

**COMMISSARIO DI GOVERNO  
PER IL CONTRASTO DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO NELLA REGIONE PUGLIA**

FONDO PER LA PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI CONTRO IL DISSESTO IDROGEOLOGICO  
CUI ART.55 DELLA LEGGE 28 DICEMBRE 2015, N.221 - III STRALCIO

COMUNE DI VILLA CASTELLI - LOTTO 2

**INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO  
SUL TERRITORIO DI VILLA CASTELLI (BR)  
CUP: B36C18000520001 CIG: 8558358471**

PROGETTO DEFINITIVO



NOME ELABORATO:

PIANO DI MONITORAGGIO

CODICE ELABORATO:

REL 013

RTP:



**D.R.E.A.m. Italia**  
Via G.Garibaldi 3, Pratovecchio Stia (AR)  
Via E.Bindi 14, 51100 Pistoia  
tel. +39 0575 529514  
e-mail: ingegneria@dream-italia.it



**SIT&A srl**  
via O. Mazzitelli 264, 70124 Bari  
tel. +39 080 5798661  
e-mail: sedebari@sitea.info



**Cotecchia Associates**  
Corso De Gasperi 384, 70125 Bari  
tel. +39 080 5650377  
e-mail: cotecchia@cotecchia.associates

GRUPPO DI LAVORO:

**D.R.E.A.m. Italia:** Ing. Galardini S., Ing. Chiostriani C., Ing. Tosi A., Ing. Orlandini F., Geol. Bizzarri A., For. Mini L.  
**SIT&A srl:** Ing. Farenga T., Ing. Farenga M., Ing. Nuzzo G., Ing. Nanocchio P.  
**Cotecchia Associates:** Ing. Mezzina G., Ing. Scuro M.

REVISIONE	DATA EMISSIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	Febbraio 2024			
1				
2				

**INDICE**

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>NORME TECNICHE .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE INTERVENTI.....</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>FREQUENZA E DURATA DEL MONITORAGGIO .....</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>SOGLIE D'ALLARME .....</b>	<b>15</b>

**1 PREMESSA**

Il presente elaborato riporta il piano di monitoraggio dei parametri idrodinamici delle canalizzazioni idrauliche degli interventi di mitigazione del rischio idraulico sul territorio di Villa Castelli (br). Lo scopo del Piano è realizzare un progetto di monitoraggio che possa essere di supporto alle procedure di protezione civile per la salvaguardia della pubblica incolumità in caso di eventi di piene eccezionali.

---

## **2 NORME TECNICHE**

D.Lgs. 50/2016 - Codice dei Contratti Pubblici;

DPR 207/2010 - Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE.

DM 17/01/2018 - Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni;

CM 21/01/2019 - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;

PAI 2005 - Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico - Autorità di Bacino della Puglia.

## **3 DESCRIZIONE INTERVENTI**

La parte terminale del bacino idrologico di Via Martina, approssimandosi all'abitato di Villa Castelli, incontra un tessuto urbano sparso e l'intercettazione dei volumi di deflusso dovrà avvenire attraverso un idoneo sistema capillare di captazione costituito da una serie di diramazioni trasversali, costituiti da canalette grigliate e da tubazioni per i tratti su viabilità esistente, e da piccoli canali a cielo aperto per i tratti non urbani. L'intercettazione diffusa del ruscellamento avviene mediante rami trasversali a monte dell'abitato, che raccolgono l'acqua proveniente dai versanti per non lasciarla defluire liberamente verso l'abitato. Alla fine di ciascun tronco secondario, la portata sarà immessa nella dorsale principale. I rami posti in aree agricole o comunque a margine della viabilità, saranno realizzati con una sezione aperta e con una pendenza inferiore.

