

DGR XII/ 5311 DEL 10 NOVEMBRE 2025 -

PIANO LOMBARDIA (L.R. 9/2020):

**PROGRAMMA 2025/2027 DI INTERVENTI URGENTI E PRIORITARI PER LA DIFESA
DEL SUOLO E LA MITIGAZIONE DEI RISCHI IDROGEOLOGICI DEL TERRITORIO LOMBARDO**

**Messa in sicurezza delle strutture d'alveo e delle relative pertinenze del Colatore Muzza
mediante formazione di consolidamenti spondali e ripristino dei danneggiamenti
occorsi a seguito degli eventi pluviali straordinari del maggio e settembre 2024**

CUP: E18H25001220002

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

RELAZIONE GEOTECNICA CON APPROFONDIMENTO GEOLOGICO

EDIZIONE: MARZO 2026

Il Responsabile Unico
del Progetto
Dott. Ing. Marco Chiesa

I Progettisti
Dott. Ing. Marco Chiesa - Dott. Ing. Gianluca Toscani

Geologia territoriale

Il territorio del Consorzio bonifica Muzza-Bassa Iodigiana è caratterizzato dal punto di vista litostratigrafico da una potente serie di depositi alluvionali pleistocenici-olocenici (periodo Quaternario).

La principale caratteristica che contraddistingue il sottosuolo comprensoriale è l'estrema variabilità che presentano le facies litografiche sia in senso verticale che orizzontale rispecchiando quindi condizioni ambientali di tipo continentale fluviale-fluvioglaciale.

I litotipi principali sono sabbioso-limosi, ghiaioso-sabbiosi, e, in misura minore, argillosi. In genere sono caratterizzati da una tessitura non costante nonché da una graduale diminuzione della granulometria mano a mano che ci si sposta dalla zona Nord verso quella Sud del comprensorio.

Tra i litotipi più frequentemente presenti si elencano i seguenti:

- depositi ghiaiosi, sabbiosi, sabbioso-limosi attuali e recenti. Costituiscono i depositi alluvionali degli alvei abbandonati ed attivi oltre che i terrazzi morfologici immediatamente sottostanti il livello fondamentale della pianura. Sono localizzati in prossimità e lungo gli alvei dei fiumi che contornano il territorio Iodigiano: Adda, Lambro e Po. I litotipi più grossolani sono ubicati lungo il corso settentrionale del fiume Adda. Altrove, in particolare avvicinandosi alla valle del Po, vengono invece a prevalere le granulometrie medio-fini. Caratteristica tipica è la graduale diminuzione delle dimensioni dei litotipi spostandosi verso la parte meridionale del comprensorio;
- depositi alluvionali argillosi d'ambiente palustre. Sono limitati ad aree piuttosto ristrette lungo il corso meridionale del fiume Adda;
- depositi alluvionali fluviali e fluvioglaciali caratterizzati da sabbie-ghiaiose, limi-sabbiosi, argille-limose ed argille. Costituiscono i litotipi predominanti lungo l'intero comprensorio e caratterizzano il livello fondamentale della pianura. In particolare, i litotipi sabbioso-ghiaioso prevalgono nel settore centro - settentrionale e sono caratterizzati da una discreta omogeneità e da una buona potenza. Lungo la maggior parte del comprensorio prevalgono invece i depositi limosi-sabbiosi e limosi. La

caratteristica fondamentale è l'estrema eterogeneità in senso verticale ed orizzontale, tipica di un ambiente continentale fluviale anastomizzato.

- Depositi alluvionali fluvioglaciali caratterizzati da un potente suolo d'alterazione argilloso di colore giallo-ocra. Rappresentano i litotipi più antichi presenti all'interno del comprensorio. Compaiono in aree molto limitate nel settore centro-meridionale.

L'intervento in progetto sul colatore Muzza, come già specificato nella relazione tecnica generale, si colloca nella parte centrale del comprensorio, (vedasi l'inquadramento territoriale di tavola 1).

