
committente**COMUNE DI ALPAGO**

via Roma 31
32016 Alpagò (BL)

R.U.P.
ing. Luca Facchin

progettazione opere stradali

planum

Planum Srl - via Daniele Manin, 53
30174 Venezia-Mestre - Italia
tel +39 041 927320
www.planum.com - info@planum.com

progettista

arch. ing. Alessandro Checchin

collaboratori

ing. Davide Fasan
dott. urb. Alberto Azzolina

progettazione strutture

Studio di ingegneria Cargnel
via Feltre, 147 - 32036 Sedico (BL)
tel +39 0437 852255
www.studiocargnel.it - info@studiocargnel.it

progettista

ing. Leo Cargnel

oggetto

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA
INTERVENTI DI VALORIZZAZIONE E PROMOZIONE
DEL COMUNE DI ALPAGO: INTERVENTO DI
MIGLIORAMENTO DELLA VIABILITÀ COMUNALE ED
INTERCOMUNALE PIEVE-PLOIS, III STRALCIO**

località

ALPAGO (BL)

elaborato

**VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA
AI SENSI DEL DGRV 2948/2009**

Scala -**direttore tecnico**

arch. ing. Alessandro Checchin

0P.00

file

P22039-A-10-0P.00-RID-r00

commessa

P22039

rev	data
0	30/05/2025 Prima emissione

rev	data
-----	------

rev	data
-----	------

redatto	verificato	approvato
ALU	DFA	ACH

redatto	verificato	approvato
---------	------------	-----------

redatto	verificato	approvato
---------	------------	-----------

INDICE

1. Premessa	5
1.1 Introduzione normativa	5
1.1.1. Quadro normative di riferimento	6
2. Inquadramento	7
2.1 Inquadramento urbanistico	8
2.1.1. Piano di Assetto del Territorio Intercomunale dei Comuni dell'Alpago	8
2.1.2. Piano degli Interventi (PI) del Comune di Alpago	11
2.2 Inquadramento catastale	13
3. La precipitazione di progetto	14
4. Valutazione della compatibilità idraulica	15
4.1 Il coefficiente di deflusso	16
4.1.1. Stato di fatto	17
4.1.2. Stato di progetto	18
4.2 Calcolo del tempo di corrivazione e stima della portata massima scaricabile	19
4.3 Dimensionamento dei dispositivi compensativi	21
5. Manufatto regolatore di portata (pozzetti di calma)	23
6. Sintesi e conclusioni	24

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Ortofoto con individuazione area oggetto di intervento.....	7
Figura 2: estratto Tavola 1-2 e legenda “Carta dei vincoli e della pianificazione territoriale” allegata al PATI dell’Alpago. In rosso l’area di intervento	8
Figura 3: estratto legenda Tavola 2a “Carta delle invarianti” allegata al PATI dell’Alpago. In rosso l’area di intervento	9
Figura 4: estratto Tavola 3b e legenda “Carta della Fragilità” allegata al PATI dell’Alpago. In rosso l’area di intervento	10
Figura 5: estratto Tavola 4a e legenda “Carta dell’Armatura ambientale e dei valori ecologici” allegata al PATI dell’Alpago. In rosso l’area di intervento.....	11
Figura 6: estratto Tavola 01-02 e legenda “Intero territorio comunale” allegata PI del Comune di Alpago.	12
Figura 7: Estratto di mappa catastale.....	13
Figura 8: Curve di possibilità pluviometrica per eventi di durata 1-24 h - Stazione di Belluno (ARPAV)	15
Figura 9: Planimetria generale stato di fatto	17
Figura 9: Planimetria generale di progetto	18
Figura 10: Schema metodo Cinematico	19
Figura 11: Particolare costruttivo pozzetti di calma con bocca tarata	24

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Classi d'intervento ai sensi del D.Rgv 2948/2009.....	16
Tabella 2: Coefficiente di deflusso in funzione della classe di utilizzo ai sensi del DGRV 2948/2009.....	17
Tabella 3: Superfici dello stato di fatto	18
Tabella 4: Superfici di progetto prima fase.....	19
Tabella 6: Output del foglio di calcolo basato sul metodo delle piogge	22

RELAZIONE IDRAULICA

1. PREMESSA

Lo scopo dello studio è l'individuazione delle modificazioni all'assetto idrogeologico esistente conseguenti alla realizzazione del secondo stralcio della nuova strada di collegamento tra Pieve d'Alpago e Plois d'Alpago, nel Comune dell'Alpago (Belluno).

L'intervento si inserisce in un'area a verde compresa tra la SP4 (via Roma) e l'area cimiteriale e la presente relazione si pone l'obiettivo di definire le misure compensative e gli accorgimenti tecnici necessari ad evitare l'aggravio delle condizioni idrauliche dell'area.

Visti dunque:

- Gli elaborati prodotti a firma del progettista ing. arch. Alessandro Checchin;
- La normativa vigente in materia come richiamata al paragrafo 1.1.

Si redige la presente valutazione di compatibilità idraulica al fine di verificare la fattibilità da un punto vista idraulico ed ambientale delle scelte progettuali, prendendo in considerazione i seguenti obiettivi:

- analisi del sistema idrologico e idrogeologico al fine di valutare l'impatto del progetto rispetto allo stato di fatto;
- identificazione degli interventi di mitigazione necessari per l'ottenimento dell'invarianza idraulica.

1.1 Introduzione normativa

La Giunta della Regione Veneto, con deliberazione n. 3637 del 13.12.2002 aveva prescritto precise disposizioni da applicare agli strumenti urbanistici generali, alle varianti generali o varianti che comportavano una trasformazione territoriale che possa modificare il regime idraulico per i quali, alla data del 13.12.2002 non era concluso l'iter di adozione e pubblicazione compreso l'eventuale espressione del parere del Comune sulle osservazioni pervenute.

Per tali strumenti era quindi richiesta una "Valutazione di compatibilità idraulica" dalla quale si poteva desumere che il livello di rischio idraulico non venisse incrementato per effetto delle nuove previsioni urbanistiche. Nello stesso elaborato dovevano esser indicate anche misure "compensative" da introdurre nello strumento urbanistico ai fini del rispetto delle condizioni valutate. Inoltre, era stato disposto che tale elaborato dovesse acquisire il parere favorevole dell'Unità Complessa del Genio Civile Regionale competente per territorio.

Il fine era quello di evitare l'aggravio delle condizioni del dissesto idraulico di un territorio caratterizzato da una forte urbanizzazione di tipo diffusa.

In data 10 maggio 2006 la Giunta regionale del Veneto, con deliberazione n. 1322, ha individuato nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici.

Infatti, si era reso necessario fornire ulteriori indicazioni per ottimizzare la procedura e garantire omogeneità metodologica agli studi di compatibilità idraulica. Inoltre, l'entrata in vigore della LR n. 11/2004, nuova

disciplina regionale per il governo del territorio, ha modificato sensibilmente l'approccio per la pianificazione urbanistica. Per aggiornare i contenuti e le procedure tale DGR ridefinisce le *“Modalità operative ed indicazioni tecniche relative alla Valutazione di Compatibilità Idraulica degli strumenti urbanistici”*. Inoltre, anche il *“sistema di competenze”* sulla rete idrografica ha subito una modifica d'assetto con l'istituzione dei Distretti Idrografici di Bacino, che superano le storiche competenze territoriali di ciascun Genio Civile e, con la DGR 3260/2002, è stata affidata ai Consorzi di Bonifica la gestione della rete idraulica minore.

In data 6 ottobre 2009 la Giunta regionale del Veneto, con deliberazione n. 2948, individua nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici.

Lo scopo fondamentale dello studio di compatibilità idraulica è quello di far sì che le valutazioni urbanistiche, sin dalla fase delle loro prime valutazioni, tengano conto dell'attitudine dei luoghi ad accogliere la nuova edificazione, considerando le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti e potenziali, nonché le possibili alterazioni del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni di uso del suolo possono venire a determinare. In sintesi, lo studio idraulico deve verificare l'ammissibilità delle previsioni contenute nello strumento urbanistico, prospettando soluzioni corrette dal punto di vista dell'assetto idraulico del territorio.

