

COMUNE DI SAN GIULIANO TERME
PROVINCIA DI PISA

Progetto Unitario Convenzionato (P.U.C.)
(ai sensi art. 121 L.R. 65/2014)
Comparto n. 1 sub 2 UTOE n. 27
Via dei Pioppi

RELAZIONE IDRAULICA

PROPRIETA':

BONACCORSI Roberto
CONSANI Loredana
VENTURI Fulvio

DATA:

Ottobre 2024



Dott. Ing. Silvia LUCIA
Via di Gello, 42/1 - 56038 PONSACCO (PI)
Cell 3476315534 slingegneria@gmail.com

Il Tecnico
Dott. Ing. Silvia LUCIA



SOMMARIO

PREMESSA	1
1. CONSIDERAZIONI GENERALI	1
2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	2
3. METODOLOGIA	3
4. ASPETTI NORMATIVI	4
5. INVARIANZA IDRAULICA	7
6. DIMENSIONAMENTO DELLA TRINCEA DENANTE.....	11
7. INSTALLAZIONI E ACCORGIMENTI COSTRUTTIVI	14
8. MANUTENZIONE	14
9. PRESCRIZIONI.....	15
CONCLUSIONI	15
APPENDICI	15

PREMESSA

Il presente studio idrologico-idraulico definisce i criteri di messa in sicurezza idraulica per l'intervento da realizzare in loc. Asciano, Via dei Pioppi, nel Comune di San Giuliano Terme.

Dalla lettura delle cartografie del POC di San Giuliano Terme risulta che la maggior parte dell'area è caratterizzata da Pericolosità Idraulica P1 e, per la rimanente parte, da Pericolosità Idraulica P2.

Lo studio idraulico analizza gli strumenti di pianificazione e le norme che governano il territorio per definire il livello di rischio atteso e le modalità di realizzazione dell'intervento in condizioni di sicurezza idraulica. Obiettivo della relazione è individuare le metodiche per la realizzazione degli interventi per l'invarianza idraulica del territorio ed è integrata dai calcoli di supporto alla verifica della fognatura meteorica.

1. CONSIDERAZIONI GENERALI

L'obiettivo primario dello studio idraulico è quello di consentire una trasformazione dell'uso del suolo nel rispetto del principio dell'invarianza idraulica del territorio, secondo il quale il proponente l'azione di progetto si accolla, attraverso opportune azioni compensative, e nei limiti di incertezza del modello adottato per il calcolo dei volumi, gli oneri del consumo della risorsa territoriale.

L'intervento edilizio, oggetto della presente relazione di compatibilità idraulica, comporta un aumento della superficie territoriale impermeabilizzata con conseguente aggravio delle modalità di deflusso delle acque, da un lato aumentando il deflusso superficiale e i contributi di piena, dall'altro riducendo la ricarica della falda.

Per ottenere una efficace mitigazione degli impatti sul territorio, il progetto adotterà misure compensative quanto più possibile di tipo naturale, con interventi che mirano a :

- favorire l'infiltrazione e l'immagazzinamento delle acque meteoriche all'interno del suolo;
- favorire i processi di laminazione, utilizzando tutti i volumi disponibili nel bacino prima che i deflussi raggiungano la sezione di chiusura.

Lo studio idraulico ha come scopo il mantenimento della portata in uscita, garantito dal funzionamento del sistema di laminazione, e da una corretta individuazione del volume di laminazione.

I principali intenti dello studio idrologico-idraulico sono:

- verificare l'ammissibilità dell'intervento attraverso il quadro conoscitivo sulla pericolosità idraulica del sito e i parametri di progetto;
- indicare gli interventi di mitigazione da attuare;
- quantificare l'eventuale aumento del coefficiente di deflusso per valutare l'entità degli invasi di laminazione al fine di non modificare la risposta idrologico-idraulica in termini di portata generata.

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

IMPIEGO DI SUOLO	ANTE OPERAM (mq)	POST OPERAM (mq)
autobloccanti	0	451,00
edifici	35,00	367,00
verde	4.183,00	3400,00

Non viene realizzata rete di fognatura meteorica interna al lotto che vada a gravare sulla fognatura comunale esistente, lo smaltimento delle acque di pioggia avviene internamente al lotto utilizzando sistemi di infiltrazione.

Il sito di progetto occupa un'area inferiore ad 1 ettaro; la realizzazione dell'intervento comporterà, quindi, una variazione modesta dell'impermeabilità superficiale che sarà compensata con la messa in opera di misure volte a mantenere costante il coefficiente udometrico complessivo dell'area, secondo il principio dell'invarianza idraulica di territorio.

