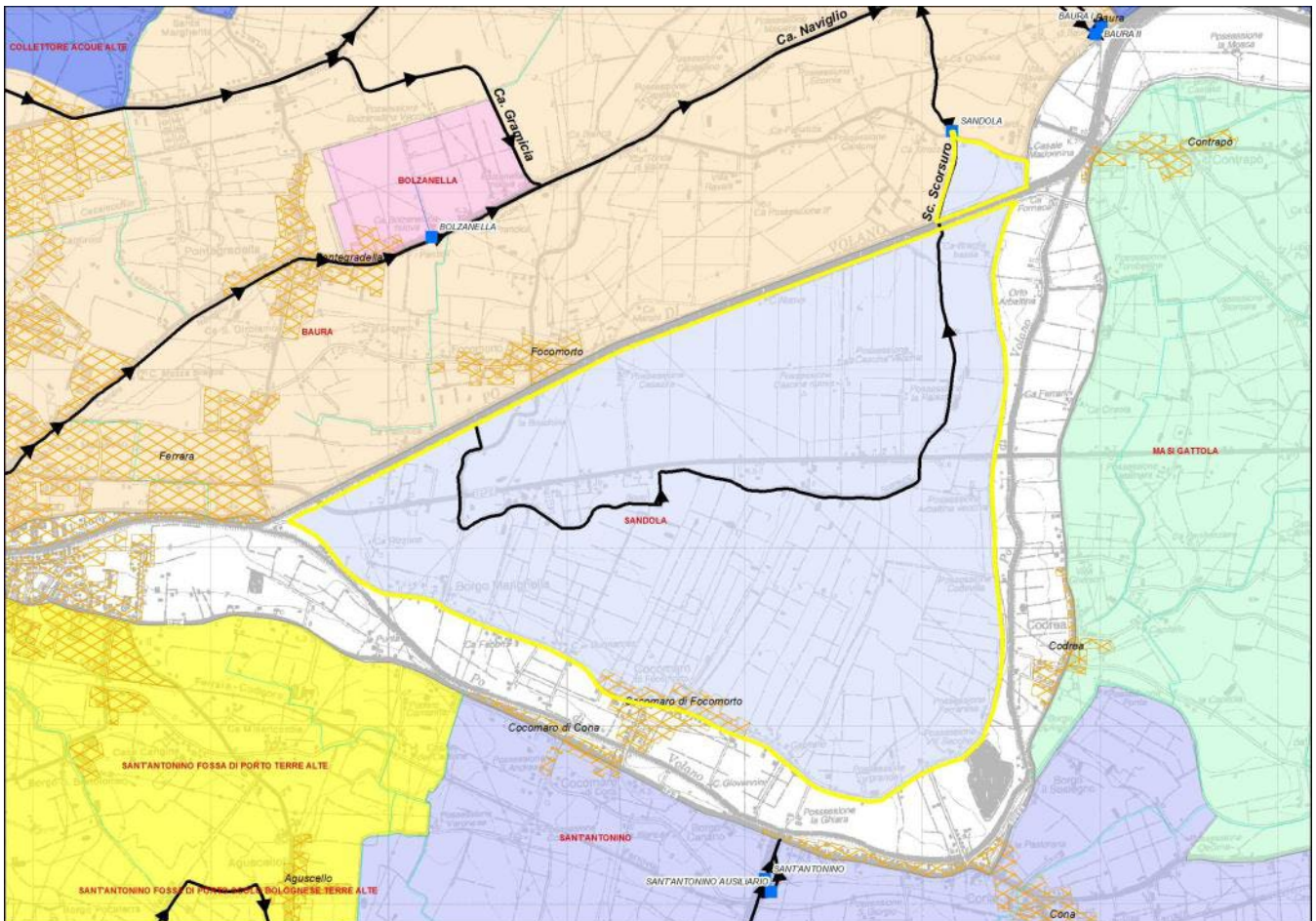
(015)

è un sottobacino piccolissimo, di terre basse, servito da una piccola pompa a servizio di un canale di proprietà privata.



E' minacciato da: Baura 009

E' l'area compreso tra l'ansa di Cona del Po di Volano e il Diversivo del Volano; le sue acque, raccolte dallo scolo Scorsuro, sottopassano in botte il Diversivo del Volano e, con l'ausilio di un apposito Impianto Idrovoro, sono avviate al canale Naviglio e a Baura.



E' minacciato da: nessuno

REST.BAURA

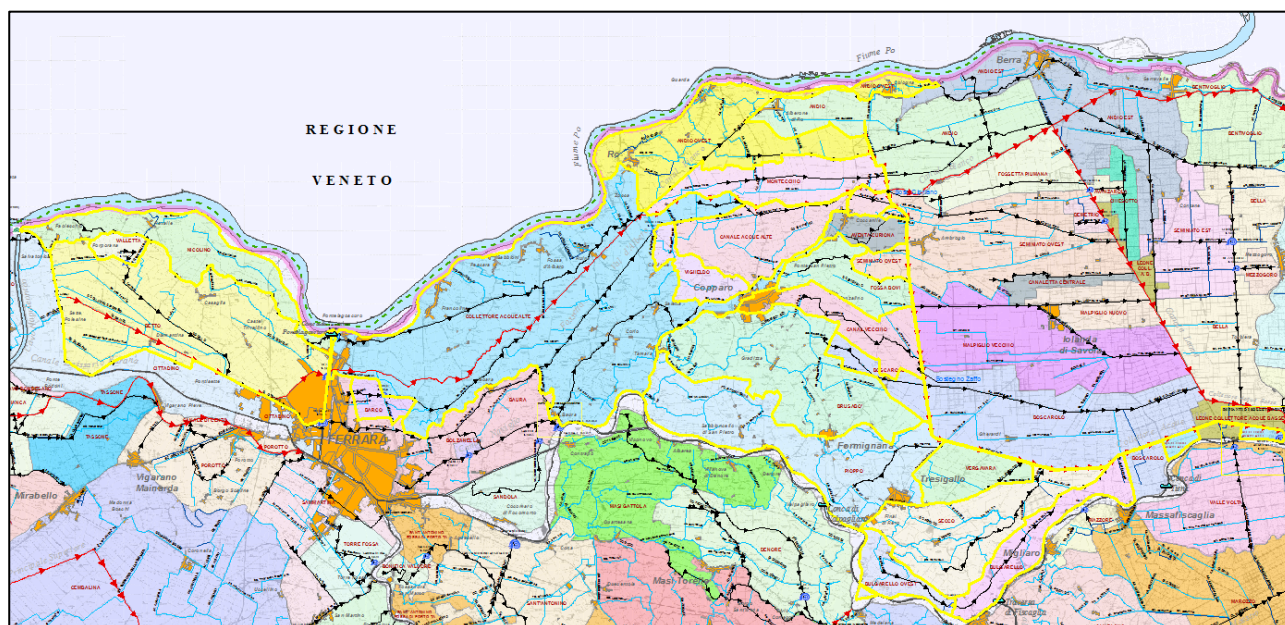
(009)

È costituito prevalentemente dal settore di Terre Vecchie tra Ferrara, Baura e Boara.

E' minacciato da: nessuno

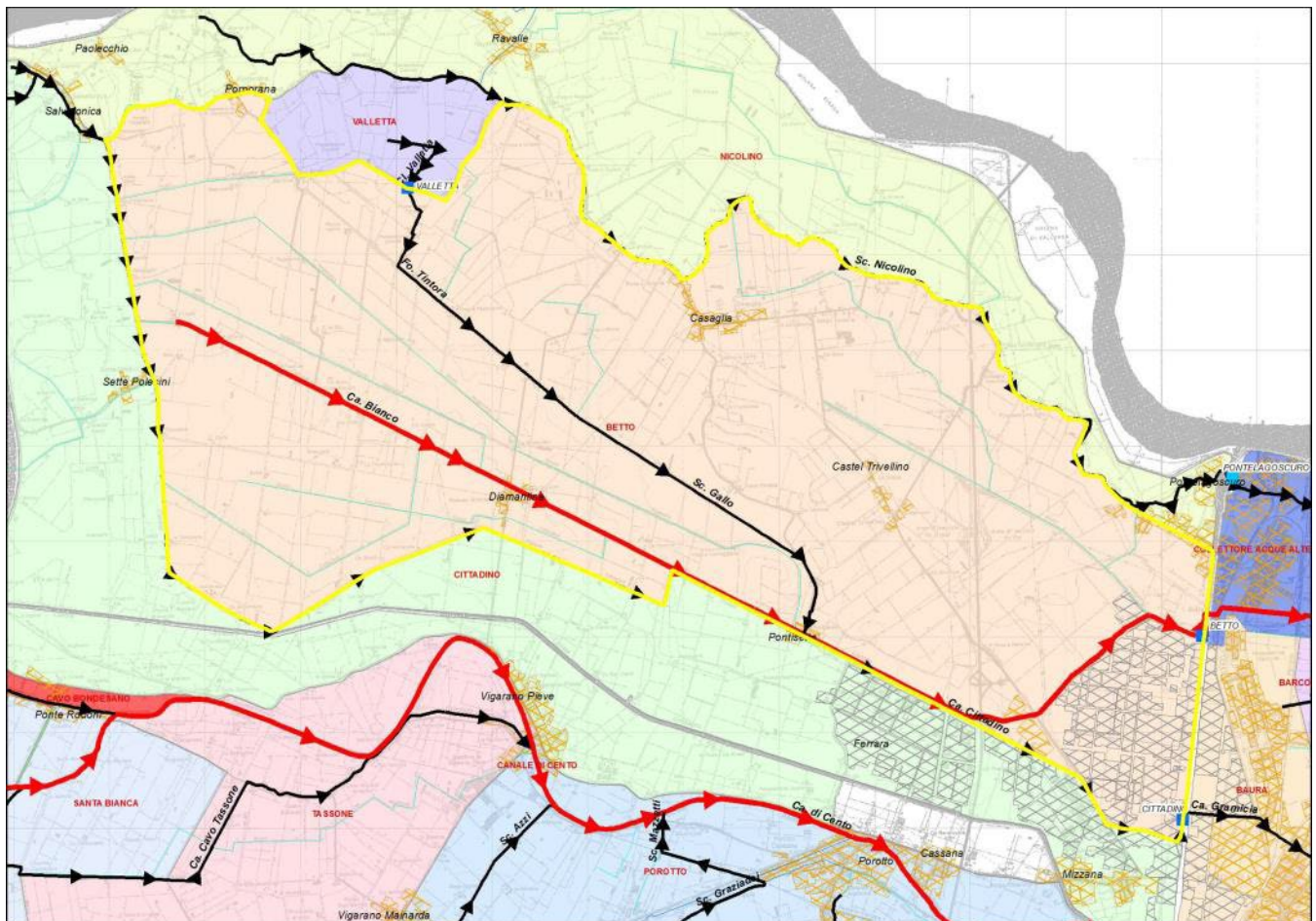
(Nell'area di adiacenza fra bacini il canale Boicelli ha un'arginatura che permette la protezione del bacino Baura dalle minacce del sottobacino Cittadino)

E' un vasto territorio delimitato a nord dal Po Grande e a ovest dal canale Boicelli e dal bacino di Baura, a sud dal Po di Volano e a est dalle campagne dei bacini Andio e Montecchio, poi dal canale Collettore Acque Alte (che raccoglie le acque che un tempo pervenivano alla bassura della Grande Bonficazione Ferrarese), sollevate poi dall'Impianto Idrovoro Codigoro Acque Alte: oltre metà del suo perimetro è quindi costituito da argini. Le aree più elevate sono costituite da Terre Vecchie. E' caratterizzato dalla presenza di due importanti canali: il primo tratto del canal Bianco (dalla *botte* del Betto a Coccanile) e il Collettore Acque Alte.



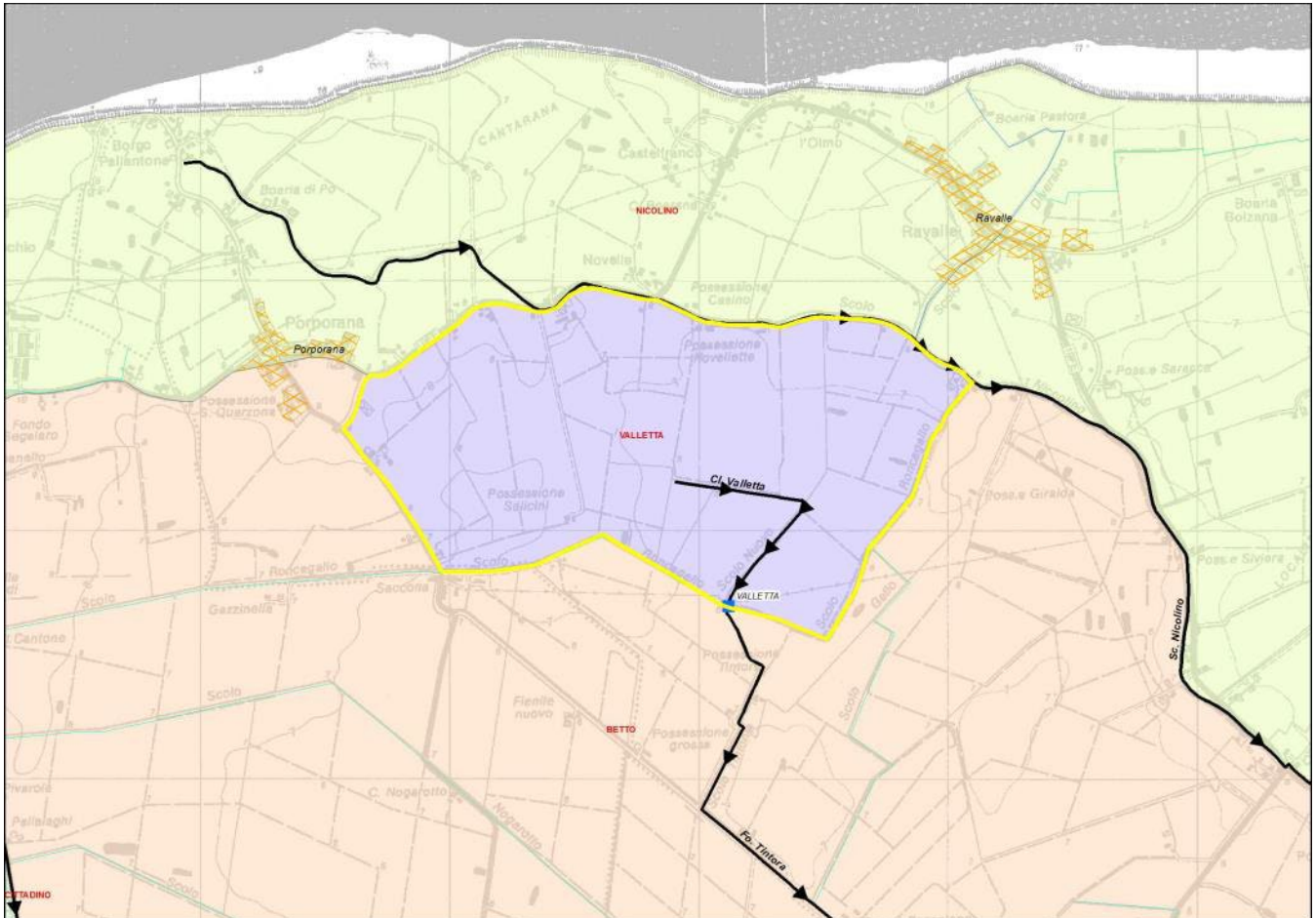
Comprende 17 sottobacini, nel seguito illustrati singolarmente.

E' un vasto bacino compreso tra il canale Nicolino e il canale Cittadino (canali in trincea); si estende sulla bonifica di Casaglia e sulla bonifica della Diamantina, le cui acque fanno capo alla "depressione del Betto", ove il canale Bianco sottopassa in botte il canale Boicelli (ma può anche riversarne gran parte nello stesso canale Boicelli tramite l'Impianto Idrovoro Betto ($7,5 \text{ m}^3/\text{s}$)).



Comprende il sottobacino Valletta.

È una conca a quota relativamente alta circondata da vecchi paleoalvei leggermente dossivi, al cui scolo concorre l'Impianto Idrovoro Valletta ($0,4 \text{ m}^3/\text{s}$). Si è già allagato più di una volta.



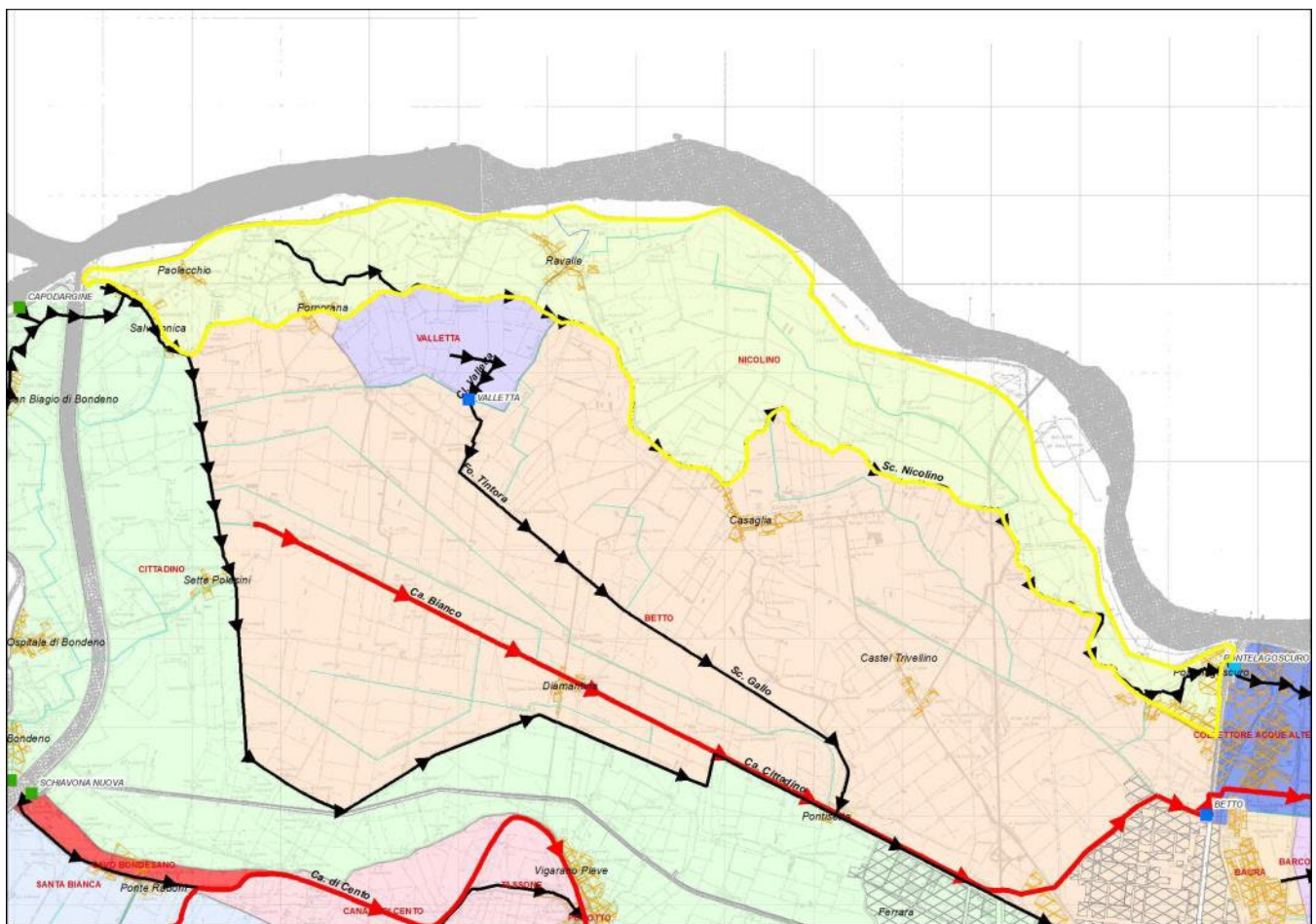
E' minacciato da: Nicolino 059

REST. BETTO (014)

E' tutto il resto del bacino del Betto, fino al suo confine sud, il canale Cittadino.

E' minacciato da: Valletta 088; Nicolino 059; Cittadino 035;

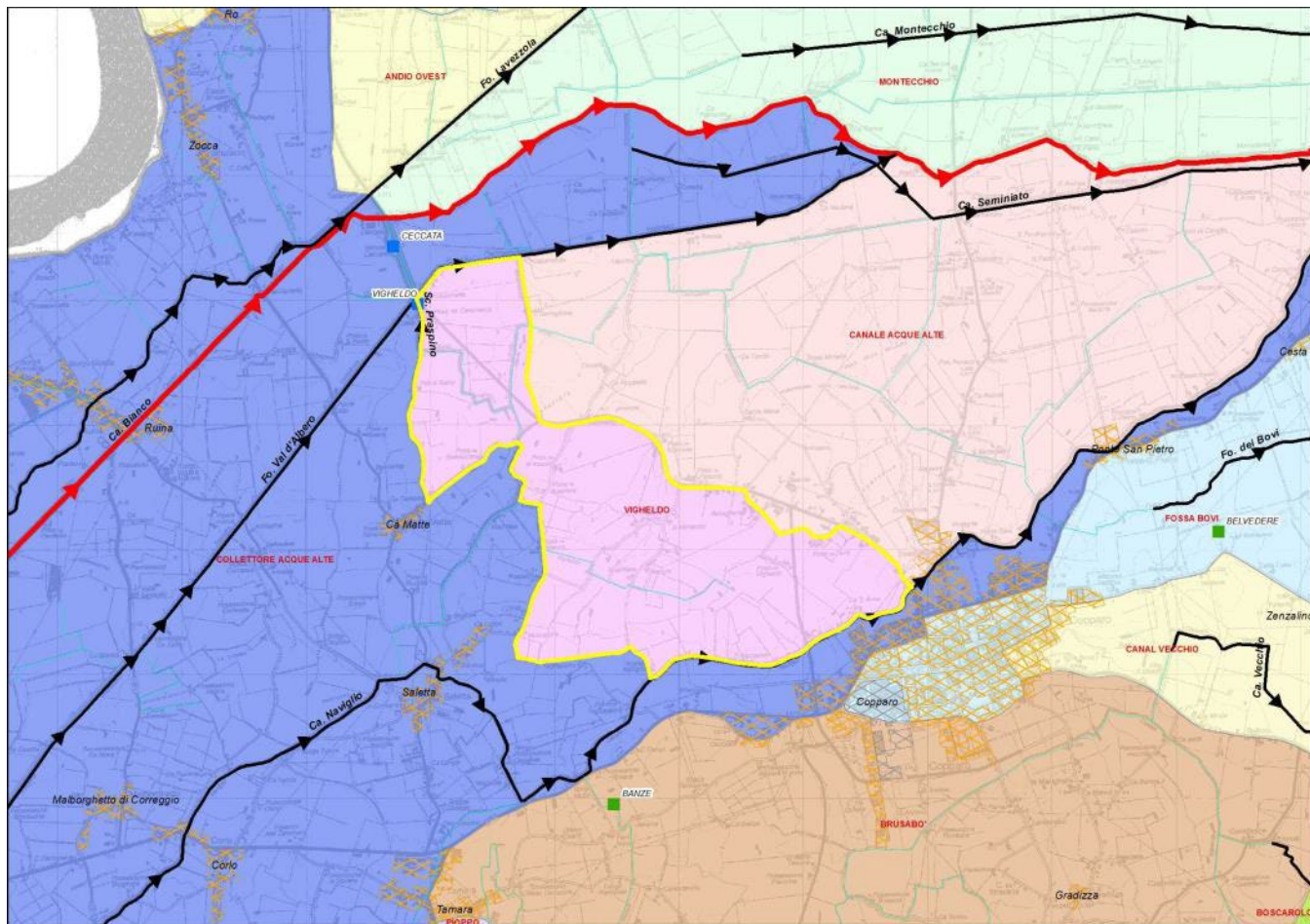
E' un bacino in gronda al Po Grande, compreso tra l'argine maestro del fiume e il Canale Nicolino, il cui tracciato si snoda su alcuni paleoalvei leggermente dossivi. Si allaga spesso, specie nella sua metà orientale, per le difficoltà che incontrano le acque del canale Nicolino a percorrere la botte sotto il canale Boicelli e altri tratti tubati di Pontelagoscuro, per immettersi nella Fossa Lavezzola. A questo riguardo il Consorzio aveva progettato di installare un Impianto Idrovoro per scaricare le acque in eccesso nel canale Boicelli.



E' minacciato da: Rest. Betto 014

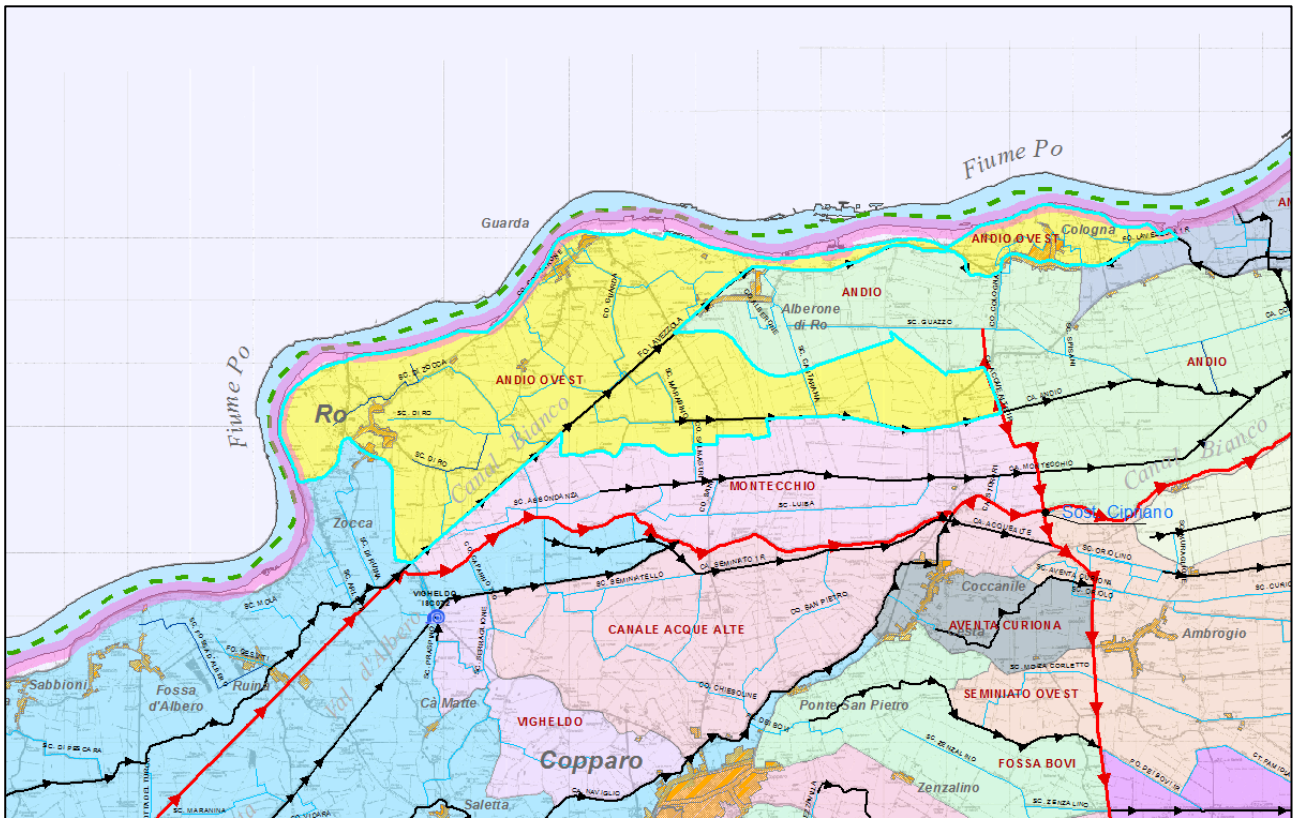
E' minacciato da: Rest.Baura 009; Barco 008

Terre Vecchie situate a NE di Ferrara e servite dall'Impianto Idrovoro Vigheldo (portata 1 m³/s).



E' minacciato da: Rest. Collettore A.A 037

Situato a valle di Ro. Confina a nord col Po Grande. Il territorio è inclinato verso est - sud est ma in tale direzione non ha confini rilevati; le acque vengono convogliate verso est dal Canale Andio Vecchio che le riversa a gravità nel Collettore Acque Alte.

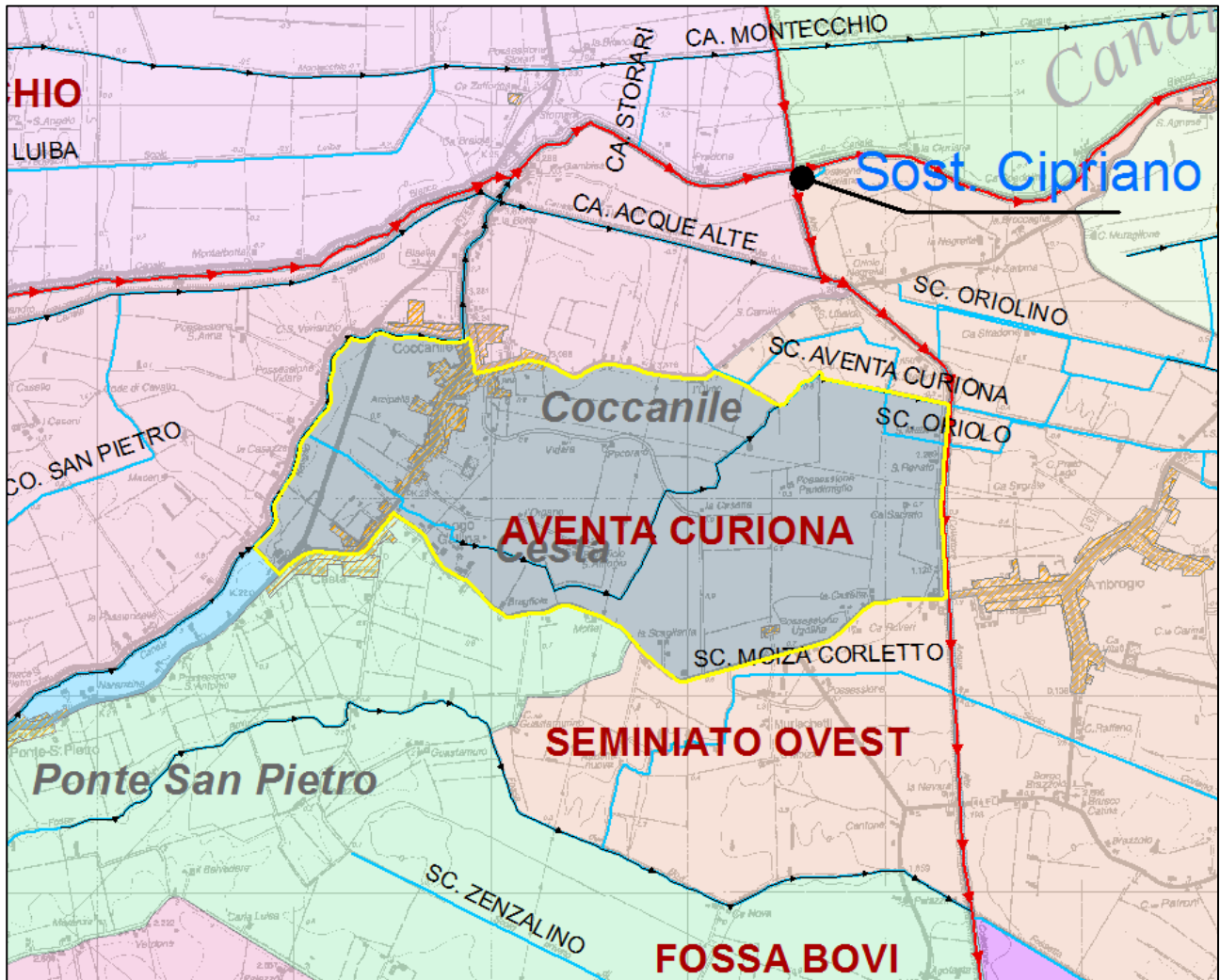


E' minacciato da: Rest.Collett.A.Alte 037; Rest.Andio 001

The map illustrates the geographical layout of the Canale Acque Alte and its surrounding areas. The canal is highlighted in yellow, flowing from the north towards the south. To the north, the Canale Brianza is visible. To the south, the Canale Vecchio is shown. The map includes labels for several municipalities and localities, such as Montecchio, Coccanile, Aventa Curiona, Seminato Ovest, Fossa Bovi, Zenzalino, Copparo, and Vigheldo. It also depicts various roads, rivers, and smaller settlements like Saletta and Ponte San Pietro. The map is color-coded by region: yellow for the north, green for the center, and pink for the south.

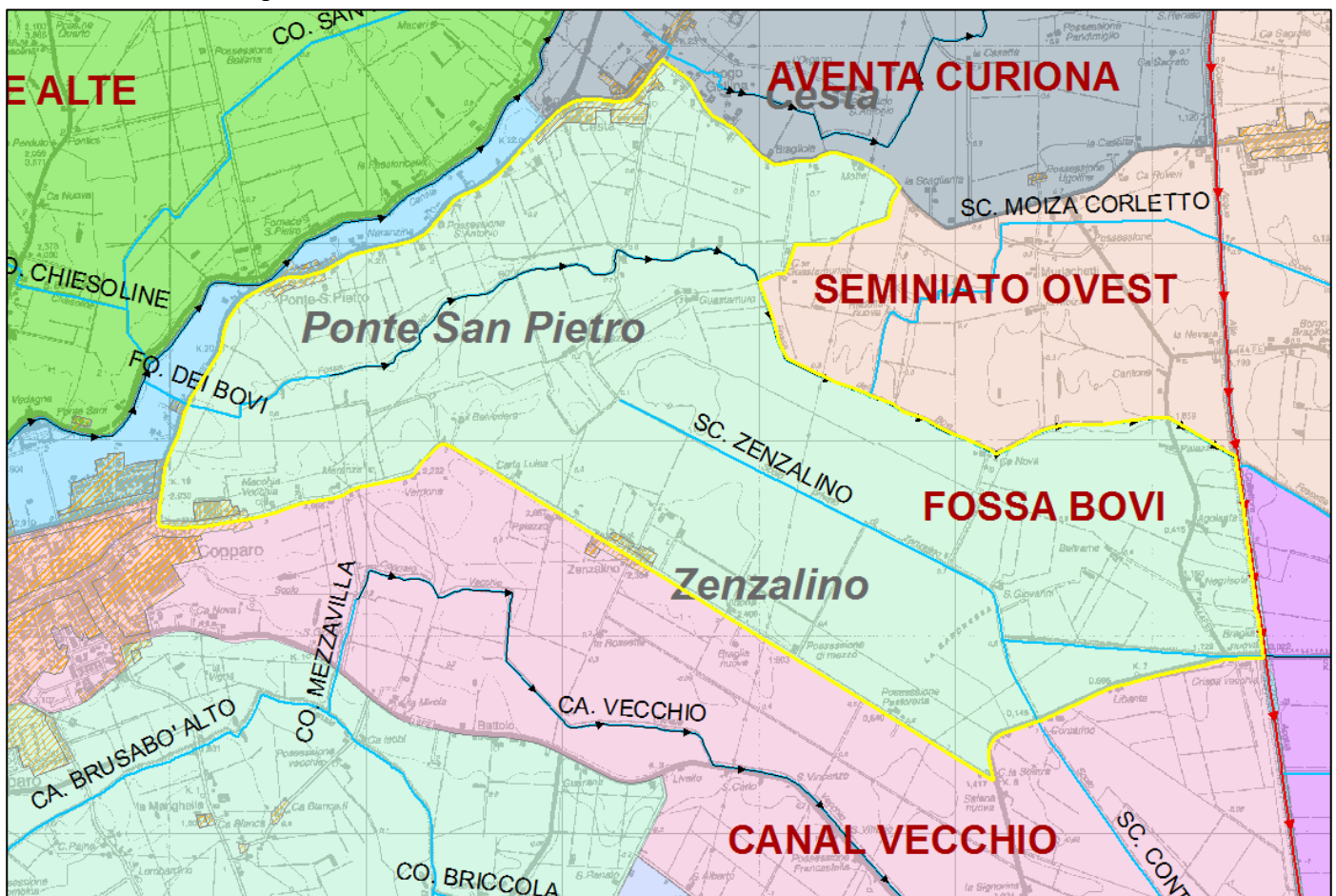
178

Area di modesta estensione relativamente alta tra Coccanile e Ambrogio, compresa tra la strada com. Oriolo-Piumana, la strada com. Valeria Faccini e il canale Collettore Acque Alte (non arginato); scola a gravità nel Collettore Acque Alte.



E' minacciato da: nessuno

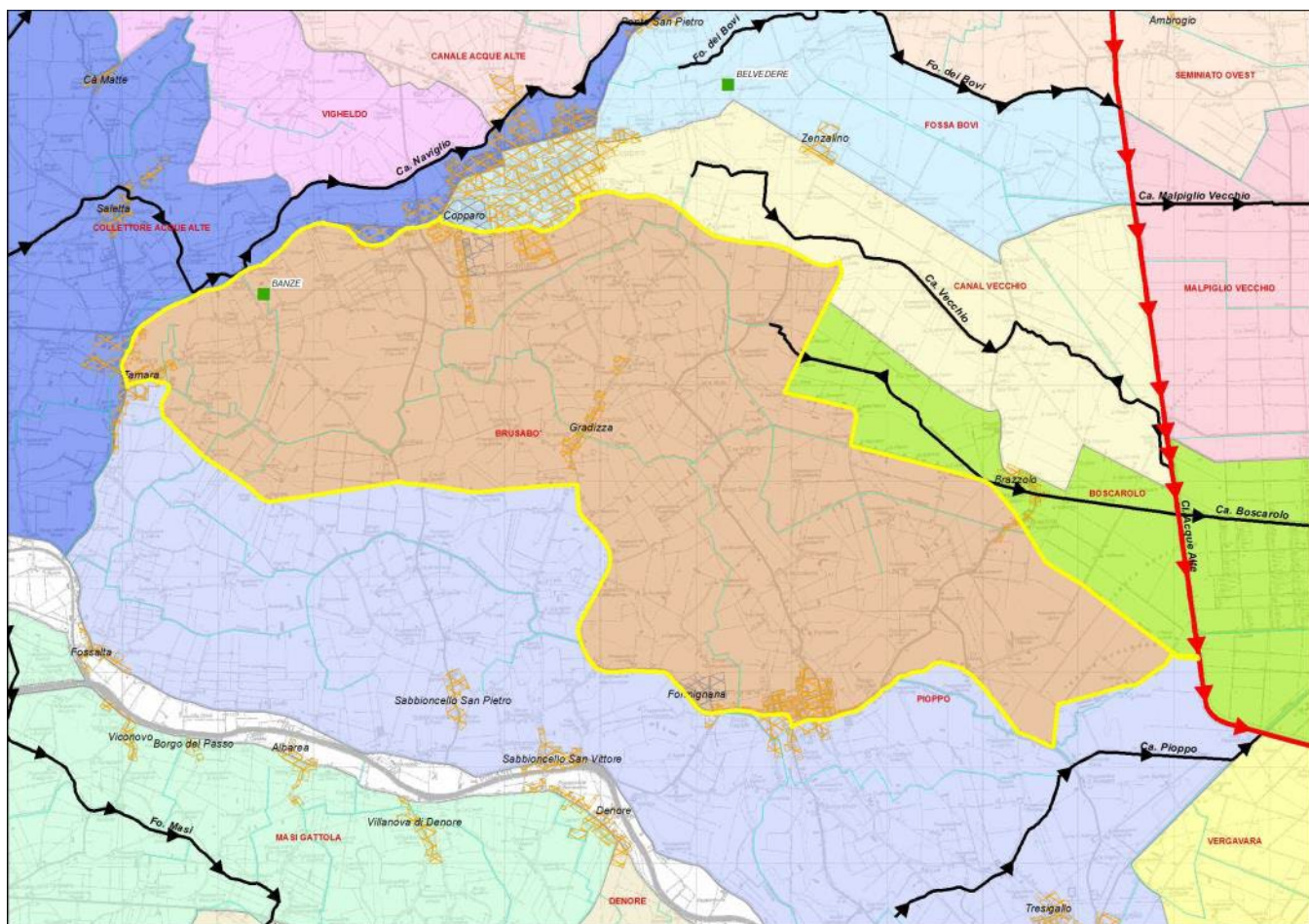
Area relativamente alta a est di Ponte S. Pietro; è servita dalla Fossa dei Bovi, che scola a gravità nel canale Collettore Acque Alte.



E' minacciato da: Canal Vecchio 027

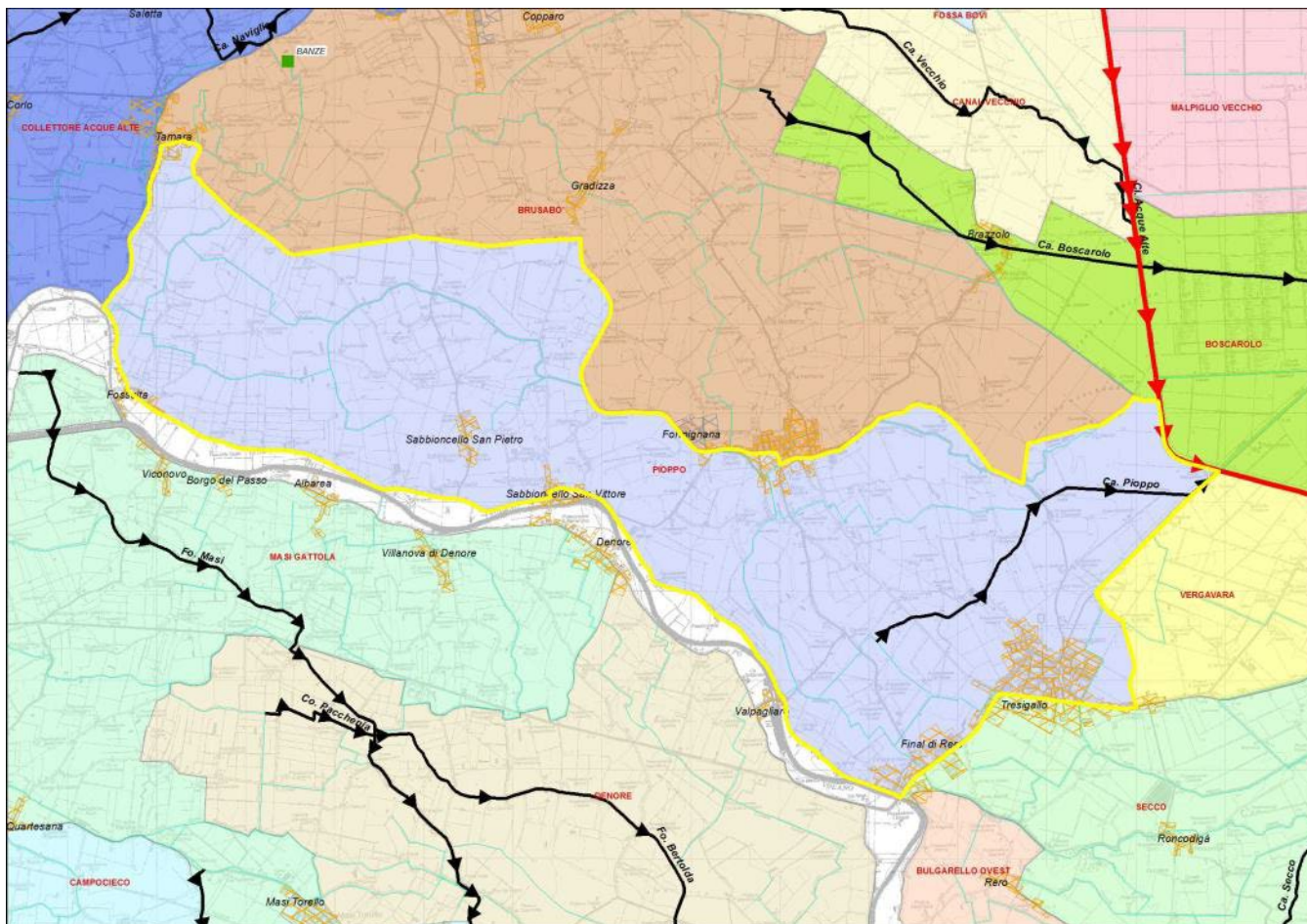
181

Vasta area tra Tamara, Copparo e Formignana e il canale Collettore Acque Alte; è costituito anche da Terre Vecchie, mentre il margine orientale è al disotto del l.m.m.; scola a gravità nel canale Collettore Acque Alte.



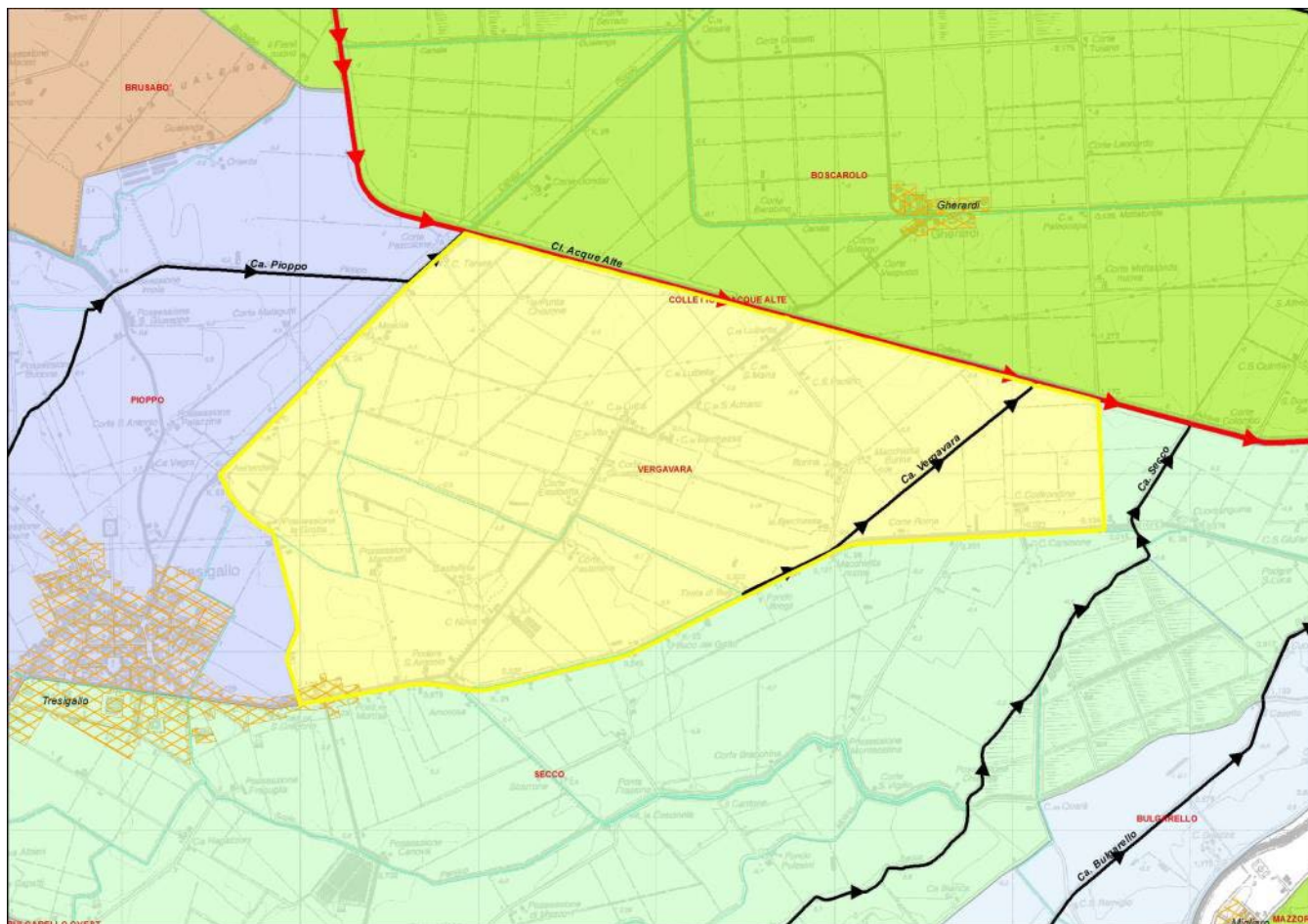
E' minacciato da: Pioppo 062

Vasta fascia che si estende in gronda del Po di Volano, fra Tamara, Formignana e Tresigallo; scola a gravità nel canale Collettore Acque Alte.



E' minacciato da: Brusabò 020 (principalmente nella parte a giacitura più bassa)

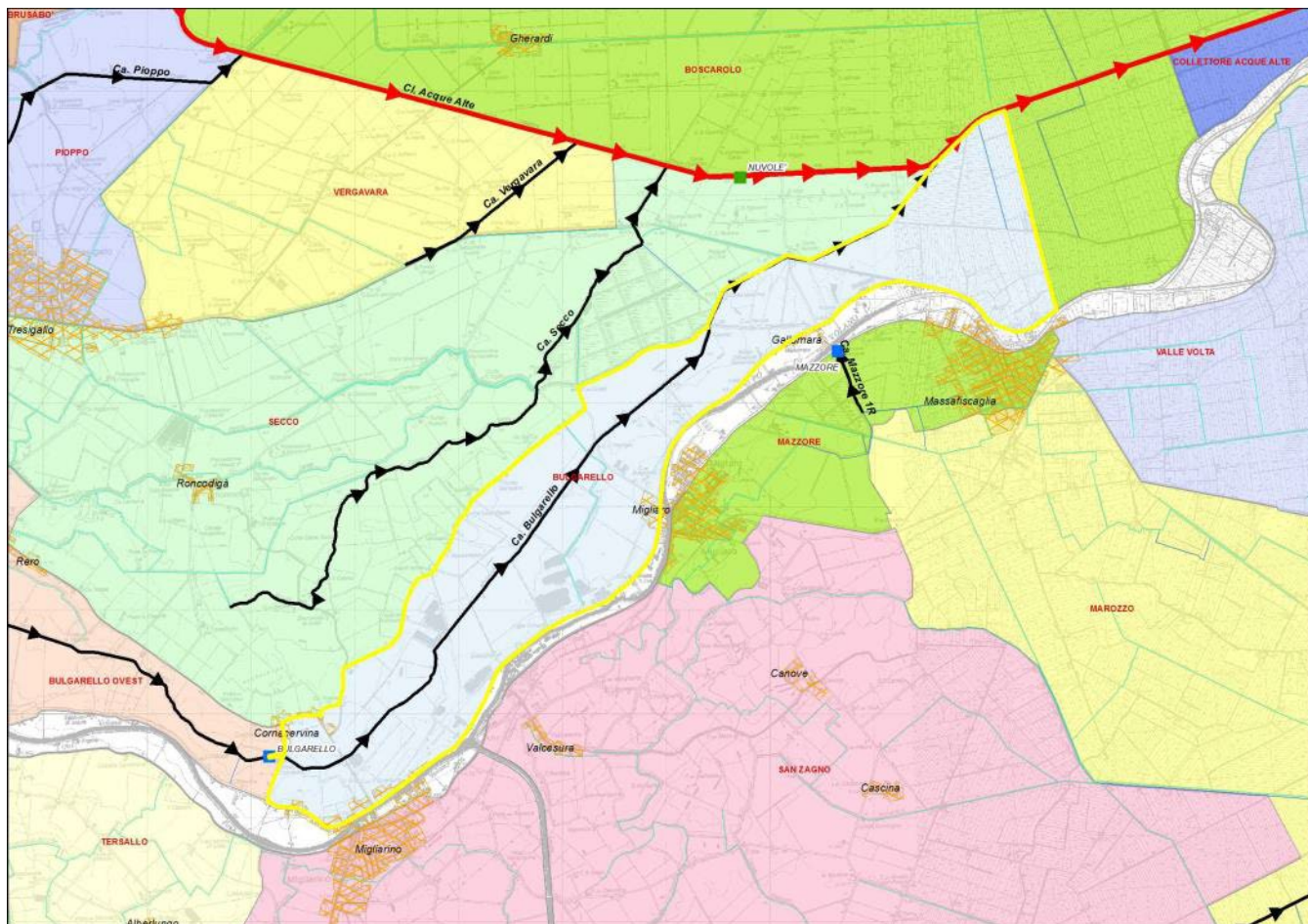
Territorio a nord est di Tresigallo, quasi tutto sotto il livello del mare, che scola a gravità nel Canale Collettore Acque Alte.



E' minacciato da: Pioppo 062 (solo nella parte sud-ovest); Secco 075

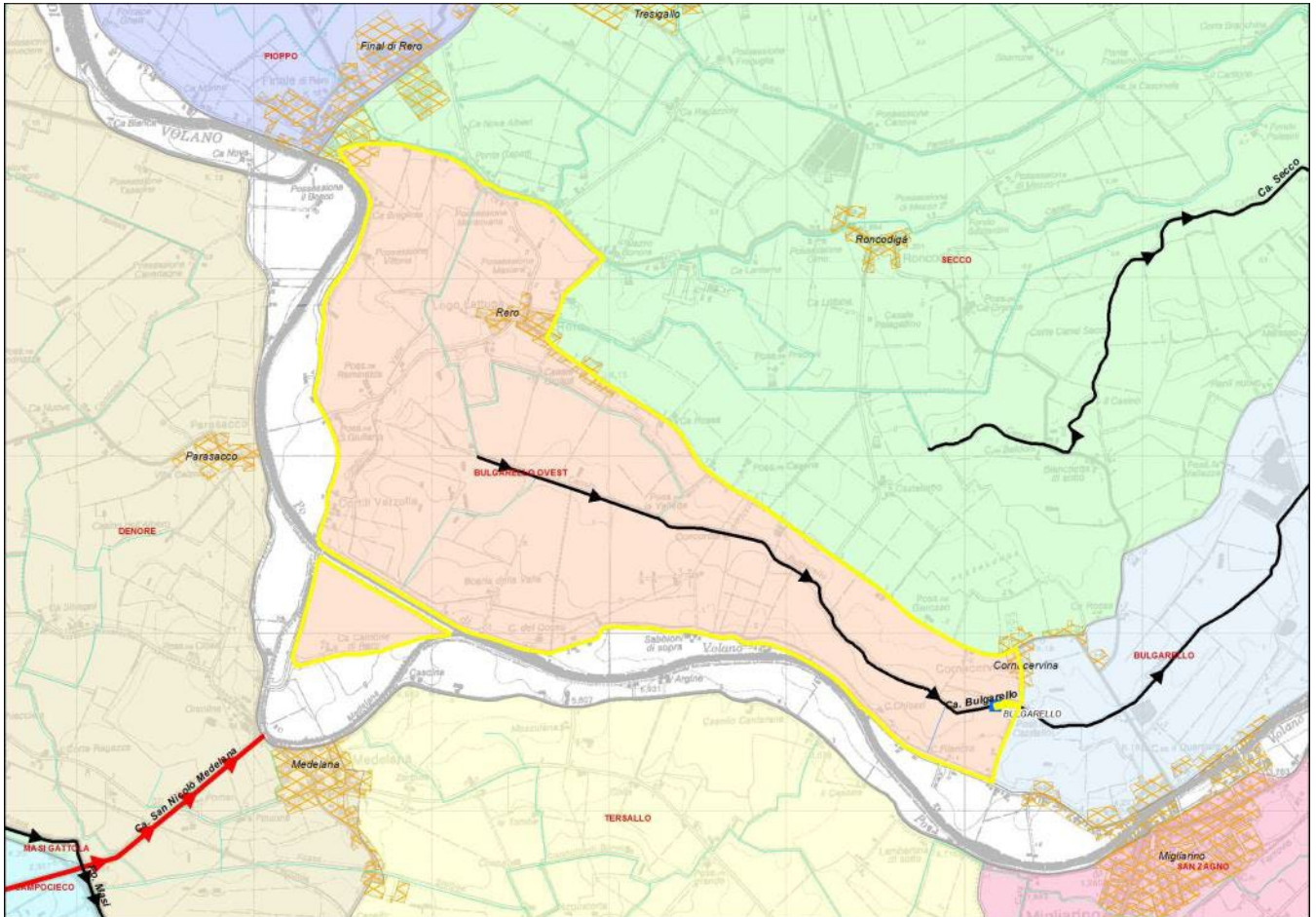
185

Si estende in sinistra del Po di Volano fra Tresigallo e Massafiscaglia; scola nel canale Bulgarello (ex. Galvanino), ultimo affluente (a gravità) del canale Collettore Acque Alte.



Questo sottobacino di I livello comprende il sottobacino Bulgarello Ovest

E' la parte più a ovest, una fascia depressa compresa fra strutture rilevate: a sud il Po di Volano, a nord i dossi dell'unità geomorfologica di Rero; è servito dall'Impianto Idrovoro Bulgarello Ovest, di presollevamento (portata 0,5 m³/s).