Per gli interventi di dettaglio come quello oggetto del presente studio si fa riferimento anche alle indicazioni contenute nel Piano di Tutela delle Acque e nelle relative Norme Tecniche.

1.1.1. Quadro normative di riferimento

- Direttiva Europea Quadro sulle Acque 2000/60/CE;
- D.L. 3 aprile 2006 n.152: "Norme in materia ambientale";
- Legge 179 del 31 luglio 2002: "Disposizioni in materia ambientale";
- D.L. 18 agosto 2000 n.258 (rinvio al D.L. 11 maggio 1999 n.152): "Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999 n.152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'art. 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n.128.";
- D.L. 11 maggio 1999 n.152: "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva";
- D.P.R. 18 febbraio 1999 n.238: Regolamento recante norme per l'attuazione di talune disposizioni della legge 5 gennaio 1994 n.36, in materia di risorse idriche;
- D.G.R.V. 06 ottobre 2009 n.2948: "Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica delle delibere n. 3637/2002, n. 1322/2006 e n. 1841/2007 in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009.";
- "Linee guida per la valutazione di compatibilità idraulica", 2009 – Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della regione Veneto;

- D.G.R.V. 29 settembre 2009 n.2884: “Piano di Tutela delle Acque. Approvazione di ulteriori norme di salvaguardia. (art. 121 del D.Lgs. n.152/2006; artt.19 e 28 L.R. 33/1985)”;
- Piano di Tutela delle Acque: Art. 121, Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, “Norme in materia ambientale”;
- ALLEGATO D della D.G.R.V. 15 maggio 2012 n.842 Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Tutela delle Acque.

2. INQUADRAMENTO

L'ambito d'intervento riguarda una superficie complessiva di circa 1.280 m² posta tra la S.P. n. 4 via Roma, e l'area cimiteriale nella frazione di Pieve d'Alpago del Comune di Alpago.

A nord l'intervento è delimitato dal primo stralcio già realizzato, a sud da un muro di sostegno a delimitare il sedime della SP4.

L'ambito di intervento è attualmente interamente coperto da una superficie a prato.

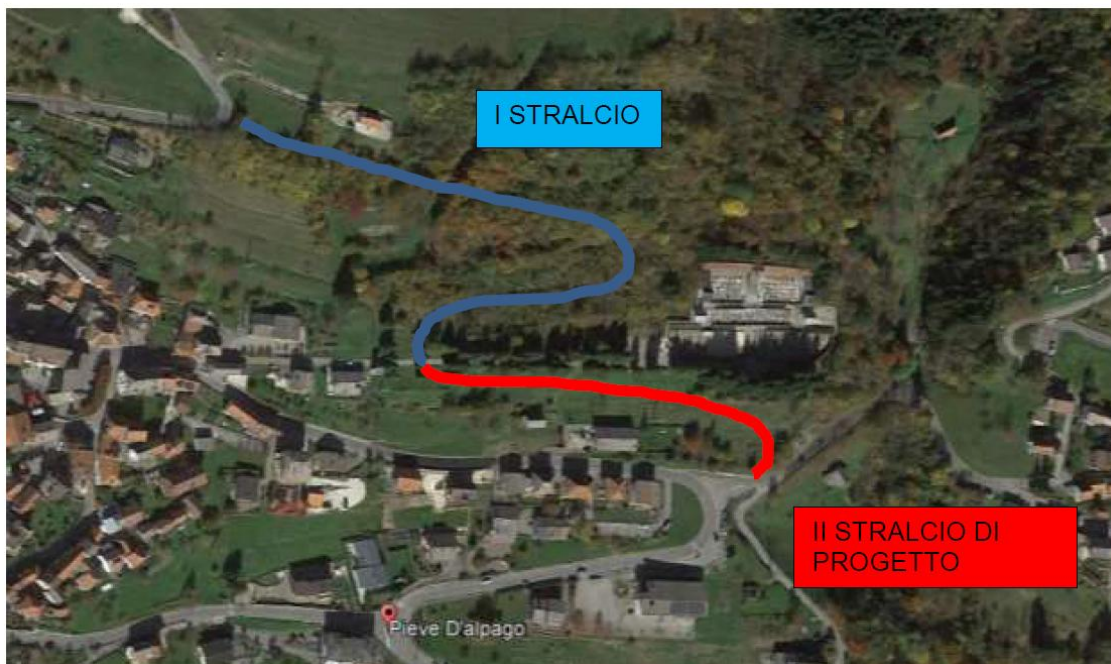


Figura 1: Ortofoto con individuazione area oggetto di intervento

2.1 Inquadramento urbanistico

2.1.1. Piano di Assetto del Territorio Intercomunale dei Comuni dell'Alpago

Il Piano di Assetto del Territorio Intercomunale dei comuni di Chies d'Alpago, Farra d'Alpago, Pieve d'Alpago, Puos d'Alpago e Tambre è stato approvato con Conferenza dei servizi del 12 settembre 2011 e ratificato con D.G.P. del 14 settembre 2011, n. 237.

Dall'estratto della Tavola 1.b "Carta dei vincoli e della pianificazione territoriale" si osserva che l'area d'intervento ricade in: Vincolo idrogeologico-forestale (RDL 30/12/1923 n.3267) art. 7; Cimiteri – fascia di rispetto.

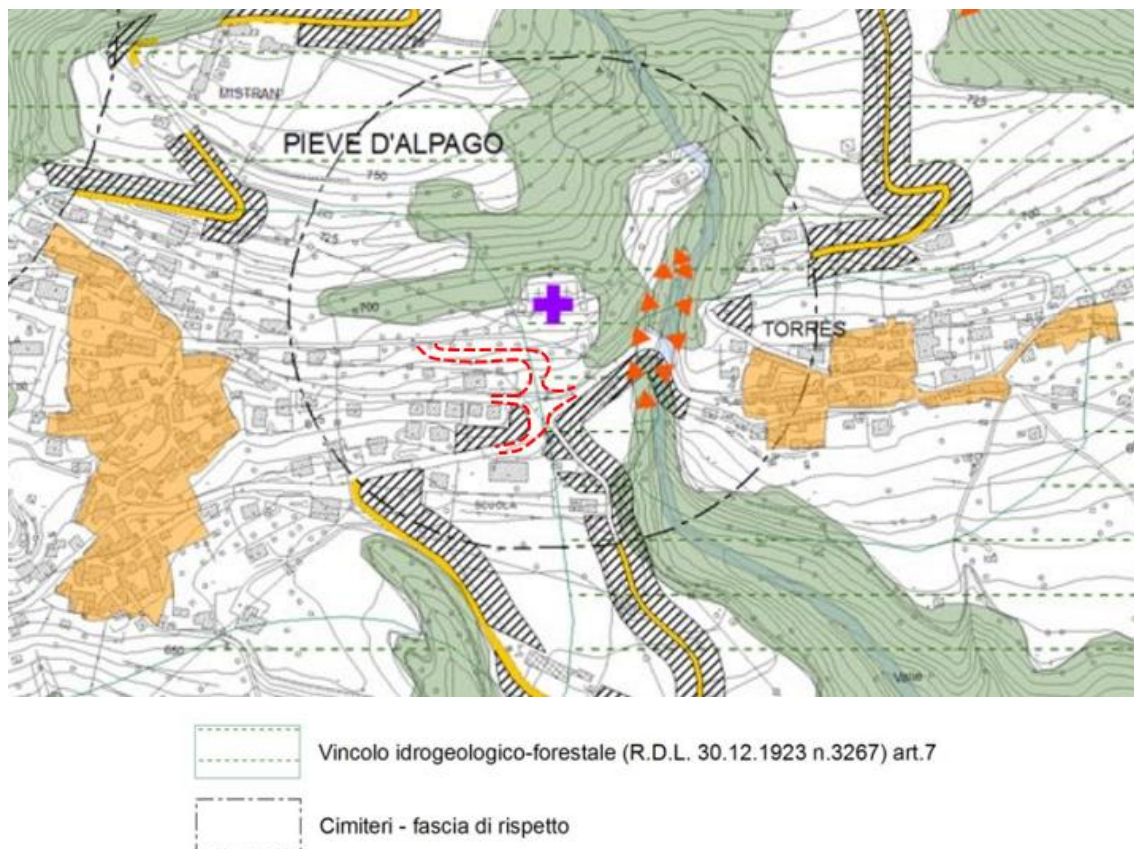


Figura 2: estratto Tavola 1-2 e legenda "Carta dei vincoli e della pianificazione territoriale" allegata al PATI dell'Alpago. In rosso l'area di intervento

Dall'estratto della Tavola 2a "Carta delle invarianti" si osserva che l'area di intervento non è interessata da invarianti di natura: geologica, idrogeologica e geomorfologica: Art.8.1; ambientale e paesaggistica: art.8.2; storico-monumentale: art.8.3.

