

ROMA



DIPARTIMENTO SVILUPPO INFRASTRUTTURE E MANUTENZIONE URBANA
CENTRALE UNICA LAVORI PUBBLICI

DIREZIONE URBANIZZAZIONI PRIMARIE
U.O. DISSESTO IDROGEOLOGICO E OPERE IDRAULICHE

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO - ECONOMICA (art. 23 D.Lgs. 50/2016)

Data progetto:
marzo 2018

Intervento:

**STABILIZZAZIONE DI TRATTE DI VERSANTI NEL FOSSO
ACQUASONA IN VIA DOMENICO MONTAGNANA**

OP1800070001

CUP
C.I.G

Elaborato:

RELAZIONE GENERALE

Importo dei lavori

oneri per la sicurezza
non soggetti a ribasso

importo totale appalto

650.000,00

Il Direttore di Dipartimento *Ing. Fabio Pacciani*

Il Dirigente U.O. *Ing. Maurizio Di Tosto*

Il Responsabile del Procedimento: *Ing. Mauro Laviola*

Il Progettista *F.D. Ing. Gabriele Sani*

Il Gruppo di Progettazione: *Progettista: Ing. Gabriele Sani*

Collaboratori: *Geol. Maurizio Allevi*
Geol. Mariachiara Galiano
Ist. Sist. Graf. Maurizio Barnaba
Geom. Duilio Aragona

Sommario

1	PREMESSE.....	3
2	INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERVENTO	3
3	DISSESTI IN CORSO.....	6
4	INQUADRAMENTO GEO-LITOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO.	11
5	INQUADRAMENTO URBANISTICO	12
6	STUDIO DELL'ASSETTO IDRAULICO.....	15
7	VALUTAZIONE PRELIMINARE DELL'INTERESSE ARCHEOLOGICO	15
8	INDAGINI PRELIMINARI.....	16
9	STUDIO DEL DISSESTO.....	18
10	VALUTAZIONE COMPARATIVA DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI	21
10.1	Consolidamento tratto 1 sponda destra.....	23
10.2	Consolidamento tratto 2 sponda destra.....	24
10.3	Consolidamento tratto 3 sponda sinistra	25
11	PROBLEMI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI	25
12	NORMATIVA IN MATERIA ANTISISMICA.....	26
13	CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA	26
14	COSTI DELLA SICUREZZA	26
15	QUADRO TECNICO ECONOMICO	27

1 PREMESSE

Con Deliberazione dell'Assemblea Capitolina n. 105 del 22 dicembre 2017 è stato approvato il Documento Unico di Programmazione 2018-2020 di Roma Capitale e l'allegato Programma Triennale dei Lavori Pubblici, il quale prevede l'inserimento dell'opera identificata come OP180070001 - "STABILIZZAZIONE DI TRATTE DI VERSANTI NEL FOSSO ACQUASONA IN VIA DOMENICO MONTAGNANA", per un importo totale del finanziamento di € 650.000,00.

Il progetto di fattibilità tecnico economica è stato predisposto ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. 50/2016 ed è composto dai seguenti elaborati:

1. Relazione Generale
2. Elaborato Grafico
3. Prime indicazioni per la stesura dei piani di sicurezza
4. Resoconto delle indagini geognostiche

2 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERVENTO

L'intervento in progetto riguarda la sistemazione **di alcuni tratti di sponda del fosso dell'Acquasona** e di alcuni tratti della strada comunale di Via Domenico Montagnana sita nel Municipio Roma XIV in località Riserva Grande-Quarto Degli Ebrei – Villaggio San Giuseppe.

La strada comunale attraversa una zona prevalentemente agricola e nel tratto di interesse si trova a costeggiare il corso del fosso dell'Acquasona che in questo punto scorre da nord verso sud. La strada si trova inserita in un contesto extraurbano ed è affiancata in parte del tracciato da zone a coltivazione e in parte corre all'interno di centro abitato.

Quando si arriva nell'abitato di Via Domenico Montagnana la strada e il fosso, che corrono affiancati, si ritrovano compressi tra le edificazioni, con una riduzione della sede stradale (che subisce un restringimento), la scomparsa della banchina e la carreggiata che corre sulla testa della sponda del fosso stesso. È in questo tratto che si sono rilevati alcuni cedimenti stradali manifestatisi al margine della carreggiata lato canale e contemporaneo franamento della sponda del canale.

A conferma di un fenomeno in evoluzione è la presenza di alcuni interventi di sistemazione spondale già realizzati sul luogo dello sprofondamento, ovvero, un tratto di sponda rinforzato con gabbionate, e alcuni tratti rivestiti con blocchi di scogliera e cemento (intervento datato).

Sulla sponda opposta alla strada si rinviene un altro tratto di sponda ceduta per franamento e dilavamento del terreno, sulla quale si era già intervenuti con la realizzazione di una viminata (circa