L'area di progetto insiste su un suolo caratterizzato da bassa permeabilità che consente di smaltire per infiltrazione solo parzialmente le portate derivanti da precipitazione meteorica. Le misure compensative da adottare per questo specifico intervento consistono nella realizzazione di un nuovo fossato di scolo al margine dell'area privata che funge da sistema di invaso temporaneo e consente alle acque di pioggia di infiltrarsi nel suolo.

3. METODOLOGIA

Sul sito è stata condotta una valutazione del rischio idraulico, valutando le cartografie tematiche della pericolosità idraulica.

Lo studio idrologico per il dimensionamento della fognatura meteorica è stato condotto adottando curve pluviometriche aggiornate (*anno 2012*), e disponibili sul sito della Regione Toscana, sia sul sito a stato attuale sia sul sito a stato urbanizzato. I calcoli sono stati condotti su un evento meteorico che ha probabilità di ricorrenza di 30 anni.

Per la verifica dei tratti di fognatura sono state determinate le estensioni di tutte le superfici in grado di intercettare la precipitazione di pioggia afferente alla rete, attribuendo a ciascuna superficie il rispettivo coefficiente di deflusso; utilizzando l'intensità di pioggia relativa all'evento meteorico di progetto, si calcola la portata d'acqua intercettata nelle varie superfici.

4. ASPETTI NORMATIVI

La zona oggetto di studio è soggetta a regolamentazione edilizia ed urbanistica, sotto il profilo della pericolosità idraulica, da parte dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno, confluita nel Distretto Appennino Settentrionale, da parte della Regione Toscana e da parte del Comune di San Giuliano Terme.

4.1 Piano Gestione Rischio Alluvioni

Il Distretto Appennino Settentrionale non ha prodotto studi idraulici specifici sulle aree di competenza. Il P.G.R.A. recepisce le cartografie fornite dalle singole Autorità di Bacino di competenza territoriale e le riclassifica. Allo stato attuale, il sito oggetto di indagine è perimetrato in gran parte in pericolosità P1, area a pericolosità Bassa e in minima parte in pericolosità P2, area a pericolosità Media (*vedi Appendice n°1*).

Sugli interventi edilizi ad opera di privati, l'Autorità di Bacino non ha previsto vincoli o limitazioni.

4.1.2 Disciplina di Piano

Art.9 – Aree a pericolosità da alluvione media (P2) – Norme

1. Nelle aree P2 per le finalità di cui all'art. 1 sono da consentire gli interventi che possano essere realizzati in condizioni di gestione del rischio idraulico, con riferimento agli obiettivi di cui all'art. 1 comma 4, fatto salvo quanto previsto ai commi seguenti del presente articolo e al successivo art. 10.
2. Nelle aree P2 per le finalità di cui all'art. 1, l'Autorità di Bacino si esprime sugli interventi di seguito elencati, in merito alla compatibilità degli stessi con il raggiungimento degli obiettivi di PRGA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone:
 - a) misure di protezione previste dal PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone e misure previste dal PGRA;
 - b) interventi di sistemazione idraulica e geomorfologica, ad eccezione delle manutenzioni ordinarie, straordinarie e di ripristini;
 - c) interventi di ampliamento e ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico esistenti, riferite ai servizi essenziali, e della rete infrastrutturale primaria, nonché degli impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del Dec. Lgs. N. 152/2006 compresi i servizi a rete e le infrastrutture a questi connessi.
 - d) Nuovi interventi relativi alle opere pubbliche o di interesse pubblico riferite ai servizi essenziali e alla rete di infrastrutture primaria;
 - e) Interventi di ampliamento, di ristrutturazione e nuovi impianti di potabilizzazione e depurazione compresi i servizi a rete e le infrastrutture a questi connessi nonché gli impianti dichiarati di interesse pubblico di cui all'allegato VIII alla parte seconda del Dec. Lgs. N. 152/2006 compresi i servizi a rete e le infrastrutture a questi connessi.
3. Le Regioni disciplinano le condizioni di rischio idraulico per la realizzazione degli interventi nelle aree P2.

Art. 10 – Aree a pericolosità da alluvione media (P2) – Indirizzi per gli strumenti di governo del territorio

1. Fermo quanto previsto dall'art. 9 e dall'art. 14 comma 8, nelle aree P2 per le finalità di cui all'art.1 le Regioni, le Province e i Comuni, nell'ambito dei propri strumenti di governo del territorio si attengono ai seguenti indirizzi:

- f) Sono da privilegiare le trasformazioni urbanistiche tese al recupero della funzionalità idraulica;
- g) Le previsioni di nuova edificazione sono da subordinare al rispetto delle condizioni di rischio idraulico;
- h) sono da evitare le previsioni che comportano la realizzazione di sottopassi, se non diversamente localizzabili;
- i) le previsioni di volumi interrati sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio idraulico.