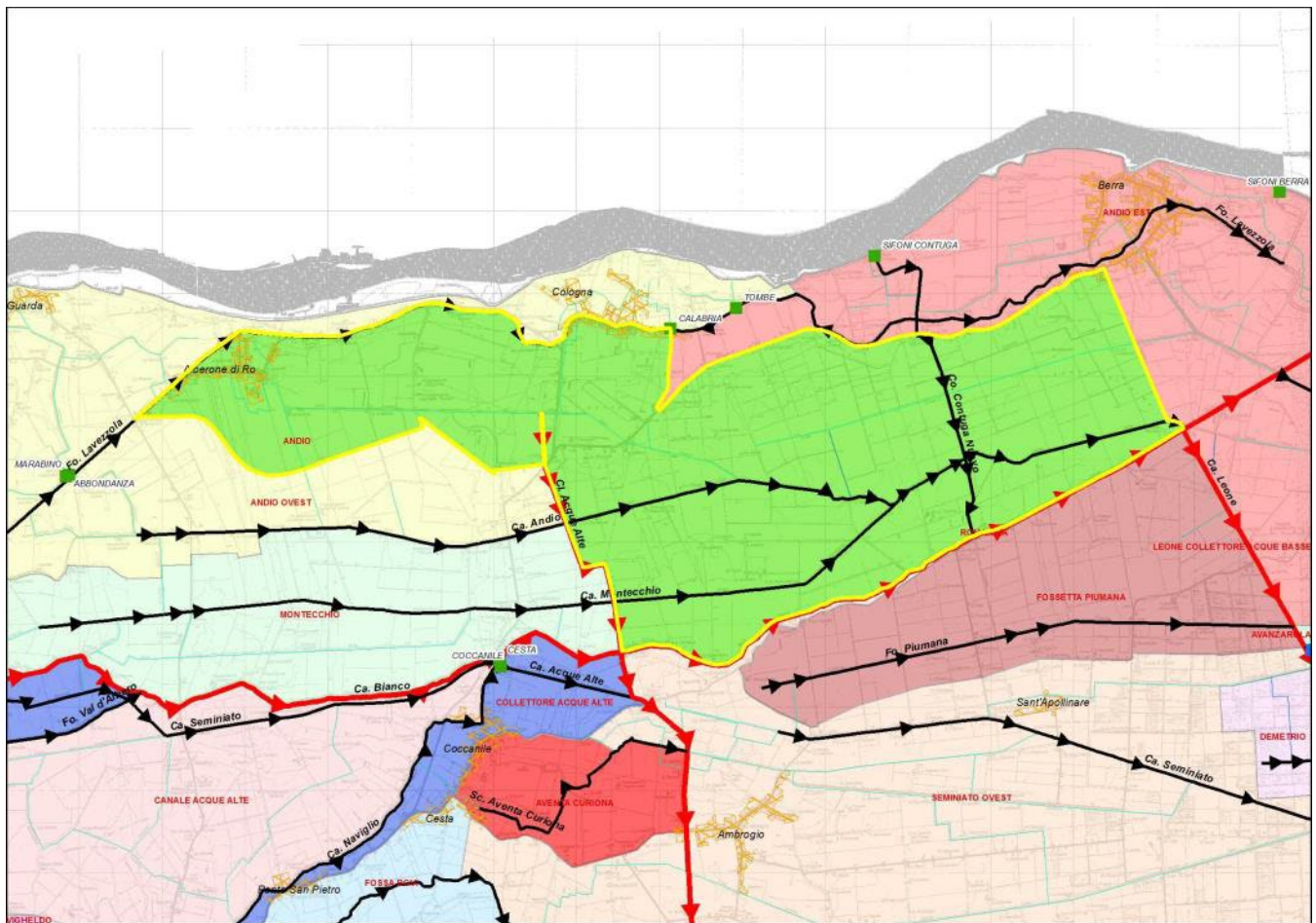
E' minacciato da: Rest.Bulgarello 021 (1/4)

REST.BULGARELLO (021)

E' la parte est del Bacino Bulgarello complessivo.

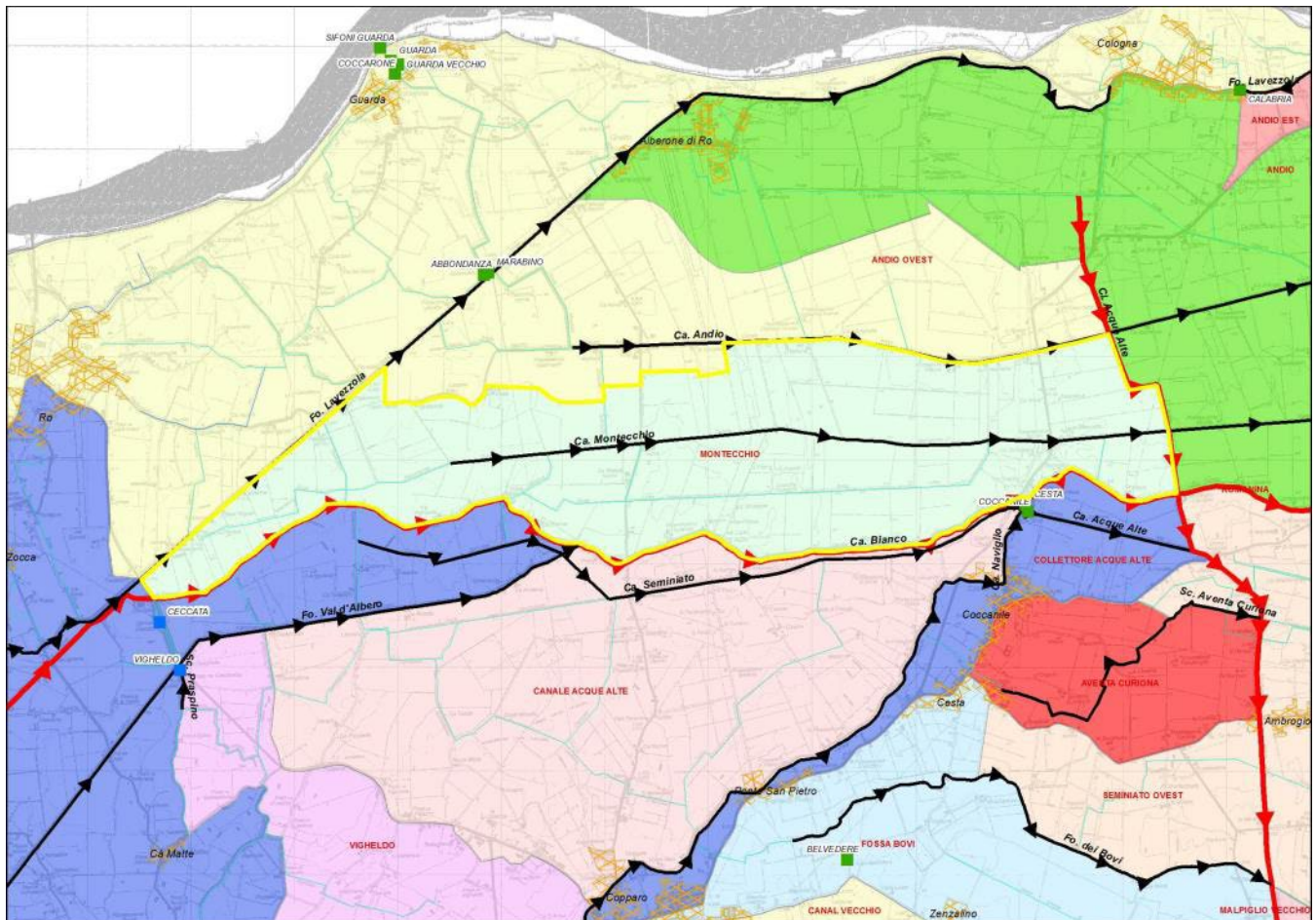
E' minacciato da: Bulgarello Ovest 022

E' una vasta area, in gran parte sotto il l.m.m., delimitata a nord dalla fascia di gronda del Po Grande tra Cologna e Berra, a sud dal canal Bianco, a ovest da terreni più alti e a est dal canale Diversivo Andio, non arginato. Scola a gravità nel primo tratto del canale Leone.



A sua volta questo bacino comprende:

È la conca più occidentale, le cui acque defluiscono a gravità, tramite il canale Montecchio, nel canale Andio, tributario del canale Leone.



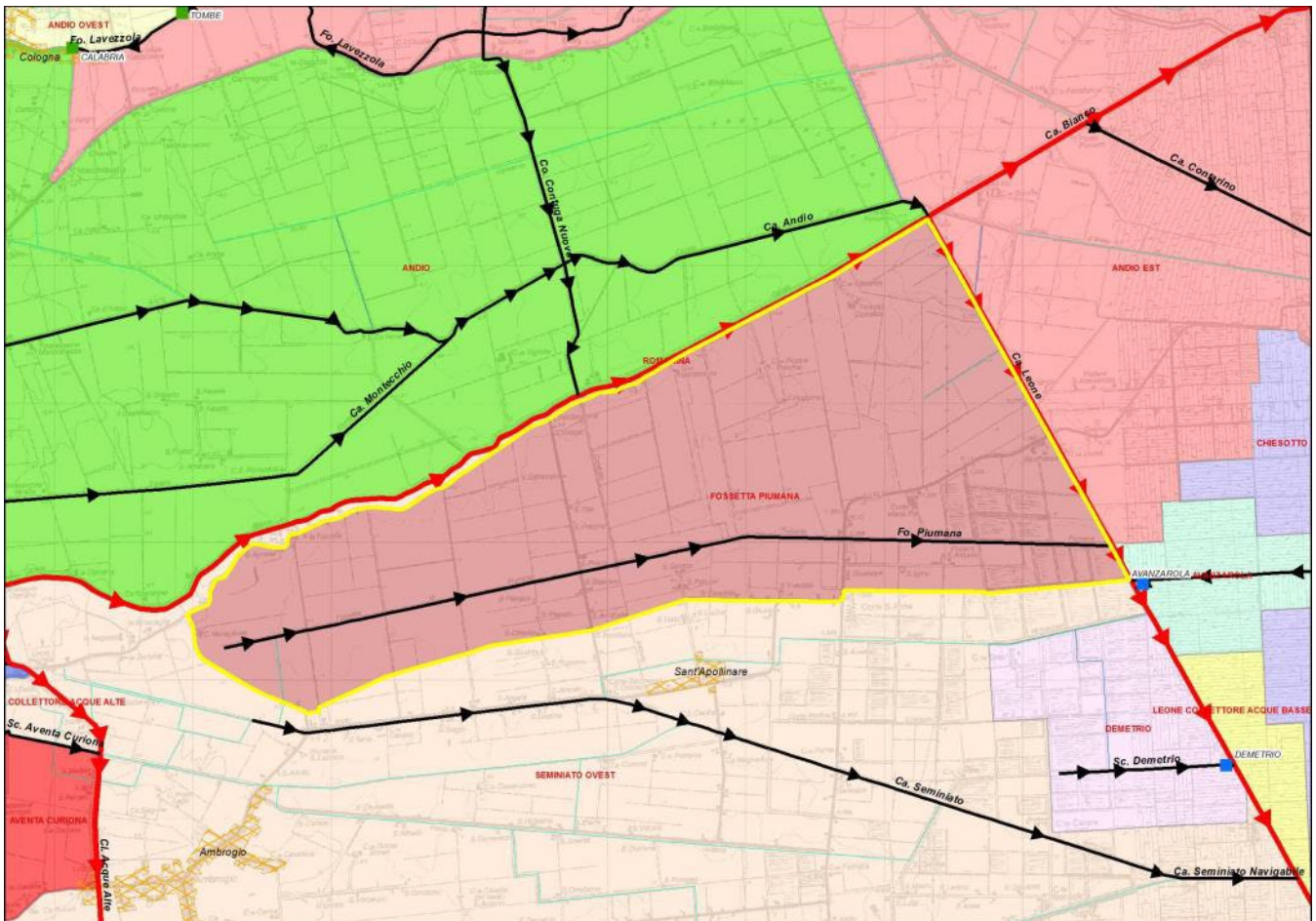
E' minacciato da: Andio Ovest 002; Rest.Andio 001; Collettore Acque Alte 037

REST.ANDIO

(001)

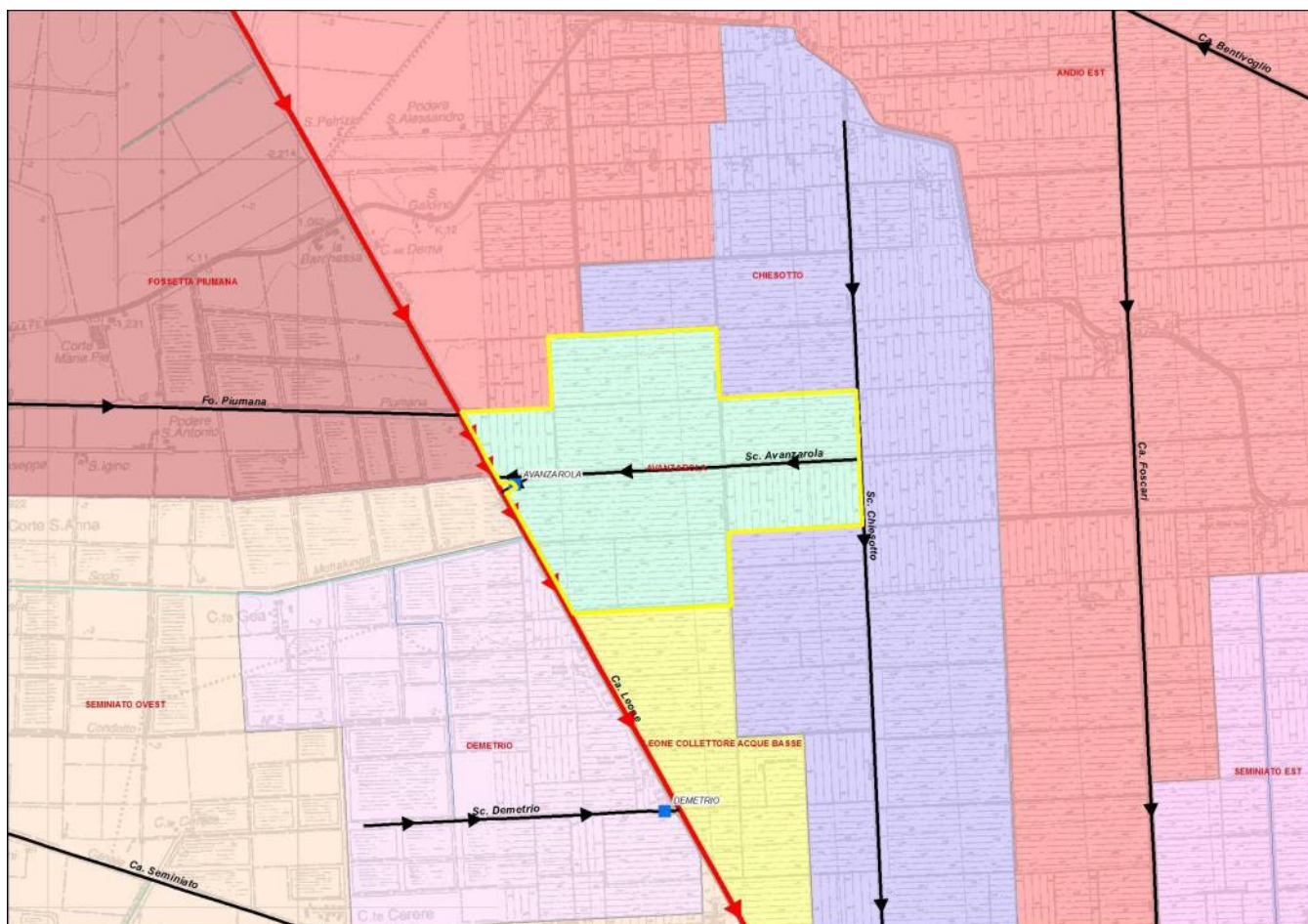
E' minacciato da: Andio Ovest 002; Andio Est 097

E' la parte settentrionale della zona del "Forcello", a sud del Canale Bianco (oggi tutta sotto il l.m.m.): le acque sono raccolte dalla fossetta Piumana, scolante a gravità nel canale Leone.



E' minacciato da: Andio Est 097; Seminiato Ovest 076; Andio 001

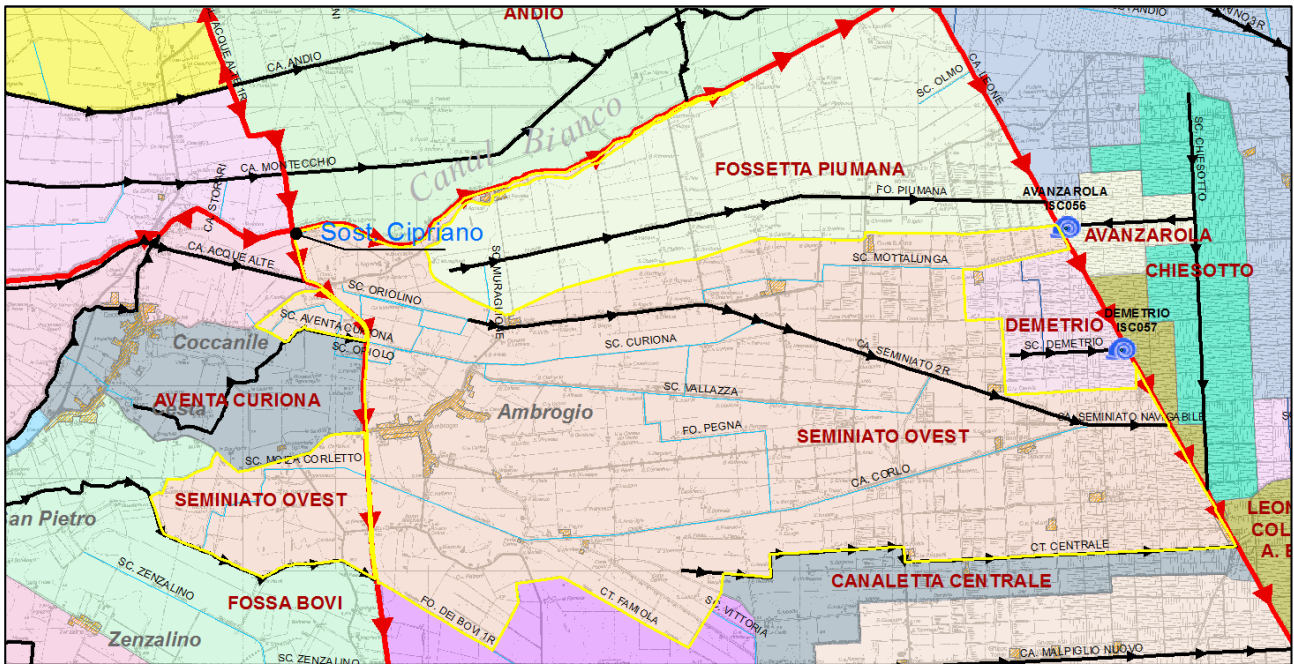
Limitata depressione che deve scolare nel canale Leone, in sinistra, tramite il piccolo Impianto Idrovoro di presollevarno Avanzarola (portata 1,6 m³/s).



E' minacciato da: Andio Est 097; Chiesotto 033

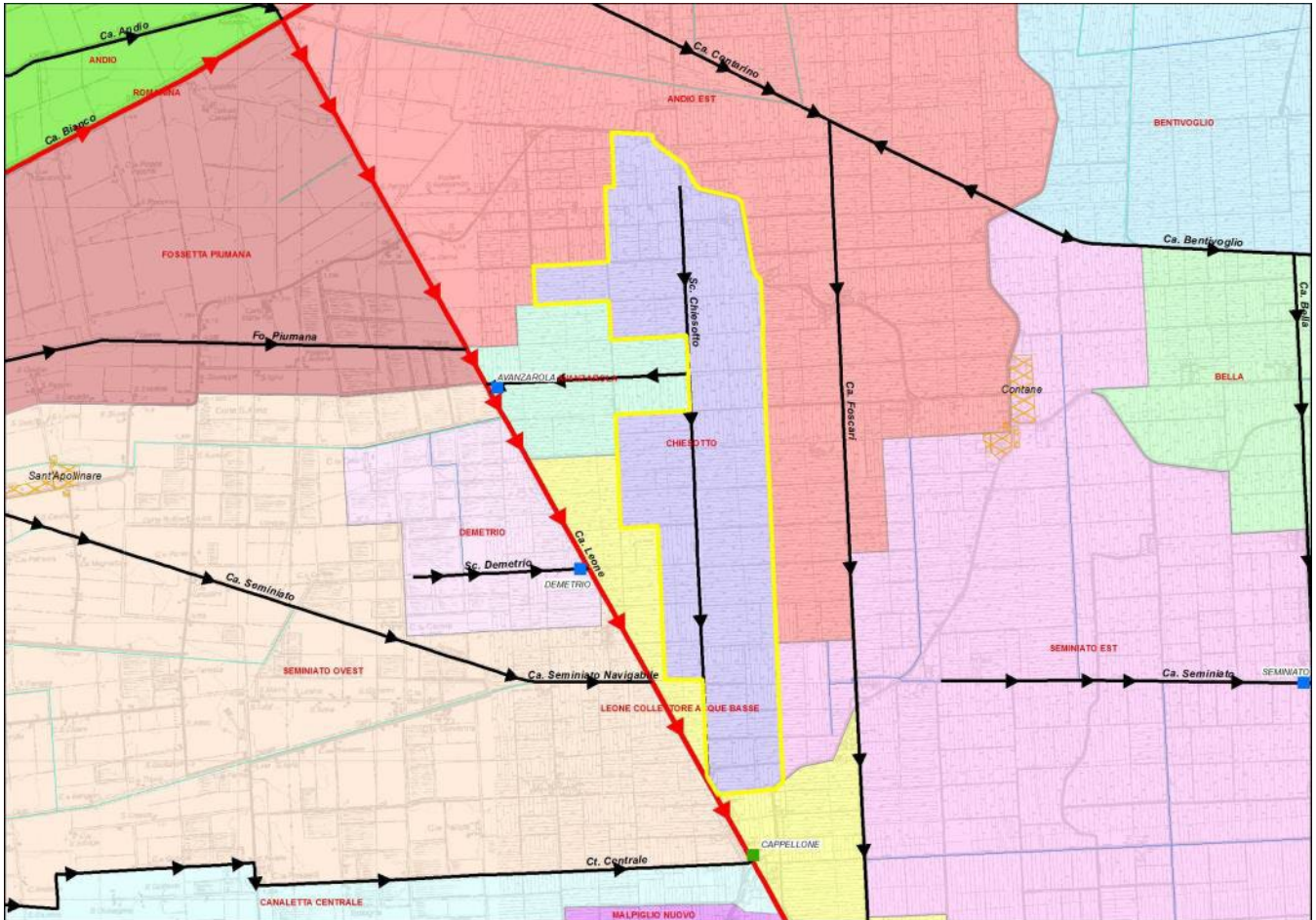
E' minacciato da: Seminiato Ovest 076

E' una delle aree più vaste tributarie del canale Leone, in quanto comprende anche la parte meridionale della zona del Forcello nonché un'area a ovest del canale Collettore Acque Alte, che viene sottopassato tramite botte (tra i sb. Aventa Curiona e Fossa dei Bovi).



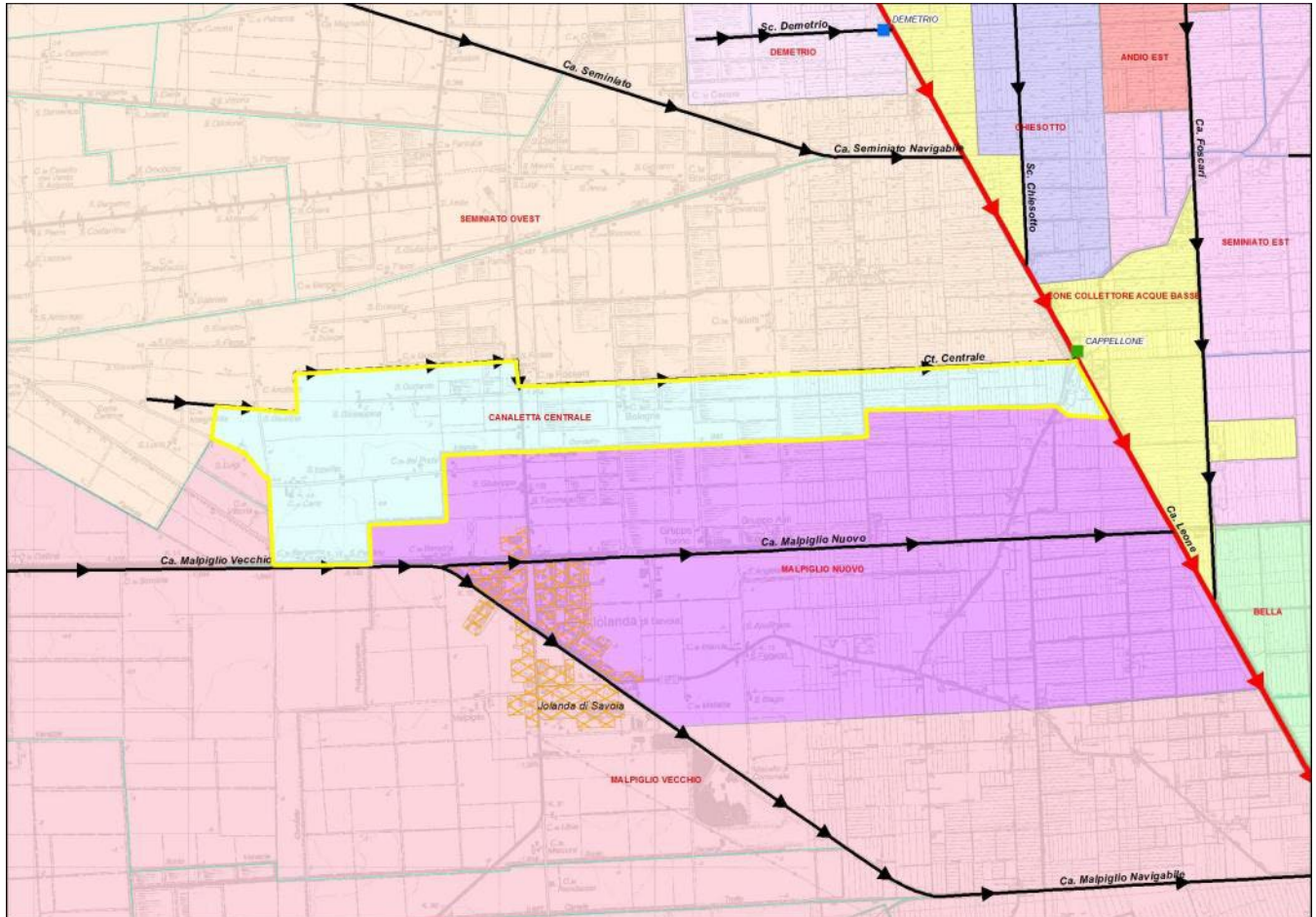
E' minacciato da: Fossetta Piumana 043; Canaletta Centrale 030

Fascia di terreni adiacenti il canale Chiesotto scolanti a gravità, in destra idraulica, nel canale Leone.



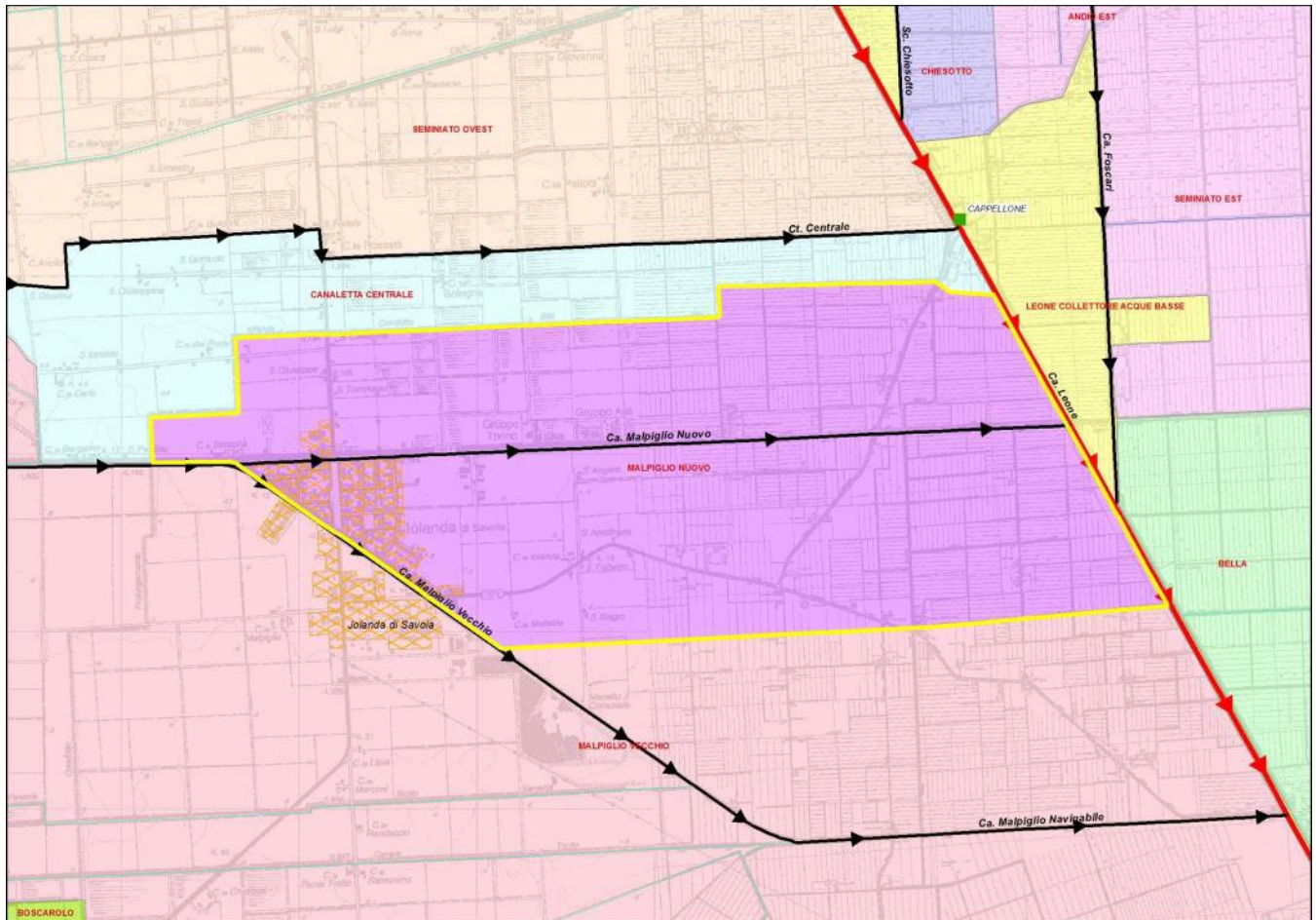
E' minacciato da: Andio Est 097

Fascia di territorio a nord di Iolanda e della Gran Linea, scolante a gravità nel Canale Leone, in sinistra.



E' minacciato da: Seminato Ovest 076; Malpiglio Nuovo 049

Fascia di territorio a est di Iolanda e a sud della Gran Linea, scolante a gravità nel Canale Leone, in sinistra. Un diaframma morfologico (dosso) separa i sottobacini Malpiglio Nuovo e Malpiglio Vecchio.



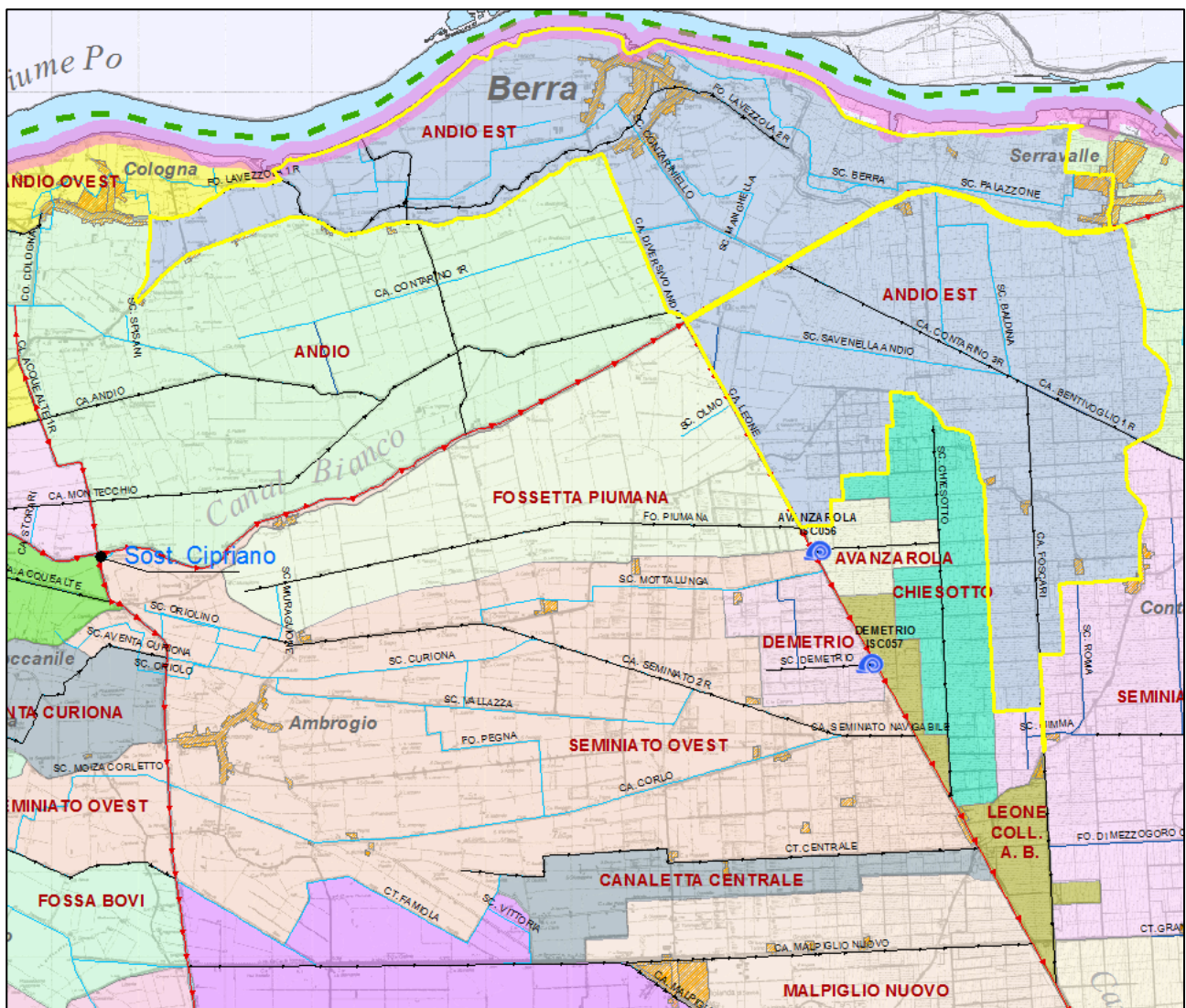
E' minacciato da: Canaletta Centrale 030

198

E' minacciato da: Canal Vecchio 027; Brusabò 020; Rest.Bulgarello 021; Malpiglio Vecchio 050; Rest.Bella 010; Rest.Coll. Acque Basse 047

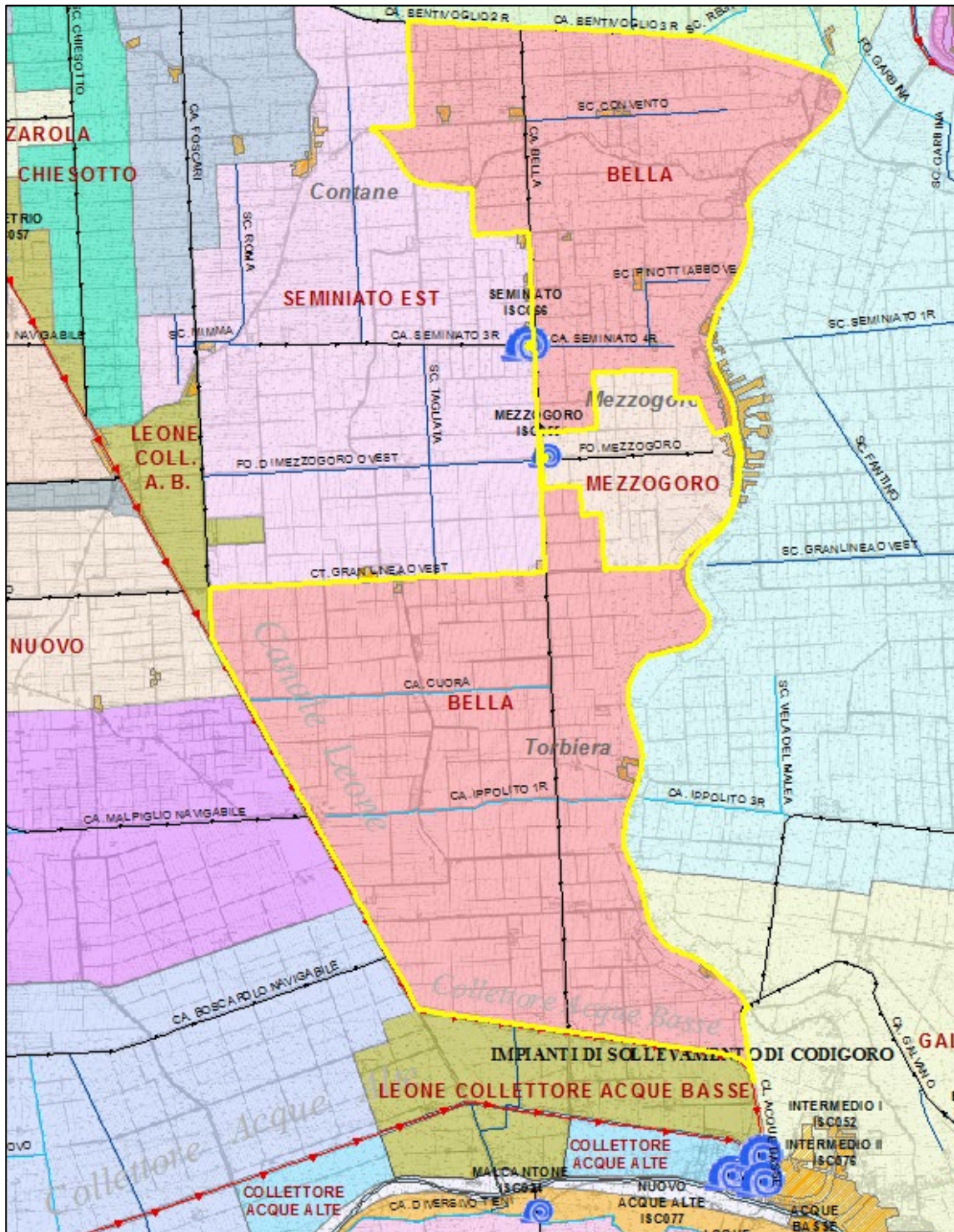
199

Scolante a gravità nel primo tratto del Canale Leone.



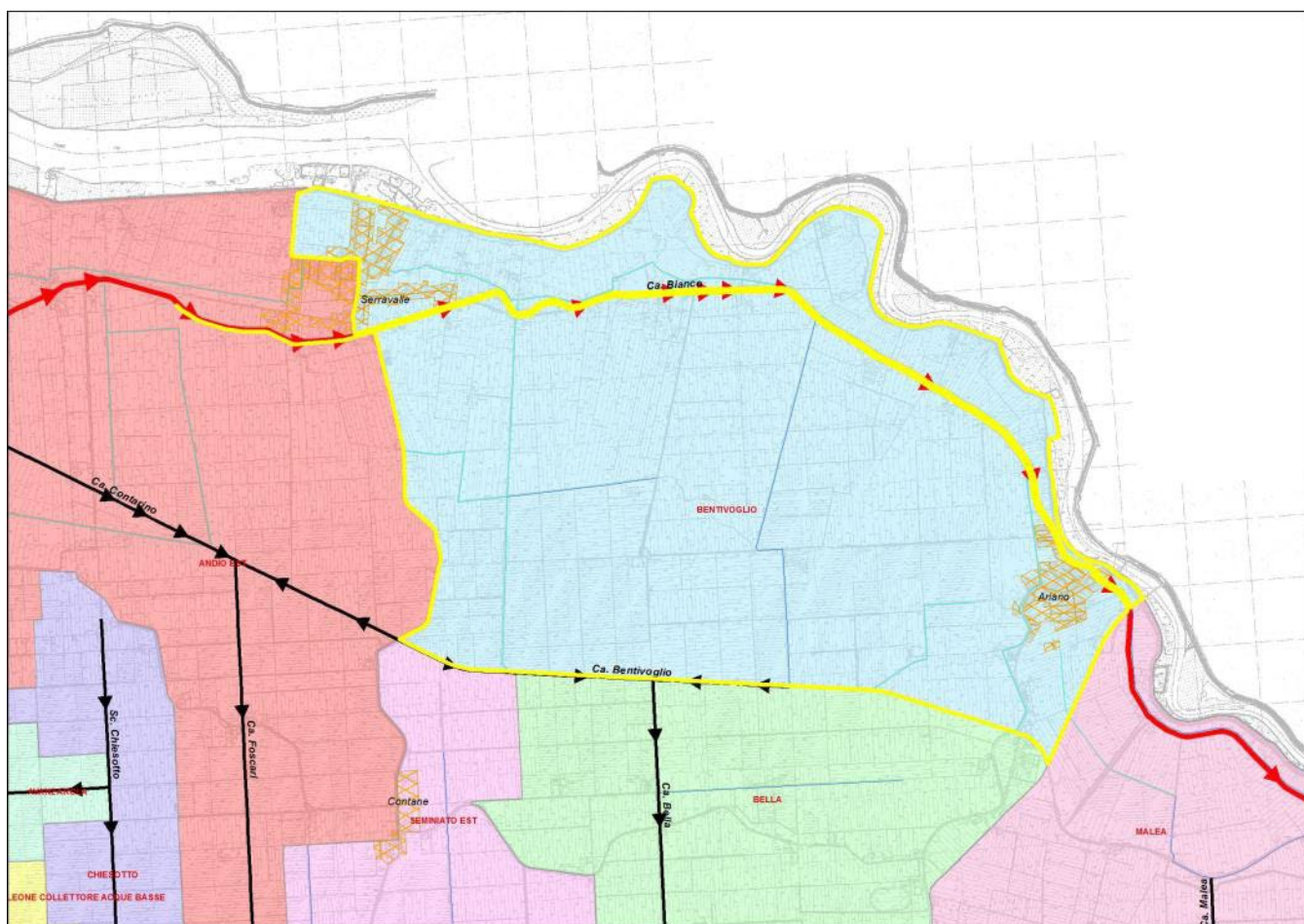
E' minacciato da: Bentivoglio 011; Rest.Andio 001; Fossetta Piumana 043; Chiesotto 033

Interessa una vasta area quasi tutta sotto il l.m.m., confinante a est con il dosso del Gaurus, ossia la maggior parte dei terreni compresi tra Berra, Ariano Ferrarese e Codigoro.



Questo sottobacino comprende a sua volta tre sottobacini di secondo ordine:

Scolante a gravità nel primo tratto del canale Bella.

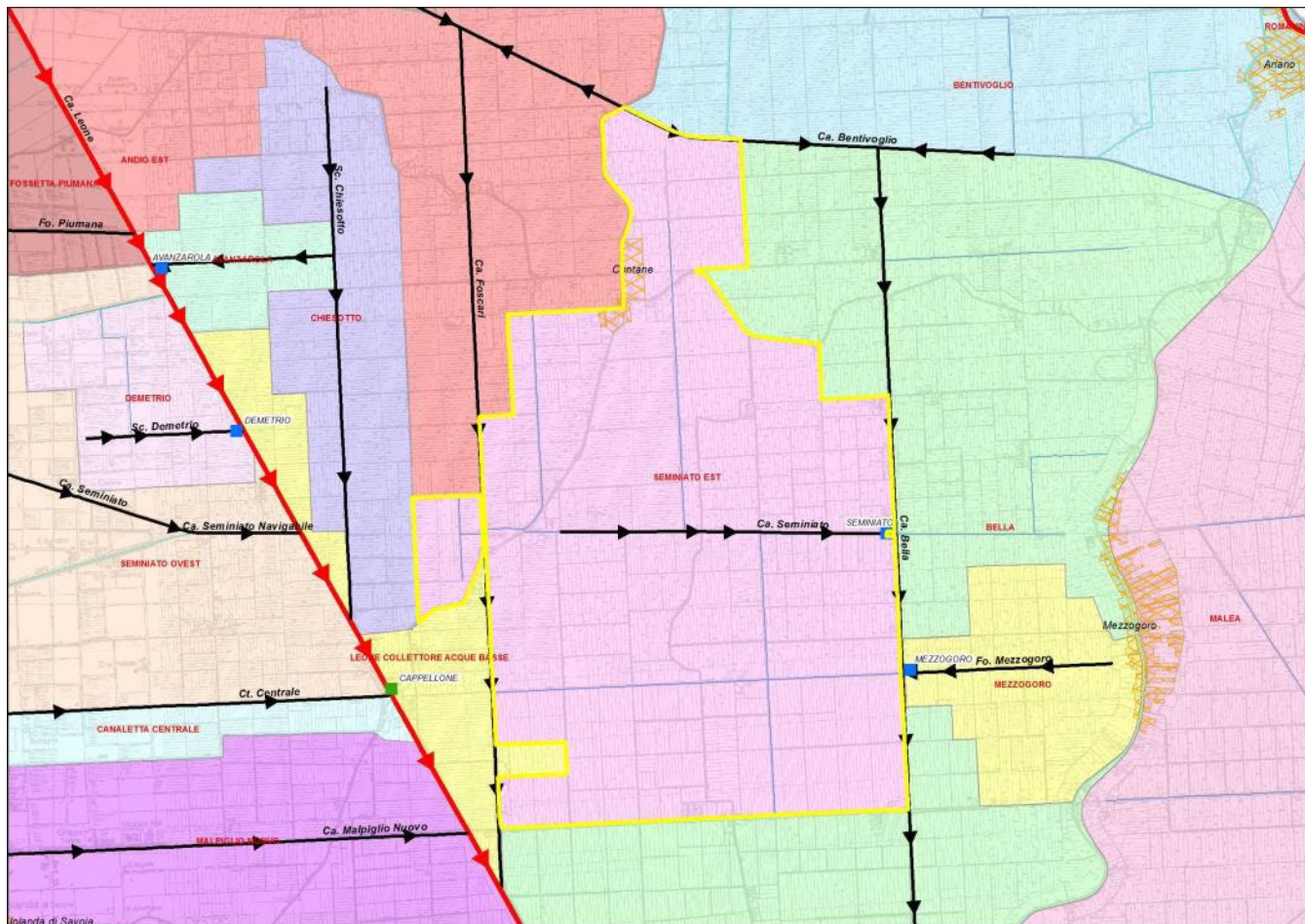


E' minacciato da: Andio Est 097

ha 1.440

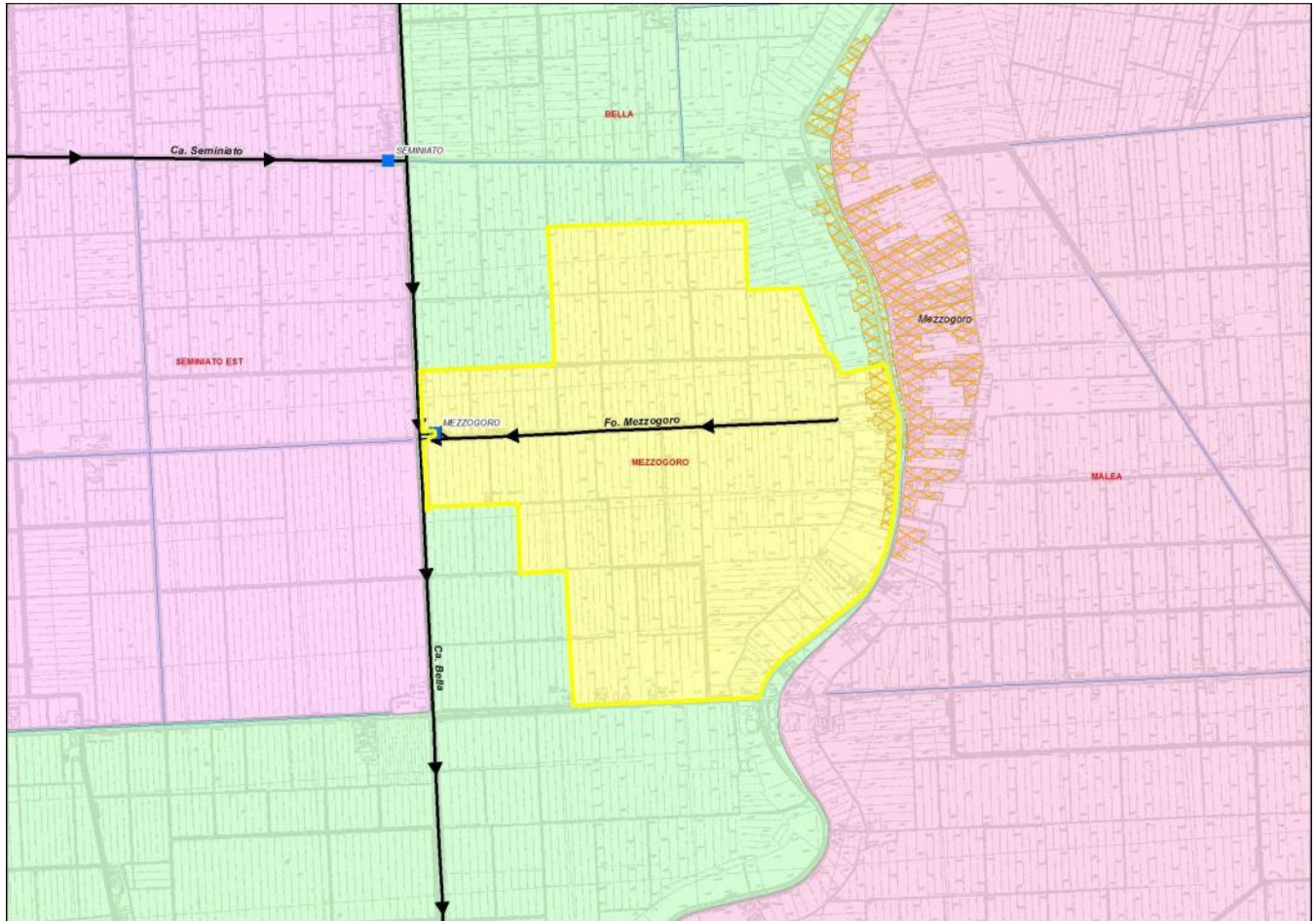
(100)

Scola nel canale Bella in destra, tramite l’Impianto Idrovoro Seminiato (7 m³/s), di presollevamento.



E' minacciato da: Andio Est 097; Bentivoglio 011; Bella 010

Accentuata depressione a ovest di Mezzogoro che scola nel canale Bella, in sinistra, tramite il piccolo Impianto Idrovoro di presollevamento Mezzogoro (portata 0,8 m³/s).



E' minacciato da: Rest.Bella010

REST.BELLA

(010)

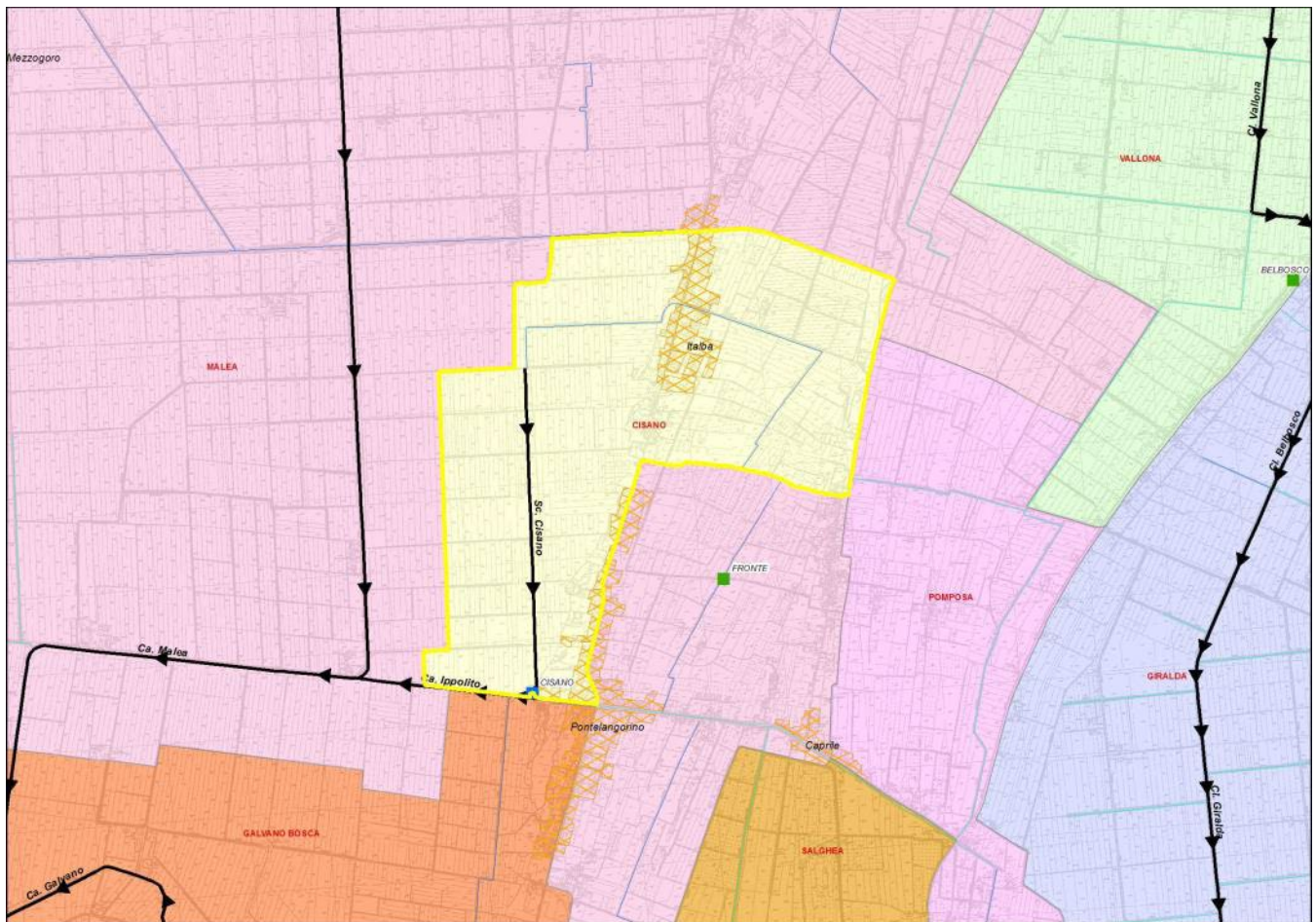
E' minacciato da: Bentivoglio 011; Boscarolo 017; Andio Est 097; Seminato Est 100

Al canale Malèa fanno capo i seguenti sottobacini.

205

206

Scola nel Canale Malea in sinistra, tramite l'Impianto Idrovoro Cisano ($1,5 \text{ m}^3/\text{s}$).



E' minacciato da: Rest.Malea 048

REST.MALEA (048)

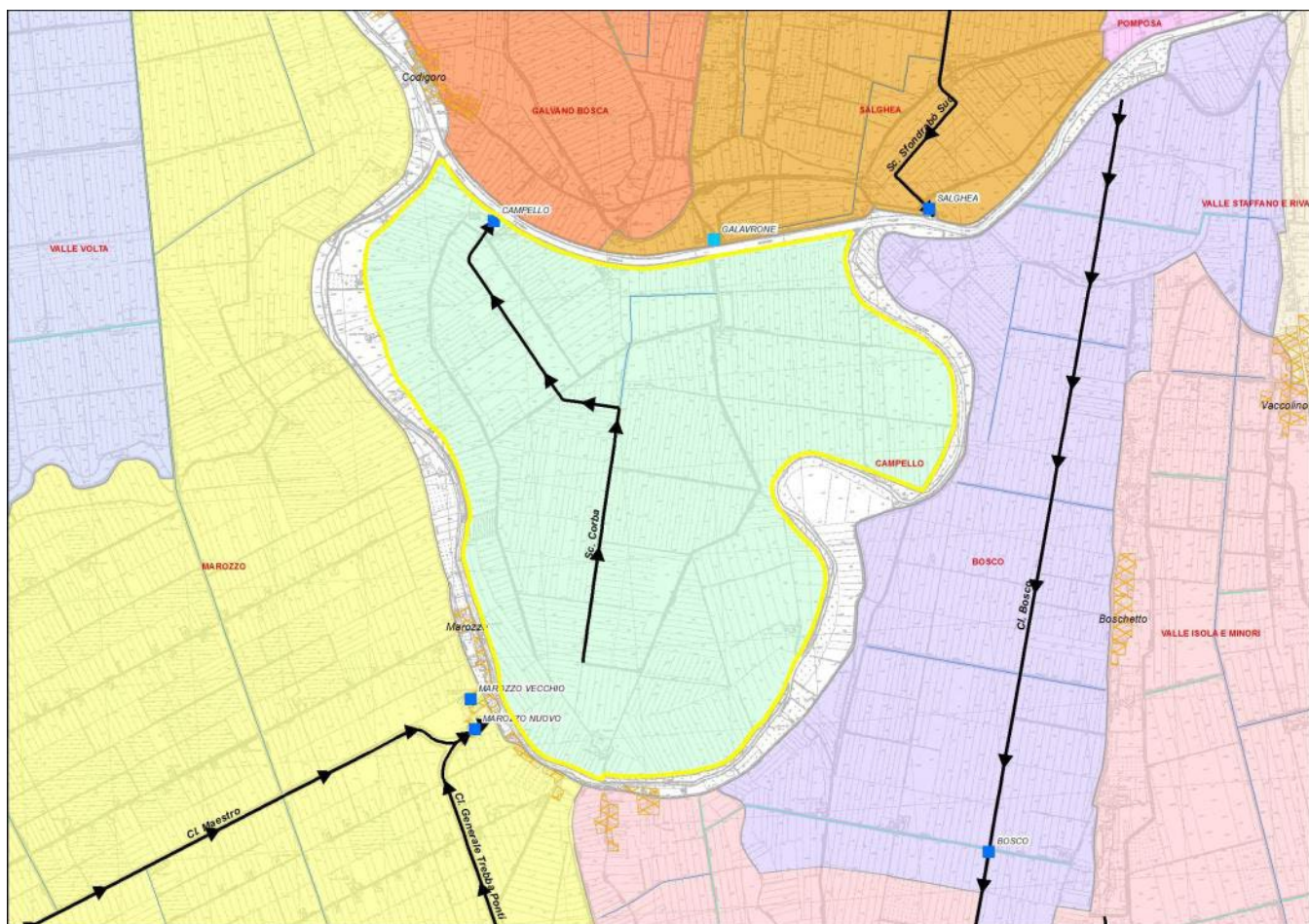
E' minacciato da: Galvano Bosca 045; Romanina 065; Cisano 034.