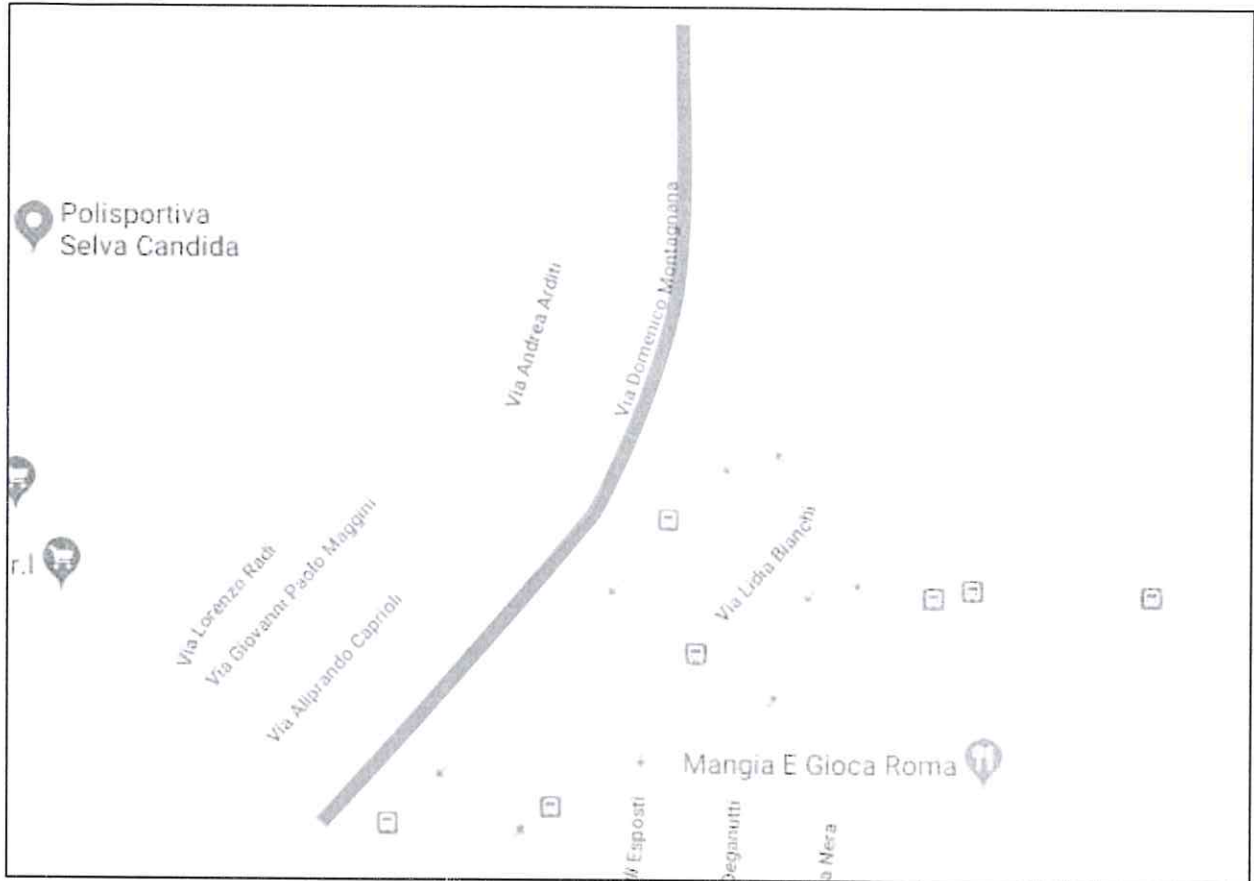


Figura 2 - Inquadramento topografico del tratto oggetto di intervento

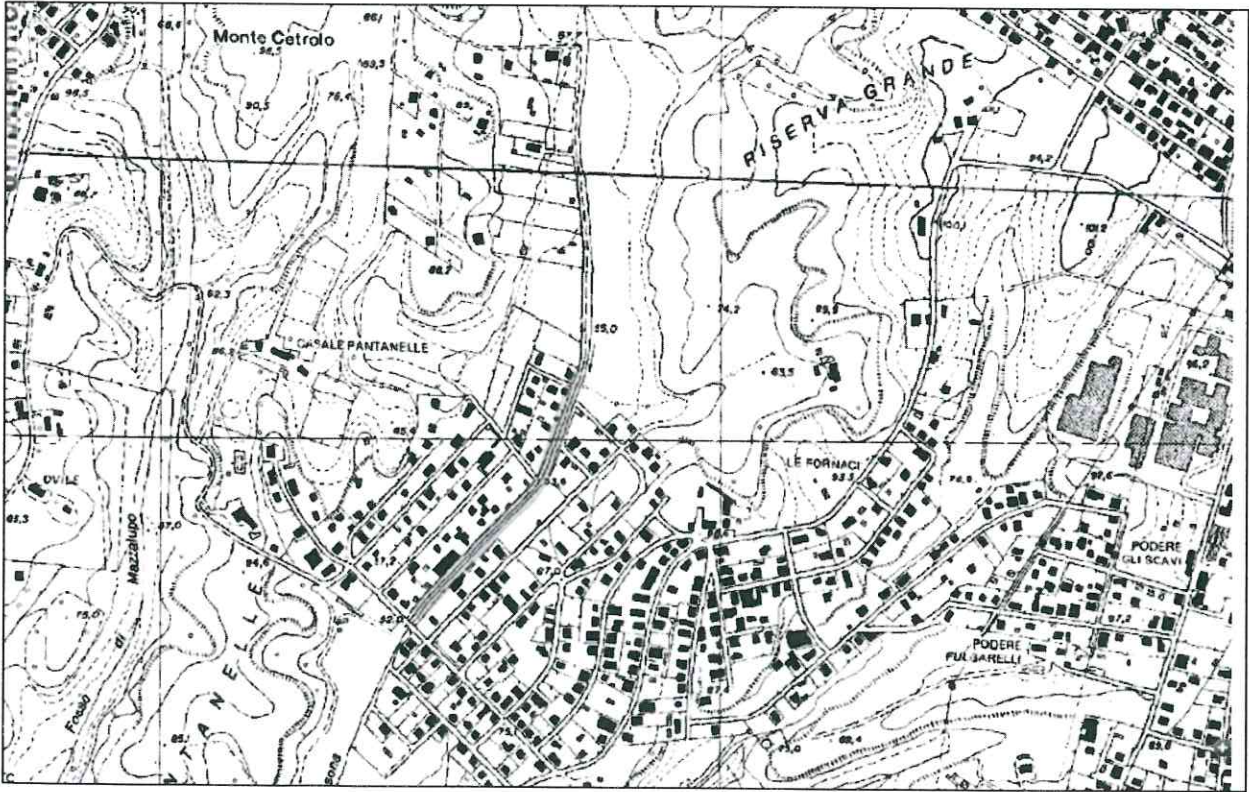


Figura 3 - Inquadramento del tratto di strada su C.T.R. 1:10.000

3 DISSESTI IN CORSO

Lungo la strada Comunale Via Domenico Montagnana si sono verificati negli anni più eventi di dissesto delle sponde, in diversi tratti e su entrambe le sponde, ma tutti dislocati nel tratto urbanizzato del fosso, indicato in

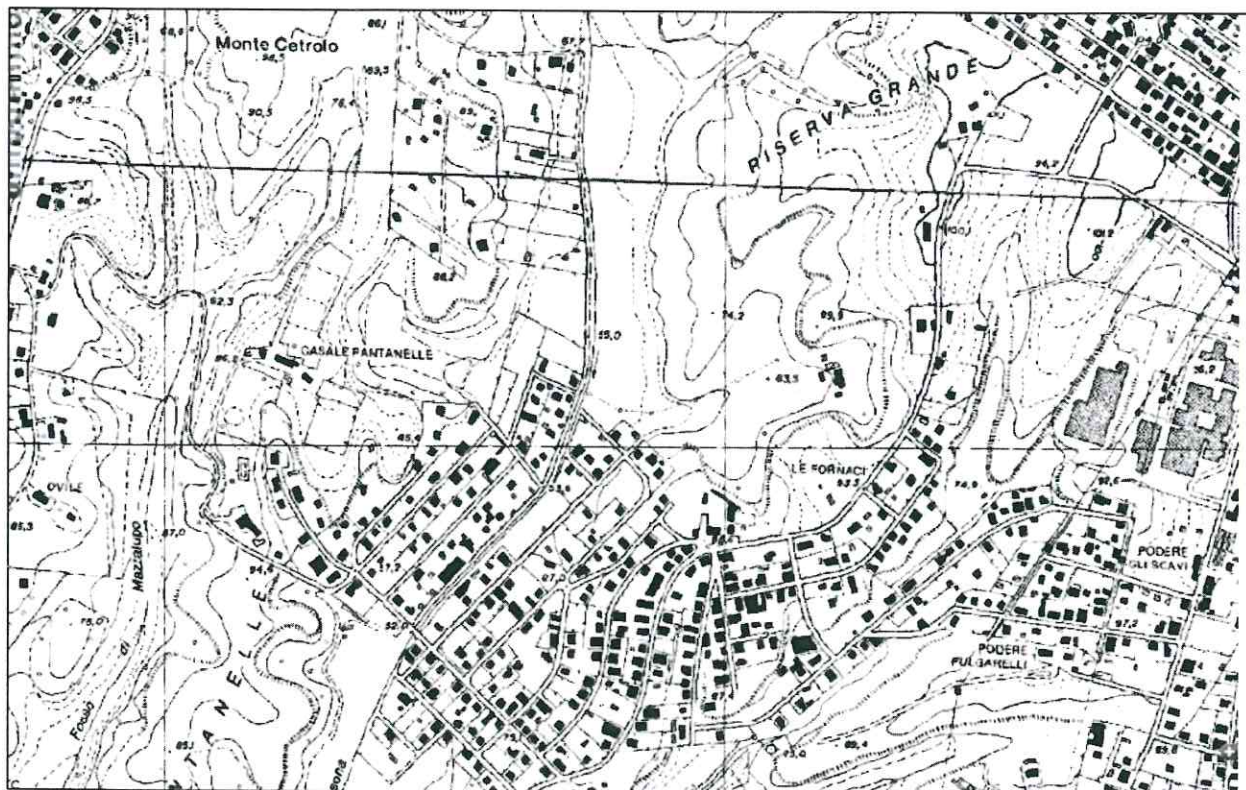


Figura 3 e successive.

Pur trattandosi di dissesti localizzati e (fino ad ora) di modeste dimensioni, la ripetitività e la diffusione di questi eventi ha portato alla decisione di investire in un intervento di stabilizzazione delle sponde valutando l'esistenza di un problema sistemico del sistema fosso-strada-centro edificato.

Il fosso e la strada sovrastante sono stati già oggetto di alcuni piccoli interventi riparativi e manutentivi eseguiti, fatti in modo disgiunto e non programmato, si sono rivelati insufficienti e inefficaci nel medio - lungo periodo, dal momento che a distanza di pochi anni si sono riverificati i nuovi fenomeni di dissesto.

Dalle notizie storiche raccolte e dalle osservazioni sul posto si sono potute individuare 3 aree soggette a dissesto, individuate in Figura 4 e descritte come di seguito.

Sebbene i substrati geologici e i meccanismi di frana siano i medesimi, si tratta di interventi localizzati in diversi punti con condizioni locali di contorno di natura diversa per cui vanno analizzati e affrontati singolarmente.

Il dissesto osservabile consta in una fascia della carreggiata stradale lunga circa 150 m e larga per tutta la sua lunghezza circa $1 \div 2$ m dal ciglio.

La strada si trova a ridosso del fosso, senza banchina e le sponde dello stesso riportano i segni di diversi interventi e sistemazione spondale, rivestimento con blocchi lapidei e cemento armato, ed anche un tratto già soggetto a consolidamento mediante gabbionate. Con un rilievo di dettaglio occorrerà verificare eventuali cedimenti delle sponde all'interno dell'alveo difficilmente valutabili senza strumentazione idonea.



Figura 5 – Rilievo di massima della zona interessata dal dissesto – 1° tratto

Tratto 2) Il secondo tratto in dissesto si trova sulla stessa sponda idrografica (destra) ma dislocato qualche centinaio di metri a valle rispetto al 1°. Il tratto è interessato da un dissesto di entità inferiore sia per lunghezza circa 60 m, sia per entità del cedimento. Vedi Foto 2 e Figura 4.



Foto 2 - 2° tratto di Via Domenico Montagnana in dissesto



Figura 6 – Rilievo di massima della zona interessata dal dissesto – 2° tratto

Tratto 3) Il terzo tratto in dissesto riguarda invece il franamento di un tratto della sponda opposta alla strada (sinistra idrografica) alle spalle dell'abitato di Via Lidia Bianchi (vedi Foto 3 e Foto 4).

Al di sotto del franamento si osserva la presenza di una viminata al piede costruita qualche anno addietro nel tentativo di contenere il dissesto della sponda. L'intervento è risultato efficace solo parzialmente e il terreno si è dissestato al di sopra della stessa.



Foto 3 – Tratto 3 - tratto di sponda franata per colamento

Il tratto di sponda risulta difficilmente ispezionabile per la difficile accessibilità ma durante rilievi precedenti è stato osservato un dissesto per circa 50 m anche sulla sponda sinistra idrografica che procede oltre il tratto già franato.