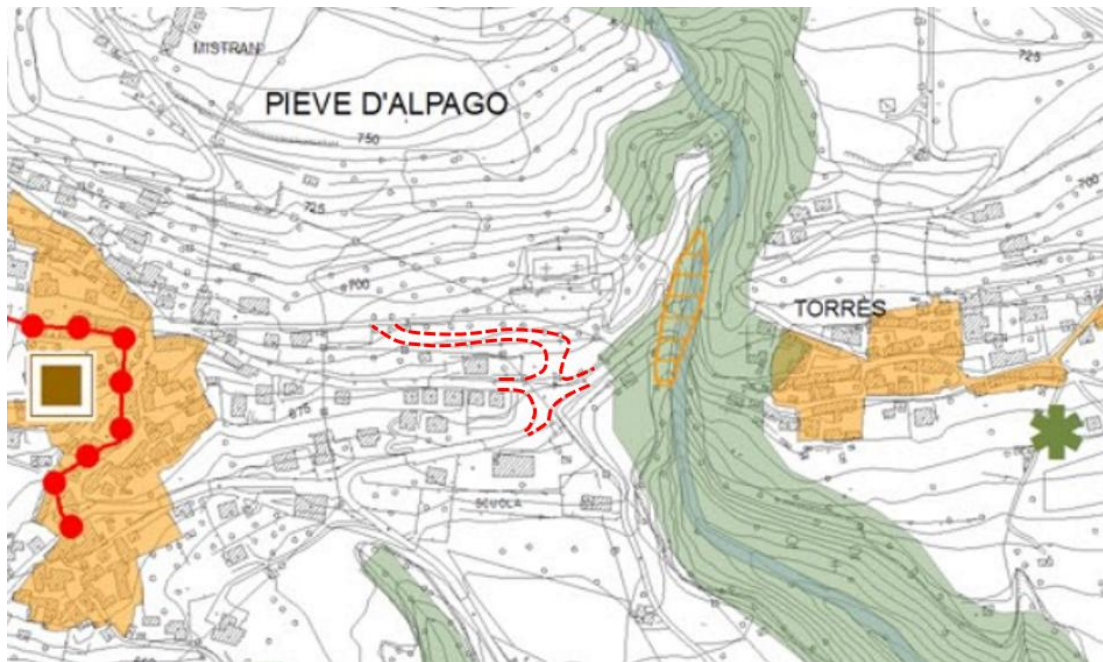


Figura 3: estratto legenda Tavola 2a “Carta delle invarianti” allegata al PATI dell’Alpago. In rosso l’area di intervento

Dall’estratto della Tavola 3b “Carta della Fragilità” si osserva l’idoneità dei terreni alla trasformazione edilizia è classificata come “b. aree idonee a condizione – art.9.1”

L’art. 9.1 “fragilità geologica” delle NTO di Piano recita: “b) aree idonee a condizione Questa classe comprende tutte le aree nelle quali, per poter conseguire un miglioramento delle caratteristiche e raggiungere le condizioni di idoneità (ossia di massima sicurezza per gli abitanti, le strutture e le infrastrutture), è necessario intervenire tramite opere di bonifica e sistemazione, opere di difesa, di salvaguardia e quant’altro. Tali operazioni sono da realizzarsi solo in seguito all’effettuazione di indagini geologiche, geotecniche, idrogeologiche ed idrauliche, con un grado di approfondimento rapportato all’importanza delle opere previste.”

Dall’estratto della Tavola 4a “Carta dell’Armatura ambientale e dei valori ecologici” si osserva che l’intervento ricade in “Aree di valore ecologico alto – art.10”.



PENALITÀ AI FINI EDIFICATORI: art.9.1



Figura 4: estratto Tavola 3b e legenda "Carta della Fragilità" allegata al PATI dell'Alpago. In rosso l'area di intervento



VALORI ECOLOGICI: art.10



Figura 5: estratto Tavola 4a e legenda “Carta dell’Armatura ambientale e dei valori ecologici” allegata al PATI dell’Alpago. In rosso l’area di intervento

Dall’estratto della Tavola 4cb “Carta della trasformabilità” si osserva che l’area di intervento ricade in “superfici agricole, prative e pascolive artt. 12.2,12.3”. In particolare, il Piano individua il tracciato strade oggetto del presente progetto, definendone un’ipotesi di percorso.

2.1.2. Piano degli Interventi (PI) del Comune di Alpago

Il Piano degli Interventi del Comune di Alpago è relativo ai territori degli ex Comuni di Farra d’Alpago e Pieve d’Alpago; è stato adottato ai sensi dell’art. 18 della L.R. 11/2004 e successive modificazioni ed integrazioni con delibera di Consiglio Comunale del 4 dicembre 2017, n. 45.

Dall’estratto della Tavola 01.02 “Intero territorio comunale – centro nord” si osserva che il tracciato di progetto è differente rispetto a quello previsto dal piano.

La rea di intervento ricade in:

- Sistema ambientale e paesaggistico – Zona agricola (art. 73);
- Sistema infrastrutturale – strade programmate (art. 82);
- centro abitato – D. Lgs n. 285/1992 e DPR 495/1992 (art.35);
- Viabilità/fasce di rispetto – D. Lgs. n. 285/1992 e DPR 495/1992 (art.35);

- Fasce di rispetto cimiteriali – TU leggi sanitarie RD 1265/1934 e smi (art.36);
- Fasce di rispetto cimiteriali – oggetto di riduzione ai sensi dell'art. 338, comma 5, TU leggi sanitarie RD 1265/1934 (art.36);
- vincolo idrogeologico e forestale RD 3267/1923 (art.27)



SISTEMA AMBIENTALE E PAESAGGISTICO



Zona agricola

ART. 73

SISTEMA INFRASTRUTTURALE



Strade programmate

ART. 82

FASCE DI RISPETTO E GENERATORI DI VINCOLO



Centro abitato - D.Lgs 285/1992 e D.P.R. 495/1992

ART. 35



Viabilità / fasce di rispetto – D.Lgs. n.285/1992 e D.P.R 495/1992

ART. 35



Fasce di rispetto cimiteriali - T.U. leggi sanitarie R.D. 1265/1934 e s.m.i.

ART. 36



Fasce di rispetto cimiteriali - oggetto di riduzione ai sensi dell'art. 338, comma 5, T.U. leggi sanitarie R.D. 1265/1934

ART. 36

VINCOLI



Vincolo idrogeologico e forestale R.D.3267/1923

ART. 27

Figura 6: estratto Tavola 01-02 e legenda "Intero territorio comunale" allegata PI del Comune di Alpago.

Il comma 1 dell'art.27 delle NTO di piano recante "Vincolo idrogeologico-forestale RD 3267/1923" recita: "Le opere da realizzarsi nell'ambito delle aree sottoposte a vincolo idrogeologico e forestale, sono subordinate all'autorizzazione preventiva di cui RD 16.05.1926 n. 1126 e della legislazione regionale in materia".

2.2 Inquadramento catastale

Per la realizzazione del percorso ciclopedonale si prevede di occupare parte dei terreni agricoli e dell'area privata destinata a giardino. I fogli di riferimento sono, procedendo da nord a sud, i numeri 12 e 16 riferiti al Comune di Alpago/B. I mappali interessati sono 8 con riferimento a 5 proprietà.

Per i dettagli si rimanda al Piano particellare preliminare delle aree (elaborato OF.03).

