# Comune di Taino

Provincia di Varese - Regione Lombardia

studio nicoloso srl società a socio unico
www.studionicoloso.com

# PROGETTO ESECUTIVO

Sistemazione idraulico-forestale nell'ambito della Roggia Zinesco con contestuale rifacimento dello sfioratore di Via Leonardo da Vinci



## RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA

Edizione n° 1.0 - Gennaio 2024


Committente: Comune di Taino
Piazza Oreste Pajetta 5, Taino (VA)

Progettista: Alessandro Nicoloso *dottore forestale – paesaggista*

Collaboratori: Federica De Bernardi *architetto paesaggista*
Francesco Vidé *dottore agronomo*



Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU

Italiadomani PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

MINISTERO DELL'INTERNO

# INDICE


INDICE ..... 2
PREMESSA, INCARICO ..... 4
Note di riferimento elaborato ..... 4
INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED AMBIENTALE ..... 5
Localizzazione e contestualizzazione dell'area di intervento ..... 5
Aspetti climatici ..... 6
Temperature ..... 6
Precipitazioni ..... 8
Aspetti vegetazionali ..... 10
ANALISI DELLE PROBLEMATICHE ..... 11
Approfondimento sul corpo frana ..... 11
BACINO IDROGRAFICO DI RIFERIMENTO ..... 13
Sezione di chiusura ..... 13
Geologia, geomorfologia e geotecnica ..... 14
Uso del suolo ..... 17
Morfometria ..... 18
Reticolo idrografico ..... 19
Reticolo fognario ..... 20
Opere presenti ..... 21
IDROLOGIA ..... 22
Curva di possibilità pluviometrica ..... 22
Modalità di calcolo delle piogge critiche ..... 23
Tempo di corrivazione ..... 23
Ietogrammi sintetici ..... 24
Trasformazione afflussi-deflussi ..... 26
Portate critiche stimate ..... 27
VINCOLI ..... 29
PROGETTO ..... 30
Codifica delle opere ..... 30
Descrizione interventi ..... 30
Interventi areali ..... 30
Dettaglio 01 ..... 31
Dettaglio 02 ..... 31
Dettaglio 03 ..... 31
Dettaglio 04 ..... 33
Dettaglio 05 ..... 33
Dettaglio 06 ..... 33
Dimensionamento idraulico ..... 33
Specie vegetali di impiego ..... 35
Alberi e arbusti ..... 35
Semenza per inerbimenti ..... 35
STIMA DEI VOLUMI DI MOVIMENTO TERRA ..... 36
Note di gestione in ambito di cantiere ..... 36

FATTIBILITÀ AMBIENTALE E ASPETTI PAESAGGISTICI ..... 37
Mitigazioni e compensazioni ..... 37
PIANO DI OCCUPAZIONE ..... 38
PIANO DI MANUTENZIONE ..... 39
MANUALE D'USO ..... 39
STIMA TEMPI DI ESECUZIONE ..... 40
Stima uomini giorno ..... 40
Cronoprogramma ..... 41
PIANO GESTIONE RIFIUTI ..... 42
Obiettivi e criteri ..... 42
Modalità di gestione dei materiali ..... 42
Classificazione dei rifiuti ..... 43
Indicazione di gestione dei rifiuti in fase di esecuzione ..... 44
Specifiche per il deposito temporaneo dei rifiuti ..... 45
Note di reimpiego dei materiali ..... 46
Impianti di recupero e discariche ..... 46
CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM) ..... 47
DO NOT SIGNIFICANT HARM (DNSH) ..... 48
QUADRO ECONOMICO ..... 49
ALLEGATI ..... 51
Elenco documentazione allegata alla relazione ..... 51

# PREMESSA, INCARICO

Il Comune di Taino con sede in Piazza Oreste Pajetta a Taino (VA) ha dato incarico a STUDIO NICOLOSO SRL, società a socio unico con sede in Viale Cadorna 27 a Legnano (MI), C.F./P.IVA 12597680151, di procedere alla redazione del progetto denominato

*"Sistemazione idraulico-forestale nell'ambito della Roggia Zinesco con contestuale rifacimento dello sfioratore di Via Leonardo da Vinci"*

Il presente lavoro è a firma di Alessandro Nicoloso, dottore forestale iscritto all'ordine dei dottori agronomi e forestali della provincia di Milano al n° 620.

L'incarico risponde ai seguenti codici identificativi.

**CUP | G48B22006040001**

## Note di riferimento elaborato

La presente relazione è la prima edizione redatta per la progettazione in oggetto.

# INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED AMBIENTALE

## Localizzazione e contestualizzazione dell'area di intervento

L'area in oggetto è collocata sui primi rilievi collinari pedemontani formati dalle cerchie moreniche quaternarie della Lombardia occidentale, in prossimità del bacino del Fiume Ticino. Trattasi di rilievi molto modesti, con profili dolci tipici dei substrati morenici, spesso fittamente incisi da corsi d'acqua in genere molto modesti ma dalla spiccata torrenzialità. Entrando in maggior dettaglio, l'area di intervento è situata nella porzione sud-occidentale del territorio entro i limiti amministrativi del Comune di Taino prossima all'abitato di recente espansione.

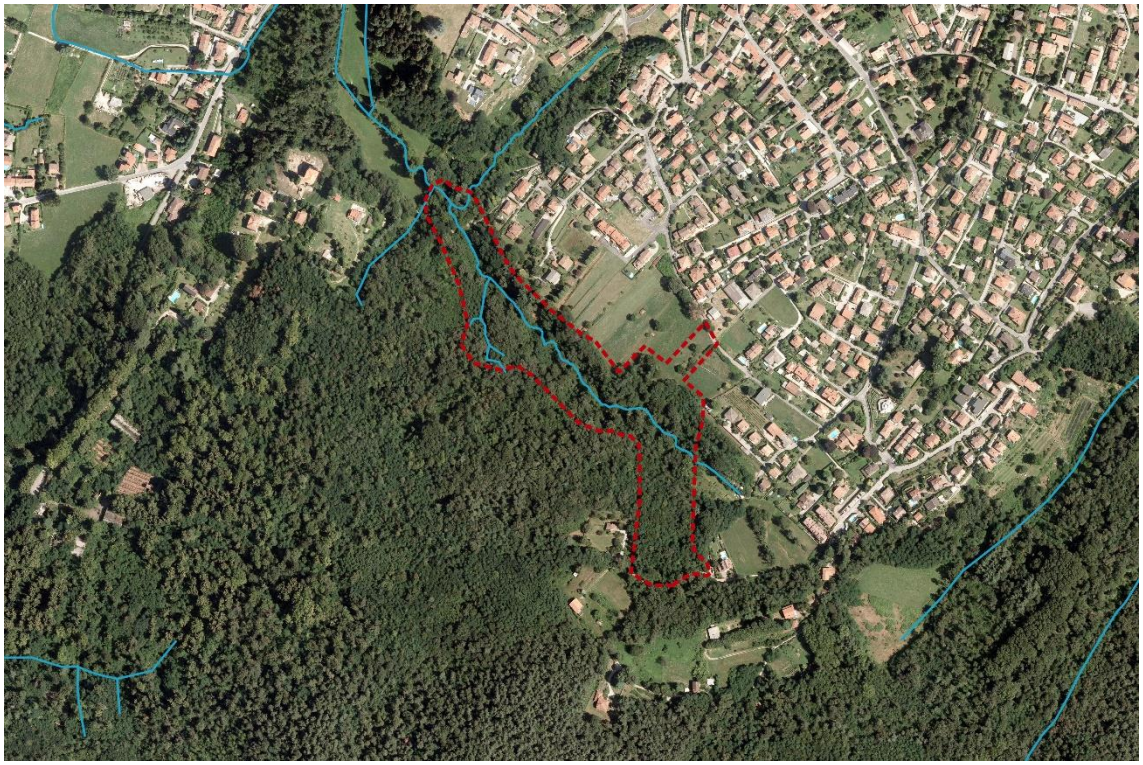


Figura 1 - Area di intervento limitata con tratteggio in rosso, reticolo idrico minore in azzurro su ortofoto 2019 di Regione Lombardia

## Aspetti climatici

L'area d'indagine si colloca all'interno di una macroregione a clima temperato fresco continentale di transizione. Le caratteristiche proprie del territorio influenzano profondamente la caratterizzazione climatica.

### Temperature

Le temperature medie risultano attorno ai 14 °C, con minimi nei mesi di dicembre/gennaio (media intorno ai 3 °C) e massimi nei mesi di luglio/agosto (media intorno ai 25 °C).

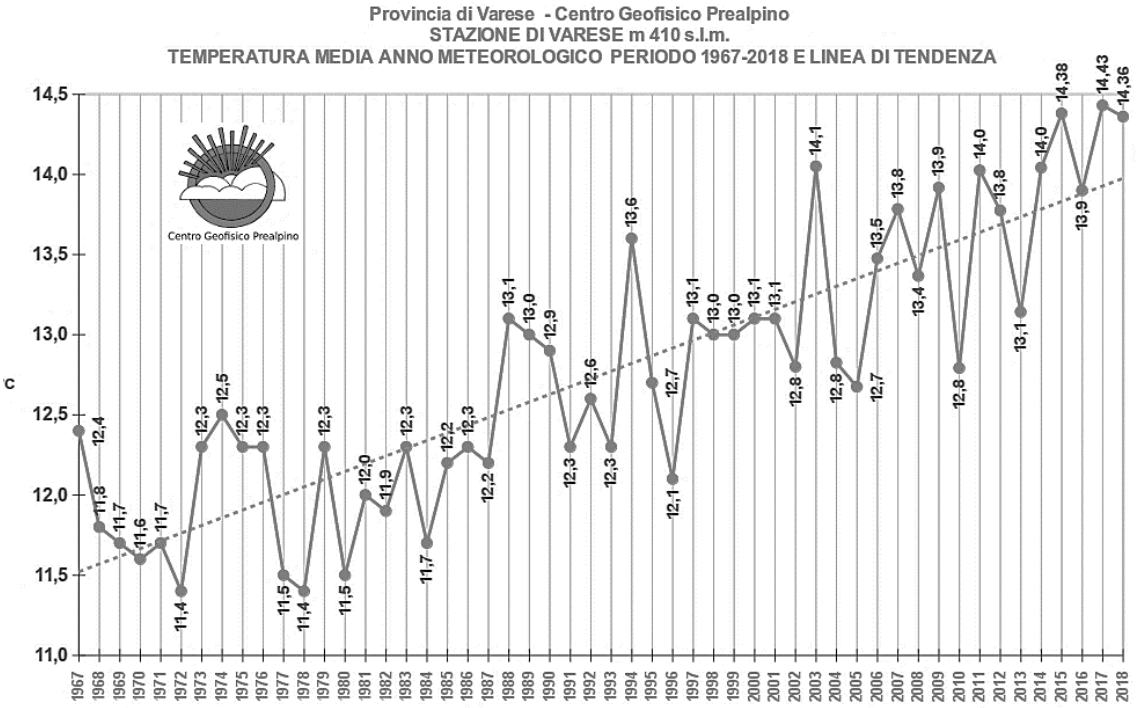



Grafico 1 - Temperature medie annuali, registrate a Varese dal 1967 al 2018. Fonte Centro Geofisico Prealpino

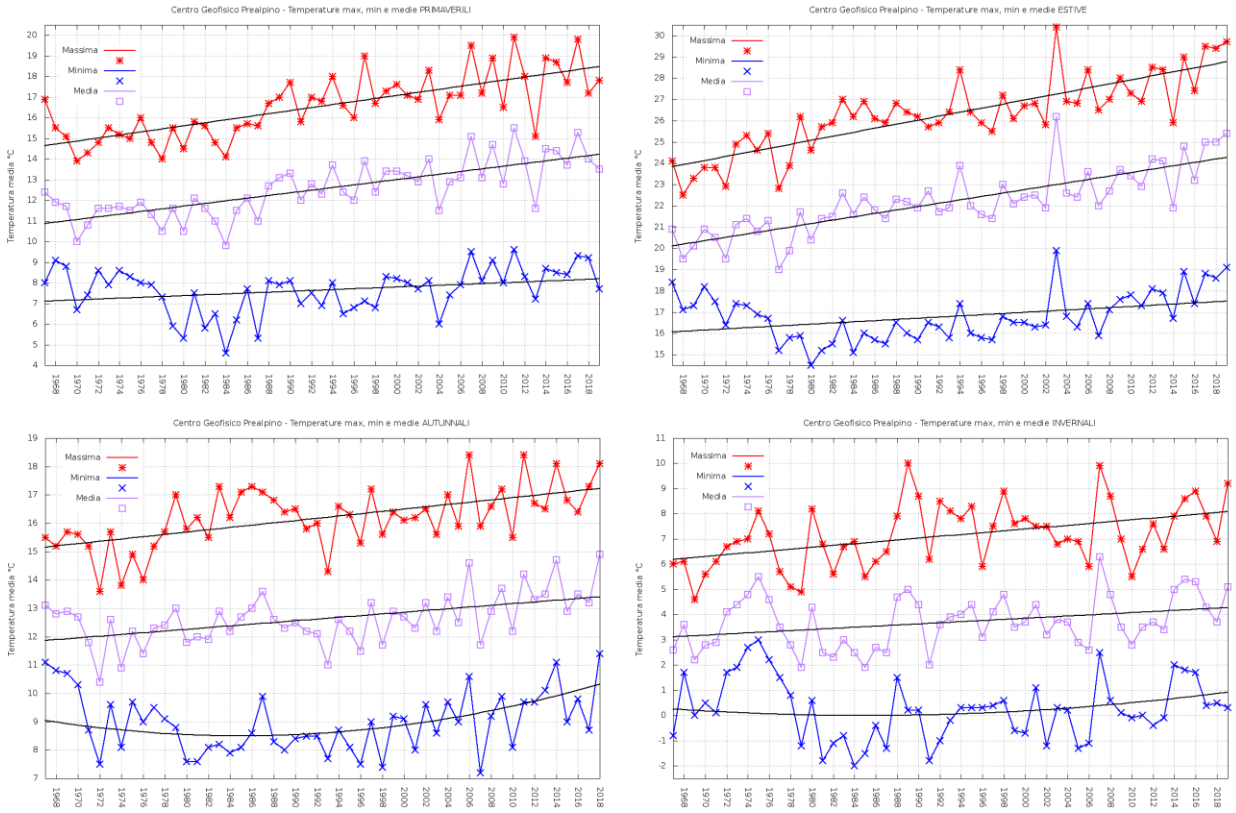



Grafico 2 - Temperature massime, medie e minime per ogni stagione, registrate a Varese dal 1968 al 2018. Fonte Centro Geofisico Alpino

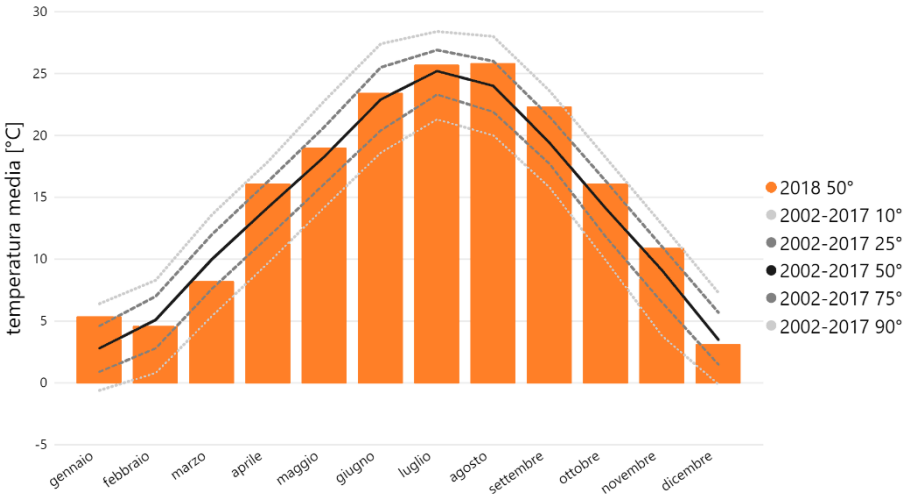



Grafico 3 - Distribuzione della temperatura media mensile per l'anno 2018 con tendenze verificate nel periodo 2002-2017. Fonte Centro Geofisico Prealpino

## Precipitazioni

La distribuzione delle precipitazioni durante l'anno presenta statisticamente due massimi, primaverile e autunnale molto simili tra loro, e due minimi, estivo e invernale, con piogge piuttosto abbondanti soprattutto nella fascia altimetrica compresa tra i 500 e i 2000 m s.l.m. Durante il periodo estivo, la presenza dei colli stessi, la vicinanza al sistema alpino e l'umidità rilasciata dal corpo idrico lacunare permettono l'innescarsi di numerosi fenomeni temporaleschi anche di un certo rilievo, mentre durante le stagioni intermedie le correnti da sud ovest incrementano le precipitazioni soprattutto nelle località poste a mezzacosta sui rilievi.