La maglia è medio grossolana, come descritto in precedenza, corrisponde a un litotipo legato essenzialmente all'evoluzione morfologica degli alvei dei fiumi. Nella zona di intervento si incontrano litotipi di tipo sabbie, sabbie-limose con locali livelli ghiaiosi per quanto riguarda la zona all'interno del comune di San Martino in Strada, litotipi di tipo sabbie fini, con coperture limose, limose-argillose e limose-sabbiose per quanto riguarda la zona all'interno del comune di Cavenago d'Adda, limo-sabbiose argillose per quanto riguarda il comune di Massalengo e limo-argillosi per quanto riguarda il comune di Turano Lodigiano.

Nella figura seguente sono riportate le litologie presenti nel comprensorio Muzza bassa lodigiana con particolare riferimento alla zona oggetto dell'intervento ubicata, come già descritto nella relazione tecnica generale, nella parte "centrale" del territorio lodigiano nei comuni di Massalengo, Cavenago d'Adda, San Martino in Strada e Turano Lodigiano.

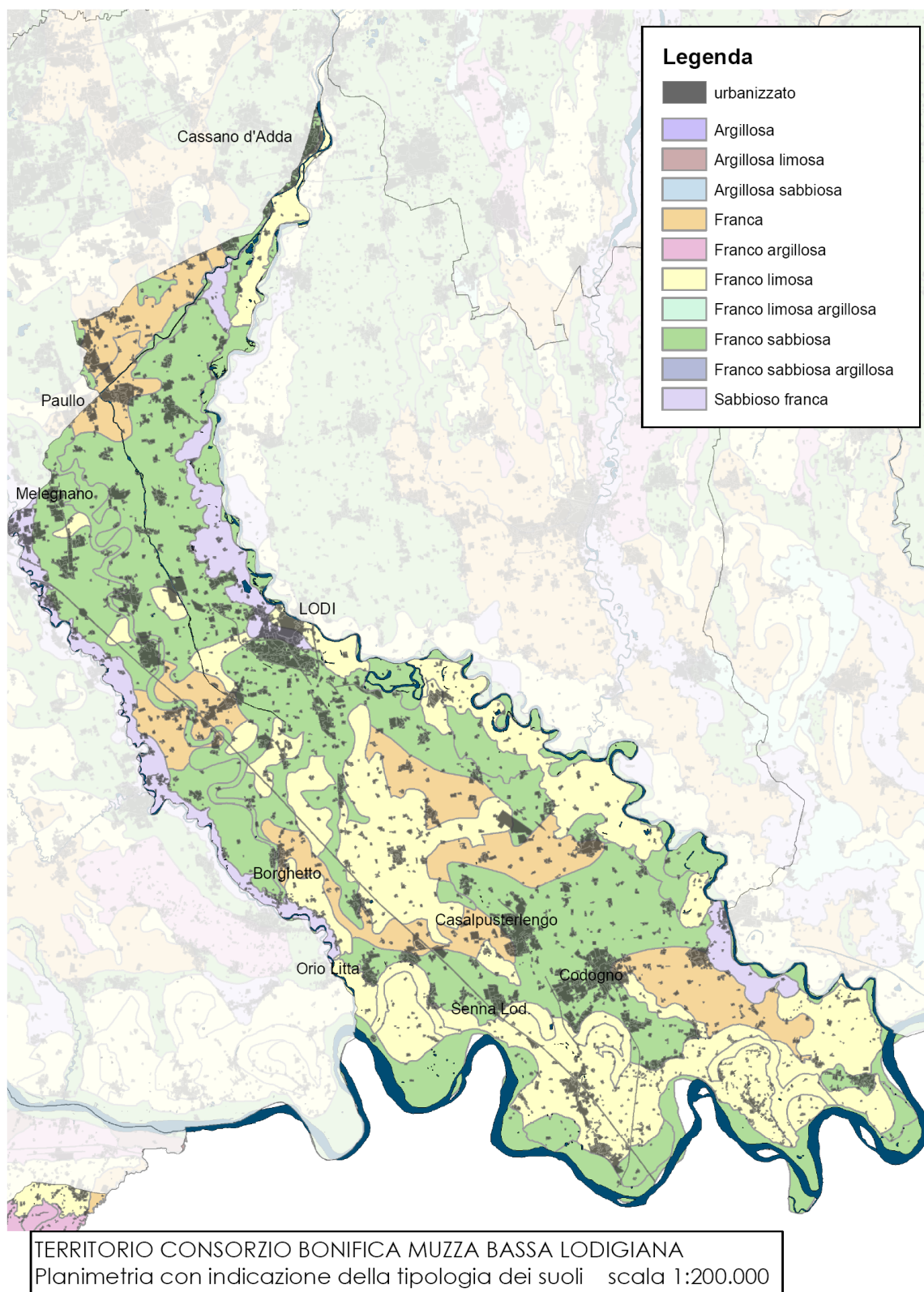


Fig. 1 - Litologie presenti nel comprensorio Muzza bassa lodigiana

Idrogeologia territoriale

Il territorio del comprensorio del Consorzio di Bonifica Muzza-Bassa Lodigiana presenta una morfologia pianeggiante con andamento altimetrico via via decrescente spostandosi dalle zone a Nord (Cassano d'Adda altezza media s.l.m. m 133) a quelle a Sud (Caselle Landi altezza media s.l.m. m 43). Lungo i circa 70.000 ha del territorio esiste una fitta ed estesa rete di canali con alvei, per la stragrande maggioranza in terra i quali, oltre ad assolvere la propria funzione prettamente irrigua e di bonifica, danno luogo ad un intenso e fondamentale interscambio con la sottostante falda freatica, assicurando una importante connessione idrica tra acque superficiali e acque profonde.