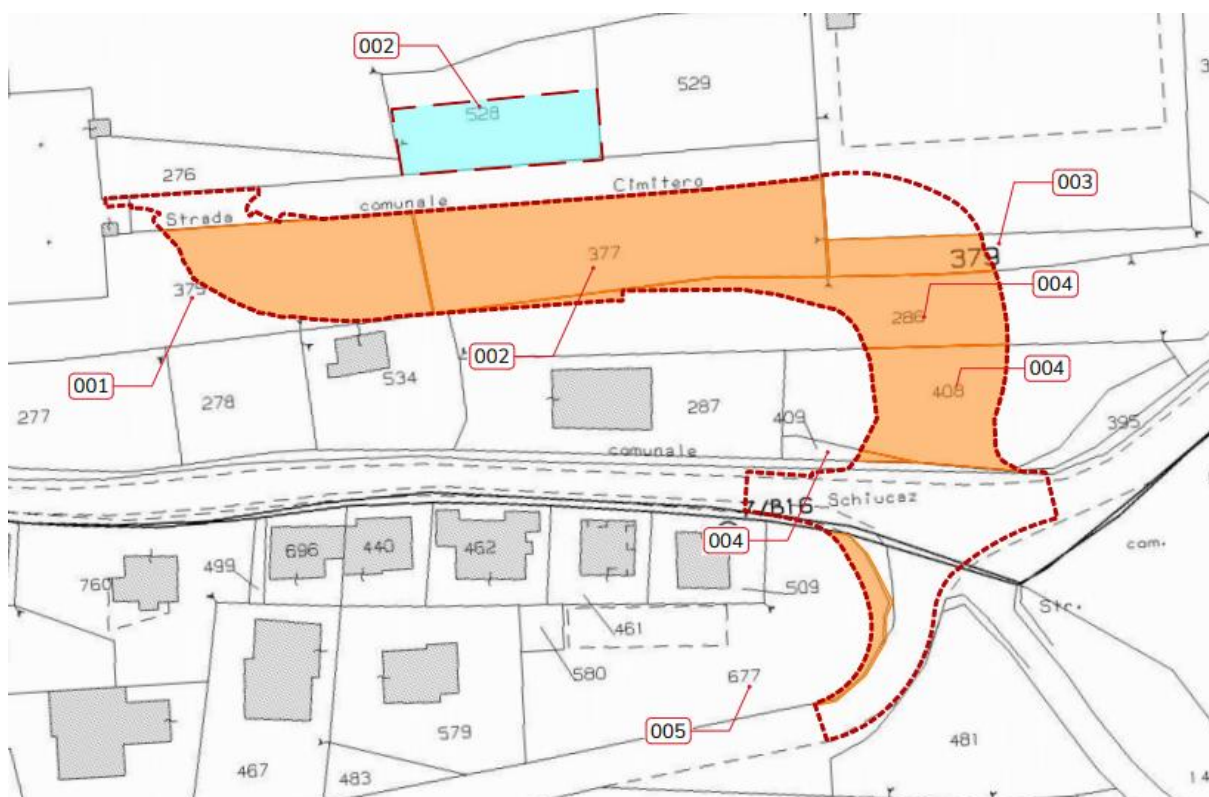


Figura 7: Estratto di mappa catastale

3. LA PRECIPITAZIONE DI PROGETTO

Il vero problema dal punto di vista ingegneristico è la determinazione, tra tutti gli eventi possibili, di quello critico per le opere da realizzare. L'evento di riferimento deve essere caratterizzato da un ragionevole valore della sua frequenza probabile. Tale periodo è comunemente noto come **tempo di ritorno (Tr)** e nella presente valutazione è stato assunto pari a 50 anni, in linea con le indicazioni della DGRV n. 2948/2009.

Per la determinazione delle piogge si fa riferimento, dunque, alla curva segnalatrice di possibilità pluviometrica a due parametri stimata con il metodo di Gumbel per precipitazioni 1 ora e 24 ore.

Tale curva, relativa al comune di **Alpago**, viene stimata utilizzando dati pluviometrici misurati dalla stazione meteorologica ARPAV di "**San Martino d'Alpago**" tra il 12/05/1992 e la data di redazione della presente relazione:

$$h = a \cdot t^n$$

essendo h la precipitazione in mm e t la durata della pioggia in ore.

Curve di possibilità pluviometrica per durate <1h (espressa in ore)

Stazione	San Martino d'Alpago	
Quota	828	m s.l.m.
Coordinata X	1762192	Gauss-Boaga fuso Ovest (EPSG:3003)
Coordinata Y	5119729	
Comune	CHIES D'ALPAGO (BL)	
Inizio attività sensore di pioggia 12/05/1992		
Fine attività sensore di pioggia ancora attivo		

Parametri delle curve di possibilità pluviometriche con durata <1h (espressa in ore)		
Tempo di ritorno	a	n
2 anni	38.492	0.534
5 anni	50.818	0.575
10 anni	59.008	0.595
20 anni	66.878	0.609
50 anni	77.081	0.624

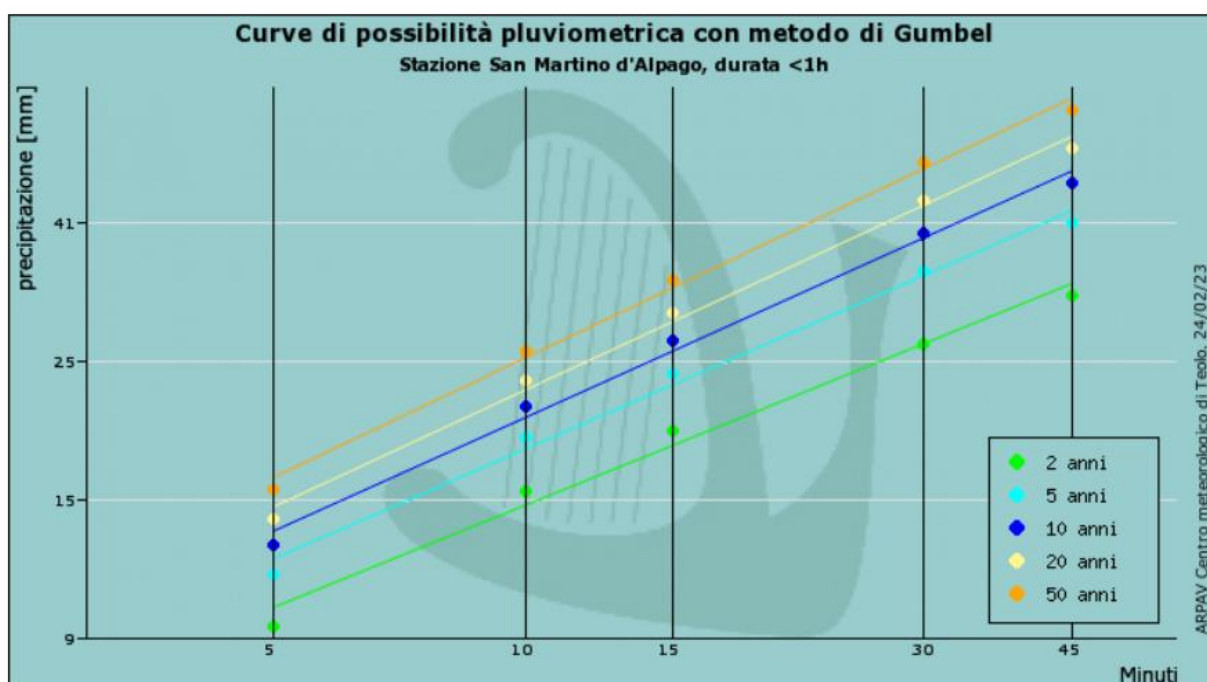


Figura 8: Curve di possibilità pluviometrica per eventi di durata <1 h - Stazione di Belluno (ARPAV)

Curve di possibilità pluviometrica per durate 1-24h (espressa in ore)

Stazione	San Martino d'Alpago	
Quota	828	m s.l.m.
Coordinata X	1762192	Gauss-Boaga fuso Ovest (EPSG:3003)
Coordinata Y	5119729	
Comune	CHIES D'ALPAGO (BL)	
Inizio attività sensore di pioggia 12/05/1992		
Fine attività sensore di pioggia ancora attivo		