REST. LEONE COLLETTORE ACQUE BASSE (047)

E' costituito da alcuni terreni posti sulla riva est del canale Leone nonché di un'area depressa a ovest di Codigoro.

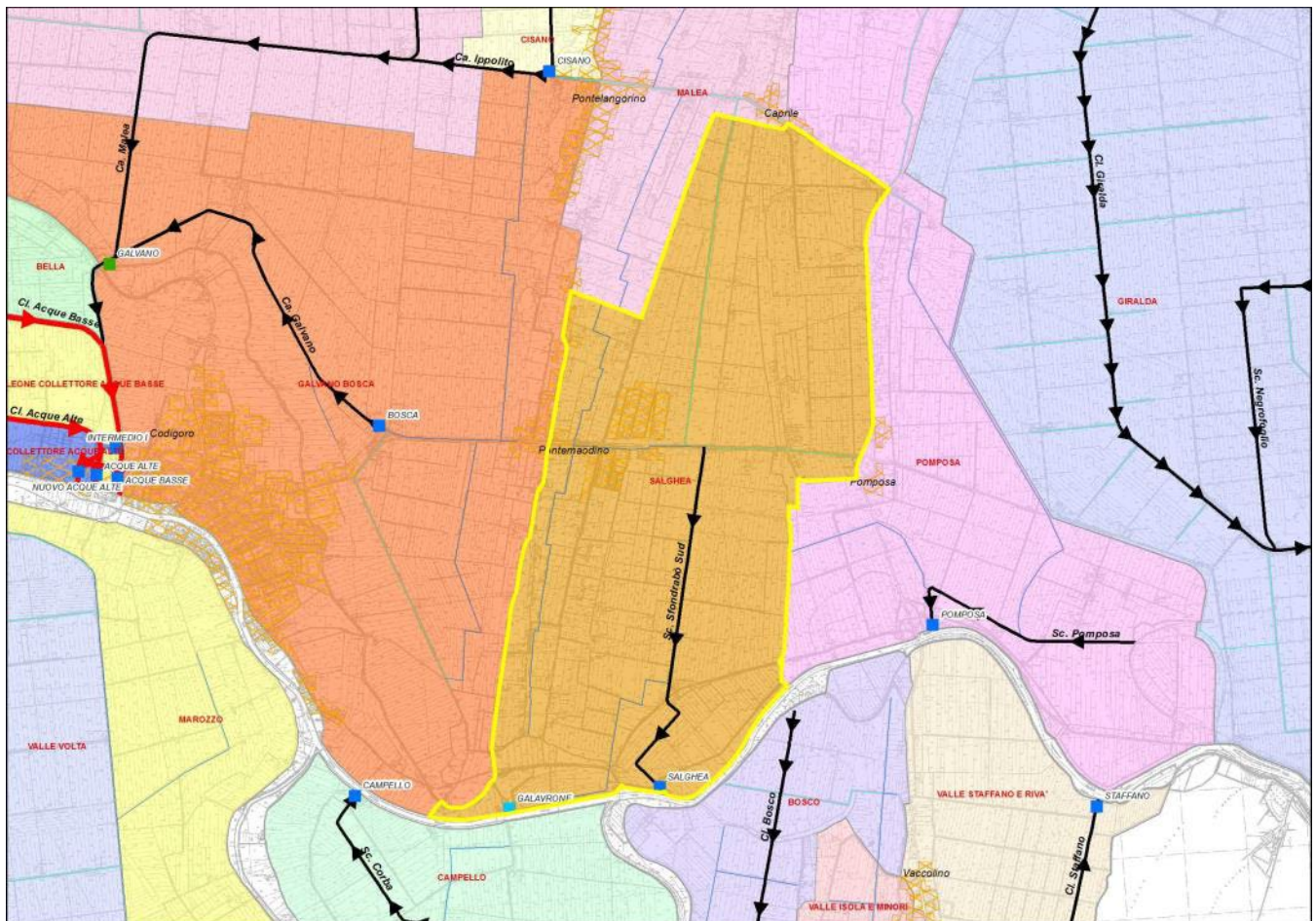
E' minacciato da: Galvano Bosca 045; Romanina 065

Coincide con l'area compresa tra l'ampia risvolta che compie il Po di Volano presso Marozzo e il Diversivo Baccarini. Tutto il perimetro del bacino è costituito da argini. Le acque, sollevate dall'Impianto Idrovoro Campello (portata $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$) vengono scaricate in destra nel canale Diversivo Baccarini.



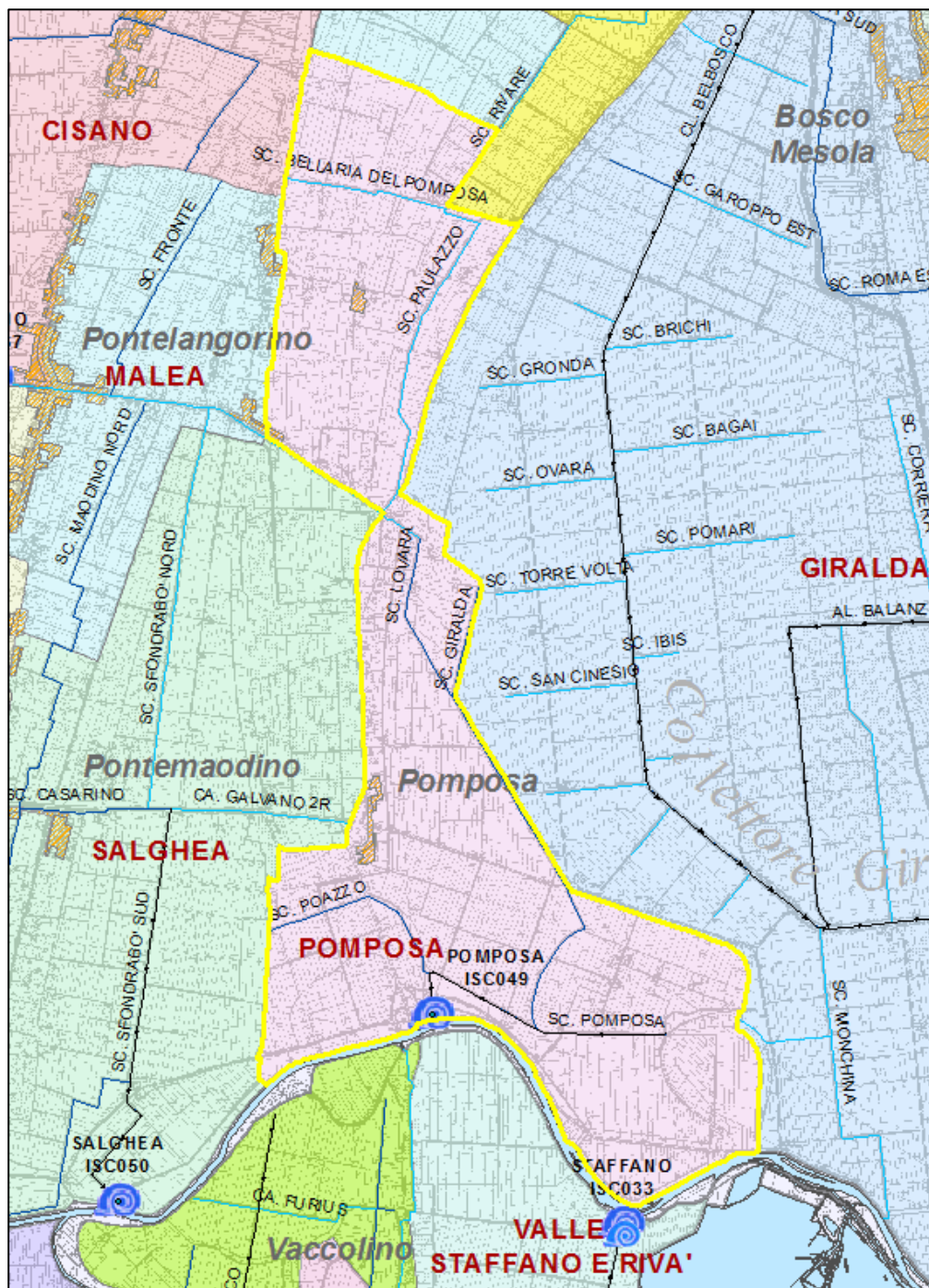
E' minacciato da: nessuno

Si estende sugli antichi cordoni litoranei tra Ponte Maodino e Pomposa; le acque, sollevate dall'Impianto Idrovoro Salghea (portata $2,4 \text{ m}^3/\text{s}$) vengono scaricate nel Po di Volano in sinistra. In caso di forte piovosità o per altre necessità può essere attivato anche il piccolo Impianto Idrovoro Galavrone, che normalmente ha funzioni irrigue (portata $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$).



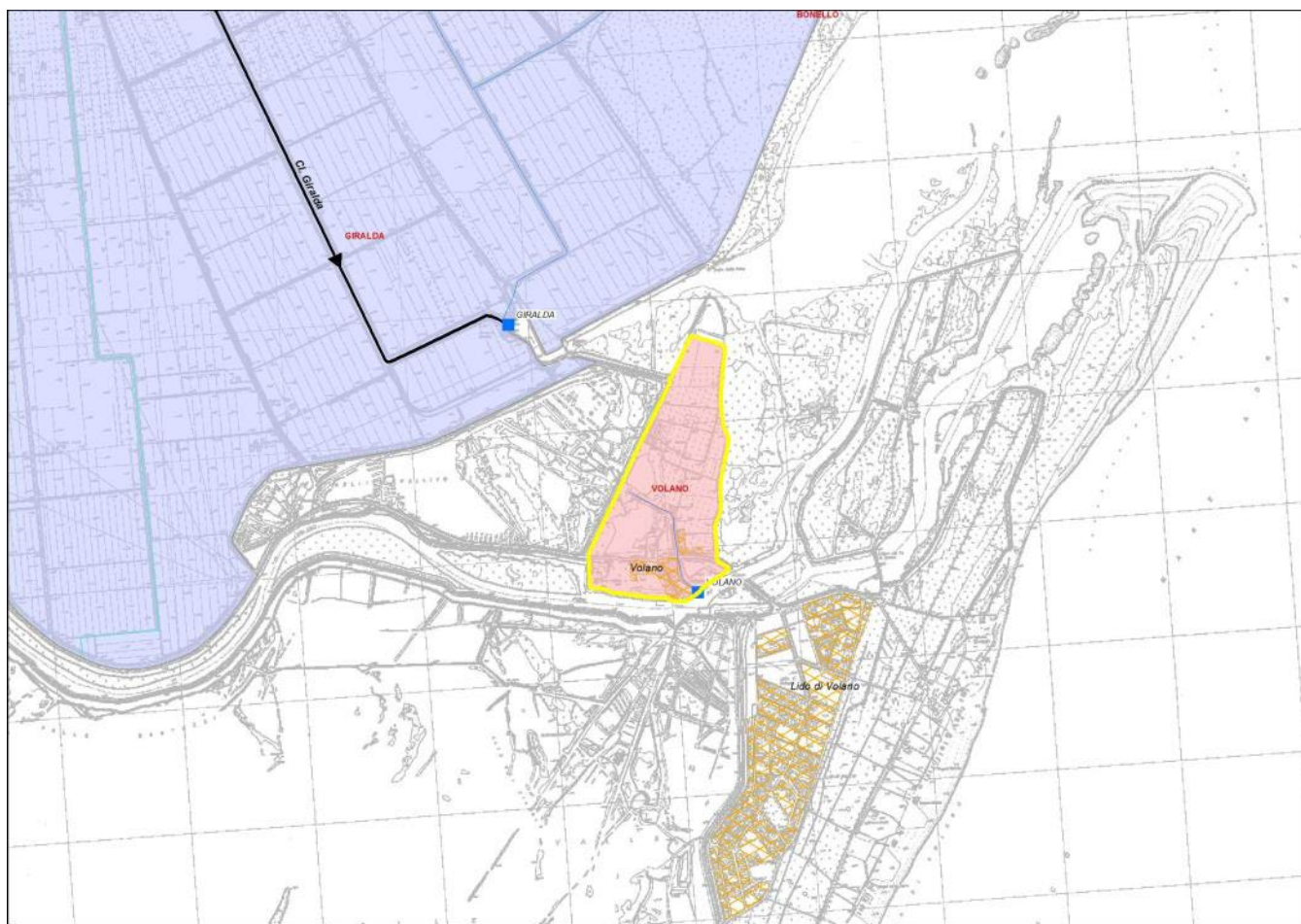
E' minacciato da: Pomposa 063

Si estende tra gli antichi cordoni dunari adiacenti la via Romea e la bonificata Valle Giralda (argine est della Grande Bonificazione Estense - Chiavica dell'Agrifoglio); le acque, sollevate dall'Impianto Idrovoro Pomposa (portata 2,1 m³/s) vengono scaricate nel Po di Volano, in sinistra, presso il Passo di Pomposa.



E' minacciato da: Salghea 066

E' una piccola zona, in buona parte umida, fra l'oasi di Canneviè e la foce del Po di Volano, che scola tramite un piccolo Impianto Idrovoro nel Po di Volano in sinistra idraulica.



E' minacciato da: nessuno

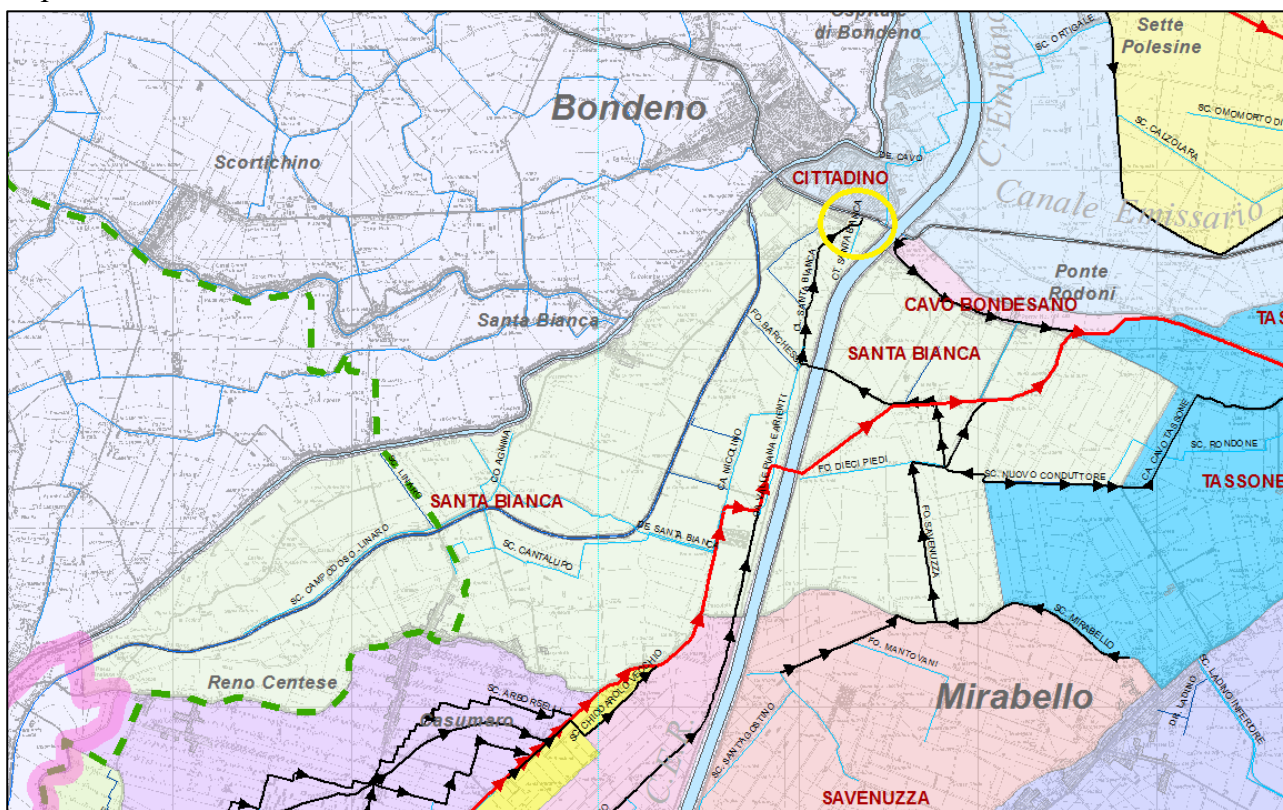
6.2.3 Aree afferenti al Canale di Cento e al Po di Primaro in sinistra idraulica

BACINO PRINCIPALE SANTA BIANCA

ha 3.200

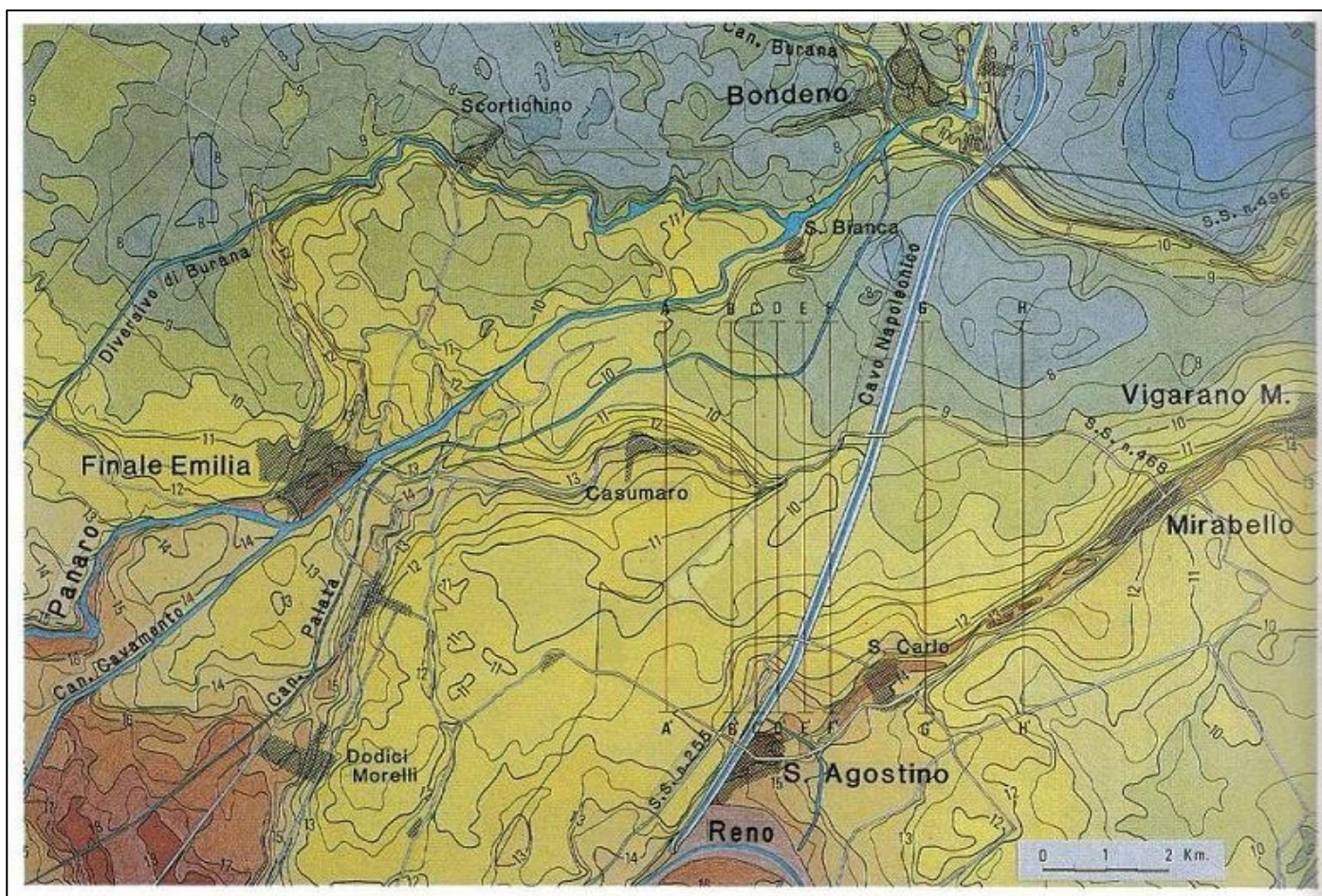
(073)

È un territorio delimitato a nord ovest dal Fiume Panaro, a nord dal paleoalveo del Po di Ferrara e a sud dal dosso di Casumaro-Argine del Castagno (che da Reno Centese va verso Mirabello, percorso dalla ex SS. 468), ad est da un tratto del fiume Reno e poi da campagne. E' attraversato dal Canale di Cento (che come collettore di acque alte serve un altro bacino), nonché dal Cavo Napoleonico. E' servito dal collettore S. Bianca, il quale si immette nel canale Emissario di Burana nel tratto tra la Botte Napoleonica e la Botte del CER; il collettore riceve sia dalle terre comprese tra gli alvei del Panaro e del CER-Cavo Napoleonico, sia da un'area a sud di Ponte Rodoni, le cui acque vengono raccolte dal Canale S. Giovanni Orientale che sottopassa in botte il CER-Cavo Napoleonico scorrendo da est a ovest.



E' minacciato da: Chiodarolo 099; Angelino 003; Savenuzza 074

Il bacino del Cond.Gen.N/Bastardo036 di fatto confina con il bac. di S.Bianca, ma ne è separato dal paleoalveo del Reno di Casumaro; si tratta di un dosso molto alto, per questa ragione non è stato incluso fra i bacini minaccianti. Il dosso di Casumaro scompare proprio tra il canale di Cento e il Cavo Napoleonico, ove sboccano il bacino Chiodarolo e l'Angelino. E' però vero che le acque del bacino del Condotto Generale Nord Bastardo potrebbero invadere questi altri bacini, dato che il Canale di Cento in questo tratto non ha argini. Di queste considerazioni si è tenuto conto nell'assegnazione dei bacini minaccianti.

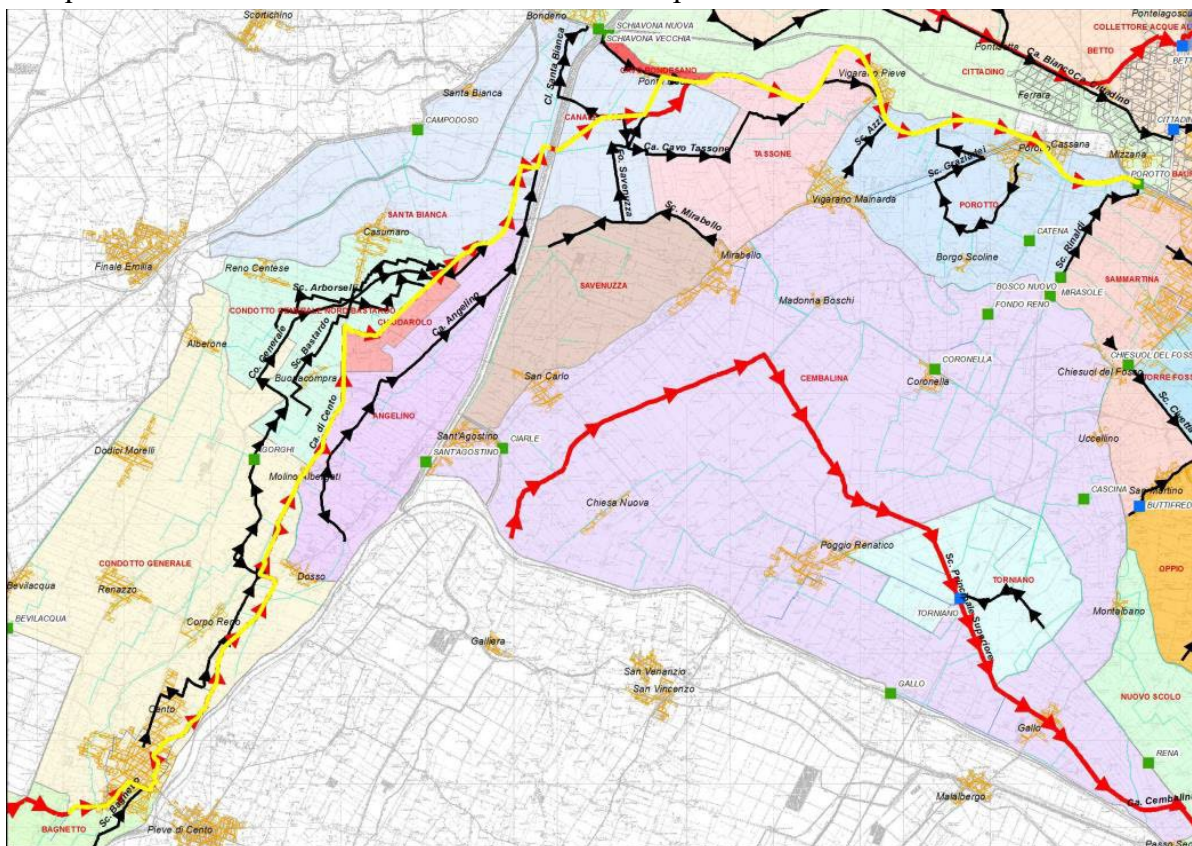


*Fig. 7bis – Microrilievo dell'area tra S. Agostino, Finale Emilia e Bondeno
(l'equidistanza delle isoipse è di m. 0,50)
da Bondesan M., Ferri R., Graziani S., 1992*

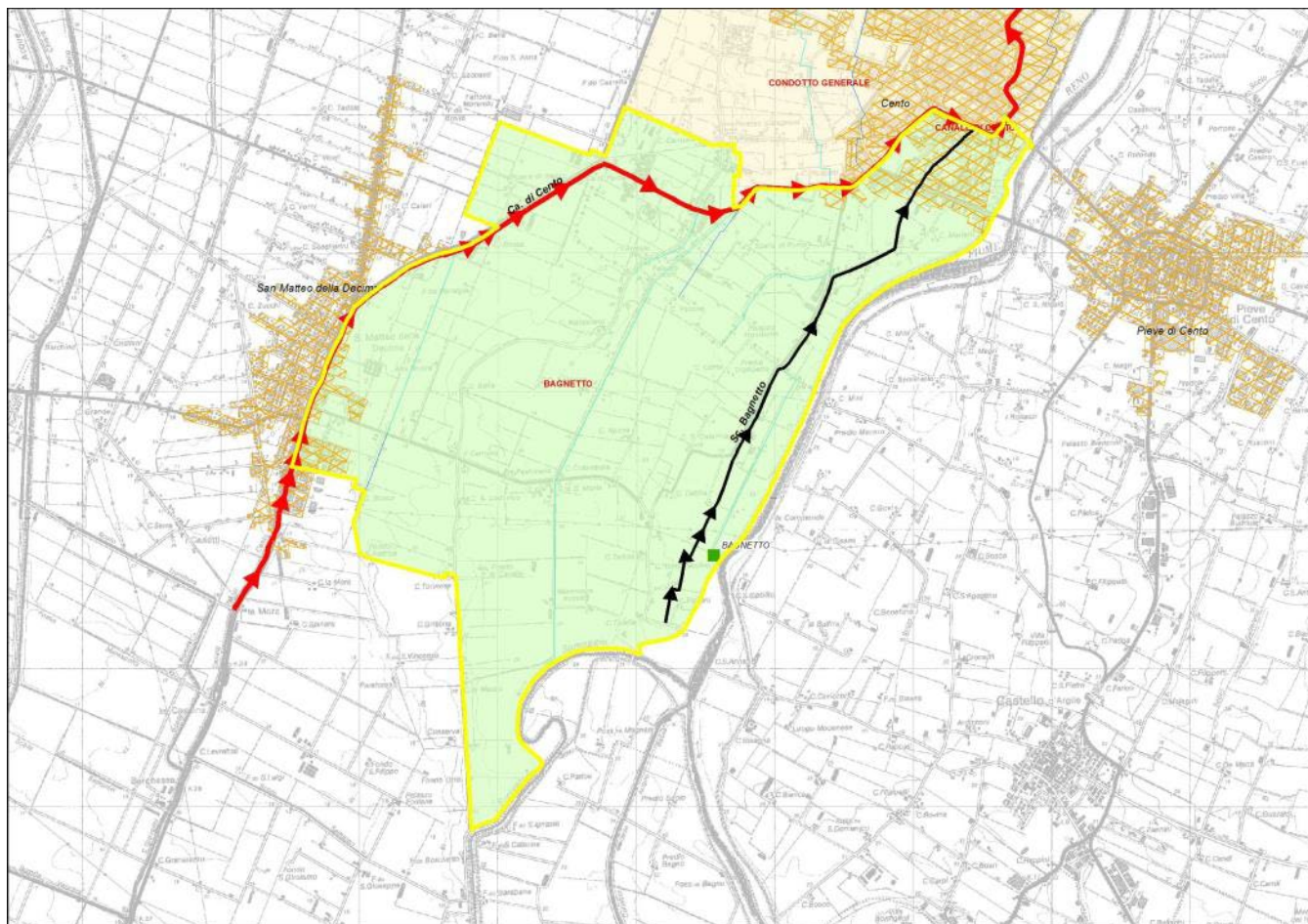
E' un vasto territorio chiuso a nord ovest dal confine del Consorzio (che coincide in parte con un dosso medievale del Reno, poi con l'argine dello scolo Salione), a nord è delimitato dal dosso di Casumaro-Argine del Castagno e a sud est dal Fiume Reno (alveo attuale e Vecchio Reno); l'unico tratto non rilevato del suo perimetro è quello a sud est di Porotto (via Pelosa). Il bacino è servito dal canale di Cento che, oltre alle acque della zona di Castelfranco Emilia (esterna al territorio provinciale e al Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara), raccoglie quelle dei seguenti sottobacini:

- Bagnetto 007
- Condotto Generale 038
- Condotto Generale Nord – Bastardo 036
- Chiodarolo 099
- Angelino 003
- Savenuzza 074
- Cavo Bondesano 098
- Tassone 077
- Porotto 064

Il sistema idraulico di scolo comprensivo di bacini e sottobacini è costituito dalla sopra citata numerosa serie di sottobacini, che afferiscono ad un'area sottile compresa fra le arginature del canale di Cento. Quest'ultima area, essendo poco significativa ai fini di questo studio del territorio, non sarà considerata nell'analisi comparativa fra bacini e sottobacini in merito alla difesa idraulica. Per questa sottile area verrà assunto il valore medio pesato dell'indice di difesa dei suoi sottobacini.



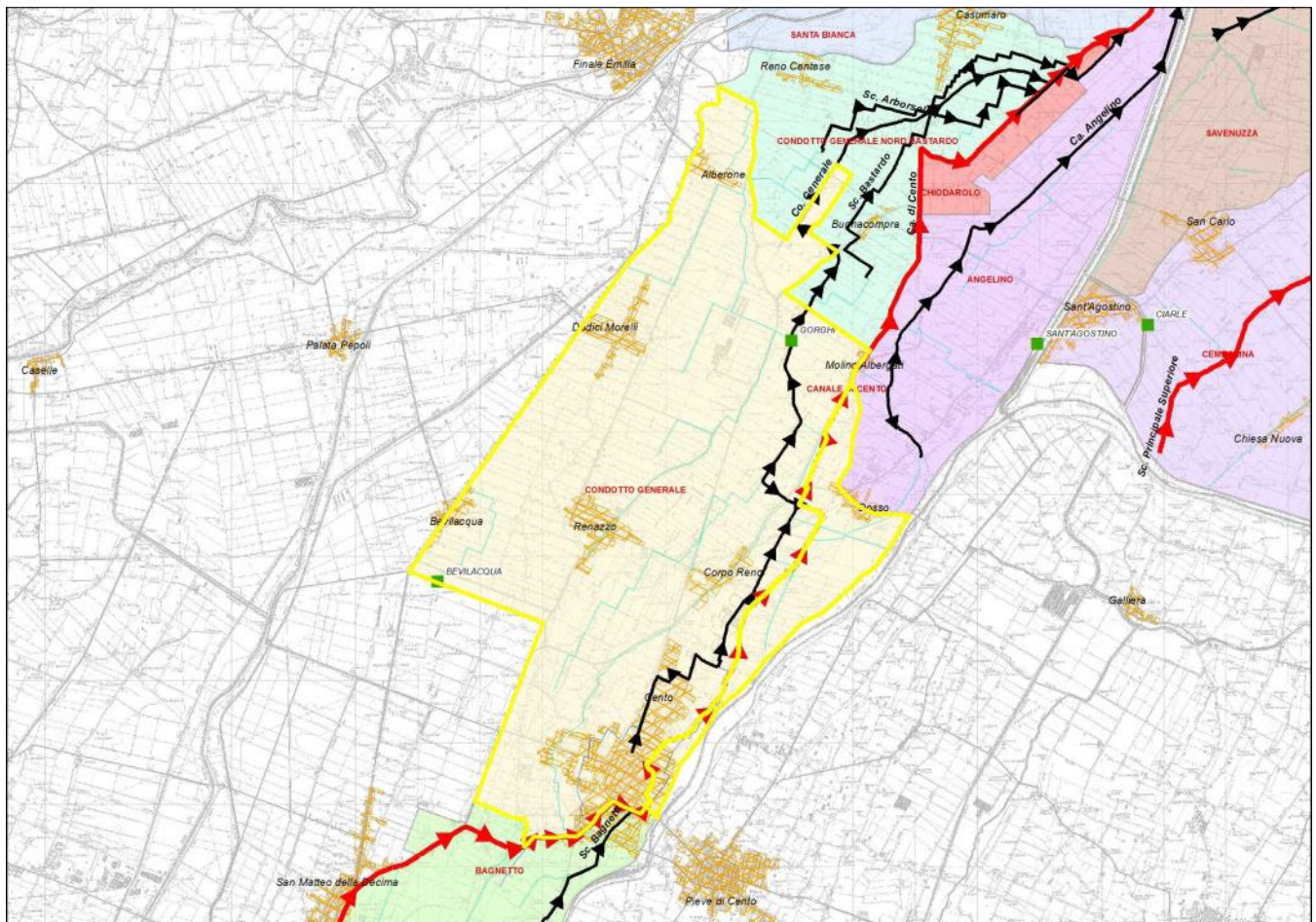
Interessa l'area fra S. Matteo della Decima, il Samoggia, il Reno e Cento. L'area è situata per la maggior parte fuori dalla Provincia di Ferrara e scola a gravità nel canale di Cento in destra idraulica.



E' minacciato da: nessuno

Vasta area confinata a ovest dal un dosso medievale del Reno e dall'argine dello scolo Salione e a est dall'argine del Fiume Reno, comprende la città di Cento e le Partecipanze; è servita da vari canali, fra i quali il condotto Generale è il maggiore, scolanti a gravità nel canale di Cento,

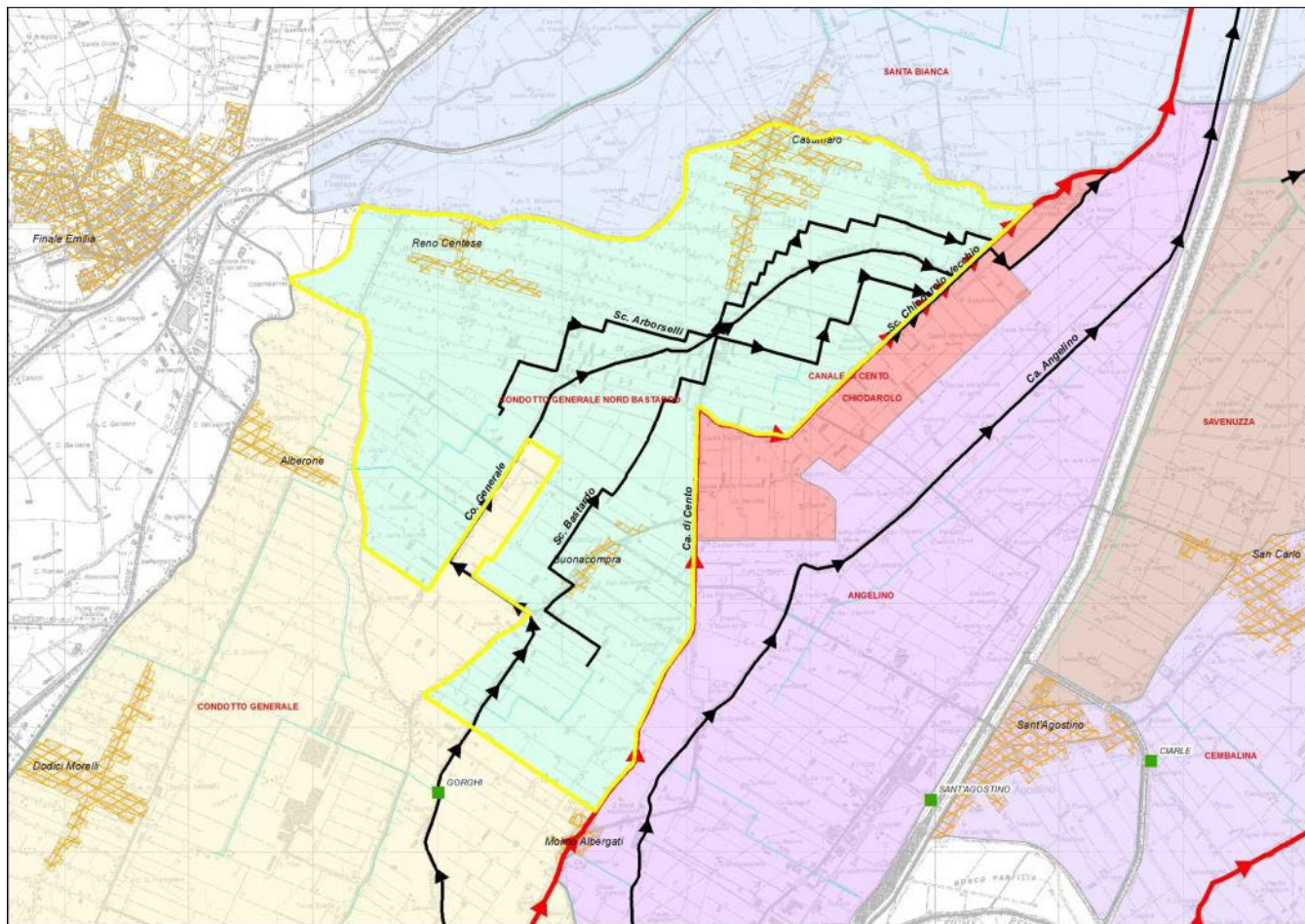
Si tratta di un'area fra le più alte del Consorzio. Le pendenze del terreno sono orientate da ovest a est.



E' minacciato da: Bagnetto 007

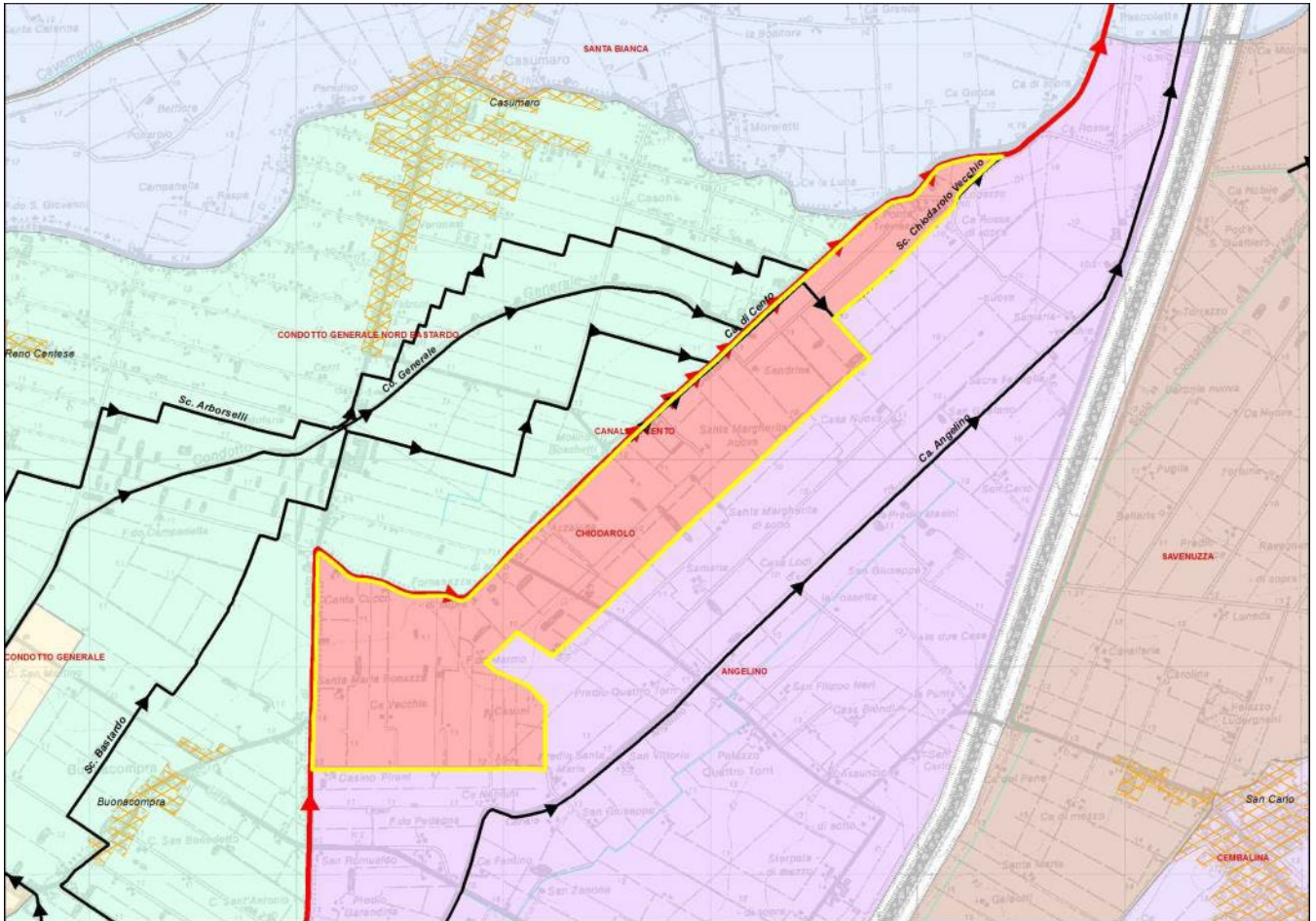
SB. DI I LIV. CONDOTTO GENERALE NORD – BASTARDO ha 1.377 (036)

Interessa l'area a sud del dosso di Casumaro; versa nel canale di Cento tramite lo scolo Bastardo e lo scolo Arborselli.



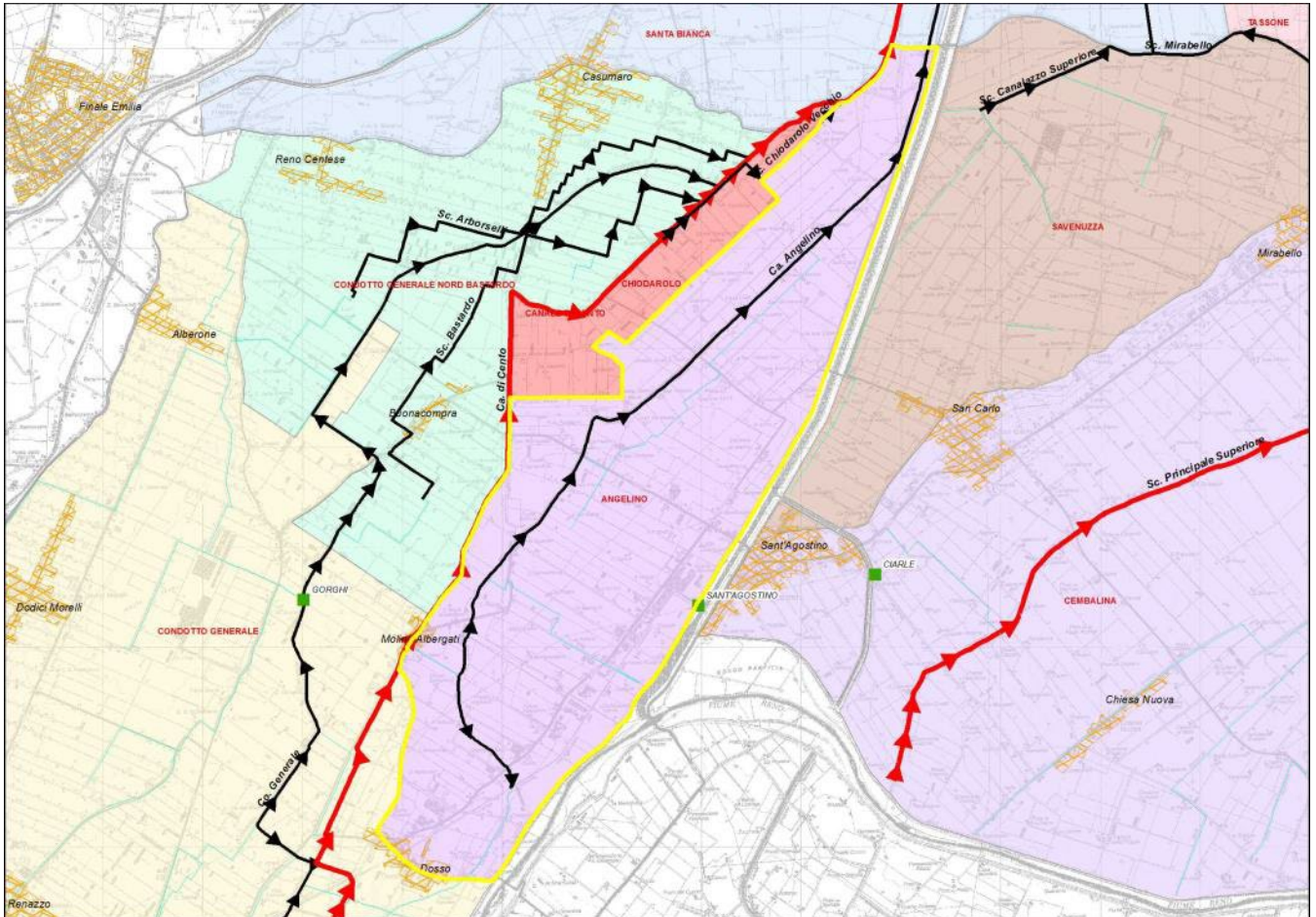
E' minacciato da: Condotto Generale 038

Piccola area in destra idraulica del canale di Cento, che vi scola tramite lo scolo Chiodarolo Vecchio.



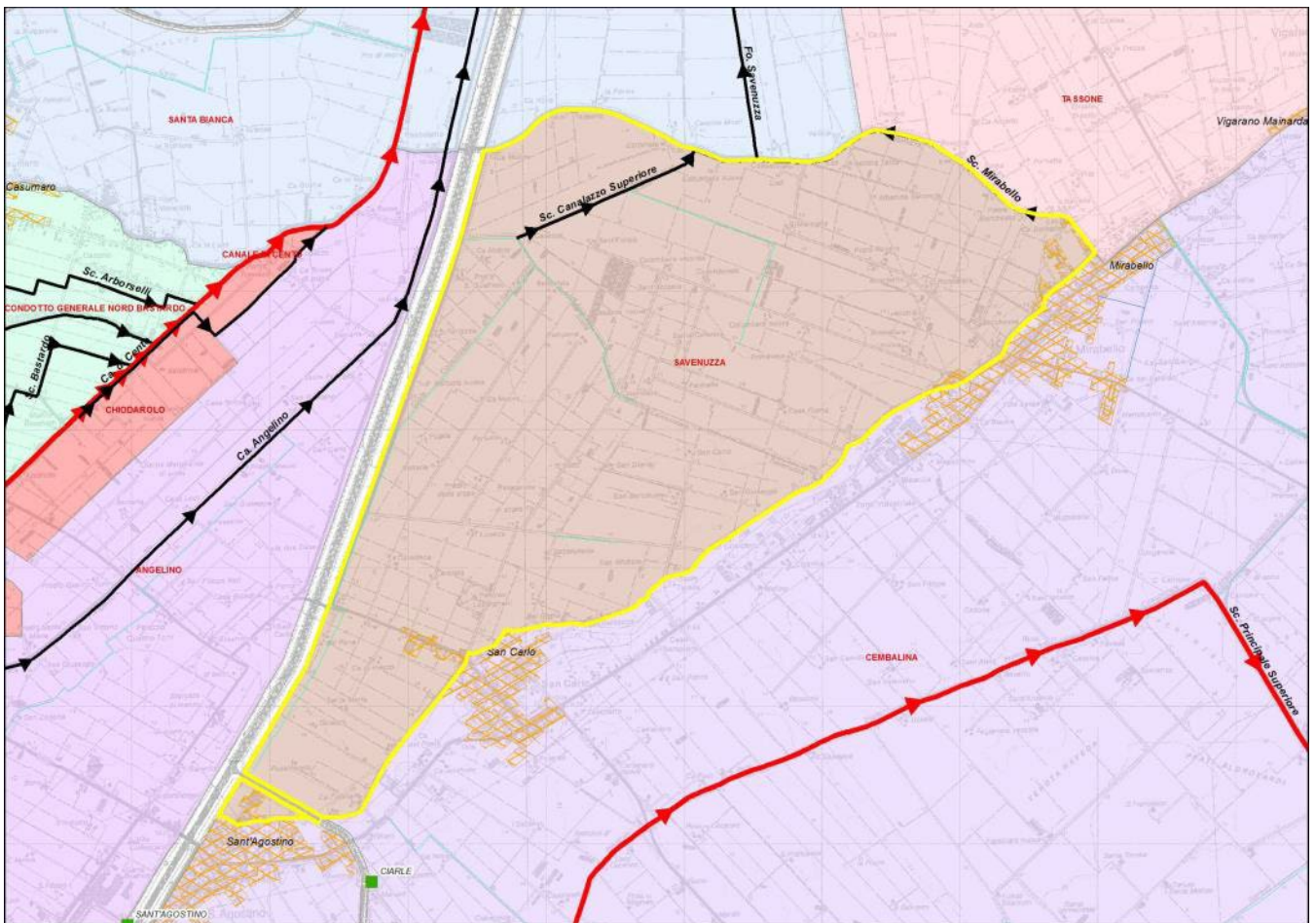
E' minacciato da: Angelino 003; Condotto Generale Nord Bastardo 036

Si estende nei comuni di Cento e S. Agostino, a ovest del CER-Cavo Napoleonico; le acque sono raccolte dal canale Angelino che le conferisce a gravità al canale di Cento poco prima della botte sotto il CER-Cavo Napoleonico.



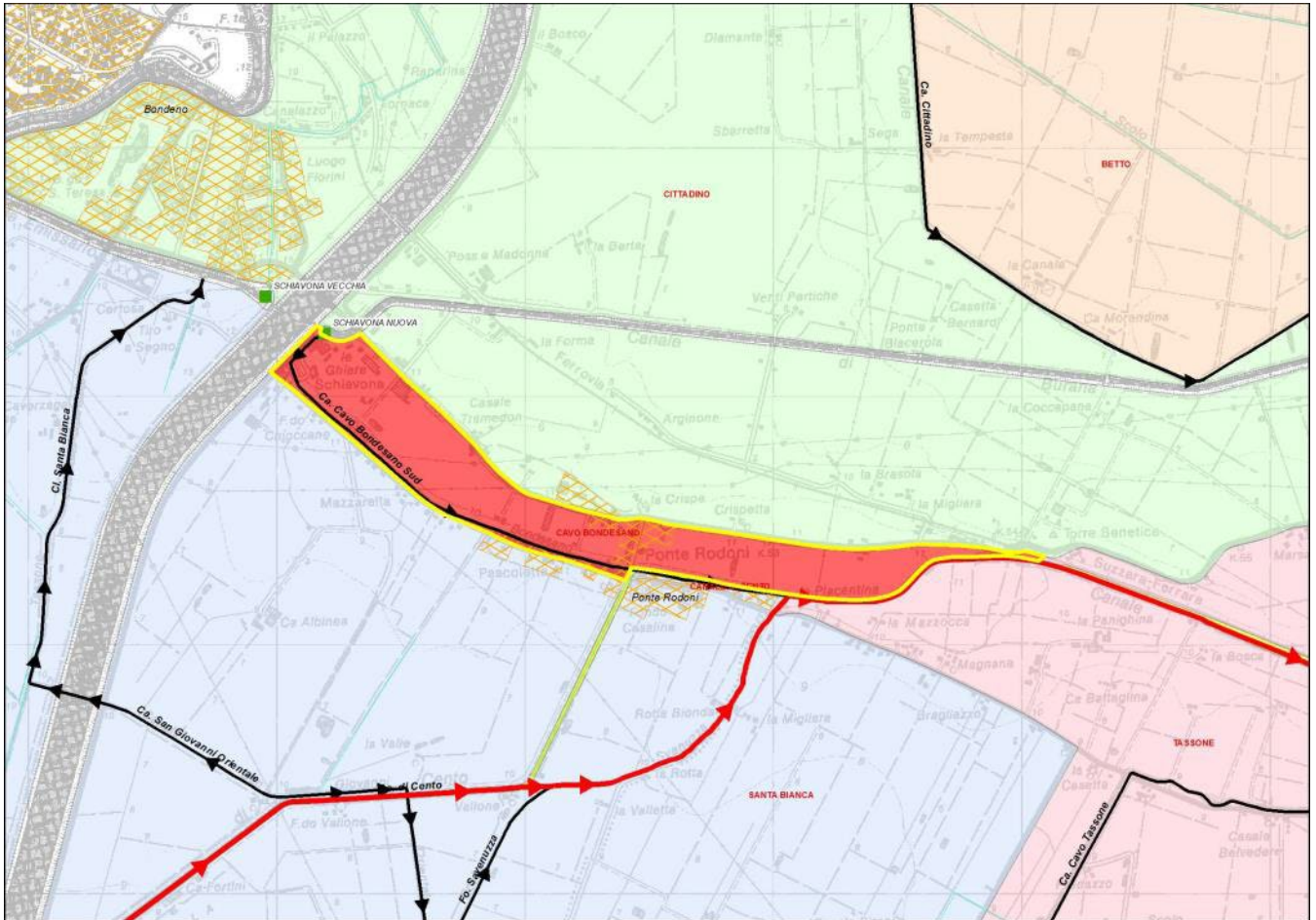
E' minacciato da: Condotto Generale 038; Condotto Generale Nord Bastardo 036; Chiodarolo 099

È un'area triangolare compresa tra il CER-Cavo Napoleonico, il dosso del Vecchio Reno (tra S. Agostino e Mirabello) e l'Argine del Castagno (che più che un argine attualmente rappresenta un gradino, con terreni più elevati a sud - colmata - che a nord); le acque sono raccolte dai canali scolo Canalazzo Superiore e scolo Mirabello e portate a confluire nella fossa Savenuzza, che le conferisce a gravità al canale di Cento, in destra idraulica.



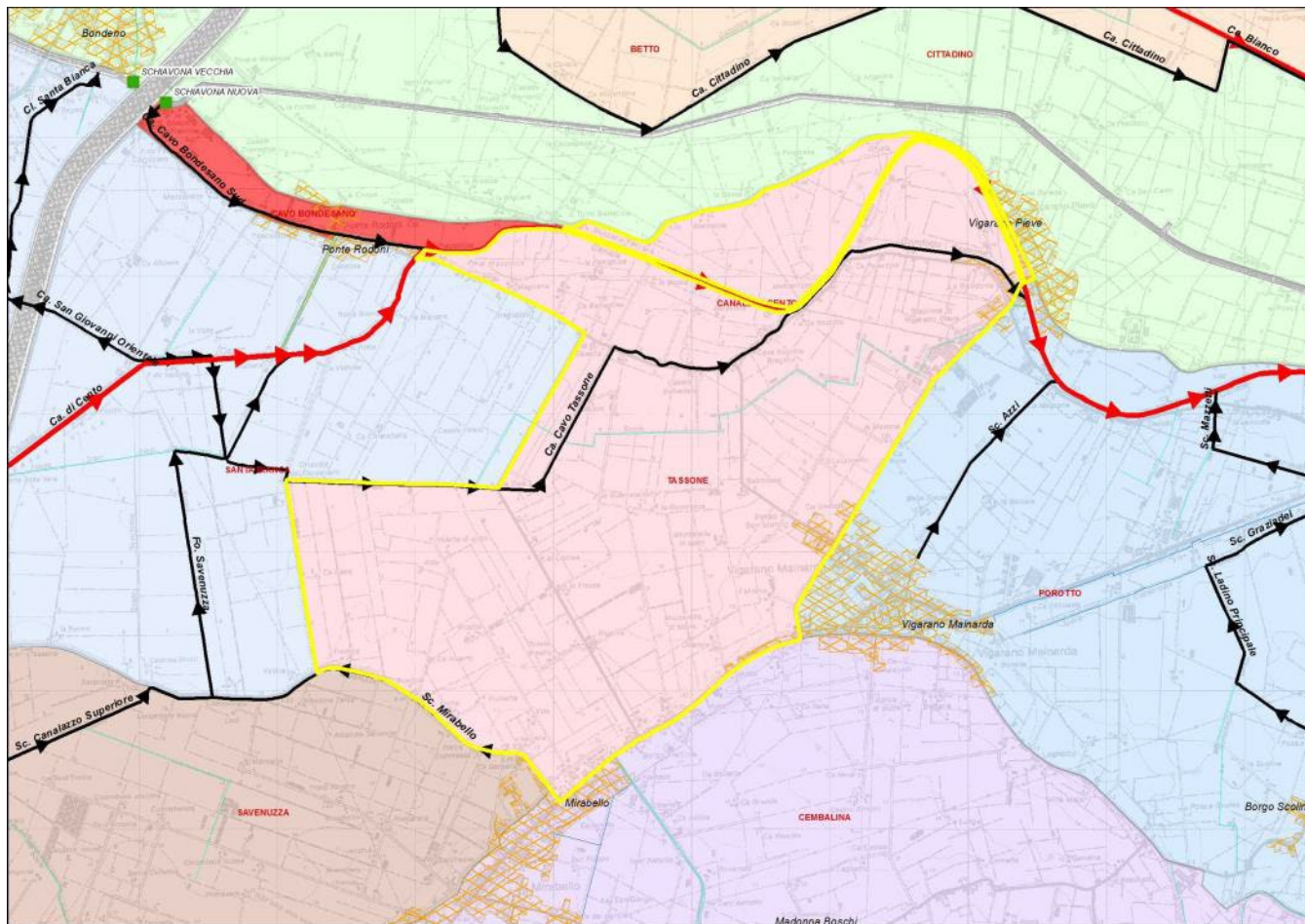
E' minacciato da: nessuno

Occupa un settore del paleoalveo del Po di Ferrara in corrispondenza dell'abitato di Ponte Rodoni con una superficie di soli 68 ha, a ridosso della strada Ferrara – Bondeno: scola verso est per mezzo del cavo Bondesano, che si immette nel canale di Cento Abbandonato, che poi affluisce nel canale di Cento in sinistra idraulica.