In particolare, per tali opere di captazione si prevede l'utilizzo di:

- Canalette di drenaggio lineare di dimensione pari a 40cmx50cm, dotate di caditoie in ghisa sferoidale classe D400;
- Tubazioni di diametro massimo pari a  $\Phi 1000$  per i tratti denominati C01-C02-C04;
- Canale a cielo aperto a sezione trapezia con base minore 0,5 m e profondità di scavo massima pari a 1,5 m, rivestito con geostuoia impermeabile rinverdibile, denominato C03;
- Canali costituiti da elementi scatolari aperti a C di base interna pari a 0,5 m ed altezza pari a 1,5 m, spessore di 30 cm, per i tratti C05 e C06;

Le suddette diramazioni idrauliche secondarie saranno collegate al canale principale, caratterizzato da scatolari chiusi e aperti, per i tratti prettamente urbani, e da sezioni trapezie aperte per i restanti tratti. Per i tratti urbani, le opere di captazione delle acque saranno disposte anche lungo il canale principale e saranno realizzati mediante pozzi a caduta trasversali e longitudinali alla strada di dimensione pari a 40cmx50cm, dotate di caditoie in ghisa sferoidale classe D400 (griglie carrabili) larghi quanto l'intera carreggiata da porre ad una distanza ottimale (non superiore a 50m) per garantire lo stramazzo delle acque nello scatolare che allontanerà i volumi di piena. A tali griglie potrà essere associato un dosso dissuasore di velocità di altezza minima, tale da rallentare i veicoli in transito (per garantirne la sicurezza di circolazione e moderarne la velocità) e forzare le acque ad entrare nella griglia.

Di seguito, si descrivono, raggruppando i tratti che hanno caratteristiche affini, la tipologia delle sezioni di progetto. Si specifica che per ogni tratto, lungo tutto il profilo, è stata calcolata l'altezza media di scavo, ricostruendo dunque la sezione media valida per il tratto in questione.

Canali C1-C3-C5-C7: lo scatolare in c.a. avrà dimensioni BxH interne pari a 1,5x1,5 m, e spessore pari a 30 cm, con pendenze comprese tra il 5% ed il 10 %, con conseguenti profondità medie di posa dell'opera dell'ordine dei 2,5 m da p.c..

Canali C2-C4-C6-C8: sarà adottato uno scatolare aperto in c.a. con dimensioni BxH interne pari a 1,5x1,5 m, e spessore pari a 30 cm, con pendenze comprese tra il 4 ed il 10%, con conseguenti profondità medie di posa dell'opera dell'ordine dei 2,5 m da p.c..

Canali C10-C11-C12-C13-C14-C15-C18-C20-C22: sarà adottato uno scatolare chiuso in c.a. con dimensioni BxH interne pari a 1,5x2 m, con conseguenti profondità medie di posa dell'opera dell'ordine dei 2,9 m da p.c..

Canali C9-C16-C17-C19-C21: sarà adottato uno scatolare aperto in c.a. con dimensioni BxH interne pari a 1,5x2 m, e spessore pari a 30 cm, con conseguenti profondità medie di posa dell'opera dell'ordine dei 2,9 m da p.c..

Canali C23-C24-C25-C26: sarà adottato uno scatolare aperto in c.a. con dimensioni BxH interne pari a 2x2 m, e spessore pari a 30 cm, con conseguenti profondità medie di posa dell'opera dell'ordine dei 3 m da p.c..

Canali C27-C28-C29-C30-C31-C32-C33-C34-C35: sarà adottato uno scatolare chiuso in c.a. con dimensioni BxH interne pari a 2,5x3 m, spessore 30 cm, con conseguenti profondità medie di posa dell'opera dell'ordine dei 4,6 m da p.c..

Canali C36-C37-C38: sono caratterizzati da sezione idraulica di progetto è trapezia composta da una savanella di base minore pari a 2 m e base maggiore pari a circa 6,5 m, altezza media pari a circa 2,8 m ed inclinazione media delle sponde pari a circa 56°. Le sponde di raccordo con il piano campagna sono caratterizzate da un rivestimento in due livelli di gabbioni per un'altezza totale pari a 2 m, e da una pendenza finale di raccordo con il p.c. con un angolo pari a 45°.