Parametri delle curve di possibilità pluviometriche con durata 1-24h (espressa in ore)		
Tempo di ritorno	a	n
2 anni	33.250	0.374
5 anni	41.951	0.402
10 anni	47.736	0.414
20 anni	53.296	0.423
50 anni	60.502	0.431

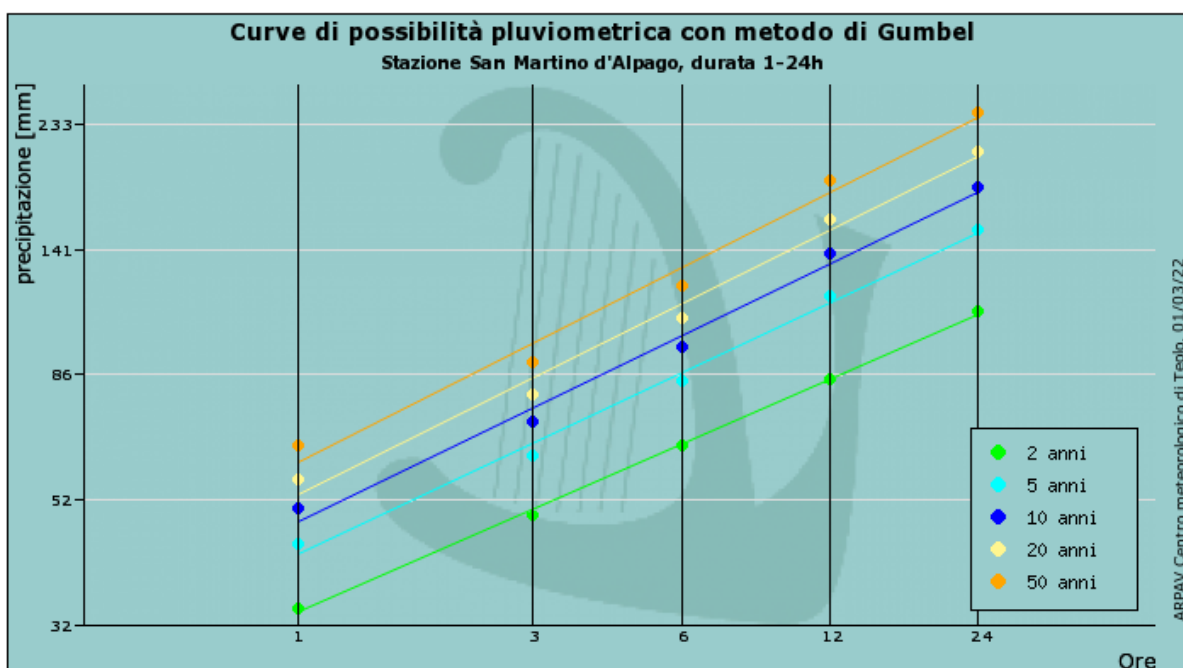


Figura 9: Curve di possibilità pluviometrica per eventi di durata 1-24 h - Stazione di Belluno (ARPAV)

Per il presente studio verrà utilizzato un tempo di ritorno pari a 50 anni come da indicazioni della DGR n. 2948/2009.

Considerata la sezione di un collettore della rete drenante, le portate defluenti che la attraversano dipendono dalle caratteristiche del bacino tributario, sotteso dalla sezione stessa, e quindi dalla sua forma, estensione, lunghezza, pendenza, natura del terreno oltre che da quelle dell'evento meteorico che lo investe.

4. VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA

È noto come l'urbanizzazione implichi un aumento del livello di impermeabilizzazione del territorio, provocando quindi un aumento del deflusso superficiale. È noto, inoltre, quanto la rete scolante e la situazione idraulica dell'area in esame sia in equilibrio instabile. Urbanizzare oggi il territorio significa quindi necessariamente anche progettare procedure ed interventi di mitigazione idraulica tali da garantire che la portata di efflusso rimanga costante.

Andranno pertanto predisposti, nelle aree in trasformazione, volumi che devono essere riempiti man mano che si verifica il deflusso dalle aree stesse, fornendo un dispositivo che garantisce l'effettiva invarianza del

picco di piena. La predisposizione di tali volumi non garantisce automaticamente che la portata uscente dall'area trasformata sia in ogni condizione di pioggia la medesima che si osservava prima della trasformazione. Tuttavia, è importante evidenziare che l'obiettivo dell'invarianza idraulica richiede a chi propone una trasformazione di uso del suolo di accollarsi, attraverso opportune azioni compensative, gli oneri del consumo della risorsa territoriale.

Appare opportuno inoltre introdurre la classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici elencata nell'allegato A del DgrV n. 2948/2009.

Tale classificazione consente di definire soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento. La classificazione è riportata nel seguente prospetto.

Classe di intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici fra 0.1 ha e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $imp > 0.3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $imp > 0.3$

Tabella 1: Classi d'intervento ai sensi del D.Rgv 2948/2009

L'ambito di intervento ha un'estensione inferiore ad 1 ettaro per cui rientra nella classe di **“Modesta impermeabilizzazione potenziale”** dove, oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro. Seguendo quanto riportato nelle Linee guida per valutazione di compatibilità idraulica, l'intervento oggetto di questa relazione è di Classe 3, cui dovrà seguire un dimensionamento dei dispositivi di compensazione utilizzando il **metodo dell'invaso** (vedi paragrafo 4.3).

4.1 Il coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso definisce la parte di precipitazione che giunge in rete e dipende dalle caratteristiche del bacino scolante.

Per un bacino costituito da più bacini tributari, ad ognuno dei quali compete un coefficiente di afflusso φ , il coefficiente risultante è dato dal seguente rapporto:

$$\varphi = \frac{\sum_i A_i \cdot \varphi_i}{\sum_i A_i}$$

dove:

- φ_i è il coefficiente di afflusso relativo di ogni singola superficie caratteristica omogenea dell'area di intervento;
- A_i è la singola superficie caratteristica;

- φ è il coefficiente di afflusso dell'intera area.

Il range di variazione del φ_i fa riferimento alla tabella dei coefficienti di deflusso riportate nella DGRV 2948/2009 e qui sotto descritta:

Classe di utilizzo	φ
Aree agricole	0,10
Superfici permeabili (aree verdi)	0,20
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti, strade in terra battuta o stabilizzato, etc..)	0,60
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, piazzali, etc..)	0,90

Tabella 2: Coefficiente di deflusso in funzione della classe di utilizzo ai sensi del DGRV 2948/2009

4.1.1. Stato di fatto

Lo stato di fatto è costituito da un'area complessiva di circa 1.550 m² occupata totalmente da superficie a prato verde. Attualmente l'intera portata meteorica ricadente nell'ambito di intervento viene assorbita dal terreno o ruscella a valle, scolando dal muro di sostegno della collina sul sedime stradale di via Roma.

Da qui, le acque vengono coltate al torrente Reiù attraverso una condotta in c.a. da 400 mm collocata sotto la piattaforma stradale e diretta verso sud.

Vengono di seguito riportate le tabelle riassuntive delle superfici dello stato di fatto coinvolte nell'intervento allo stato di fatto.