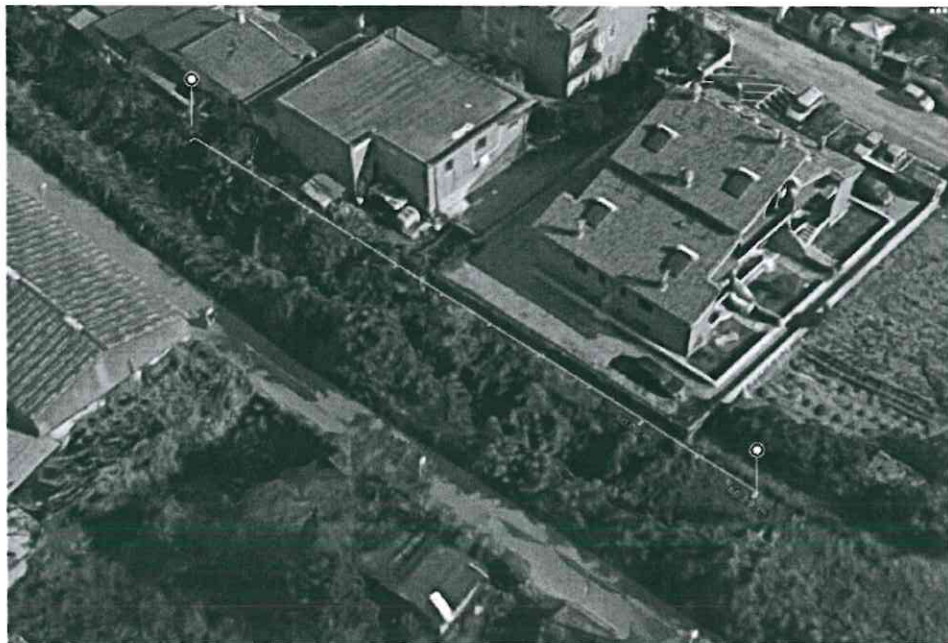


Figura 7 – Rilievo di massima della zona interessata dal dissesto – 3° tratto

Tratto 4) Il tratto di sponda destra indicato come tratto 4 è un segmento stradale che presenta alcuni segni di cedimenti iniziali, pur non evidenziando dissesti evidenti sulle sponde. Si tratta quindi di una situazione da monitorare per il futuro ed eventualmente sistemare, cautelativamente, nel caso in cui le economie dell'appalto lo permettessero.

4 INQUADRAMENTO GEO-LITOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO.

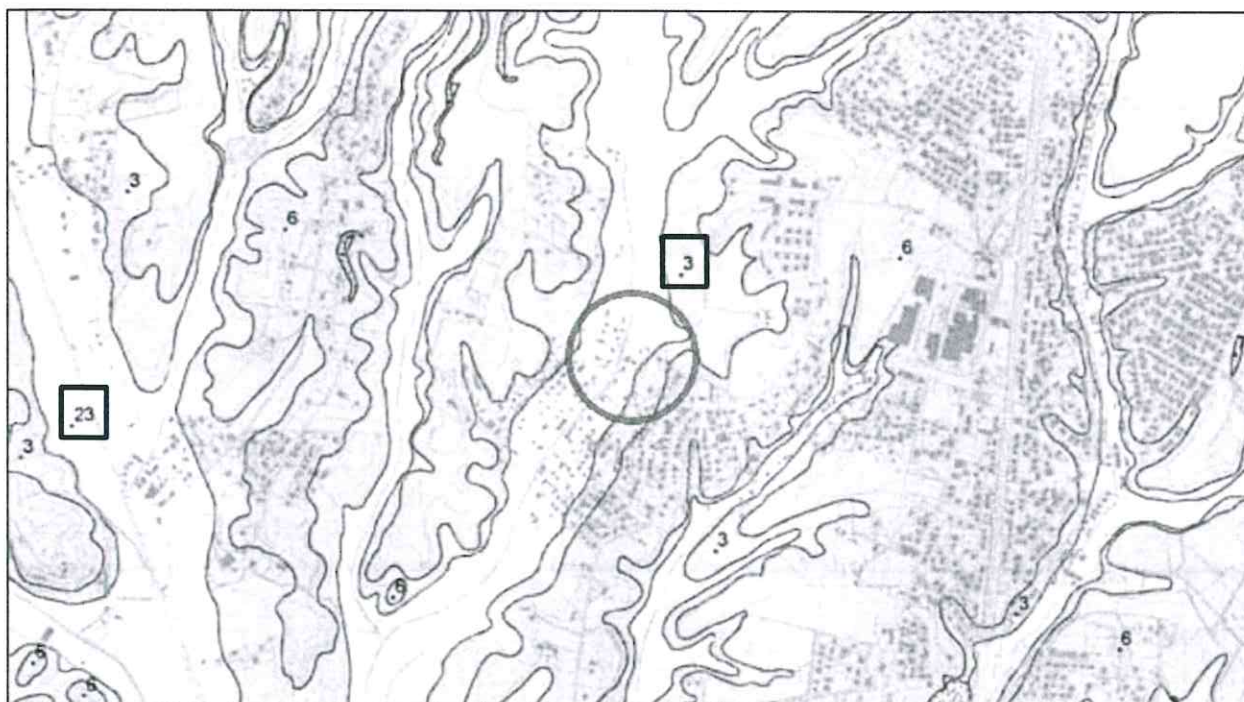
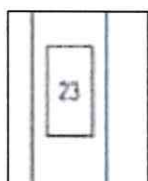


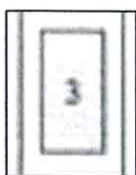
Figura 8 - Carte Geologica del territorio Comunale - Roma Capitale Foglio Tavola G.9.1.05

Litologie affioranti



Depositi alluvionali recenti ed attuali

Alternanze di strati di terreno argilloso, limo-sabbioso e sabbioso con intercalati lenti di argilla torbosa. I materiali torbosi sono prevalenti nelle valli in sinistra orografica del Tevere. Alla base è presente un livello di ghiaia, termometrica, poligenica in matrice sabbiosa. I terreni alluvionali si presentano poco o per nulla consolidati, saturi d'acqua, con proprietà geotecniche scadenti, dovuta alla scarsa coesione e/o addensamento ed all'elevata compressibilità.



Formazione di Ponte Galeria

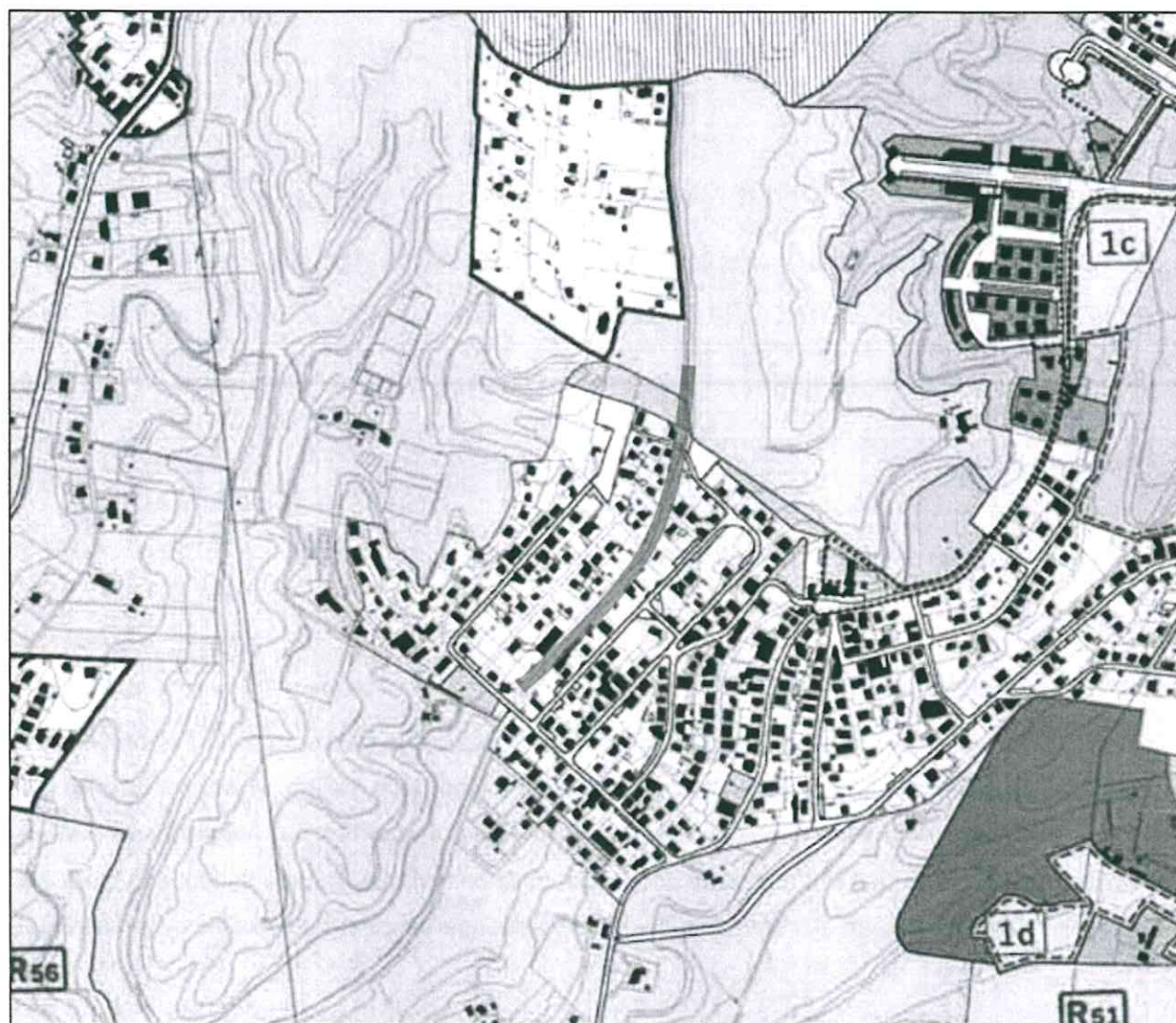
Sequenza di depositi fluvio-deltizi e lacustro-palustri formati dal basso verso l'altro dei seguenti litotipi: ghiaie e ghiaie con sabbia, talvolta a laminazione incrociata, sterili; argille, grigio azzurre consistenti, con livelli di materiale organico nerastro associato a frammenti di gusci di gasteropodi.