In questo contesto si evidenzia l'effetto drenante esercitato dai fiumi Lambro, Adda e Po ed in particolare da quest'ultimo, al contorno, dove intercettano ed interagiscono con la falda delimitandone il perimetro. Si è quindi in presenza di una struttura acquifera sotterranea che ha direzione principale di scorrimento nord-ovest sud-est passando parallela ai fiumi Lambro e Adda, con il bacino del fiume Po quale vincolo idraulico e recapito ultimo.

Ovviamente lungo tutto il territorio nelle aree prospicienti i corsi d'acqua principali la direzione generale dei deflussi è influenzata localmente dalle interazioni che esistono tra livello d'acqua in canale e la quota piezometrica della falda, confinata o meno che sia.

Dagli studi effettuati sulla Carte Idrogeologiche all'interno del P.G.T. dei comuni oggetto di intervento, si è individuata una soggiacenza media della falda freatica compresa tra i 2 m e i 13 m per quanto riguarda la zona all'interno di San Martino in Strada, tra i 2 m e i 5 m per quanto riguarda la zona all'interno del comune di Cavenago d'Adda, tra i 2 m e 2,5 m per quanto riguarda la zona all'interno del comune di Massalengo e superiore ai 5 m per quanto riguarda la zona all'interno del comune di Turano Lodigiano. Accertando la tipologia di interventi in progetto, l'influenza dei fenomeni di interazione con il livello freatico restano marginali. Nel caso di condizioni idrometeorologiche avverse si provvederà con puntuali sistemi di aggotamento e smaltimento idrico.