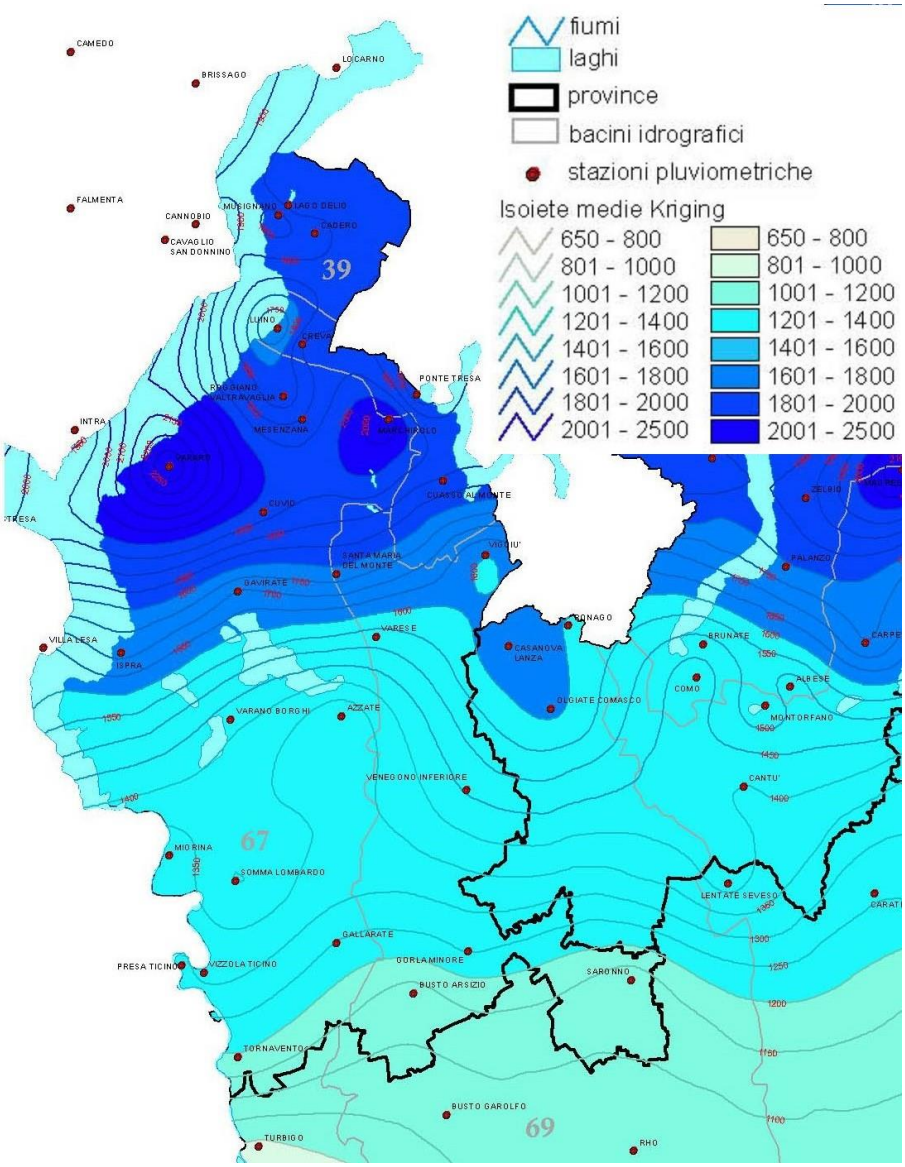



Figura 2 - Isoiete medie per il territorio regionale lombardo prealpino, periodo dal 1891 al 1990. Dettaglio sul territorio di competenza della Provincia di Varese. Fonte Centro Meteo Lombardo

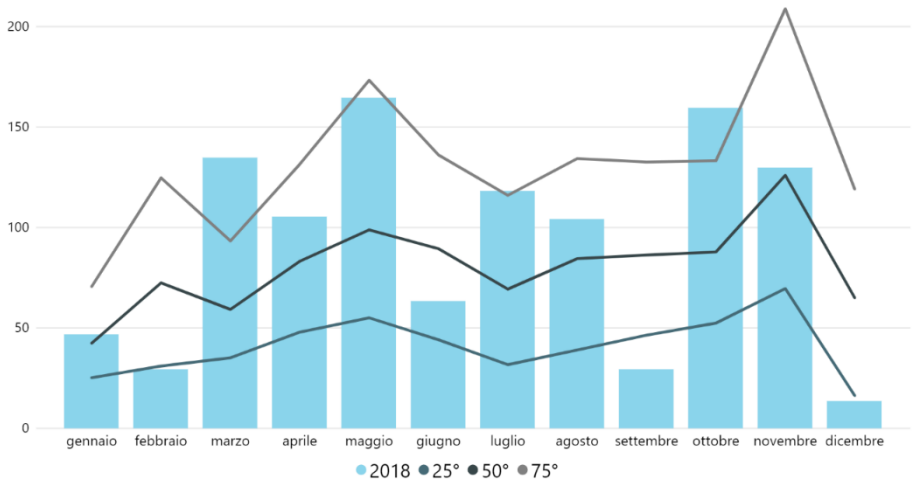



Grafico 4 - Mediana delle cumulate mensili registrate dalla rete di monitoraggio ARPA Lombardia confrontate con il 25° 50° 75° percentile delle precipitazioni totali mensili misurate tra il 2002 e il 2017. Fonte ARPA Lombardia

Dall'analisi delle precedenti immagini, ne deriva per l'area in esame una precipitazione media attorno ai 1'500 mm, mentre la seguente immagine conferma anche una certa suscettibilità dell'area a fenomeni di discreta intensità oraria che possono generare portate anche decisamente significative soprattutto nei bacini minori. I fenomeni pluviometrici intensi sono tra i principali fattori di rischio idrogeologico.

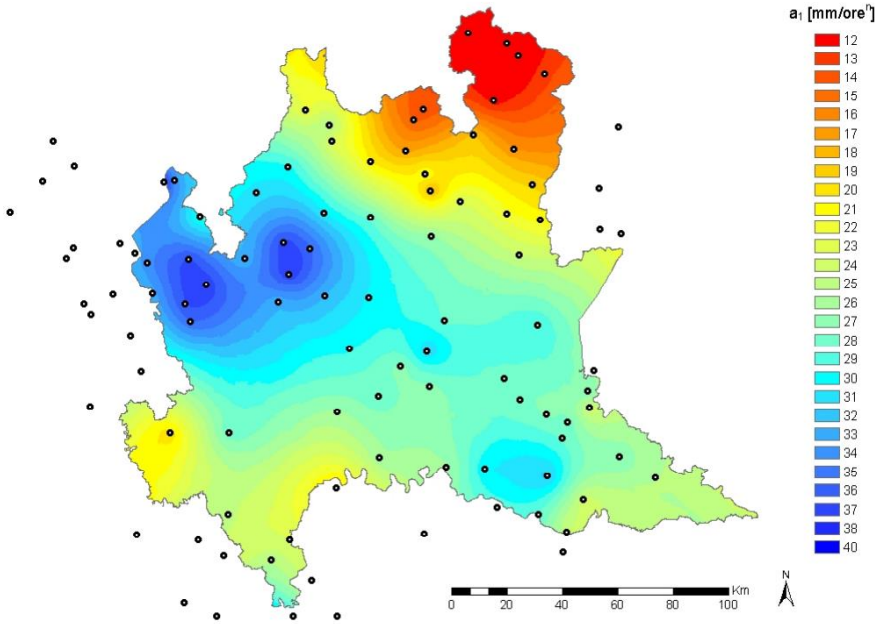



Figura 3 - Distribuzione regionale del coefficiente di precipitazione oraria. Fonte Centro Meteo Lombardo

## Aspetti vegetazionali

I Castagneti delle cerchie moreniche occidentali sono il tipo forestale più diffuso nell'areale in oggetto. Nei settori più pianeggianti sono presenti locali nuclei circoscritti di formazioni antropogene, essenzialmente Robinieti, mentre lungo le aste torrentizie incise vi è l'incursione di Aceri-Frassineti o Ontaneti. In generale, si tratta di cedui invecchiati di 25-35 anni circa, che nelle aree meno accessibili quali versanti acclivi e aste torrentizie superano probabilmente i due turni. La densità della copertura forestale è elevata ad esclusione di alcuni settori dove si manifestano numerosi schianti. La rinnovazione è molto rada, perlopiù di acero e frassino; raramente si osservano semenzali di quercia ma senza un avvenire consolidato.

Lungo le spalle morfologiche e in prossimità dei cigli erosi molteplici soggetti arborei si presentano in incipiente condizione di ribaltamento che spesso dà origine all'innesco di fenomeni di dissesto e/o erosioni del suolo. Difatti vi è un'importante quantità di legname collassato ed accumulatosi in alveo in posizioni ed entità tali da creare ostruzioni effimere con il rischio di innesco di fenomeni di dam-break.



# ANALISI DELLE PROBLEMATICHE

Le principali problematiche che hanno portato alla necessità di un intervento riguardano:

- i dissesti in ambito d'alveo provocanti dall'erosione indotta dalle acque superficiali, soprattutto in riferimento alle recenti portate di piena che comportano un abbassamento del fondo alveo, quindi il cedimento al piede spondale, un aumento dell'acclività dei versanti, l'instabilità degli strati superficiali di suolo, il collasso della vegetazione, il recapito verso valle di ingenti quantità di detrito e legname in grado di compromettere l'efficienza idraulica in occasione delle canalizzazioni, tombotti e ponti presenti a valle in prossimità del tessuto urbano
- la frana in destra idrografica profondamente aggravata dalle portate recapitate in alveo dallo sfioratore della rete fognaria presente lungo Via Leonardo da Vinci in occasione degli eventi pluviometrici più intensi quando la capacità ricettiva di quest'ultima risulta saturata che, in aggiunta alle ricadute del tutto similari di cui al punto precedente, comporta un accelerato arretramento del ciglio di erosione con consumo di suolo a discapito delle proprietà private presenti sul pianoro seguente alla fine del versante spondale.

## Approfondimento sul corpo frana

La frana si presenta planimetricamente come un triangolo rovesciato al cui vertice superiore si colloca il manufatto terminale della tubazione in arrivo dallo sfioratore lungo Via Leonardo da Vinci il cui stramazzo, unitamente all'erosione spondale al piede del versante, ne hanno determinato l'innesco.



Figura 4 - Condizioni dell'area in oggetto rilevate nel maggio 2016. A sinistra, vista dal fondo alveo dei fenomeni erosivi in atto con ciglio di erosione lungo il versante in direzione del flusso delle acque di sfioro non più governate dallo scivolo già oggetto di scalzamento e danni strutturali. Al centro, vista dal ciglio di versante superiore in destra idrografica. A destra, particolare del punto di uscita delle acque derivanti dalla tubazione a valle dello sfioratore di Via Leonardo da Vinci con ostruzione della griglia avente funzione di trattenimento del materiale inorganico fluitato

Il fronte eroso si sviluppa per una lunghezza di circa 10m dell'asta torrentizia, in destra idrografica. Interessa una porzione di versante originariamente di circa 20m, con un salto principale di circa 8m alla cui base si trova un accumulo di detriti in larga parte costituito da clasti grossolani per effetto del dilavamento delle acque sulle frazioni di minori dimensioni. Sono presenti porzioni residuali di manufatti ormai gravemente danneggiati in origine parte del blocco terminale della tubazione in arrivo dallo sfioratore e dello scivolo in c.l.s. che aveva il compito di recapitare le acque sfiorate in prossimità del fondo alveo al fine di limitare i danni al versante. Alcune porzioni sono sospese alla tubazione, ancorate solo in parte ai ferri della griglia e dell'armatura del getto.

Le pareti subverticali e la natura geologica del substrato rendono l'area profondamente instabile e soggetta a possibili rapide evoluzioni con ampliamento della nicchia di frana, ulteriori accumuli al piede con possibile ostruzione della sezione idraulica d'alveo e arretramento progressivo del ciglio superiore.



Figura 5 - Condizioni dell'area in oggetto rilevate nel febbraio 2022. A sinistra, vista dal fondo con ceppaia ribaltata in alveo e materiale detritico accumulato al piede. Al centro, vista da metà versante con blocchi dei manufatti in c.l.s. completamente collassati. A destra, vista dalla parte sommitale del versante immediatamente a monte del terminale della tubazione



Figura 6 - Condizioni dell'area in oggetto con vista dal pianoro in destra idrografica: a sinistra febbraio 2022, a destra ottobre 2023 con invasione totale del versante da parte di robinie

# BACINO IDROGRAFICO DI RIFERIMENTO

## Sezione di chiusura

Alla luce del settore d'alveo dove è previsto l'intervento, la sezione di chiusura è stata posta all'intersezione dell'asta torrentizia con il tombotto di Via del Vallonaccio, a quota 238m circa.

Il bacino ad essa afferente è stato determinato con procedura automatizzata internamente al software HEC-HMS 4.11 sulla base del DTM 5x5m della Provincia di Varese. La perimetrazione del bacino contribuente ottenuta è stata sottoposta ad ulteriore validazione attraverso un confronto con i contenuti dei seguenti strati informativi del Database Topografico di Regione Lombardia:

- immagini satellitari e ortofoto
- informazioni geologiche, morfologiche, idrologiche
- carta tecnica regionale.

In caso di incongruenze tra gli strati informativi sopracitati, si è optato per l'ampliamento dell'area del bacino per evitare possibili sottostime delle portate di valle.

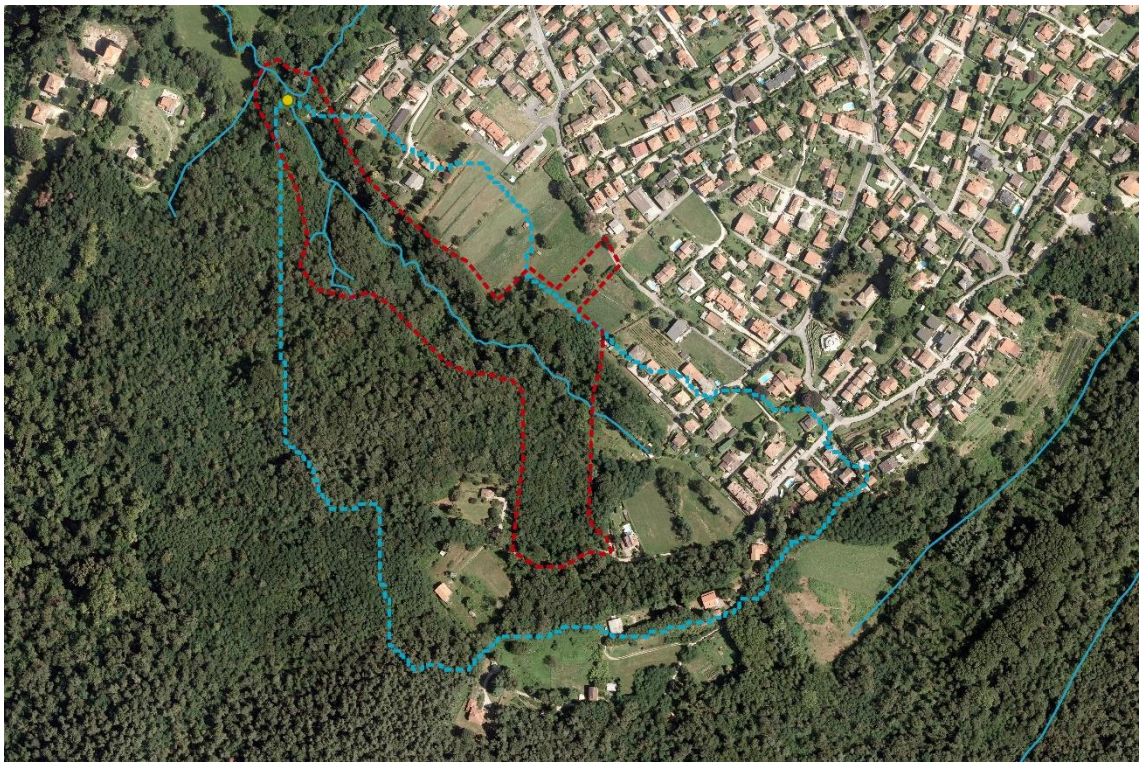


Figura 7 - Sezione di chiusura (punto giallo), perimetro del bacino idrografico (linea tratteggiata blu), su ortofoto 2019 di Regione Lombardia

Il bacino è accessibile:

- da valle, a lato del tombotto di Via del Vallonaccio
- da monte, da Via Ronco.

Come riportato nella documentazione del PGT comunale vigente a firma del Dott. Geol. Marco Parmigiani, l'area di interesse è caratterizzata dalla presenza di depositi glaciali, fluvioglaciali e di contatto glaciale appartenenti:

- all'Allogruppo di Besnate nella porzione media e superiore del bacino in oggetto, costituito da sabbie ghiaiose normalmente consolidate e da limi argilloso-ghiaiosi sovraconsolidati
- all'Alloformazione di Cantù nella porzione inferiore del bacino in oggetto, costituita da sabbie e sabbie ghiaiose debolmente limose e solo raramente da livelli ghiaiosi prevalenti.

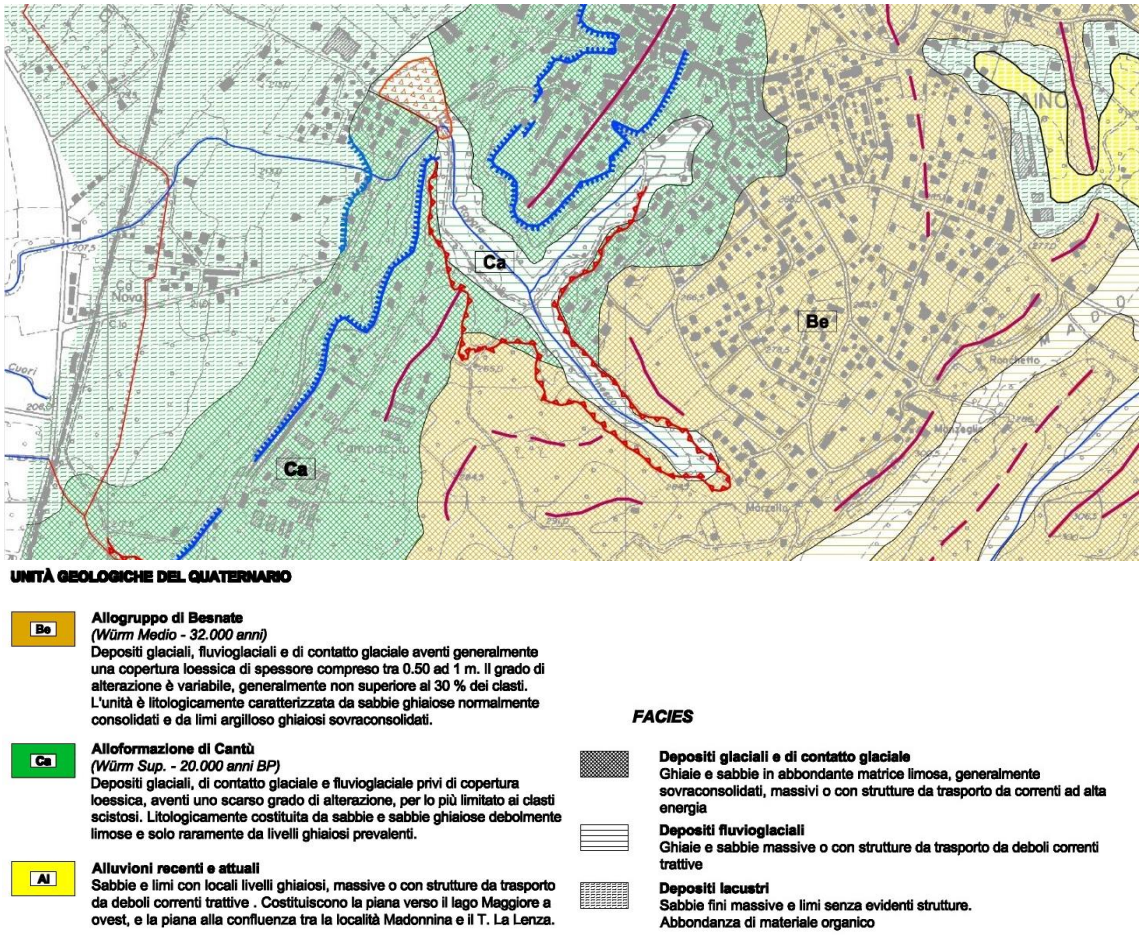


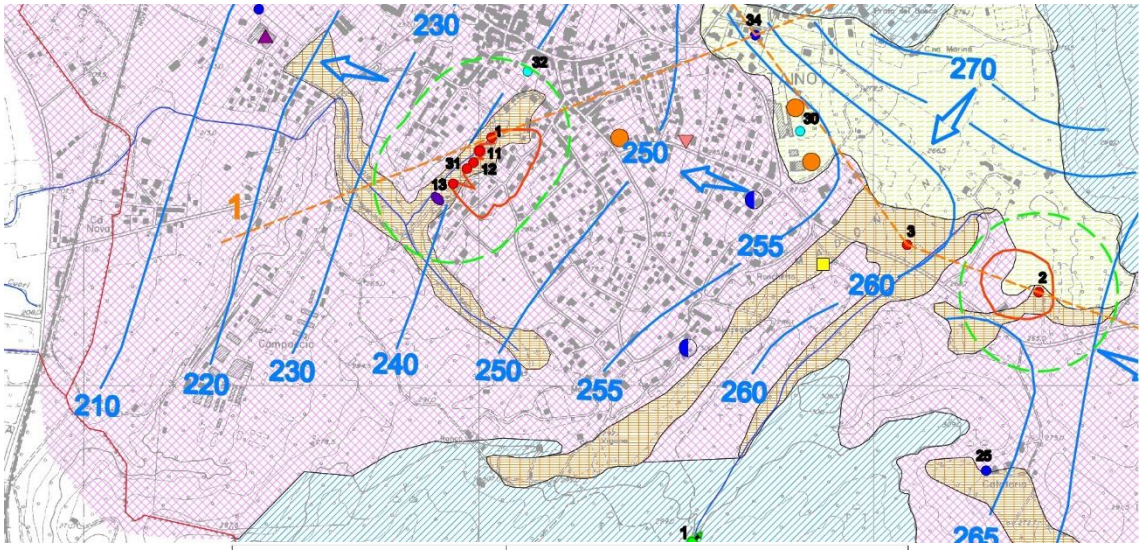

Figura 8 - Estratto dalla tavola di inquadramento geologico e geomorfologico del PGT del Comune di Taino, datata maggio 2009

L'asta torrentizia, profondamente incisa per effetto dell'erosione indotta su substrati a debole coesione, ha determinato la formazione di versanti la cui acclività risulta al limite della stabilità naturale stimata di 30÷35°, localmente anche maggiore fino a massimi di 45÷47°. In queste condizioni la stabilità viene garantita essenzialmente dalla sovra-stabilizzazione indotta dalla componente ipogea della vegetazione, dalla eventuale presenza di cementi naturali (carbonato di calcio, frazioni humifere) e dal naturale compattamento geologico; al venire meno di queste condizioni e con l'aumento della pendenza legato allo scalzamento al piede del versante e/o al progressivo collasso del bosco si ha, specie in occasione di saturazione degli orizzonti, l'innesco di fenomeni franosi.