Orograficamente, l'area di intervento si trova sulle sponde di un impluvio di fondo valle, ed era pertanto presumibile che le litologie affioranti potessero riguardare depositi fluviali.

La cartografia geologica conferma infatti la presenza di terreni prevalentemente incoerenti composti da sabbie, limi e argille in varie quantità.

Il Piano delle Indagini Geologiche dovrà quindi indagare la qualità di questi affioramenti e dettagliare le composizioni degli stessi e tutte le caratteristiche geotecniche necessarie.

5 INQUADRAMENTO URBANISTICO





-  Proposte programmi di recupero urbano
art. 11, L. 493/93
-  Individuazione dei nuclei di edilizia
ex abusiva da recuperare

Figura 9 – Inquadramento area di intervento su P.R.G. Roma Capitale – Sistemi e Regole 1:10.000

Gli elaborati di P.R.G. di Roma Capitale Sistemi e Regole, che costituiscono gli elaborati di carattere prescrittivo del piano e che raccolgono anche i vincoli sovraordinati, non indicano la presenza di nell'area di intervento di ambiti di tutela, fatto salvo la presenza del Reticolo Idrografico.

Più grave è invece la situazione nel tratto urbanizzato, dove le costruzioni hanno interferito in più modi sull'equilibrio idraulico. In particolare le abitazioni alle spalle di Via Lida Bianchi (sinistra idrografica) sono arrivate a ridosso delle sponde, interferendovi pesantemente anche dal punto di vista idrologico con la convogliazione delle acque superficiali mediante collettamenti sul fosso realizzati in modo incontrollato e non programmato, talvolta in modo improvvisato. Alcune edificazioni irregolari hanno occluso la sezione idraulica e alcuni di loro sono già stati oggetto di provvedimenti inibitori (notizie raccolte da ufficiali del Corpo di Polizia Locale XIV Gruppo).

Sempre in questo tratto urbanizzato, risulta mancante la manutenzione della vegetazione spondale, soprattutto in sinistra idrografica, dove la presenza delle abitazioni che ne ostacolano la manutenzione e l'incuria dei frontisti (privati cittadini proprietari dei fondi) hanno determinato lo sviluppo di vegetazione intensa.

Sebbene il PAI non preveda particolari prescrizioni per queste aree, le eventuali risistemazioni spondali dovranno tener conto della sezione idraulica esistente e preesistente e dovranno essere di tipo conservativo, con carattere migliorativo.

6 STUDIO DELL'ASSETTO IDRAULICO

Indipendentemente dalla soluzione che si adotterà, il problema progettuale va impostato sul criterio **dell'invarianza idraulica** dell'intervento: l'opera di sistemazione non dovrà determinare alterazioni (significative) delle caratteristiche idrauliche del corso d'acqua, con riferimento a sezioni, geometrie e scabrosità delle superficie dell'alveo e capacità e velocità di deflusso.

Qualora le opere di consolidamento imponessero variazioni della sezione idraulica, il progetto dovrà contenere uno studio idraulico accurato che dimostri la compatibilità dell'intervento con l'equilibrio idraulico del bacino.

Il progetto definitivo dovrà essere visionato ed approvato dall'autorità idraulica competente (Città Metropolitana di Roma Servizio Tutela Acque).

7 VALUTAZIONE PRELIMINARE DELL'INTERESSE ARCHEOLOGICO

L'area si trova in una zona periferica della città storica di Roma al di fuori delle zone cartografate dalla carta Archeologica dell'Urbe. Anche le Schede del Suburbio visionate non riportano nella zona evidenza di insediamenti di interesse archeologico.

Dall'analisi delle carte di P.R.G. Carta della Qualità non si rinvenivano elementi di interesse - storico - archeologico nell'area di interesse.

Del resto non vi sono notizie della presenza nei dintorni di insediamenti storici, rinvenimenti, etc.

Si ipotizza quindi una bassa probabilità di incontrare durante i lavori elementi di interesse storico archeologico.

Ai fini dell'applicazione dell'articolo 25 del D.Lgs. 50/2016 (rinvio a art. 28, comma 4, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42), il presente Studio di Fattibilità Tecnica sarà trasmesso al soprintendente territorialmente competente, prima dell'approvazione, ai fini della verifica preventiva dell'interesse archeologico.

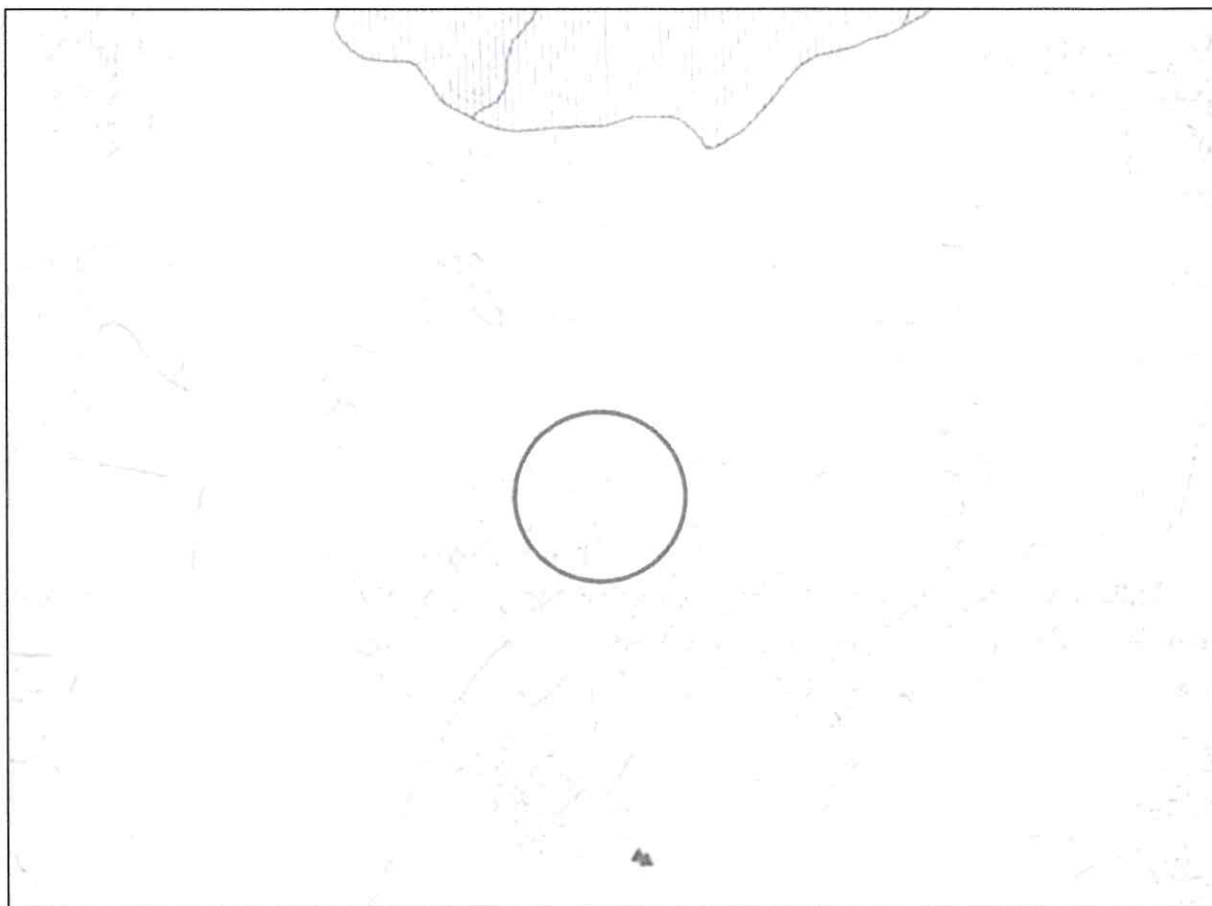


Figura 12 – Inquadramento dell'area di intervento su P.R.G. Roma - Carta della Qualità G1.09

8 INDAGINI PRELIMINARI

È stata condotta una campagna di indagini preliminari comprendente:

1. 3 sondaggi a carotaggio continuo
2. Prove SPT in foro a diverse altezze
3. Prelievo di campioni per la caratterizzazione dei terreni.