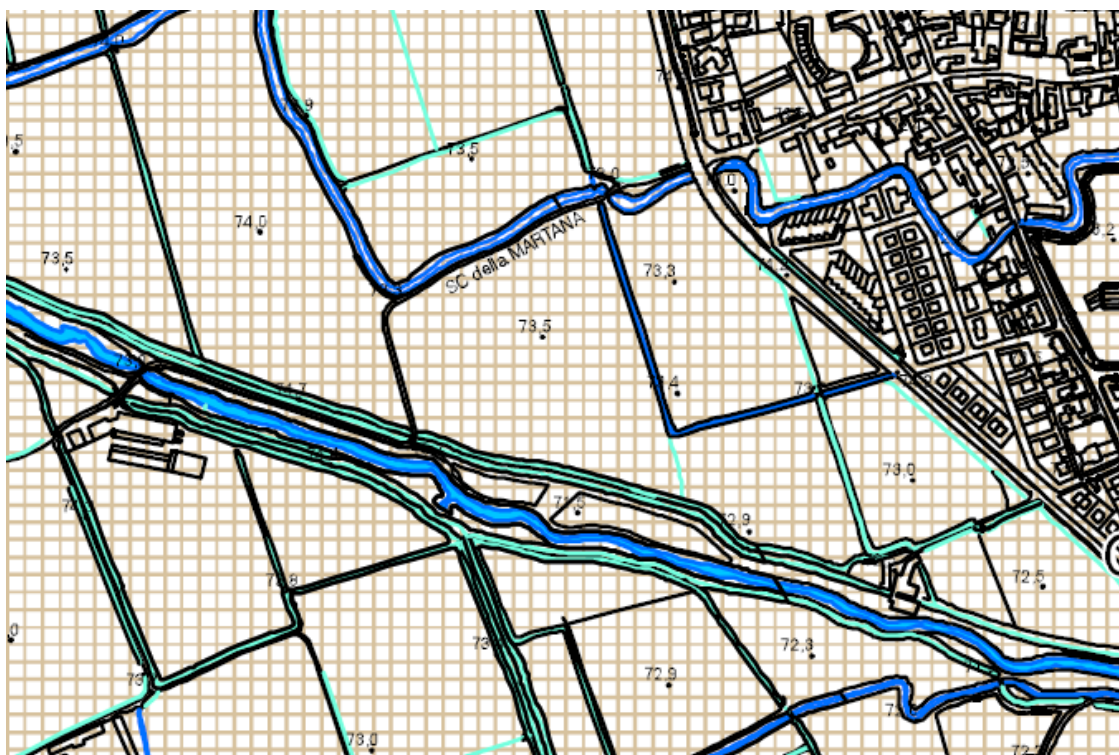
La falda freatica principale presenta dei valori di permeabilità che sono influenzati dalle caratteristiche litostratigrafiche dei depositi alluvionali (vedasi tabella a seguire).

Permeabilità oltre 1 m/s	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7} - 10^{-9}$
Ciottoli, ghiaie senza elementi fini	Sabbie, sabbie e ghiaie	Sabbie fini, limi, argille con limi e sabbie	Argille omogenee
Perm. elevata	buona	Cattiva	impermeabile

Tab. 1 - Valori di permeabilità della falda freatica del territorio lodigiano

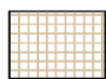
In effetti i litotipi ghiaiosi e ghiaioso - sabbiosi presentano valori di permeabilità da buoni a medi all'aumentare delle granulometrie più fini. Nel comprensorio sono presenti un po' ovunque principalmente lungo le aree adiacenti al fiume Adda. Da segnalare invece che i depositi sabbiosi, sabbioso-limosi, limoso-argillosi e argillosi, che sono poi quelli più frequenti in tutto il territorio, hanno una permeabilità da media a bassa proporzionale all'aumentare della componente argillosa.

Nella figura seguente è riportata la soggiacenza della falda nel territorio del comprensorio Muzza bassa lodigiana con particolare riferimento alla zona oggetto dell'intervento.