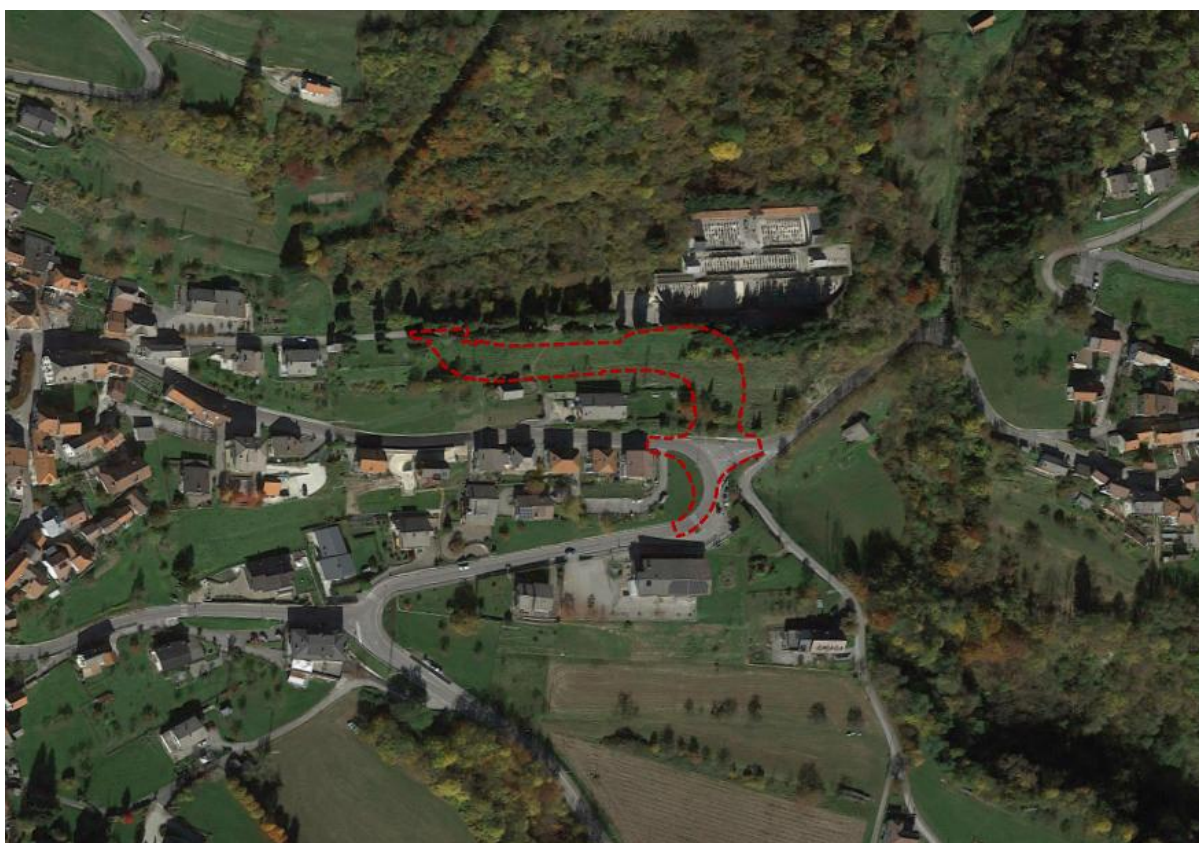


Figura 10: Planimetria generale stato di fatto

Tipo	ϕ	Sup [m ²]	Sup. eq [m ²]
Impermeabile	0,90	0	0
Semipermeabile	0,60	0	0
Verde	0,20	1.550	310
Totale	0,20	1.550	310

Tabella 3: Superfici dello stato di fatto

4.1.2. Stato di progetto

Il progetto prevede la realizzazione di una strada della lunghezza di circa 170 m e di larghezza di 7,00 metri. La superficie complessiva di progetto, coincidente con quella della piattaforma stradale, interamente impermeabilizzata in asfalto, è di circa 1.550 m².

Nella configurazione di progetto, la piattaforma stradale è a schiena d'asino con pendenza trasversale del 2,50 % e longitudinale di circa il 14%. Sui cigli stradali è posta una cunetta alla francese di dimensioni di 40 cm di larghezza, interrotta ogni 12 metri dalla presenza di una caditoia sifonata con griglia in ghisa sferoidale. Le caditoie recapiteranno gli afflussi meteorici nella rete di drenaggio principale posta in asse strada costituita da una condotta in PVC-U SN8 DN 400 mm e pozzetti prefabbricati in c.a. delle dimensioni interne di 150 x 150 cm.

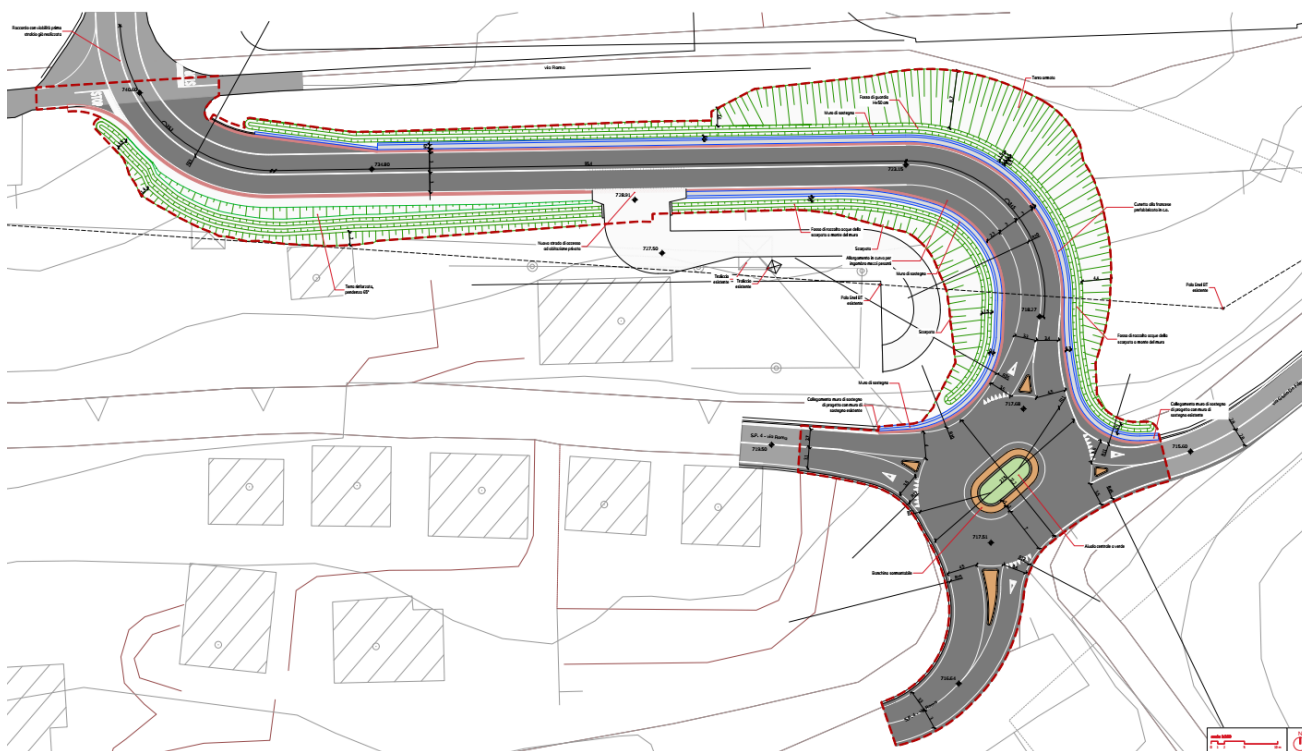


Figura 11: Planimetria generale di progetto

Vengono di seguito riportate le tabelle riassuntive delle superfici di progetto coinvolte nell'intervento allo stato di progetto.

Tipo	ϕ	Sup [m ²]	Sup. eq [m ²]
Impermeabile	0,90	1.550	1.395
Semipermeabile	0,60	0	0
Verde	0,20	0	0
Totale	0,90	1.550	1.395

Tabella 4: Superfici di progetto prima fase

Con riferimento ai dati sopra citati e riportati in Tabella 4 si ottiene un coefficiente di deflusso medio di 0,90. Si evince pertanto che l'aumento del coefficiente di deflusso corrisponderà ad un aumento della portata che andrà scaricata.

Le portate meteoriche verranno scaricate al fosso presente lungo il lato ovest del lotto, dove adesso confluiscono per ruscellamento, previo passaggio per un manufatto regolatore di portata.

4.2 Calcolo del tempo di corrivazione e stima della portata massima scaricabile

Per la valutazione delle portate, assegnata la precipitazione, si è utilizzato il metodo razionale o cinematico, solitamente applicato a bacini scolanti di limitata estensione.