Canali C39-C40-C41-C42-C44-C45: sono caratterizzati da sezione idraulica di progetto è trapezia composta da una savanella di base minore pari a 2 m e base maggiore pari a circa 6,3 m, altezza media pari a circa 2,8 m ed inclinazione media delle sponde pari a circa 63°. Le sponde di raccordo con il piano campagna sono caratterizzate da un rivestimento in

due livelli di gabbioni per un'altezza totale pari a 2 m, e da una pendenza finale di raccordo con il p.c. con un angolo pari a 45°.

Nei tratto denominato C43, sarà adottato uno scatolare aperto in c.a. con dimensioni BxH interne pari a 2x1,5 m, e spessore pari a 30 cm, con conseguenti profondità medie di posa dell'opera dell'ordine dei 2,5 m da p.c..

Canali C46-C47-C48-C49-C50-C51-C52-C53: sarà adottato uno scatolare chiuso in c.a. con dimensioni BxH interne pari a 2,5x1,5 m, spessore 30 cm, con conseguenti profondità medie di posa dell'opera dell'ordine dei 2,5 m da p.c..

Canali C54-C55-C56-C57: sarà adottato uno scatolare chiuso in c.a. con dimensioni BxH interne pari a 2,5x1,5 m, spessore 30 cm, con conseguenti profondità medie di posa dell'opera dell'ordine dei 2,5 m da p.c..

Canali C58-C60-C62-C64: sarà adottato uno scatolare aperto in c.a. con dimensioni BxH interne pari a 2,5x2 m, e spessore pari a 30 cm, con conseguenti profondità medie di posa dell'opera dell'ordine dei 3 m da p.c..

Canali C65-67-69-71-72-74-76: sono caratterizzati da sezione idraulica di progetto è trapezia composta da una savanella di base minore pari a 2,5 m e base maggiore pari a circa 6,9 m, altezza media pari a circa 2,9 m ed inclinazione media delle sponde pari a circa 63°. Le sponde di raccordo con il piano campagna sono caratterizzate da un rivestimento in due livelli di gabbioni per un'altezza totale pari a 2 m, e da una pendenza finale di raccordo con il p.c. con un angolo pari a 45°.

Canali C59-C61-C63-C66-C68-C70-C73-C75-C77: sarà adottato uno scatolare chiuso in c.a. con dimensioni BxH interne pari a 2,5x1,5 m, spessore 30 cm, , con conseguenti profondità medie di posa dell'opera dell'ordine dei 2,5 m da p.c..

Nei tratti denominati C54-C55-C56-C57, sarà adottato uno scatolare chiuso in c.a. con dimensioni BxH interne pari a 2,5x2 m, spessore 30 cm, con conseguenti profondità medie di posa dell'opera dell'ordine dei 3 m da p.c..

Canali C78-C79-C80: la sezione idraulica di progetto è trapezia composta da una savanella di base minore pari a 3 m e base maggiore pari a circa 8,5 m, altezza media pari a circa 3,9 m ed inclinazione media delle sponde pari a circa 63°. Le sponde di raccordo con il piano campagna sono caratterizzate da un rivestimento in due livelli di gabbioni per un'altezza totale pari a 2 m, e da una pendenza finale di raccordo con il p.c. con un angolo pari a 45°.

Nel tratto denominato C81 la sezione idraulica di progetto è trapezia composta da una savanella di base minore pari a 6,5 m e base maggiore pari a circa 11,2 m, altezza media pari a circa 3,2 m ed inclinazione media delle sponde pari a circa 63°. Le sponde di raccordo con il piano campagna sono caratterizzate da un rivestimento in due livelli di gabbioni per un'altezza totale pari a 2 m, e da una pendenza finale di raccordo con il p.c. con un angolo pari a 45°.