I sondaggi sono stati posizionati lungo la sponda destra a partire dalla quota della sede stradale di Via Domenico Montagnana in corrispondenza dei 3 tratti di intervento, come da Piano delle indagini a seguito.

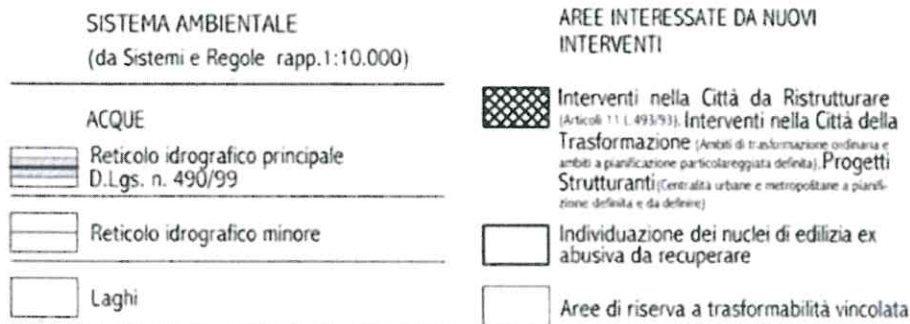
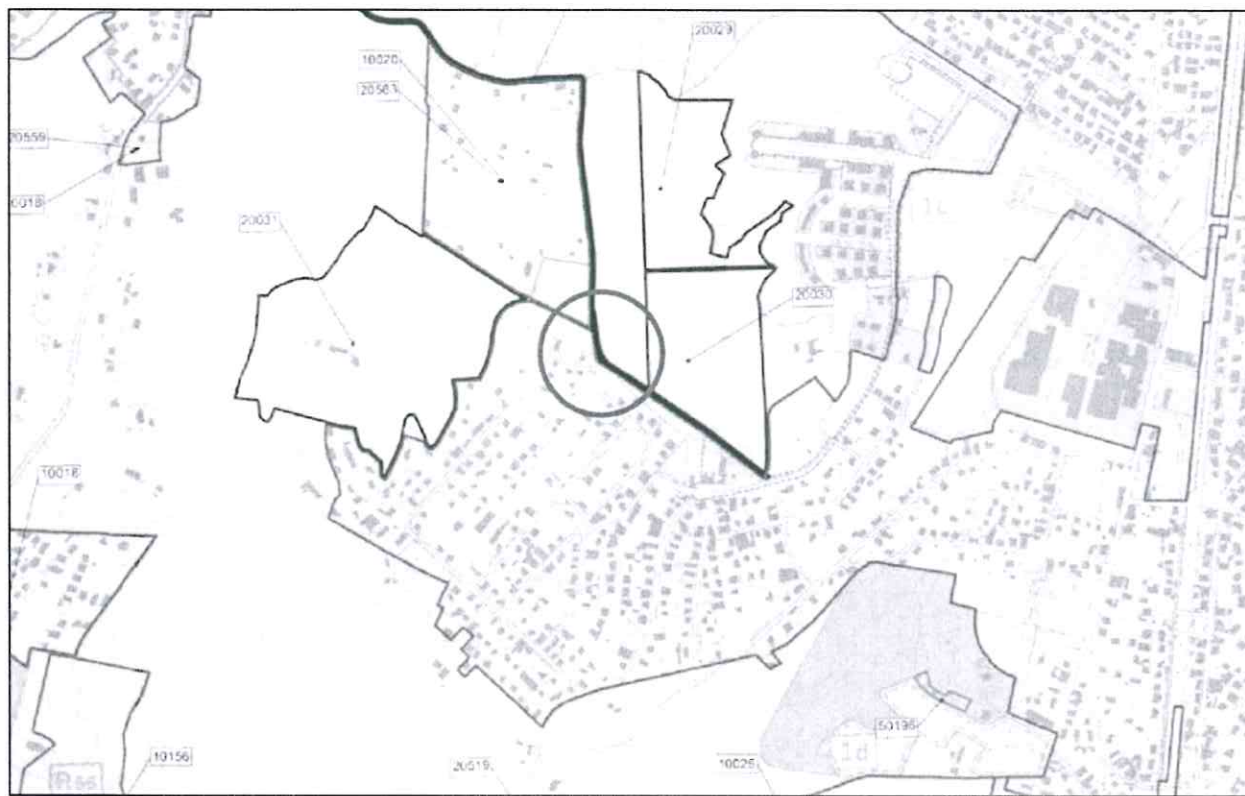


Figura 10 – Inquadramento area su P.R.G. Roma Capitale Rete Ecologica 1:20.000

L'elaborato di P.R.G. Roma Capitale Rete Ecologica 1:20.000 indica il fosso dell'Acqua Sona come Reticolo Idrografico principale facendo riferimento all'ambito di tutela del D.Lgs. 490/99 ora confluito nel D.Lgs. 42/04. Si tratta dell'ambito di tutela dei corsi d'acqua in genere.

Le N.T.A., recependo le prescrizioni di legge, prevedono limitazioni all'edificazione di manufatti nella fascia di ambito di 50 m dalla sponda, sottoponendo a preventiva autorizzazione le eventuali modificazioni. In più riconosce una fascia di rispetto di 10 m di inedificabilità assoluta.

Occorre precisare che il reticolo idrografico principale indicato negli elaborati di P.R.G. non corrisponde al Reticolo Idrografico principale di cui al R.D. R.D. 25 luglio 1904 n. 523.



Legenda



Figura 11 - Piano Stralcio Assetto Idrogeologico ¹

Il fosso dell'Acquasona non ricade all'interno del reticolo primario e secondario individuato dal Piano di Assetto Idrogeologico Lazio, e la cartografia tematiche di rischio non individua aree a particolare rischio idraulico.

Le sponde del fosso risultano per gran parte libera da vegetazione con un buon mantenimento della sezione idraulica, soprattutto nel tratto a monte del centro abitato. Il fosso è stato infatti oggetto di un recente intervento di pulizia spondale che ha rimosso la vegetazione ad alto fusto più ingombrante.

¹ Trasposizione cartografica del Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) sull'elaborato prescrittivo di PRG "Sistemi e Regole", scala 1:10.000 - Individuazione delle modifiche ed integrazioni.



Figura 13 – Posizionamento dei sondaggi

Per i dettagli vedere la relazione tecnica delle indagini geognostiche allegato al presente studio.

Sommariamente, si può dire che i risultati delle indagini dimostrano che il sito (in tutti e tre i punti di intervento) è caratterizzata da depositi alluvionali, con una coltre superficiale variabile tra profondità 3,5 ÷ 4,5 m dal p.c., di terreno di riporto fortemente rimaneggiato, composto prevalentemente da terreni sabbiosi e limosi, debolmente argillosi, a **comportamento plastico**. Poi si trovano formazioni di sabbie debolmente limose, talvolta limi argillosi, fino alla profondità di circa 8 ÷ 10 m.

Al di sotto si trova uno strato di argilla compatta satura ben consolidata.

Il volume significativo dell'opera coinvolge quindi le 2 litologie sopra descritte fino alla profondità di 10 m circa.

Stratigrafia e parametri geotecnici

Quota m dal p.c.	litologia	SPT [N30]	Vane test [KN/m ²]	P.P. [KN/m ²]	Aspetto
0÷4.5	Terreno rimaneggiato sabbioso – limoso debolmente argilloso	6	0-35	0-50	Plastico
4.5÷8	Limo sabbioso debolmente argilloso	14	55-75	50-100	Plastico
8÷13	Sabbie ed argille	17	75	150-350	Plastico

All'interno di sondaggi sono stati prelevati n. 3 campioni su cui sono state realizzate alcune prove di laboratorio che hanno dimostrato in linea generale caratteristiche meccaniche modeste dei terreni anche più profondi.

Verosimilmente tuttavia il dissesto è imputabile allo strato più superficiale (4-5 m) di coltre di terreni fortemente rimaneggiati dalle qualità meccaniche molto scadenti, sui quali insiste la strada e le sponde.

La progettazione geotecnica dovrà quindi sviluppare soluzioni sostenibili e verificare la stabilità a lungo termine delle soluzioni, per consolidare codesto strato di copertura.

9 STUDIO DEL DISSESTO

Grazie ai dati raccolti mediante le ispezioni e le prime indagini preliminari, è possibile avanzare alcune considerazioni di carattere tecnico sui fenomeni in corso e le rispettive cause.

Ovviamente l'esecuzione di una verifica di stabilità della scarpata risulta inutile in quanto la realtà dimostra la condizione di non equilibrio del versante, soprattutto in ragione della sollecitazione meccanica del traffico veicolare.