L'accumulo di sedimenti entro l'asta, la cui sezione è di soli alcuni metri, induce alla modificazione dell'andamento planimetrico del corso d'acqua con ciò innescando ulteriori erosioni spondali e nuove instabilità dei versanti oltre che, il potenziale innesco di trasporti di massa che tuttavia, nel caso specifico, sono tuttavia relativamente modesti in ragione del fatto che il sedimento depositato presenta granulometria assai fine e si presta a mobilizzazione frequente anche con portate a bassa energia evitando con ciò la formazione di accumuli rilevanti.



Figura 9 - Particolare del terreno esposto all'interno del corpo frana; trattasi di accumuli sabbiosi altamente erodibili tipicamente costituenti i versanti in oggetto




| GRADO DI VULNERABILITA' | | | | | | CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ee | e | a | m | b | mb | |
| | | | | | | Acquifero di tipo libero e localmente semiconfinato, superiormente protetto da depositi a permeabilità bassa con spessore di circa 1 m. Soggiacenza della falda inferiore a 5 m. |
| | | | | | | Area di ricarica dell'acquifero principale in corrispondenza dei depositi fluvioglaciali ad alta permeabilità privi di copertura. Soggiacenza della falda inferiore a 20 m. |
| | | | | | | Acquifero di tipo libero e localmente semiconfinato protetto superiormente da depositi a permeabilità media. Soggiacenza della falda tra 15 e 35 m. |
| | | | | | | Aree prive di falda idrica per la presenza del substrato roccioso non permeabile, in affioramento o a debole profondità (non viene definito il grado di vulnerabilità) |

ee: estremamente elevato e: elevato a: alto m: medio b: basso mb: molto basso

Figura 10 - Estratto dalla tavola di inquadramento idrogeologico del PGT del Comune di Taino, datata maggio 2009

Il tratto di alveo della roggia in oggetto risulta essere un'area di ricarica dell'acquifero principale libero, localmente semi-confinato, con soggiacenza della falda inferiore a 20m.

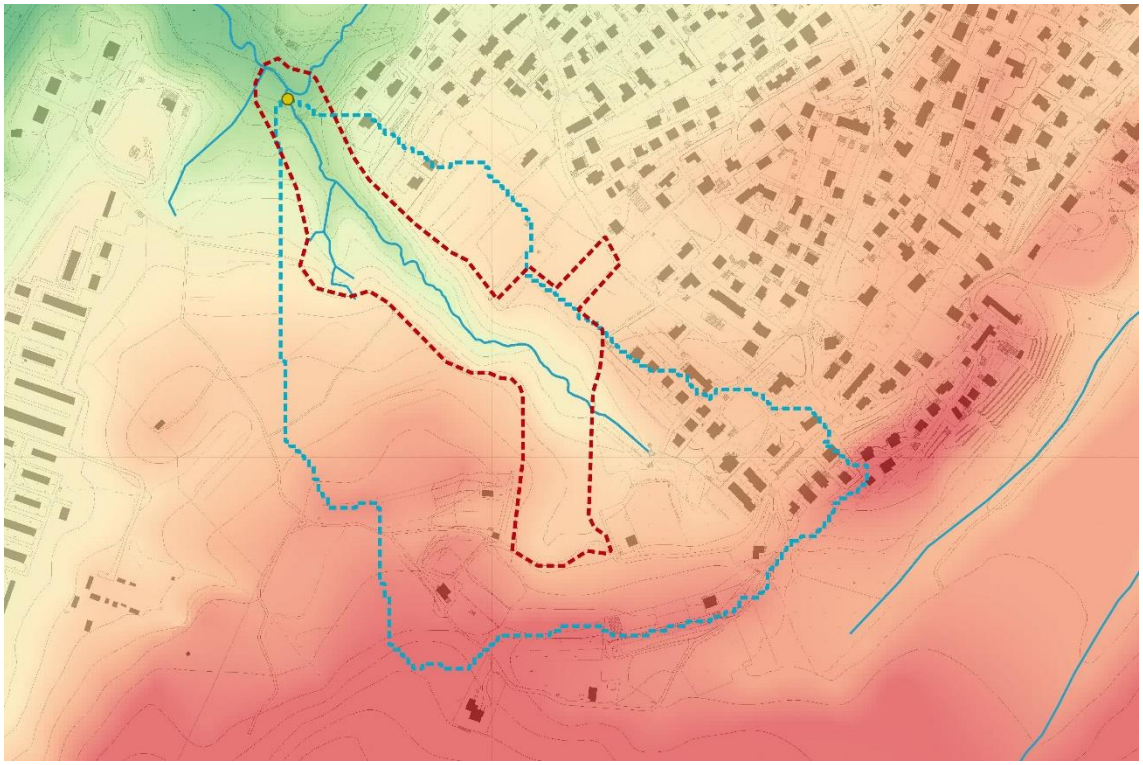


Figura 11 - Altimetria da DTM di Regione Lombardia; in rosso le quote maggiori, in verde le quote inferiori

Le pendenze sono in generale regolari e contenute, ad esclusione della porzione centrale dei versanti adiacenti all'alveo dove sia in destra che in sinistra idrografica mostrano incrementi percentuali anche di notevole entità.

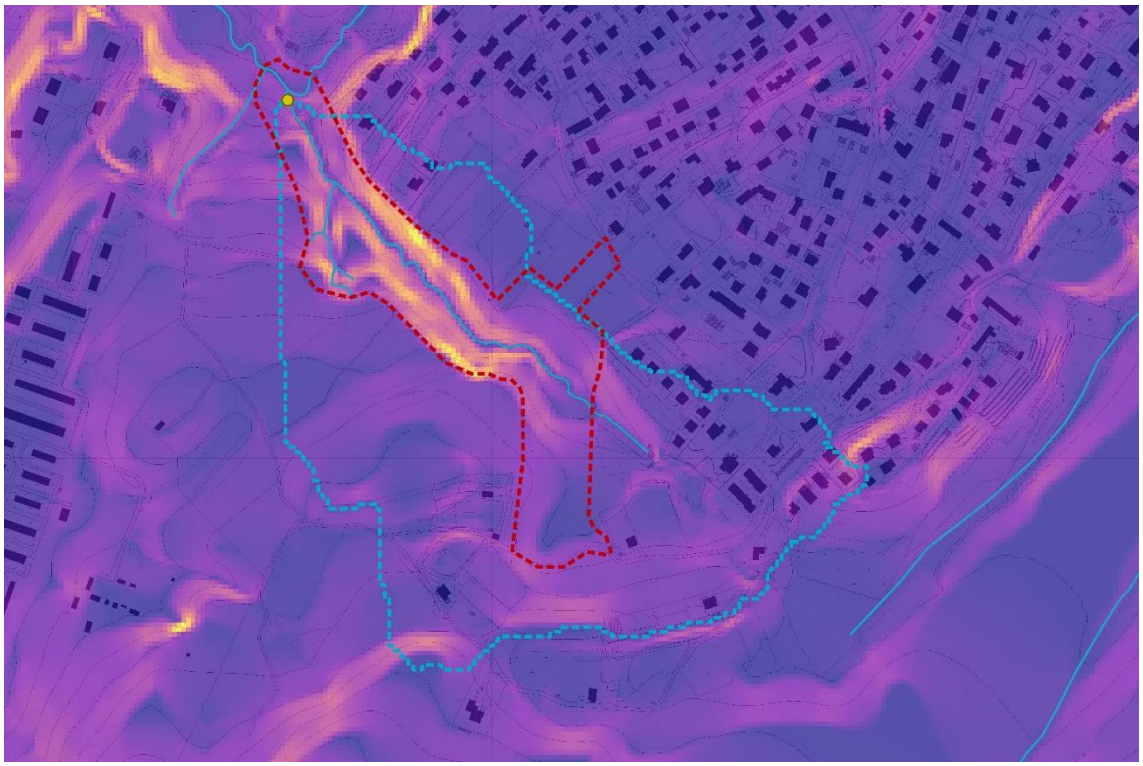


Figura 12 - Pendenze da DTM di Regione Lombardia; in giallo i valori maggiori, in viola i valori inferiori

## Uso del suolo

I dati di uso del suolo sono stati ricavati dallo strato informativo DUSAF7 pubblicato sul geoportale della Regione Lombardia. È stata effettuata un'analisi di confronto anche con le immagini satellitari più recenti per identificare eventuali profonde variazioni di uso suolo in grado di alterare i processi di formazione di deflusso superficiale. Sono stati elaborati e ottenuti i seguenti dati:

| Tipo di uso del suolo | Area [$m^2$] | u.m. | % |
|---|---|---|---|
| Aree antropizzate | 39 839 | $m^2$ | 19.45 |
| Aree agricole | 23 675 | $m^2$ | 11.56 |
| Territori boscati e ambienti seminaturali | 141 321 | $m^2$ | 68.99 |
| Aree umide | 0 | $m^2$ | 0.00 |
| Corpi idrici | 0 | $m^2$ | 0.00 |
| | | | |
| Tot. | 204 835 | $m^2$ | 100.00 |

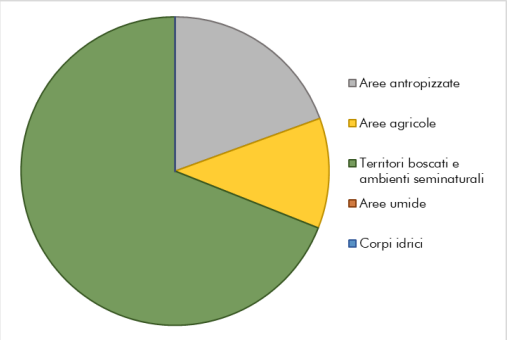



Tabella 1 - Parametri DUSAF7 caratteristici del bacino di intervento

Il bacino in oggetto presenta una copertura prevalentemente boschiva, con modeste porzioni di aree agricole perlopiù costituite da prati stabili. La componente di tessuto urbanizzato, ossia quella a maggior produzione di deflusso, è localizzata soprattutto nel settore di monte.

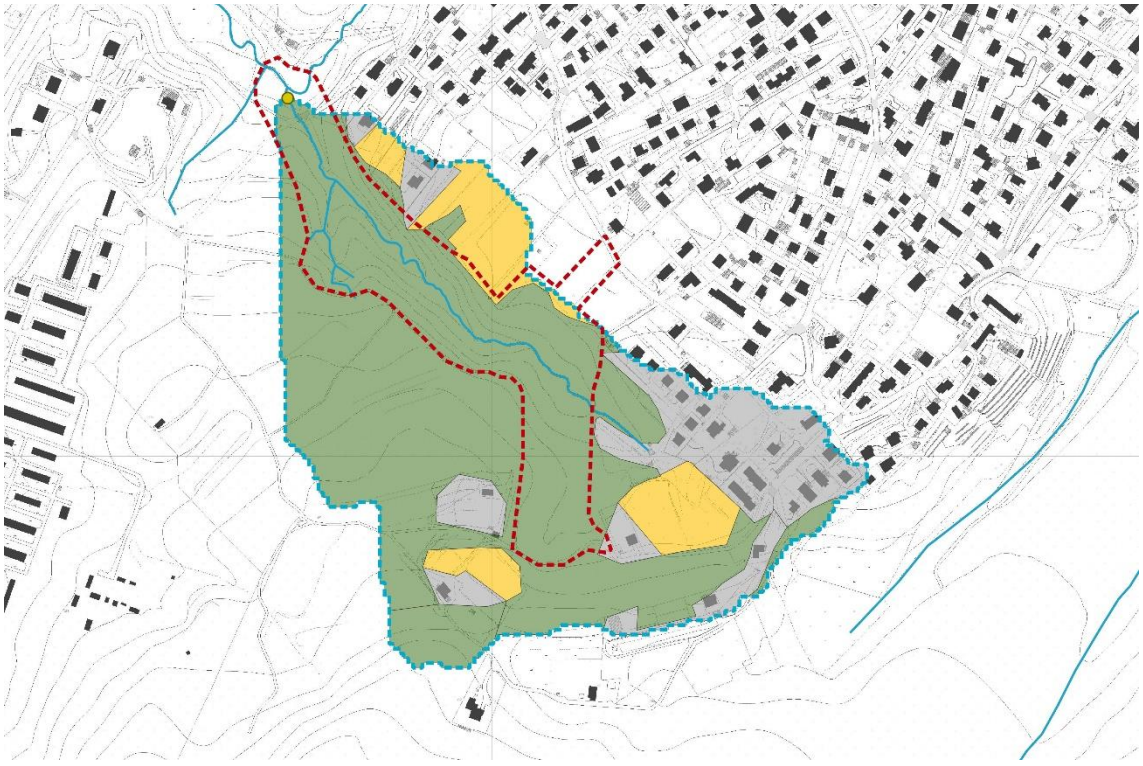


Figura 13 - Uso del suolo da DUSAF7 classificati come da tabella soprastante

## Morfometria

Seguono in dettaglio i principali parametri morfologici descrittivi il bacino idrografico in studio:

| Parametro | Valore |
|---|---|
| Area planimetrica | 0.2047 $km^2$ |
| Lunghezza planimetrica dell'asta principale | 0.5500 km |
| Quota massima | 310.00 m |
| Quota minima | 237.88 m |
| Quota media ponderata sull'area | 279.84 m |
| Quota di inizio dell'asta principale a monte | 279.38 m |
| Pendenza media del bacino | 17.67 % |
| Pendenza media dell'asta principale | 7.55 % |
| Perimetro planimetrico | 2.5510 km |
| Range quota | 72.12 m |
| Fattore di forma | 1.0773 |
| Coefficiente di Gravelius (1914) | 1.5905 |
| Rapporto di circolarità | 0.3953 |
| Rapporto di allungamento | 0.9282 |

Tabella 2 - Parametri caratteristici del bacino d'intervento

Il settore dell'asta più incisa, con dinamiche riconducibili ai torrenti in scavo, riguarda circa 200m tra la quota 264m e la quota 248m, con una pendenza media allo stato di fatto dell'8.00%.

## Reticolo idrografico

La Roggia Zinesco è parte del reticolo idrico minore (RIM) del Comune di Taino che negli elaborati del PGT localizza l'estensione dell'alveo in direzione sud-est. A seguito dei rilievi eseguiti è stato possibile constatare una seconda rimazione in direzione sud localizzata all'incirca in posizione centrale al limite definiti per l'area di intervento riportata nell'immagine sottostante con linea tratteggiata rossa.