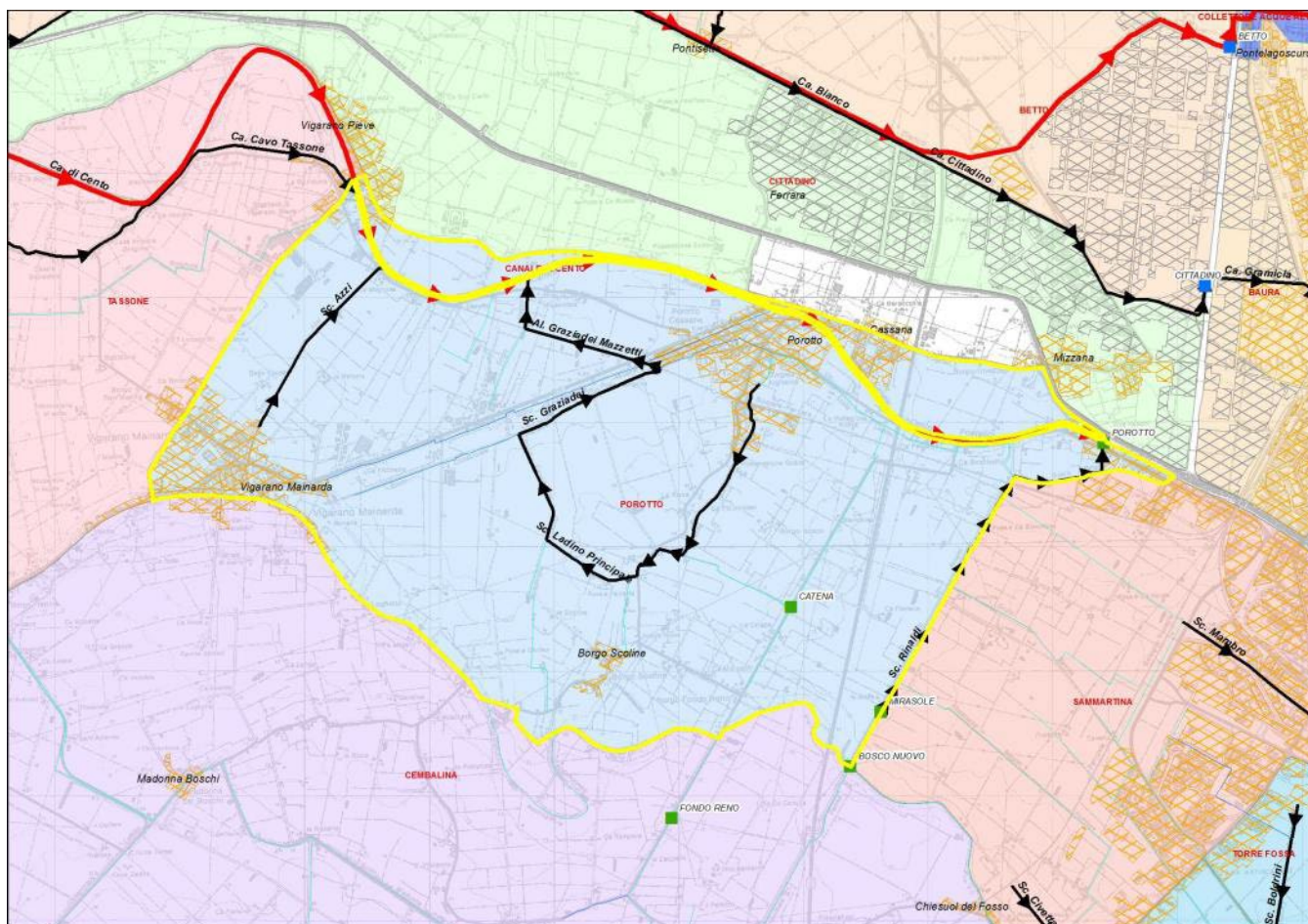


E' minacciato da: nessuno

E' minacciato da: Santa Bianca 073; Savenuzza 074

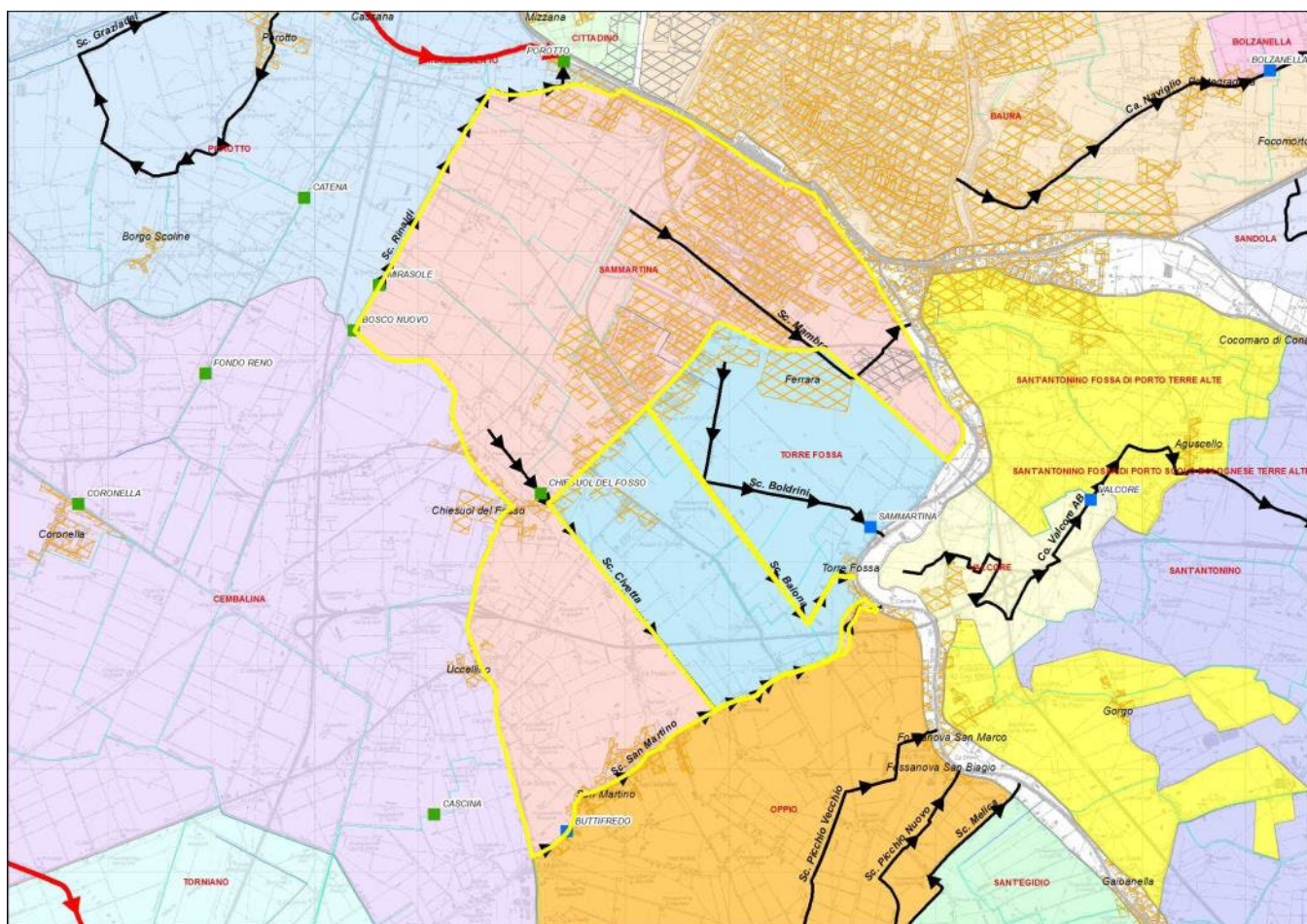


E' limitato a nord dal dosso del Po di Ferrara e a sud dal paleoalveo del Vecchio Reno, ed è attraversato dal paleoalveo dell'allacciante di Reno Vigarano-Porotto; le acque sono raccolte dallo scolo Rinaldi che le conferisce a gravità al canale di Cento.



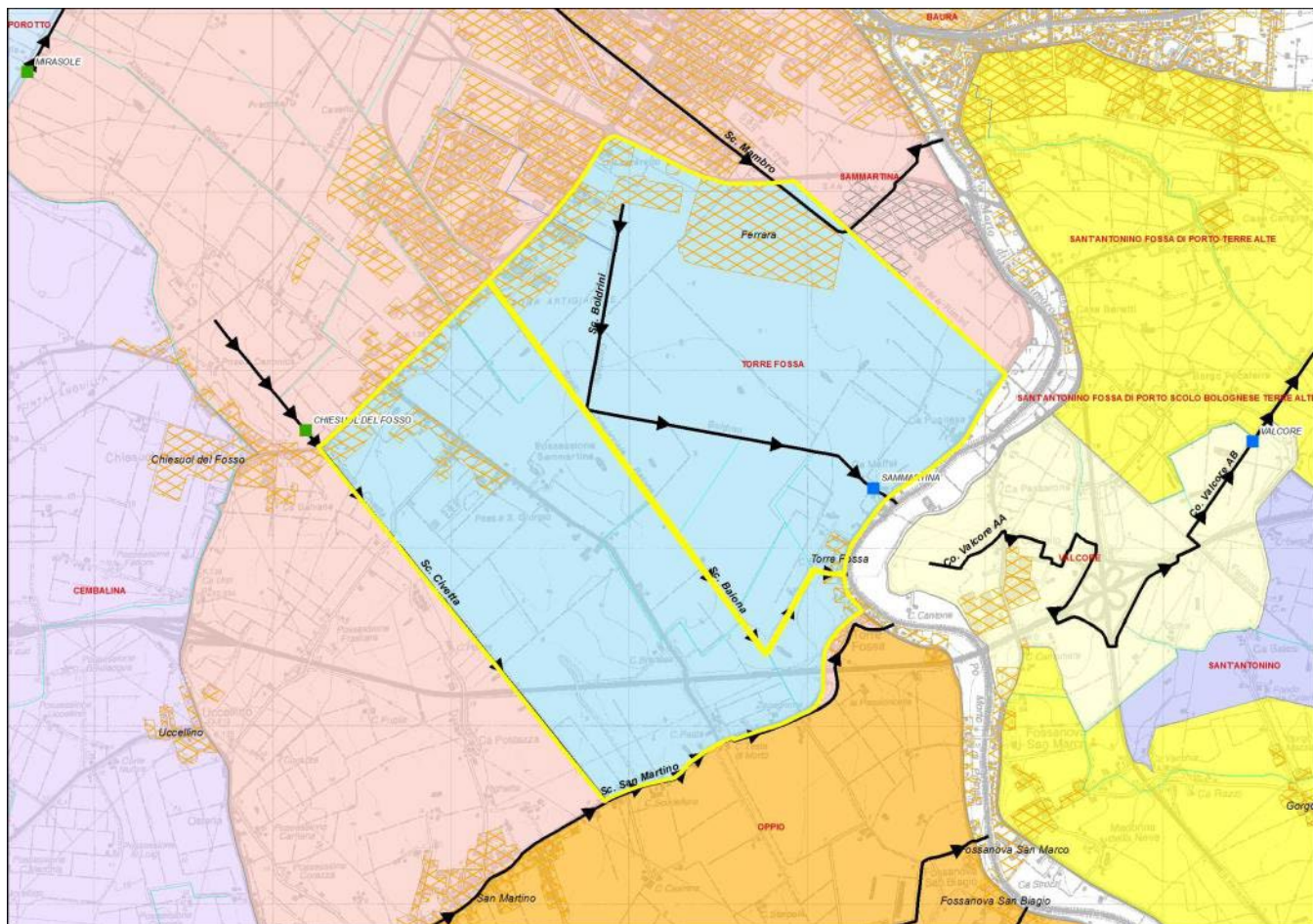
E' minacciato da: Tassone 077

Comprende i terreni più alti della zona della periferia sud di Ferrara serviti dallo scolo Mambro, dallo scolo Baiona e dal sistema scolo Civetta - canale S. Martino, tutti scolanti a gravità nel Po di Primaro. Nel bacino è presente il piccolo Impianto Idrovoro Buttifredo (35 l/s), con azione di presollevaramento per una piccola area tra S. Martino e Bastia, le cui acque sono riversate nel canale S. Martino che le conferisce infine al Po di Primaro.



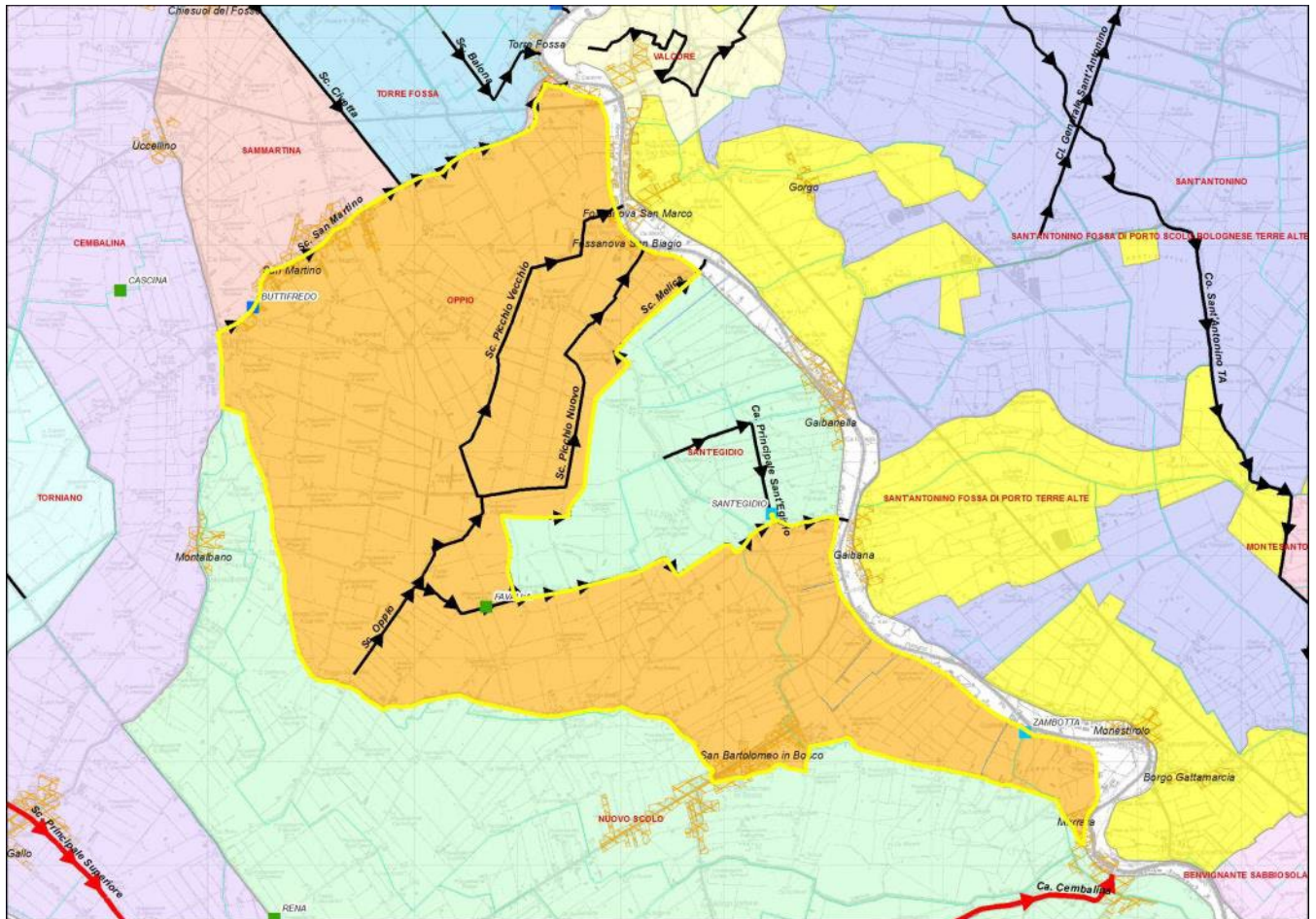
E' minacciato da: Porotto 064

Comprende i terreni più bassi della zona della periferia sud di Ferrara (ex palude della Sammartina), serviti dai canali scolo Boldrini e scolo Baiona, le cui acque vengono riversate nel Po di Primaro.



E' minacciato da: Sammartina 067

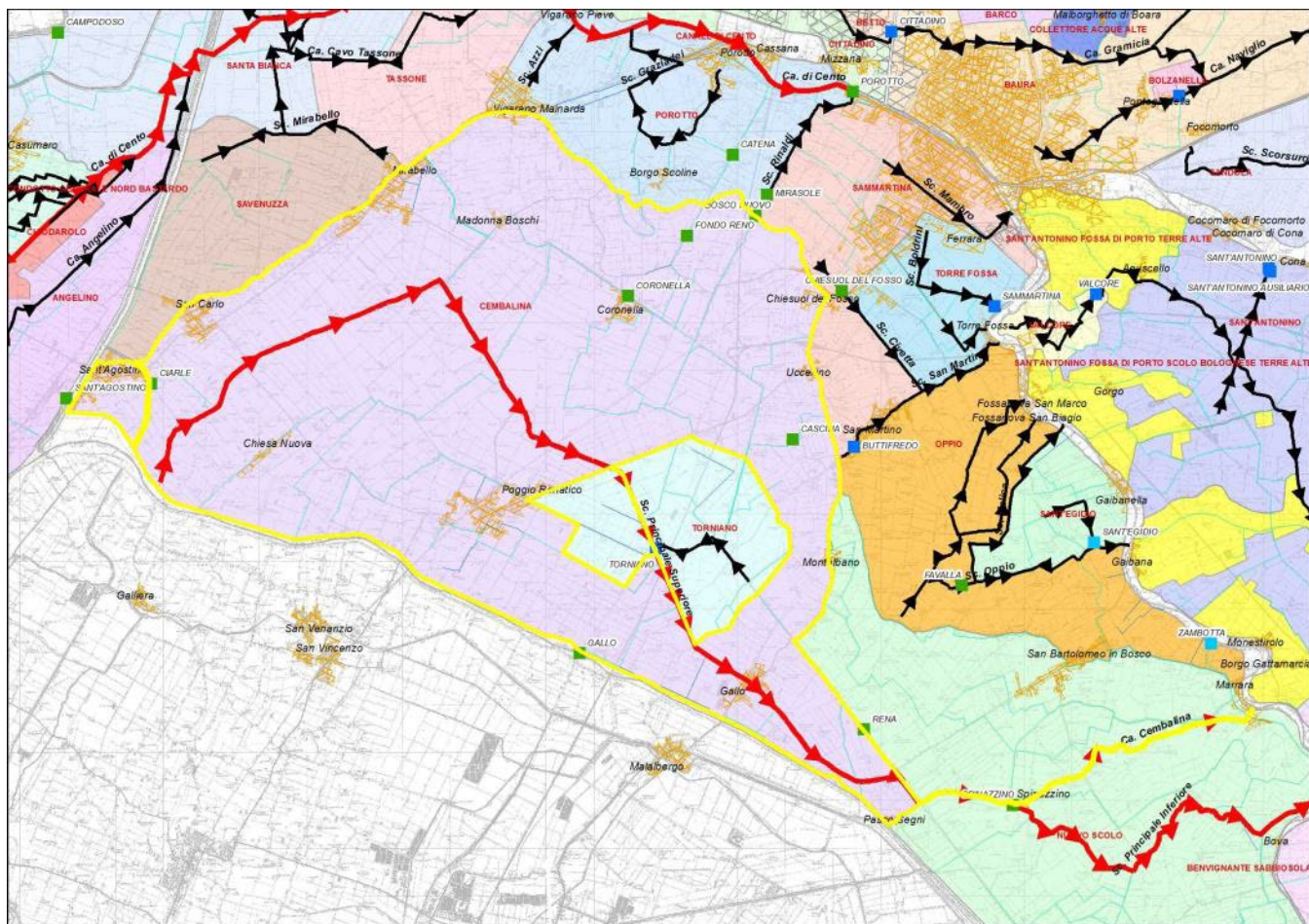
Si estende tra il Po di Primaro (paleoalveo dossivo del Po), l'argine Sammartina (S.Martino) e lo scolo Riazzo Cervella (paleoalveo dossivo del Reno), e comprende il sottobacino di I liv. S. Egidio



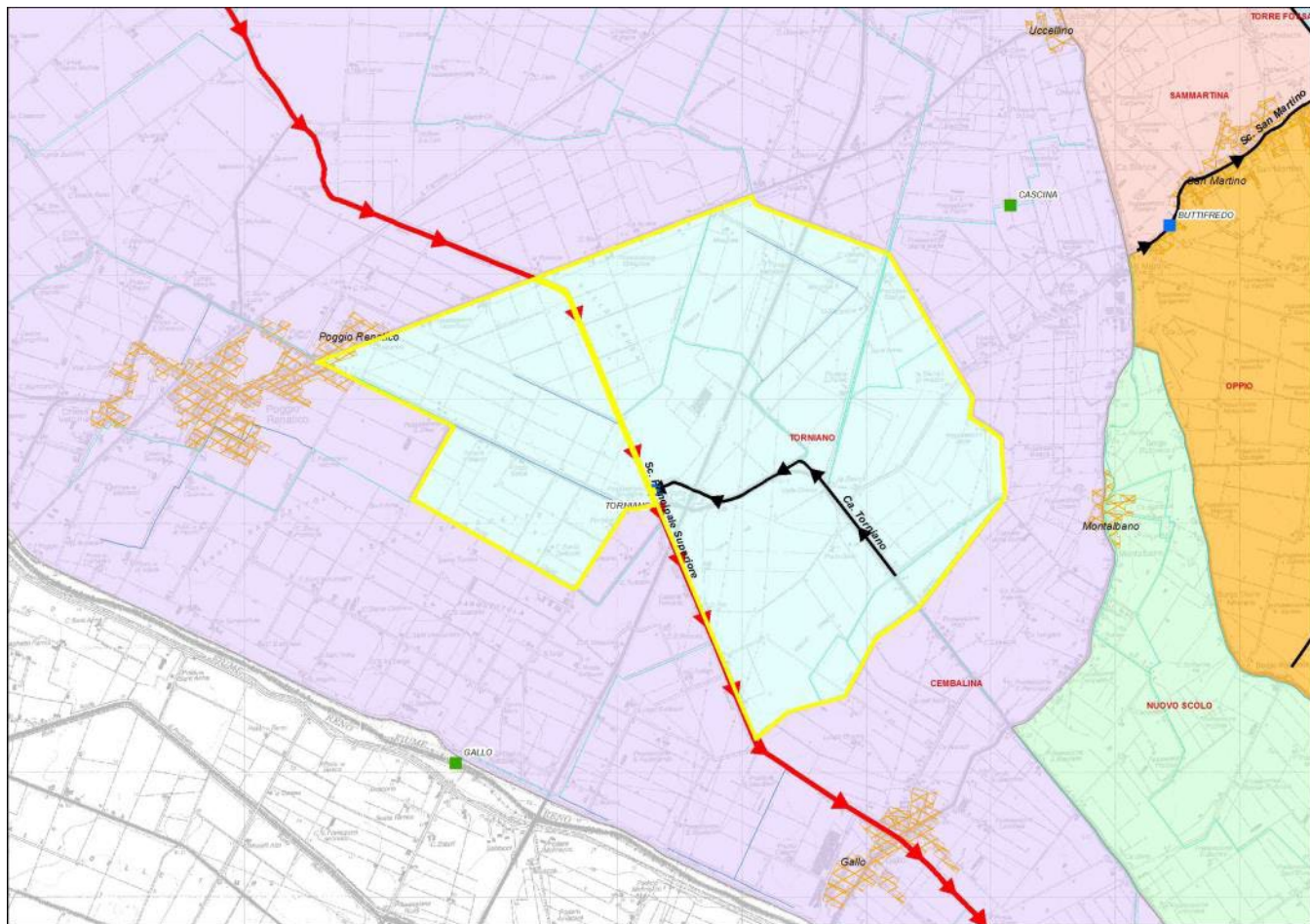
The map shows the proposed railway route from Fossanova to Sant'Agidino. The route is highlighted in yellow and black arrows. Key locations along the route include Fossanova, Sant'Agidino, and the surrounding countryside. The map also shows the location of the Fossanova-Sant'Agidino railway station, which is marked with a green dot. The route is shown in a yellow line, and the surrounding area is colored in shades of green and brown. The map includes various labels for towns and landmarks, such as Fossanova, Sant'Agidino, and the surrounding countryside. The route is shown in a yellow line, and the surrounding area is colored in shades of green and brown. The map includes various labels for towns and landmarks, such as Fossanova, Sant'Agidino, and the surrounding countryside.

E' minacciato da: nessuno

Interessa tutti i terreni bassi compresi tra S. Agostino, Mirabello, Vigarano Mainarda, Chiesuol del Fosso, San Martino, Montalbano e Gallo. Il perimetro è tutto rilevato, essendo costituito dai palealvei dossivi del Reno Vecchio, dal corso attuale del Reno e dall'Argine Ganzanini (vecchio argine corre in direzione nord ovest - sud est, parallelo al confine tra i comuni di Ferrara e Poggio Renatico). Le acque sono raccolte dallo scolo Principale Superiore e convogliate poi dal canale Cembalina il quale le conferisce a gravità al Po di Primaro. Comprende il sottobacino di I livello Torniano.



Comprende i terreni più depressi delle ex Valli del Poggio, le cui acque sono scaricate nello scolo Principale Superiore dall'Impianto Idrovoro Torniano (portata 4,2 m³/s).



E' minacciato da: Rest.Cembalina 032 (terreni circostanti)

REST.CEMBALINA (032)

E' minacciato da: nessuno

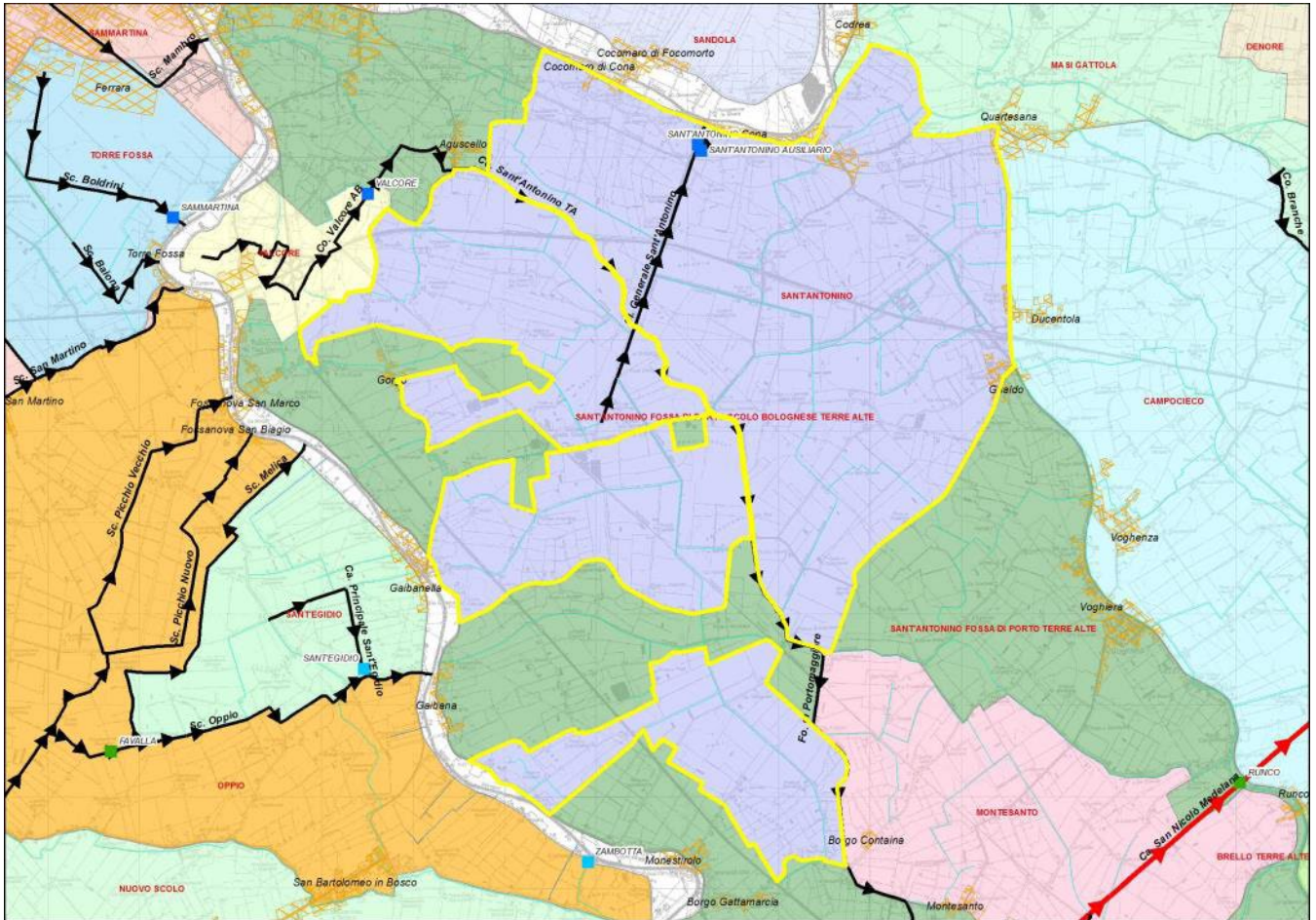
6.2.4 Aree afferenti al Po di Volano in destra idraulica

BACINO PRINCIPALE S. ANTONINO

ha 3.564

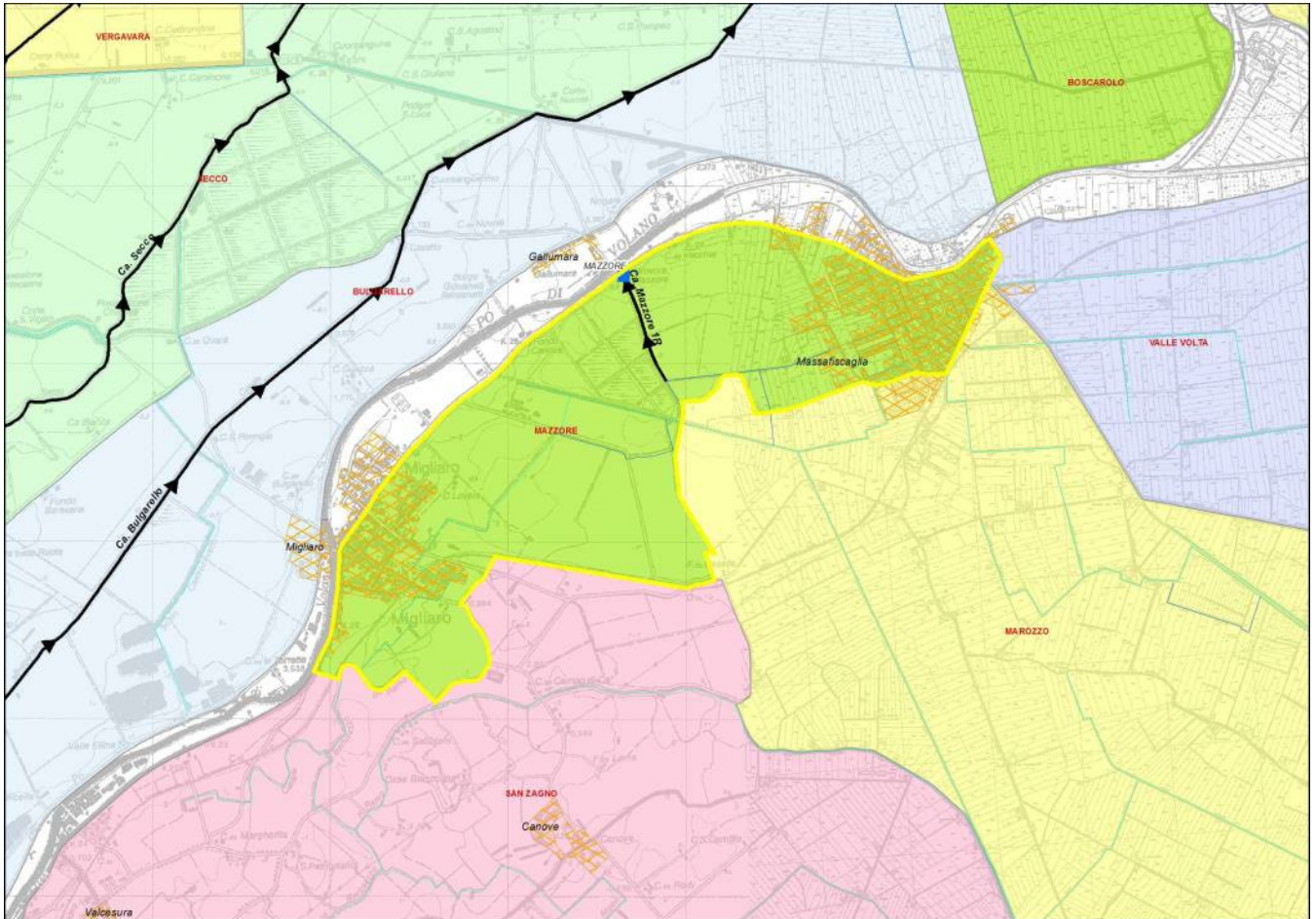
(070)

Comprende un ampio settore di terre basse a sud est di Ferrara. Scola a nord nel Po di Volano (ansa di Cona) tramite l'importante Impianto Idrovoro di S. Antonino.



E' minacciato da: Valcore 083; Masi Gattola 109; Montesanto 058; Rest.S.Antonino Fossa di Porto Scolo Bolognese Terre Alte 105.

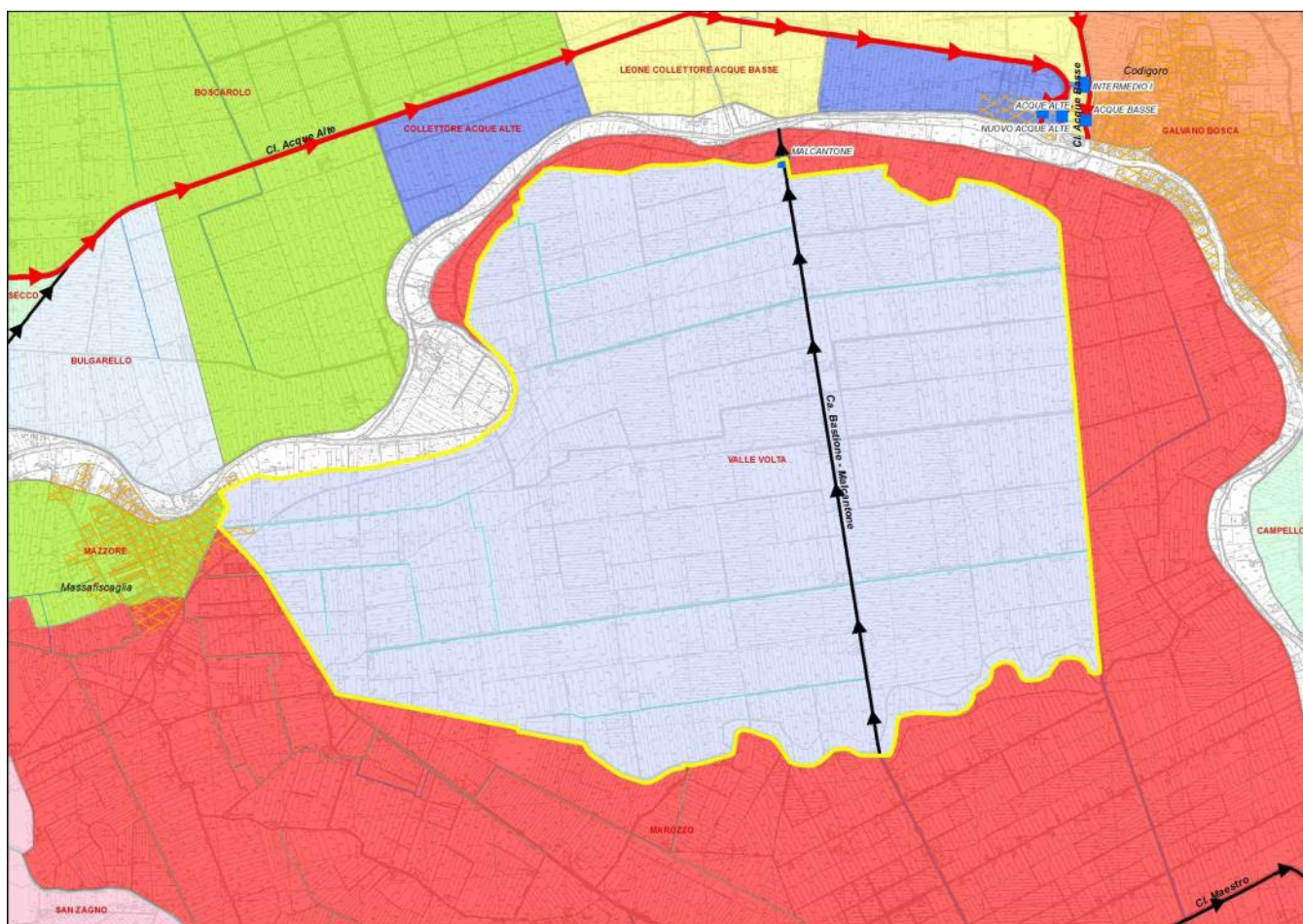
E' un piccolo bacino a sud del Po di Volano, tra Migliaro e Massafiscaglia, le cui acque sono avviate all'Impianto Idrovoro Mazzore (portata 1,4 m³/s) che le scarica nel Po di Volano.



E' minacciato da: Rest.Marozzo 051

(confina anche con il sottobacino S. Zagno, ma in corrispondenza di una parte rilevata. La parte più depressa è in corrispondenza con il confine con il Bacino Marozzo)

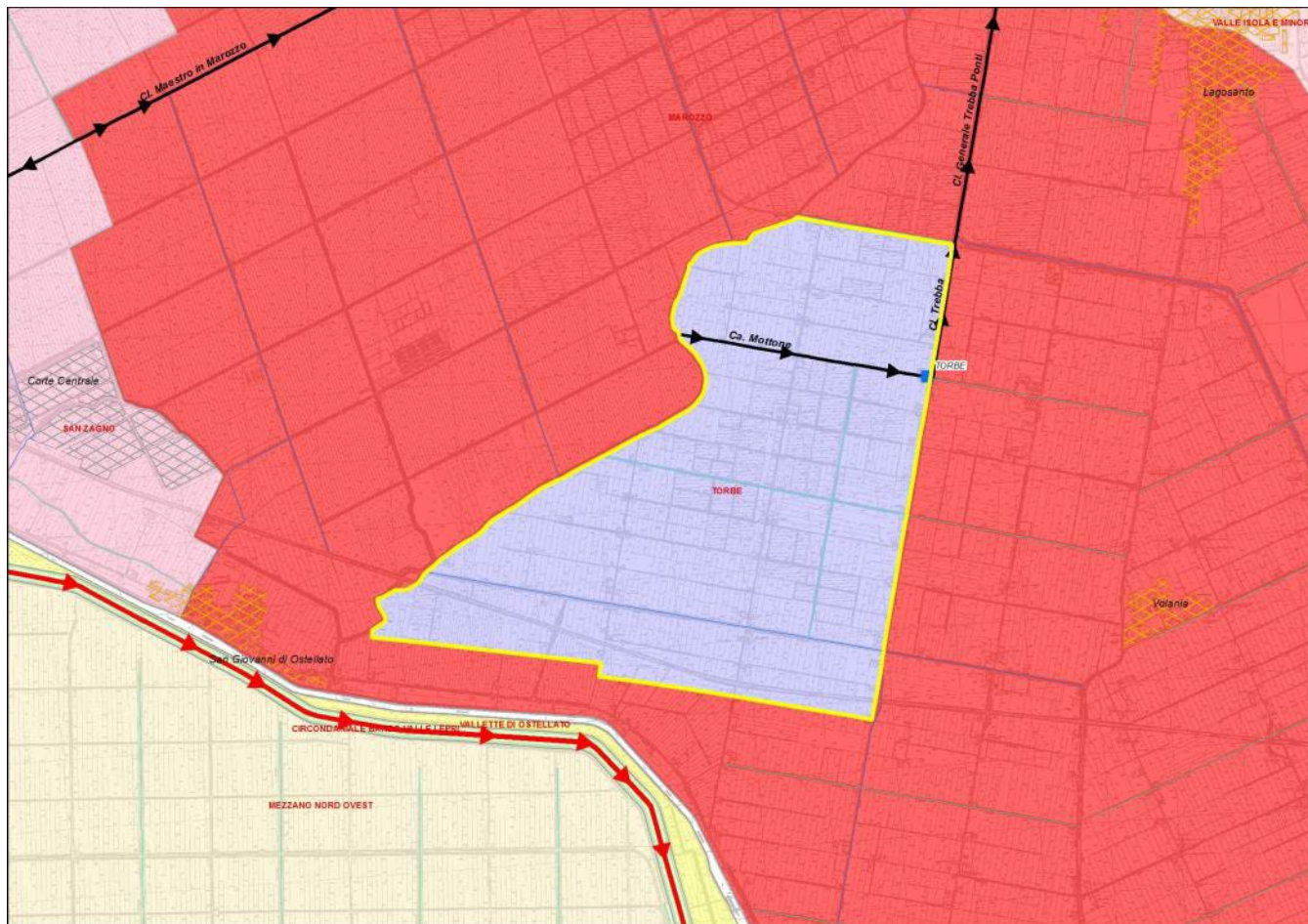
E' la parte settentrionale dell'antica Valle della Massa, bonificata assieme alle Gallare alla nascita dell'Impianto Idrovoro Vecchio Marozzo, che è poi stata resa indipendente con la costruzione dell'Impianto Idrovoro Malcantone (4,8 mc/s). La depressione è compresa tra il Po di Volano e il paleoalveo della Corba (divenuto poi sede dell'argine Zappelli).



E' minacciato da: Marozzo 051 (lato orientale - attraverso il canale Pietra Superiore)

233

E' la parte più depressa della ex Valle Trebba, le cui acque fanno capo all'Impianto Idrovoro di presollievo Torbe (2 m³/s).

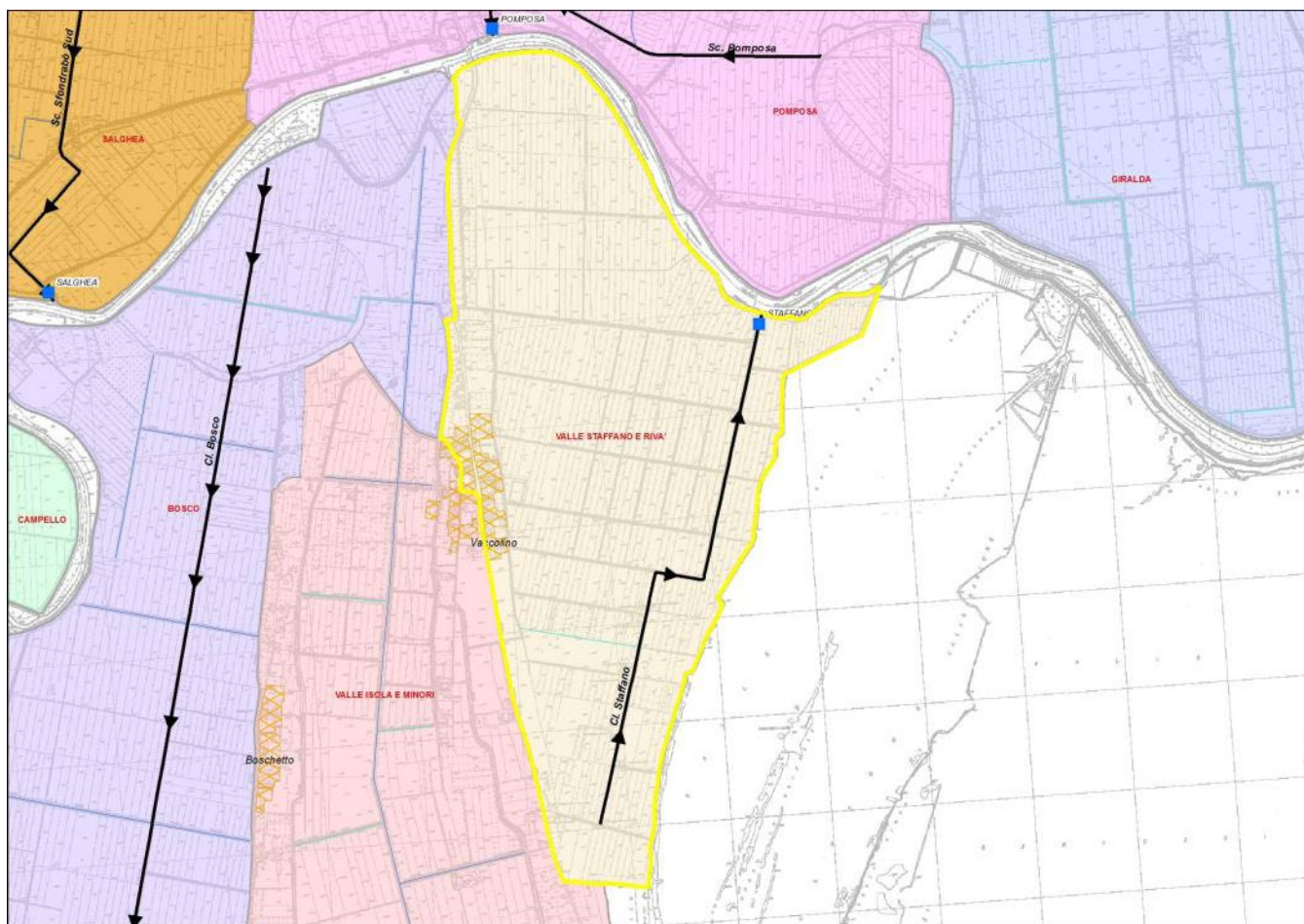


E' minacciato da: Rest.Marozzo 051

REST.MAROZZO (051)

E' minacciato da: Valle Volta 087 (lato orientale - attraverso il canale Pietra Superiore); Valle Isola e Minori 084 (minacciata prevalentemente la Valle Ponti, tramite la parte nord dell'ex canale Marozzo); San Zagno 068.

Il bacino coincide con una piccola bonifica che ha interessato la parte più occidentale della Valle Nuova; di forma triangolare, compresa tra il cordone della Via Romea, il Po di Volano e l'argine della valle. Le sue acque fanno capo ad un Impianto Idrovoro (1 mc/s) che le scarica nel Po di Volano.



E' minacciato da: nessuno

6.2.5 Aree afferenti al canale Navigabile Migliarino Porto Garibaldi

BACINO PRINCIPALE VALLE ISOLA E MINORI ha 7.257 (084)

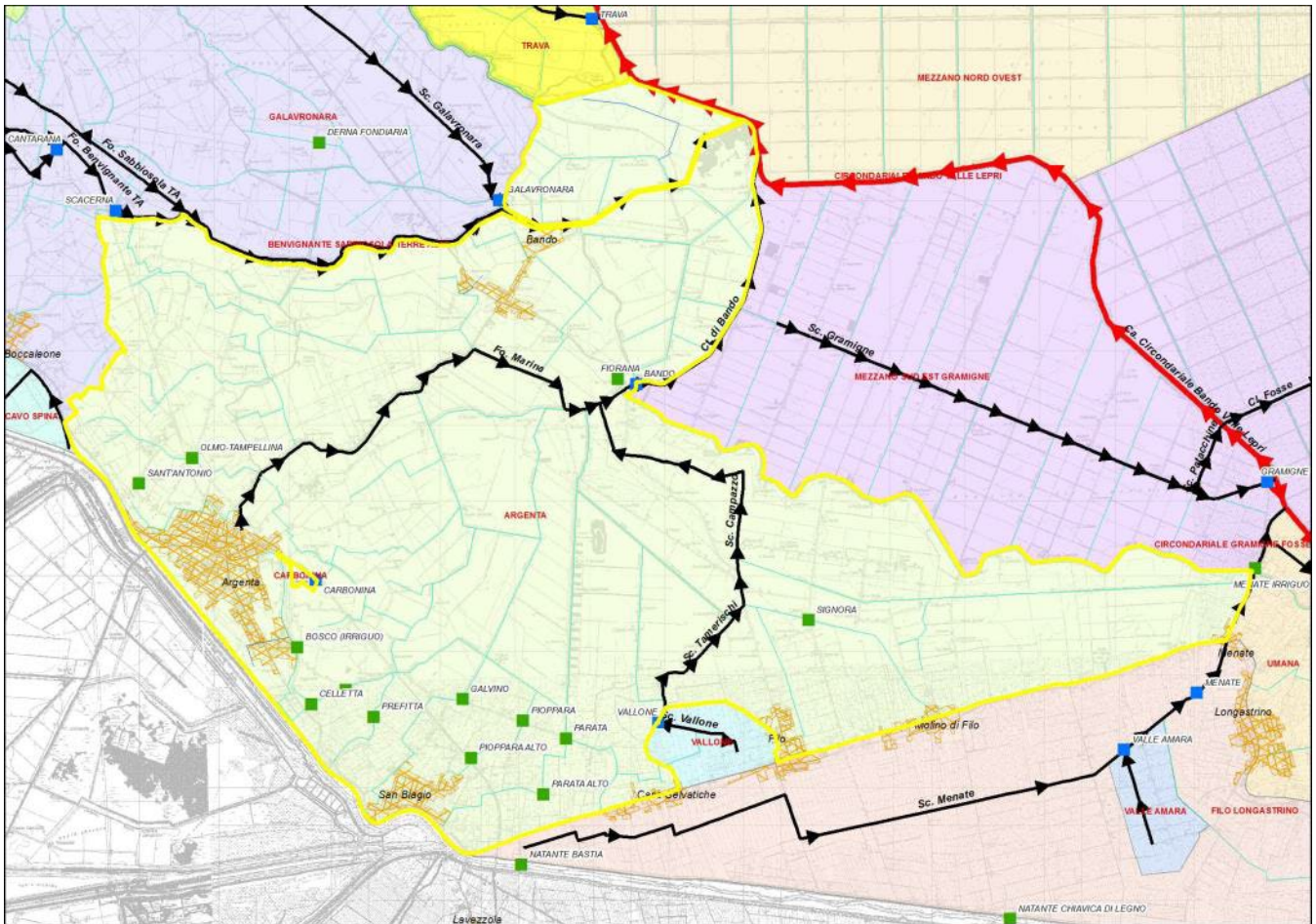
E' un vasto bacino che comprende le aree bonificate denominate Valle Isola e Valli Basse di San Giuseppe, e si estende fino al litorale. Le acque scolano prevalentemente da est a ovest (per quanto riguarda la fascia litorale, che è la più alta) e da nord a sud (per la restante area più interna), facendo capo all'Impianto Idrovoro Guagnino (13,3 m³/s), che le conferisce al canale Navigabile. Recentemente sono stati realizzati altri due impianti idrovori: a nord, l'impianto Taglio Nuovo (1,8 mc/s), che in caso di emergenza può sollevare le acque provenienti da est (dal collettore Taglio Nuovo) portandole nel canale Gronda Bosco Eliceo, questo prosegue verso sud fino al nuovo Impianto Idrovoro Collinara (2,8 mc/s) che le solleva a sua volta per scaricarle nella Valle Molino, in comunicazione con il canale Navigabile Migliarino Porto Garibaldi.



(084)

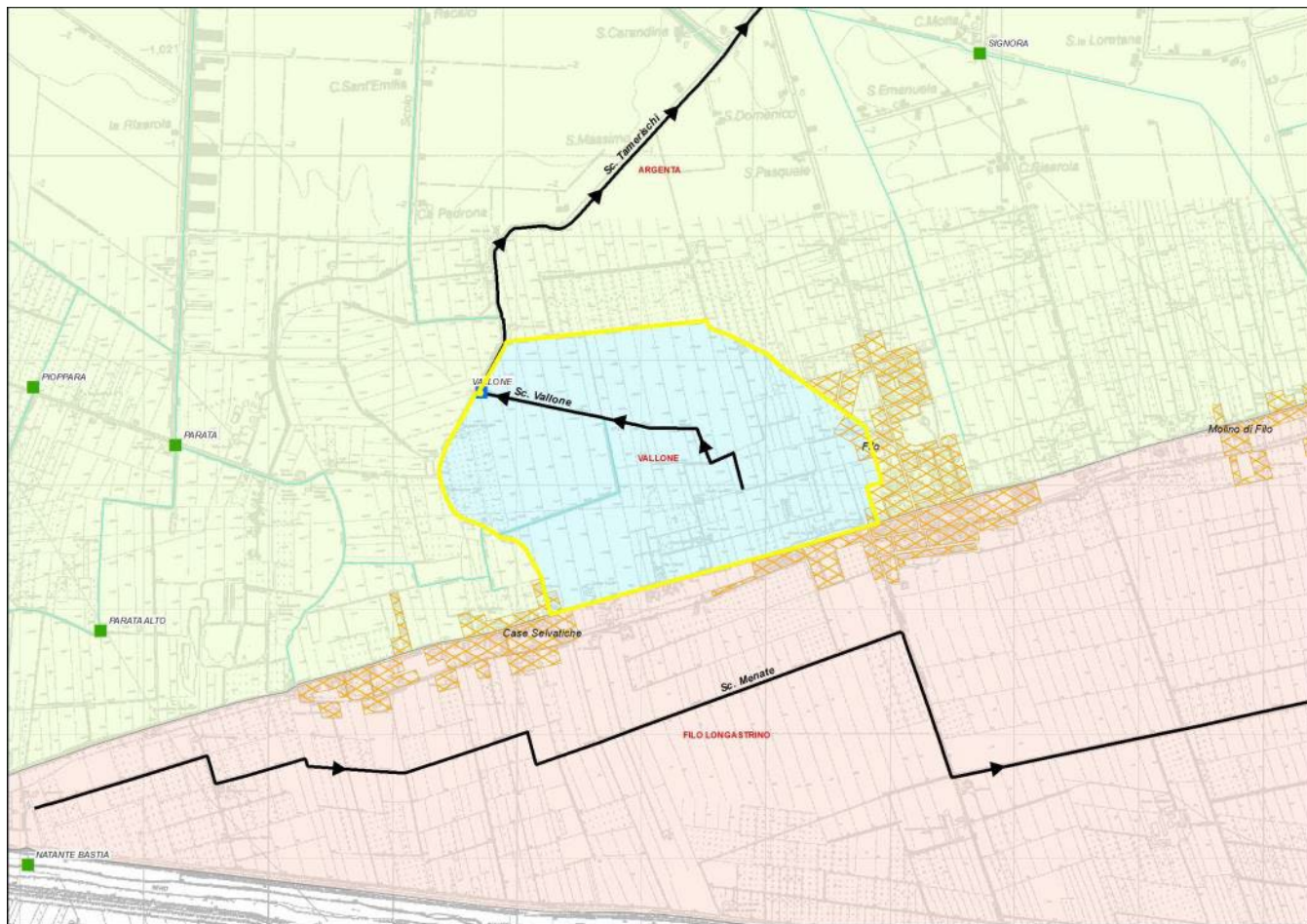
237

A sud è protetta dall'argine del vecchio Reno (ex Po di Primaro), a ovest i terreni presentano altimetria maggiore, a nord e ad est è in gran parte chiusa dal dosso del paleoalveo che va dalla Fiorana a Longastrino. Le acque vengono raccolte dalla fossa Marina e sollevate dall'Impianto Idrovoro di Bando (18 m³/s), che le riversa nel canaletta di Bando, tributaria del canale Circondariale Bando Valle Lepri.