Il cedimento della sede stradale di Via Domenico Montagnana (tratto 1 e 2), localizzato sulla fascia laterale per una larghezza di circa un metro, è da ricondurre sicuramente alla sollecitazione meccanica del transito veicolare, in corrispondenza di terreno di fondazione incoerente e/o di scarse capacità portanti, riconducibile ad uno strato superficiale della potenza di 4-5 m di terreni a matrice sabbiosa / limosa / argillosa fortemente rimaneggiati.

I cedimenti localizzati maggiormente in corrispondenza della sponda del fosso ovviamente indica un cedimento della porzione di terreno, laddove il confinamento dello stesso è limitato per la presenza della scarpata dell'alveo fluviale. La sollecitazione meccanica verticale e dinamica quindi può determinare la costipazione del terreno al di sotto, accentuata dal cedimento e dall'estrusione laterale del terreno sulla sponda.

Si può quindi ipotizzare una superficie di scivolamento lungo la parete spondale del tipo circolare, che comprende (presumibilmente) lo strato superficiale di terreno rimaneggiato. Il modello della sezione e del meccanismo è stato schematizzato, in prima ipotesi, come in Figura 14.

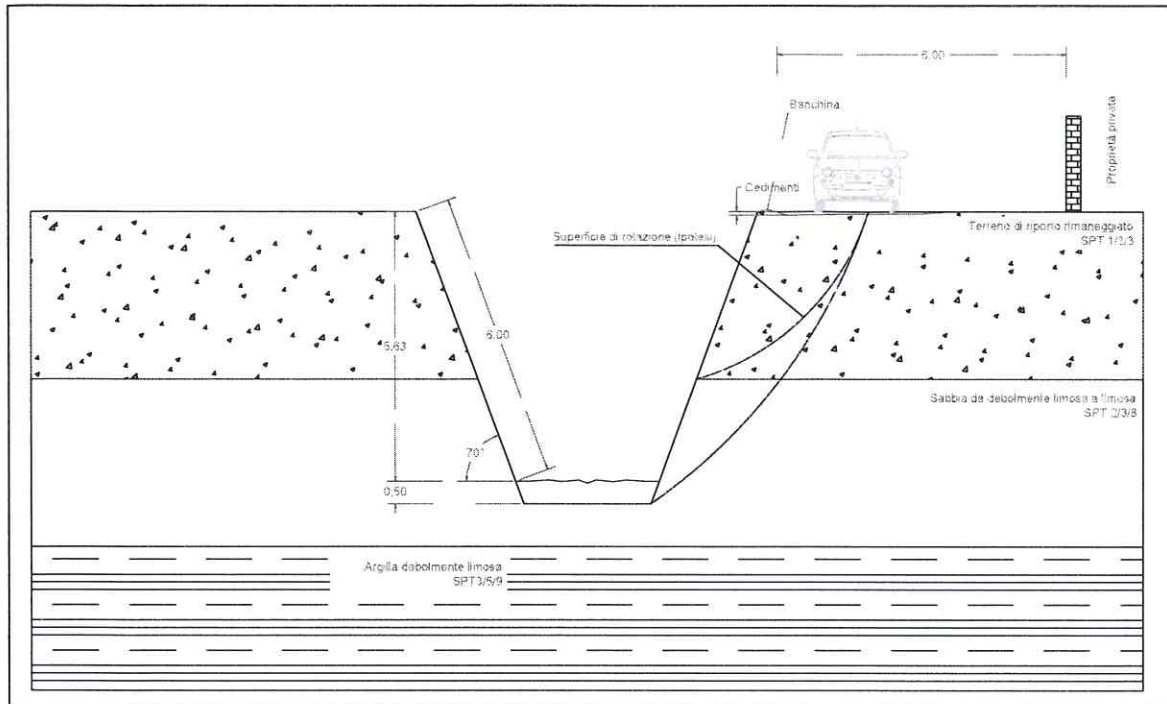


Figura 14 – Sezione Tipo (modello sezione geologica)

Sezione (vedi elaborato grafico):

- geometria Trapezoidale a fondo stretto
- dimensioni altezze sponda (5÷6 m)
- angolo di scarpata sponde 70° circa

Si ipotizza quindi la presenza di una superficie di rotazione più o meno profonda tra la sponda e la superficie orizzontale della strada, con molta probabilità allocata nello strato superficiale rimaneggiato che si poggia sul sub strato sabbioso inferiore più consolidato.

L'intervento di consolidamento / stabilizzazione dovrà partire dal consolidamento della fondazione stradale e delle sponde che costituiscono anche la spalla della stessa, grazie ad un intervento in grado di vincolare la parete spondale agli strati più profondi più addensati, oppure a soluzioni di rimozione e sostituzione di questi strati con materiali selezionati.

Contemporaneamente si dovrà provveder alla sistemazione della superficie spondale mediante rinforzo del rivestimento al fine di evitare fenomeni erosivi che possano erodere la sezione fluviale e scalzare l'infrastruttura stradale.

Per quanto riguarda il dissesto in sponda sinistra, da quanto osservabile, è riconducibile ad un fenomeno di colamento ed erosione di terreno, fortemente rimaneggiato ed alterato (probabilmente aggravato da lavori di costruzione realizzati a ridosso della sponda).

L'area è già stata oggetto in passato di sistemazione spondale mediante l'apposizione di viminata a protezione del piede della sponda (vedi Foto 3) che è risultata tuttavia efficace solo in parte, in

quanto al meccanismo di franamento si è evidentemente sovrapposta un dilavamento del terreno di frana, contro cui la viminata al piede è risultata inutile.

In questo caso il fattore determinante di questi meccanismi è l'effetto di dilavamento delle acque, ivi comprese quelle di ruscellamento dalle zone antropizzate di Via Lida Bianchi, che in questo punto fanno confluire anche alcuni collettamenti, realizzati in modo non adeguato, delle acque bianche delle strade e delle abitazioni a ridosso.

L'intervento dovrà proseguire per un significativo intorno, a valle e monte, in quanto sono visibili meccanismi simili anche se non ancora giunti al collasso.

Si dovrà svolgere anche un attento studio del collettamento delle acque meteoriche superficiali e il modo in cui corrivano dalle zone adiacenti alle sponde del fosso. Osservando i tratti di Via Montagnana si nota infatti una certa difficoltà delle acque meteoriche a giungere al fosso, si osservano segni di ristagno d'acqua sulla sede stradale. Tale difficoltà è segnalata anche dagli interventi disposti per risolvere alcuni fenomeni di ristagno d'acqua su strada, realizzate con alcune griglie di raccolta delle acque con convogliamento artificiale delle stesse nel fosso (vedi Foto 4).

Il ristagno d'acqua, infatti, oltre che a determinare l'invecchiamento precoce del manto, può determinare una maggiore infiltrazione nel sottofondo, aggravandone la situazione meccanica e collaborando alla formazione dei cedimenti nel terreno incoerente sottofondazione.

A riguardo del contenuto d'acqua, le indagini preliminari hanno indicato la presenza di falda ad una profondità di 9 m dal p.c.. I terreni di coltre superficiale, probabilmente per la presenza del fosso stesso e per effetto di capillarità, presentano tutti un certo grado di umidità.

Risulterà quindi importante integrare nell'opera di consolidamento un efficace rete di drenaggio e smaltimento delle acque verso il fosso, che allontani le acque meteoriche dal corpo di frana.

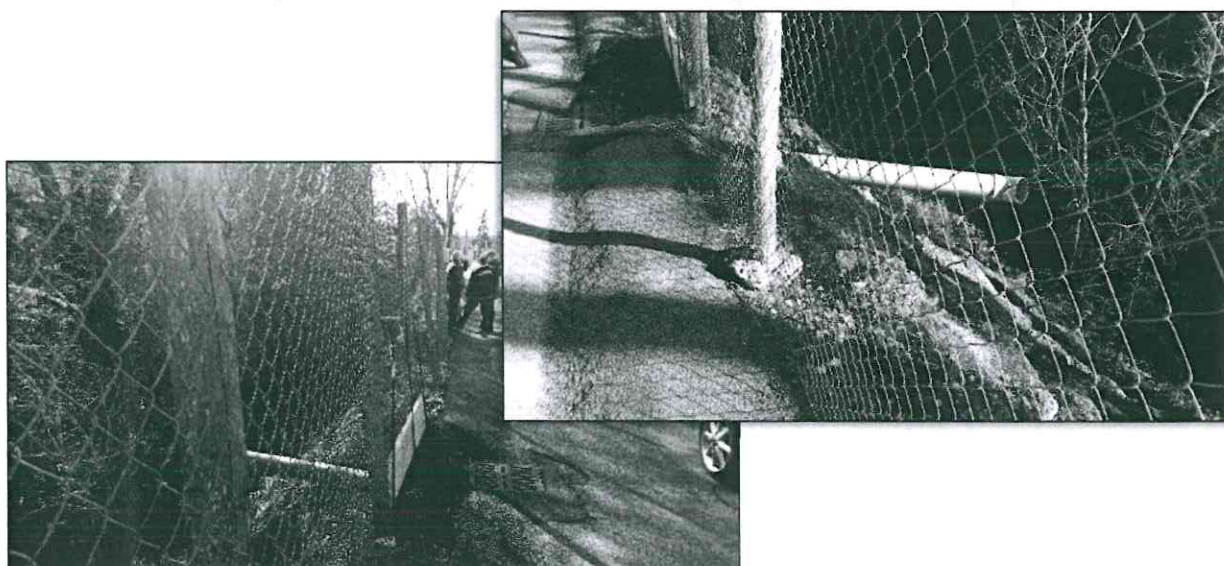


Foto 4 – Sistemi di allontanamento dell'acqua meteorica esistenti.