CARTA DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Classi di terreni con caratteristiche omogenee

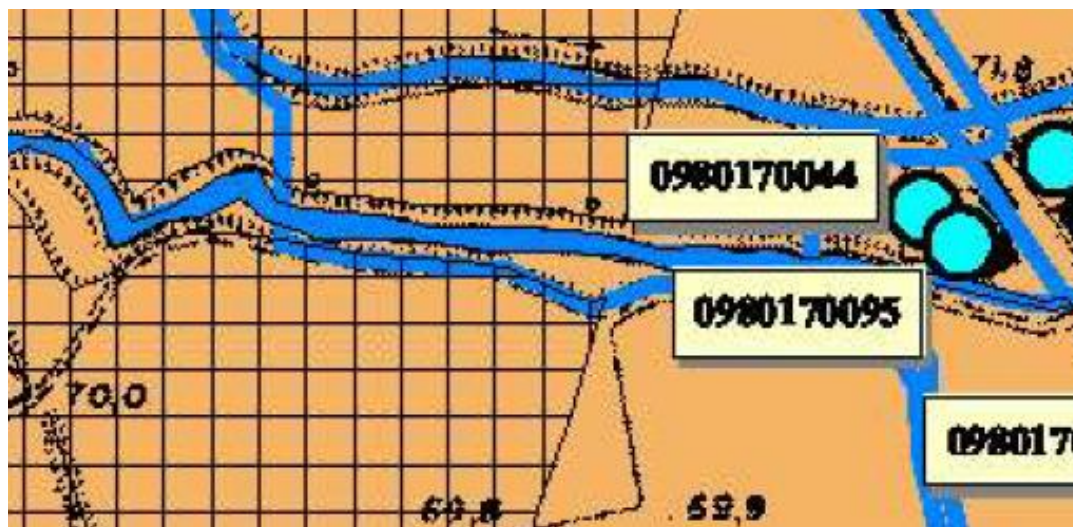


Classe A - Livello Fondamentale della Pianura - Sabbie, sabbie limose con locali livelli ghiaiosi con discreta-modesta capacità portante e soggiacenza della falda freatica compresa tra 2 e 13 m.



Classe B - Valle Alluvionale Attuale dell'Adda, Terrano Superiore - Sabbie, sabbie limose con locali livelli ghiaiosi con discreta-modesta capacità portante e soggiacenza della falda freatica minore di 1 m.

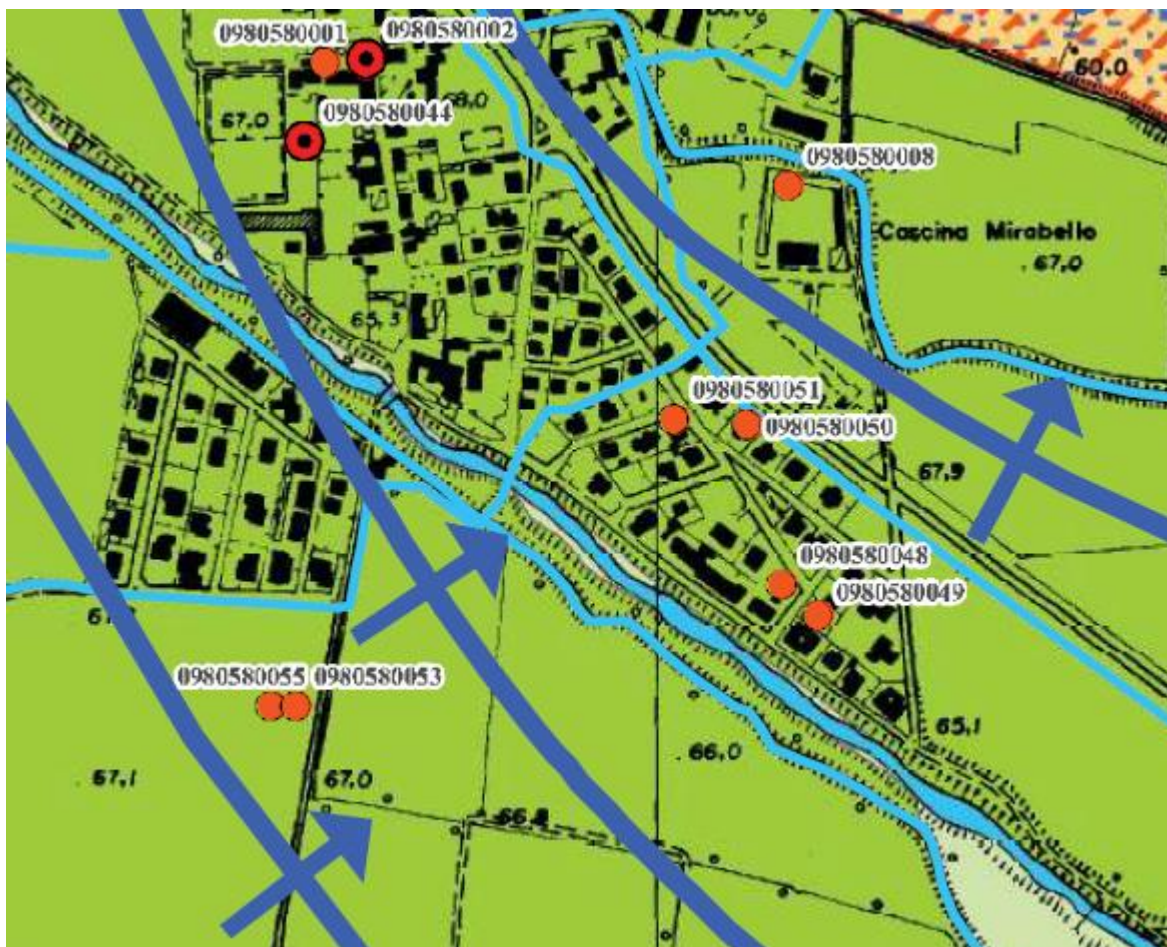
Soggiacenza della falda nel territorio comunale di San Martino in Strada