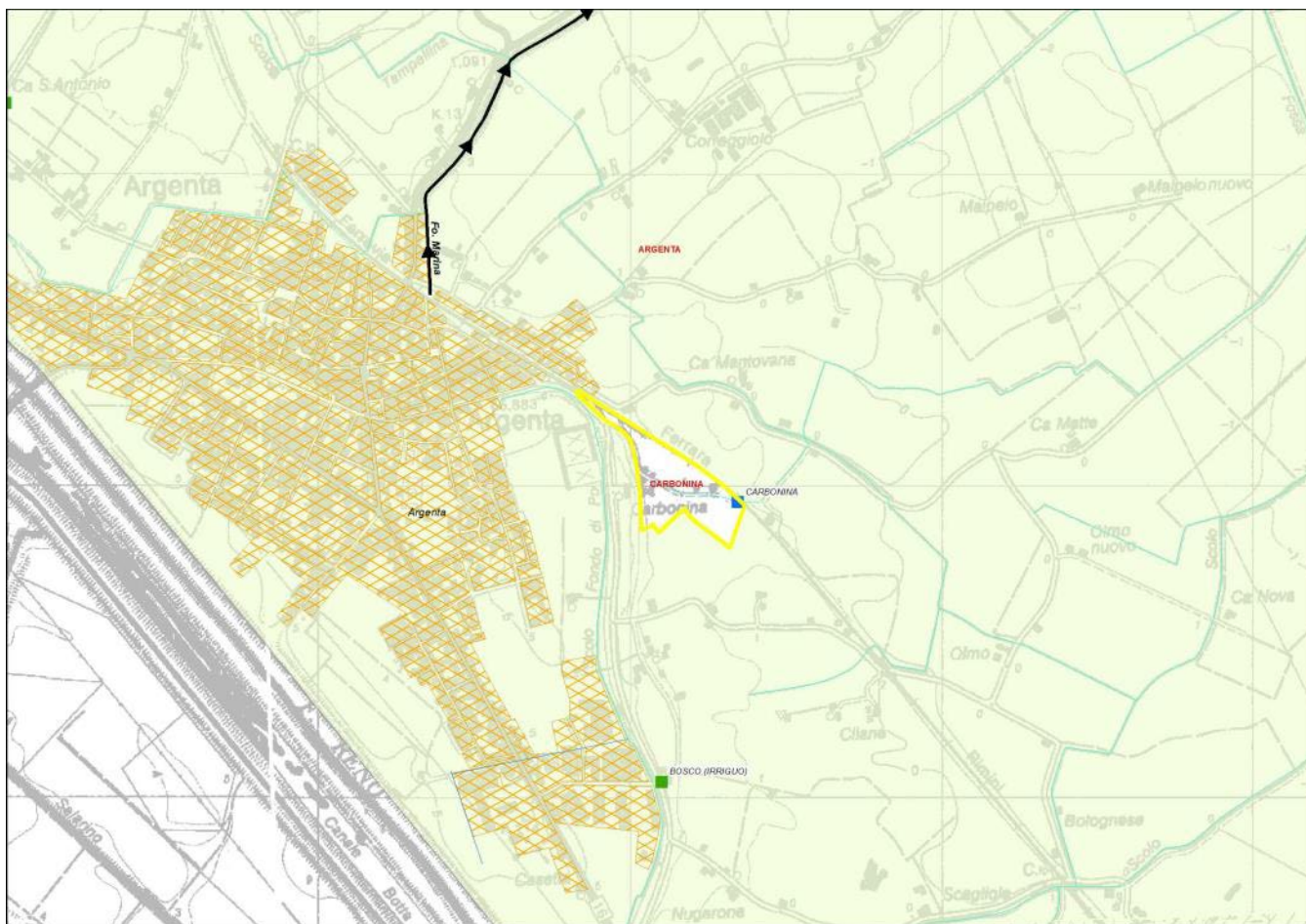
Comprende due sottobacini di 2° liv.

E' una zona molto depressa, servita da apposito Impianto Idrovoro (0,3 m³/s).



E' minacciato da: Rest.Argenta 004

E' un'altra zona molto depressa, servita da apposita Impianto Idrovoro (0,3 m³/s).



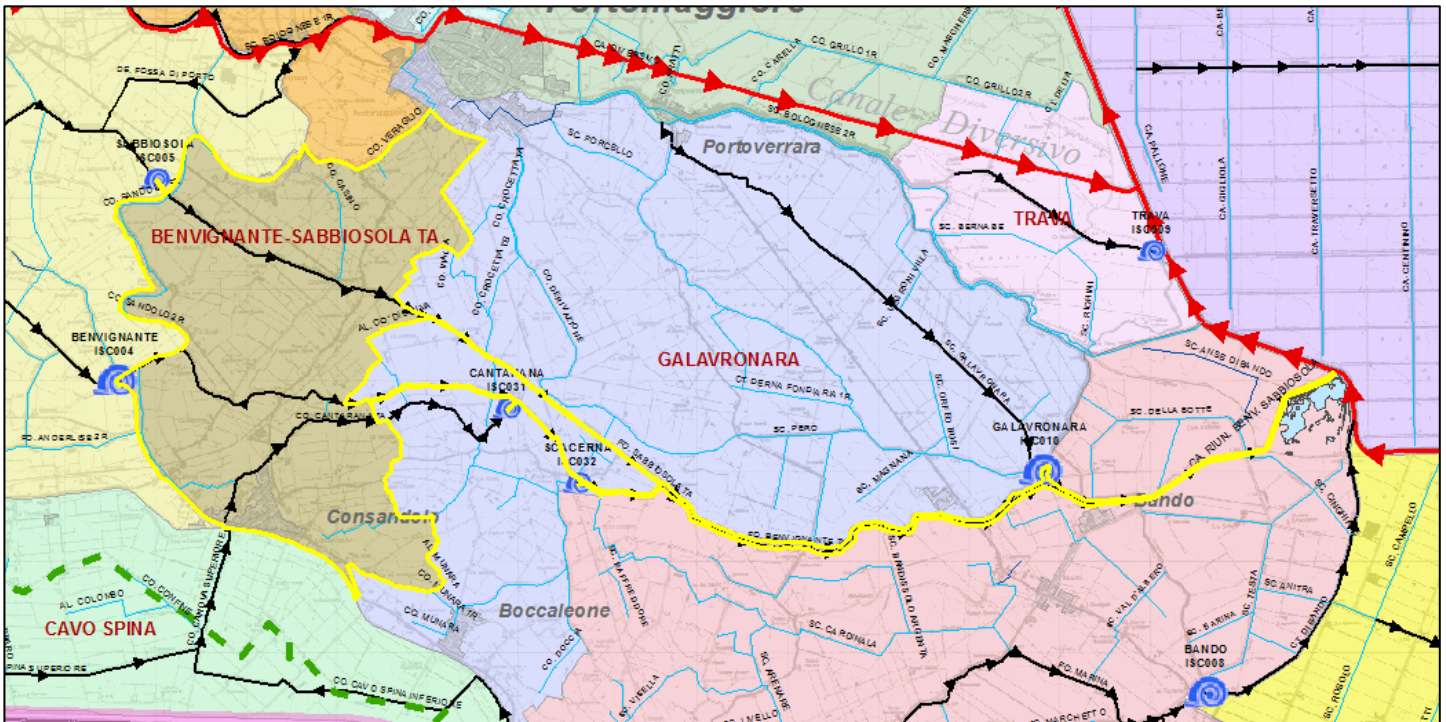
E' minacciato da: Rest.Argenta 004 (i terreni circostanti)

REST.ARGENTA (004)

E' minacciato da: Galavronara 044

SOTTOBACINO DI I LIV. BENVIGNANTE SABBIOSOLA TERRE ALTE ha 9.766 (013)

La fossa Sabbiola Terre Basse e la fossa Benvignante Terre Basse iniziano immediatamente a est del Po di Primaro, poco a nord della località Traghetto, attraversano vari sottobacini e, entrando come canale di acque alte nel sottobacino Argenta, si congiungono nella canaletta Riunita Benvignante-Sabbiosola, che si immette nel canale Circondariale Bando Valle Lepri.



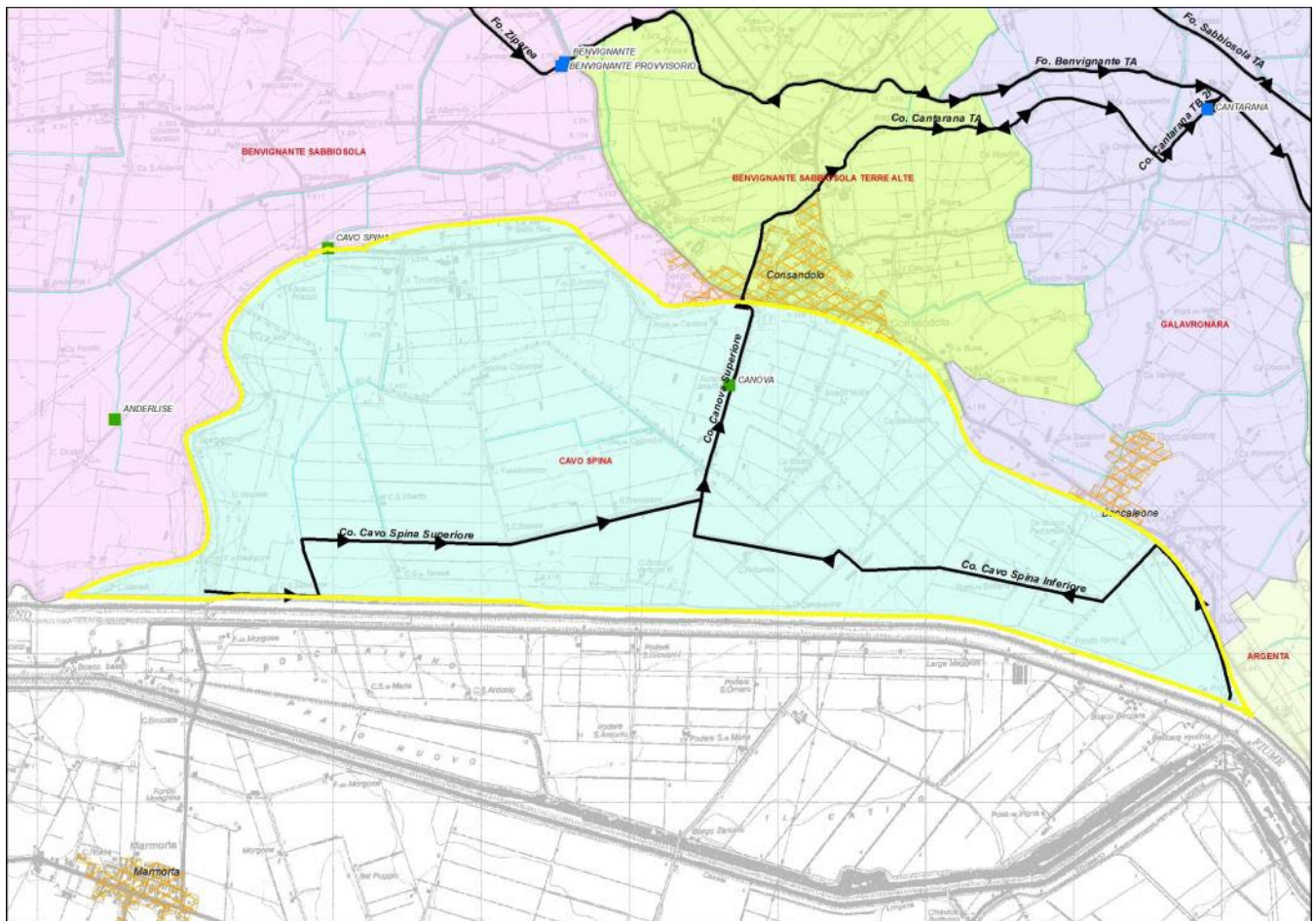
Comprende 3 sottobacini:

[illegible]

E' minacciato da: Rest. Benvignante Sabbiosola Terre Alte 013

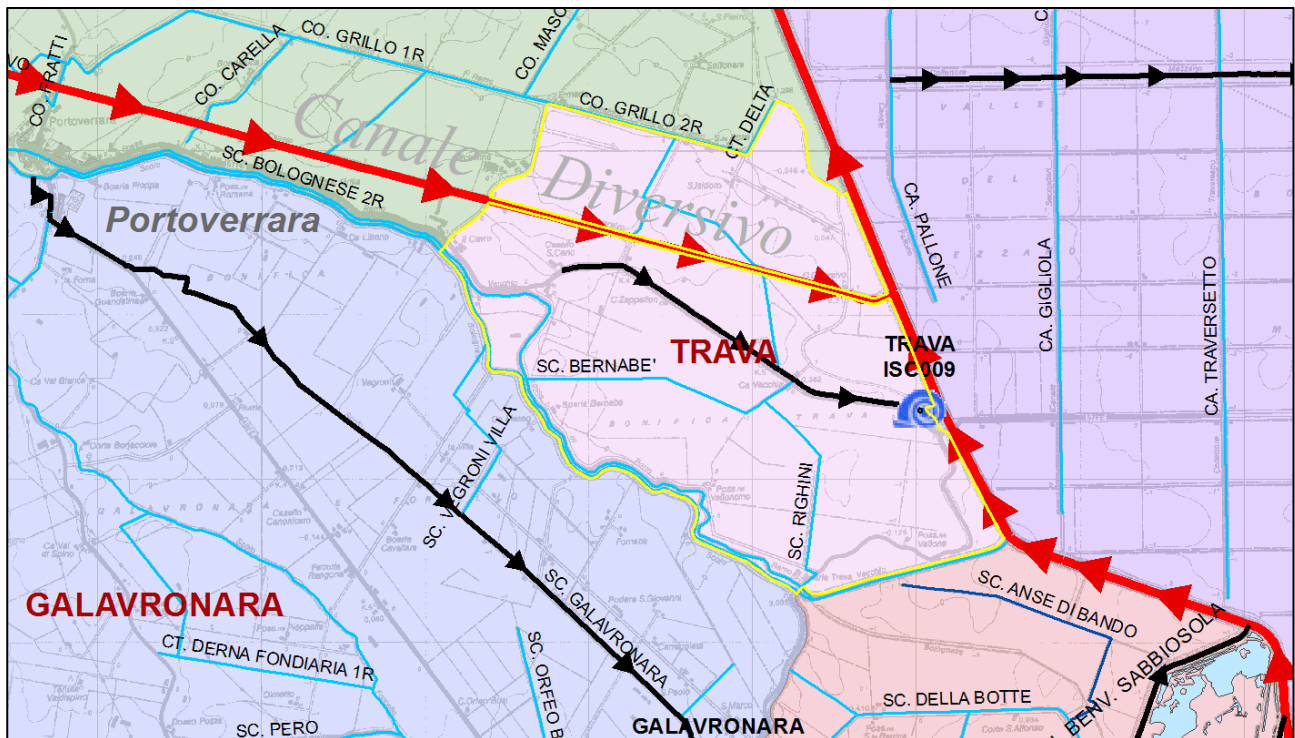
E' in una conca chiusa tra il paleoalveo del Po di Primaro-Reno (ansa di Consandolo) e il nuovo alveo del Reno (in parte è in provincia di Bologna).

Le sue acque, raccolte dal condotto Canova Superiore, sono avviate, anche con ausilio di un piccolo Impianto Idrovoro, al condotto Cantarana Terre Alte, che si innesta nella fossa Benvignante Terre Alte.



E' minacciato da: nessuno

A ridosso del canale Circondariale Bando Valle Lepri, le sue acque vengono sollevate dal piccolo Impianto Idrovoro Trava (portata 1,5 m³/s) che le riversa direttamente nel canale Circondariale Bando Valle Lepri. Tutto il quadrante est è chiuso dal canale Circondariale. Gli altri quadranti sono chiusi da paleoalvei dossivi, il principale dei quali è percorso dalla fossa di Porto Ramo Vecchio e dallo Scolo Bolognese. Il quadrante nord, anch'esso depresso ed occupato dal bacino Martinella Bevilacqua, è minacciabile.



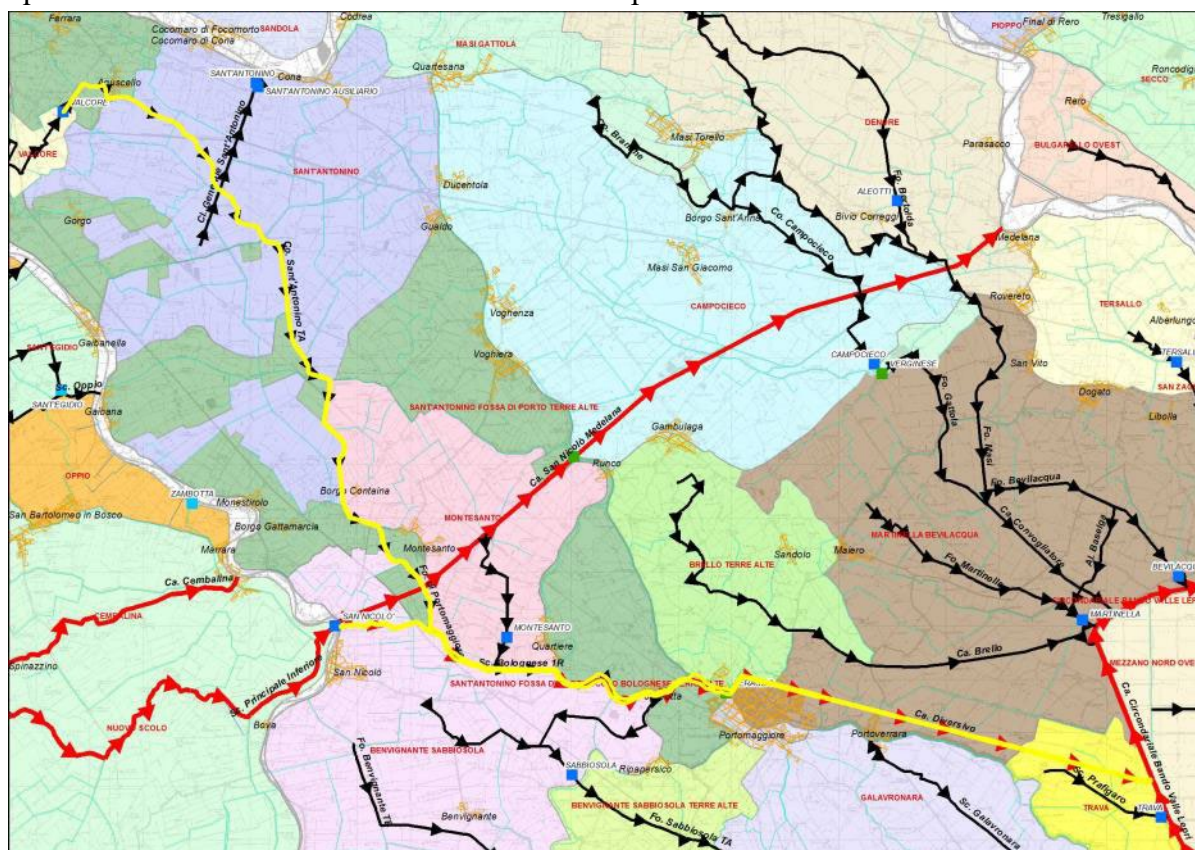
E' minacciato da: Martinella Bevilacqua 052

ha 12.563 (105)

Il sistema idraulico del bacino con i suoi sottobacini può dirsi composto da terre alte le cui acque sono convogliate da un'asta composta dai seguenti tre canali consecutivi: condotto Sant'Antonino Terre Alte, fossa di Portomaggiore, canale Diversivo. Partendo da Aguscello, l'asta suddetta percorre in direzione sud est l'area, raccogliendo l'apporto delle terre alte e immettendo la portata nel canale Circondariale Bando Valle Lepri, 7 Km a est di Portomaggiore. Questa asta raccoglie anche gli apporti del sottobacino di II livello Nuovo Scolo (v. ex Consorzio di Bonifica Valli di Vecchio Reno) che viene trattato come sottobacino di II livello.

Il sistema idraulico di scolo comprensivo di bacini e sottobacini è costituito da una serie di sottobacini che afferiscono ad un'area sottile compresa fra le arginature del canale S. Antonino Fossa di Porto e dello scolo Bolognese Terre Alte; essa costituisce il bacino principale di scolo. La sottile area, essendo poco significativa ai fini di questo studio del territorio, non sarà considerata nell'analisi comparativa fra singoli bacini e sottobacini per la difesa idraulica.

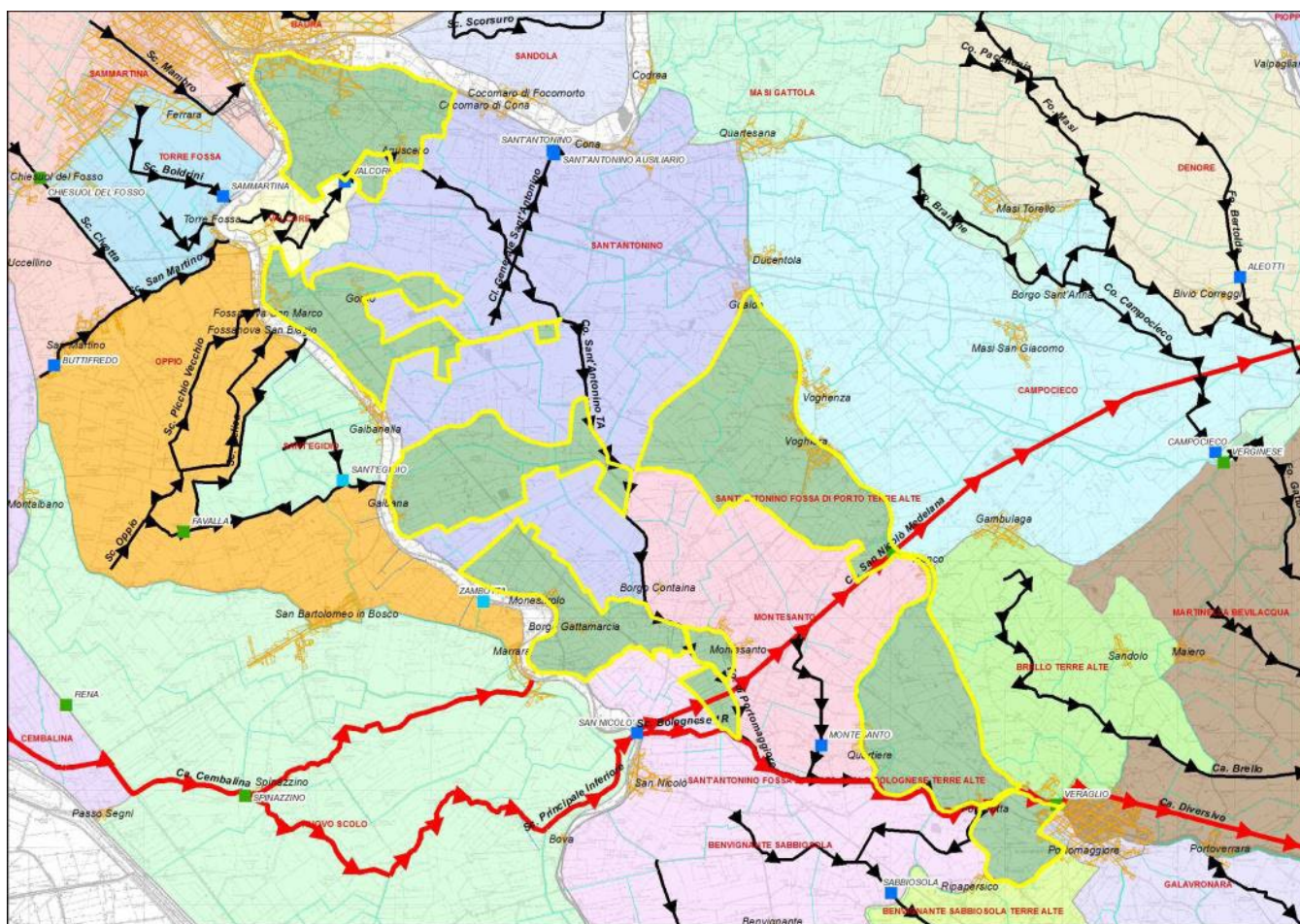
Per questa sottile area verrà assunto il valore medio pesato dell'indice di difesa dei suoi sottobacini.



Comprende i quattro sottobacini di II livello qui di seguito elencati:

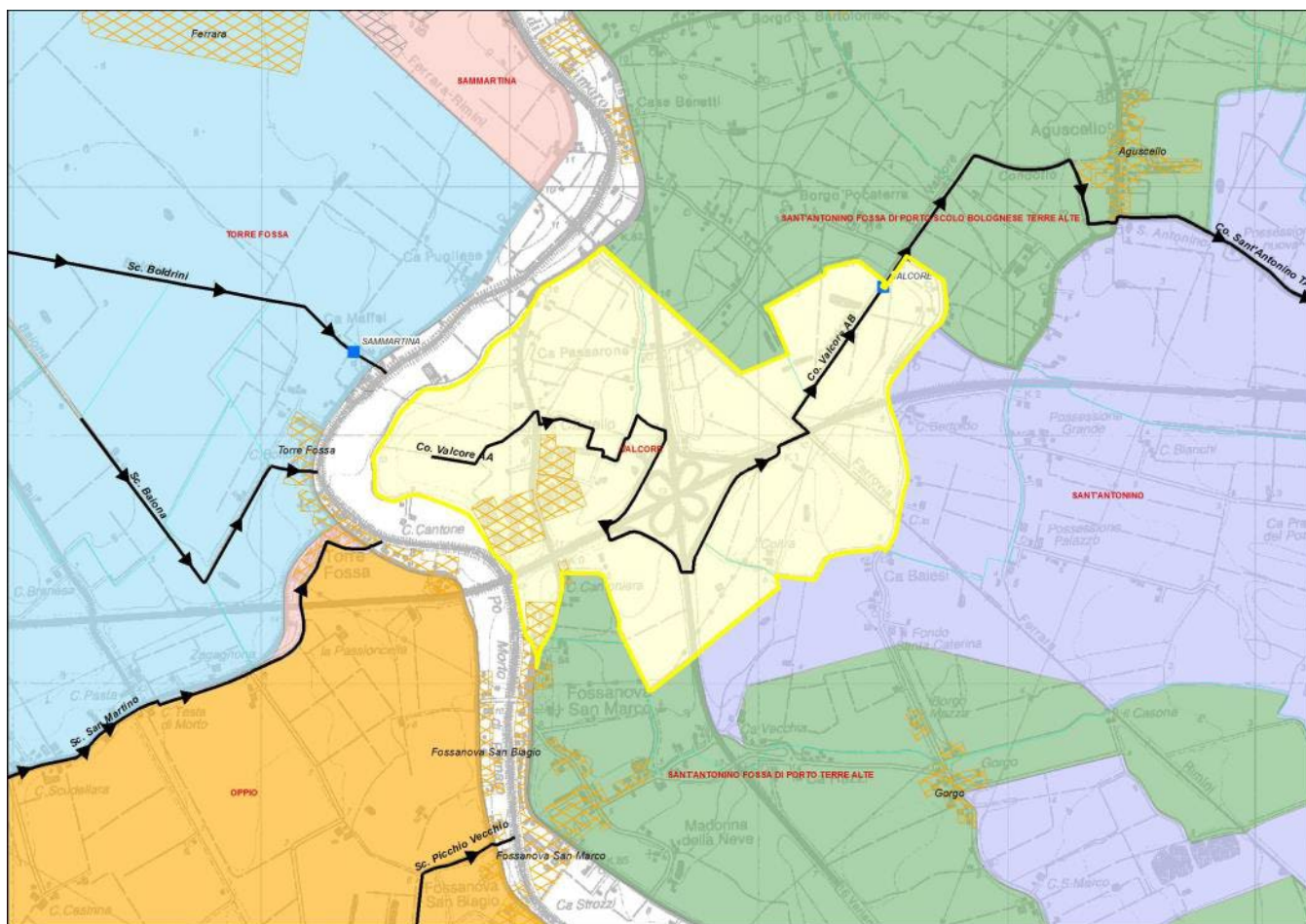
Si tratta terre alte, situate a valle della biforcazione tra Primaro e Volano, che scolano nel canale Circondariale Bando Valle Lepri grazie al canale arginato condotto S. Antonino Terre Alte. Il bacino è formato da più poligoni non contigui, a circondare i bacini più depressi di S. Antonino Terre Basse e Montesanto, che ne risultano perciò minacciati; è già accaduto ad esempio che si siano allagati terreni compresi tra il Condotto Pignola (di TA) e il condotto Monestirolo (di TB). Inoltre l'asta scolante fossa di Portomaggiore - Canale Diversivo lambisce o attraversa come canale di acque alte i sottobacini Martinella Bevilacqua e Trava.

Fino al 1960 tutte queste acque finivano nella Valle del Mezzano.



E' minacciato da: Valcore 083

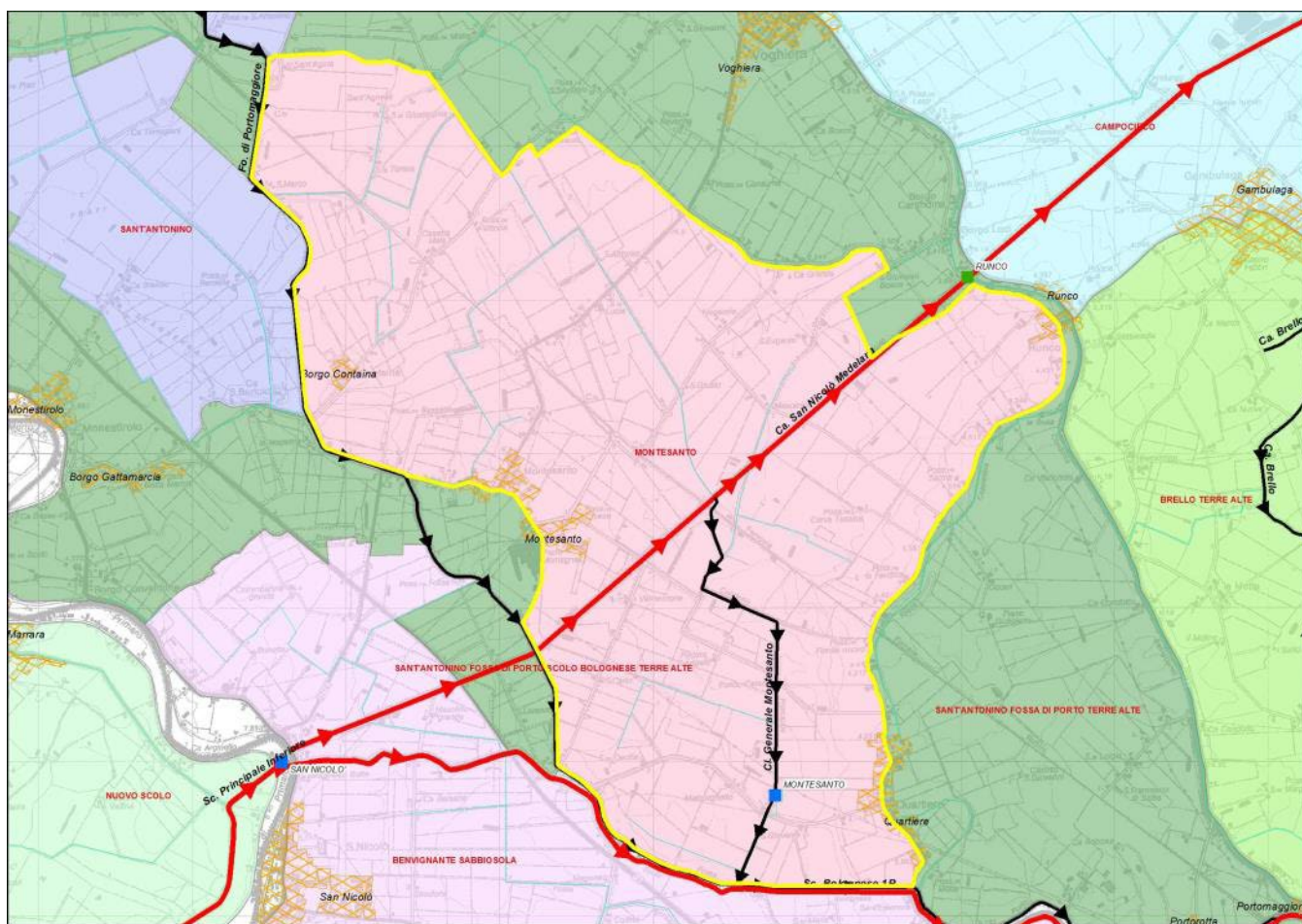
Piccolo bacino a ridosso del Primaro (a E), poco a sud di Ferrara. E' circondato da paleoalvei dossivi a est, e a ovest ha il Po di Primaro. Le acque del sottobacino Valcore, con l'ausilio dell'omonimo Impianto Idrovoro (0,6 m³/s) si immettono nel bacino S. Antonino Fossa di Porto Scolo Bolognese Terre Alte, che poi le recapita al canale Circondariale Bando Valle Lepri.



E' minacciato da: S. Antonino Fossa di Porto Terre Alte 071

(Prima della costruzione dell'Impianto Idrovoro Valcore, il sottobacino Valcore si allagava spesso e gli allagamenti potevano debordare in parte ad est nel bacino principale S. Antonino e in parte a nord nel sottobacino di II liv. S. Antonino Fossa di Porto TA.)

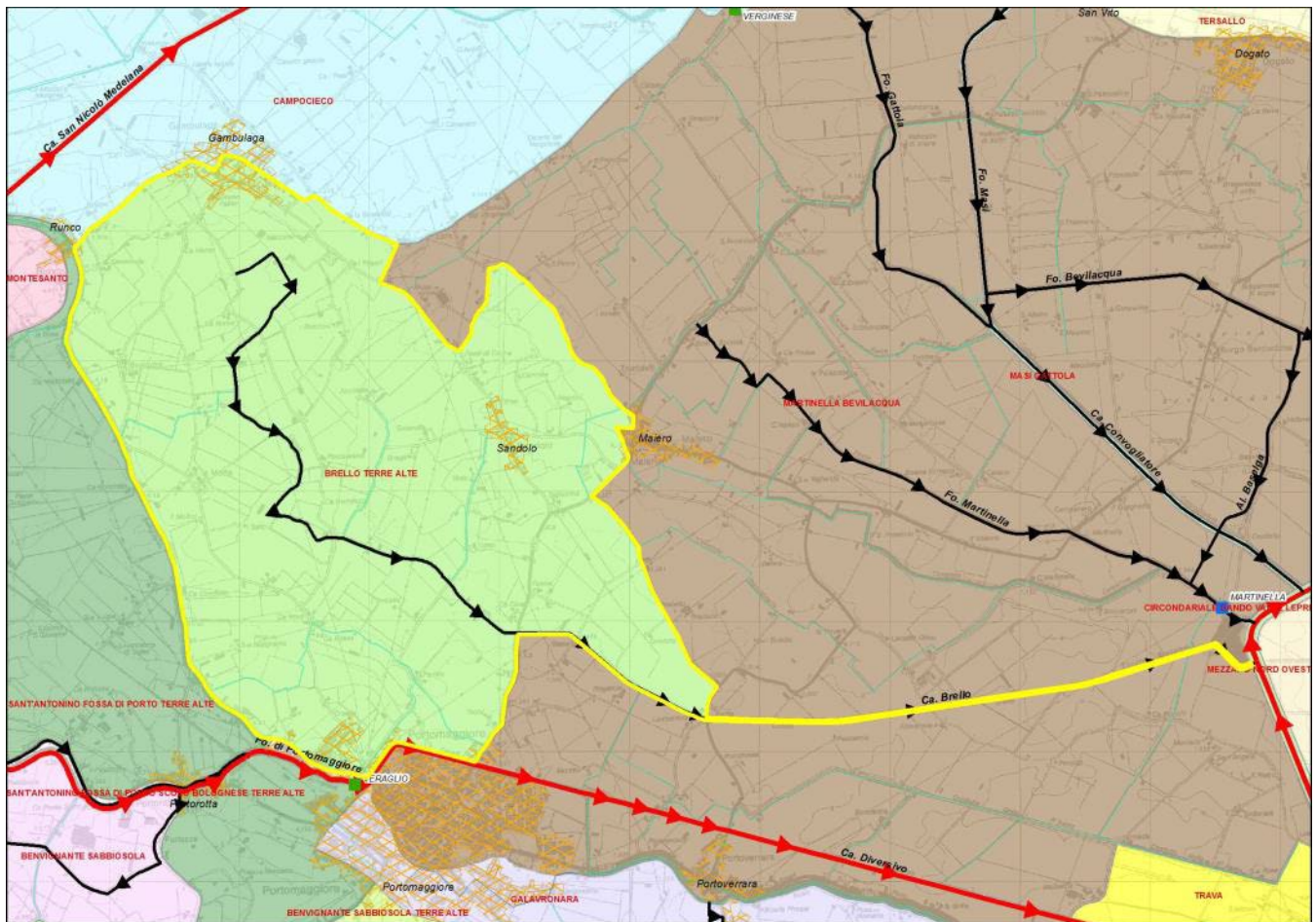
Bacino di medie dimensioni in una zona di basso altimetrico, generalmente inclinata verso sud, necessita dell'Impianto Idrovoro Montesanto ($3,2 \text{ m}^3/\text{s}$) per scolare nella fossa di Portomaggiore (parte facente del sottobacino S. Antonino Fossa di Porto Scolo Bolognese Terre Alte - 105), che lo lambisce a ovest e a sud; a nord è delimitato dal condotto Motte, non arginato, e ad est dal paleoalveo dossivo percorso dalla fossa Cappellina. E' attraversato da sud ovest a nord est dal canale S. Nicolò Medelana, che non interferisce con il bacino (gli scoli lo sottopassano in botte). La parte situata a nord del S. Nicolò Medelana potrebbe minacciare il bacino principale S. Antonino, mentre la parte a sud dello stesso non minaccia alcun bacino per via dei paleoalvei con cui confina.



E' minacciato da: S. Antonino Fossa di Porto Terre Alte 071

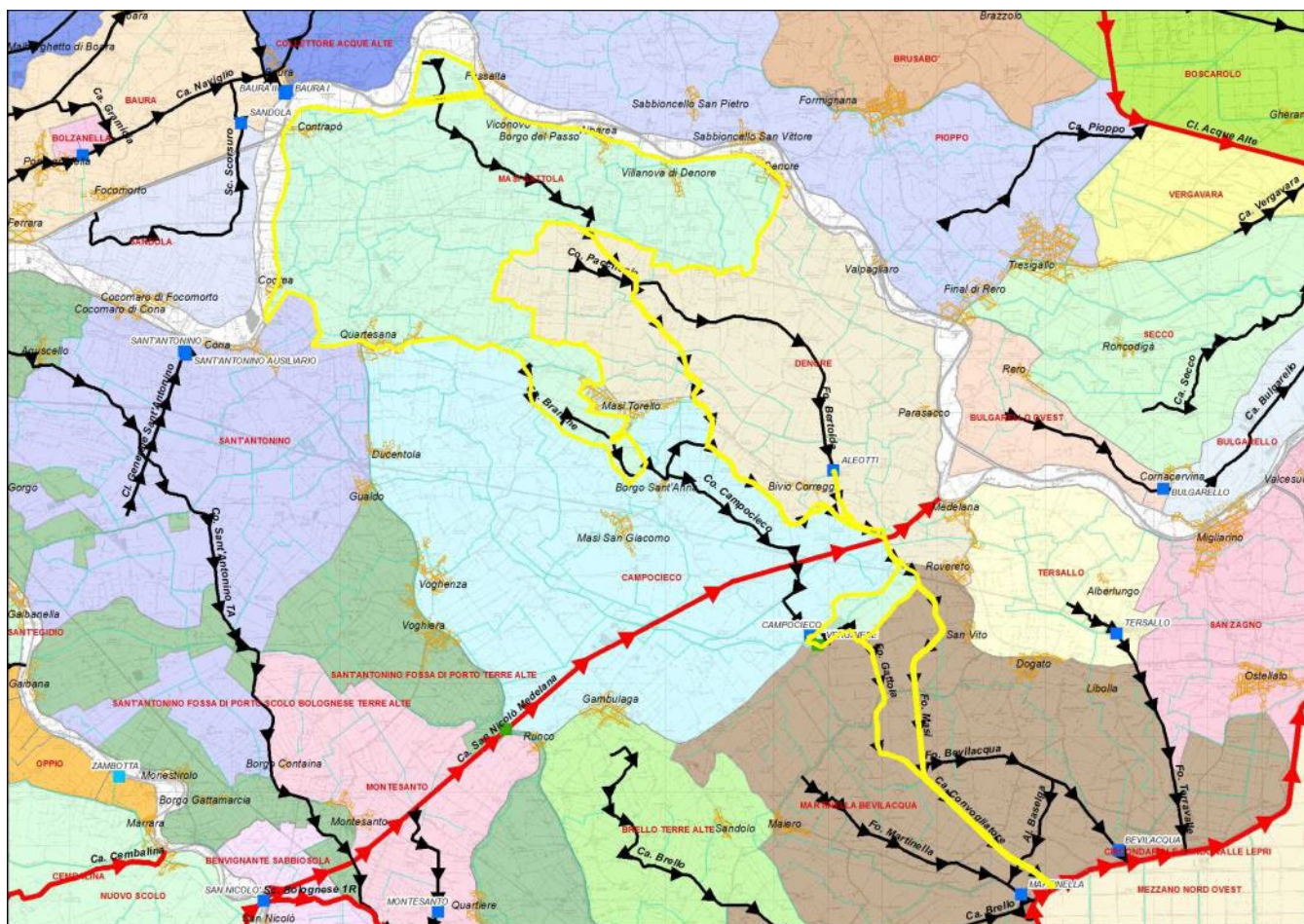
251

La zona del sottobacino Brello Terre Alte è delimitata (e protetta) a nord dal paleoalveo dossivo dell'Eridano 1, a ovest e ad est da due diramazioni dell'Eridano; l'unico lato che non possiede alcun risalto altimetrico è quello a sud est, verso il quale pende. Fino al 1960 scolava, tramite Il canale Brello, nel bacino del Mezzano. Dopo la bonifica del Mezzano (1959-1964), l'area scola nel canale Circondariale Bando-Valle Lepri, (ma il canale Brello attraversa, arginato, il bacino Martinella Bevilacqua, più basso).



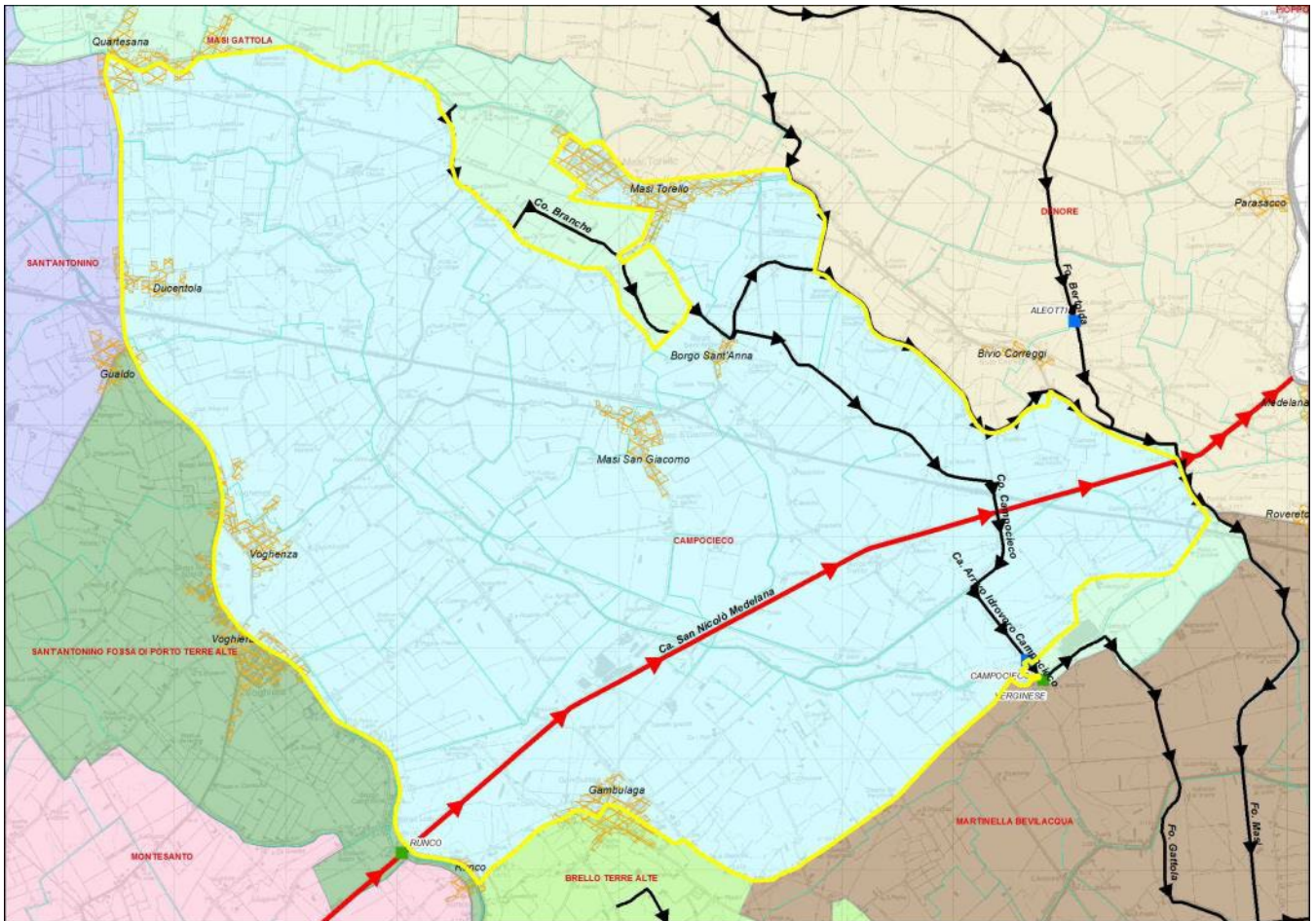
E' minacciato da: nessuno

Il sistema idraulico complessivo Masi Gattola è una vasta area di terreni, di altimetria varia ma generalmente inclinati verso sud est, fra Codrea, Contrapò, Denore, Medelana, Gambulaga e Voghiera; praticamente si tratta del bacino interfluviale compreso tra il Po di Volano e il paleoalveo dell'Eridano 1.



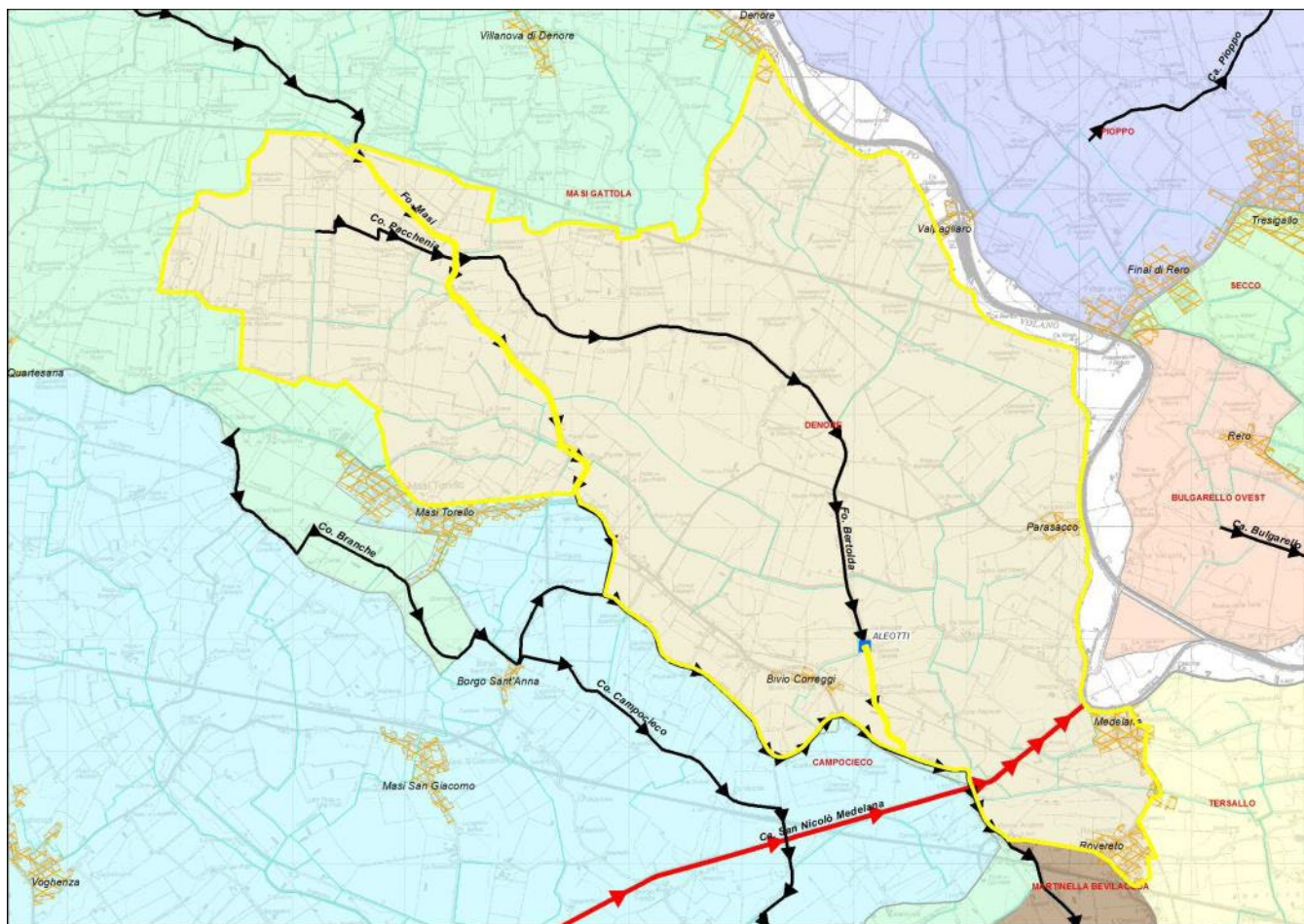
Comprende due sottobacini di seguito elencati:

Area a valle compresa tra il paleoalveo dell'Eridano 2 (coincidente con il percorso della strada Cona – Masi Torello – Medelana) e il Paleoalveo (fortemente dossivo) dell'Eridano 1 (coincidente con il percorso della strada Gualdo – Voghenza - Gambulaga – Medelana); è separato dal Bacino di Denore dalla Fossa Masi, che corre a sua volta su un paleoalveo dossivo; le acque vengono sollevate dall’Impianto Idrovoro Campocieco (8,2 m³/s) che le riversa nella fossa Gattola.



E' minacciato da: Rest. Masi Gattola 109

E' la parte più orientale della fascia di territorio compreso tra il Po di Volano e il paleoalveo dell'Eridano 2 (percorso dalla strada Ferrara - Masi Torello - Medelana). Costituisce una depressione che scende a oltre 1 m sotto il l.m.m. Le acque vengono sollevate dall'Impianto Idrovoro Aleotti (3,2 m³/s), che le riversa nella fossa Masi; successivamente, mediante canali di acque alte che attraversano il bacino Martinella Bevilacqua, queste vengono conferite al Canale Circondariale Bando Valle Lepri.



E' minacciato da: Rest. Masi Gattola109

REST.MASI GATTOLA (109)

E' costituita dalla grande area (ha 3.082) di terreni alti situati a monte dei suddetti sottobacini, nonché di una piccola area (ha 109), pure relativamente alta, che si trova a valle, sul paleoalveo dell'Eridano 1, a nord est dell'Impianto Idrovoro Campocieco. Altri 68 ha riguardano il tratto compreso fra le arginature della fossa Masi – canale Convogliatore, che collegano le due aree con il canale Circondariale Bando Valle Lepri. L'area più grande minaccia i terreni (più bassi) del bacino di Denore, mentre non minaccia quelli di Campocieco perché è delimitata, sul lato sud, dal paleoalveo dell'Eridano 2 (strada Ferrara - Masi Torello – Medelana); l'area più piccola del bacino minaccia invece il sottobacino Martinella Bevilacqua.

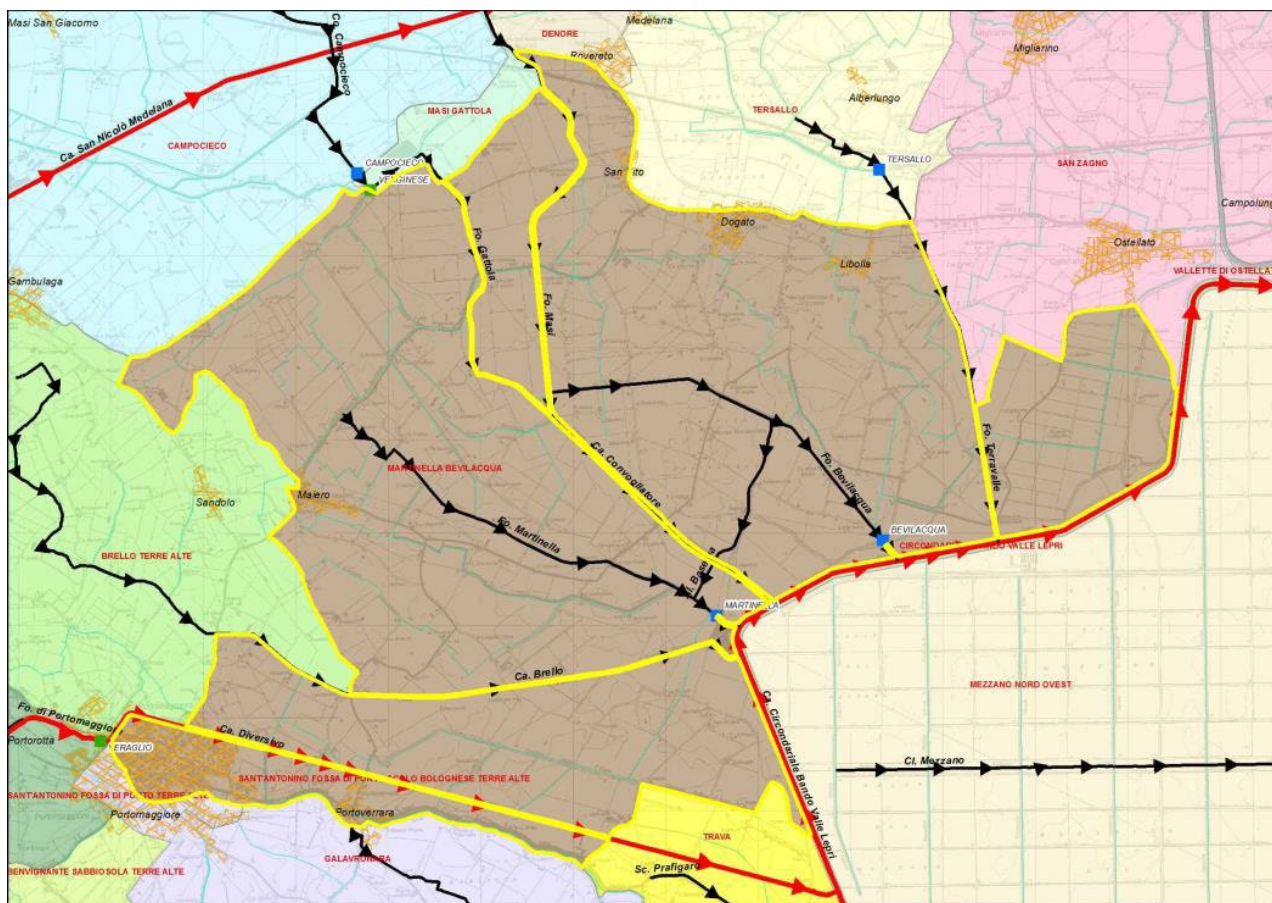
E' minacciato da: nessuno

SOTTOBAC. DI I LIV. MARTINELLA BEVILACQUA ha 5.166 (052)

Area situata a valle dei bacini precedenti, ma il lato nord è quasi interamente protetto dal paleoalveo dossivo dell'Eridano 1. Fino al 1880 quest'area scolava nella contigua depressione del Mezzano, oggi scarica invece nel canale Circondariale Bando-V.le Lepri con l'ausilio degli impianti idrovori Martinella (13,5 m³/s) e Bevilacqua (4,9 m³/s). E' attraversata dai collettori dei suddetti bacini (canali di acque alte):

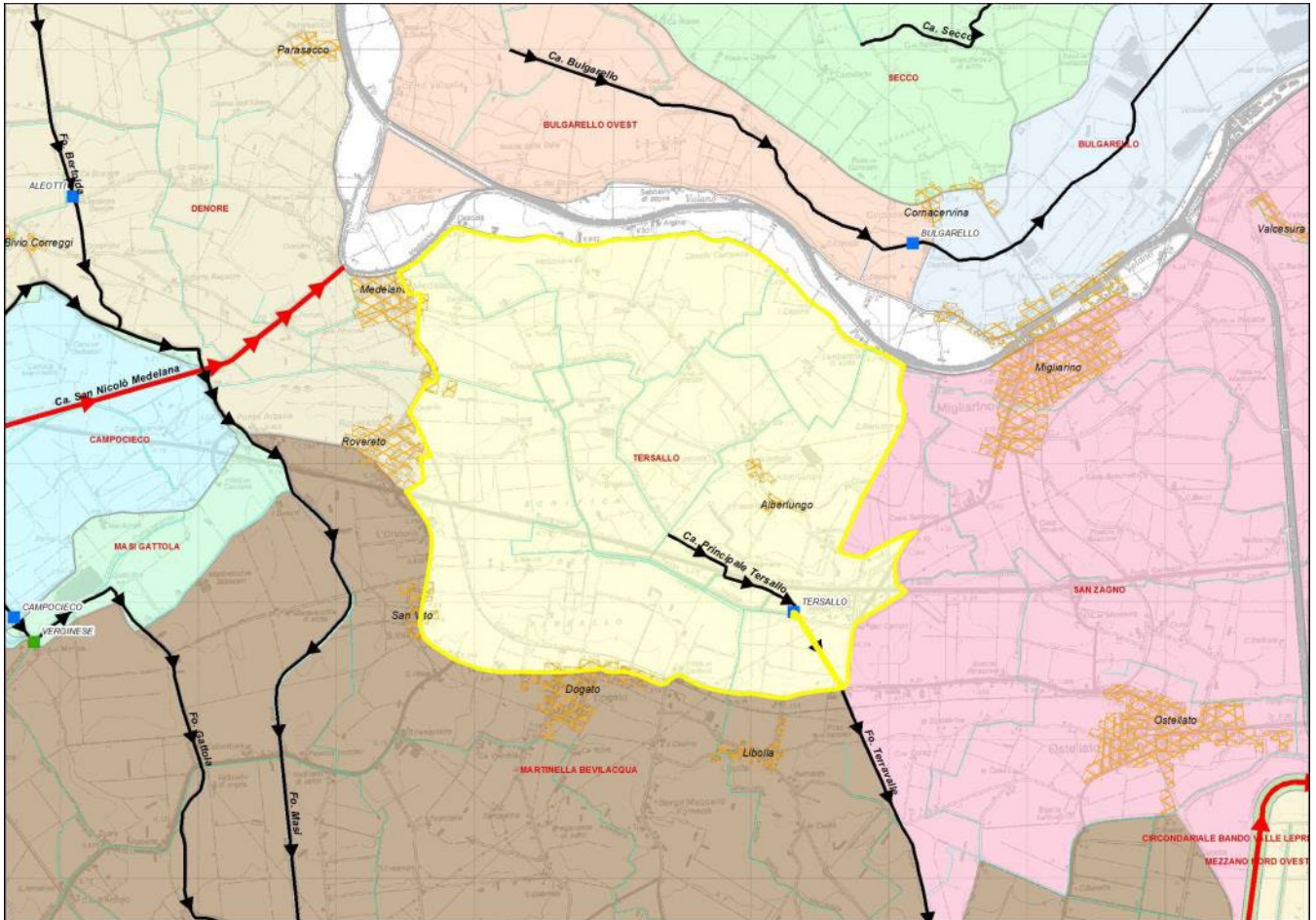
- canale Brello
- canale Convogliatore (che riunisce le acque della Fossa Gattola e della Fossa dei Masi)
- fossa Terravalle (che scarica le acque del bacino Tersallo).