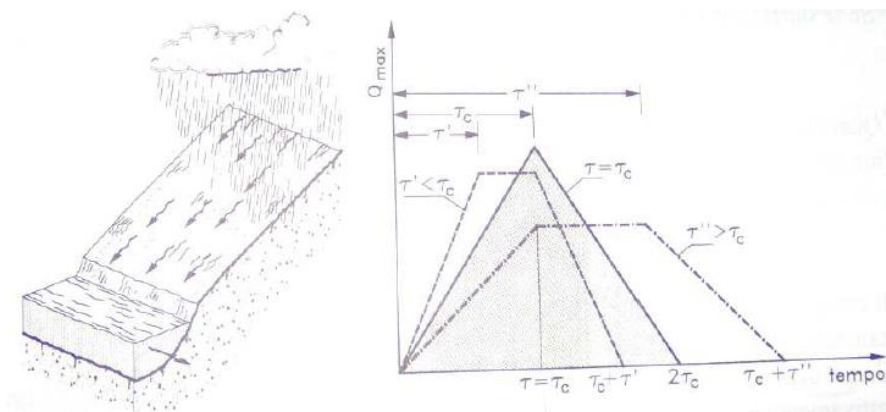


Figura 12: Schema metodo Cinematico

L'espressione classica della portata che dalla superficie scolante modello cinematico è rappresentata dalla relazione:

$$Q_{max} = \phi * J * S$$

dove:

- Q_{max} è la portata massima;
- $J = h/t$ è l'intensità di pioggia;
- S è la superficie del bacino scolante;
- ϕ è il coefficiente di deflusso.

con queste posizioni si può valutare il massimo afflusso meteorico relativamente a una durata di pioggia pari al tempo di corrivazione.

Per cunette e fossi (è questo il caso), viene solitamente usata la seguente espressione ricavata dal Civil Engineering Department dell'Università del Maryland:

$$\tau_c = \left[26.3 * \frac{\left(\frac{L}{K_s}\right)^{0.6}}{3600^{0.4(1-n)} \cdot a^{0.4} \cdot i^{0.3}} \right]^{\frac{1}{0.6+0.4 \cdot n}}$$

Con:

- τ_c : tempo di corrivazione [s];
- K_s : coefficiente di scabrezza secondo Gauckler-Strickler (assunto pari a 35 m^{1/3}/s per terreno a verde);
- L : lunghezza della superficie scolante [m];
- i : pendenza media della superficie scolante (m/m);
- a : coefficiente equazione di possibilità pluviometrica (m/oraⁿ);
- b : coefficiente equazione possibilità pluviometrica.

Applicando le opportune sostituzioni alla formulazione dell'intensità utilizzando la curva di possibilità pluviometrica a due parametri, si ottiene così:

$$\tau_c = \left[26.3 * \frac{\left(\frac{L}{K_s}\right)^{0.6}}{3600^{0.4(1-n)} \cdot a^{0.4} \cdot i^{0.3}} \right]^{\frac{1}{0.6+0.4 \cdot n}} = 179 \text{ s}$$

Dove sono stati posti:

- $a = 60,502$;
- $n = 0.431$;
- $L = 155 \text{ m}$;
- $i = 14\%$ ($\Delta h = 22 \text{ m}$);
- $K_s = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Una volta noto il tempo di corrivazione, il coefficiente di deflusso e l'altezza di precipitazione, è possibile determinare il contributo specifico di piena u detto coefficiente udometrico secondo la relazione:

$$u = 2,78 \cdot \varphi \cdot \frac{h}{\tau_c} = 185,61 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$$

Dove:

- u = coefficiente udometrico (l/s*ha);
- φ = coefficiente di deflusso (0,20 per lo stato di fatto);
- h = altezza di precipitazione (mm);
- τ_c = tempo di corrivazione del bacino (ore).

4.3 Dimensionamento dei dispositivi compensativi

Seguendo quanto riportato nelle Linee guida per valutazione di compatibilità idraulica e al paragrafo, il criterio di dimensionamento che verrà utilizzato è il **metodo dell'invaso**.

Il metodo si basa sulla sola curva di possibilità pluviometrica, sulle caratteristiche di permeabilità della superficie tributaria e sulla portata massima, supposta costante, che si vuole avere allo scarico del sistema.

La risposta idrologica del sistema è quindi estremamente semplificata trascurando tutti i processi di trasformazione afflussi-deflussi (*Routing*): permane unicamente la determinazione della precipitazione efficace (separazione dei deflussi) ottenuta con il metodo del coefficiente di afflusso.

Tale ipotesi semplicistica implica che le portate in ingresso al sistema di invaso siano sovrastimate e di conseguenza, nel caso si riesca a garantire la costanza della portata massima allo scarico, anche i volumi di laminazione risulteranno sovrastimanti e cautelativi. Per contro, l'ipotesi di portata costante risulta accettabile solo per piccole luci di scarico.

Posta la formulazione a due parametri della curva di possibilità pluviometrica:

$$h = a \cdot t^n$$

da questa deriva che il volume di pioggia entrante nel sistema di invaso in conseguenza ad un evento pluviometrico di durata t si può esprimere:

$$V_{IN} = S \cdot \varphi \cdot h(t)$$

Dove φ è il coefficiente di afflusso e S la superficie del bacino drenato a monte del sistema di invaso.

Il volume in uscita dal sistema nello stesso intervallo t di tempo sarà invece:

$$V_{OUT} = Q_{IMP} \cdot t = S \cdot u_{IMP} \cdot t$$

Dove Q_{IMP} e u_{IMP} sono rispettivamente la portata e il coefficiente udometrico imposti allo scarico.

Il volume invasato al tempo t sarà allora dato dalla differenza dei volumi in ingresso e in uscita dal sistema:

$$V = V_{IN} - V_{OUT} = S \cdot \varphi \cdot h(t) - Q_{IMP} \cdot t$$

Che trascritta inserendo la curva di possibilità pluviometrica:

$$V = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n - S \cdot u_{IMP} \cdot t$$

Si tratta ora di trovare la durata di pioggia t_{cr} che massimizza il volume invasato V_{MAX} annullando la derivata dell'espressione precedente. Analiticamente si ottiene:

$$t_{cr} = \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

E quindi il volume da assegnare al sistema di invaso sarà:

$$V_{MAX} = V_{IN} - V_{OUT} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} - Q_{IMP} \cdot \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Dati di calcolo:

- Tempo di ritorno: 50 anni;
- Coefficiente d'afflusso: $\phi = 0,90$;
- Coefficiente udometrico: $u = 185,61 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$;
- Superficie intervento: $S = 1.550 \text{ m}^2$.

PARAMETRI D'INGRESSO - METODO DELLE PIOGGE		
Coefficiente di deflusso - ϕ medio		0,90 -
Coefficiente udometrico allo scarico		185,61 l/s ha
Superficie del bacino		1 550 m ²
Comune di	Alpago	a 60,50
Tempo di ritorno [anni]	50	n 0,43

RISULTATI	
Tempo critico	10 min
Tempo critico	0,17 ore
Volume specifico per l'invarianza	140 m ³ /ha
Volume per l'invarianza	22 m³