Art. 11 – Aree a pericolosità da alluvione bassa (P1) – Norme e indirizzi per gli strumenti di governo del territorio

1. Nelle aree P1 sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici garantendo il rispetto delle condizioni di gestione del rischio.

2. Nelle aree P1 da alluvioni fluviali l'Autorità di bacino distrettuale si esprime sulle opere idrauliche in merito all'aggiornamento del quadro conoscitivo con conseguente riesame delle mappe di pericolosità.

3. La Regione disciplina le condizioni di gestione del rischio per la realizzazione degli interventi nelle aree P1.

La *Disciplina di Piano* introduce un concetto estremamente significativo per la valutazione degli interventi di carattere idraulico da adottare nella corretta progettazione di un piano urbanistico; viene introdotto il concetto di "Gestione del rischio idraulico":

Gestione del rischio idraulico: la gestione del rischio di alluvioni si attua attraverso la realizzazione di misure di prevenzione, protezione, preparazione e risposta e ripristino volte a ridurre le potenziali conseguenze negative, derivanti da fenomeni alluvionali, per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche. La gestione può essere, pertanto, attuata attraverso la realizzazione di misure tese a ridurre la pericolosità e/o la vulnerabilità e/o il valore degli elementi a rischio, anche mediante azioni di difesa locale e piani di gestione dell'opera collegati alla pianificazione di protezione civile comunale e sovracomunale. La gestione del rischio può essere perseguita, qualora ve ne siano i presupposti e le condizioni giuridiche, anche attraverso azioni tali da ripartire eventuali effetti negativi su aree dove, a parità di pericolosità, siano presenti elementi a rischio di minor valore. Agli effetti del PGRA di norma si considera come evento di riferimento per le azioni e le misure di gestione del rischio quello connesso con un tempo di ritorno uguale a 200 anni.

4.2 Regione Toscana

4.2.1 L.R. 41/2018 e L.R. 71/2020

La L.R. 41/2018 disciplina la fattibilità degli interventi sulla base della perimetrazione delle aree per alluvioni frequenti o poco frequenti.

In prossimità dell'area di progetto si rileva la presenza del Fosso del Monte delle Acque Calde (BV5354). Gli interventi edilizi non ricadono nella fascia di 10 m dei corsi d'acqua del reticolo idrografico di cui all'art. 22, comma 2, lettera e), della L.R. 79/2012 e dalla Del. 899/2018.

La classificazione di parte dell'area in Pericolosità idraulica P2 negli elaborati del POC di San Giuliano Terme pone l'area di progetto tra quelle regolamentate dall'art. 11 della L.R. 41/2018 che al comma 2 recita: "*(...) Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati interventi di nuova costruzione a condizione che sia realizzata almeno una delle opere idrauliche di cui all'art. 8, comma 1, lettere a), b) o c)*".

Il richiamato art. 8, opere per la gestione del rischio alluvioni, recita come segue: "*1. La gestione del rischio alluvioni è assicurata mediante la realizzazione delle seguenti opere finalizzate al raggiungimento almeno di un livello di rischio medio R2:*

- a) opere idrauliche che assicurano l'assenza di allagamenti rispetto ad eventi poco frequenti; b) opere idrauliche che riducono gli allagamenti per eventi poco frequenti, conseguendo almeno una classe di magnitudo idraulica moderata, unitamente ad opere di sopraelevazione, senza aggravio delle condizioni di rischio in altre aree";*
- c) opere di sopraelevazione, senza aggravio delle condizioni di rischio in altre aree.*

Sostanzialmente l'ammissibilità dell'intervento è condizionata dalla realizzazione di opere che consentano di raggiungere un livello di rischio R2.

La parte dell'area perimetrata in P2 non è in alcun modo interessata da opere di progetto e non viene alterata la morfologia del suolo; non occorre porre in opera interventi per la messa in sicurezza dei fabbricati e per garantire il non aggravio del rischio nelle aree contermini.

4.3 Comune di San Giuliano Terme

Nell'elaborazione degli studi idraulici di supporto al POC del Comune di San Giuliano Terme, sono state redatte le cartografie che analizzano la pericolosità idraulica nella piana dell'Arno, intesa come la parte di territorio compresa nel quadrilatero delimitato dal Fiume Arno, il Fiume Morto, il Canale Demaniale e lo Zambra di Calci.