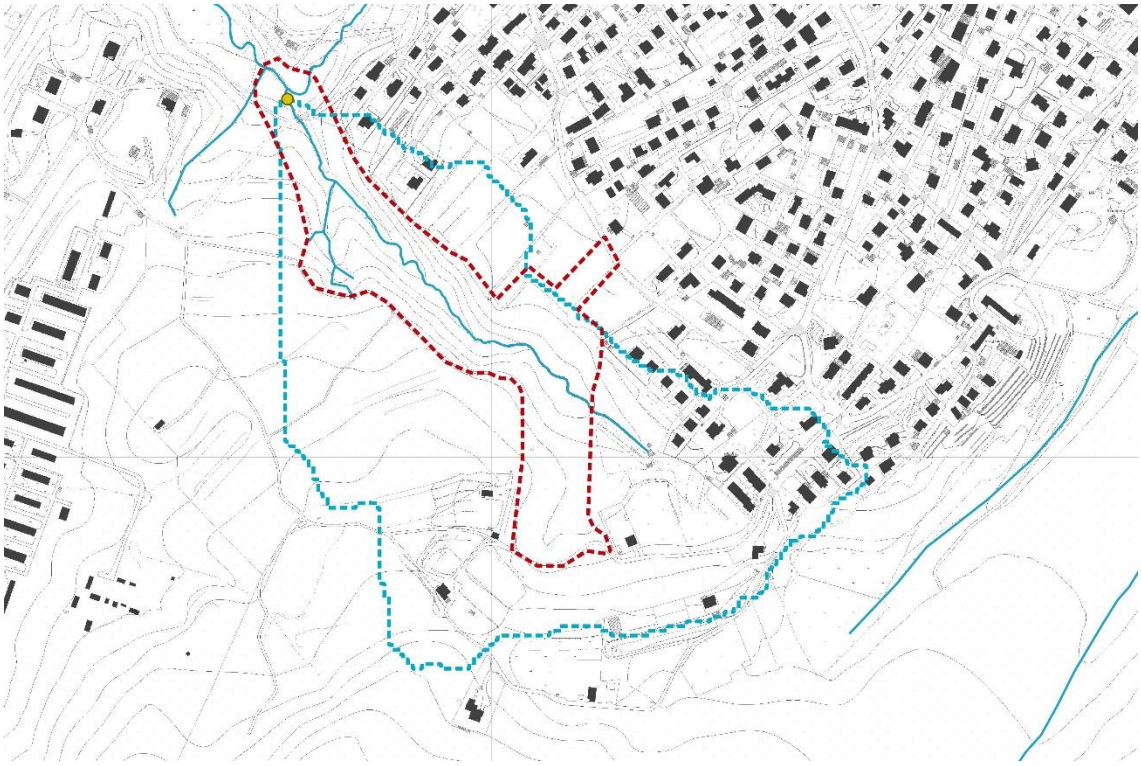


Figura 14 - RIM in azzurro, bacino idrografico con limite tratteggiato e sezione di chiusura in giallo su CTR di Regione Lombardia

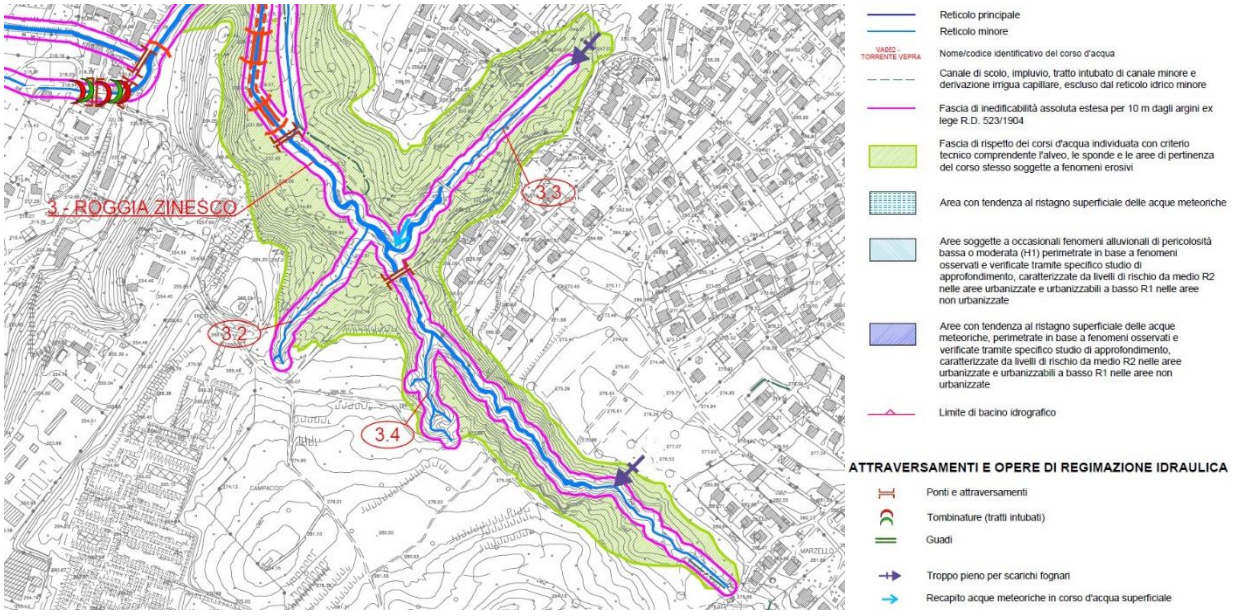



Figura 15 - Estratto dalla tavola di individuazione del reticolo idrografico del PGT del Comune di Taino, datata novembre 2016

## Reticolo fognario

Le dinamiche d'alveo della roggia sono influenzate dalla presenza dello sfioratore di Via Leonarda da Vinci dal quale tuttavia non è stato possibile individuare precisi regimi di entrata in funzione a causa della mancanza di disponibilità di dati idraulici puntuali sulle capacità della rete esistente. L'immagine sottostante mette tuttavia in evidenza la presenza di aree di criticità prossime allo sfioratore che fanno presumere una frequenza relativamente elevata di entrata in funzione con scarico in alveo.

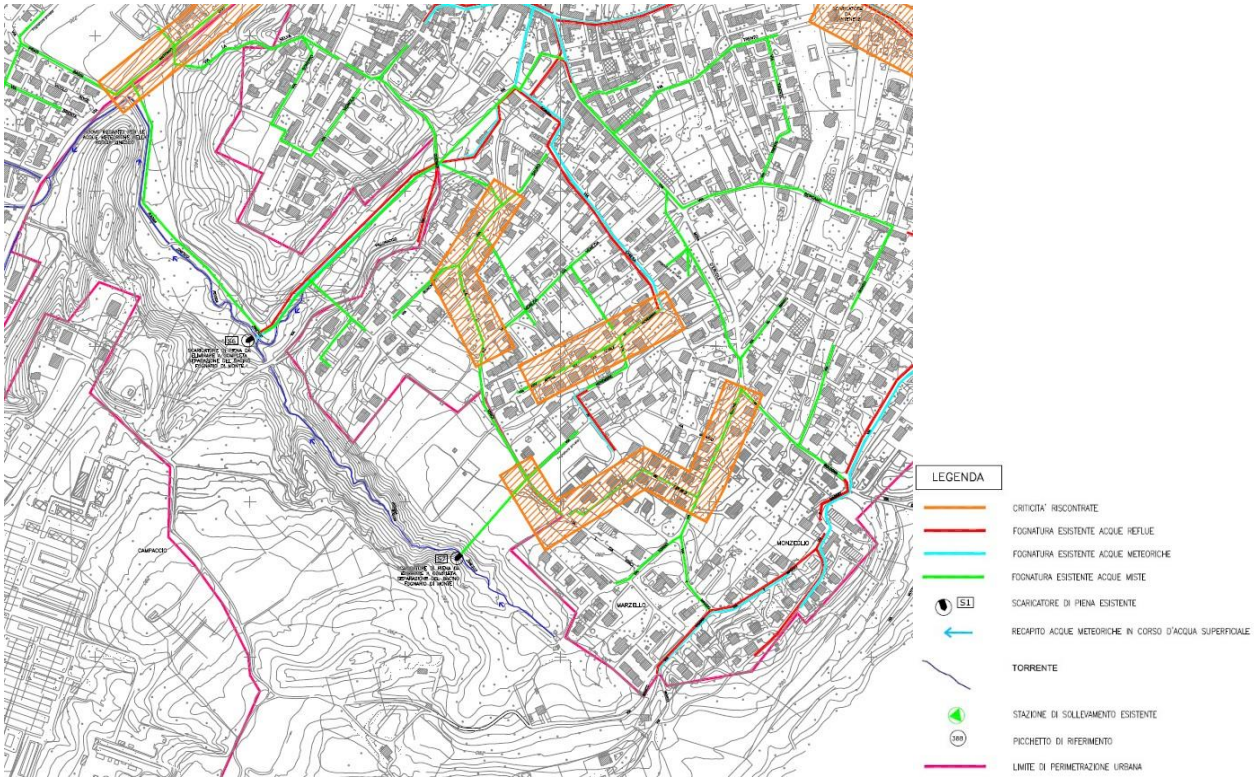



Figura 16 - Estratto dalla tavola PUGSS del PGT in variante depositata del Comune di Taino, datata febbraio 2019

## Opere presenti

In aggiunta alle opere legate allo sfioratore di Via Leonarda da Vinci documentate nei precedenti capitoli, si segnala la presenza di una seconda di opera in elementi prefabbricati e massi cementati di cui non è stato possibile rinvenire alcun riferimento tra i documenti e le tavole consultate. Si ritiene possa essere un altro manufatto terminale di un sistema di sfioro della rete fognaria. È situato nella sponda in destra idrografica, circa 30m a monte dal corpo frana principale.



Figura 17 - Vista del manufatto sopracitato dal versante in sinistra idrografica

Sono inoltre presenti a monte del ponte di Via Vallonaccio, in un tratto d'alveo di circa 150m, alcune opere di regimazione realizzate con tecniche di ingegneria naturalistica (briglie in gabbioni, briglie in legname-pietrame, gabbionate e palificate spondali) risalenti a un intervento progettato dal sottoscritto con direzione lavori risalente alla prima metà del 2014. Dai sopralluoghi è emerso che alcune opere risultano parzialmente danneggiate in termini strutturali e/o funzionali (aggiramenti e/o cedimenti di piccola entità); a causa dello sviluppo incontrollato della vegetazione ad oggi non risultano ben rilevabili, pertanto si rimandano valutazioni di dettaglio alla fase esecutiva con la direzione lavori.

# IDROLOGIA

L'analisi idrologica per la stima delle portate transitabili alla sezione di chiusura precedentemente determinata è stata effettuata considerando eventi pluviometrici con diversi tempi di ritorno al fine di valutare la risposta del bacino simulata con le evidenze di campo e le esperienze sino ad oggi maturate.

## Curva di possibilità pluviometrica

L'altezza di pioggia critica è stata stimata, per ogni tempo di ritorno valutato, in riferimento alle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP) estratte dal portale idrologico di ARPA Lombardia nel punto di coordinate 469945.720408754 – 5067183.02776209 qualitativamente centrale all'area del bacino. Di seguito si riporta la formulazione delle LSPP proposta da ARPA Lombardia ed i parametri usati per la stima della precipitazione lorda ($h_T$):

$$h_T(D) = a_1 \cdot w_T \cdot D^n \qquad w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k}\left\{1 - \left[ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right]^k\right\}$$

| Parametro | ID | Valori |
|---|---|---|
| Coefficiente pluviometrico orario | $a_1$ | 31.6400 |
| Coefficiente di scala per t < 1h | $N_{t>1h}$ | 0.3640 |
| Coefficiente di scala per t > 1h | $N_{t<1h}$ | 0.5000 |
| Parametro GEV alpha | α | 0.2803 |
| Parametro GEV kappa | κ | - 0.0169 |
| Parametro GEV epsilon | ε | 0.8331 |

Tabella 3 - Parametri caratteristici della LSPP

Per i bacini naturali con tempo di corrivazione inferiore all'ora, si assume di sviluppare i calcoli con il valore del coefficiente di scala riferito ad una durata dell'evento inferiore all'ora ($N_{t<1h}$), evitando di applicare coefficienti di riduzione all'area che possono risultare distorsivi.

Nel presente caso di studio, sono stati simulati eventi pluviometrici con tempo di ritorno di 50, 100 e 200 anni al fine di interpretare la risposta del bacino in caso di portate sia ordinarie che eccezionali.

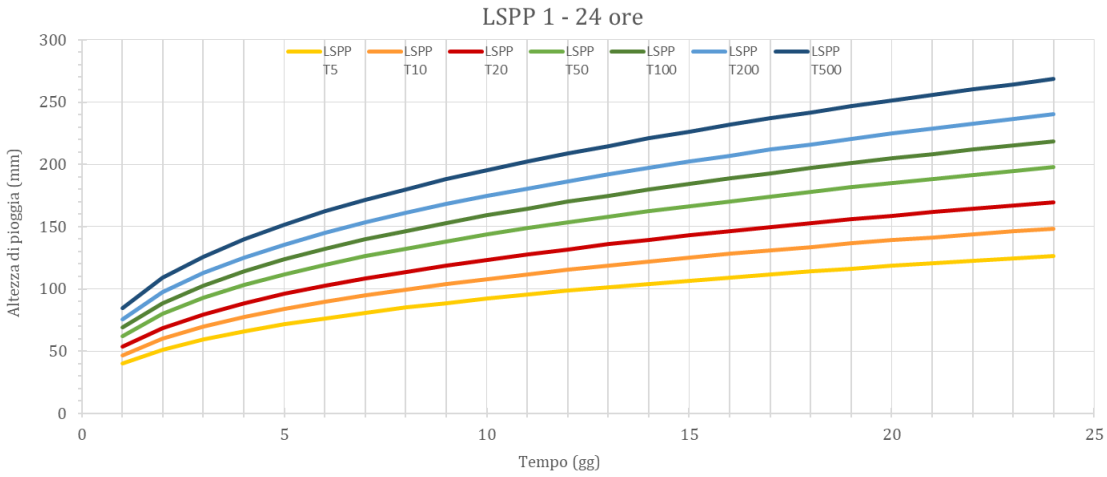



Grafico 5 - LSPP con tempo di ritorno 5, 10, 20, 50, 100, 200 e 500 anni per il bacino oggetto di intervento

## Modalità di calcolo delle piogge critiche

Le piogge critiche del bacino, quelle cioè in grado di generare la portata massima alla sezione di chiusura per una specifica combinazione di tempo di corrivazione e tempo di ritorno, sono state stimate scegliendo fra i diversi ietogrammi quello che, secondo le stime in output di una simulazione basata sull'approccio afflussi-deflussi, genera il picco massimo di portata simulata alla sezione di chiusura imposta dal progetto.

### Tempo di corrivazione

Il calcolo dei tempi di corrivazione ($t_c$) in bacini oltremodo piccoli si presta a grandi incertezze che giustificano la presenza di una grande varietà di formule, per lo più empiriche e di valore strettamente locale. Nel presente studio, il $t_c$ del bacino idrografico naturale a monte della sezione di chiusura di riferimento è stato valutato applicando diverse formule empiriche, scegliendo, anche sulla base delle evidenze emerse durante i sopralluoghi effettuati e delle criticità idrauliche constatate, il valore più realistico. Le principali formule adottate sono le seguenti:

- formula di Kirpick, con esito del tempo di corrivazione pari a 5.50 minuti, ossia 0.09 ore

$$t_c = \frac{0{,}95 \cdot L^{1{,}155}}{(Q_{max} - Q_{min})^{0{,}385}}$$

- formula di Pasini, con esito del tempo di corrivazione pari a 11.39 minuti, ossia 0.19 ore

$$t_c = \frac{0{,}108 \cdot (A \cdot L)^{\frac{1}{3}}}{\sqrt{i_a}}$$

- formula di Viparelli, con esito del tempo di corrivazione pari a 10.67 minuti, ossia 0.18 ore

$$t_c = \frac{\frac{D_{max} \cdot 1000}{60 \cdot V_v}}{60}$$

- formula di Kirpick Watt Chow Pezzoli, con esito del tempo di corrivazione pari a 9.72 minuti, ossia 0.16 ore.

$$t_c = \frac{0{,}02221 \cdot \left(\frac{L \cdot 1000}{\sqrt{i_a}}\right)^{0{,}8}}{60}$$

Altre formule presenti in letteratura hanno dato come esito tempi di corrivazione molto differenti, sia fra loro sia rispetto a quelli sopra riportati e per questo motivo non sono state prese in considerazione in quanto ritenute non compatibili con le presenti condizioni di bacino.

Valutati gli ampi margini di errore delle formule empiriche e sulla base delle considerazioni sito-specifiche emerse durante i sopralluoghi, si è ritenuto opportuno assumere un tempo di corrivazione $T_c$ = 10 minuti = 0.17 ore, valore cautelativo in linea con la media delle formule sopra esposte.

## Ietogrammi sintetici

Nella elaborazione della pioggia di progetto si è ritenuto opportuno ipotizzare un evento di durata pari al tempo di corrivazione con metodo di distribuzione della precipitazione costruito sulla base del modello proposto da Keifer e Chu (1957). Il metodo prevede che, a fronte del rispetto del valore di cumulata lorda dello ietogramma per la durata considerata, sia ipotizzato un picco di pioggia particolarmente intenso collocato in posizione intermedia allo ietogramma stesso; nel caso in esame, il picco è stato posto a ¾ della durata dell'evento stesso, posizione temporale che, sulla scorta di numerose ricerche idrologiche, è ritenuta quella statisticamente più ricorrente. Ogni ietogramma elaborato si ritiene uniformemente distribuito nello spazio per l'intero bacino.

Seguono gli ietogrammi elaborati per gli eventi pluviometrici riferiti ai tempi di ritorno considerati.

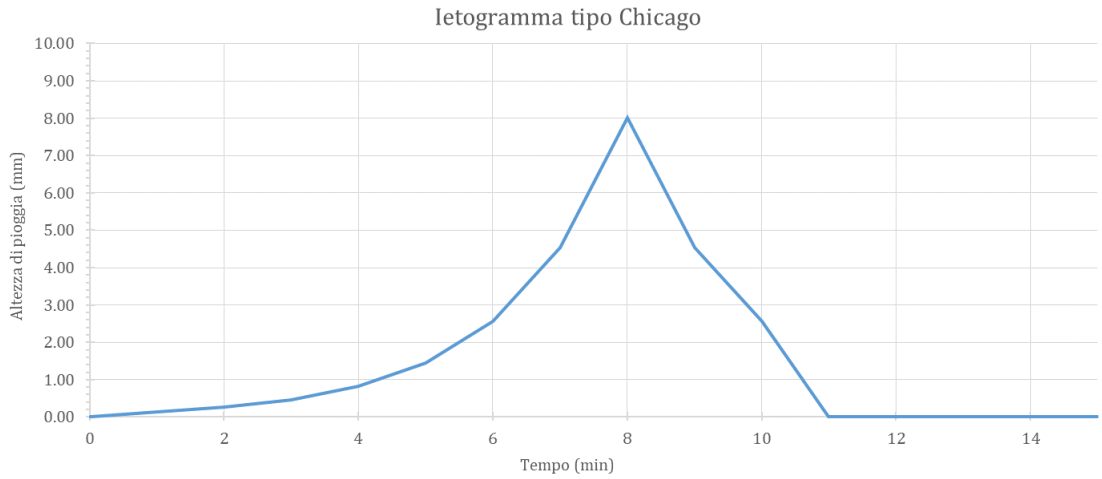



Grafico 6 - Ietogramma di simulazione per il bacino di intervento con T50

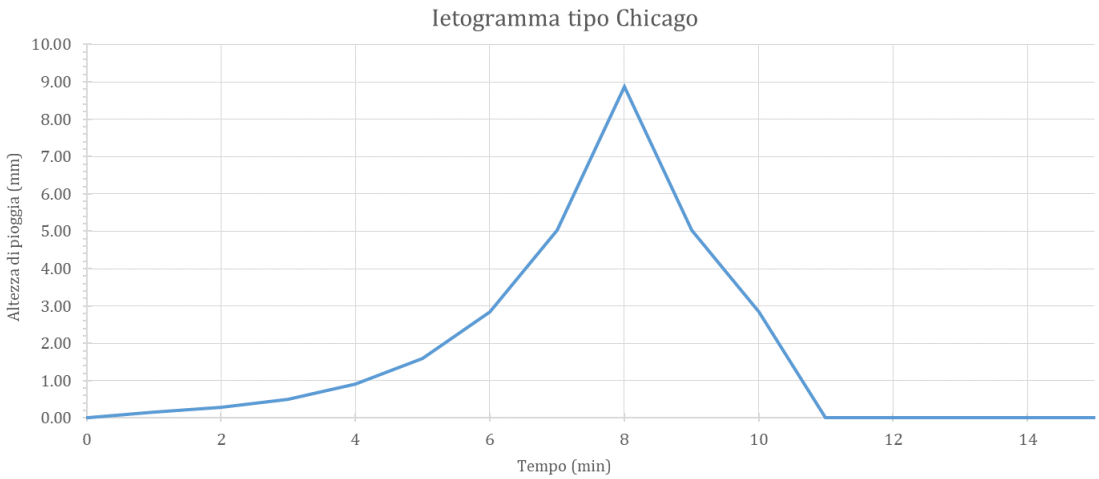



Grafico 7 - Ietogramma di simulazione per il bacino di intervento con T100

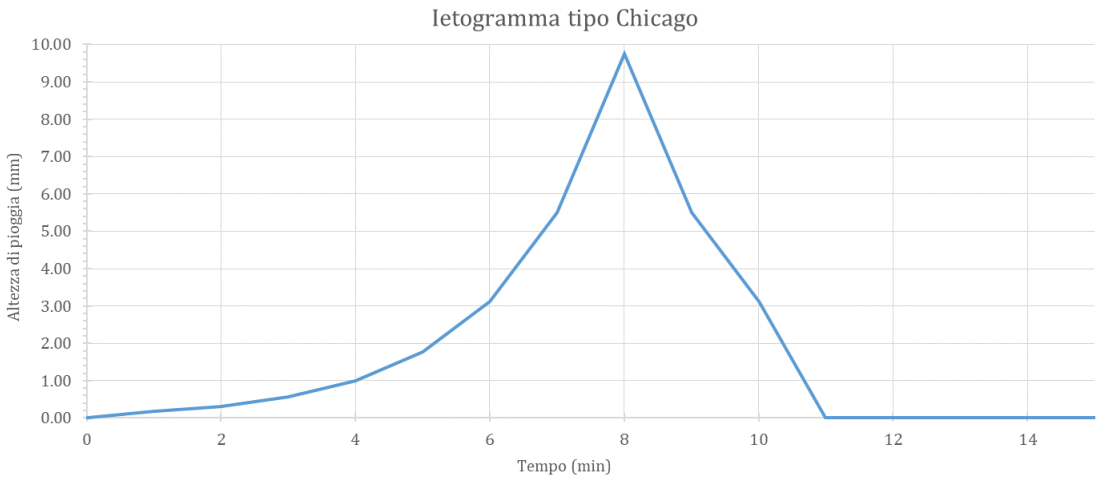



Grafico 8 - Ietogramma di simulazione per il bacino di intervento con T200

## Trasformazione afflussi-deflussi

I calcoli idrologici sono stati eseguiti in applicazione del modello afflussi-deflussi secondo il metodo proposto dal "Soil Conservation Service", integrato nel codice di calcolo HEC-HMS (versione 4.11).