Tabella 5: Output del foglio di calcolo basato sul metodo delle piogge

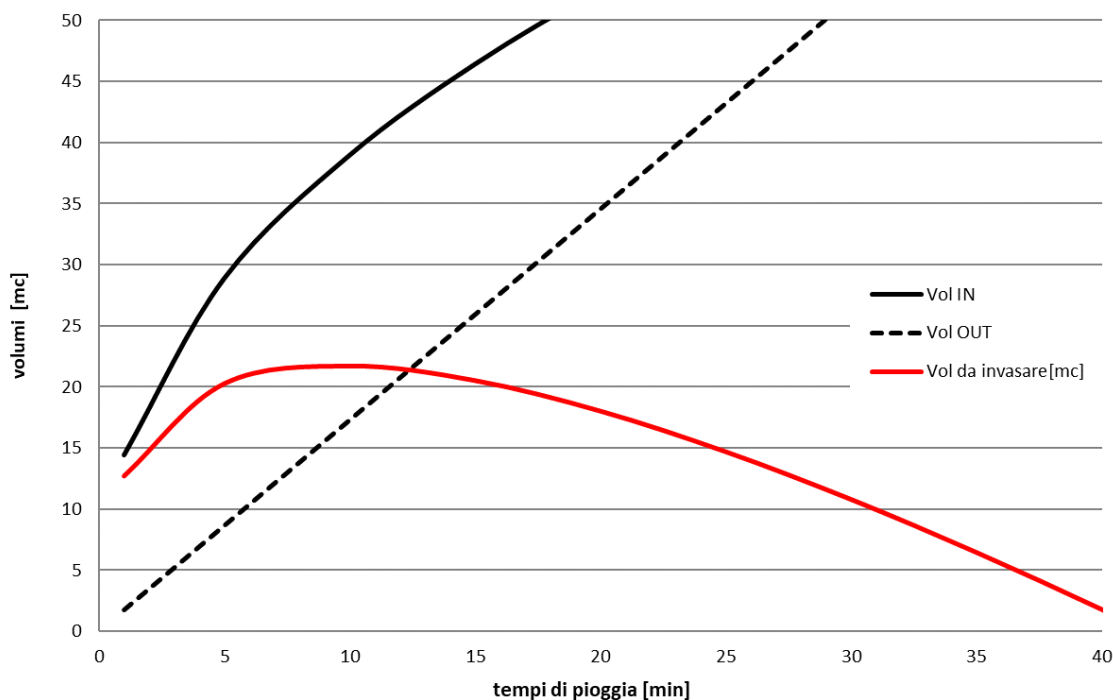
Come risulta dal foglio di calcolo riportato in Tabella 5, il volume d'invaso da reperire per garantire l'invarianza idraulica dell'intervento è pari a 22 m³. Tale volume verrà garantito in toto dal sovradimensionamento dei pozzetti di linea che verranno provvisti di una soglia con bocca tarata e petto sfiorante. Tali pozzetti (12) saranno prefabbricati in calcestruzzo armato delle dimensioni interne di 150 x 150 cm e di altezza al petto sfiorante di 100 cm. I pozzetti di cui sopra, avranno anche la funzione di pozzetti di calma e rallenteranno la velocità delle acque nelle condotte.

Ogni pozzetto verrà provvisto di una soglia con bocca tarata in grado di smaltire una portata massima di:

$$Q_u = u \cdot A = 185,61 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 0,155 \text{ ha} = 28,77 \text{ l/s}$$

Il sistema di drenaggio, come sopra descritto, è in grado di invasare 27 m³ e quindi è in grado di garantire l'invarianza idraulica dell'intervento.

$$V_{rete \text{ di drenaggio}} = 27 \text{ m}^3 > 22 \text{ m}^3 = V_{richiesto}$$



5. MANUFATTO REGOLATORE DI PORTATA (POZZETTI DI CALMA)

Il manufatto di regolazione delle portate è dimensionato imponendo una portata effettiva allo scarico costante e pari a 185,61 l/s*ha. La superficie di riferimento per l'ambito di intervento è pari a 1.550 m², quindi, la portata massima scaricabile è così calcolabile:

$$Q_{MAX} = u \cdot S = 28,77 \text{ l/s}$$

Il manufatto di regolazione sarà realizzato con un setto in calcestruzzo sul quale trova alloggio un pancone in acciaio forato sul fondo. La dimensione del foro della luce a battente è stata calcolata mediante le equazioni della foronomia:

$$Q = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2gh}$$

attribuendo ai membri dell'equazione i valori di:

- Coefficiente di contrazione: $\mu = 0,61$;
- Portata massima scaricabile: $Q = 28,77 \text{ l/s}$;
- Tirante massimo: $h = 100 \text{ cm}$.

Si ottiene un foro di progetto del diametro di 11,64 cm.

Poiché risulta fondamentale mantenere la completa efficienza del sistema, è necessario effettuare una periodica pulizia del manufatto di laminazione per scongiurare eventuali "intasamenti" del foro.

Nel caso in cui si verificassero successivi eventi di precipitazione particolarmente intensi e i volumi della rete fossero già completamente invasati, lo sfioro del manufatto di regolazione deve essere in grado di smaltire

efficientemente la portata generata con una precipitazione avente un tempo di ritorno di 50 anni e una durata pari al tempo di corrivazione.

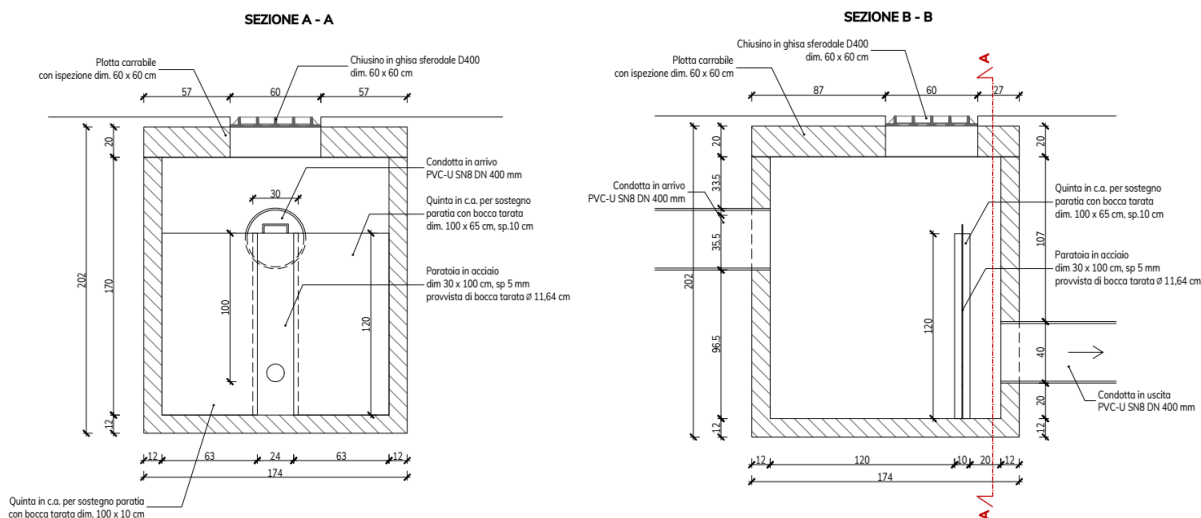


Figura 13: Particolare costruttivo pozzetti di calma con bocca tarata

6. SINTESI E CONCLUSIONI

Il progetto prevede la realizzazione di una strada, consistente nel secondo stralcio della nuova viabilità di collegamento tra l'abitato di Pieve d'Alpago e Plois d'Alpago.

L'ambito di intervento, dell'estensione di circa 1.550 m², si trova in ambito collinare compreso tra la S.P. 4 (via Roma) e l'area cimiteriale dell'abitato di Pieve d'Alpago e la superficie è interamente occupata da prato a verde.

L'ambito di progetto si intende l'intera superficie asfaltata corrispondente con la piattaforma stradale ed è da considerarsi totalmente impermeabilizzata.

Date le nuove impermeabilizzazioni conseguenti dalle trasformazioni del suolo, si è reso necessario stimare i volumi compensativi atti a garantire l'invarianza idraulica. Per fare ciò, si è scelto di utilizzare il **metodo dell'invaso** ed il minimo invaso da garantire per invarianza idraulica risulta essere pari a 22 m³.

Tali volumi vengono garantiti nella configurazione di progetto dai pozzetti di linea (12) di dimensioni interne 150 x 150 cm e altezza utile 100 cm che verranno provvisti di una paratoia con bocca tarata in grado di scaricare una portata massima di 28,77 l/s. Le paratoie saranno provviste di petto sfiorante per garantire il deflusso delle acque meteoriche in caso di eventi con tempo di ritorno superiore ai 50 anni per cui sono stati dimensionati i volumi per l'invarianza idraulica.

Infine, gli afflussi meteorici verranno scaricati a valle, nella condotta in c.a. esistente lungo via Roma che a sua volta ha come corpo recettore finale il vicino torrente Reiù.

Tale condotta, che presenta nel tratto terminale in cui la rete di drenaggio in oggetto alla presente relazione si innesta, presenta una pendenza del 15,86 % in un primo tratto e successivamente del 21,95%.

In questi tratti la condotta è in grado di smaltire una portata pari rispettivamente a 632 l/s e 879 l/s maggiori della portata massima generata di 588 l/s data dalla somma di:

- primo stralcio già realizzato: 254 l/s;
- area della SP4 verso l'abitato di Pieve d'Alpago della lunghezza di circa 100 m: 83 l/s;
- secondo stralcio: 251 l/s.

Queste ultime considerazioni ricalcano quanto già definito nella relazione idraulica e idrologica a firma dell'ing. Massimo Cervo datata settembre 2020 in possesso dell'amministrazione.