10 VALUTAZIONE COMPARATIVA DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI

Nella progettazione definitiva ed esecutiva e nella scelta tecnica progettuale, si dovrà tener conto delle condizioni al contorno dell'opera, con particolare riferimento alla presenza di costruzioni a ridosso dell'alveo e di sottoservizi sotto la strada di Via Domenico Montagnana (rilevata la presenza di una fogna, tubi adduzione acqua, gas e linee elettriche).

Facendo anche riferimento all' "Atlante delle opere di sistemazione fluviale" edito da APAT, si sono analizzate numerose ipotesi di intervento, dovendo scartare alcune tecnologie di sistemazione spondale (quali ad esempio, muri cellulari, muri a secco a gravità, viminate etc.) in quanto non compatibili con le geometrie dell'alveo e le condizioni al contorno (presenza di strade e abitazioni a ridosso del fosso).

Ciò detto, l'opera di consolidamento può essere realizzata con diverse tecniche e tra queste sono state prese in considerazione e comparate alcune soluzioni tra cui opere di consolidamento in cls, in gabbionate e varie soluzioni di opere di ingegneria naturalistica.

Le indicazioni più diffuse oggi sono di progettare opere a scarso impatto ambientale, prediligendo, laddove fattibile, tecniche bio-compatibili e ambientalmente sostenibili, quali opere di ingegneria naturalistica, ma tale interesse va commisurato alle prestazioni meccaniche da garantire.

Tra queste sono state considerate e comparate diverse soluzioni:

1. Ricostruzione del profilo mediante sistema a gravità con gabbionate;
2. realizzazione di una paratia alle spalle della sponda mediante un sistema di micropali che funga al tempo stesso da fondazione stradale della fascia di terreno oggetto di cedimento ed opera a cui agganciare sistemi di contenimento delle sponde, quali geostuoie o materassi tipo RENO mediante tiranti;
3. consolidamento del terreno spondale mediante tecniche di soilmixing in luogo delle palificate, con cui ottenere una bonifica strutturale del terreno spondale / di fondazione stradale, ai quali applicare sistemi di protezione delle sponde, quali geostuoie o materassi tipo RENO mediante tiranti;
4. Ricostruzione della sponda con sistemi del tipo a terre rinforzate, composte da strati di terreno rinforzati con reti geosintetiche di circa 30 cm, adeguatamente risvoltati.
5. consolidamento del terreno spondale mediante tecniche di soilnailing, con cui ottenere una maggiore portanza della sponda e del terreno di fondazione stradale;

L'ipotesi 1 (gabbionate) risulta di più semplice e rapida esecuzione ma determina un grande consumo di materiali e grandi quantità di terreni di risulta da smaltire a discarica, con conseguente aumento dei costi e di utilizzo di suolo. Inoltre la posa di un sistema a gravità su terreni di questa natura potrebbe comportare di per sé problemi di instabilità in fondazione per la scarsa portanza.

Le ipotesi 2 e 3, ovvero il consolidamento mediante pali o mediante pali a miscelazione di terreno, sono sicuramente le soluzioni più performanti dal punto di vista meccanico ma richiederebbero un impegno economico non compatibile con le risorse a disposizione.

Inoltre la soluzione a pali permetterebbe la creazione di una fondazione nastriforme per la strada sicuramente efficace ma non riuscirebbe a consolidare l'intera sezione e il volume significativo della sottofondazione stradale e della sponda.

Queste prime 3 ipotesi sono altresì a bassa compatibilità ambientale, richiedono l'utilizzo di materie prime e nel caso delle gabbionate anche di un notevole consumo di suolo.

Scartate queste si è cercato di trovare soluzioni a più alta sostenibilità ambientale, rivolgendo lo sguardo alle tecniche di ingegneria naturalistica.

L'ipotesi 4 riguarda l'utilizzo delle c.d. "terre rinforzate", ovvero, scarpate riscalate con terreno di riempimento, prelevato anche in posto, con la stesura su strati orizzontali rinforzati con geotessili o geogriglie che conferiscono maggiore resistenza al terreno.

Questa tecnica, necessita di una caratterizzazione dei terreni e dell'apporto di notevoli volumi di terreni selezionati, permette il riutilizzo di solo parte del terreno in posto, e presenta lo svantaggio di dover movimentare notevoli volumi di terreno, che vanno rimossi e ristesi a strati secondo la configurazione di progetto. L'efficacia della posa della georete strutturale richiede inoltre l'impegno di grandi superfici a tergo della sponda e questo è impedito nel nostro caso dalla presenza di sotto servizi e delle abitazioni private a ridosso della strada.

Quindi si è valutata la soluzione delle "pareti chiodate a verde", derivazione della tecnica del soil-nailing con l'inserimento di uno strato vegetale rinforzato al posto dello spritz-beton.

Costituisce una tecnica atta a garantire la stabilità globale e la perfetta rinaturalizzazione del versante ed è utilizzata prevalentemente per stabilizzare scarpate di rilevati stradali, piazzali o altro, o per sostenere fronti di scavo permanenti. Per assicurare la stabilità interna del versante la tecnica utilizza una chiodatura con barre autoperforanti o tiranti, collegate ad un rivestimento flessibile costituito tradizionalmente da una rete elettrosaldata o a doppia torsione, soprastante una geogriglia.

Il risultato è quello di avere uno strato di terreno sub verticale perfettamente assicurato alla sponda e immediatamente rinverdibile.



Figura 15 – esempio di parete verde a) appena realizzata b) rinverdita

10.1 Consolidamento tratto 1 sponda destra

Il primo tratto oggetto di dissesto si trova in destra idrografica del fosso e si manifesta in un cedimento del fondo stradale a sviluppo lineare, in corrispondenza della banchina coincidente con il ciglio superiore della sponda (destra) del fosso e con il cedimento del rivestimento spondale.

Il tratto complessivo oggetto di cedimenti visibili è lungo circa 150 m, ma si ritiene indispensabile estendere il consolidamento ad un significativo intorno del tratto in questione fino ad almeno 20 m prima e dopo il tratto dissestato.

Alcuni segmenti di questa tratta sono già stati oggetto di sistemazione spondale con scogliere e geotessile, che risultano tuttavia diffusamente degradate.

Nella scelta progettuale dovrà tenersi conto della presenza dei sottoservizi della strada alle spalle della sponda e l'interferenza che l'opera potrebbe avere con questi.

La sistemazione di questo tratto non comporta particolari difficoltà di esecuzione potendo accedere all'alveo facilmente dalla strada.

L'intervento su questo tratto dovrà comprendere:

- 1) Rimozione del pacchetto stradale esistente ammalorato
- 2) Rimozione della sistemazione spondale ammalorata
- 3) Consolidamento della spalla dell'argine mediante la perforazione e l'inserimento dei tiranti della rete chiodata secondo lo schema di Figura 16.
- 4) Il rifacimento della superficie spondale mediante intervento di sistemazione del rivestimento spondale con terreno confinato dalla rete chiodata e geotessile per il trattenimento dei fini.
- 5) Rinverdimento della sponda con idrosemina.
- 6) Rifacimento della fondazione stradale e della finitura del manto stradale.

La progettazione esecutiva dovrà calcolare e verificare:

1. La geometria e il meccanismo del dissesto, la superficie di scivolamento / rotazione;
2. Il dimensionamento dei chiodi affinché si garantisca il raggiungimento degli strati più consolidati e il superamento della superficie di rotazione di scivolamento;
3. La geometria della maglia dei tiranti / chiodi;
4. Verifica di stabilità finale