Data la limitata estensione, il bacino sotteso è stato considerato nella sua interezza, senza cioè discretizzare eventuali sottobacini e senza introdurre, come precedentemente esplicitato, alcun fattore di riduzione all'area (ARF).

La stima del volume di pioggia perso per intercettazione da parte della vegetazione, per accumulo nelle depressioni superficiali e per imbibimento iniziale del suolo è funzionale alla stima della pioggia efficace, e viene calcolato con la seguente formulazione:

$$I_a = c \cdot S \qquad S = 25{,}4 \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 10\right)$$

Dove:

- $I_a$ = initial abstraction (mm)
- c = coefficiente compreso tra 0,1 e 0,3 che nel presente lavoro è stato assunto pari a 0,2
- S = volume specifico di saturazione potenziale (mm)

Il valore di CN è stato determinato da una media ponderata sull'area dei coefficienti SCS associati alla tipologia di uso suolo prevalente, alla geolitologia e alle caratteristiche idrologiche; condizioni verificate da remoto con immagini satellitari fornite da Google Heart e/o con la cartografia DUSAF7, opportunamente confrontata con la documentazione pianificatoria ufficiale (PGT, PIF, altri). A favore di sicurezza, il valore ottenuto, ossia il CN (II), è stato convertito in CN (III) attraverso la seguente formula:

$$CN(III) = \frac{CN(II)}{0{,}43 + 0{,}0057 \cdot CN(II)}$$

Tale correzione è ampiamente giustificata dagli aspetti climatici richiamati in precedenza in quanto l'elevata piovosità tipica dell'area suggerisce come estremamente probabile che un evento intenso si possa manifestare in condizioni di elevata umidità antecedente l'evento, normalmente indicata come AMCIII (Antecedent Moisture Content). Il CN(III) medio stimato per il bacino in studio risulta pari a 67.50.

Il Lag time, cioè il tempo che intercorre tra il picco dello ietogramma e quello dell'idrogramma e che è determinante per stimare la risposta idrologica del bacino idrografico, è stato stimato moltiplicando il tempo di corrivazione per un coefficiente che la letteratura assume pari a 0,60.

La pioggia efficace, cioè quella parte di precipitazione che al netto delle perdite per intercettazione ed infiltrazione negli strati più profondi di suolo dà origine ai deflussi, viene stimata sulla base della pioggia lorda, P = [mm], con la seguente formula poi integrata con le precedenti formulazioni:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} = \frac{(P - 0{,}2 \cdot S)^2}{P + 0{,}8 \cdot S}$$

## Portate critiche stimate

In esito alle simulazioni eseguite con la metodologia sopradescritta, si sono ottenute, per ciascun tempo di ritorno considerato, i seguenti picchi di portata di ciascuno dei quali si riporta il relativo ietogramma/idrogramma, precisando sin da ora che si riferiscono alle sole acque generate dal bacino idrografico non integranti eventuali portate di base e apporti terzi dagli sfioratori di piena della rete fognaria.

| Dato | T50 | T100 | T200 |
|---|---|---|---|
| Portata critica ($m^3 s^{-1}$) | 1.736 | 1.922 | 2.110 |
| Contributo unitario ($l s^{-1} ha^{-1}$) | 84.82 | 93.91 | 103.09 |

Tabella 4 - Portate critiche simulate per il bacino d'intervento in funzione del tempo di ritorno

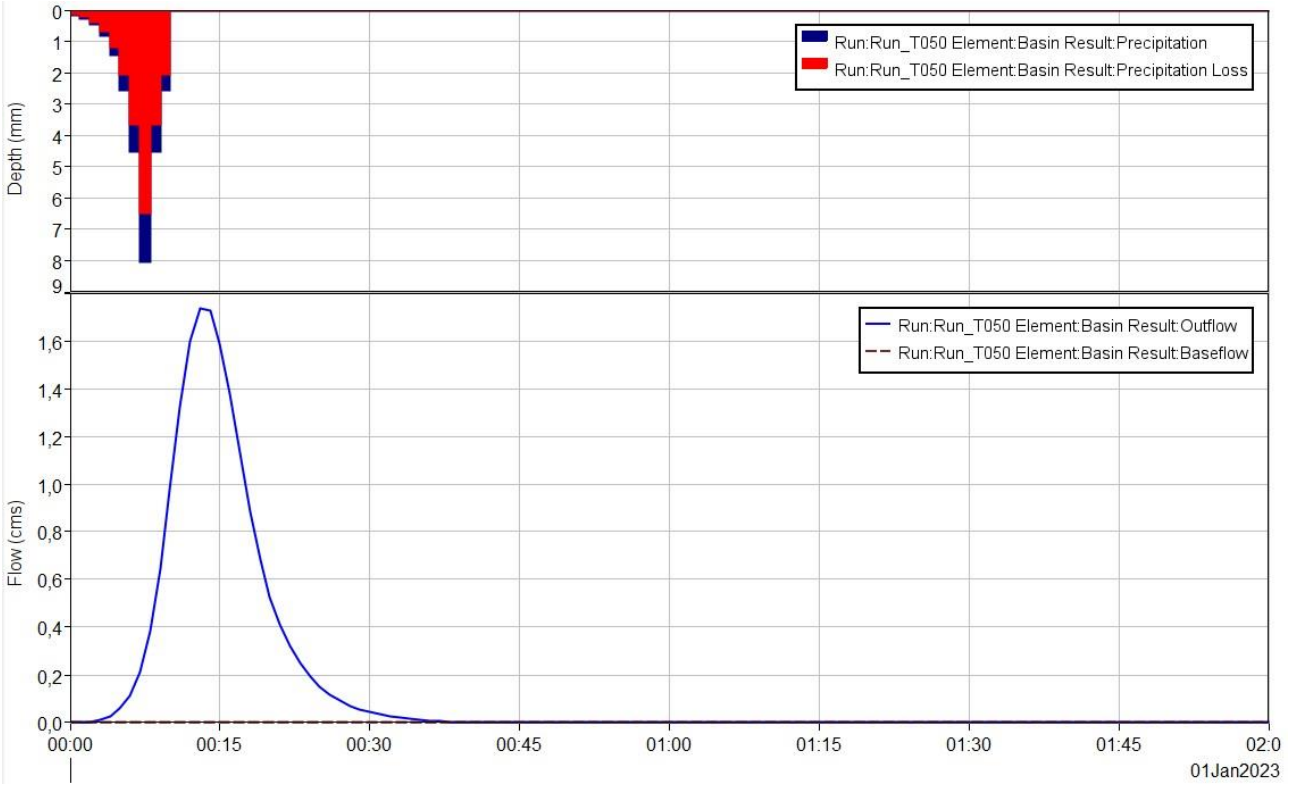



Grafico 9 - Ietogramma lordo e netto, deflusso del bacino per T50

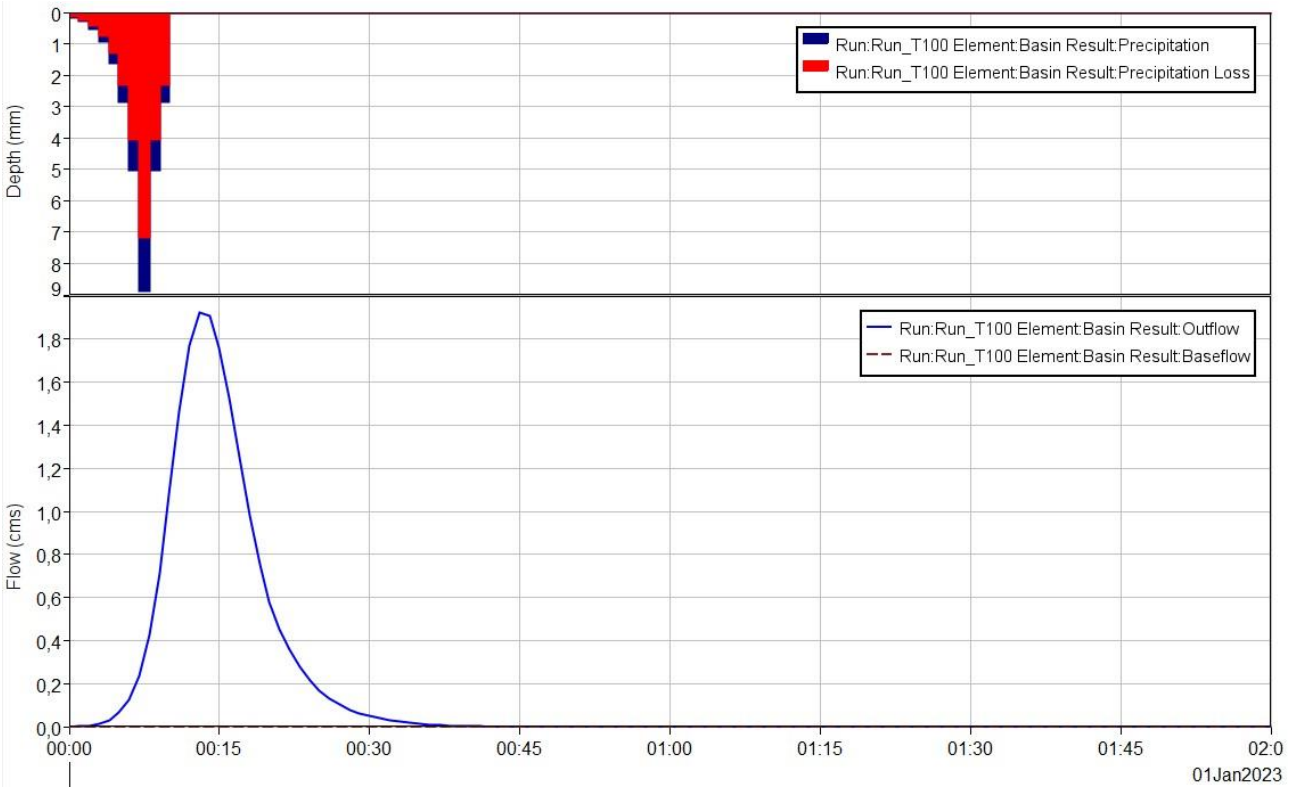



Grafico 10 - Ietogramma lordo e netto, deflusso del bacino per T100

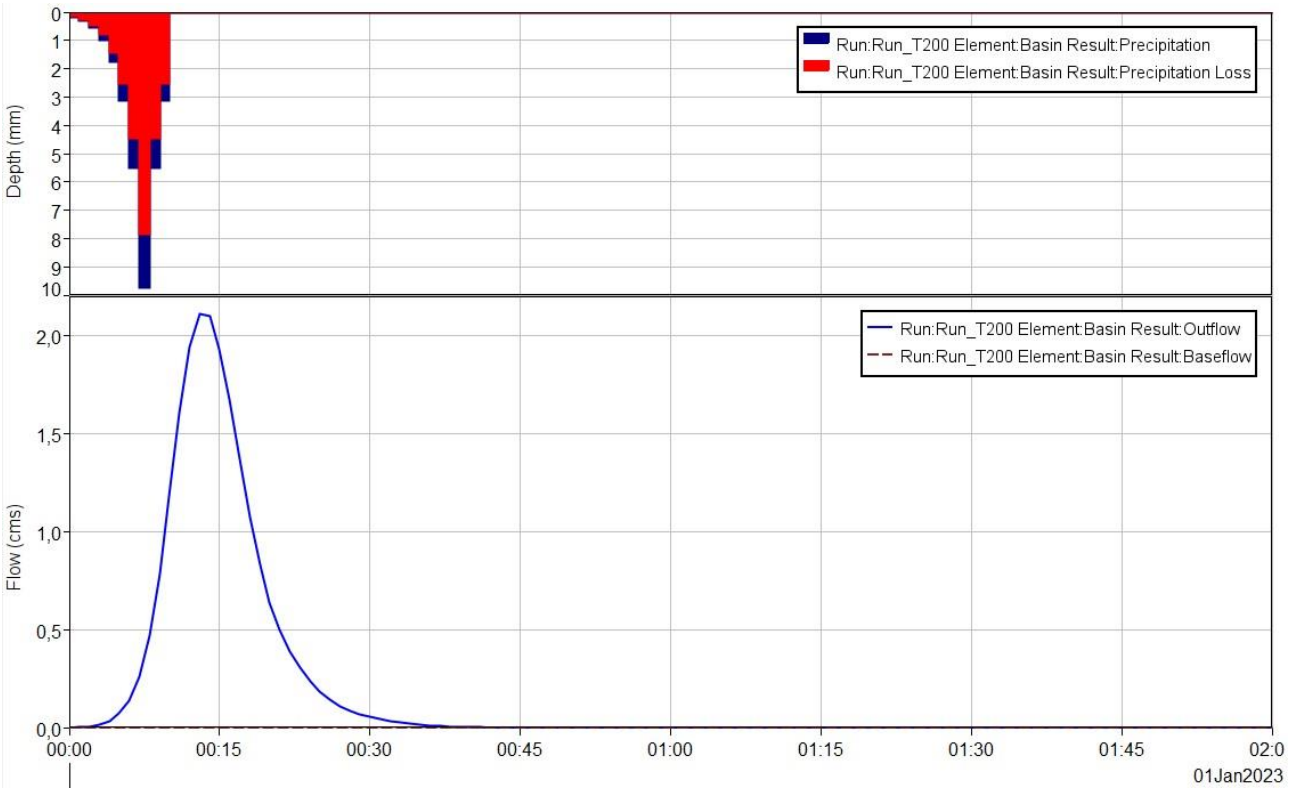



Grafico 11 - Ietogramma lordo e netto, deflusso del bacino per T200

# VINCOLI

A fini progettuali si riportano i vincoli gravanti sull'area di studio. Per una precisa perimetrazione e interazione dei vincoli con le aree di intervento si rimanda alle tavole allegate.

| Vincolo | Fonte | Specifica | - |
|---|---|---|---|
| Vincolo forestale | LR 31 del 2008 | | Sì |
| Vincolo paesaggistico | D.Lgs. 42 del 2004 | Art. 142, comma 1, lettera a) - 300 m costa | No |
| | | Art. 142, comma 1, lettera b) - 300 m laghi | No |
| | | Art. 142, comma 1, lettera c) - 150 m fiumi | No |
| | | Art. 142, comma 1, lettera d) - quota > 1200/1600 m s.l.m. | No |
| | | Art. 142, comma 1, lettera e) - ghiacciai e circhi glaciali | No |
| | | Art. 142, comma 1, lettera f) - parchi e riserve nazionali e regionali | No |
| | | Art. 142, comma 1, lettera g) - boschi | Sì |
| | | Art. 142, comma 1, lettera h) - università o usi civici | No |
| | | Art. 142, comma 1, lettera i) - zone umide | No |
| | | Art. 142, comma 1, lettera l) - vulcani | No |
| | | Bellezze d'insieme | No |
| Vincolo idrogeologico | RD 3267 del 1923 | Art. 1 | No |
| Vincolo per altri scopi | RD 3267 del 1923 | Art. 17 | No |
| Piano di assetto idrogeologico (PAI) | Deliberazione del Comitato Istituzionale n° 18 del 26 aprile 2001 e s.m.i. | Fasce fluviali | No |
| | | Aree dissestate | Sì |
| Aree protette | LR 86 del 1983 | Parchi e riserve nazionali | No |
| | | Parchi e riserve regionali | No |
| | | PLIS | No |
| | | SIC | No |
| | | ZPS | No |
| Piano territoriale di coordinamento provinciale (PTCP) | | Core areas principale | No |
| | | Core areas secondaria | No |
| | | Corridoio ecologico e fascia di completamento | No |
| | | Fascia tampone | Sì |
| | | Varchi | No |
| Reticolo idrico | DGR 7/7868 del 2020 e s.m.i. | | Sì |

Tabella 5 - Elenco dei vincoli

# PROGETTO

La progettazione è focalizzata sulla sistemazione idraulico-forestale della Roggia Zinesco con l'obiettivo di arrestare i fenomeni dissestivi d'alveo e di versante al fine di contrastare la perdita di suolo, salvaguardare la copertura forestale, mitigare il rischio idrogeologico dell'ambito urbano di valle.

Per una maggiore chiarezza ed efficienza di lavoro, l'area di intervento è stata suddivisa nei seguenti dettagli di intervento ai quali fanno riferimento tutti gli elaborati:

- DET.01 - Da Via Ronco al manufatto in dx idr.
- DET.02 - Dal manufatto in dx idr. all'inizio della frana
- DET.03 - Area frana
- DET.04 - Dalla fine della frana alle proprietà recintate in dx idr.
- DET.05 - Dalle proprietà recintate in dx idr. al ponte di Via Vallonaccio
- DET.06 - Dal ponte di Via Vallonaccio al campo recintato in sx idr.

Le operazioni di carattere areale o previste in zone marginali dell'area di intervento sono state raggruppate sotto la dicitura "Interventi areali".

## Codifica delle opere

Le principali opere previste sono associate ad un codice di identificazione univoco al quale fanno riferimento la presente relazione, le tavole allegate e il computo economico, e attraverso il quale è possibile capire il tipo di opera, quale dettaglio riguarda, la sua posizione. Il codice di identificazione è così composto:

- due lettere, in abbreviazione del tipo di opera
  - BG briglia in gabbioni
  - GA gabbionata
  - GR gradonata
  - PD palificata doppia
  - PZ palizzata
  - SG soglia in gabbioni
- due cifre, corrispondenti al numero progressivo dello stesso tipo di opera. Se queste due cifre sono due zeri (.00), significa che la posizione precisa dell'opera sarà definita in fase esecutiva in funzione dello sviluppo del cantiere, su indicazione della DL.