SOGGIACENZA MEDIA DELLA FALDA SUPERFICIALE

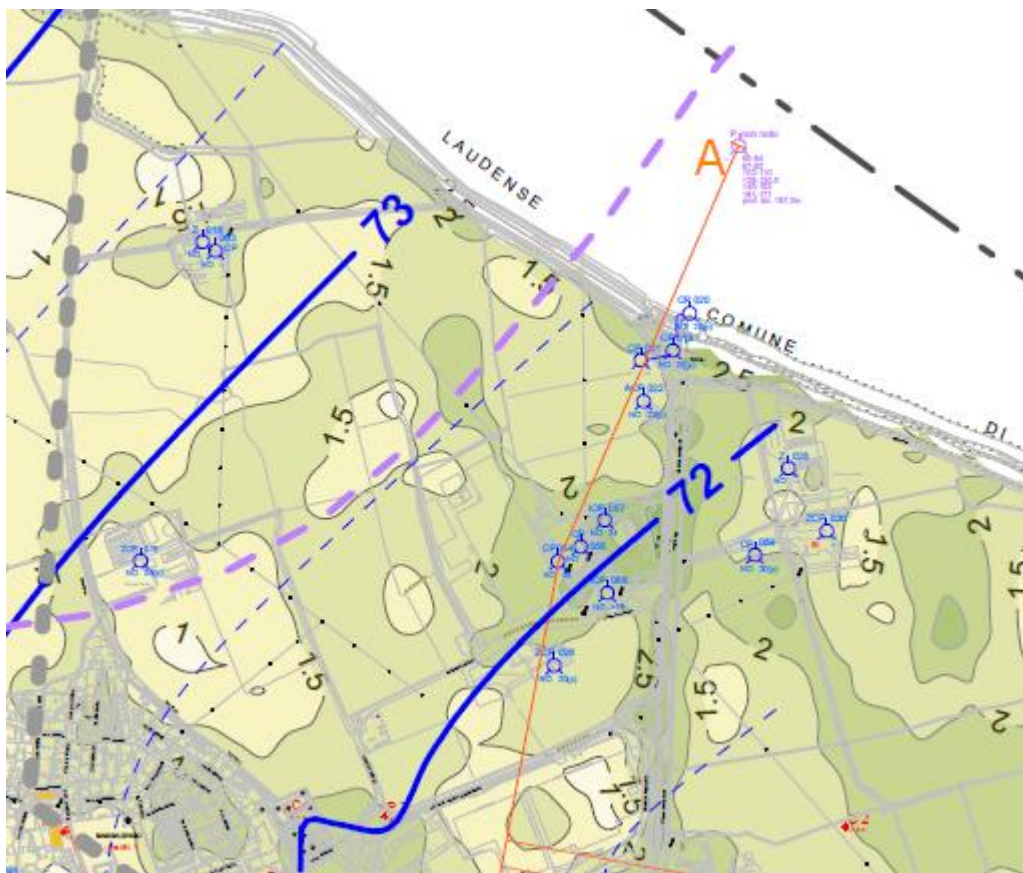
$2 < S < 5 \text{ m}$	$5 < S < 10 \text{ m}$	$S > 10 \text{ m}$