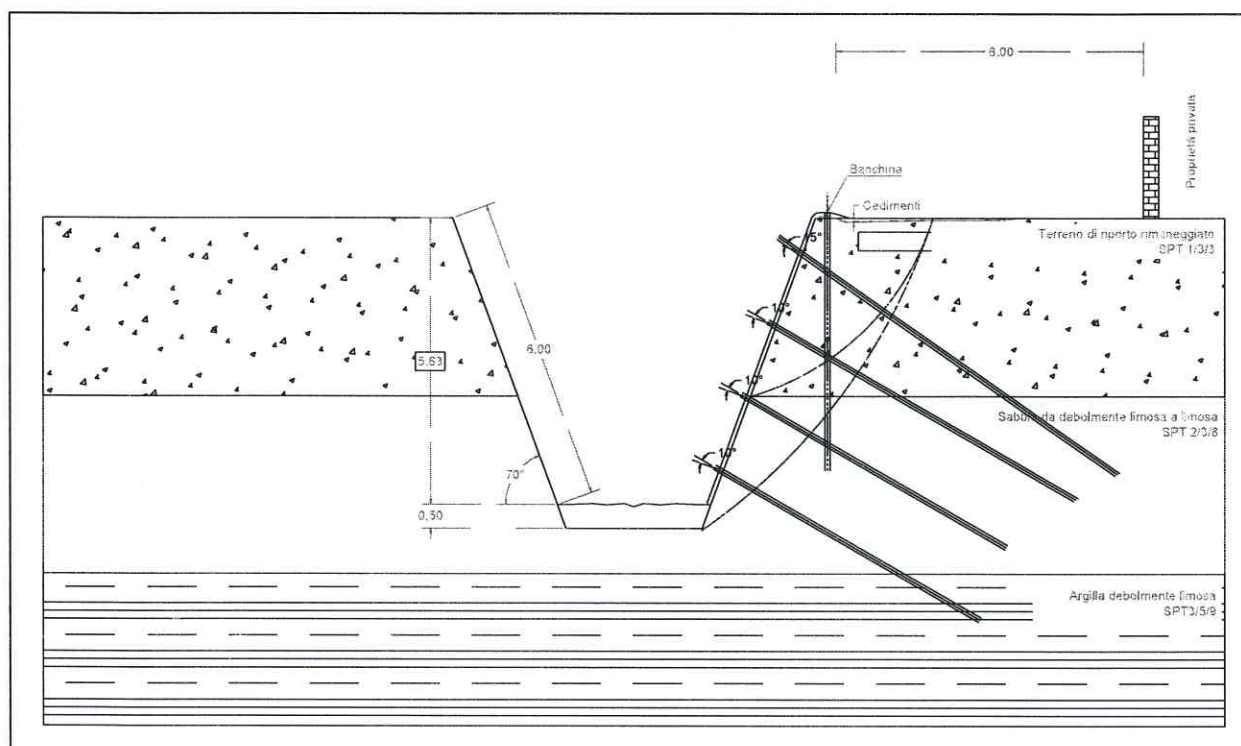


Figura 16 – Sezione tipo consolidamento mediante parete chiodata verde

Si precisa che l'ipotesi progettuale andrà sviluppata e verificata ai successivi livelli di progettazione. Gli elaborati grafici e le illustrazioni di questo progetto di fattibilità tecnica hanno carattere rappresentativo in quanto agli aspetti di dettaglio (geometrie di installazione, tipologia e dimensioni dei tiranti etc.) che dovranno essere determinati con le dovute procedure di calcolo strutturale e geotecnico in questa fase non approfonditi.

10.2 Consolidamento tratto 2 sponda destra

Il secondo tratto oggetto dell'intervento si trova sempre in sponda destra (idraulica) e comprende un tratto di circa 60 m in cui si osservano dei lievi cedimenti della strada, sempre in corrispondenza della banchina / ciglio, in corrispondenza del ciglio superiore del fosso.

Il meccanismo e le ipotesi di intervento sono le medesime del tratto 1 anche se i cedimenti sono di entità inferiore.

Questo tratto tuttavia presenta le sponde non rivestite in alcun modo e quindi anche la sola sistemazione spondale potrebbe già garantire risultati soddisfacenti.

Altrimenti si potranno applicare le stesse soluzioni adottate per il tratto n. 1.

10.3 Consolidamento tratto 3 sponda sinistra

Il tratto 3 comprende un dissesto della sponda di tipo diverso dai precedenti, in quanto, parte del rilevato è stato asportato per erosione / colamento del terreno spondale e/o per fenomeni erosivi delle sponde, che probabilmente, hanno subito un degrado a causa di rimaneggiamenti operati dalle opere edilizie realizzate a ridosso degli stessi.

Pertanto, l'intervento in questo punto comprenderà la ricostruzione della sponda e del profilo idraulico con il riporto di volumi di terreno qualificato, il raccordo con i tratti a monte e a valle, realizzato con sistema di adeguate capacità meccaniche di protezione dall'erosione fluviale e dal dilavamento acque, ivi compreso il corretto collettamento delle acque provenienti dall'abitato.

Complicazione di questo tratto è la presenza a ridosso della sponda di muri di recinzione e pertinenze di edifici residenziali che si sono spinti troppo a ridosso della sezione idraulica. L'intervento dovrà prevedere una tecnologia di semplice esecuzione che permetta di operare preferibilmente dalla sponda opposta e senza sbancamenti alle spalle perché qui risultano impediti dalla presenza di edificati che potrebbero subirne danneggiamenti strutturali o dissesti.

Per questo tratto di sponda risulta quindi indicato prevedere un intervento di rimodellazione del profilo idraulico, e la conseguente stabilizzazione del riporto.

Non potendo lavorare liberamente dall'alto anche in questo caso il consolidamento del terreno di riporto con la tecnica della parete chiodata si adatta in quanto si potrà operare da fronte.

11 PROBLEMI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

Il progetto definitivo ed esecutivo dovranno dirimere numerose incertezze, grazie a studi e calcoli di approfondimento soprattutto con riguardo ai seguenti aspetti:

1. La riuscita dell'opera dipende dal corretto funzionamento e dimensionamento dei tiranti. La progettazione dovrà calcolare le dimensioni e la geometria di installazione, soprattutto in funzione della situazione geologica locale; la progettazione e la verifica di tali dispositivi è fondamentale per la riuscita di questa soluzione;
2. Il rivestimento in maglie di ferro e geostuoie dovrà essere messo a punto in funzione della resistenza all'acqua e all'effetto erosivo e corrosivo della stessa, adottando eventualmente materiali speciali quali tiranti e reti in acciaio zincato ad esempio, o altri rivestimenti efficaci.
3. La progettazione del cantiere dovrà tenere conto delle difficoltà esecutive delle perforazioni da realizzarsi in posizione di fondo alveo.

12 NORMATIVA IN MATERIA ANTISISMICA

Il territorio del XIV municipio ricade nella Zonizzazione Sismica 3A di cui alla nuova classificazione sismica adottata dalla Regione Lazio con la Delibera della Giunta Regionale n. 387 del 22 maggio 2009 inserisce il Comune di Roma in zona.

Ai sensi del Regolamento Regione Lazio 13 luglio 2016, n. 14, l'opera ricade in zona sismica 3A ed è di interesse pubblico e viene quindi definito di Livello di Vulnerabilità MEDIO.

Se l'opera realizzata con la sola tecnica del soil-nailing o meglio della rete chiodata (muro verde) non costituisce un elemento strutturale a comportamento rigido soggetto a inerzia sismica ed infatti ricade tra gli interventi non soggetti ad autorizzazione sismica ex art. 8 del R.R. 14/2016 lettera r).

Pertanto l'opera se così realizzata, non sarà soggetta a studio e verifica sismica e non dovrà ottenere la prescritta autorizzazione sismica dell'Autorità Regionale.

Ne consegue che in fase esecutiva anche le indagini geognostiche non dovranno rispettare l'elenco prescrittivo di cui all'ALL. C. del Regolamento.

13 CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA

Tutti i calcoli sommari sono stati realizzati facendo riferimento a voci di costo della Tariffa dei prezzi 2012 Regione Lazio approvato pubblicato su B.U.R.L. Numero 41 del 28/08/2012.

• Lavori preliminari	€ 20.000,00
• Opere consolidamento spondali	€ 380.000,00
• Smaltimento e oneri	€ 5.000,00
• Ricostruzione strada e sottofondo (tratti)	€ 75.000,00
Totale	€ 480.000,00

14 COSTI DELLA SICUREZZA

Il calcolo dei costi della sicurezza è stato sviluppato all'interno dell'elaborato Prime Indicazioni per la Stesura dei Piani di Sicurezza a cui si rimanda per i dettagli.

Il costo totale ipotizzato in fase preliminare è di **18.837,14 €** oltre IVA di Legge.

15 QUADRO TECNICO ECONOMICO

Si riporta di seguito l'ipotesi di quadro tecnico economico relativo all'intervento, elaborato a seguito del computo metrico di prima stima sopra descritto.

"STABILIZZAZIONE DI TRATTE DI VERSANTI DEL FOSSO ACQUASONA IN VIA DOMENICO MONTAGNANA"			
Studio Fattibilità Tecnico Economica			
QUADRO ECONOMICO			
Descrizione	Imponibile (€)	IVA 22% (€)	Importo IVA Compresa (€)
Lavori a misura a base d'asta	480 000,00 €	105 600,00 €	585 600,00 €
Oneri della sicurezza non assoggettabili a ribasso	18 837,14 €	4 144,17 €	22 981,31 €
Sommano lavori			608 581,31 €
Lavori in economia	6 165,62 €	1 356,44 €	7 522,06 €
Rilievi, Accertamenti e indagini geognostiche	15 000,00 €	3 300,00 €	18 300,00 €
Imprevisti	2 500,00 €	550,00 €	3 050,00 €
Contributo ANAC	375,00 €		375,00 €
Incentivi per funzioni tecniche, esclusa % relativa alla progettazione esterna	9 976,74 €	2 194,88 €	12 171,63 €
Somme a disposizione			41 418,69 €
TOTALE	532 854,51 €	117 145,49 €	650 000,00 €

Roma 30/06/2018

Il progettista

Ing. Gabriele Sani