I canali consortili fossa di Porto Ramo Vecchio e scolo Bolognese, che scorrono su un paleoalveo, fanno sì che non sia minacciato, a sud, il sottobacino Galavronara; sempre a sud potrebbe però essere minacciato il sottobacino Trava, più depresso.



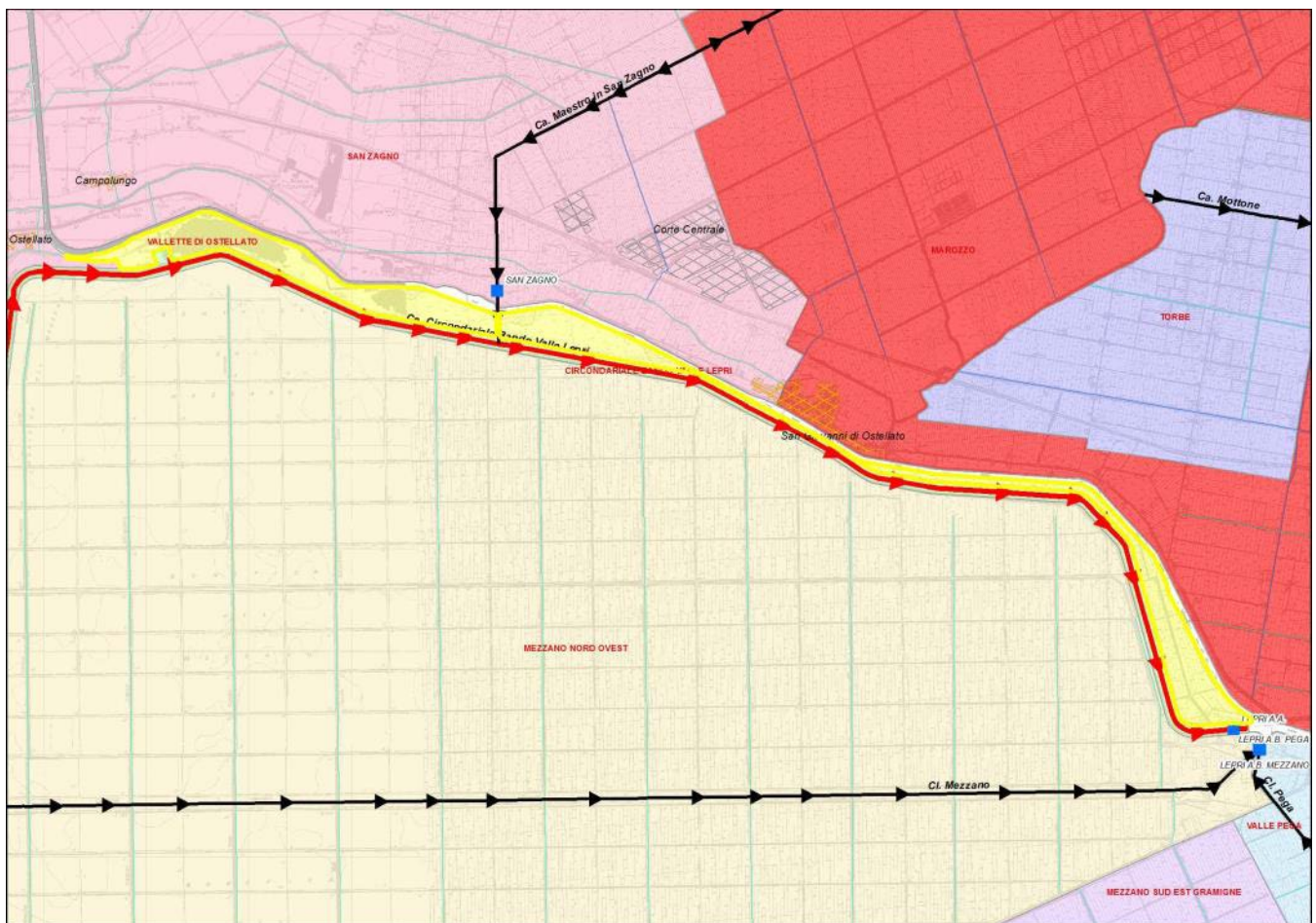
E' minacciato da: Trava 081; Rest.Masi Gattola 109; Brello T.A. 019; Tersallo 078; Campociego 026.

Area bassa (in alcune parti sotto il l.m.m.), chiusa a nord dal Po di Volano, a ovest e a sud dal paleoalveo dell'Eridano e da altri dossi che la isolano dai bacini circostanti. E' servita dall'Impianto Idrovoro Tersallo (3,5 m³/s) che riversa nella fossa Terravalle, tributaria del canale Circondariale Bando Valle Lepri.



E' minacciato da: S. Zagno 068

Piccola area, per la maggior parte allagata, ristretta tra il canale Navigabile Migliarino Porto Garibaldi (a nord a ovest e ad est) e il canale Circondariale Bando Valle Lepri a sud. Non ha bisogno di sollevamenti per scolare nel Circondariale. Data la piccola estensione e data la quasi totale assenza di strutture della bonifica, le relazioni di protezione con gli altri bacini sono da considerarsi irrilevanti.



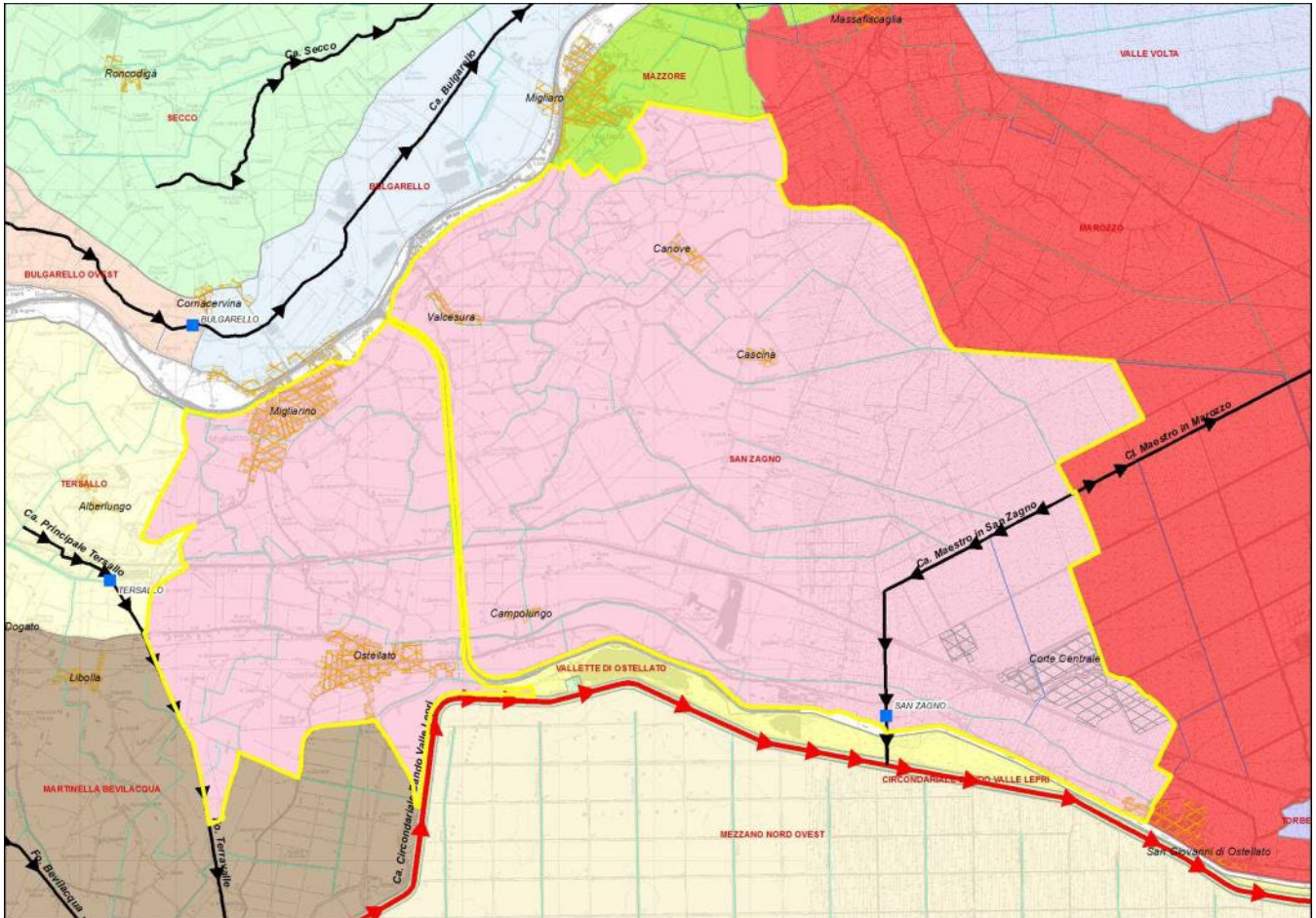
E' minacciato da: nessuno

SOTTOBACINO DI I LIV. SAN ZAGNO

ha 4.692

(068)

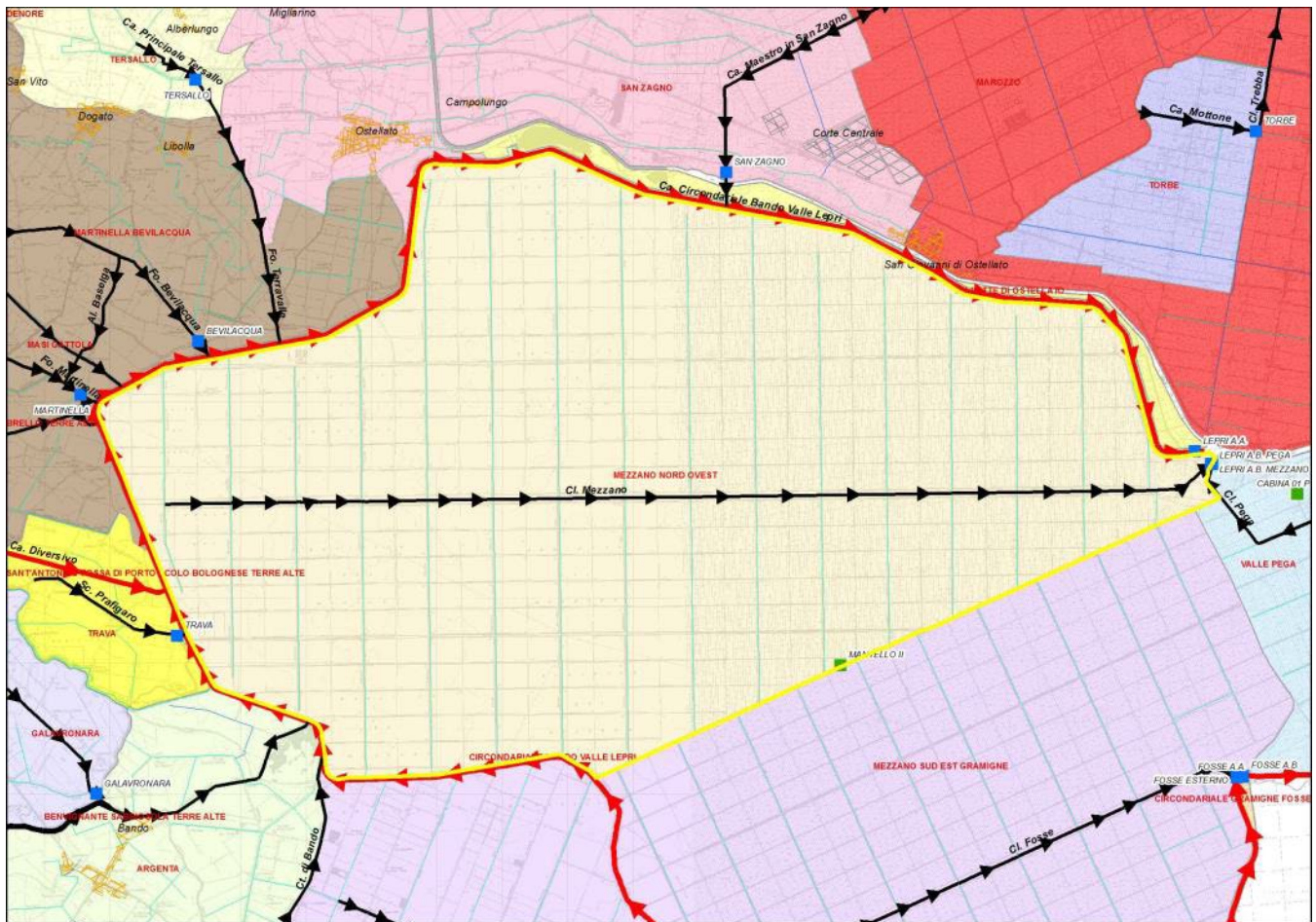
E' la parte sud ovest della vecchia bonifica di Valle Gallare, che era stata resa indipendente con la costruzione dell'Impianto Idrovoro San Zagno (9,3 m³/s); fino al 1960 questa scaricava nella depressione della valle del Mezzano, ora scarica nel canale Circondariale Bando-V.le Lepri. E' per metà sotto il l.m.m.



E' minacciato da: Marozzo 051

(Pur confinante, il sottobacino Tersallo non è in grado di minacciare il sottobacino S. Zagno, perché si trova in un'area molto depressa, separata da un dosso corrispondente alla congiungente fra gli abitati di Migliarino e Ostellato).

Bacino principale dell'area depressa del Mezzano settentrionale. Confina a nord con i bacini S. Zagno e Marozzo, ma ne è separato dagli argini del canale Navigabile Migliarino Porto Garibaldi e dal grande dosso dell'Eridano, a ovest è circondato dall'argine del canale Circondariale Bando Valle Lepri. scola mediante l'Impianto Idrovoro Lepri Acque Basse Mezzano (24 mc/s, 585 Kw) che sfocia nel canale Navigabile Migliarino Porto Garibaldi e infine arriva in Adriatico a Porto Garibaldi.



E' minacciato da: Argenta 004; Trava 081; Martinella Bevilacqua 052; Pega 085; Circondariale Bando Valle Lepri 103

A sud del Po di Volano, il sottobacino Mezzano Nord Ovest è la depressione più vasta e profonda. Tra il sottobacino Mezzano Nord Ovest e il sottobacino Mezzano Sud Est - Gramigne (abbassatisi ulteriormente dopo il rilievo della CTR) si è evidenziato un paleoalveo dossivo, sul quale sono state costruite strade (strada Mantello, strada Mondo Nuovo) e successivamente anche un canale di irrigazione. Tale spartiacque è a quota -1/-1,50, mentre il bacino Mezzano Sud Est - Gramigne presenta ormai una quota media intorno a -3 m, e il bacino Mezzano Nord Ovest una quota media ancora più bassa (si tratta di quote presumibili, non documentabili con precisione mediante la CTR che è ormai poco attendibile). Tale spartiacque può essere quindi considerato invalicabile, per cui si può ritenere che i due bacini non si minaccino a vicenda.

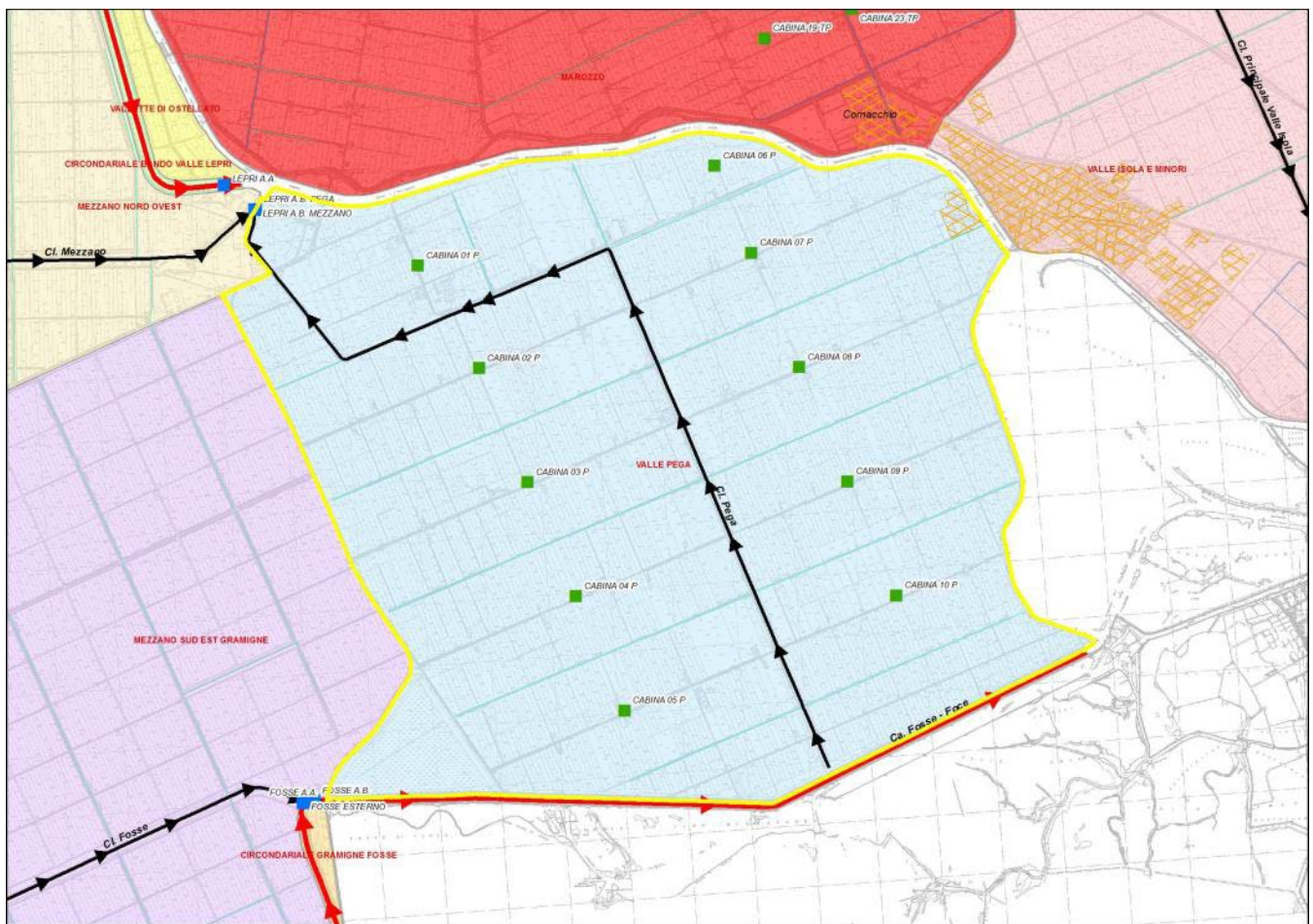
Il bacino Pega, in caso di crisi, può invece riversare le proprie acque nel Mezzano Nord Ovest perché i due collettori, presso gli impianti idrovori Lepri Acque Basse Mezzano - Pega, sono in comunicazione reciproca; per lo stesso motivo il Mezzano Nord Ovest può minacciare il settore più depresso del bacino Pega.

BACINO PRINCIPALE VALLE PEGA

ha 2.749

(085)

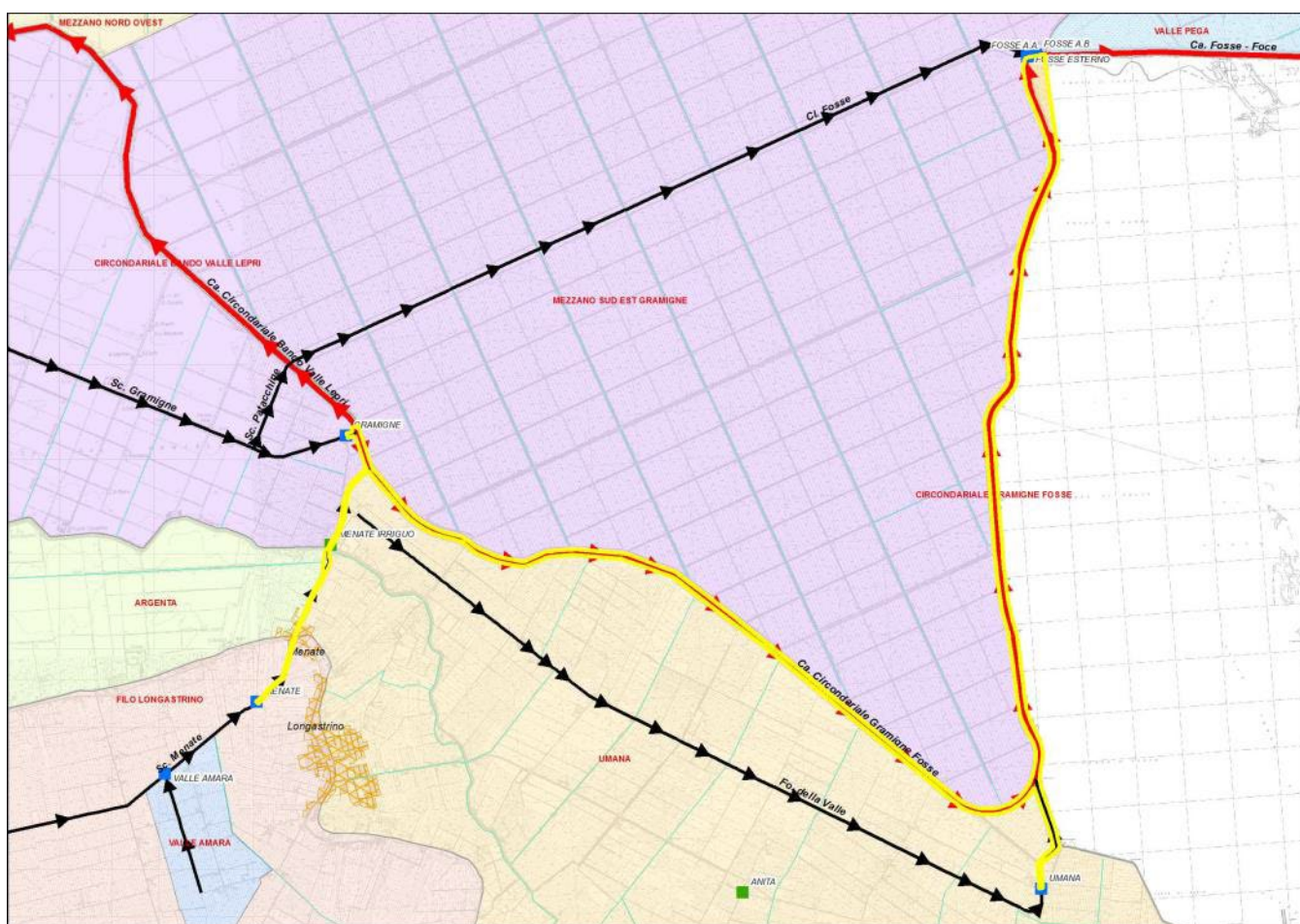
E' un bacino che comprende le bonificate Valli Pega e Rillo e parte della Valle Zavelea. E' un'area altimetricamente più alta della depressione del Mezzano, con la quale confina a ovest. A sud e ad est confina con le Valli di Comacchio, e a nord con il canale Navigabile Migliarino Porto Garibaldi, nel quale scola mediante l'Impianto Idrovoce Lepri Acque Basse - Pega (portata 7,2 mc/s) situato a fianco dell'idrovoce che scola il sottobacino Mezzano Nord Ovest.



E' minacciato da: Mezzano Nord Ovest 055; Circondariale Bando Valle Lepri 103

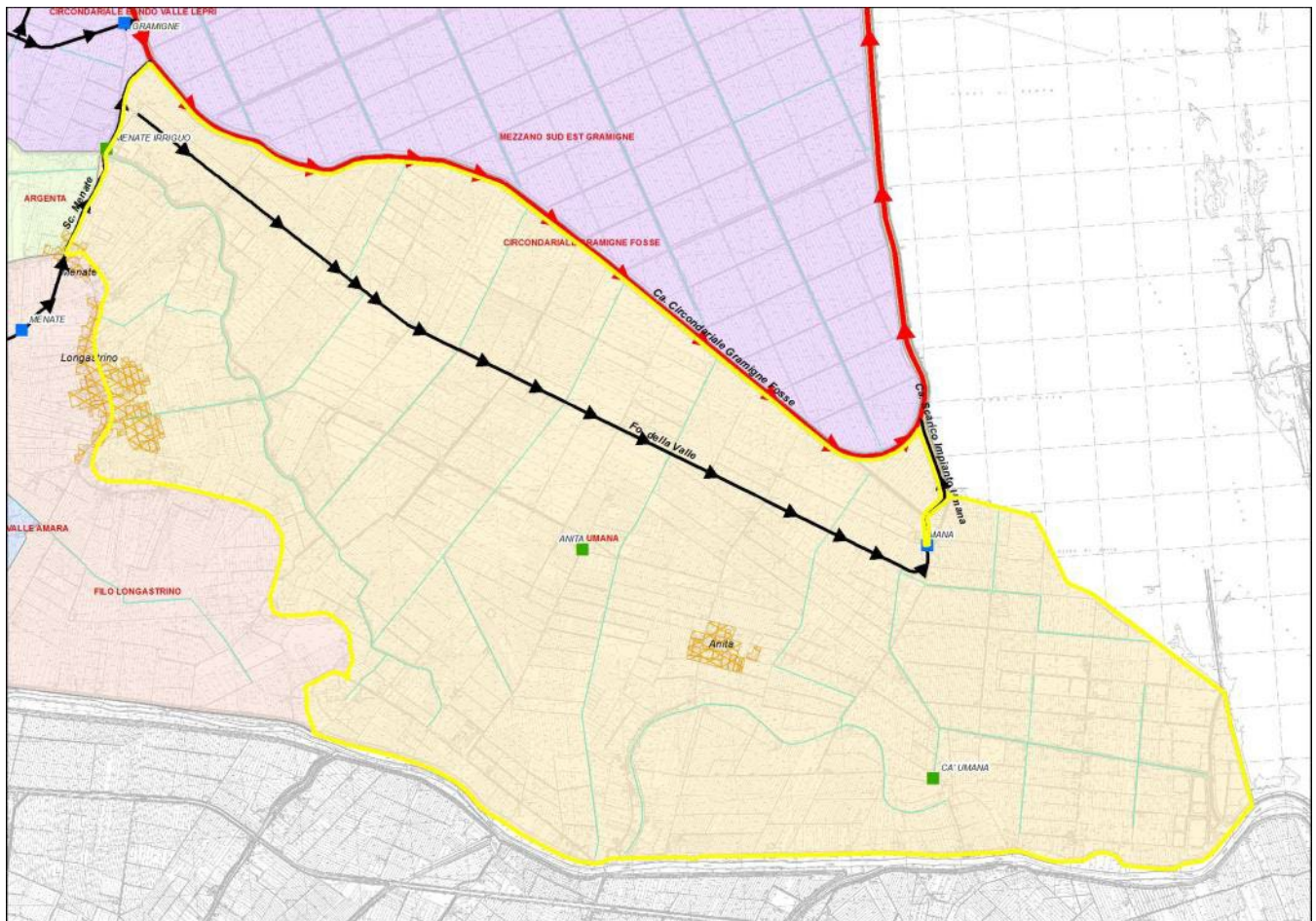
Raccoglie le acque di due sottobacini e le porta al grande Impianto Idrovoro di Fosse Acque Alte (24 mc/s), che le solleva all'esterno della bonifica riversandole nel Canale Fosse Foce.

Il sistema idraulico di scolo comprensivo di bacini e sottobacini è costituito da una serie di sottobacini che afferiscono ad un'area sottile compresa fra le arginature del canale Circondariale Gramigne Fosse, che costituisce il bacino principale di scolo. La sottile area, essendo poco significativa ai fini di questo studio del territorio, non sarà considerata nell'analisi comparativa fra singoli bacini e sottobacini per la difesa idraulica. Per questa sottile area verrà assunto il valore medio pesato dell'indice di difesa dei suoi sottobacini.



E' composto dai sottobacini Umana e Filo Longastrino.

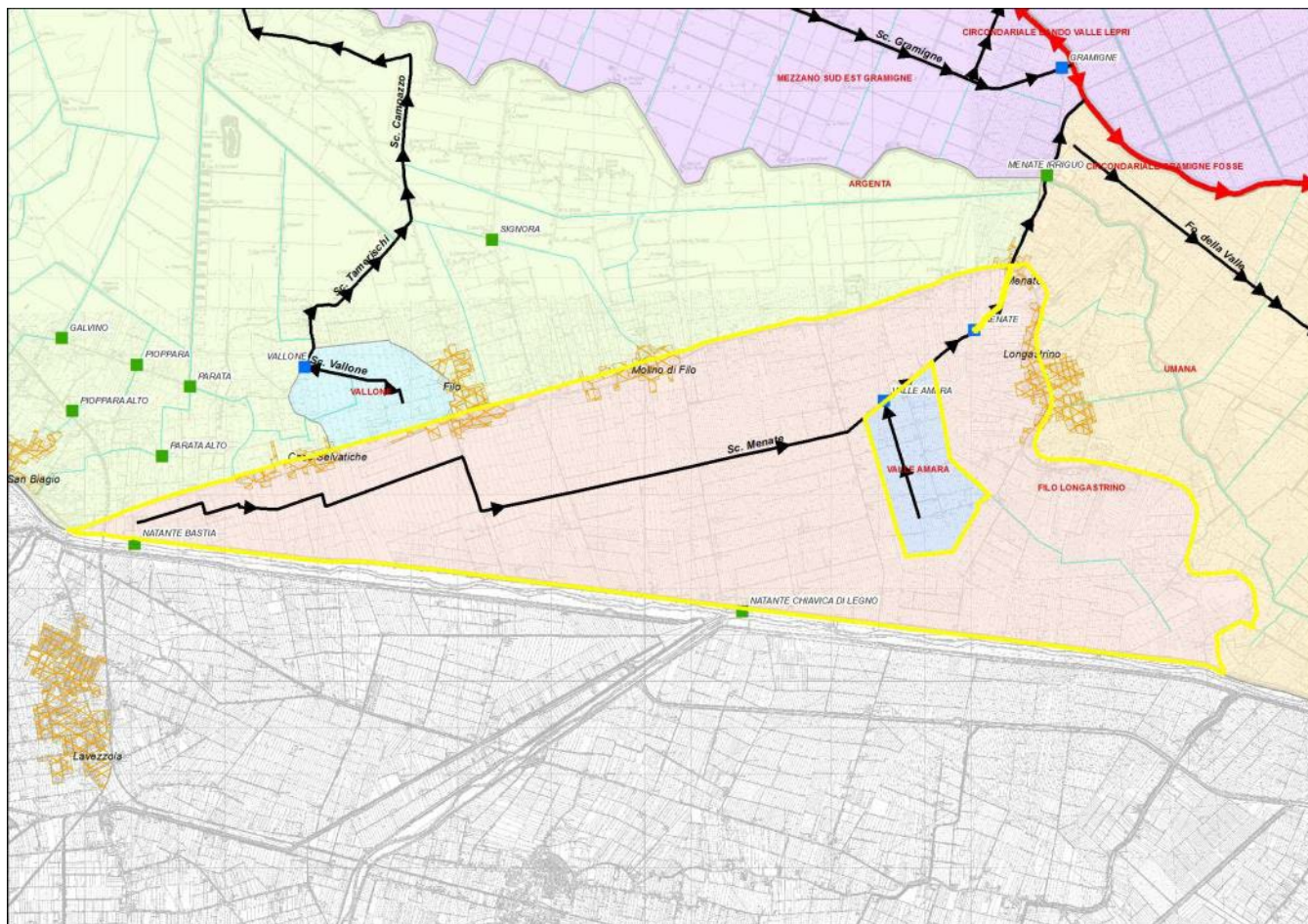
E' la parte più orientale della vecchia Bonifica del Mantello, compresa tra il canale Menate, il canale Circondariale Gramigne Fosse, le Valli di Comacchio e il paleoalveo del Po di Primaro -fiume Reno (una piccola parte è in Provincia di Ravenna), che, con l'ausilio dell'Impianto Idrovoro Umana (10,8 m³/s), scola le proprie acque nel canale Circondariale Gramigne-Fosse.



E' minacciato da: Rest. Filo Longastrino 041

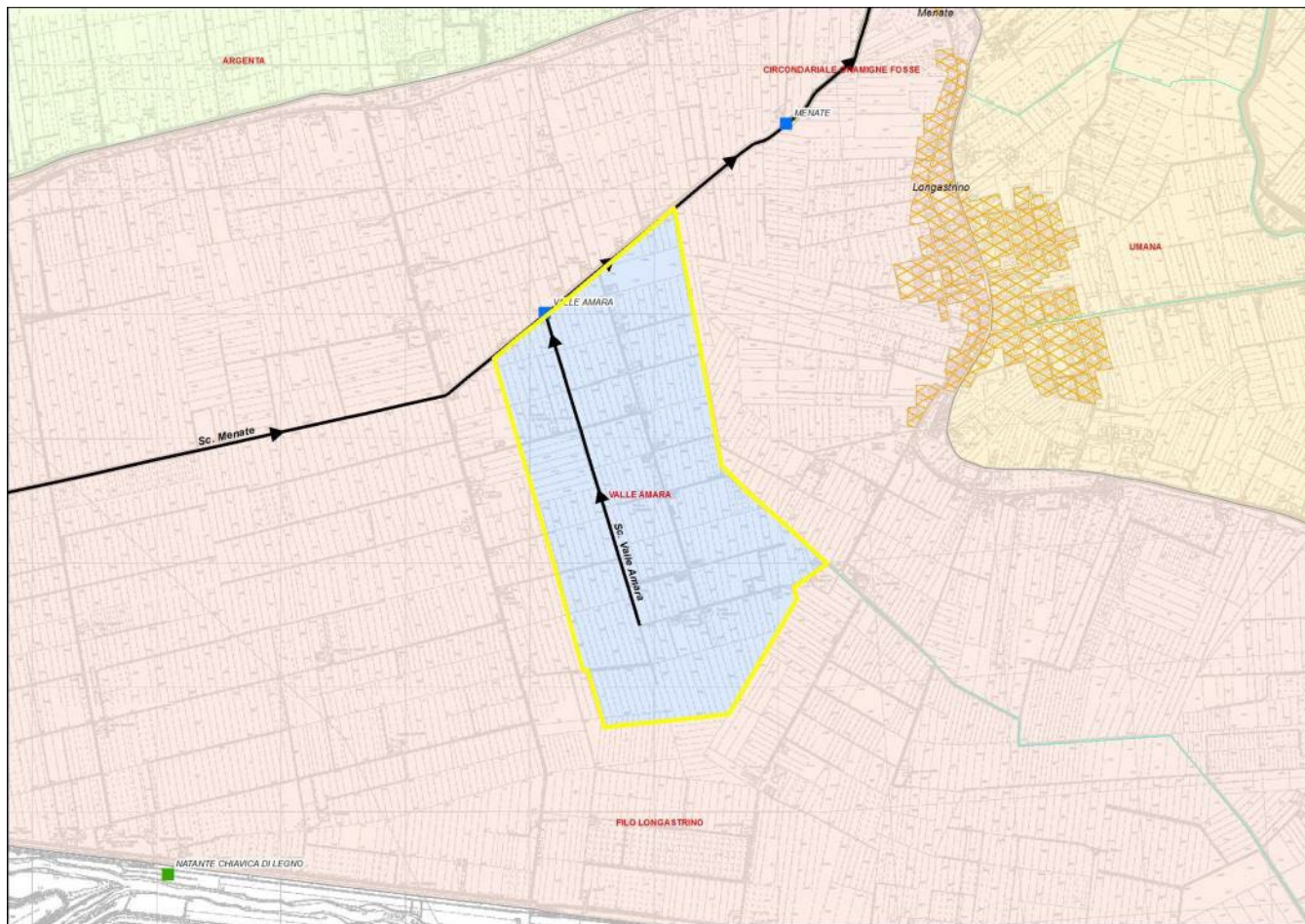
(Il bacino Umana ha una quota media di -1,5, mentre l'argine (strada) che lo separa dal bacino Gramigne Fosse ha una quota di coronamento superiore a m +1).

E' una vasta conca di forma triangolare situata tra il paleoalveo del Po di Primaro e il fiume Reno (in Provincia di Ravenna), che, con l'ausilio dell'Impianto Idrovoro Menate (6,2 m³/s) scola le proprie acque nel canale Circondariale Gramigne-Fosse.



Comprende a sua volta il sottobacino di V.le Amara

E' la parte più depressa dell'area precedentemente descritta; le sue acque sono sollevate da un Impianto Idrovoro di presollevamento (Valle Amara - $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$).



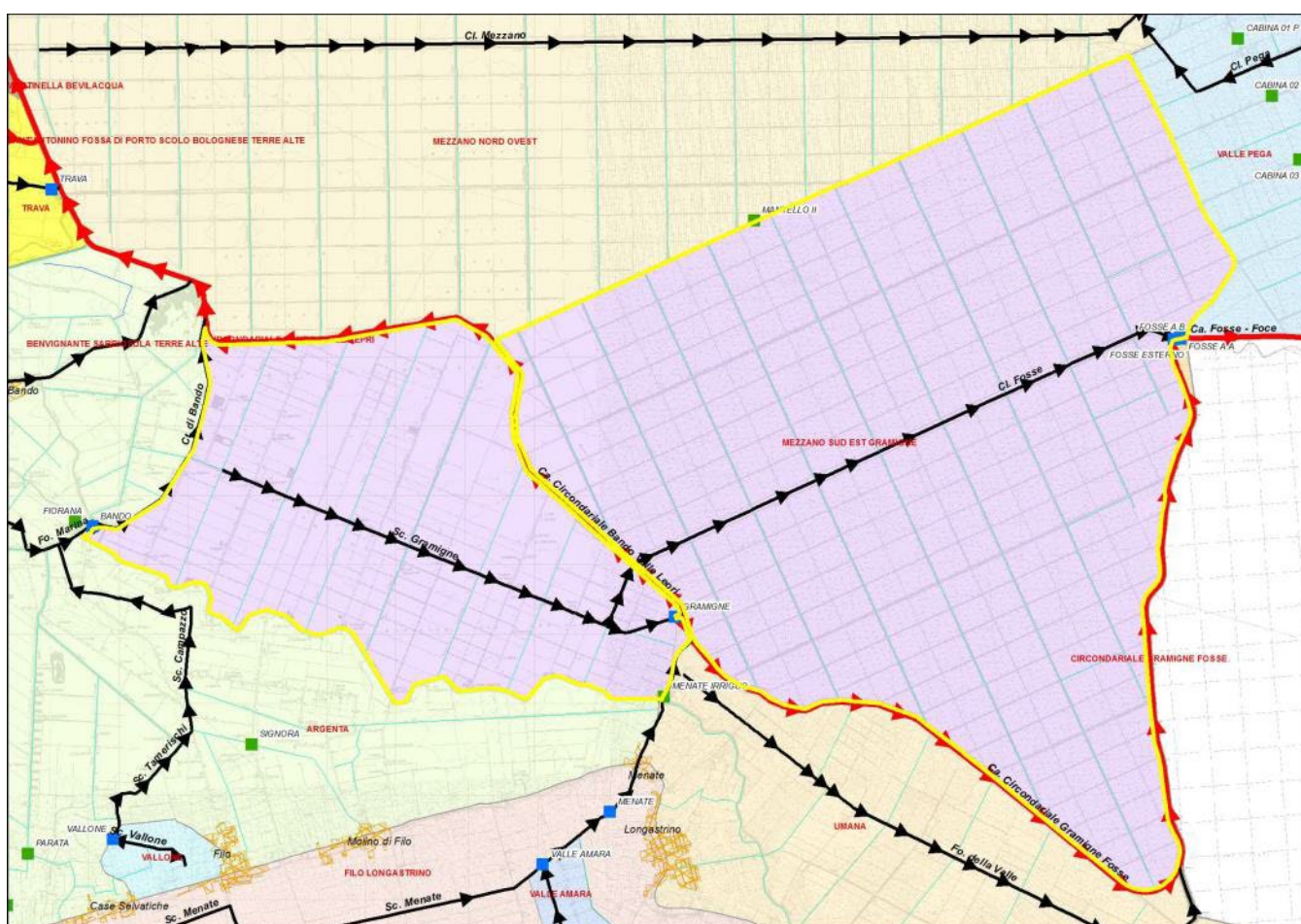
E' minacciato da: Rest. Filo Longastrino 041

REST. FILO LONGASTRINO (041)

Si estende tutto attorno al sottobacino di Valle Amara.

E' minacciato da: nessuno

Bacino principale di acque basse composto dalla parte più depressa della vecchia bonfica del Mantello più il bacino Mezzano Sud Est. Le acque vengono sollevate dall'Impianto Idrovoro Fosse Acque Basse (18 m³/s), che le riversa nel canale Fosse Foce e quindi arrivano al mare attraverso il canale Logonovo. Il contatto tra i due bacini avviene tramite una botte che sottopassa il canale Circondariale Gramigne Fosse (con lo scolo Patacchine – collettore Fosse).



E' minacciato da: Argenta 004

Fra i bacini minaccianti non viene citato il Mezzano Nord Ovest 055 perché lo spartiacque tra i due bacini del Mezzano (strada Mantello, strada Mondo Nuovo ecc.) è a quota -1/-1,50 m s.l.m., mentre il bacino Mezzano Sud Est Gramigne presenta una quota media intorno a -3 m, il bacino Mezzano Nord Ovest ha una quota media ancora più bassa. La zona di spartiacque infatti coincide in gran parte con un paleoalveo dossivo, che ha subito un abbassamento minore di quello dei due bacini adiacenti.

Il bacino Pega non minaccia il bacino Mezzano Sud Est Gramigne, essendo a quota media di -1,50, mentre l'argine Agosta ha una quota media di coronamento intorno a +1 m s.l.m.

6.3 Beneficio di Difesa – Indici economici

Avendo mediato il fattore di rilevanza areale ed il tempo di ritorno degli eventi dannosi all'interno dell'indice tecnico, l'indice economico del beneficio di difesa risulterà essere composto dal solo valore economico (VE) e dalla vulnerabilità degli immobili (v). Nel Piano viene stabilito che questi due fattori sono gli stessi già individuati e definiti per il beneficio di scolo per cui, in entrambi i casi, valgono le stesse considerazioni espresse in precedenza (vedi cap. 1 per il valore economico ed il paragrafo 4.2 per la vulnerabilità degli immobili).

7 Beneficio Idraulico

7.1 Applicazione del Contributo di Base

Il Piano di Classifica stabilisce che il Contributo di Base (CB) venga parzialmente modulato secondo l'incidenza della media degli indici tecnici per ciascun bacino. Tra questi indici tecnici è presente il Comportamento Idraulico (CI), che si presenta già come indice adimensionale normalizzato, in quanto è definito come rapporto fra coefficienti udometrici: quello caratteristico del bacino considerato diviso per quello di riferimento, che viene stabilito essere il coefficiente udometrico di un bacino di media ampiezza (500 ettari) caratterizzato interamente da terreni agricoli di medio impasto (coefficiente di deflusso $cd = 0,2$).

Come viene osservato nel Piano, l'indice di comportamento idraulico CI presenta quindi valori sostanzialmente omogenei, pari a 1 o prossimi a 1 per i terreni agricoli, mentre assumerà valori molto più elevati per le aree a diverso grado di urbanizzazione e di copertura impermeabile; l'andamento dell'indice CI presenta pertanto sensibili discontinuità di valore in corrispondenza del cambiamento di categoria dell'immobile. Si è pertanto ritenuto opportuno e coerente completare la considerazione degli indici tecnici che assumono incidenza nella determinazione del contributo di base, estendendola anche al fattore di rilevanza areale, al tempo di ritorno dell'evento e al grado di interconnessione, come già avviene per il calcolo dell'Indice di Difesa dalle acque del bacino di Appartenenza (IDA).

Pertanto come indice medio di riferimento per il riparto della parte variabile del contributo di base (CB) può essere direttamente adottato l'Indice di Difesa dalle acque del bacino di Appartenenza (IDA), che risulta essere differenziato per ogni bacino idraulico, presente in ciascuno di essi e calcolato come media degli indici di classifica riferibili allo stato del territorio, pesata in funzione delle corrispondenti superfici di incidenza.

A tal fine si riporta l'espressione per il calcolo dell'Indice di Difesa dalle acque del bacino di Appartenenza (IDA), già introdotta ai fini del beneficio di difesa:

$$IDA_{(bacino)} = \frac{\sum CI \cdot Ds \cdot ISI \cdot RSM \cdot FRA \cdot CRf \cdot Tr100 \cdot Superficie_{(area)}}{\sum Superfici_{(aree\ nel\ bacino)}}$$

7.2 Metodo di calcolo per l'attribuzione del Contributo di Base

Durante la fase di calcolo degli indici di classifica viene calcolato anche un indice di passaggio, il cui scopo è indicare “l'incidenza della media degli indici per ciascun bacino di appartenenza”. Tale indice, provvisoriamente denominato ICB (Indice del Contributo di Base), viene definito come: differenza tra IDA del bacino di appartenenza e minimo degli IDA, rapportata alla differenza tra il massimo degli IDA ed il minimo degli IDA.

$$ICB_{(area)} = \frac{IDA_{(area)} - Min\ IDA}{Max\ IDA - Min\ IDA}$$

Il rapporto così definito assumerà sempre valori compresi tra 0 e 1.

Dato il riferimento a IDA, questo rapporto è definibile solamente per le aree comprese all'interno di un bacino idraulico (nelle golene non sono definibili alcuni indici tecnici - Ds, ISI e RSM -, di conseguenza anche IDA non è definibile). Poiché il Piano prevede che anche i fabbricati presenti in aree golenali in alcuni casi possano essere soggetti a tributo di scolo, e che di conseguenza ad essi sia attribuibile anche il contributo di base, è necessario determinare un valore di ICB anche per le aree golenali; per le golene, il valore di ICB viene posto pari a zero: ciò significa che, nei casi in cui può essere applicato anche ad immobili ricadenti nelle golene, il Contributo di Base sarà corrispondente alla sola parte "indifferenziata".

Nel bilancio di previsione di ciascun esercizio vengono indicati le categorie di spesa e i relativi importi che vanno a determinare il C.B., da attribuire in parte in modo "indifferenziato" e in parte in modo "variabile, secondo classifica". Tali importi verranno ripartiti tra i soli immobili soggetti ad almeno una parte del C.B. (i soli "primi" ed eventuali "secondi" immobili di ciascuna ditta).

La ripartizione del C.B. tra gli immobili avverrà nel seguente modo:

Gli immobili vengono ordinati "per ditta" in funzione del rispettivo ICB (sarà infatti questo indice a determinare quale immobile avrà il maggior C.B. e quale il minore).

Viene determinato il "monte" immobili tra cui ripartire la parte "indifferenziata", contando tutti i "primi" immobili e la metà dei "secondi" immobili presenti nel comprensorio; la quota "indifferenziata" del C.B. per ciascun immobile sarà quindi data dal rapporto tra l'importo di bilancio per la parte indifferenziata del C.B. ed il "monte" immobili appena individuato (il "monte immobili", adimensionale, può essere considerato "beneficio di base complessivo, non differenziato secondo classifica"):

$$CB_{indif(immobile)} \text{ €} = \frac{\text{Importo Bilancio } CB_{indif \text{ €}}}{\text{monte immobili}}$$

Per ciascun bacino idraulico viene determinato il "monte indici", sommando i rapporti tra ICB del bacino e ordinale degli immobili ricadenti nello stesso:

$$\text{monte indici}_{(bacino)} = \sum \frac{ICB}{\text{ordinali}_{(bacino)}}$$

nella quale il denominatore assume valore 1 se si tratta del "primo" immobile o valore 2 se si tratta del "secondo". Il "monte indici" per bacino viene calcolato considerando ovviamente i soli "primi" e "secondi" immobili individuati precedentemente, ricadenti in quel bacino (il "monte indici", adimensionale, può essere visto come "beneficio di base complessivo, differenziato secondo classifica").

Viene quindi determinato l'importo massimo del C.B. modulato secondo l'incidenza degli indici attribuibile a ciascun immobile, tramite il rapporto tra l'importo di bilancio per la parte "variabile secondo classifica" del C.B. e la somma dei "monti indici" di tutti i bacini:

$$CB_{varmax(immobile)} \text{ €} = \frac{\text{Importo Bilancio } CB_{variabile \text{ €}}}{\sum \text{monti indici}_{bacini}}$$

Infine, ricordando che ICB attribuito a ciascun immobile rappresenta l'incidenza degli indici di classifica attribuiti a quell'immobile, viene calcolato il C.B. di ciascun "primo" e "secondo" immobile tramite:

$$CB_{\epsilon} = \frac{CB_{indif_{\epsilon}} + CB_{varmax_{\epsilon}} \cdot ICB}{ordinale}$$

Nella quale il denominatore assume valore 1 per il "primo" immobile e 2 per il "secondo", garantendo quindi la prevista riduzione del 50% del contributo sul secondo immobile. Poiché la procedura non attribuisce alcun C.B. agli immobili successivi al "secondo", viene anche garantita la prevista riduzione del 100% per il "terzo" e successivi immobili.

7.3 Rapporto fra beneficio idraulico complessivo e valore dell'immobile

Il Piano di Classifica prevede che, per l'indice di comportamento idraulico e per l'indice di densità della rete di scolo e promiscua, eventuali valori anomali, risultanti da particolari situazioni di riferimento nel calcolo, vengano riportate alla normalità in sede di applicazione.

Si può dedurre che questo principio di riconoscere eventuali anomalie e tendenze eccessive, che il Piano rende esplicito con riferimento agli indici anzidetti, valga in modo implicito a comprendere il beneficio idraulico complessivo, nella determinazione del quale assumono rilevanza anche l'indice economico e, in generale, l'intero meccanismo di composizione degli indici.

Si applica pertanto un "controllo" del beneficio idraulico complessivo, inserendo un valore limite (un "tetto") non valicabile del rapporto fra beneficio idraulico complessivo e valore dell'immobile (limiti distinti per le diverse categorie di immobili: terreni, fabbricati, strade e ferrovie); questo valore limite ha proprio l'effetto di contenere definitivamente l'incremento anomalo del beneficio idraulico complessivo in alcuni casi residui.

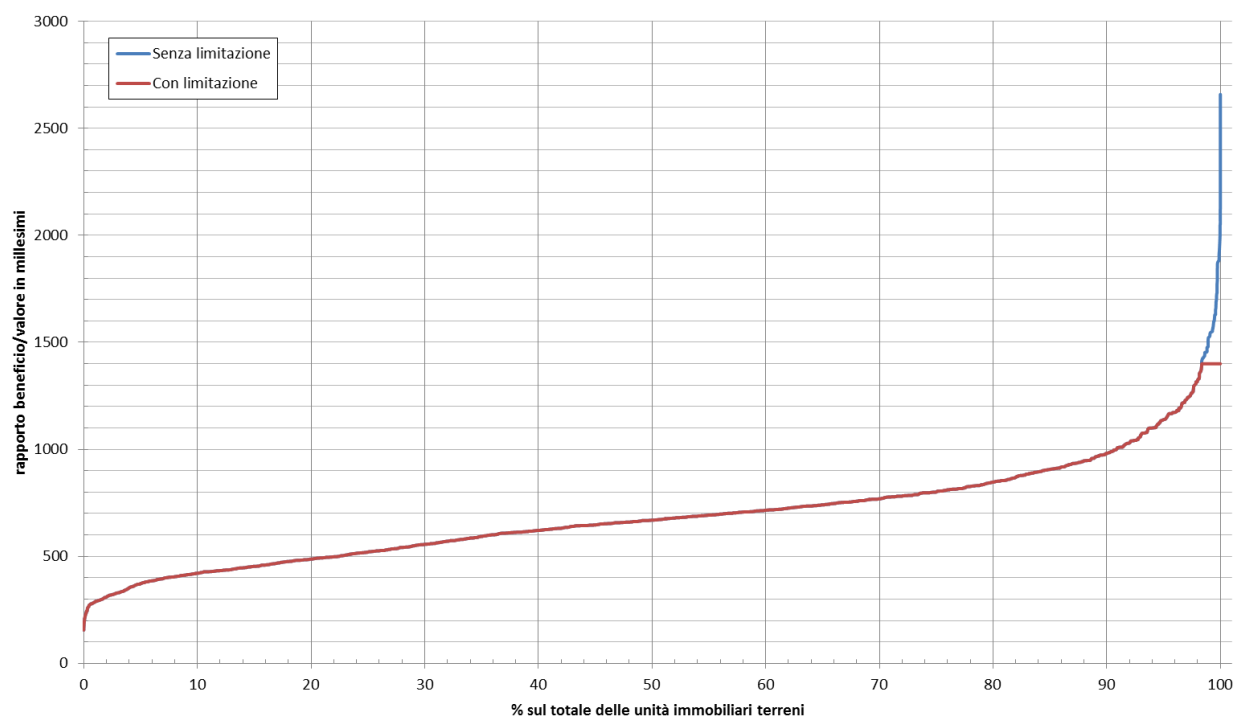
Infatti, quando il valore di beneficio complessivo derivante dal calcolo dovesse essere tale da far superare al rapporto beneficio/valore il valore limite stabilito, il beneficio idraulico complessivo sarà calcolato come prodotto tra il valore economico dell'immobile ed il suddetto valore limite.

La scelta del valore limite, per ciascuna categoria di immobili, da considerare come "tetto" non valicabile del rapporto beneficio/valore, avviene in base all'analisi delle curve che esprimono l'andamento crescente di questo rapporto in funzione delle unità immobiliari di riferimento, che mostrano con evidenza i casi, peraltro decisamente marginali, in cui si riscontrano queste anomalie residue.

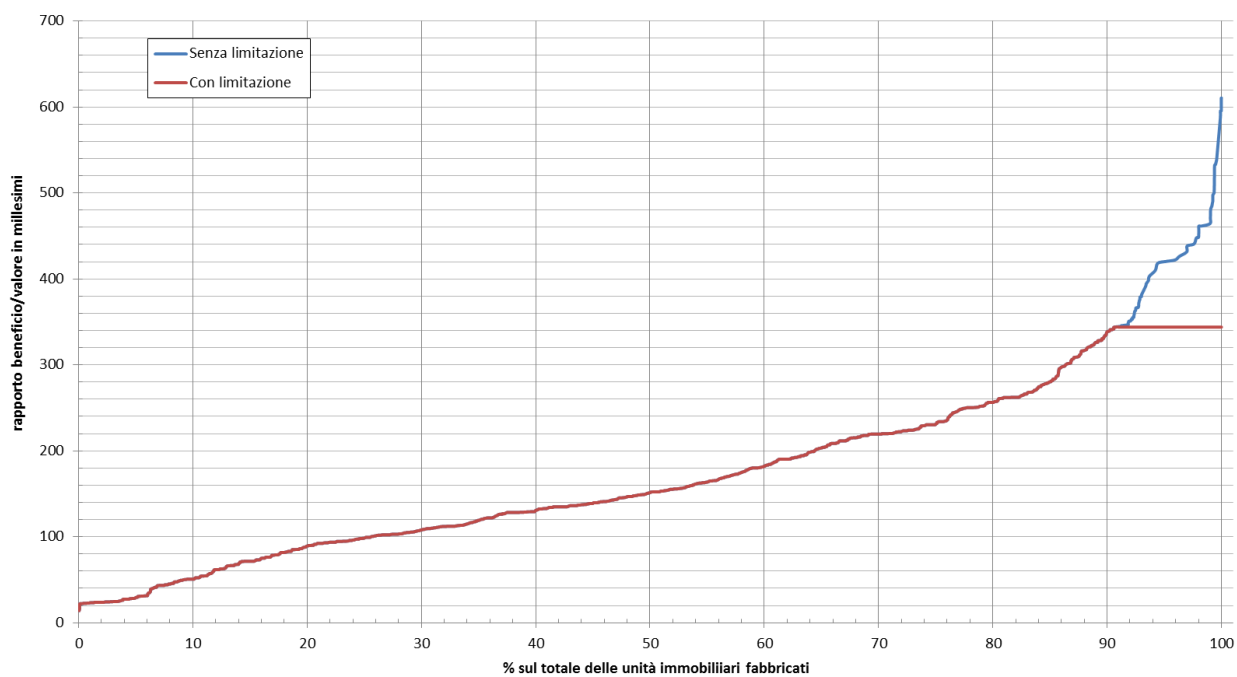
A seguito dell'analisi delle curve di distribuzione dei rapporti beneficio/valore, i valori dei limiti per ciascuna categoria di immobili sono i seguenti:

Categoria di immobili	Valore massimo del rapporto beneficio/valore
Terreni	1400 millesimi
Fabbricati	344 millesimi
Strade	1550 millesimi
Ferrovie	271 millesimi

Andamento del rapporto beneficio/valore per i terreni



Andamento del rapporto beneficio/valore per i fabbricati



8 Beneficio di Disponibilità e Regolazione Idrica – Termine a beneficio – Indici tecnici

8.1 Indice di onerosità dell'approvvigionamento (OA)

Il comprensorio del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara costituisce oltre l'85% del bacino idrografico Burana Volano, bacino caratterizzato da una giacitura pianeggiante. Viene alimentato naturalmente dalle sole precipitazioni che cadono al suo interno; le acque di pioggia confluiscono a mare rapidamente in quanto non sono presenti invasi di accumulo. La disponibilità di acqua ad uso irriguo è pertanto dipendente dalla possibilità di provvedere ad approvvigionamenti da fonti esterne al comprensorio.