## Descrizione interventi

### Interventi areali

Il progetto prevede:

- intervento selvicolturale di diradamento in una fascia media di 60m in asse d'alveo atto all'asportazione della necromassa, dei soggetti schiantati o in evidenti condizioni di instabilità e/o pericolosità per le operazioni di cantiere, all'eliminazione di soggetti malati, malformati, indesiderati (specie alloctone invasive). Il materiale legnoso dovrà essere accatastato in loco, in zone dove non possa recare alcuna interferenza con il deflusso delle acque e la sicurezza delle successive operazioni, nonché secondo le indicazioni della DL
- messa in quota a conclusione del cantiere del piano strada di Via Ronco per il solo tratto eventualmente danneggiato dal transito dei mezzi d'opera.

## Dettaglio 01

Il progetto prevede:

- accesso all'alveo dal lato di valle di Via Ronco con provenienza dei mezzi dall'incrocio con Via Vigana tramite rampa in terra temporanea realizzata, a debita distanza, in prossimità del palo della rete telefonica (targhetta di identificazione B-007-546-361)
- realizzazione di pista forestale temporanea da Via Ronco al fondo alveo, sino al primo manufatto in destra idrografica (scolmatore)
- ripristino, a ultimazione delle opere, della superficie occupata dalla pista forestale tramite movimenti terra per la regolarizzazione del piano campagna e semina di specie erbacee adatte al sito
- stabilizzazione scarpata stradale di valle lungo Via Ronco con gabbionata a due corsi da realizzarsi
    - GA.03 _ in corrispondenza del punto di accesso temporaneo all'alveo con pista forestale di cantiere
    - GA.04 _ 50m circa prima della GA.03, ossia 35m circa dopo l'ultima abitazione

## Dettaglio 02

Il progetto prevede:

- risagomatura della sezione d'alveo in prossimità di eccessive divagazioni del talweg e/o di restringimenti locali della sezione idraulica causati da accumuli di detrito avente origine da franamenti spondali
- stabilizzazione delle sponde oggetti di rimaneggiamento con palificate doppie spondali
    - PD.01 _ in destra idrografica, a valle del primo manufatto di monte
    - PD.02 _ in sinistra idrografica, di fronte alla PD.01
- regolarizzazione morfologica del versante in destra idrografica, con escavatore tipo "ragno", prestando particolare attenzione al canale di erosione presente pochi metri a valle del primo manufatto di monte ed oggetto di successiva stabilizzazione con una serie di palizzate (PZ.01) a creazione di un profilo a gradoni
- rivestimento con georete antierosiva in fibra di juta e idrosemina delle superfici oggetto di movimento terra.

## Dettaglio 03

Il progetto prevede:

- scavo per riportare in luce il tratto terminale della tubazione proveniente dallo sfioratore di Via Leonardo da Vinci sino a circa 20m dal ciglio attuale di versante
- demolizione del manufatto in alveo e dalla porzione terminale di tubazione fognaria in oggetto, con trasporto delle macerie a discarica autorizzata
- scoronamento e regolarizzazione del corpo frana e della sezione d'alveo prossima alla stessa con escavatore tipo "ragno" con preparazione dei piani di posa delle successive opere. Lavorazione atta anche ad evitare la caduta/cedimento di materiale dall'alto in grado di compromettere la sicurezza delle operazioni in alveo: sistemazione del materiale escavato nel rispetto dell'angolo di natural declivio (< 35°)
- smantellamento dei gabbioni residuali presenti in destra idrografica e non più funzionali
- gabbioni armati ed impilati a formare due colonne su di una base di collegamento dalla duplice funzione
    - drenaggio del materiale di successivo riempimento del corpo frana
    - sostegno alla tubazione di nuovo posizionamento
- tubi di drenaggio alla base del corpo frana per l'allontanamento delle acque sub-superficiali verso l'alveo

- cameretta prefabbricata in c.a. dotata di sistema di grigliatura delle acque in acciaio inox come da particolare costruttivo, posizionata a 20m circa dall'attuale ciglio di versante, in linea alla tubazione in arrivo dallo sfioratore
- nuova tubazione spiralata in polietilene con rinforzi in acciaio, diametro utile 400mm, per il collettamento delle acque in arrivo dallo sfioratore e recapito verso l'alveo (previo passaggio da cameretta di grigliatura), interrata rispetto al piano campagna di almeno 50cm ed ancorata, nel tratto inclinato parallelo al versante, tramite sostegni per condotti ammorsati in blocchi di cemento sommitali alle due colonne in gabbioni
- stabilizzazione del fondo alveo nel settore di recapito delle acque sfiorate tramite
    - briglia in gabbioni (BG.01) a valle del nuovo scarico
    - soglia in gabbioni (SG.01) a monte del nuovo scarico
    - platea in massi a secco tra BG.01 e SG.01
    - platea in materassi metallici a monte di SG.01
- consolidamento spondale e di versante con gabbionata a due corsi in destra idrografica (GA.01) e in sinistra idrografica (GA.02). Sul retro del paramento di monte della GA.01 è prevista la realizzazione di una trincea drenante le acque sub-superficiali di versante con recapito in alveo
- ripristino morfologico del versante in destra idrografica attraverso riempimento con terra di coltivo vagliata e fornita in cantiere da eseguire per strati costipati non superiori a 50cm a ricostruzione del profilo morfologico originale in continuità con i settori di monte e di valle non alterati
- stabilizzazione superficiale antierosione con alternanza tra gradonate (GR.01) e palizzate (PZ.02) realizzate lungo le curve di livello a una distanza di 2.50m in asse al versante da eseguire
    - in destra idrografica, sul versante ricostituito
    - in sinistra idrografica, a stabilizzazione dei fenomeni erosivi in atto
- staccionata di protezione del ciglio di versante in destra idrografica a delimitazione del pianoro
- rivestimento con georete antierosiva in fibra di juta e idrosemina delle superfici oggetto di movimento terra
- ripristino della superficie a prato eventualmente danneggiata dal transito dei mezzi d'opera provenienti da Via Leonardo da Vinci.

Il riempimento del corpo frana è finalizzato:

- al recupero degli aspetti paesaggistici originari dell'area oggi profondamente danneggiati dal dissesto in corso
- a scongiurare un ulteriore arretramento del ciglio di erosione del versante con perdita di superficie agraria a discapito delle proprietà attigue
- a tutelare la sicurezza idraulica di valle evitando la movimentazione di importanti volumi di sedimento in grado creare ostruzioni o riduzioni delle sezioni soprattutto in prossimità di ponti, tombotti, zone pianeggianti soggette a deposizione.

Le operazioni in oggetto devono essere eseguite per gradi: il fondo di posa dei gabbioni colonnari deve essere ben stabilizzato con ciottolame recuperato in loco e questi ultimi devono essere realizzati per sovrapposizione man mano che il riempimento con inerte terroso viene attentamente costipato con particolare attenzione in prossimità delle opere stesse.

Ai fini di una migliore stabilità complessiva nel lungo periodo, per i gabbioni colonnari è prevista un'armatura esterna in maglia di rete in acciaio elettrosaldato, ancorata in aderenza a formare un esoscheletro in contrasto alle possibili spinte di taglio derivanti da assestamenti del materiale riportato sul versante; è previsto anche un rivestimento ultimo con biorete in cocco per mantenere una più duratura efficacia in termini di drenaggio delle acque di percolazione con recapito verso il fondo alveo.

## Dettaglio 04

Il progetto prevede:

- correzione della pendenza di fondo nel settore d'asta in scavo tramite realizzazione di una serie di 10 briglie in gabbioni (in aggiunta alla BG.01) con corpo di altezza pari a 1m, poste a una distanza media di 20m. Tali opere hanno lo scopo di portare il profilo longitudinale d'alveo in oggetto alla pendenza di progetto fissata al 3.00% in quanto il fondo alveo è costituito da sedimenti molto fini, facilmente erodibili, ed è necessario stabilizzare al piede i versanti per evitare l'innesco di ulteriori fenomeni franosi. A supporto di tale scelta, valgono le seguenti considerazioni
  - le dinamiche di erosione superficiale sono ad oggi molto attive con importanti volumi di suolo movimentati che andranno a colmare in breve tempo il salto morfologico a monte delle briglie previste
  - circa 150m a valle del tratto in sistemazione l'alveo della roggia è confinato entro un canale in cemento con tombotti di attraversamento stradale dove le dinamiche prevalenti riguardano il solo trasporto
- rivestimento con georete antierosiva in fibra di juta e idrosemina delle superfici oggetto di movimento terra.

## Dettaglio 05

Il progetto prevede:

- ripristino morfologico del talweg in occasione di localizzati fenomeni di divagamento con erosioni spondali
- ripristino funzionale e/o strutturale delle opere presenti in alveo
- opere a basso impatto realizzate con tecniche di ingegneria naturalistica per il contrasto a fenomeni localizzati di erosione in alveo e/o su versante.

## Dettaglio 06

Il progetto prevede:

- ripristino morfologico del talweg in occasione di localizzati fenomeni di divagamento con erosioni spondali
- ripristino funzionale e/o strutturale delle opere presenti in alveo
- opere a basso impatto realizzate con tecniche di ingegneria naturalistica per il contrasto a fenomeni localizzati di erosione in alveo e/o su versante.

# Dimensionamento idraulico

Il dimensionamento idraulico delle briglie è stato condotto sulla base della sola portata liquida in considerazione del fatto che il detrito dovrà essere trattenuto a monte dalle opere progettate, quindi escludendo la presenza periodica di trasporti di massa (mudflow).

Tutte le briglie presentano gàveta con sezione rettangolare e sono state dimensionate cercando di contenere il più possibile il valore della larghezza rispetto all'attuale sezione trasversale dell'alveo, al fine di limitare il rischio d'innesco di erosioni spondali laterali al paramento di valle. Allo stesso modo, nei tratti a sezione più stretta è prevista una risezionatura dell'alveo nell'entità che compendi le esigenze di non addivenire ad altezze eccessive della gàveta e, contestualmente, non determinare eccessivi incrementi di pendenza delle spalle morfologiche portandole troppo oltre un limite prossimo all'angolo di natural declivio.

Il dimensionamento idraulico della gàveta è stato fatto sulla scorta della seguente formula, basata sul principio di Bernoulli, che fissa l'altezza (H) in funzione della portata (Q) e della larghezza dello stramazzo (L):

$$H = 0{,}7 \cdot q^{\frac{2}{3}}$$

Le gàvete sono state dimensionate fissando H = 1m e calcolando la larghezza necessaria a contenere la portata, precedentemente simulata, generata da un evento T200 in corrispondenza della sezione di chiusura sopra determinata. Pertanto, la larghezza minima necessaria risulta pari a circa 1.24m: volendo tuttavia mantenere un coerente franco di sicurezza e valutata la piena compatibilità con l'attuale morfologia della sezione d'alveo prominente nel tratto in oggetto si è deciso di fissare la larghezza a 2m, risultando anche di più facile realizzazione e controllo.

## Specie vegetali di impiego

### Alberi e arbusti

Il progetto esecutivo prevede la messa a dimora di specie arboree e arbustive per la realizzazione delle gradonate. Queste dovranno appartenere alle specie caratteristiche del tipo forestale dominante (Castagneto delle cerchie moreniche occidentali) ossia: *Castanea sativa, Pinus sylvestris, Quercus robur, Acer camprestre, Acer pseudoplatanus, Ulmus minor, Prunus avium*.

### Semenza per inerbimenti

Il miscuglio di sementi da adottare per l'inerbimento di tutte le superfici oggetto di movimento terra dovrà essere composto da:

- specie appartenenti ad almeno 4 differenti famiglie tra quelle sotto riportate
- almeno 8 specie tra quelle elencate nella seguente tabella
- ogni specie scelta deve rappresentare almeno il 5% del miscuglio.

| Famiglia | Specie | ID |
|---|---|---|
| Apiaceae | *Anthriscus sylvestris* | 1 |
| Apiaceae | *Carum carvi* | 2 |
| Apiaceae | *Dacus carota* | 3 |
| Asteraceae | *Achillea millefolium* | 4 |
| Asteraceae | *Anthemis arvensis* | 5 |
| Asteraceae | *Buphthalmum salicifolium* | 6 |
| Asteraceae | *Centaurea jacea* | 7 |
| Asteraceae | *Centaurea nigrescens* | 8 |
| Asteraceae | *Centaurium erythraea* | 9 |
| Asteraceae | *Cichorium intybus* | 10 |
| Asteraceae | *Hypochaeris radicata* | 11 |
| Asteraceae | *Leucanthemum vulgare* | 12 |
| Campanulaceae | *Campanula glomerata* | 13 |
| Caprifoliaceae | *Scabiosa triandra* | 14 |
| Caryophyllaceae | *Lychnis flos-cuculi* | 15 |
| Fabaceae | *Anthyllis vulneraria* | 16 |
| Fabaceae | *Coronilla varia* | 17 |
| Fabaceae | *Genista tinctoria* | 18 |
| Fabaceae | *Lathyrus pratensis* | 19 |
| Fabaceae | *Lotus corniculatus* | 20 |
| Fabaceae | *Medicago lupulina* | 21 |
| Fabaceae | *Medicago sativa* | 22 |
| Fabaceae | *Onobrychis viciifolia* | 23 |
| Fabaceae | *Securigera varia* | 24 |
| Fabaceae | *Trifolium pratense* | 25 |
| Fabaceae | *Trifolium repens* | 26 |
| Fabaceae | *Trifolium rubens* | 27 |
| Fabaceae | *Vicia cracca* | 28 |
| Fabaceae | *Vicia sativa* | 29 |
| Fabaceae | *Vicia villosa* | 30 |
| Hypericaceae | *Hypericum perforatum* | 31 |
| Lamiaceae | *Betonica officinalis* | 32 |
| Lamiaceae | *Salvia pratensis* | 33 |
| Lamiaceae | *Thymus pulegioides* | 34 |
| Papaveraceae | *Papaver rhoeas* | 35 |
| Plantaginaceae | *Plantago lanceolata* | 36 |
| Poaceae | *Agrostis stolonifera* | 37 |
| Poaceae | *Agrostis alba* | 38 |
| Poaceae | *Agrostis tenuis* | 39 |
| Poaceae | *Anthoxantum odoratum* | 40 |
| Poaceae | *Arrhenatherum elatius* | 41 |
| Poaceae | *Brachypodium rupestre* | 42 |
| Poaceae | *Briza media* | 43 |
| Poaceae | *Bromus erectus* | 44 |
| Poaceae | *Bromus hordeaceus* | 45 |
| Poaceae | *Bromus sterilis* | 46 |
| Poaceae | *Dactylis glomerata* | 47 |
| Poaceae | *Deschampsia cespitosa* | 48 |
| Poaceae | *Deschampsia flexuosa* | 49 |
| Poaceae | *Festuca arundinacea* | 50 |
| Poaceae | *Festuca duriuscula* | 51 |
| Poaceae | *Festuca ovina* | 52 |
| Poaceae | *Festuca pratensis* | 53 |
| Poaceae | *Festuca tenuifolia* | 54 |
| Poaceae | *Festuca rubra* | 55 |
| Poaceae | *Holcus lanatus* | 56 |
| Poaceae | *Lolium perenne* | 57 |
| Poaceae | *Phleum pratense* | 58 |
| Poaceae | *Poa compressa* | 59 |
| Poaceae | *Poa nemoralis* | 60 |
| Poaceae | *Poa pratensis* | 61 |
| Poaceae | *Sorghum halepense* | 62 |
| Poaceae | *Trisetum flavescens* | 63 |
| Rosaceae | *Filipendula vulgaris* | 64 |
| Rosaceae | *Sanguisorba minor* | 65 |
| Rubiaceae | *Galium verum* | 66 |

# STIMA DEI VOLUMI DI MOVIMENTO TERRA

La stima dei volumi è derivata dalle voci di computo.

| Dettaglio 1 | Scavi [$m^3$] | Riporti [$m^3$] |
|---|---|---|
| Rampa accesso alveo | 0.00 | 30.00 |
| GA.03 | 9.00 | 9.00 |
| GA.04 | 9.00 | 9.00 |
| **Volumi parziali** | 18.00 | 48.00 |
| **Dettaglio 2** | **Scavi [$m^3$]** | **Riporti [$m^3$]** |
| Scoronamenti e regolarizzazione morfologica | 150.00 | 150.00 |
| PZ.01 | 15.00 | 15.00 |
| PD.01 | 90.00 | 90.00 |
| PD.02 | 90.00 | 90.00 |
| **Volumi parziali** | 345.00 | 345.00 |
| **Dettaglio 3** | **Scavi [$m^3$]** | **Riporti [$m^3$]** |
| Recupero manufatti da demolire | 100.00 | 0.00 |
| Scoronamenti e regolarizzazione morfologica | 180.00 | 180.00 |
| Smantellamento vecchi gabbioni | 20.00 | 0.00 |
| Base gabbioni colonnari | 0.00 | 20.00 |
| Cameretta fognatura | 27.00 | 6.75 |
| Nuova tubazione | 0.00 | 152.00 |
| Platea massi a secco | 64.00 | 0.00 |
| Platea materassi metallici | 36.00 | 0.00 |
| BG.01 | 7.60 | 7.60 |
| SG.01 | 3.00 | 3.00 |
| GA.01 | 30.00 | 30.00 |
| GA.02 | 19.00 | 19.00 |
| Riempimento corpo frana | 0.00 | 500.00 |
| GR.01 | 75.00 | 75.00 |
| PZ.02 | 75.00 | 75.00 |
| GR.02 | 45.00 | 45.00 |
| PZ.03 | 45.00 | 45.00 |
| **Volumi parziali** | 726.60 | 1 158.35 |
| **Dettaglio 4** | **Scavi [$m^3$]** | **Riporti [$m^3$]** |
| BG.02 / BG.11 | 76.00 | 76.00 |
| **Volumi parziali** | 76.00 | 76.00 |
| **Dettaglio 5** | **Scavi [$m^3$]** | **Riporti [$m^3$]** |
| PZ.00 | 25.00 | 25.00 |
| **Volumi parziali** | 25.00 | 25.00 |
| **Dettaglio 6** | **Scavi [$m^3$]** | **Riporti [$m^3$]** |
| PZ.00 | 12.50 | 12.50 |
| **Volumi parziali** | 20.00 | 12.50 |
| **VOLUMI TOTALI STIMATI [$m^3$]** | **1 210.60** | **1 664.85** |
| **VOLUMI DA GESTIRE IN AMBITO DI CANTIERE [$m^3$]** | **-454.25** | |

## Note di gestione in ambito di cantiere

Come mostrato nella tabella di calcolo sopra riportata, è necessaria una fornitura di circa 450 $m^3$ di terra di coltivo, per la rampa di accesso e per il riempimento del corpo frana.

# FATTIBILITÀ AMBIENTALE E ASPETTI PAESAGGISTICI

L'intervento è finalizzato al miglioramento del bosco ai fini della mitigazione del rischio idrogeologico e al contrasto di fenomeni franosi ed erosivi in ambito spondale e di versante attraverso opere realizzate in via prevalente con tecniche di ingegneria naturalistica. Tutte le opere sono pertanto localizzate in un contesto prevalentemente boschivo e torrentizio, con classe di sensibilità paesistica in generale elevata.