In corrispondenza dei nodi J36 e J69, a valle dei tratti urbanizzati, sarà installato un impianto di trattamento delle acque di prima pioggia, che lavorerà in continuo su tre linee separate con separatori di sabbie e liquidi leggeri e filtri a coalescenza per il nodo J36, e su una linea per il nodo J69. Saranno installati opportune vasche prefabbricate per la separazione delle acque di prima pioggia dalle acque di piena e pozzetti di campionamento per monitorare la funzionalità del sistema di trattamento. Gli impianti garantiranno il trattamento delle acque di prima pioggia ed il convogliamento delle acque trattate, per mezzo di una linea dedicata, in punti di scarico predefiniti all'interno del canale a cielo aperto. Nelle zone in cui saranno installati gli impianti saranno eseguiti scavi provvisori dell'ordine dei 5 m, per poi rinterrare secondo gli schemi di posa previsti in progetto.

Alle aree dove si installeranno gli impianti di trattamento potrà essere associato un sistema di mitigazione visiva costituito da muretti a secco perimetrali ed una “fascia tampone” che funga da filtro visivo costituito da vegetazione autoctona di altezza e dimensione differente così da garantire un effetto di naturalità alla recinzione.

Il bacino di recapito finale è costituito da un’area di laminazione disperdente con impegno planimetrico pari a 70000 mq circa, con profondità media del suddetto bacino disperdente di circa 2-3 m e la realizzazione di argini perimetrali con sezione trapezia di altezza massima di 3,8 m con sponde laterali con angolo pari a 30°, mediante il riutilizzo delle terre e rocce da scavo. Al di sopra dell’argine sarà garantita una viabilità di manutenzione di larghezza pari a 3 m. Nella zona centrale dell’area disperdente è prevista la realizzazione di un canale di magra atto a garantire un minimo deflusso verso il reticolo idrografico di valle. Nella parte a Sud dell’area disperdente, alla quota di 206,5 m, sarà presente una bocca tarata realizzata al fondo dell’argine, mediante idoneo scatolare, per il transito della portata minima di efflusso di progetto per garantire lo smaltimento in sicurezza idraulica delle acque di piena. Per agevolare lo smaltimento nel sottosuolo delle acque di piena, sarà prevista la realizzazione di idonei n. 40 pozzi disperdenti della profondità di 20 m riempiti in ghiaia, del diametro di 60 cm.

L’opera nel suo percorso presenterà interferenze con sottoservizi ed altri elementi presenti.

Le alberature ricadenti nel tracciato di progetto potranno essere espantate e re impiantate secondo le indicazioni della norma in materia agronomica così da garantirne la sopravvivenza e contribuire al recupero ambientale di altre aree limitrofe.

Contestualmente saranno rimossi i muretti a secco (o altre opere similari) interferenti con le opere di progetto; gli stessi saranno rimontati con la stessa tecnologia costruttiva in sede

**PROGETTO DEFINITIVO****Piano di Monitoraggio**

---

se possibile o delocalizzati ove non possibile, con l'obiettivo di costruire una barriera laterale di delimitazione al canale integrata al contesto paesaggistico rurale di riferimento; Le interferenze con attraversamenti ed accessi privati verranno risolte interrando la tubazione o lo scatolare per brevi tratti e prevedendo una griglia/caditoia ove tecnicamente possibile.

Gli schemi di risoluzione dei sottoservizi prevedono la risoluzione degli incroci con acquedotto e fogna attraverso due tipologie di intervento che prevedono o l'attraversamento del canale o la creazione di un sifone al di sotto dell'opera; tale sistema andrà opportunamente protetta attraverso specifiche tubazioni camicia in acciaio o polietilene. Interferenze con linee aeree saranno potenzialmente riscontrate solo nelle fasi di cantiere e saranno dettagliatamente affrontate nel PSC nella fase esecutiva di progettazione.

L'area del recapito finale sarà paesaggisticamente mitigata con opere di inserimento ambientale tali da limitare la vista del bacino di scarico ma da non occultarne completamente la vista creando una barriera visiva potenzialmente meno impattante. Le opere previste prevedono un rinverdimento degli argini ove previsti e la perimetrazione delle restanti parti del bacino con opere in pietra a secco.

Contestualmente potranno prevedersi opere di compensazione ambientale da valutare insieme all'amministrazione ed agli altri enti interessati.