Il fiume Po, che costituisce il confine Nord sia del Bacino Burana-Volano, sia del comprensorio del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara, è la principale fonte di approvvigionamento, servendo circa il 94% della superficie dell'intero comprensorio. Dal fiume Reno, che costituisce per buona parte il confine Sud del comprensorio, viene derivata e distribuita acqua su una superficie di circa ha 5.500 pari al 2,3 % del comprensorio. Dal tratto terminale del Po di Volano (dallo sbarramento Tieni al mare) viene prelevata acqua irrigua per distribuirla, sia in destra che in sinistra idraulica, su una superficie di circa ha 8.800 pari a circa il 3,7 % della superficie del comprensorio.

I principali macrobacini accorpati per punti di prelievo o corsi d'acqua sono inoltre distinguibili in base alla gestione degli impianti di derivazione: la gestione può essere di tipo diretto (da parte del Consorzio), effettuata da altri Consorzi sulla base di specifici regolamenti (Pilastresi - Consorzio Burana) o da Consorzi ai quali si è associati (Palantone – CER), oppure anche in forma mista: l'approvvigionamento avviene normalmente attraverso strutture consortili, ma è possibile integrare le derivazioni con altre fonti (Capodargine, Bastia, Chiavica Legno e Sifoni Lepri possono essere integrati dal sistema CER, pur essendo di normale derivazione da Po o da Reno).

Le caratteristiche tecniche dei vari impianti e/o manufatti, dipendenti prevalentemente dai livelli idrometrici delle fonti e delle reti di distribuzione, unitamente alle diverse gestioni (dirette o in convenzione o associazione con altri Enti) determinano diversi costi di approvvigionamento i quali, ovviamente, sono anche conseguenti ai quantitativi di acqua derivata.

Sulla base dei sistemi di approvvigionamento, tenendo conto che in alcuni casi i sistemi di derivazione possono servire territori non sempre definibili con estrema precisione e/o che non si è in grado di misurare quanta acqua è trattenuta in un'area e quanta passa a quella contigua, sono state definite le seguenti aree:



<i>Area</i>	<i>Fonte</i>	<i>ha serviti GIS</i>	<i>gestione</i>
1 Pilastresi-Pontelagoscuro	Po	137.519	convenzione/diretta
2 Capodargine	Po	9.300	diretta/associazione
3 Guarda-Berra-Contuga	Po	46.043	diretta
4 Sifoni Goro	Po di Goro	642	diretta
5 Dazio-Galvano	Volano	1.867	diretta
6 Galavrone, Passo Pomposa	Volano	3.352	diretta
7 Chiavica Pomposa	Volano	3.588	diretta
8 Sifoni Lepri	Reno	1.399	diretta/associazione
9 Bastia, Chiavica Legno	Reno	2.575	diretta/associazione
10 Cer Est-Ciarle, Gallo	Po	8.901	associazione/diretta
11 Cer Ovest, Bagnetto	Po	14.196	associazione/diretta

Pilastresi-Pontelagoscuro

E' il sistema che serve l'area più estesa del comprensorio. Gli impianti, posti lungo il fiume Po, sono riferiti: al sistema Pilastresi (impianto Pilastresi, impianto Sussidiario 1 e Sussidiario 2), posti fuori Comprensorio, gestiti dal Consorzio di Bonifica Burana, con il quale è in fase di rinnovo la Convenzione che ne disciplina le modalità di funzionamento ed il riparto dei costi; all'impianto di Pontelagoscuro, gestito dal Consorzio Pianura di Ferrara.

La Concessione di derivazione è assentita con un unico atto per 47 m³/s, di cui 3 m³/s al Consorzio Burana e 44 m³/s al Consorzio Pianura di Ferrara; 8 m³/s (dei 47 complessivi) sono derivabili dall'impianto Pilastresi.

Fino al 2004 l'unico impianto di derivazione funzionante era l'impianto Pilastresi, che può derivare acqua dal fiume Po sia a gravità, sia con sollevamento meccanico. Le eccezionali magre del fiume degli anni 2003, 2005, 2006 e 2007 annullarono completamente (per periodi variabili) la possibilità di prelevare acqua dall'impianto Principale. Per far fronte a tali situazioni sono stati realizzati gli

impianti Sussidiario 1 (2004), Pontelagoscuro (2012) e Sussidiario 2 (2014). Negli anni suddetti, così come negli anni 2012 e 2013 (nei quali l'impianto Pilastresi non è stato utilizzabile a causa dei lavori di costruzione dell'impianto Sussidiario 2), si è ricorso ad una derivazione straordinaria dal sistema CER -impianto Palantone-.

Il costo complessivo di approvvigionamento viene calcolato come media dei costi 2009-2013 ed è composto dall'importo corrisposto al Consorzio Burana, dal costo dell'impianto di Pontelagoscuro, dalla quota parte del canone di Concessione e da quanto corrisposto al Consorzio CER per le forniture straordinarie degli anni 2011(fuori uso Pilastresi causa inquinamento), 2012 e 2013. E' stato detratto l'importo relativo ai prelievi delle prese Schiavona Vecchia e Schiavona Nuova, in quanto tali prese, pur essendo alimentate dal sistema Pilastresi, servono aree alimentate prevalentemente da altri sistemi.

Il costo medio del quinquennio 2009-2013 è di € **976.754,18**.

Capodargine

L'impianto Capodargine, il più occidentale degli impianti di derivazione gestiti del Consorzio lungo il fiume Po, costituisce la principale fonte di alimentazione dell'area ma non l'esclusiva. L'area è infatti servita anche dalla presa Schiavona Vecchia che preleva acqua dal Canale Emissario di Burana (sistema Pilastresi) e quando necessario, da una presa posta sul Cavo Napoleonico (sistema CER) in corrispondenza del passaggio in botte del Canale Cittadino.

Il costo complessivo di approvvigionamento si ottiene sommando i costi dei tre punti di derivazione. Per quanto riguarda l'impianto Capodargine è stata calcolata la media 2009-2013 dei costi sostenuti dal Consorzio, compresi anche i costi della Concessione di derivazione in corso di rinnovo ($1 \text{ m}^3/\text{s}$); il valore medio è pari a € 54.652,51.

Il costo relativo alla presa Schiavona Vecchia è calcolato, rapportando il volume mediamente derivato dalla presa al volume complessivo derivato dal sistema Pilastresi, la percentuale così ottenuta è applicata ai costi del sistema Pilastresi. La somma di € 5.603,36 è pertanto attribuita al sistema Capodargine e detratta dal sistema Pilastresi. Il costo medio di funzionamento dell'impianto è di € 7.379,81

Il costo conseguente alla possibilità di immettere acqua proveniente dal sistema CER nel canale Cittadino, è connessa al riparto dei costi del Consorzio CER. Alla presa suddetta è assegnata una dotazione di $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ed i costi medi (2009-2013) corrispondono a € 17.473,17.

Il costo medio del quinquennio 2009-2013 per l'approvvigionamento dell'area è di € **85.108,85**.

Guarda-Contuga-Berra

L'area in oggetto potrebbe essere distinguibile in due blocchi: Guarda – linea Fossa Lavezzola; Contuga-Berra – linea Canal Bianco. Di fatto è possibile trasferire volumi derivati a Ovest (Guarda) nei territori normalmente alimentati dagli impianti posti più ad Est (attualmente Contuga e Berra), in particolare alcuni bacini a riso sono alimentati in forma mista; poiché ciò avviene con frequenza abbastanza elevata, si è ritenuto di accorpare i suddetti impianti in un unico sistema.

La Concessione di derivazione, rilasciata dalla Regione Emilia-Romagna, prevede un unico atto per gli impianti di Guarda, Contuga, Berra e per il nuovo impianto Garbina (in fase di costruzione). E' stata concessa una dotazione massima di 42 m³/s (Guarda 4,1 m³/s, Contuga 8,5 m³/s, Berra 25,0 m³/s e Garbina 4,4 m³/s).

Gli impianti sono gestiti direttamente dal Consorzio; il costo medio del quinquennio 2009-2013 per l'approvvigionamento dell'area è di € **403.670,71**.

Sifoni Goro

Nell'ultimo tratto del Po di Goro sono posti cinque sifoni grazie ai quali è possibile fornire acqua irrigua alla parte più orientale del Comprensorio. La concessione di derivazione, in fase di rinnovo per quattro sifoni, prevede una dotazione di 70 l/s per ogni manufatto; per il quinto sifone è stata richiesta una dotazione di 95 l/s.

I manufatti sono gestiti direttamente dal Consorzio; il costo medio del quinquennio 2009-2013 per l'approvvigionamento dell'area è definito in € **4.982,28**.

Dazio-Galvano

Nell'ultimo tratto del Po di Volano, compreso tra lo sbarramento Tieni ed il mare, sono posti una serie di manufatti di derivazione a gravità che alimentano alcune aree del Comprensorio. La prima di queste aree, in sinistra idraulica, è servita da quattro manufatti di presa: Dazio, Cà de Coppi, Galvano della Cartiera e Lamberta. Il prelievo avviene dalla presa Dazio e dalla presa Galvano della Cartiera, gli altri manufatti non sono stati utilizzati negli ultimi anni.

Le concessioni sono in fase di definizione.

I manufatti sono gestiti direttamente dal Consorzio; il costo medio del quinquennio 2009-2013 per l'approvvigionamento dell'area, è definito in € **3.706,93**.

Galavrone-Passo Pomposa

Procedendo lungo il Po di Volano, la seconda area definita, in sinistra idraulica, è potenzialmente servita da cinque manufatti: Galavrone, Salghea, Passo Pomposa, Monchina e Canneviè. Negli ultimi anni sono utilizzate esclusivamente le due prese poste più distanti dal mare (Galavrone e Salghea), mentre le rimanti tre prese (Passo Pomposa e sifoni Monchina e Canneviè) non sono state utilizzate.

Passo Pomposa dispone di una Concessione di derivazione per una portata massima di 3,0 m³/s, per gli altri manufatti le concessioni sono in fase di definizione, ma nella stima dei costi si è tenuto conto del canone presunto.

Le opere sono gestite direttamente dal Consorzio; il costo medio del quinquennio 2009-2013 per l'approvvigionamento dell'area, è definito in € **8.158,93**.

Chiavica Pomposa

Continuando a procedere lungo il Po di Volano, la terza ed ultima area definita, in destra idraulica, è servita dalla Chiavica Pomposa.

La concessione di derivazione è in fase di definizione; nella stima dei costi si è tenuto conto del canone presunto.

Il manufatto è gestito direttamente dal Consorzio; il costo medio del quinquennio 2009-2013 per l'approvvigionamento dell'area è definito in € **7.178,73**.

Sifoni Lepri

Risalendo il corso del fiume Reno, il primo manufatto di derivazione Consorziiale, in sinistra idraulica, è quello dei sifoni Lepri; la struttura è costituita da due sifoni, di questi solo uno è funzionante. La concessione di derivazione è in fase di rinnovo. E' stata recentemente verificata strumentalmente la portata del sifone attivo, corrispondente a circa 300 l/s.

I manufatti sono gestiti direttamente dal Consorzio ma, per questo punto di presa e per gli impianti Chiavica di Legno e Bastia, è possibile immettere, nel fiume Reno, acqua dal sistema CER; il Consorzio CER ha inoltre in gestione lo sbarramento di Volta Scirocco, posto sul fiume Reno circa 8,5 km a valle dei Sifoni Lepri. Per tali attività è definito un costo a carico del Consorzio Pianura di Ferrara calcolato sulla base della dotazione complessiva attribuita, in ambito CER, complessivamente ai tre punti di presa suddetti (sifoni Lepri, Chiavica Legno e Bastia), pari a 1 m³/s, ed ai volumi derivati annualmente. Il riparto di tale costo tra i tre punti di presa è stato calcolato sulla base dei volumi mediamente prelevati da ogni singolo manufatto.

Il costo medio del quinquennio 2009-2013 per l'approvvigionamento dell'area, costituito dalla stima dei costi di occupazione del suolo (la pratica è in corso di definizione) e dalla quota parte del costo di associazione al CER, è di € **33.675,40**

Bastia-Chiavica di Legno

Continuando a risalire il fiume Reno sono posti sul fiume, durante la stagione irrigua, due natanti con alloggiate gruppi pompa. Grazie ai quali è possibile servire un'area compresa tra il corso del fiume Reno e il vecchio corso del Po di Primaro.

I manufatti sono gestiti direttamente dal Consorzio ma, come già riportato per i Sifoni Lepri, anche per questi manufatti, è possibile immettere, nel fiume Reno, acqua dal sistema CER; il Consorzio CER ha inoltre in gestione lo sbarramento di Volta Scirocco posto, sul fiume Reno, circa 14,3 km a valle del natante Chiavica di Legno e circa 20,7 Km a valle del natante Bastia. Per tali attività è definito un costo a carico del Consorzio Pianura di Ferrara calcolato sulla base della dotazione complessiva attribuita, in ambito CER, complessivamente ai tre punti di presa suddetti (sifoni Lepri, Chiavica Legno e Bastia), pari a 1 m³/s, ed ai volumi derivati annualmente. Il riparto di tale costo tra i tre punti di presa è stato calcolato sulla base dei volumi prelevati annualmente da ogni singolo manufatto.

Il costo medio del quinquennio 2009-2013 per l'approvvigionamento dell'area, costituito dalla stima dei costi di occupazione del suolo (la pratica è in corso di definizione) e dalla quota parte del costo di associazione al CER, è di **€ 55.880,95**.

Ciarle-Gallo

Le aree sud-ovest del comprensorio sono prevalentemente servite da manufatti che non derivano acqua direttamente da fiumi ma dal sistema CER. L'impianto Ciarle è il primo impianto di derivazione dal Canale Emilano Romagnolo. L'acqua da esso derivata è prelevata dal fiume Po dall'impianto Palantone (gestito dal Consorzio CER), immessa nello Scolmatore di Reno e, da questo, attraverso l'impianto ausiliario Sant'Agostino (gestito dal Consorzio CER), immessa nel Canale Emiliano Romagnolo.

Il sistema di distribuzione connesso all'impianto Ciarle non è ancora completato, anche per tale ragione, una piccola porzione dell'area è servita da una derivazione diretta dal fiume Reno: impianto Gallo. Per tale prelievo è stata inoltrata alla Regione Emilia-Romagna domanda concessione per una derivazione massima di $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$.

In ambito CER è assegnato all'impianto Ciarle una dotazione di $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Considerato che l'area servita dall'impianto Gallo è variabile, e strettamente connessa al funzionamento dell'impianto Ciarle sono stati sommati, e attribuiti all'intera area, i costi dei due impianti.

Il costo medio del quinquennio 2009-2013 per l'approvvigionamento dell'area, costituito da costi diretti sostenuti dal Consorzio e quota parte del costo di associazione al CER è di **€ 116.272,10**.

Sant'Agostino-Bagnetto

Anche l'area Sant'Agostino-Bagnetto è prevalentemente servita da un impianto che non deriva acqua direttamente da fiumi ma dal sistema CER.

L'impianto Sant'Agostino è posto sullo Scolmatore di Reno, vettore irriguo alimentato dall'impianto Palantone (gestito dal Consorzio CER) che preleva acqua fiume Po.

Da tale impianto trae origine il canale Sinistra Reno che si sviluppa, dopo un ulteriore impianto di sollevamento (impianto Cento), anche nel Comprensorio del Consorzio Burana.

Il sistema "Sinistra Reno", impianti (Sant'Agostino e Cento) e canalizzazioni, sono strutture in carico al Consorzio CER che ne ha affidato la gestione ai Consorzi associati nei quali Comprensori ricadono le opere. I costi degli impianti e delle opere di distribuzione sostenuti di Consorzi associati al CER sono rimborsati dal Consorzio di secondo Grado che, in sede di Bilancio Consuntivo, provvede a ridistribuirli, per le quote di competenza, agli stessi Consorzi elementari. Nella stima dei costi di approvvigionamento sono pertanto stati imputati i soli costi connessi all'impianto di Sant'Agostino, riferiti al territorio di competenza, e non quelli connessi alla manutenzione e all'esercizio della rete di distribuzione.

la dotazione assegnata al Consorzio Pianura di Ferrara, all'impianto di Sant'Agostino, in ambito CER è di $3,4 \text{ m}^3/\text{s}$.

L'area in oggetto è inoltre servita da due altre derivazioni:

- l'impianto Bagnetto posto sul fiume Reno (Concessione di derivazione assentita per una portata massima di $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$), al servizio principale, ma non esclusivo, dell'estremità sud-occidentale del Comprensorio;
- l'impianto Schiavona Nuova posto che preleva acqua dal Canale Emissario di Burana (sistema Pilastresi), anch'esso al servizio principale, ma non esclusivo, di una piccola porzione dell'area in oggetto.

Il costo complessivo per l'approvvigionamento dell'area è pertanto corrispondente alla quota CER (impianto Sant'Agostino), ai costi di manutenzione, esercizio e canone di Concessione dell'impianto Bagnetto, ed al costo dell'impianto Schiavona Vecchia, comprensivo di una quota dei costi del sistema Pilastresi, quota calcolata rapportando il volume mediamente derivato

dall'impianto, al volume complessivo derivato dal sistema Pilastresi, la percentuale così ottenuta è applicata ai costi del sistema Pilastresi.

Il costo medio del quinquennio 2009-2013, come sopra definito, è di € 171.296,7

Il costo delle singole fonti di approvvigionamento, la superficie delle varie zone, il costo complessivo annuo della disponibilità e regolazione idrica, esposti in tabella 1, costituiscono gli elementi necessari alla determinazione dell'indice.

Tabella 1 – Costi fonti di approvvigionamento e costi totali

zone	ha serviti	Costi approvvig. €	Costi €/ha (Ca zona)
1 Pilastresi-Pontelagoscuro	137.519	976.754,18	53,01
2 Capodargine	9.300	85.108,85	55,06
3 Guarda, Contuga, Berra	46.043	403.670,71	54,68
4 Sifoni Goro	642	4.982,28	53,67
5 Dazio, Galvano	1.867	3.706,93	47,90
6 Galavrone, Passo Pomposa	3.352	8.158,93	48,35
7 Ch Pomposa	3.588	7.178,73	47,91
8 Sifoni Lepri	1.399	33.675,40	69,98
9 Bastia, Ch Legno	2.575	55.880,95	67,62
10 Cer Est-Ciarle, Gallo	8.901	116.272,10	58,97
11 Cer Ovest, Bagnetto	14.196	171.297,31	57,98
totale	229.382	€ 1.866.686,37	

Costi totali disponibilità e regolazione idrica **€ 12.398.000,00**

Procedura di calcolo dell'indice

Il calcolo dell'indice avviene tramite confronto tra gli importi e le superfici delle zone irrigue principali, con riferimento ai costi medi di approvvigionamento rapportati ai costi totali della disponibilità e regolazione idrica, come da procedura seguente:

Vengono valutati il costo medio ettariale della disponibilità e regolazione idrica esclusi gli oneri di approvvigionamento ed il costo medio ettariale complessivo della stessa:

$$Cdri_{(rim)} \text{ €/ha} = \frac{Costi_{tot \text{ €}} - Costi_{approv. \text{ €}}}{Superf_{tot \text{ ha}}}$$

$$Cdri_{(medio)} \text{ €/ha} = \frac{Costi_{tot \text{ €}}}{Superf_{tot \text{ ha}}}$$

Per ciascuna zona irrigua principale, viene calcolato uno specifico costo medio ettariale della derivazione (specifico, perché tiene conto del diverso costo ettariale per l'approvvigionamento):

$$Ca_{(zona)} \text{ €/ha} = \frac{Costo_{approvv. (zona) \text{ €}}}{Superf_{(zona) \text{ ha}}}$$

$$Cdri_{(zona)} \text{ €/ha} = Cdri_{(rim)} \text{ €/ha} + Ca_{(zona)} \text{ €/ha}$$

Si ottiene quindi l'indice di onerosità dell'approvvigionamento irriguo, rapportando il costo medio ettariale della derivazione di ciascuna zona irrigua principale al costo complessivo medio per ettaro dell'intera attività di distribuzione e regolazione idrica:

$$OA_{(zona)} = \frac{Cdri_{(zona)} \text{ €/ha}}{Cdri_{(medio)} \text{ €/ha}}$$

a titolo di riferimento si riporta la tabella degli indici risultante dall'analisi dei costi operata per la prima applicazione:

VDI	Zona irrigua principale	Indice
1	Pilastresi	0,980847
2	Capodargine	1,018751
3	Guarda, Contuga, Berra	1,011644
4	Sifoni Goro	0,993048
5	Dazio, Galvano	0,886171
6	Passo Pomposa, Galavrone, Monchina, Canneviè	0,894466
7	Ch Pomposa	0,886454
8	Sifoni Lepri	1,294748
9	Bastia, Ch Legno	1,251000
10	Cer Est-Ciarle, Gallo	1,091113
11	Cer Ovest, Bagnetto	1,072684

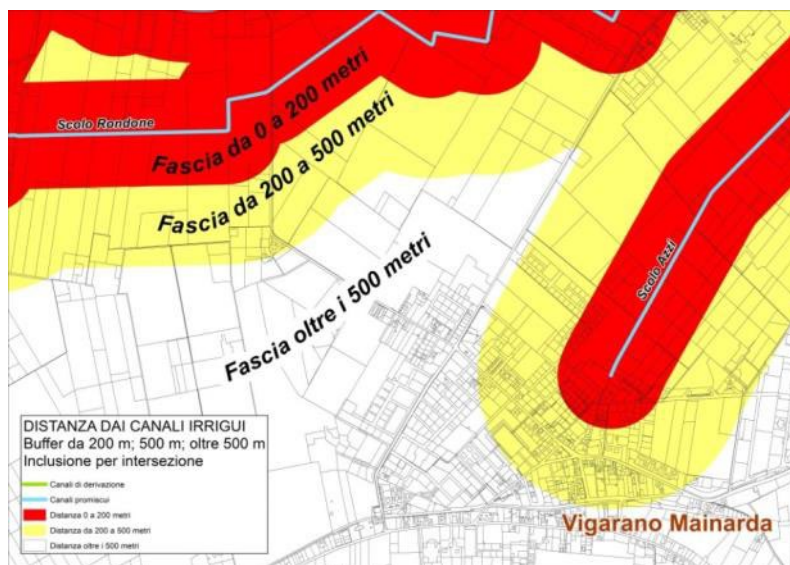
L'indice viene applicato alle particelle in funzione della zona irrigua principale in cui ricadono.

8.2 Indice di disponibilità idrica potenziale (o irrigabilità o beneficio di posizione) (DIP)

L'indice di disponibilità idrica potenziale (o di irrigabilità) è attribuito in ragione della distanza dalla canalizzazione consorziale nella quale sia normalmente disponibile acqua ad uso irriguo.

La prima valutazione avviene per via cartografica, tramite sistemi GIS: parallelamente ad ogni canale irriguo o tratto di canale promiscuo invasato a fini irrigui, sono definite delle linee a distanza rispettivamente di 200 metri e di 500 metri, individuando le seguenti tre fasce di distanze:

- Fascia tra il canale e la parallela posta a 200 metri dal canale stesso;
- Fascia compresa tra le parallele al canale poste rispettivamente a 200 e 500 metri;
- Fascia esterna alla parallela posta a 500 metri dal canale.



A seguito di un'analisi territoriale più dettagliata, la cartografia di riferimento è stata aggiornata, rispetto alla prima applicazione, correggendo l'indicazione dei tratti di canale promiscuo mantenuti normalmente invasati e inserendo i principali ostacoli presenti (autostrade, argini, ferrovie, aree urbane, ecc.) che risultino di fatto insormontabili.

Ai fini della valutazione dell'indice, vengono inoltre distinte due condizioni diverse, riferite al sistema di distribuzione:

- aree servite da sistemi di distribuzione specializzata (canali irrigui),
- aree servite da sistemi di distribuzione promiscua o mista o da sistemi tubati.

Considerato che, in caso di rete irrigua specializzata, la prevalente dominanza della rete rispetto al piano campagna consente di poter disporre agevolmente della risorsa a distanza maggiore rispetto alle reti di distribuzione promiscue, per le aree servite da sistemi di distribuzione specializzata le prime due fasce di distanze vengono considerate equivalenti.

Il valore dell'indice viene graduato in ragione del beneficio decrescente all'allontanarsi dal punto di consegna dell'acqua; viene pertanto posto uguale a 1 nella fascia di distanza più prossima alle canalizzazioni normalmente invasate per le quali non sussistono limitazioni all'uso della risorsa:

- Fascia a) per le aree servite da reti promiscue, miste o tubate,
- Fasce a) e b) per le aree servite da reti specializzate.

La condizione di minor vantaggio è, ovviamente, riferita alla terza fascia (oltre i 500m dalla canalizzazione normalmente invasata); in tale situazione possono essere presenti, in toto o in parte, limitazioni principalmente connesse:

- all'eventuale necessità di dover attraversare proprietà diverse,
- alla necessità di realizzare, mantenere e gestire infrastrutture private per veicolare l'acqua irrigua ai terreni (canali-reti, stazioni di pompaggio).

Ne consegue una limitazione all'accesso della risorsa riferibile sia agli aspetti quantitativi sia ai costi aziendali connessi all'approvvigionamento; l'indice viene quindi posto uguale a 0,2 nelle aree servite da sistemi di distribuzione promiscui, misti o tubati mentre, nelle aree servite da sistemi di distribuzione specializzata, l'indice è posto uguale 0,5.

Per la fascia intermedia (tra 200 e 500 m) nelle aree servite da sistemi di distribuzione promiscui, misti o tubati, l'indice viene posto uguale a 0,8; nelle aree servite da sistemi di distribuzione specializzata, l'indice è posto uguale 1,0: pur in assenza di riscontri statistici, si ritiene che la dimensione media delle aziende del comprensorio, in particolare nelle aree dove sono presenti sistemi di distribuzione specializzati, sia tale da limitare notevolmente, per questa fascia di distanza, le problematiche connesse alla necessità di attraversare proprietà diverse.

Valori dell'Indice

	<i>distanza dal canale</i>	<i>Rete promiscua, mista e tubata</i>	<i>Rete specializzata</i>
a)	Entro 200 m	1,00	1,00
b)	Tra 200 e 500 m	0,80	1,00
c)	oltre 500 m	0,20	0,50

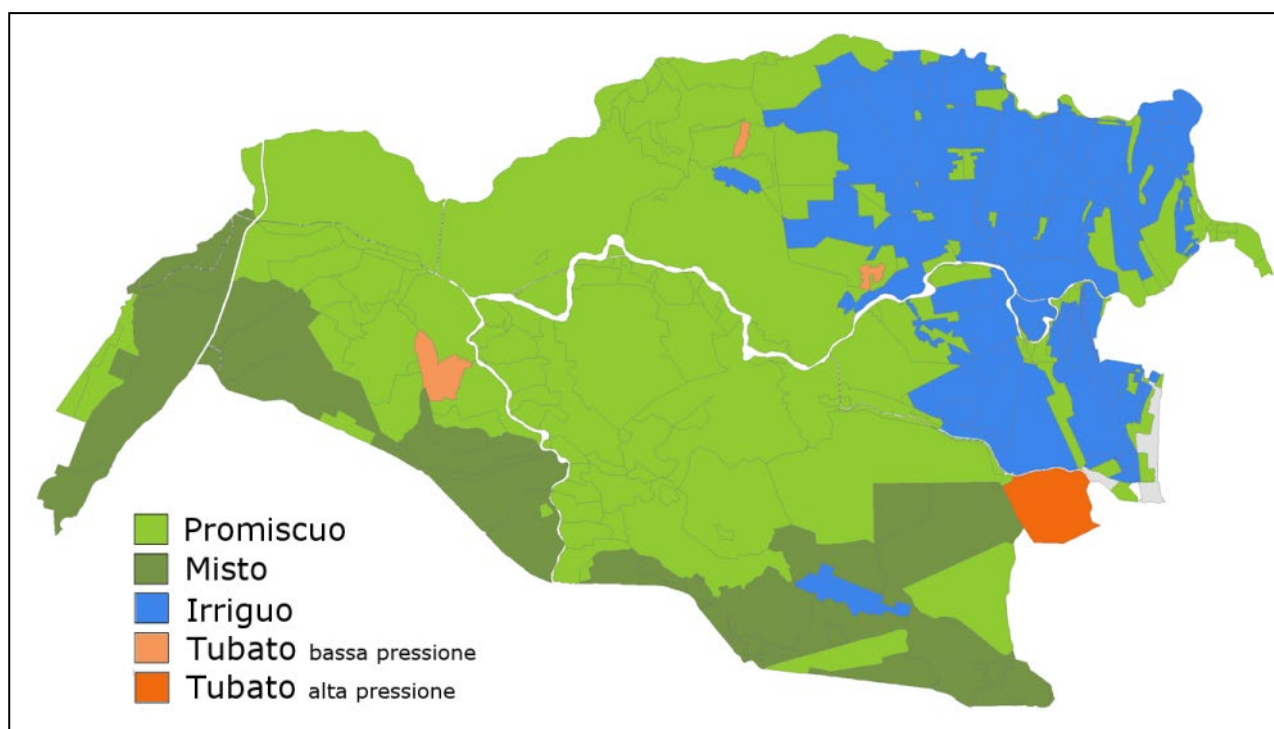
L'indice viene attribuito alle particelle in funzione della fascia di distanza in cui ricadono.

L'indice di disponibilità idrica potenziale viene inoltre utilizzato come correttivo per la stima dei consumi delle colture.

8.3 Indice di tipologia del sistema di distribuzione irrigua (TIP)

I sistemi di distribuzione interna delle acque sono prevalentemente costituiti da **canali promiscui** (ha 128.477), in alcune aree sono presenti canalizzazioni irrigue principali che alimentano canali promiscui -**sistema misto**- (ha 45.063), nella parte orientale sono presenti anche canalizzazioni **specializzate irrigue** perlopiù costituite da canali rivestiti dominanti (ha 51.722).

Sono inoltre presenti sistemi di distribuzione **tubati sia a bassa pressione**: Tubato Chiesuol del Fosso, Tubato Cesta, Tubato Nuvolè (ha 1.440), sia ad **alta pressione**: Pluvirriguo Valle Pega (ha 2648).



A seguito di un'analisi territoriale più dettagliata, la cartografia di riferimento è stata aggiornata, rispetto alla prima applicazione, modificando per alcune aree, di estensione modesta, il sistema di distribuzione da irriguo a promiscuo e viceversa.

Rete promiscua

La distribuzione dell'acqua attraverso l'utilizzo di canalizzazioni promiscue, alimentate sia da monte verso valle, sia da valle verso monte qualora le pendenze lo consentano, è il sistema più diffuso nel comprensorio. Tale modalità presenta l'unico vantaggio di essere più economica dal punto di vista degli investimenti infrastrutturali, ma è, per sua natura, poco razionale; è causa di possibili limitazioni relativamente alla qualità del servizio erogato ai consorziati, è molto più complicata nella sua gestione e, i due diversi utilizzi (drenaggio/irrigazione) ai quali è destinata la rete, sono conflittuali.

Durante la stagione irrigua, pertanto dopo aver "caricato" le canalizzazioni promiscue, al verificarsi di previsioni di precipitazioni di entità media o rilevante, è necessario provvedere al ripristino delle funzionalità drenanti dei canali. Tale necessità determina lo "spreco" di acqua e, per quanto riguarda l'utenza, tempi di attesa variabili a seconda delle modalità di alimentazione dei tratti di canale interessati.

Rete mista

Qualora non sia possibile alimentare direttamente le canalizzazioni promiscue a causa dell'altimetria dei terreni o della distanza dei canali stessi dalle fonti primarie, sono state realizzate, ove possibile e compatibilmente con i finanziamenti assenti, canalizzazioni irrigue specializzate che provvedono a ciò. Nella maggior parte dei casi tali canalizzazioni irrigue sono alimentate da canali promiscui. Ove presenti tali infrastrutture, la modalità di distribuzione è stata, come sopraddetto, indicata come mista.

Rete specializzata

Nelle aree di più recente bonifica (parte orientale del Comprensorio) sono presenti reti di distribuzione irrigua specializzata. Le canalizzazioni, nella maggior parte dei casi strutture impermeabili in cemento, che si diramano (più o meno capillarmente) dai distributori primari, ai secondari, ai terziari sono prevalentemente dominanti rispetto al piano campagna.

Il servizio offerto all'utenza da tali sistemi è, ovviamente, migliore rispetto a quello disponibile nelle aree servite da reti promiscue o miste, sia per la maggiore disponibilità temporale della risorsa (l'alimentazione, non viene sospesa in caso di previsioni meteo avverse), sia per la prevalenza della quota dell'acqua rispetto al piano campagna. Ciò consente nel caso di utilizzo di metodi irrigui gravimetrici (sommersione, infiltrazione laterale) di poter adacquare gli appezzamenti senza alcun costo energetico da parte dell'utenza.

Purtroppo la quasi totalità delle reti specializzate sono state realizzate negli anni '50 ÷ '60, e dimensionate per le esigenze dell'agricoltura allora praticata.

Le esigenze irrigue del territorio sono aumentate notevolmente, particolarmente rilevante è stata la diffusione delle colture orticole nei territori a tessitura sciolta posti nella parte più orientale del territorio; al contrario, i consumi unitari del riso sono diminuiti grazie alle migliori sistemazioni dei terreni e delle arginature.

Dalle considerazioni sopraesposte consegue che, in alcune aree, la rete irrigua non è adeguatamente dimensionata e, in genere, data la vetustà delle opere, le condizioni delle stesse non sono ottimali.

Rete tubata bassa pressione

Come detto in premessa sono presenti nel comprensorio tre impianti tubati a bassa pressione: Chiesuol del Fosso, Cesta, Nuvolè (ha 1.440 complessivi). Tutti e tre gli impianti sono alimentati da canalizzazioni promiscue distribuiscono l'acqua a livello aziendale con idranti. Le portate disponibili sono compatibili per irrigazioni ad aspersione o microirrigazione e la distribuzione in campo necessita di messa in pressione da parte dell'utenza. I vantaggi rispetto ai sistemi specializzati a cielo aperto sono rappresentati dalla maggior capillarità dei punti di erogazione e dal fatto che la rete di distribuzione interrata non è d'intralcio all'azienda.

Rete tubata media pressione

L'unico impianto di distribuzione a medio/alta pressione attualmente presente è l'impianto pluvisirriguo Valle Pega (ha 2.648).

La struttura è alimentata da una canalizzazione irrigua specializzata a cielo aperto dalla quale 10 cabine di pompaggio prelevano acqua e la immettono in una rete tubata interrata. Le aziende sono servite da idranti che erogano (qualora non tutte le utenze siano connesse) acqua a circa 3-4 atm. È pertanto possibile distribuire acqua con sistemi ad aspersione senza ulteriori costi energetici da parte dell'utenza.

Sulla base delle considerazioni sopra esposte ed in particolare tenendo conto:

- della possibilità che la fornitura possa essere sospesa,
- delle infrastrutture irrigue specifiche,

- della possibilità di irrigare senza ulteriori costi energetici da parte dell'utenza con alcuni metodi irrigui o con tutti i prevalenti metodi irrigui,
 - della capillarità della rete e della presenza o meno di linee di distribuzione superficiali
- sono stati definiti i seguenti valori (correggendo in lieve diminuzione, rispetto alla prima applicazione, i valori delle tipologie tubate a bassa e alta pressione):

Tipologia di distribuzione	Valore
Rete Promiscua	1,00
Rete Mista	1,10
Rete Specializzata	1,50
Bassa Pressione	1,60
Alta Pressione	1,80

Benché i valori attribuiti siano adimensionali, di conseguenza potrebbero già essere utilizzati come indice, per il calcolo del valore dell'indice di tipologia di distribuzione viene comunque operata una normalizzazione, rapportando i valori anzidetti al loro valore medio, pesato in funzione delle superfici di incidenza di ciascuna tipologia di distribuzione irrigua, ottenendo la seguente tabella:

VSD	Tipologia di distribuzione	TIP
1	Canali promiscui e colatizie	0,876241
6	Mista	0,967618
2-3-7	Canali Irrigui specializzati	1,319479
4	Rete tubata - bassa pressione	1,407444
5	Rete tubata – alta pressione	1,583374

I valori dell'indice così calcolato, vengono attribuiti alle particelle in funzione del distretto (VSD, nella precedente tabella) in cui ricadono.

8.4 Indice di rilevanza del sollevamento irriguo (RSI)

L'indice di onerosità dell'approvvigionamento rileva i costi, energetici e gestionali, dei sistemi di derivazione primari, ma non “misura” i costi di distribuzione all'interno del comprensorio. Tali infrastrutture (sollevamenti interni al comprensorio) sono presenti e dimensionate:

- per quanto riguarda le prevalenze, in ragione delle quote alle quali è disponibile la risorsa (immessa dai sistemi principali), delle quote, oltreché alle distanze, alle quali sono posti i terreni da servire;
- per quanto riguarda le portate, in ragione delle superfici da servire.

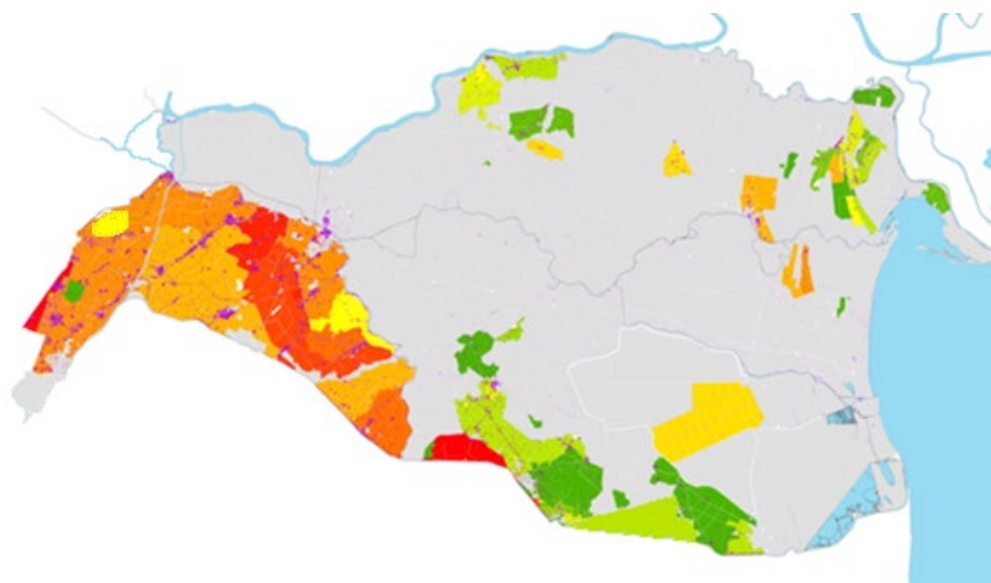
Il comprensorio è pertanto stato distinto in aree per le quali non è necessario il sollevamento delle acque irrigue da parte del Consorzio (successivo a quello riferito, e considerato, per l'onerosità di approvvigionamento), e in aree per le quali è necessario provvedere a ciò; per tali aree sono stati definiti i territori serviti da ogni singolo impianto.

L'elemento tecnico utilizzato per ogni area è relativo alla prevalenza geodetica di ogni impianto. In alcune situazioni tutta l'acqua che viene immessa in una determinata area è sollevata dalla relativa stazione di pompaggio, in altre situazioni la stazione di pompaggio integra, nei momenti di maggior esigenza, le portate che possono giungere nell'area servita a gravità oppure sollevate da impianti posti più a valle. In questo secondo caso è definito un coefficiente di riduzione della prevalenza geodetica in funzione della stima di quanto l'immissione integrativa contribuisca al volume totale annuo immesso nell'area.

Ad ogni area è pertanto attribuito un valore di prevalenza complessiva dato dalla sommatoria delle prevalenze di ogni impianto (valore effettivo o ridotto se trattasi di impianto integrativo), attraverso il quale transita l'acqua distribuita nell'area stessa.

Per i distretti caratterizzati da impianti tubati in bassa e alta pressione, è conteggiato unicamente l'eventuale prevalenza geodetica necessaria per portare l'acqua a pelo libero fino all'aspirazione dell'impianto di messa in pressione; la prevalenza riferibile alla messa in pressione dell'acqua all'interno dell'impianto, è un elemento già in parte “valutato” dall'indice legato alla tipologia del sistema consorziale di distribuzione, e in parte sarà “pesato” nel Regolamento per la derivazione da definire e adottare successivamente all'approvazione del Piano di Classifica.

L'altro elemento necessario alla definizione dell'indice è costituito dal costo complessivo del sollevamento presso i 73 impianti.



In grigio le aree non servite da impianti di sollevamento irrigui secondari. Le aree colorate presentano valori di prevalenza crescenti passando dal verde al rosso.

L'indice di rilevanza del sollevamento ai fini irrigui è composto dall'indice di prevalenza geodetica (per sollevamenti irrigui), dal coefficiente di riduzione per uso limitato o per insufficiente dotazione e dal coefficiente di confronto per l'irrigazione; l'indice può quindi essere descritto dalla formula:

$$RSI = 1 + IPI \cdot CCI$$

nella quale 1 (uno) indica la situazione di riferimento, IPI è l'indice di prevalenza geodetica complessiva (per sollevamenti irrigui), CCI è il coefficiente di dotazione "insufficiente" e CCI è il coefficiente di confronto.

8.4.1 Indice prevalenza irrigua complessiva (IPI)

Per il calcolo dell'indice, a ciascuna parte di distretto servita da un impianto di sollevamento irriguo viene attribuito il valore di prevalenza complessiva (HComp), che rappresenta l'energia necessaria a fornire acqua irrigua nelle varie aree.

VR D	NRD	prev. attr.	Sollevamento precedente	h tot.	prev. compl.
1	Sant' Agostino	4,00			4,00
2	Bevilacqua	0,40	Sant' Agostino	4,00	4,40
3	Gorghi	0,60			0,60
4	Ciarle	3,00			3,00
5	Porotto	4,00			4,00
6	Mirasole	1,40	Porotto	4,00	5,40
7	Catena	0,30	Mirasole	5,40	5,70
8	Fondo Reno	0,20	Mirasole	5,40	5,60
9	Coronella	0,70	Mirasole	5,40	6,10
10	Cascina	0,50	Mirasole	5,40	5,90
11	Bosco Nuovo	0,10	Mirasole	5,40	5,50
12	Tubato San Martino (tubato b.p.)	0,00	Porotto	4,00	4,00
13	Sant' Egidio (prom.)	2,10			2,10
14	Favalla	2,80	Sant' Egidio	2,10	4,90
15	Spinazzino	3,50			3,50
16	Rena	1,80	Spinazzino	3,50	5,30
17	Leona	1,00	Spinazzino	3,50	4,50
18	Anderlise	0,70			0,70
19	Cavo Spina	8,40			8,40
20	Sabbiosola - Benvignante (prom.)	1,65			1,65
21	Fiorana	0,50			0,50
22	Parata	0,35	Fiorana	0,50	0,85
23	Celletta Est	1,15	Buoncambio	1,15	2,30
24	Parata Alto	0,95	Parata	0,85	1,80
25	Runco	0,40			0,40
26	Olmo Tampellina	1,10	Fiorana	0,50	1,60
27	Sant' Antonio	1,80	Olmo Tampellina	1,60	3,40
28	Derna Fondiaria	0,50			0,50
29	Verginese	1,30			1,30
30	Menate (Irriguo)	0,60			0,60
31	Anita	1,00	Menate(Irriguo)	0,60	1,60

VR D	NRD	prev. attr.	Sollevamento precedente	h tot.	prev. compl.
32	Cà Umana	1,70			1,70
33	Signora	0,70			0,70
34	Mantello II	2,20			2,20
35	Valle Pega (Tubato A.P.)	0,00			0,00
36	Bosco	0,10	Baia del Re	3,40	3,50
37	Valli Basse	0,50			0,50
38	Banze	1,00			1,00
39	Belvedere	2,45			2,45
40	Cesta	0,00			0,00
41	Guarda Vecchio	0,80			0,80
42	Abbondanza - Marabino	1,60			1,60
43	Coccanile	1,00			1,00
44	Coccarone	2,00			2,00
45	Abbondanza	1,80			1,80
46	Pompa Cappellone	2,20			2,20
47	Pompa Galvano	3,00			3,00
48	Pompa Fronte	0,70			0,70
49	Dossone	0,50			0,50
50	Bragliazza	1,90			1,90
51	Marzura	1,60			1,60
52	Belmonte	1,20			1,20
53	Idroforo Belbosco	1,20			1,20
54	Vallona nuova	0,00			0,00
55	Elettropompa Belbosco	2,30			2,30
56	Montata Vallona	0,50	Vallona Nuova		0,50
57	Brasavola	2,50			2,50
58	Falce	1,50	Brasavola	2,50	4,00
59	Gaffaro	2,00	Brasavola	2,50	4,50
60	Goro Pompa Orientale	0,80			0,80
61	Canova	0,00	Cavo Spina	8,40	8,40
62	Galavrone	2,00			2,00
63	Poazzo	0,90	Baia del Re	3,40	4,30
64	Cantalupo	0,20	Sabbiosola-Benvignante	1,65	1,85
65	Pioppara	0,60	Fiorana	0,50	1,10
66	Pioppara Alto	0,80	Pioppara	1,10	1,90
67	Galvino	0,90	Fiorana	0,50	1,40
68	Prefitta	0,80	Fiorana	0,50	1,30
69	Buoncambio	0,65	Fiorana	0,50	1,15
70	Celletta Ovest	3,95	Buoncambio	1,15	5,10
71	Veraglio	0,25	Sabbiosola-Benvignante	1,65	1,90
72	Bastia Chiavica di Legno	1,50			1,50
73	Campodoso	0,75	Sant'Agostino	4,00	4,75
997	Cento M.te Borre	3,60	Sant' Agostino	4,00	7,60
998	Baia del Re	3,40			3,40
999	Nessun sollevamento	0,00			0,00

Come valore di riferimento per il calcolo dell'indice di prevalenza irrigua viene utilizzato il valore medio nel comprensorio, pesato sulle superfici di incidenza:

$$H_{med\ m} = \frac{\sum_{l=1}^n H_{comp(i)\ m} \cdot Sup_{(i)m^2}}{\sum_{l=1}^n Sup_{(i)m^2}}$$

L'indice di prevalenza irrigua di ciascuna parte di distretto (pd) viene quindi calcolato rapportando la prevalenza irrigua attribuita della parte di distretto in esame, al valore medio appena individuato:

$$IPI_{(pd)} = \frac{H_{comp(pd)m}}{H_{med\ m}} \cdot Correttivo$$

Come indicato nel Piano, all'indice viene applicato un correttivo che tiene conto di eventuali utilizzi parziali delle pompe e di insufficienze in termini di portata di acqua nelle varie aree; avendo individuato in fase di applicazione il valore di 0,25 l/s/ha quale "dotazione sufficiente", il correttivo viene posto uguale a **1,0** per tutte le aree nelle quali la dotazione è superiore (intendendo che per queste aree non è presente una limitazione alla disponibilità della risorsa), mentre per le rimanenti aree il valore del correttivo si ottiene tramite il rapporto tra la dotazione (l/s/ha) del distretto a cui appartiene l'area e 0,25 l/s/ha.

L'indice così calcolato viene poi memorizzato nelle informazioni GIS delle aree che fanno riferimento alla parte di distretto considerata.

8.4.2 Coefficiente di confronto per sollevamenti irrigui (CCi)

Viene infine definito il coefficiente di confronto per sollevamenti irrigui (CCi) - necessario per rapportare i maggiori costi che l'attività di sollevamento delle acque irrigue determinano rispetto a quelli sostenuti nelle aree dove il servizio di distribuzione irrigua può avvenire per cadente naturale (a valle degli approvvigionamenti). Il confronto avverrà quindi rapportando alle rispettive superfici i costi del sollevamento ai fini irrigui ed il costo degli oneri irrigui esclusi i costi per l'approvvigionamento, per i quali è previsto uno specifico indice:

$$CCi = \frac{\frac{\text{Costi sollevamento irriguo €}}{\text{Superficie irrigua a sollevamento ha}}}{\frac{\text{Oneri irrigui €} - \text{Oneri approvvigionamento €} - \text{Oneri sollevamento €}}{\text{Superficie irrigua ha}}}$$

In prima applicazione, il coefficiente aveva valore 0,4775754, attualmente ha valore 0,4775754, come si deduce dal seguente prospetto nel quale vengono riepilogati i costi medi per l'irrigazione.

IRRIGAZIONE	(A) costi	(B) superfici	(C) €/ha (a/b)	Coeff. Di confronto (C1/C2)
1) Sollevamento	€ 1.426.411,61	75.297,25	18,94	0,4775754
2) Oneri (escluso approv. e sollev.)	€ 9.104.902,02	229.536,36	39,66	

Come il suo omologo per il beneficio idraulico, il Coefficiente di Confronto per il sollevamento irriguo è un valore definito per l'intero comprensorio e non vi è necessità di attribuirlo alle particelle; risulta quindi sufficiente riportarne il valore numerico all'interno della procedura di calcolo dell'indice di rilevanza del sollevamento irriguo.

Si riporta in calce la tabella dei valori dell'indice di prevalenza e dell'indice di rilevanza del sollevamento irriguo utilizzati per ciascuna parte di distretto soggetta a sollevamento; si ricorda che per le rimanenti aree del comprensorio (quelle non soggette a sollevamento irriguo) l'indice di rilevanza del sollevamento irriguo vale 1 (uno), diventando di fatto ininfluenza nel calcolo del beneficio.

VRD	NRD	IPI	RSM
1	Sant' Agostino	1,407639	1,817786
2	Bevilacqua	1,548403	1,899564
3	Gorghi	0,211146	1,122668
4	Ciarle	1,055729	1,372783
5	Porotto	1,407639	1,572369
6	Mirasole	1,900313	1,772698
7	Catena	2,005885	1,815625
8	Fondo Reno	1,970694	1,801316
9	Coronella	2,146649	1,872862
10	Cascina	2,076267	1,844244
11	Bosco Nuovo	1,935503	1,787007
12	Tubato San Martino (tubato b.p.)	1,407639	1,572369
13	Sant' Egidio (promiscuo)	0,73901	1,400158
14	Favalla	1,724358	1,933702
15	Spinazzino	1,231684	1,66693
16	Rena	1,865122	2,009923
17	Leona	1,583594	1,857482
18	Anderlise	0,246337	1,145945
19	Cavo Spina	2,956042	2,751334
20	Sabbiosola - Bevignante (promiscui)	0,580651	1,344012
21	Fiorana	0,175955	1,08817
22	Parata	0,299123	1,18736
23	Celletta Est	0,809392	1,506975
24	Parata Alto	0,633438	1,396763
25	Runco	0,140764	1,070536
26	Olmo Tampellina	0,563056	1,352678
27	Sant' Antonio	1,196493	1,749441
28	Derna Fondiaria	0,175955	1,110212
29	Verginese	0,457483	1,286551
30	Menate (Irriguo)	0,211146	1,105803
31	Anita	0,563056	1,352678
32	Cà Umana	0,598247	1,374721

33	Signora	0,246337	1,154297
34	Mantello II	0,774201	1,096986
35	Valle Pega	0	1
36	Bosco	1,231684	1,059481
37	Valli Basse	0,175955	1,110212
38	Banze	0,35191	1,192864
39	Belvedere	0,862179	1,472517
40	Cesta	0	1
41	Guarda Vecchio	0,281528	1,176339
42	Abbondanza - Marabino	0,563056	1,352678
43	Coccanile	0,35191	1,220424
44	Coccarone	0,703819	1,440848
45	Abbondanza	0,633438	1,396763
46	Pompa Cappellone	0,774201	1,096986
47	Pompa Galvano	1,055729	1,066127
48	Pompa Fronte	0,246337	1,046289
49	Dossone	0,175955	1,110212
50	Bragliazza	0,668628	1,418805
51	Marzura	0,563056	1,352678
52	Belmonte	0,422292	1,264509
53	Idrovaro Belbosco	0,422292	1,264509
54	Vallona nuova	0	1
55	Elettropompa Belbosco	0,809392	1,325123
56	Montata Vallona	0,175955	1,110212
57	Brasavola	0,879774	1,55106
58	Falce	1,407639	1,881695
59	Gaffaro	1,583594	1,639185
60	Goro Pompa Orientale	0,281528	1,176339
61	Canova	2,956042	2,751334
62	Galavrone	0,703819	1,163114
63	Poazzo	1,513212	1,235818
64	Cantalupo	0,651033	1,407784
65	Pioppara	0,387101	1,242466
66	Pioppara Alto	0,668628	1,418805
67	Galvino	0,492674	1,308593
68	Prefitta	0,457483	1,286551
69	Buoncambio	0,404696	1,253487
70	Celletta Ovest	1,79474	2,124162
71	Veraglio	0,668628	1,396135
72	Filo Longastrino	0,527865	1,144033
73	Campodoso	1,671571	1,971121
997	Cento M.te Borre	0,000000	1,000000
998	Baia del Re	0,000000	1,000000
999	Nessun sollevamento	0,000000	1,000000

9 Beneficio di Disponibilità e Regolazione Idrica – Termine a beneficio – Indici economici

9.1 Indice di Dotazione Idrica Effettiva (DIE)

All'interno del Comprensorio, in corrispondenza dei principali manufatti o impianti irrigui di distribuzione, viene misurata l'acqua in transito. L'acqua misurata in ciascuno dei 103 punti, attualmente presenti, è utilizzabile nell'ambito di aree non sempre definibili con precisione in quanto i volumi disponibili possono seguire percorsi diversi, variabili a seconda delle esigenze del territorio, oppure l'immissione da un determinato punto integra immissioni poste più a monte. E' però possibile individuare aree nelle quali viene distribuita acqua proveniente da gruppi di punti di misura; sono pertanto definiti 31 distretti e ad ognuno di essi, vengono attribuiti i volumi massimi realmente immessi dai relativi manufatti o gruppi di manufatti (m³/giorno). I volumi sono stati trasformati in portate (l/s) e suddividendo tale valore per la relativa superficie, si è ottenuto il valore di dotazione di ogni singolo distretto, espresso in l/s/ha.



VDI	NDI	Sup. ha	m ³ /giorno	Q l/s	Dotaz. l/s/ha
1	Bagnetto	1.172	21.600	250	0,21
2	Bastia - Ch. Legno	2.575	48.384	560	0,22
3	Berra - Contuga (Ariangioli, Monticelli, Valpunta)	3.435	435.373	5.039	1,47
4	Berra - Contuga (Mesola)	9.323	582.718	6.744	0,72
5	Berra - Contuga (Ovest)	27.051	1.735.991	20.092	0,74
6	Bosco Eliceo	3.588	239.328	2.770	0,77

7	Ciarle	8.515	103.680	1.200	0,14
8	Dazio - Galvano	1.867	136.512	1.580	0,85
9	Diamantina	9.300	155.520	1.800	0,19
10	Est Boicelli	12.657	320.437	3.709	0,29
11	Gallo Banca Reno	387	10.368	120	0,31
12	Goro Est	642	32.228	373	0,58
13	Guarda	6.233	299.524	3.467	0,56
14	Massafiscaglia	3.637	155.855	1.804	0,50
15	Mezzano	18.054	907.200	10.500	0,58
16	Migliarino Migliaro	5.392	92.606	1.072	0,20
17	Pega	2.648	95.606	1.100	0,42
18	Ponti	6.562	403.826	4.674	0,71
19	Primaro Bando	8.704	177.822	2.058	0,24
20	Primaro Campocieco	6.089	143.867	1.665	0,27
21	Primaro (Alto Ferr. Sud)	9.717	181.440	2.100	0,22
22	Reno - Lepri	1.399	35.338	409	0,29
23	Scolo Bolognese - San Nicolò Medelana	24.520	630.248	7.295	0,30
24	Sinistra Reno	13.024	260.928	3.020	0,23
25	Sud Copparo	14.389	271.949	3.184	0,22
26	Sud Ferrara	9.242	129.600	1.500	0,16
27	Trebbia	3.930	292.068	3.380	0,86
28	Valle Volta - Tieni	1.400	109.354	1.266	0,90
29	Varano - Pomposa - Giralda Sud	3.352	225.789	2.613	0,78
30	Volano Campocieco	4.253	149.126	1.726	0,41
31	Cona	6.324	259.805	3.007	0,48

I valori indicati in tabella sono rappresentativi della capacità del Consorzio d'immettere volumi diversi di acqua nei distretti, in ragione di una diversa combinazione di fattori quali, ad esempio:

- fonte primaria e posizione rispetto alla stessa,
- opere di derivazione e distribuzione presenti e loro caratteristiche,
- richieste di acqua irrigua da parte dell'utenza,
- altro.

La maggiore o minore disponibilità di acqua irrigua (anche in quanto indice delle caratteristiche delle infrastrutture consorziali presenti), è un elemento che contribuisce al valore economico del terreno. Maggior disponibilità d'acqua consente di ampliare la possibilità di scelta tra colture coltivabili, passando tipicamente da colture a basso reddito (cereali autunno-vernini) a colture potenzialmente più redditizie (orticole frutticole), oppure, a colture che è necessario praticare in determinate condizioni (riso su terreni torbosi e/o acidi, specie moderatamente sensibili su terreni salati, ecc.). Un'elevata disponibilità di acqua consente inoltre all'imprenditore agricolo di poter adottare, indifferentemente, diversi metodi irrigui e, a parità di metodo, una più ampia scelta dei sistemi di pompaggio o distribuzione delle acque.

Verificato che risultano comunque "serviti" tutti i distretti, pur riscontrando una notevole variabilità delle dotazioni idriche effettive (da 0,14 a 1,47 l/s/ha), in fase di prima applicazione si stima che la dotazione irrigua incida sul valore economico di un terreno in misura del 10%. La dotazione di ciascun distretto pertanto, andrà a modulare solo parzialmente il valore dell'indice di dotazione

effettiva, la cui formulazione dovrà quindi prevedere la presenza di un indice temporaneo normalizzato ed i suoi parametri di modulazione.