Soggiacenza della falda nel territorio comunale di Cavenago d'Adda



SOGGIACENZA MEDIA (S) DELLA SUPERFICIE PIEZOMETRICA (*)		
 $S < 2 \text{ m (*)}$	 $2 < S < 5 \text{ m}$	 $S > 5 \text{ m}$
(*) La soggiacenza nella fascia sviluppata a margine dell'Adda va intesa come un valore di primo riferimento in quanto soggetta a consistenti escursioni piezometriche correlabili con il regime idrometrico del vicino corso d'acqua.		

Soggiacenza della falda nel territorio comunale di Turano Lodigiano



Soggiacenza della falda nel territorio comunale di Massalengo

Idrologia territoriale

Il comprensorio del Consorzio Muzza si sviluppa per più di 75.000 ettari nella pianura lombarda, in quella porzione di territorio racchiusa tra i fiumi Lambro (a ovest) Adda (a est) ed il Po (a sud): presenta aspetti idrologici ed idraulici che per densità idraulica, morfologia della rete e capillarità della distribuzione idrica, sono connotati da caratteristiche particolari, forse uniche. Caratterizzante è la netta separazione altimetrica tra la parte “alta” del territorio e la parte “bassa” costituita dalla valle del Po, distinte da una differenza media in quota di circa 10 metri.

Il Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana gestisce questo territorio, in applicazione alla Legge Regionale n° 31/2008 provvedendo alla gestione, manutenzione ed esecuzione delle opere pubbliche di bonifica ed in generale al "governo delle acque" e a tutte le relative connessioni che lo stesso comporta.

Il sistema idrico comprensoriale può essere suddiviso, per le diverse caratteristiche di approvvigionamento, adduzione e distribuzione, in due zone corrispondenti alla parte “alta” e “bassa” del territorio, che, come sopra indicato, sono morfologicamente distinte dal “gradone morfologico” delimitante il paleo alveo del fiume Po.

Il bassopiano è il classico territorio di bonifica, di recente costituzione, con la stragrande maggioranza dei terreni che soggiacciono ai livelli di piena (anche di 10 metri) o di cosiddetta “morbida” dei fiumi limitrofi, ragione per la quale, per garantirne la sicurezza idraulica, occorre frequentemente azionare gli impianti idrovori dislocati sul territorio, ciascuno dei quali sottende un proprio bacino di drenaggio.

La parte alta del comprensorio, è invece il tipico territorio di antica irrigazione, che utilizza le acque del Canale Muzza e le distribuisce attraverso una fitta rete di canali che sottendono una superficie agraria irrigua particolarmente pregiata di oltre 50.000 ettari. L’esercizio della rete irrigua della parte alta avviene attraverso una rete di canali organizzati in ordine gerarchico che vede, partendo dal canale Muzza, più sottolivelli ordinati in modo decrescente di derivazione (primo, secondo ordine e così via) tutti di competenza consortile, fino al completamento locale, poderale e interpoderale della distribuzione, che avviene con canali privati aziendali o interaziendali.