## Mitigazioni e compensazioni

La tipologia di opere previste tuttavia si ritiene possa non avere un impatto negativo ma al contrario esternalità positive in termini paesaggistici ed ecologici. Il progetto prevede la realizzazione di opere a basso impatto ambientale, con materiali analoghi a quelli presenti in loco, e di entità tale da non alterare coni visuali o viste panoramiche di particolare pregio. I dimensionamenti contenuti delle opere di regimazione mirano a minimizzare anche gli impatti naturali nei riguardi della continuità biologica. Il materiale vegetale impiegato negli interventi dovrà essere costituito da specie autoctone in grado di ostacolare, anche grazie al sesto d'impianto adottato, l'inserimento incontrollato di specie invasive dannose per l'habitat tipico della stazione.

Le opere di tipo fognario sono interrate e, pertanto, non visibili; una miglioria rispetto alla condizione attuale è il sistema di grigliatura previsto che ha come obiettivo il trattenimento del materiale non organico eventualmente fluitato dalle acque sfiorate prima del recapito in alveo.

Non è prevista alcuna perdita di suolo per effetto di una sua impermeabilizzazione.

## PIANO DI OCCUPAZIONE

Il quadro dei mappali interessate dall'intervento è stato generato sulla base della cartografia catastale dell'Agenzia delle Entrate e fanno riferimento sia alle superfici prossime all'asta, sia a tutti i versanti corrispondenti; si riportano di seguito i numeri di mappale interessati localizzati in nelle tavole allegate.

- 959
- 962
- 963
- 964
- 965
- 966
- 970
- 971
- 973
- 975
- 1003
- 1013
- 1015
- 1018
- 1019
- 1064
- 1094
- 1524
- 1746
- 1747
- 2176
- 2296
- 2298
- 2299
- 2571
- 2572
- 2573
- 2574
- 2575
- 2576
- 2577
- 2578
- 2630
- 2631
- 2632
- 2773
- 2803
- 2834
- 4083
- 4308
- 4309
- 4315

## PIANO DI MANUTENZIONE

Alcune opere sono state progettate con tecniche di ingegneria naturalistica. In genere tali opere, diversamente per esempio da quelle in calcestruzzo, tendono a migliorare le loro caratteristiche di funzionalità con il tempo per effetto della progressiva radicazione della componente vegetale. In generale pertanto il piano di manutenzione prevede verifiche alle opere realizzate soprattutto nel primo periodo. Vanno tuttavia esplicitate le seguenti considerazioni:

- le opere in legno sono comunque destinate al degrado in un arco temporale variabile (10-20 anni) a seconda delle condizioni in sito e delle dimensioni del legname impiegato. A quella data la vegetazione se non compromessa per altre cause, dovrebbe aver comunque sostituito nella funzione statico-drenante il manufatto in legno
- le opere in pietrame sono teoricamente di durata illimitata. Tuttavia, l'integrazione del materiale naturale con elementi quali reti, graffe ed altro, limita l'efficienza dell'opera alla durata di tali materiali. Essi sono realizzati con leghe solitamente piuttosto durevoli (almeno superiori ai 50 anni) ma l'azione di spinte o urti possono ridurne sensibilmente l'efficacia.

L'evoluzione dei fenomeni geomorfologici rende ragione della necessità di un controllo puntuale e sistematico del bacino in particolare per quanto attiene:

- le condizioni di deflusso
- le erosioni spondali
- gli apporti di materiale detritico
- le condizioni del bosco
- le condizioni statiche e degradative dei manufatti esistenti
- l'innesco di nuovi movimenti gravitativi.

Tale controllo, una volta operato direttamente dalla popolazione locale durante le quotidiane attività agro-forestali, andrebbe sistematizzato almeno due volte all'anno con compilazione di un report tecnico e relativa documentazione fotografica. Si ritiene indispensabile svolgere un'azione di controllo ad intensità decrescente con il tempo nell'arco dei primi anni di vita delle opere secondo le specifiche generali riportate nella seguente tabella; ulteriori specifiche correlate alle singole opere sono esplicitate al "Piano di manutenzione" allegato.

Il sistema di grigliatura necessita di un controllo funzionale con pulizia del materiale trattenuto almeno una volta all'anno e a seguito degli eventi pluviometrici più intensi in grado di far entrare in funzione lo sfioratore di Via Leonardo da Vinci.

## MANUALE D'USO

Non trattandosi di opere destinate ad un uso non è prevista alcun manuale d'uso.

# STIMA TEMPI DI ESECUZIONE

## Stima uomini giorno

La durata del cantiere è inevitabilmente condizionata da interruzioni al regolare svolgimento delle operazioni dovute a titolo di esempio alle dinamiche della viabilità locale, al tempo di risoluzione degli imprevisti, a condizioni meteorologiche non adatte alla prosecuzione delle lavorazioni; pertanto, è considerata una sovrastima dei giorni necessari alla risoluzione del cantiere nell'ordine del 25% rispetto alle condizioni ordinarie.

| STIMA UOMINI GIORNO | | |
|---|---|---|
| **Dati in ingresso** | | |
| Importo dell'opera da realizzare | € | 327 502.12 |
| Importo della manodopera | € | 88 130.75 |
| Numero operai componenti la squadra tipo | n° | 4 |
| Costo medio orario del lavoro di un operaio | € $h^{-1}$ | 25.00 |
| Ore di lavoro al giorno di un operaio | h | 8.00 |
| Percentuale di sovrastima degli uomini giorno per imprevisti e/o condizioni meteo-climatiche avverse | % | 25.00 |
| **Calcoli** | | |
| Incidenza della manodopera | % | 26.91 |
| Costo medio giornaliero del lavoro di un operaio | € $gg^{-1}$ | 200.00 |
| Uomini giorno necessari nel cantiere | gg | 550.82 |
| Giorni lavorativi necessari della squadra tipo | gg | 137.70 |
| **Risultati** | | |
| Giorni naturali e consecutivi di durata del cantiere | gg | 192.79 |
| Settimane di durata del cantiere, arrotondate per eccesso | set | 28.00 |
| Mesi di durata del cantiere, arrotondati per eccesso | mm | 7.00 |

La durata del cantiere è stimata pari a 196 gg naturali e consecutivi.

## Cronoprogramma

| CRONOPROGRAMMA \| Artt.18 e 30 All.I.7 D.Lgs.36/2023 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Operazione** | **M1 - S1** | | | | | | | **M1 - S2** | | | | | | | **M1 - S3** | | | | | | | **M1 - S4** | | | | | | |
| Allestimento cantiere | x | x | x | | | - | - | | | | | | - | - | | | | | | - | - | | | | | | - | - |
| Dettaglio 1 - Parte I | | | | x | x | - | - | | | | | | - | - | | | | | | - | - | | | | | | - | - |
| Intervento selvicolturale | | | | | | - | - | x | x | x | x | x | - | - | x | x | x | x | x | - | - | x | x | x | x | x | - | - |
| **Operazione** | **M2 - S5** | | | | | | | **M2 - S6** | | | | | | | **M2 - S7** | | | | | | | **M2 - S8** | | | | | | |
| Intervento selvicolturale | x | x | x | x | x | - | - | | | | | | - | - | | | | | | - | - | | | | | | - | - |
| Dettaglio 2 - Parte I | | | | | | - | - | x | x | x | x | x | - | - | x | x | x | x | x | - | - | | | | | | - | - |
| Dettaglio 4 | | | | | | - | - | | | | | | - | - | | | | | | - | - | x | x | x | x | x | - | - |
| **Operazione** | **M3 - S9** | | | | | | | **M3 - S10** | | | | | | | **M3 - S11** | | | | | | | **M3 - S12** | | | | | | |
| Dettaglio 4 | x | x | x | x | x | - | - | x | x | x | x | x | - | - | x | x | x | x | x | - | - | | | | | | - | - |
| Dettaglio 3 | | | | | | - | - | | | | | | - | - | | | | | | - | - | x | x | x | x | x | - | - |
| **Operazione** | **M4 - S13** | | | | | | | **M4 - S14** | | | | | | | **M4 - S15** | | | | | | | **M4 - S16** | | | | | | |
| Dettaglio 3 | x | x | x | x | x | - | - | x | x | x | x | x | - | - | x | x | x | x | x | - | - | x | x | x | x | x | - | - |
| **Operazione** | **M5 - S17** | | | | | | | **M5 - S18** | | | | | | | **M5 - S19** | | | | | | | **M5 - S20** | | | | | | |
| Dettaglio 3 | x | x | x | x | x | - | - | x | x | x | x | x | - | - | x | x | x | x | x | - | - | x | x | x | x | x | - | - |
| **Operazione** | **M6 - S21** | | | | | | | **M6 - S22** | | | | | | | **M6 - S23** | | | | | | | **M6 - S24** | | | | | | |
| Dettaglio 2 - Parte II | x | x | x | x | x | - | - | x | x | x | x | x | - | - | x | x | x | x | x | - | - | | | | | | - | - |
| Dettaglio 6 | | | | | | - | - | | | | | | - | - | | | | | | - | - | x | x | x | x | x | - | - |
| **Operazione** | **M7 - S25** | | | | | | | **M7 - S26** | | | | | | | **M7 - S27** | | | | | | | **M7 - S28** | | | | | | |
| Dettaglio 5 | x | x | x | x | x | - | - | x | x | | | | - | - | | | | | | - | - | | | | | | - | - |
| Dettaglio 1 - Parte II | | | | | | - | - | | | x | x | x | - | - | x | x | x | x | x | - | - | | | | | | - | - |
| Ripristino massicciata Via Ronco | | | | | | - | - | | | | | | - | - | | | | | | - | - | x | x | | | | - | - |
| Smobilizzo cantiere | | | | | | - | - | | | | | | - | - | | | | | | - | - | | | x | x | x | - | - |

# PIANO GESTIONE RIFIUTI

## Obiettivi e criteri

Ai fini del perseguimento dei princìpi dell'economia circolare, della gestione responsabile delle risorse e della sostenibilità ambientale degli interventi, sono stati adottati criteri progettuali con l'obiettivo, per quanto possibile, di minimizzare:

- la produzione di materie dal cantiere, attraverso
  - l'ottimizzazione di sterri e riporti
  - l'astensione da demolizioni non strettamente necessarie
  - il mantenimento di quanto ad oggi in buono stato
  - la conservazione dei soggetti arborei ed arbustivi mantenibili
- i quantitativi delle forniture, attraverso
  - la definizione di spessori stratigrafici sufficienti e congrui al singolo caso
  - il reimpiego diretto di manufatti e/o materiali in buono stato
  - la progettazione del verde con sesti di impianto coerenti con le dinamiche evolutive naturali autoctone
- la produzione diretta o indiretta di rifiuti, attraverso
  - la riduzione del packaging come premialità nella scelta dei fornitori e nella tipologia di trasporto
  - il reimpiego delle materie in ambito di cantiere (soprattutto in merito alle terre e rocce da scavo)
- i volumi di rifiuti destinati a discarica, attraverso
  - la definizione di un cronoprogramma delle lavorazioni compatibile con una corretta separazione e gestione dei rifiuti in ambito cantiere
  - la destinazione dei rifiuti inevitabilmente prodotti verso impianti di recupero.

La gestione delle materie e degli eventuali rifiuti dovrà essere effettuata:

- conformemente ai principi di precauzione, di prevenzione, di sostenibilità, di proporzionalità, di responsabilizzazione e di cooperazione di tutti i soggetti coinvolti nella produzione, nella distribuzione, nell'utilizzo e nel consumo di beni da cui originano i rifiuti, nonché del principio chi inquina paga
- secondo criteri di efficacia, efficienza, economicità, trasparenza, fattibilità tecnica ed economica, nonché nel rispetto delle norme vigenti in materia di partecipazione e di accesso alle informazioni ambientali
- nel rispetto della seguente gerarchia
  - prevenzione
  - preparazione per il riutilizzo
  - riciclaggio
  - recupero di altro tipo, per esempio il recupero di energia
  - smaltimento.

## Modalità di gestione dei materiali

Prima dell'inizio dei lavori è cura dell'Appaltatore documentare la volontà di gestione dei materiali, compatibilmente con la normativa vigente, secondo due modalità:

- esclusione dal regime dei rifiuti
- gestione in regime di rifiuti, con verifica delle relative quantità e tipologie.

In condivisione dei suddetti obiettivi, l'Impresa è tenuta ad adottare la tecnica della "demolizione selettiva" tesa alla selezione dei materiali prima di essere avviati agli impianti di recupero o, quando inevitabile, a discarica. In questa pratica le operazioni tradizionali sono sostituite da operazioni di smontaggio selettivo e destrutturazione, finalizzate all'ottenimento di frazioni mono-materiale adatte al trattamento negli impianti di riciclaggio, con l'obiettivo di creare delle MPS (materie prime secondarie) di alta qualità. La demolizione selettiva è organizzata in modo tale da consentire la separazione degli elementi riusabili, delle diverse frazioni costituenti il rifiuto da demolizione, nonché l'allontanamento delle sostanze estranee o inquinanti tenendo conto che, in un'ottica di riciclaggio, il materiale di demolizione acquista valore quanto più è selezionato.

I materiali reimpiegabili in cantiere devono essere depositati con le stesse cautele che si adotterebbero per i materiali nuovi, curando di porli al riparo dalle intemperie e separati dai rifiuti, di proteggerli da urti che potrebbero danneggiarli.

La responsabilità delle attività di gestione dei rifiuti, nel rispetto di quanto individuato dall'impianto normativo ambientale, è posta in capo al soggetto produttore del rifiuto stesso, cioè all'esecutore materiale dell'operazione da cui si genera il rifiuto (Appaltatore). Nel caso si presentino attribuzioni di attività in sub-appalto, il produttore viene identificato nel soggetto sub-appaltatore e l'Appaltatore ha obblighi di vigilanza.

A tal proposito l'Appaltatore, in materia di gestione dei rifiuti prodotti dalla propria attività di cantiere, opera in completa autonomia decisionale e gestionale, comunque nel rispetto di quanto previsto nel presente piano. Le attività di gestione dei rifiuti sono pertanto degli oneri in capo al soggetto produttore, individuato secondo i criteri sopra indicati, e consistono in:

- aggiornamento periodico in accordo con la DL del presente documento in tutte le sue parti
- classificazione ed attribuzione dei CER corretti e relativa definizione della modalità gestionale
- deposito dei rifiuti in attesa di avvio alle successive attività di recupero/smaltimento
- avvio del rifiuto all'impianto di smaltimento previsto previa
    - verifica dell'iscrizione all'albo del trasportatore
    - verifica dell'autorizzazione del gestore dell'impianto a cui il rifiuto è conferito
    - tenuta del registro di carico e scarico (ove necessario)
    - emissione del formulario di identificazione dei rifiuti e verificata del ritorno della quarta copia.

Riferimento normativo per quanto non esplicitato nel presente documento è il D.Lgs. 36/2023, il D.Lgs. 04/2008 e il D.P.R. 120/2017.

## Classificazione dei rifiuti

La classificazione dei rifiuti è attribuita dal produttore (Appaltatore) e dovrà avvenire con la seguente procedura:

- identificazione del processo che genera il rifiuto consultando i titoli CER che, nel caso delle attività previste dal presente intervento, possono interessare i seguenti titoli di codifica

| Codice CER | Descrizione codice |
|---|---|
| 15 01 01 | imballaggi di carta e cartone |
| 15 01 02 | imballaggi di plastica |
| 15 01 03 | imballaggi in legno |
| 15 01 04 | imballaggi metallici |
| 15 01 05 | imballaggi compositi |
| 15 01 06 | imballaggi in materiali misti |
| 17 01 01 | cemento |
| 17 01 07 | miscugli di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diversi da quelle di cui alla voce 17 01 06 |
| 17 02 01 | legno |

| Codice CER | Descrizione codice |
|---|---|
| 17 03 01 * | miscele bituminose contenenti catrame di carbone |
| 17 04 07 | metalli misti |
| 17 05 04 | terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03 |
| 17 09 04 | Rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03 |

- se nessuno dei suddetti codici risulta adeguato, occorre definire il rifiuto utilizzando i codici di cui alla Decisione 2000/532/CE
- se un determinato rifiuto non è poi classificabile neppure mediante i suddetti codici occorre utilizzare il codice 99 (rifiuti non altrimenti specificati) preceduto dalle cifre del capitolo che corrisponde all'attività in oggetto.

Il rifiuto dovrà poi essere sottoposto a caratterizzazione chimico-fisica volta ad attestare la classificazione del CER attribuito e a poter stabilire successivamente la corretta modalità di gestione, nonché la verifica delle caratteristiche per il successivo reimpiego in ambito del cantiere. Si rimanda ai contenuti delle indagini ambientali e geologiche effettuate in fase di progettazione preliminare per una prima caratterizzazione degli elementi in loco.

Nel cantiere si provvederà comunque, indipendentemente dallo smaltimento o dal reimpiego:

- alla localizzazione di un deposito temporaneo dove, in conformità con la normativa vigente, si organizzerà l'attività di stoccaggio
- alla compilazione e custodia a carico del produttore di un registro di carico e scarico dei rifiuti, dove verranno annotati tutti i rifiuti nel momento in cui sono prodotti (carico) e nel momento in cui verranno utilizzati per recupero o smaltimento (scarico).

## Indicazione di gestione dei rifiuti in fase di esecuzione

L'Appaltatore è tenuto a identificare all'interno del personale di cantiere la figura di un coordinatore della gestione ambientale che prioritariamente provvederà a:

- contenere entro i limiti prestabiliti i quantitativi di rifiuti prodotti dal cantiere
- provvedere alla riduzione della produzione di rifiuti in loco durante la costruzione, prendendo specifici accordi di collaborazione con i fornitori dei materiali per la minimizzazione del packaging e/o del ritiro dell'imballaggio e la consegna della merce solo nel momento di utilizzo della stessa
- coordinare la gestione ambientale rispetto alle diverse imprese sub-appaltatrici eventualmente presenti
- assicurare che i rifiuti non pericolosi siano contaminati da eventuali altri rifiuti pericolosi
- prevenire eventuali contaminazioni dei rifiuti tali da pregiudicarne il conferimento a impianti di recupero o smaltimento
- ridurre gli impatti ambientali determinati dalla fase di gestione del deposito temporaneo e delle successive operazioni di trasporto a impianti di recupero/smaltimento o discariche autorizzate
- individuare, predisporre e gestire le aree adibite alla separazione dei materiali, le aree da destinare a deposito temporaneo, le zone dove collocare cassoni/container per la raccolta differenziata
- valutare sulla base degli spazi disponibili, la possibilità di attuare in turnover dei cassoni/containers o delle aree predisposte
- indicare gli impianti di recupero o smaltimento dove recapitare i rifiuti
- raccogliere tutte la documentazione in merito alla gestione dei rifiuti in cantiere
- registrare per ogni tipologia di rifiuto quantità, qualità, destinazione e relativi costi di gestione
- organizzare eventuali riunioni di condivisione dei risultati ottenuti e delle eventuali modifiche.

Su ogni cassone/container o zona specifica dovrà essere esposto il codice CER che identifica il materiale presente nello stoccaggio. Al fine di rendere maggiormente chiaro alle maestranze il tipo di materiale presente, sarà buona norma apporre a lato del codice CER il nome del materiale nelle lingue più appropriate e la relativa rappresentazione grafica.