Gli studi geologici e geotecnici condotti hanno messo in evidenza che la maggior parte dello sviluppo dell'alveo di progetto avviene per i primi 2,5 m da p.c. all'interno di ammassi terrigeni granulari e terreno vegetale, mentre procedendo verso il fondo scavo si risconterà roccia calcarea; tuttavia non possono escludersi ritrovamenti di ammassi terrigeni incoerenti di natura sabbiosa-argillosa per porzioni limitate dei canali in progetto anche alle quote di competenza dell'ammasso calcareo. Nelle suddette porzioni

maggiormente vulnerabili, al fine di contrastare gli effetti erosivi delle correnti idriche di piena, è stata prevista la protezione dell'alveo mediante la posa in opera di una geostuoia antierosione impermeabile intasata con terreno e successivamente vegetata. La medesima geostuoia sarà utilizzata per proteggere porzioni di alveo in zona urbanizzata sino al recapito delle acque all'interno degli impianti di trattamento descritti, e per il paramento interno dell'argine della zona di laminazione disperdente. Saranno inoltre adottate, nei tratti di raccordo tra le berme delle sezioni idrauliche ed il piano campagna caratterizzati da inclinazione pari a 45°, biostuoie di contenimento del terreno (biotessile non tessuto biodegradabile), con lo scopo di proteggere la scarpata e favorire l'attecchimento delle specie vegetali.

#### **4 STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO**

La strumentazione di monitoraggio dovrà essere installata in corrispondenza di punti nevralgici delle opere in progetto, i cui dati, acquisiti in tempo reale, dovranno essere resi disponibili in continuo e potrà essere di supporto e non sostitutiva delle normali prassi in vigore di protezione civile. In particolare, si auspica l'uso di strumenti di sensoristica versatile, al fine di registrare misure di tirante idrico, temperatura e pressione assoluta utilizzando un sensore a camera stagna, adatto per il monitoraggio dei livelli d'acqua nei torrenti/laghi/fiumi/bacini. Il sensore sarà dotato di un rivestimento in titanio che permette l'adozione di questi strumenti anche in ambienti chimicamente aggressivi, es. acqua di mare, al fine di garantire una adeguata vita utile. Il sensore sarà dotato di un sistema di gestione in remoto, facilmente programmabile per l'immagazzinamento dei

dati, successivamente scaricabili attraverso una docking station dotata di porta USB oppure inviati ad un server mediante connessione wireless.

La sonda avrà diametro esterno inferiore a 2.62 cm e lunghezza inferiore a 14.43 cm. Per le pressioni e i livelli idrici, si dovrà garantire un'accuratezza di almeno  $\pm 0.1\%$  su tutto il campo di misura fino a fondo scala, ed una risoluzione di almeno  $\pm 0.01\%$ .

Il rivestimento esterno del sensore, come detto, sarà di materiale durevole e resistente a corrosione e agenti chimici atmosferici (es. in titanio).

La sonda di livello dovrà essere dotata di batteria al litio, di almeno 3.6 V, e di cui sia garantita la vita utile per almeno 10 anni o 2 milioni di registrazioni. In caso di batteria scarica, la sonda dovrà permettere di recuperare i dati fino a quel momento salvati in memoria. La frequenza di campionamento dovrà essere regolabile, e garantire almeno una misura al secondo. La memoria in cui immagazzinare i dati, dovrà avere una capienza tale da garantire il salvataggio di almeno 65000 registrazioni. Lo strumento dovrà inoltre permettere il download dei dati, sia collegando la sonda ad un PC tramite sistema di interfaccia (es. docking station), sia da remoto mediante tecnologia wireless.

La strumentazione dovrà rispettare le direttive internazionali specificate da CE, WEEE, the FCC, EN 61326, and FCC Parte 15. Il produttore dovrà produrre idonee dichiarazioni di conformità a tali direttive. Inoltre, dovrà essere prevista garanzia da difetti di fabbrica per almeno due anni.