Per la normalizzazione dell'indice "temporaneo" si è scelto di utilizzare la dotazione media nel comprensorio, calcolata rapportando la somma delle portate (Q l/s) dei distretti alla somma delle superfici (ha) degli stessi:

$$Dotazione_{med \frac{l}{s \cdot ha}} = \frac{\sum_{d=1}^n Q_{(d) \frac{l}{s}}}{\sum_{d=1}^n Sup_{(d) ha}}$$

Nota: la media calcolata nel modo descritto corrisponde alla media delle dotazioni (l/s/ha) dei singoli distretti, pesata in funzione delle superfici di incidenza.

Si procede quindi al calcolo dell'indice normalizzato per ciascun distretto, rapportando la dotazione (l/s/ha) dello stesso, al valore medio appena calcolato:

$$Inorm_{(d)} = \frac{Dotazione_{(d) \frac{l}{s \cdot ha}}}{Dotazione_{med \frac{l}{s \cdot ha}}}$$

Viene infine calcolato l'indice di dotazione effettiva (DIE) del distretto, utilizzando per la sua composizione il 10% del valore normalizzato:

$$DIE_{(d)} = 1 + (Inorm_{(d)} - 1) \cdot 0,1 = \frac{Inorm_{(d)} + 9}{10}$$

L'indice di dotazione effettiva così calcolato, viene infine attribuito alle particelle appartenenti al distretto in esame.

Valori dell'indice di dotazione effettiva

VDI	NDI	DIE
1	Bagnetto	0,948900
2	Bastia, Ch. Legno	0,949872
3	Berra - Contuga (Ariangioli, Monticelli, Valpunta)	1,236318
4	Berra - Contuga (Mesola)	1,065863
5	Berra - Contuga (Ovest)	1,070308
6	Bosco Eliceo	1,077018
7	Ciarle	0,932315
8	Dazio - Galvano	1,094038
9	Diamantina	0,944378
10	Est Boicelli	0,967185
11	Gallo Banca Reno	0,971155
12	Goro Est	1,033246
13	Guarda	1,027523
14	Massafiscaglia	1,013713
15	Mezzano	1,033354
16	Migliarino Migliaro	0,945578
17	Pega	0,995245
18	Ponti	1,063318
19	Primaro Bando	0,954219
20	Primaro Campocieco	0,962706
21	Primaro (VVR)	0,949554
22	Reno - Lepri	0,967028
23	Scolo Bolognese, San Nicolò Medelana	0,968211
24	Sinistra Reno	0,953168
25	Sud Copparo	0,950155

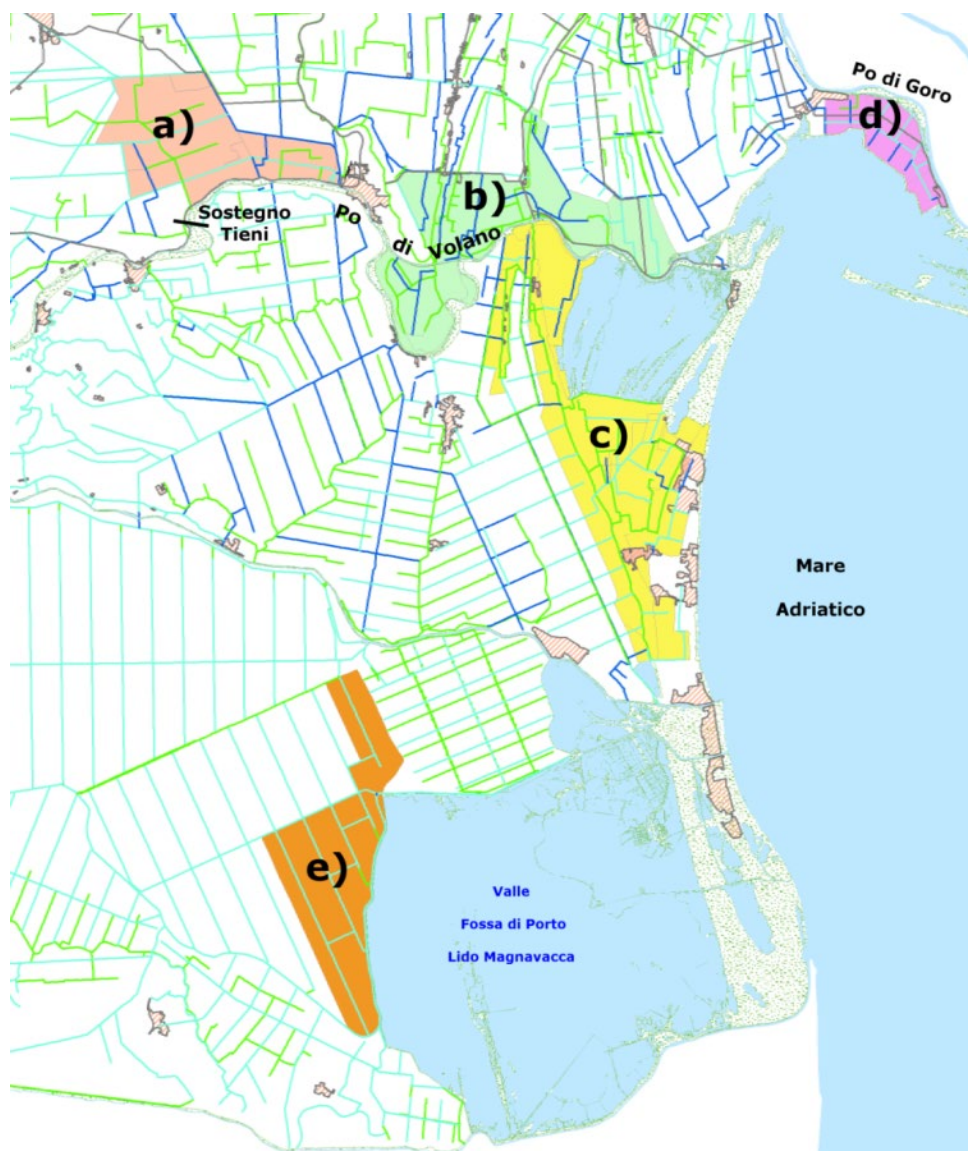
26	Sud Ferrara	0,937212
27	Trebba	1,097202
28	Valle Volta, Tieni	1,107356
29	Varano - Pomposa - Giralda Sud	1,078741
30	Volano Campocieco	0,993045
31	Cona	1,009025

9.2 Indice di Limitazione d'uso della risorsa (LU)

Le caratteristiche delle acque irrigue immesse nel comprensorio sono generalmente tali da non determinare limitazioni al loro utilizzo, fanno eccezione le aree servite da derivazioni irrigue poste nel tratto del Po di Volano compreso tra lo sbarramento di Tieni ed il mare e nella parte orientale del Po di Goro. Tali “fonti” sono caratterizzate dalla possibilità di immettere nei territori afferenti acque con elevati contenuti di sali. Un caso particolare è quello costituito dall'area servita dal Canale Albertini, minacciata da possibili intrusioni saline dalla confinante Valle Fossa di Porto-Lido Magnavacca

Le aree nelle quali è possibile il verificarsi delle suddette condizioni sono:

- a) Dazio, Ca' dei Coppi, Galvano Cartiera, Lamberta
- b) Monchina, Cannevie', Galavrone, Passo Pomposa, Varano
- c) Chiavica Pomposa
- d) Sifoni Goro (Ovest ed Est)
- e) Canale Albertini



Il tratto terminale del Po di Volano, nel quale sono posti i manufatti di derivazione al servizio delle aree a), b) e c), è compreso tra lo sbarramento Tieni ed il mare e si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 24 Km. Tale tratto riceve, da monte, limitatissimi apporti di acqua

dolce in quanto lo sbarramento Tieni è quasi costantemente chiuso, l'unico apporto è rappresentato dalle perdite delle paratoie e/o dalle ridotte tracimazioni dalle stesse. Le acque presenti sarebbero, di fatto, acque marine, con valori di salinità non compatibili con l'uso irriguo sulle principali colture del territorio. Gli apporti di acque di drenaggio o di colatizie irrigue degli impianti idrovori di Malcantone, Marozzo e Codigoro, determinano un consistente abbassamento dei valori di salinità, soprattutto nel primo tratto (fino alla S.S. Romea). L'effetto *diluizione* è particolarmente efficace nel periodo estivo, durante il quale lo scarico di colatizie irrigue, soprattutto dagli impianti di Codigoro, è costante e consistente. Nel periodo compreso tra i mesi di ottobre e marzo i valori di conducibilità oscillano maggiormente, in ragione delle maree, raggiungendo picchi incompatibili con l'utilizzo delle acque, tale fenomeno è probabilmente maggiore procedendo, in direzione Est, verso il mare.

Le problematiche connesse alla concentrazione dei sali presenti nelle acque irrigue sono pertanto maggiori ad inizio e termine della stagione irrigua (mesi di marzo aprile ed ottobre) e via via crescenti passando dall'area a), all'area b), all'area c).

Nel **tratto terminale del Po di Goro**, la concentrazione di sali presenti nelle acque, è condizionata dalla portata del fiume. Normalmente i valori rilevati nel periodo primaverile e autunnale (minore di 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), non determinano limitazioni all'uso della risorsa, mentre nel periodo estivo, al diminuire della portata del fiume, i valori di conducibilità aumentano, progressivamente, dal punto di prelievo più interno verso lo sbocco a mare. Durante le estati 2012 e 2013 sono stati misurati valori prossimi a 10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ anche in corrispondenza del sifone posto più all'interno del territorio (Sifone n.1)

Nel tratto del **Canale Circondariale Fosse** prossima alla Valle Fossa di Porto, è rilevante l'effetto di contaminazione delle acque dolci immesse nel canale suddetto dal Canale Navigabile con le acque salate della Valle. Per sopperire a tale problema sono state realizzate opere idrauliche che consentono il prelievo di acqua irrigua da tratti del Canale Circondariale non contaminati.

La tolleranza delle varie colture all'irrigazione con acque salate è altamente variabile in relazione alla specie (vedi appendice), al genotipo, all'ambiente pedoclimatico ed alle tecniche agronomiche utilizzate.

Anche i terreni subiscono danni dall'utilizzo di acque irrigue saline (accumulo di Sali, innalzamento del pH, peggioramento della struttura, riduzione della permeabilità). Tali effetti sono anch'essi variabili in funzione dell'ambiente pedoclimatico e tendono ad essere maggiori passando da terreni a tessitura sciolta a quelli a tessitura più fine.

Tra le innumerevoli tabelle proposte per la classificazione dell'idoneità all'utilizzo irriguo delle acque da vari autori (vedi appendice), si può comunque desumere che con valori di conducibilità minori di 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ non si manifesta alcun effetto negativo, con valori compresi tra 750 e 2.500÷3.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ possono verificarsi problemi di entità variabile a seconda delle specie e dei metodi irrigui utilizzati, mentre con valori maggiori di 2.500÷3.0000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ si verificano evidenti danni produttivi.

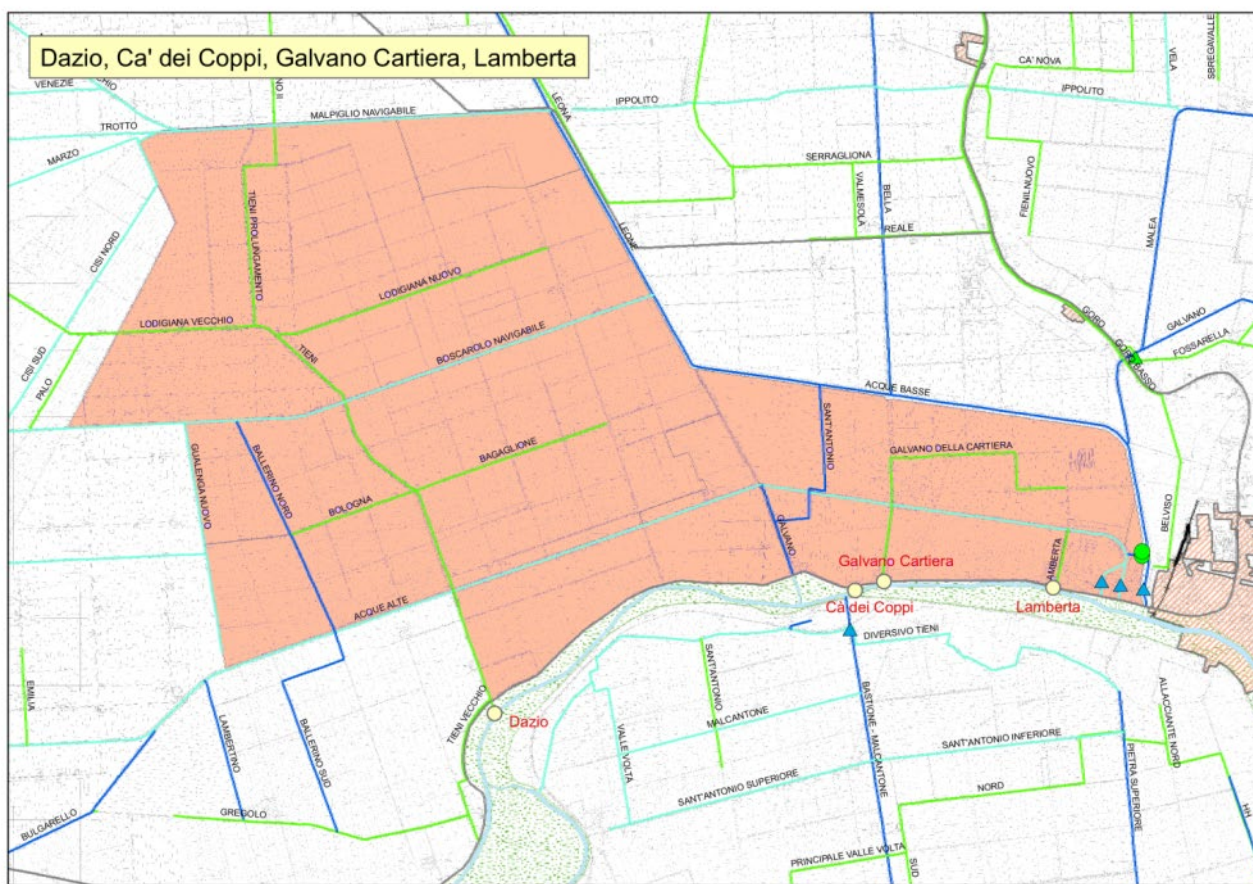
Fondamentale è l'eventuale presenza di sali nei terreni, conseguente alle caratteristiche degli stessi (bonifiche di valli salmastre) o da eventuali apporti di falde salate sotterranee (aree prossime al mare o a valli salate), condizione peraltro presente nei territori posti nella parte orientale del comprensorio.

a) Dazio, Ca' dei Coppi, Galvano, Cartiera, Lamberta

I punti di prelievo sono posti immediatamente a valle dello sbarramento di Tieni; le caratteristiche delle acque, finora monitorate saltuariamente, sono meno influenzate dalle maree e beneficiano maggiormente, rispetto ai punti di presa posti più ad ovest, degli scarichi di acque dolci degli impianti idrovori di Malcantone, Marozzo e Codigoro e, anche se molto limitatamente, delle perdite e/o tracimazioni dalla paratoie dello sbarramento di Tieni.

Eventuali problemi potrebbero verificarsi ad inizio e termine della stagione irrigua quando gli scarichi a mare dei sopradetti impianti idrovori si riducono notevolmente. Non è attualmente possibile l'immissione di acqua dolce proveniente da altre fonti.

I valori rilevati indicano una conducibilità prossima a 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nel periodo estivo.

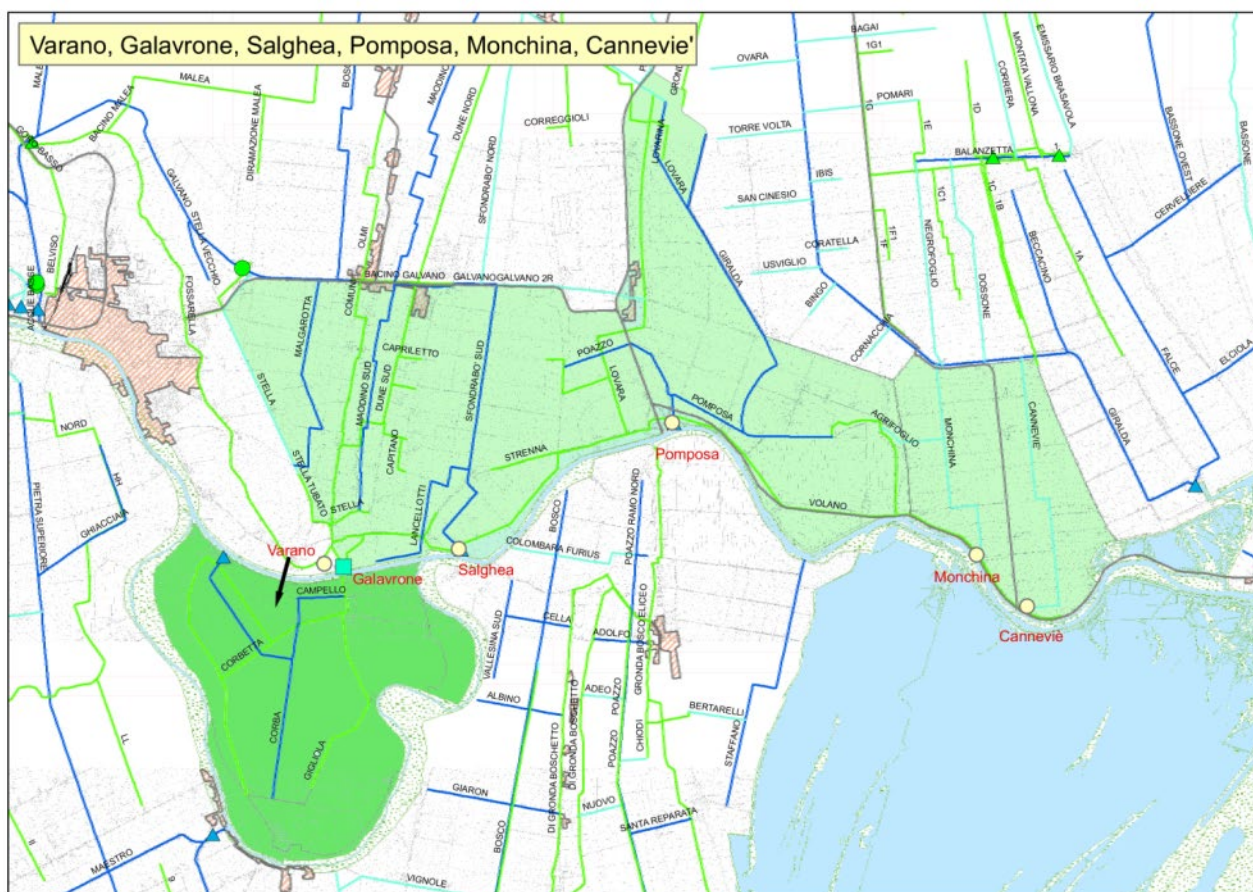


b) Varano, Galavrone, Salghea, Passo Pomposa, Monchina, Cannevie'

I punti di prelievo sono posti dal tratto intermedio del Po di Volano fino alla prossimità dello sbocco a mare. Le derivazioni avvengono normalmente dalle prese più occidentali (Varano, Galavrone, e saltuariamente Salghea) mentre le prese più orientali (Passo Pomposa, Monchina, Canneviè) non sono normalmente utilizzate.

Dal 2011 è stata potenziata la possibilità di immettere nell'area acqua dolce dal Canale Fossarella, alimentato dal Canal Bianco, e fatta confluire nel Condotto Volano. Tale soluzione consente di disporre di acqua dolce in quantitativi sufficienti ad inizio e termine della stagione irrigua (ad esclusione dell'area Varano). Quando le richieste di acqua irrigua del territorio aumentano, i quantitativi non sono più sufficienti ed è necessario provvedere ad integrare i volumi immessi con acqua prelevata da Po di Volano che, nel periodo estivo e sulla base delle verifiche effettuate in forma saltuaria, è normalmente compatibile con l'utilizzo irriguo delle principali colture (attorno a 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

L'area è pertanto distinguibile in due sottoaree: **Galavrone, Salghea, Passo Pomposa, Monchina, Cannevie'**, che beneficia di una integrazione con acque dolci e **Varano** che beneficia in maniera, molto limitata, della suddetta integrazione di acque dolci.

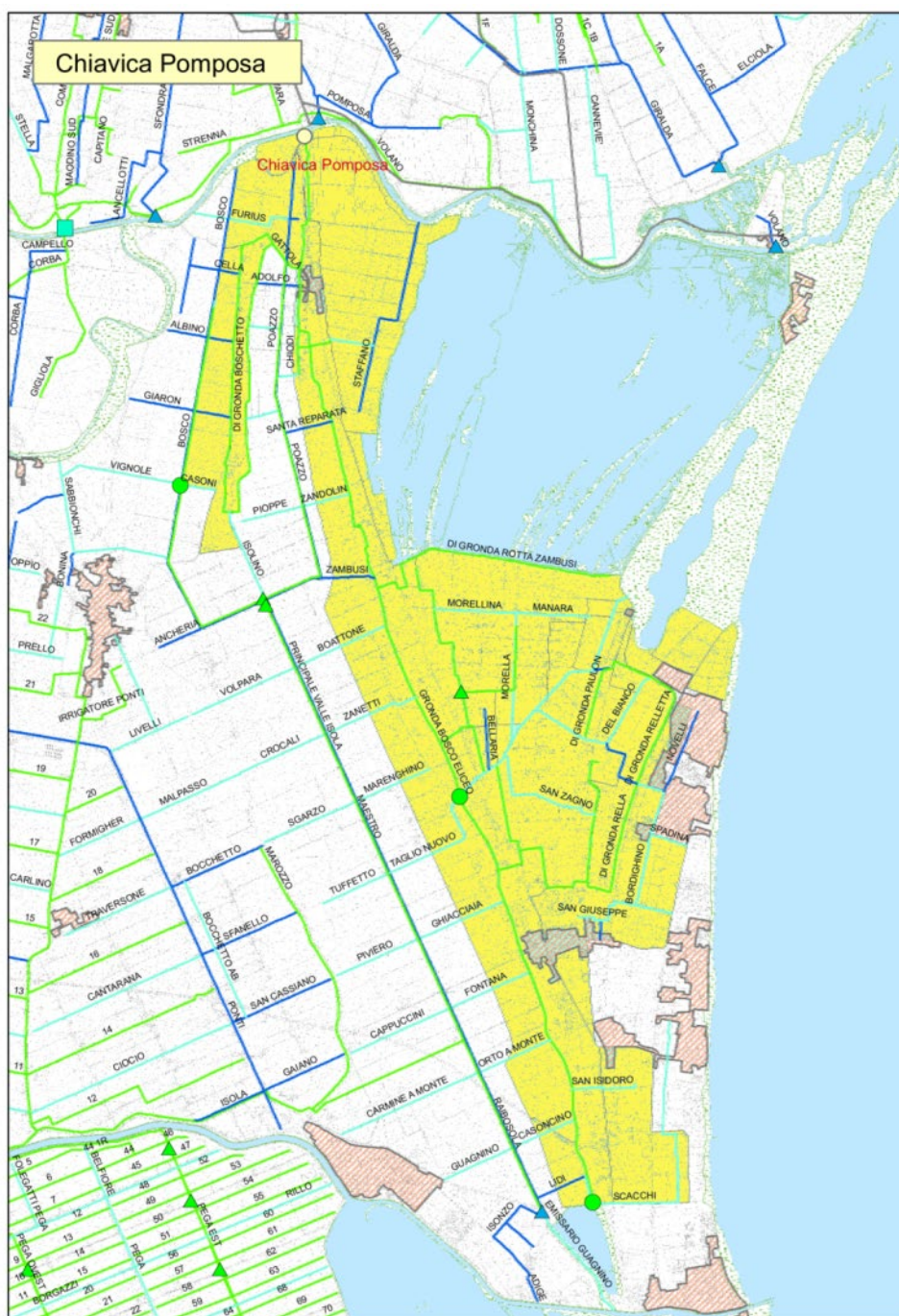


c) Chiavica Pomposa

L'area è servita da un unico punto di prelievo dal Po di Volano -Chiavica Pomposa- posta immediatamente ad Ovest della Strada Statale Romea, a circa 9 km dal mare. Suddetta chiavica alimenta il Canale di Gronda del Bosco Eliceo che si sviluppa, attraversando l'intera area, in direzione nord-sud per una lunghezza circa 15 Km. Dal suddetto canale principale si diramano una serie di canali di gronda secondari la cui lunghezza complessiva assomma a circa 26 km. Il Canale di Gronda del Bosco Eliceo è stato realizzato negli anni 30 allo scopo di alimentare la falda freatica con acqua dolce, contrastando in tal modo l'infiltrazione di acqua salata del mare, e/o dalla Valle Bertuzzi, anche al fine di "proteggere" i territori posti ad Ovest (Bonifica di Valle Ponti). Successivamente il sistema dei canali di gronda ha assunta anche una importante funzione di vettore di acque irrigue, conseguente alla espansione di un'agricoltura specializzata (colture orticole in particolare) che si è sviluppata nei terreni sciolti del territorio ferrarese.

Le caratteristiche delle acque sono monitorate dal maggio 2013 ed hanno evidenziato valori di conducibilità media sostanzialmente stabili nel periodo di derivazione (1.400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ maggio-agosto 2013; 1.600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ maggio-agosto 2014; 1.100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ maggio-agosto 2015) e valori variabili (condizionati ovviamente dalle maree) nei rimanenti periodi con picchi di salinità incompatibili con l'utilizzo irriguo delle acque (oltre 10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nel marzo 2014).

Non è attualmente possibile integrare le acque provenienti dalla Chiavica Pomposa con altre fonti.



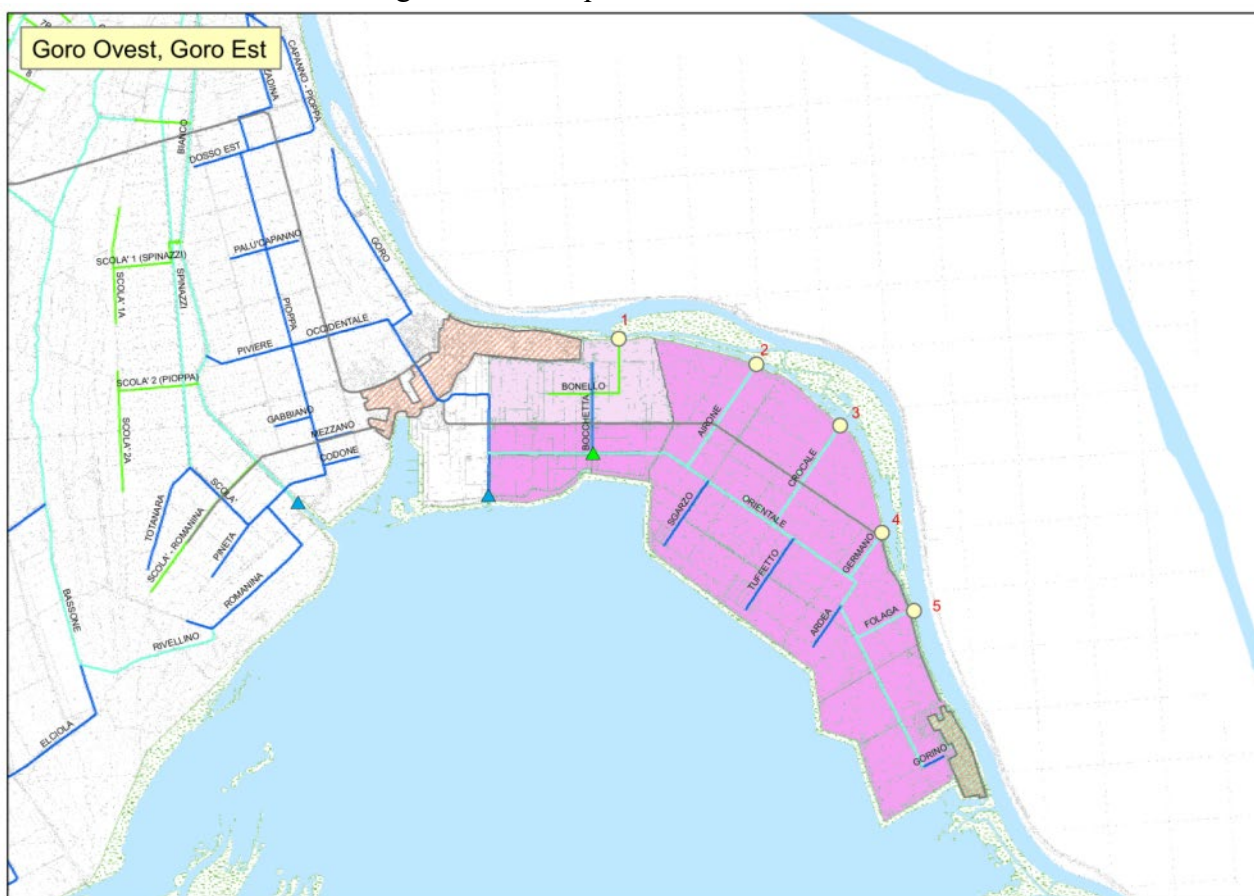
d) Sifoni Goro (Ovest ed Est)

I punti di prelievo (Sifoni 1, 2, 3, 4, 5) sono posti dal tratto terminale del Po di Goro e, ad esclusione del Sifone 1 (che alimenta una canalizzazione irrigua) immettono le acque derivate nelle canalizzazioni promiscue presenti nell'area.

Le caratteristiche delle acque derivate sono monitorate dal personale consorziale con cadenza giornaliera, si riscontra che i picchi di salinità che rendono inutilizzabile le acque ad uso irriguo si verificano in piena estate in corrispondenza di basse portate del fiume Po. I valori di conducibilità più elevati sono, ovviamente, più frequenti e più elevati procedendo a ritroso lungo il fiume da Est verso Ovest.

Al fine di consentire l'irrigazione dei terreni in oggetto è stata attivata una derivazione tramite la quale viene prelevata acqua dolce dal Collettore Occidentale, alimentato dal Canal Bianco, ed immessa nel Collettore Orientale. Tale soluzione consente di disporre di acqua dolce in quantitativi sufficienti per le superfici servite dai Sifoni n. 2, 3, 4 e 5. L'area alimentata dal sifone n. 1 non dispone di questa alimentazione integrativa/sostitutiva. L'area è pertanto distinguibile in due

sottoaree: **Sifoni Goro Est**, che beneficia di una integrazione con acque dolci e **Sifoni Goro Ovest** che non beneficia di alcuna integrazione di acque dolci.



e) Canale Albertini

La Bonifica del Mezzano è quasi totalmente contornata dal Canale Circondariale nel quale, durante il periodo irriguo, è immessa acqua (che non presenta problemi di salinità) dal Canale Navigabile, alimentato dal sistema Pilastresi-Pontelagoscuro.

I canali secondari della Bonifica Mezzano, che hanno origine in prossimità del canale Circondariale, sono ad esso connessi, e da tale canale prelevano acqua irrigua rendendola disponibile alle aziende agricole. I canali Anita, Agosta, Del Lupo, Umana e Albertini sono connessi al tratto più orientale del canale Navigabile, separato dalla Valle Fossa di Porto dal solo argine Agosta. Per tale motivo i valori di conducibilità (rilevati da ARPA Ferrara in prossimità dell'Impianto Idroforo Fosse) sono frequentemente e abbondantemente superiori a 3.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Per ovviare a ciò è stato realizzato uno sbarramento sul canale Circondariale, subito a valle del Canale Albertini e quattro canali allacciati che connettono il canale suddetto al canale del Lupo e successivamente gli altri canali secondari tra di loro. E' così possibile disporre di acqua a bassa salinità (meno di 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) nelle canalizzazioni suddette.

Pur trattandosi di una situazione diversa da quelle relative alle precedenti aree e, di fatto, risolta dalle infrastrutture presenti, la pressione esercitata sulle acque irrigue disponibili dalla Valle Fossa di Porto, rimane una minaccia costante.

L'area più svantaggiata è l'area dei sifoni Goro (**d₁** e **d₂**) in quanto le limitazioni all'uso della risorsa corrispondono al periodo di maggiore esigenza della stessa. Particolarmente critica è la condizione dell'area **d₁** (sifoni Goro 1), nella quale non è possibile alcuna integrazione con acqua dolce; per quest'area l'indice è posto **0,30**. Per l'area **d₂** (sifoni Goro 2 ,3 ,4 ,5), l'indice è posto **0,50**

Le aree **b₂** (presa Varano) e **c** (presa Chiavica Pomposa) presentano situazioni intermedie alle precedenti: durante la stagione irrigua il valore di conducibilità è minore di 2.000 µS/cm ma non è possibile alcuna integrazione con acqua dolce; per queste aree l'indice è posto **0,80**.

Per l'area **a** (prese Dazio, Ca' dei Coppi, Galvano Cartiera, Lamberta), pur non disponendo di serie significative di misure di conducibilità elettrica dell'acqua, si sono riscontrati (sulla base di misurazioni saltuarie) valori inferiori a quelli rilevati contemporaneamente al Ponte Varano (b₂) ed alla Chiavica Pomposa (c); per quest'area l'indice è posto **0,85**.

La seguente tabella riepiloga le valutazioni effettuate ed i valori dell'indice assegnati alle varie aree:

		Vicinanza al mare o valli	Conducibilità Maggio-Agosto	Possibili integrazioni con acqua dolce	indice
a	Dazio, Ca' dei Coppi, Galvano Cartiera, Lamberta			✗	0,85
b₁	Monchina, Cannevie', Galavrone, Pomposa			✓	0,90
b₂	Varano			✗	0,80
c	Chiavica Pomposa			✗	0,80
d₁	Sifoni Goro Ovest			✗	0,30
d₂	Sifoni Goro Est			✓	0,50
e	Mezzano Sud-Est			✓	0,95
	Rimanente comprensorio			✓	1,00

I valori dell'indice sopra esposti vengono attribuiti alle particelle ricadenti nelle parti di distretto che sono state analizzate in questa trattazione. Alle particelle ricadenti nelle rimanenti aree del comprensorio, viene invece attribuito l'indice di limitazione d'uso della risorsa idrica pari a 1 (uno), ad indicare la "normale" situazione di riferimento.

9.3 Vulnerabilità

Poiché al momento della prima applicazione non si dispone di studi agronomici atti a valutare distinzioni di vulnerabilità, legate alle caratteristiche dei terreni e/o delle colture su essi praticate, il fattore di vulnerabilità viene posto uguale a 1 (uno) per l'intero comprensorio, risultando quindi per il momento influente nel calcolo del beneficio di disponibilità e regolazione idrica

9.4 Valore economico dei terreni

Anche nel caso del beneficio di disponibilità e regolazione idrica si adotta il valore economico già definito per gli altri benefici (vedi paragrafo 1.1 precedente)

10 Tributo di disponibilità e regolazione idrica -Termine a Consumo

Oltre che alla definizione di un contributo relativo al beneficio di disponibilità e regolazione idrica, al pagamento del quale sono assoggettati tutti i terreni serviti dal sistema irriguo Consorziale, nel Piano viene previsto anche un contributo relativo al consumo di acqua irrigua da parte delle ditte Consorziarie, non dipendente quindi dalla classifica; al fine di definire una quota a consumo espressa in €/m³ infatti, è necessario conoscere i volumi d'acqua utilizzati dalle singole utenze e definire i costi da ripartire in base ai volumi suddetti.

Il metodo esposto nel seguito, che si presta ad essere realizzato con semplicità mediante i fogli di calcolo usualmente utilizzati nei sistemi informatici, prevede di esplicitare il riparto dei costi sui

distretti utilizzando l'indice di volume effettivamente consegnato al distretto (IVC), ed applicando in seguito l'indice di volume effettivamente utilizzato dalle aziende (IVU) al fine di individuare i costi a carico delle aziende nel distretto; entrambi gli indici vengono calcolati come indicato nel Piano: nella tabella in calce si riporta l'esempio applicativo con esplicitate le formule dei calcoli effettuati. Le quote a consumo calcolate per ciascun distretto vengono in seguito riportate nel database utilizzato dalle procedure informatiche per il calcolo dei tributi ed utilizzate per il calcolo del termine a consumo del tributo di disponibilità e regolazione idrica.

10.1 Volumi

Per quanto riguarda i volumi utilizzati dalle singole aziende, si rileva che attualmente essi vengono misurati solamente in alcune aree del comprensorio ed in particolare quelle dotate di sistemi di distribuzione specializzati con erogazione tramite bocche tarate (parte della zona a risaia) o contatori (impianti pluvirrigui Valle Pega); in altre aree i volumi aziendali non sono misurabili.



Il valore di “consumo” di acqua irrigua, di cui si dispone per tutto il Comprensorio, è il volume immesso in ogni singolo distretto o per gruppi di distretti nei quali non è possibile misurare separatamente i volumi immessi, il quale viene misurato per tutte le aree ad eccezione dei distretti Primario VVR e Dazio Galvano; per questi, in attesa dell'installazione di sistemi di misura, è comunque possibile una stima abbastanza accurata.

Nella tabella seguente vengono riportate le medie dei volumi immessi nei distretti nel quinquennio 2013-2017

Distretti		ha	Volumi immessi m ³ /anno (media 2013/2017)
2	Bastia, Ch. Legno	2.575	4.801.795
7-11	Ciarle+Gallo Banca Reno	8.902	8.831.030
9	Diamantina	9.300	11.174.032
10	Est Boicelli	12.657	16.353.793
13	Guarda	6.233	17.290.931
16	Migliarino Migliaro	5.392	5.927.727

19	Primaro Bando	8.704	11.802.615
20	Primaro Campocieco	6.089	7.279.801
21	Primaro (VVR)	9.717	12.482.927
22	Reno - Lepri	1.399	2.979.423
23	Scolo Bolognese, San Nicolò Medelana	24.520	33.048.490
24-1	Sinistra Reno + Bagnetto	14.196	11.822.038
25	Sud Copparo	14.389	24.087.352
26	Sud Ferrara	9.242	9.155.520
30	Volano Campocieco	4.253	9.759.648
31	Cona	6.324	13.822.625
4	Berra - Contuga (Mesola)	9.304	40.970.464
6	Bosco Eliceo	3.588	25.018.183
12	Goro Est	642	2.129.285
14	Massafiscaglia	3.637	9.377.627
15	Mezzano	18.054	48.395.131
18-17	Ponti+Pega	9.210	44.773.840
27	Trebba	3.930	17.671.990
28	Valle Volta, Tieni	1.400	6.609.994
29	Varano - Pomposa - Giralda Sud	3.352	15.668.947
3	Berra - Contuga (Ariangioli, Monticelli, Valpunta)	3.455	31.100.516
5	Berra - Contuga (Ovest)	27.051	131.973.542
8	Dazio - Galvano	1.867	10.530.489

Tab. 1 – Media dei volumi immessi nei distretti. Vengono evidenziati in azzurro i distretti per i quali si dispone della misura del consumo aziendale, in rosso i distretti occidentali e centrali, in verde i distretti orientali.

Per i Distretti, nei quali viene misurato, il consumo aziendale sarà ovviamente dato dalle misure e le esigenze al campo del Distretto saranno la somma delle misure effettuate all'interno degli stessi.

Diversamente, per i Distretti nei quali non si dispone della misura dell'acqua consegnata alle singole utenze, si procederà alla stima dei consumi aziendali, come indicato di seguito.

Per i Distretti irrigui in cui sono presenti sia aree per le quali il consumo aziendale viene misurato, sia aree per le quali non è possibile disporre della misura e si ricorre pertanto alla stima dei consumi aziendali nei modi di seguito descritti, si procederà separatamente secondo le modalità previste dal Piano di Classifica.

10.1.1 Stima dei consumi aziendali

Il Consorzio per il Canale Emiliano Romagnolo (CER), riceve dall'Agenzia Regionale per le Erogazioni in Agricoltura (AGREA) i dati relativi alle domande presentate dalle Aziende agricole per l'accesso ai contributi comunitari (ogni azienda dichiara le colture che intende coltivare in ogni singola particella o parte di particella catastale). Tale archivio consente di disporre dei dati relativi a circa il 95% dell'intero comprensorio. Il dato colturale riguardante il rimanente 5% è rilevato da ARPA Emilia-Romagna attraverso acquisizione da satellite (Progetto iColt). E' pertanto possibile disporre di informazioni relative alle colture praticate nell'anno in corso, per ogni singola particella catastale.

Una volta note le colture praticate e le rispettive superfici, le esigenze al campo (m^3) sono stimate attribuendo alle superfici il consumo in funzione della coltura praticata, indicato in tabella 2; in prima applicazione viene utilizzato un valore medio per coltura, definito in base a dati CER adattati al comprensorio consorziale; le esigenze al campo sono quindi differenziate per gruppi di distretti

irrigui: per i distretti più orientali le esigenze al campo vengono aumentate del 30%, in base alle seguenti valutazioni:

- in tali distretti sono diffusi terreni anomali (salini o torbosi),
- il contenuto di sali delle acque irrigue è mediamente maggiore rispetto al resto del comprensorio,
- l'effetto della vicinanza al mare determina una maggiore presenza ed intensità del vento
- i metodi irrigui adottati sono generalmente meno efficienti.

Sono indifferenziati, tra i vari Distretti, i consumi riferiti a risaia e bacini, in quanto per le suddette tipologie di utilizzo le esigenze idriche sono meno influenzate da quanto sopraesposto.

L'andamento climatico, particolarmente siccitoso e caldo, che ha caratterizzato l'anno 2022 ha determinato un aumento delle esigenze irrigue delle colture che, facendo riferimento alla sommatoria dei volumi immessi nei vari distretti, è quantificabile in un + 14%. Nei distretti nei quali è possibile misurare l'acqua consegnata alle aziende, maggiori esigenze determinano maggiori prelievi; nei distretti nei quali invece si stimano le esigenze al campo sulla base di tabelle, per tener conto delle maggiori esigenze dell'annata è necessario modificare, in aumento, i volumi definiti per annate ordinarie. Al fine di equiparare i due sistemi di "conteggio" dei volumi irrigui aziendali sono aumentati del 14%, rispetto ai valori 2017, i consumi unitari indicati in Tabella

La tabella per l'anno 2022 è pertanto:

	Distretti occidentali e centrali n.	Distretti orientali n.
	1, 2, 7, 9, 10, 11, 13, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25,	3, 4, 5, 6, 8, 12, 14, 15, 17, 18, 27, 28, 29
coltura	m³/ha/anno	m³/ha/anno
FAVA	0-(500)	0-(650)
OLIVO	0-(500)	0-(650)
SIEPI	0-(500)	0-(650)
LEGUMINOSE	0-(500)	0-(650)
ORTICOLE NON IRRIGUE	0-(500)	0-(650)
INDUSTRIALI	0-(500)	0-(650)
COLZA	0-(500)	0-(650)
PRATO POLIFITA	0-(500)	0-(650)
PRATO	0-(1.500)	0-(1.950)
GIRASOLE	0-(500)	0-(650)
ARBOREE	0-(500)	0-(650)
FORAGGIO	0-(500)	0-(650)
ERBA MEDICA	0-(500)	0-(650)
ERBACEE ESTIVE	0-(500)	0-(650)
CEREALE INVERNALE	0-(500)	0-(650)
PICCOLI FRUTTI	500	650
ORNAMENTALI	500	650
TABACCO	500	650
CILIEGIO	500	650
ASPARAGO	500	650
ALBICOCCO	500	650
FORAGGIO IRRIGUO	500	650

SORGO	500	650
SOIA	500	650
KAKI	1.000	1.300
FIORI	1.000	1.300
SUSINO	1.000	1.300
FAGIOLINO	1.000	1.300
INDUSTRIALI IRRIGUE	1.000	1.300
VITE	1.000	1.300
PESCO	1.000	1. 300
BIETOLA DA SEME	1.000	1. 300
LEGUMINOSE IRRIGUE	1.000	1. 300
BIETOLA	1.000	1. 300
MAIS	1.000	1. 300
FRUTTETI MISTI	1.500	1.950
CIPOLLA	1.500	1. 950
ACTINIDIA	1.500	1.950
FRAGOLA	1.500	1.950
AGLIO	1.500	1.950
MELONE	1.500	1.950
COCOMERO	1.500	1.950
VIVAIO	1.500	1.950
PATATA	1.500	1.950
ORTICOLE	1.500	1.950
MELO	1.500	1.950
POMODORO	1.500	1.950
PERO	1.500	1.950
NOCE DA MENSA	1.500	1.950
RISO	13.000	13.000
_RISO (valore minimo)	8.000	8.000
BOSCO IRRIGUO	1.500	1.950
ALTRE Irrigue bassa esigenza	500	650
ALTRE Irrigue media esigenza	1.000	1.300
ALTRE Irrigue alta esigenza	1.500	1.950
2° RACCOLTI	1.500	1.950
2° RACCOLTI Ciclo breve	500	650
3° RACCOLTI	1.000	1.300
ALLEVAMENTI ITTICI	12.000	12.000
PESCHE SPORTIVE	10.000	10.000
ALTRI BACINI	5.000	5.000

Tab. 2 Stima delle esigenze al campo delle colture irrigue, e altri usi, per gruppi di Distretti; tra parentesi, in rosso, i valori applicabili alle colture tipicamente “non irrigue”

Il volume ottenuto viene poi moltiplicato per l'indice di disponibilità idrica potenziale - DIP - (vedi 7.2 precedente), che tiene conto della distanza della particella dal punto di consegna consorziale ed è differenziato a seconda del sistema di distribuzione; l'indice di disponibilità idrica potenziale (i cui valori, per comodità di lettura, vengono riportati nella Tabella 3) è rappresentativo della maggior difficoltà di approvvigionamento soggettiva e conseguentemente, del minor utilizzo dell'irrigazione da parte delle aziende che sono poste a distanze maggiori dal punto di consegna.

		DIP	
	<i>distanza dal canale</i>	<i>Rete promiscua, mista e tubata</i>	<i>Rete specializzata</i>
a)	Entro 200 m	1,00	1,00
b)	Tra 200 e 500 m	0,80	1,00
c)	oltre 500 m	0,20	0,50

Tab. 3 L'indice di disponibilità idrica potenziale corregge le esigenze irrigue stimate al campo

Il consumo stimato, riferibile alle esigenze al campo, sarà pertanto dato da:

$$Cons.stimato \frac{m^3}{anno} = Sup.coltivata_{ha} \cdot Consumo \text{ della coltura } \frac{m^3}{ha \cdot anno} \cdot DIP$$

Ad ogni particella catastale verrà pertanto attribuito il consumo stimato con il metodo appena esposto. La somma dei volumi attribuiti alle particelle appartenenti a ciascun Distretto, costituirà le esigenze al campo del Distretto.

Per ciascun distretto, la differenza tra il volume immesso e le esigenze al campo costituisce le, così impropriamente dette, "perdite". Parte di esse sono conseguenti alle caratteristiche delle strutture consorziali ed alle manovre effettuate (es. svassi e reinvassi a seguito di allerte meteo), parte avvengono all'interno dell'azienda (dal punto di consegna alla distribuzione in campo).

Tenuto conto delle differenze che caratterizzano i Distretti Occidentali e Centrali da quelli Orientali, sia per quanto riguarda la rete consorziale (canali irrigui nei soli Distretti Orientali, canali promiscui nella rimanente parte del comprensorio), sia relativamente ai metodi irrigui adottati (i sistemi poco efficienti quali, ad esempio, l'infiltrazione laterale sono presenti nei soli distretti Orientali) si considera che: per i Distretti Occidentali e Centrali il 90% delle "perdite" sia dovuto alle caratteristiche della rete irrigua ed alle manovre consorziali, mentre il rimanente 10% sia imputabile alle Aziende; per i Distretti Orientali l'85% delle "perdite" sia dovuto alle caratteristiche della rete irrigua ed alle manovre consorziali, mentre il rimanente 15% sia imputabile alle Aziende. Sommando alle stime effettuate la parte delle "perdite" a carico delle Aziende, si arriva a completare la stima del volume di acqua irrigua attribuibile al consumo aziendale, per i Distretti in cui esso non viene misurato. Lo stesso procedimento di stima è utilizzato per l'attribuzione di volumi irrigui ad eventuali porzioni di terreno (peraltro di modesta entità) per le quali, pur trovandosi all'interno di Distretti a "misura", non si dispone di tale elemento. Viceversa, qualora all'interno dei Distretti a "stima", sia possibile procedere, per porzioni di terreno, alla misura dei volumi erogati, i volumi attribuiti saranno quelli conseguenti alla misura stessa.

10.2 Costi

10.2.1 Indice dei volumi consegnati al distretto (IVC)

I costi variabili connessi al prelievo dalle fonti esterne ed alla distribuzione interna al Comprensorio dell'acqua per irrigazione sono, nel loro complesso, ritraibili dal Bilancio del Consorzio. L'importo

complessivo viene attribuito ad ogni singolo Distretto (d) in proporzione al volume in esso immesso e misurato.

$$IVC_{(d)} = \frac{Media\ volumi\ immessi_{(d)m^3}}{\sum_{i=1}^n Media\ dei\ volumi\ immessi_{(i)m^3}}$$

$$Costi\ complessivi_{(d)\epsilon} = Costi\ variabili_{\epsilon} \cdot IVC_{(d)}$$

10.2.2 Indice dei volumi effettivamente utilizzati dalle aziende (IVU)

I costi complessivi per Distretto (d) vengono attribuiti agli utenti irrigui dello stesso, in proporzione al rapporto tra la sommatoria dei volumi attribuiti alle Aziende nel Distretto (esigenze al campo + quota perdite), ed il volume immesso nel Distretto, ottenendo quindi i costi a carico delle aziende nel distretto.

$$IVU_{(d)} = \frac{Consumi\ aziendali_{(d)m^3}}{Media\ volumi\ immessi_{(d)m^3}}$$

$$Costi\ aziende_{(d)\epsilon} = Costi\ complessivi_{(d)\epsilon} \cdot IVU$$

10.2.3 Riparto dei costi

Avendo calcolato per ogni Distretto (d) i costi da ripartire tra le Ditte irrigue dello stesso ed avendone misurato o stimato le esigenze al campo, si può ottenere la quota a consumo €/m³ di ciascun Distretto:

$$Quota\ a\ consumo_{(d)\frac{\epsilon}{m^3}} = \frac{Costi\ aziende_{(d)\epsilon}}{Esigenze\ al\ campo_{(d)m^3}}$$

Moltiplicando il consumo (misurato o stimato) di ogni particella per la quota a consumo del Distretto in cui essa ricade, si ottiene l'importo "a consumo" da attribuire alla particella stessa.

APPENDICE – simulazione del calcolo delle quote a consumo per Distretto

Di seguito si riporta la tabella con la simulazione dell'applicazione del metodo, redatta sulla base dei volumi immessi nel periodo 2013-2017, nonché delle misure di consumo aziendale effettuate e delle stime basate sui dati AGREA ed ARPA relativi agli anni 2016/2017 e dell'analisi dei costi 2017.

Tab. 4 – Anno 2017 - Applicazione del metodo per il calcolo delle quote a consumo nei distretti (In azzurro i distretti nei quali i consumi aziendali sono prevalentemente misurati)

		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)
	Distretti	Immessi	Consumi al campo/aziendali	Differenza (a- b)	Parte di c) attribuito alle aziende	consumi aziendali (b-d)	IVC (a / Σa)	IVU (e / a)	(Cvar. x f)	Costi Az. Distretto (h x g)	Tariffa stime €/1.000 m ³	Tariffa misure €/1.000 m ³
VD I	NDI	m ³ /anno	m ³ /anno	m ³ /anno	m ³ /anno	m ³ /anno					(i / b x 1000)	
1	Bagnetto + Sinistra Reno	11.822.038	2.437.235	9.384.803	938.480	3.375.715	0,020214	0,285544	€ 138.467	€ 39.538	€ 16,22	€ 11,71
2	Bastia, Ch. Legno	4.801.795	558.920	4.242.875	424.287	983.208	0,008210	0,204758	€ 56.242	€ 11.516	€ 20,60	€ 11,71
3	Berra - Contuga (Arian., Montic., Valp.)	31.100.516	7.764.304	23.336.212	3.500.432	11.264.736	0,053178	0,362204	€ 364.268	€ 131.939	€ 16,99	€ 11,71
4	Berra - Contuga (Mesola)	40.970.464	7.215.904	33.754.560	5.063.184	12.279.088	0,070054	0,299706	€ 479.871	€ 143.820	€ 19,93	€ 11,71
5	Berra - Contuga (Ovest)	131.973.542	87.587.133	44.386.409	6.657.961	94.245.094	0,225658	0,714121	€ 1.545.755	€ 1.103.856	€ 12,60	€ 11,71
6	Bosco Eliceo	25.018.183	3.070.751	21.947.432	3.292.115	6.362.865	0,042778	0,254330	€ 293.028	€ 74.526	€ 24,27	€ 11,71
7	Ciarle +Gallo Banca Reno	8.831.030	1.567.463	7.263.567	726.357	2.293.820	0,015100	0,259745	€ 103.434	€ 26.867	€ 17,14	€ 11,71
8	Dazio - Galvano	10.530.489	6.683.893	3.846.595	576.989	7.260.883	0,018006	0,689511	€ 123.340	€ 85.044	€ 12,72	€ 11,71
9	Diamantina	11.174.032	2.130.947	9.043.085	904.309	3.035.255	0,019106	0,271635	€ 130.877	€ 35.551	€ 16,68	€ 11,71
10	Est Boicelli	16.353.793	2.765.508	13.588.285	1.358.828	4.124.337	0,027963	0,252195	€ 191.546	€ 48.307	€ 17,47	€ 11,71
11	Gallo Banca Reno + Ciarle	8.831.030	1.567.463	7.263.567	726.357	2.293.820	0,015100	0,259745	€ 103.434	€ 26.867	€ 17,14	€ 11,71
12	Goro Est	2.129.285	866.237	1.263.048	189.457	1.055.694	0,003641	0,495798	€ 24.939	€ 12.365	€ 14,27	€ 11,71
13	Guarda	17.290.931	1.824.380	15.466.550	1.546.655	3.371.035	0,029565	0,194960	€ 202.522	€ 39.484	€ 21,64	€ 11,71
14	Massafiscaglia	9.377.627	2.762.000	6.615.628	992.344	3.754.344	0,016035	0,400351	€ 109.836	€ 43.973	€ 15,92	€ 11,71
15	Mezzano	48.395.131	9.813.033	38.582.098	5.787.315	15.600.348	0,082749	0,322354	€ 566.833	€ 182.721	€ 18,62	€ 11,71
16	Migliarino Migliaro	5.927.727	1.209.346	4.718.381	471.838	1.681.184	0,010136	0,283614	€ 69.429	€ 19.691	€ 16,28	€ 11,71
17	Pega + Ponti	44.773.840	6.856.545	37.917.295	5.687.594	12.544.140	0,076557	0,280167	€ 524.419	€ 146.925	€ 21,43	€ 11,71
18	Ponti + Pega	44.773.840	6.856.545	37.917.295	5.687.594	12.544.140	0,076557	0,280167	€ 524.419	€ 146.925	€ 21,43	€ 11,71
19	Primaro Bando	11.802.615	2.396.727	9.405.887	940.589	3.337.316	0,020181	0,282761	€ 138.239	€ 39.089	€ 16,31	€ 11,71
20	Primaro Campociecchio	7.279.801	1.800.784	5.479.017	547.902	2.348.685	0,012448	0,322630	€ 85.265	€ 27.509	€ 15,28	€ 11,71
21	Primaro	12.482.927	2.658.908	9.824.019	982.402	3.641.309	0,021344	0,291703	€ 146.208	€ 42.649	€ 16,04	€ 11,71
22	Reno - Lepri	2.979.423	321.314	2.658.109	265.811	587.125	0,005094	0,197060	€ 34.897	€ 6.877	€ 21,40	€ 11,71
23	Scolo Bolognese, San Nicolò Medelana	33.048.490	7.953.071	25.095.419	2.509.542	10.462.613	0,056509	0,316584	€ 387.084	€ 122.545	€ 15,41	€ 11,71
24	Sinistra Reno + Bagnetto	11.822.038	2.437.235	9.384.803	938.480	3.375.715	0,020214	0,285544	€ 138.467	€ 39.538	€ 16,22	€ 11,71
25	Sud Copparo	24.087.352	5.246.290	18.841.062	1.884.106	7.130.396	0,041186	0,296022	€ 282.126	€ 83.516	€ 15,92	€ 11,71
26	Sud Ferrara	9.155.520	2.230.504	6.925.016	692.502	2.923.005	0,015655	0,319262	€ 107.235	€ 34.236	€ 15,35	€ 11,71
27	Trebba	17.671.990	7.626.668	10.045.322	1.506.798	9.133.466	0,030217	0,516833	€ 206.985	€ 106.977	€ 14,03	€ 11,71
28	Valle Volta, Tieni	6.609.994	977.268	5.632.726	844.909	1.822.177	0,011302	0,275670	€ 77.420	€ 21.342	€ 21,84	€ 11,71
29	Varano - Pomposa - Giralda Sud	15.668.947	2.298.236	13.370.711	2.005.607	4.303.842	0,026792	0,274673	€ 183.524	€ 50.409	€ 21,93	€ 11,71
30	Volano Campociecchio	9.759.648	2.587.489	7.172.158	717.216	3.304.705	0,016688	0,338609	€ 114.311	€ 38.707	€ 14,96	€ 11,71
31	Cona	13.822.625	2.307.896	11.514.728	1.151.473	3.459.369	0,023635	0,250269	€ 161.899	€ 40.518	€ 17,56	€ 11,71
	Totali	584.839.788	183.518.574	401.321.001	52.167.002	235.685.756						