Qualora i diversi rifiuti siano avviati presso l'impianto di gestione attraverso un unico trasporto, questo dovrà essere effettuato in modo da tener distinte le diverse tipologie di rifiuti, suddivisi per codice CER, e ognuno dovrà essere accompagnato dal rispettivo formulario di identificazione.

## Specifiche per il deposito temporaneo dei rifiuti

Per deposito temporaneo si intende il raggruppamento dei rifiuti effettuato, prima della raccolta, nel luogo in cui gli stessi sono prodotti. La superficie dedicata al deposito temporaneo deve essere, in via preferenziale:

- localizzata in un'area di impianto già adibita a piazzale allo scopo di evitare l'eventuale contaminazione dei suoli. Se ciò non è possibile, il coordinatore dovrà provvedere alla sistemazione dell'area mettendo in atto opportuni sistemi per garantire una separazione fisica del piano di appoggio dal suolo
- posta in aree pianeggianti e/o provvista di opportuni sistemi di isolamento dalle aree esterne (p.e. cordoli di contenimento, pendenze di fondo appropriate) volti al contenimento di eventuali acque di dilavamento poi inviate alla rete di raccolta
- situata in zone tali da minimizzare le interferenze con le attività di cantiere.

Inoltre in tali luoghi dovranno essere adottate le seguenti attenzioni:

- devono essere garantite le condizioni di sicurezza per gli operatori e adottati gli accorgimenti necessari ad evitare eventuali impatti sull'ambiente
- il deposito temporaneo deve essere effettuato per categorie omogenee di rifiuti, adottando specifici sistemi di imballaggio ed etichettatura nel rispetto delle relative norme tecniche e delle norme che disciplinano il deposito delle sostanze pericolose in essi eventualmente contenute
- adottare le modalità di gestione del deposito temporaneo individuate con decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, di concerto con il Ministero per lo sviluppo economico, per alcune specifiche categorie di rifiuto
- i rifiuti contenenti gli inquinanti organici persistenti di cui al regolamento CE 850/2004 e s.m.i., devono essere depositati nel rispetto delle norme tecniche che regolano lo stoccaggio e l'imballaggio dei rifiuti contenenti sostanze pericolose e gestiti conformemente al suddetto regolamento
- i rifiuti devono essere raccolti ed avviati alle operazioni di recupero o di smaltimento secondo una delle seguenti modalità alternative, a scelta del produttore dei rifiuti
    - con cadenza almeno trimestrale, indipendentemente dalle quantità in deposito
    - quando il quantitativo di rifiuti in deposito raggiunga complessivamente i 30 metri cubi di cui al massimo 10 metri cubi di rifiuti pericolosi

  in ogni caso, allorché il quantitativo di rifiuti non superi il predetto limite all'anno, il deposito temporaneo non può avere durata superiore ad un anno.

La suddivisione dei rifiuti per categorie omogenee va intesa come l'obbligo di tenere separati i rifiuti pericolosi da quelli non pericolosi e di distinguere le diverse tipologie in modo da facilitare il successivo avvio a recupero.

Le terre e rocce di scavo (sia quelle gestite come rifiuti che come sottoprodotti ai sensi della normativa vigente) e i rifiuti da costruzione e demolizione possono essere accumulati separatamente anche sul suolo in terra battuta, purché sagomato con adeguate pendenze in modo da evitare ristagni da acque meteoriche. Gli altri rifiuti (legno, metalli, cartoni, plastica ecc.) è opportuno siano posti in adeguati contenitori e/o cassonetti. Dove si prevede lo stoccaggio del materiale direttamente sul piano di appoggio dell'area di deposito, cioè senza l'utilizzo di contenitori, si dovrà

provvedere alla separazione del materiale dal fondo con opportuno materiale impermeabilizzante selezionato in funzione della tipologia di materiale stoccato e del grado di contaminazione.

In presenza di rifiuti che possono dare origine a polveri o a percolazione è opportuno depositare i rifiuti in un'area coperta o proteggerli dall'azione del vento.

## Note di reimpiego dei materiali

La caratterizzazione dei materiali, privi di componenti nocive e/o inquinanti, dunque materiali non pericolosi, suggerisce un loro reimpiego nell'ambito stesso del cantiere, assicurando un elevato livello di sostenibilità ambientale.

Il suolo scavato allo stato naturale, non contaminato, come ad esempio il terreno vegetale, potrà essere utilizzato ai fini di costruzione nello stesso sito in cui è stato scavato in quanto ai sensi del D.Lgs. 36/2023 e s.m.i. tali materiali non rientrano nel campo di applicazione della parte quarta (rifiuti). Pertanto:

- lo stoccaggio non è regolato da termini temporali
- la movimentazione nelle aree esterne al sito di produzione viene effettuata con la scheda di trasporto
- il terreno può essere accumulato presso le aree di cantiere.

Qualora si ricada in una casistica in cui le terre escavate presentino sospetto di contaminazione, è necessario che le medesime matrici siano sottoposte a test di cessione effettuato sui materiali granulari e, se non conformi ai limiti normativi, devono rispettare quanto previsto dalla legislazione vigente in materia di bonifica dei siti contaminati.

Nel presente progetto è previsto un riutilizzo del materiale di risulta proveniente dagli scavi opportunamente vagliato per il rinterro in modo da diminuire il conferimento di nuovo materiale di cava. I quantitativi che non potranno essere riutilizzati in cantiere dovranno essere avviati in via prioritaria ad attività di valorizzazione quali, a titolo esemplificativo, recuperi ambientali di siti, di versanti di frana, miglioramenti fondiari regolarmente autorizzati e a seconda delle effettive possibilità che saranno riscontrate al momento della esecuzione dei lavori. La parte di terre e rocce da scavo non avviata ad attività di valorizzazione sarà destinata ad un impianto di recupero autorizzato.

## Impianti di recupero e discariche

Il rifiuto deve rispondere ai requisiti di ammissibilità della tipologia di impianto/discarica prescelto, determinati preliminarmente con analisi di laboratorio a spese dell'Impresa. Le analisi devono essere effettuate nel rispetto della frequenza e delle modalità previste dalla vigente normativa, valutando se i rifiuti hanno caratteristiche costanti nel tempo; se cambia il ciclo produttivo da cui si origina il rifiuto occorre comunque rifare l'analisi.

Riguardo l'indicazione della destinazione dei materiali, si precisa che il presente intervento è soggetto a procedura di appalto pubblica; pertanto non si ritiene corretto, nell'ottica della libera concorrenza dei fornitori, identificare specifici impianti di smaltimento dei rifiuti; è comunque stato accertato che sul territorio siano presenti siti per il conferimento di rifiuti inerti/speciali in un raggio di circa 50 km dall'area cantiere. Prima dell'apertura del cantiere in ogni caso sarà necessario verificare l'effettiva idoneità e disponibilità dei siti prescelti.

## CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM)

Ai sensi dell'art. 57 del D.Lgs. 36/2023 recante "Clausole sociali del bando e degli avvisi e criteri di sostenibilità energetica e ambientale", le stazioni appaltanti e gli enti concedenti contribuiscono al conseguimento degli obiettivi ambientali previsti dal Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della pubblica amministrazione attraverso l'inserimento, nella documentazione progettuale e di gara, almeno delle specifiche tecniche e delle clausole contrattuali contenute nei criteri ambientali minimi, definiti per specifiche categorie di appalti e concessioni, differenziati, ove tecnicamente opportuno, anche in base al valore dell'appalto o della concessione, con decreto del Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica.

Per agevolare l'attività di verifica di conformità ai criteri ambientali, per ognuno di essi nel rispettivo DM di approvazione è riportata una "verifica" che descrive le informazioni, i metodi e la documentazione necessaria per accertarne la conformità. La stazione appaltante verifica il rispetto degli impegni assunti dall'appaltatore in sede di presentazione dell'offerta, afferenti all'esecuzione contrattuale, collegando l'inadempimento a sanzioni ovvero, se del caso, alla previsione di risoluzione del contratto, secondo quanto previsto dal Codice dei Contratti Pubblici.

La progettazione in oggetto adotta i criteri e le specifiche tecniche di cui ai contenuti dei seguenti CAM ad oggi in vigore da rispettare anche per quanto riguarda la fase di esecuzione del cantiere:

- Edilizia — approvato con DM 23 giugno 2022 n. 256, GURI n. 183 del 8 agosto 2022
- Verde pubblico — approvato con DM n. 63 del 10 marzo 2020, in G.U. n.90 del 4 aprile 2020

## DO NOT SIGNIFICANT HARM (DNSH)

Il Dispositivo per la ripresa e la resilienza (Regolamento UE 241/2021) stabilisce che tutte le misure dei Piani nazionali per la ripresa e resilienza (PNRR) debbano soddisfare il principio di "non arrecare danno significativo agli obiettivi ambientali". Tale vincolo si traduce in una valutazione di conformità degli interventi al principio del "Do No Significant Harm" (DNSH) con riferimento al sistema di tassonomia delle attività ecosostenibili indicato all'articolo 17 del Regolamento (UE) 2020/852.

Il principio DNSH, declinato sui sei obiettivi ambientali definiti nell'ambito del sistema di tassonomia delle attività ecosostenibili, ha lo scopo di valutare se una misura possa o meno arrecare un danno ai sei obiettivi ambientali individuati nell'accordo di Parigi (Green Deal Europeo). In particolare, un'attività economica arreca un danno significativo:

- alla mitigazione dei cambiamenti climatici, se porta a significative emissioni di gas serra (GHG)
- all'adattamento ai cambiamenti climatici, se determina un maggiore impatto negativo del clima attuale e futuro, sull'attività stessa o sulle persone, sulla natura o sui beni
- all'uso sostenibile o alla protezione delle risorse idriche e marine, se è dannosa per il buono stato dei corpi idrici (superficiali, sotterranei o marini) determinandone il loro deterioramento qualitativo o la riduzione del potenziale ecologico
- all'economia circolare, inclusa la prevenzione, il riutilizzo ed il riciclaggio dei rifiuti, se porta a significative inefficienze nell'utilizzo di materiali recuperati o riciclati, ad incrementi nell'uso diretto o indiretto di risorse naturali, all'incremento significativo di rifiuti, al loro incenerimento o smaltimento, causando danni ambientali significativi a lungo termine
- alla prevenzione e riduzione dell'inquinamento, se determina un aumento delle emissioni di inquinanti nell'aria, nell'acqua o nel suolo
- alla protezione e al ripristino di biodiversità e degli ecosistemi, se è dannosa per le buone condizioni e resilienza degli ecosistemi o per lo stato di conservazione degli habitat e delle specie, comprese quelle di interesse per l'Unione europea.

Il Regolamento (UE) 2020/852 e il Regolamento Delegato 2021/2139, descrivono i criteri generali affinché ogni singola attività economica non determini un "danno significativo", contribuendo quindi agli obiettivi di mitigazione, adattamento e riduzione degli impatti e dei rischi ambientali; ovvero per ogni attività economica sono state raccolti i criteri cosiddetti DNSH.

La natura stessa dell'intervento in oggetto e le attenzioni progettuali adottate sono in linea con gli obiettivi e princìpi DNSH nella misura delle tematiche effettivamente comuni al presente ambito.

# QUADRO ECONOMICO

| QUADRO ECONOMICO \| Art.5 All.I.7 D.Lgs.36/2023 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **LAVORI E PRESTAZIONI IN APPALTO** | | | | |
| **A.1** | **Importo lavori a base di gara** | | | € | 327 502.12 |
| A.1.a | Lavori a misura | € | 327 502.12 | | |
| A.1.b | Lavori a corpo | € | 0.00 | | |
| A.1.c | Arrotondamento importo lavori | € | 0.00 | | |
| | *di cui \| appartenenti alla categoria OG8* | € | 0.00 | | |
| | *di cui \| appartenenti alla categoria OG13* | € | 0.00 | | |
| | *di cui \| importo lavori soggetti a IVA agevolata* | € | 0.00 | | |
| **A.2** | **Importo oneri per attuazione dei piani di sicurezza** | | | € | 11 766.60 |
| A.2.a | Oneri a misura | € | 0.00 | | |
| A.2.b | Oneri a corpo | € | 11 766.60 | | |
| A.2.c | Arrotondamento importo oneri | € | 0.00 | | |
| | *di cui \| costi della sicurezza diretti* | € | 0.00 | | |
| | *di cui \| costi della sicurezza speciali* | € | 11 766.60 | | |
| **A** | **IMPORTO A BASE D'APPALTO** | | | € | 339 268.72 |
| | *di cui \| costo stimato della manodopera* | € | 88 130.75 | | |
| | *di cui \| costo stimato degli oneri di sicurezza aziendali* | € | 1 609.18 | | |
| | *di cui \| costo stimato delle spese generali* | € | 40 229.49 | | |
| | *di cui \| costo stimato degli utili di impresa* | € | 30 842.61 | | |
| | *di cui \| costo stimato di materiali e/o noli* | € | 180 065.87 | | |

| QUADRO ECONOMICO \| Art.5 All.I.7 D.Lgs.36/2023 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **LAVORI E PRESTAZIONI IN APPALTO** | | | | |
| **A.1** | **Importo lavori a base di gara** | | | € | 327 502,12 |
| A.1.a | Lavori a misura | € | 327 502,12 | | |
| A.1.b | Lavori a corpo | € | 0,00 | | |
| A.1.c | Arrotondamento importo lavori | € | 0,00 | | |
| | *di cui \| appartenenti alla categoria OG8* | € | 0,00 | | |
| | *di cui \| appartenenti alla categoria OG13* | € | 0,00 | | |
| | *di cui \| importo lavori soggetti a IVA agevolata* | € | 0,00 | | |
| **A.2** | **Importo oneri per attuazione dei piani di sicurezza** | | | € | 11 766,60 |
| A.2.a | Oneri a misura | € | 0,00 | | |
| A.2.b | Oneri a corpo | € | 11 766,60 | | |
| A.2.c | Arrotondamento importo oneri | € | 0,00 | | |
| | *di cui \| costi della sicurezza diretti* | € | 0,00 | | |
| | *di cui \| costi della sicurezza speciali* | € | 11 766,60 | | |
| **A** | **IMPORTO A BASE D'APPALTO** | | | € | 339 268,72 |
| | *di cui \| costo stimato della manodopera* | € | 88 130,75 | | |
| | *di cui \| costo stimato degli oneri di sicurezza aziendali* | € | 1 609,18 | | |
| | *di cui \| costo stimato delle spese generali* | € | 40 229,49 | | |
| | *di cui \| costo stimato degli utili di impresa* | € | 30 842,61 | | |
| | *di cui \| costo stimato di materiali e/o noli* | € | 180 065,87 | | |
| | **SOMME A DISPOSIZIONE DELLA STAZIONE APPALTANTE** | | | | |
| **B.1** | **Lavori in amministrazione diretta previsti in progetto ed esclusi dall'appalto** | | | € | 0,00 |
| **B.2** | **Rilievi, accertamenti e indagini a cura della stazione appaltante** | | | € | 0,00 |
| **B.3** | **Rilievi, accertamenti e indagini a cura del progettista** | | | € | 0,00 |
| **B.4** | **Allacciamenti a pubblici servizi, superamento di eventuali interferenze** | | | € | 0,00 |
| **B.5** | **Imprevisti** | | | € | 15 156,67 |
| **B.6** | **Accantonamento per revisione prezzi e/o varianti entro clausole limite da contratto** | | | € | 0,00 |
| **B.7** | **Acquisizioni e/o indennizzi da piano particellare** | | | € | 0,00 |
| **B.8** | **Spese tecniche** | | | € | 40 885,20 |
| B.8.a | Documento di fattibilità delle alternative progettuali - DOCFAP | € | 0,00 | | |
| B.8.b | Documento di indirizzo alla progettazione - DIP | € | 0,00 | | |
| B.8.c | Progetto di fattibilità tecnico-economica | € | 7 302,98 | | |
| B.8.d | Progetto esecutivo | € | 5 517,87 | | |
| B.8.e | Coordinamento della sicurezza in fase di progettazione | € | 4 368,31 | | |
| B.8.f | Supporto al RUP alla verifica della progettazione | € | 0,00 | | |
| B.8.g | Direzione lavori e contabilità | € | 8 046,89 | | |
| B.8.h | Coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione | € | 7 472,11 | | |
| B.8.i | Prestazioni speciali ed accessorie | € | 8 177,04 | | |
| B.8.l | *di cui \| contributi previdenziali ed assistenziali [4%]* | € | 0,00 | | |
| **B.9** | **Spese per collaudi e certificazioni** | | | € | 1 714,80 |
| B.9.a | Collaudo statico | € | 0,00 | | |
| B.9.b | Collaudi specialistici | € | 0,00 | | |
| B.9.c | Collaudo tecnico amministrativo in corso d'opera | € | 0,00 | | |
| B.9.d | Emissione del certificato di regolare esecuzione | € | 1 714,80 | | |
| B.9.e | Certificazione protocolli di sostenibilità energetica e ambientale | € | 0,00 | | |
| B.9.f | *di cui \| contributi previdenziali ed assistenziali [4%]* | € | 0,00 | | |
| **B.10** | **Spese per pubblicità** | | | € | 0,00 |
| **B.11** | **Spese per rimedi alternativi alla tutela giurisdizionale** | | | € | 12 178,12 |
| **B.12** | **Incentivi alle funzioni tecniche, art.45 com. 6 e 7 D.Lgs.36/2023** | | | € | 6 785,37 |
| **B.13** | **Spese per commissioni giudicatrici** | | | € | 0,00 |
| **B.14** | **Spese per prove di laboratorio e/o verifiche tecniche da CSA, monitoraggi post-operam** | | | € | 0,00 |
| **B.15** | **Importi IVA** | | | € | 84 011,12 |
| B.15.a | IVA su lavori, al 10% | € | 0,00 | | |
| B.15.b | IVA su lavori, al 22% | € | 74 639,12 | | |
| B.15.c | IVA su spese tecniche, al 22% | € | 8 994,74 | | |
| B.15.d | IVA su spese per collaudi e certificazioni, al 22% | € | 377,26 | | |
| **B** | **IMPORTO A DISPOSIZIONE DELLA STAZIONE APPALTANTE** | | | € | 160 731,28 |
| | **IMPORTO TOTALE DEL PROGETTO** | | | € | **500 000,00** |

# ALLEGATI

## Elenco documentazione allegata alla relazione

- Piano di manutenzione
- Computo metrico
- Elenco prezzi
- Stima lavori
- Stima incidenza manodopera
- Capitolato speciale d'appalto_Parte I
- Capitolato speciale d'appalto_Parte II
- Schema di contratto dei lavori
- Tavola PE.01_Inquadramento
- Tavola PE.02_Vincoli
- Tavola PE.03_Stato di fatto
- Tavola PE.04_Stato di progetto
- Tavola PE.04.1_Dimensionamenti e particolari costruttivi
- Tavola PE.05_Piano particellare

- Relazione Piano di sicurezza e coordinamento
- Computo metrico – Costi della sicurezza
- Elenco prezzi – Costi della sicurezza
- Tavola PE.S1_Piano di Sicurezza e Coordinamento