Il cavo del sensore dovrà essere agganciato alla sezione scatolare da monitorare e protetto da dispositivi a tenuta. Il cavo terminerà nel sistema di trasmissione dati, che dovrà essere installato in una posizione tale da non essere invaso dalle acque di piena ordinarie (Figura 4.1).

In alternativa al suddetto sistema di monitoraggio, potrà utilizzarsi un sensore non a contatto tipo Radar, associato al datalogger Low Power, con sistemi tipo MTX. La

tecnologia radar consente di ridurre quelle condizioni di false misure, e conseguenti allarmi ingiustificati, che i sensori con tecnologia ad ultrasuoni manifestano a causa di interferenze esterne. Inoltre, l'utilizzo di tecnologie non a contatto, per le misure idrometriche in ambito fluviale, consente di preservare gli strumenti da eventuali guasti dovuti dal trasporto di detriti solidi, condizione tipica dei in stato di piena. In merito al datalogger, questo sarà proposto nella soluzione con modem integrato 4G, pertanto in grado di inviare SMS d'allarme (Figura 4.2).

In funzione dei consumi indotti dal sensore non a contatto, il datalogger verrà affiancato da un sistema di alimentazione fotovoltaico esterno, con batteria di backup ausiliaria. Il tutto sarà alloggiato in un box in poliestere addizionato a fibra di vetro completo di serrature a chiave e sistema di aerazione.

La strumentazione sarà installata in n. 4 punti nevralgici del tracciato idraulico:

- 1) Nodo J27 in corrispondenza dello scatolare chiuso 2,5x3 m;
- 2) Nodo J46 in corrispondenza dello scatolare chiuso 2x1,5 m;
- 3) Nodo J77 in corrispondenza dello scatolare chiuso 2,5x2 m;
- 4) In corrispondenza della bocca tarata atta a garantire il minimo deflusso verso il reticolo idrografico di valle.

In particolare, nei primi 3 nodi sarà possibile avere informazioni sul tirante idrico in corrispondenza di agglomerati urbani o centri di interesse pubblico al passaggio tra canale a cielo aperto e scatolare chiuso, mentre il monitoraggio nel punto 4) garantirà un controllo della funzionalità dell'area di recapito di laminazione disperdente.

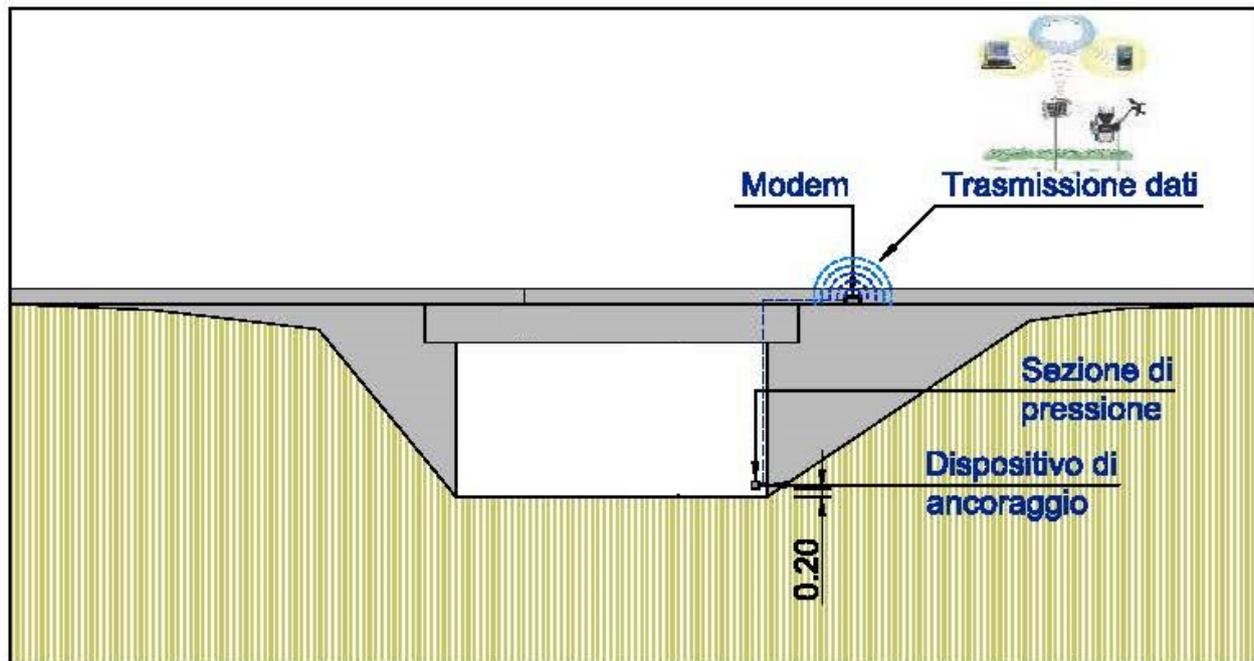


Figura 4-1 - Ubicazione tipologica sensore di pressione

**PROGETTO DEFINITIVO**

**Piano di Monitoraggio**

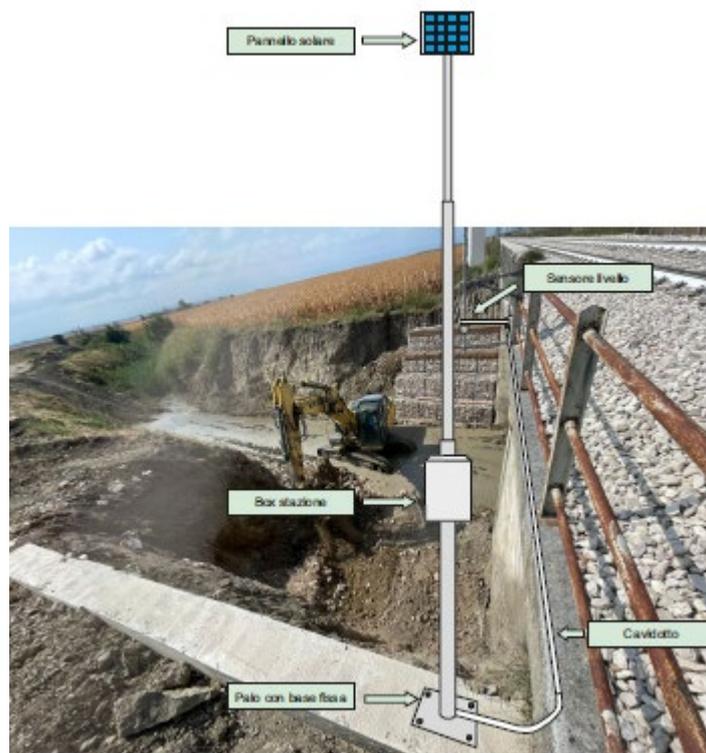


Figura 4-2 – Esempio di installazione sensore radar



Figura 4-3 – Stralcio planimetrico con ubicazione della stazione 1) J27



Figura 4-4 – Stralcio planimetrico con ubicazione della stazione 2) J46



Figura 4-5 – Stralcio planimetrico con ubicazione della stazione 3) J77

## 5 FREQUENZA E DURATA DEL MONITORAGGIO

Essendo concepito come uno strumento di supporto alla protezione civile, non è prevista la dismissione del sistema di monitoraggio, che dovrà essere mantenuto e gestito dal

gestore dell'opera. Il sistema dovrà essere regolato in maniera tale da poter registrare il dato relativo al tirante idrico ogni 15 minuti.

## **6 SOGLIE D'ALLARME**

Le soglie di allarme ed eventuali soglie di pre-allarme dovranno essere stabilite in relazione ad un piano di protezione civile. In ogni caso, gli scriventi indicano i seguenti valori limite per le soglie di allarme: si consigliano soglie di allarme pari al livello minimo tra i seguenti:

- 1) livello non superiore a  $0,5 d$ , ove  $d$  è la distanza tra il fondo alveo e l'intradosso dello scatolare monitorato.
- 2) livello non superiore al tirante idrico corrispondente alla piena con  $Tr= 30$  anni.