Nello studio idraulico, redatto nel 2017, non sono stati analizzati i singoli corsi d'acqua della piana, ma sono state individuate le aree depresse che possono risultare soggette ad allagamento a seguito di una simulazione di un evento pluviometrico con tempo di ritorno di 200 anni.

I valori dei battenti idraulici di riferimento sono desumibili dagli elaborati messi a disposizione sul sito del Comune di San Giuliano Terme.

Non è stato necessario indagare sull'entità del battente idraulico, poiché l'intervento non prevede la collocazione di fabbricati in area a pericolosità P2.

5. INVARIANZA IDRAULICA

La riduzione del rischio idraulico del territorio, dovuto all'incremento delle aree impermeabilizzate, segue il principio che le acque meteoriche che cadono al suolo durante una precipitazione di pioggia debbano essere opportunamente raccolte e restituite al loro ciclo naturale, evitando, possibilmente, il loro convogliamento nelle reti fognarie e favorendo, invece, lo smaltimento in loco attraverso l'infiltrazione naturale nel terreno, con lo scopo di alimentare le falde sotterranee.

Qualora, per molteplici ragioni, ciò non fosse possibile, tali acque debbono essere scaricate nei riceventi, siano essi corsi d'acqua superficiali o tubazioni interrate. In tali situazioni si rende necessario prevedere la realizzazione di una vasca di laminazione. Tali manufatti, infatti, sono in grado di fungere da ammortizzatore idraulico durante i piovaschi di particolari intensità e durata, trattenendo temporaneamente la portata intercettata dalle superfici impermeabili, evitando pertanto pericolosi sovraccarichi a scapito dei riceventi finali.

5.1 Pluviometria

La stazione pluviometrica in grado di meglio descrivere le condizioni pluviografiche del sito oggetto di indagine è quella di San Giovanni alla Vena. I dati aggiornati delle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (*Aggiornamento 2012*) desunti dal sito della Regione Toscana, forniscono i seguenti valori: $h = 60,268 t^{0,2967}$ per $Tr = 30$ anni

dove h è l'altezza di pioggia in mm e t è la durata di pioggia in ore.

5.2 Calcolo dell'idrogramma netto

La valutazione delle perdite idrologiche per il calcolo dell'idrogramma netto di piena in arrivo nell'opera di laminazione o nell'insieme delle opere di laminazione, può essere effettuata in via semplificata adottando i valori del coefficiente di deflusso, in luogo del calcolo dell'infiltrazione.

5.3 Calcolo del volume di invaso per la laminazione

La trasformazione afflussi-deflussi del bacino, fino alla sezione di ingresso nell'invaso (o nel complesso degli invasi) di laminazione in progetto, è computata in dettaglio in particolare adottando idonei criteri di scelta:

- a) Dello ietogramma di progetto e della sua durata complessiva a partire dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l'area in esame;
- b) Della procedura di calcolo dello ietogramma netto in funzione delle perdite idrologiche per accumuli iniziali e per infiltrazione, in relazione alle tipologie del suolo e della urbanizzazione in progetto;
- c) Del modello di trasformazione afflussi-deflussi idoneo a rappresentare sia la formazione degli idrogrammi di piena nelle diverse sotto-aree, sia la loro propagazione e formazione dell'idrogramma complessivo $Q_e(t)$ in corrispondenza della sezione di ingresso nell'invaso (o nel complesso degli invasi) di laminazione del progetto.

Il dimensionamento dell'invaso (o degli invasi) di laminazione avviene poi applicando le equazioni seguenti al fine di computare l'idrogramma uscente $Q_u(t)$ dalla bocca (o dall'insieme delle bocche) di scarico dell'invaso (o degli invasi) e quindi verificare il rispetto del valore della massima portata ammissibile nel caso in esame e del tempo di svuotamento.

I fattori che influiscono sull'effetto di laminazione operato da un vaso di tipo statico sono il volume massimo in esso contenibile. La sua geometria e le caratteristiche delle opere di scarico.

Il processo di laminazione nel tempo "t" è descritto matematicamente dal seguente sistema di equazioni:

a. equazione differenziale di continuità: $Q_e(t) - Q_u(t) = dW(t)/dt$

b. legge di efflusso che governa le opere preposte allo scarico dell'invaso o in generale allo svuotamento dell'invaso: $Q_u = Q_u [H(t)]$

c. curva d'invaso, esprime il legame geometrico tra il volume invaso ed il battente idrico H nell'invaso: $W = W [H(t)]$

dove

$Q_e(t)$ rappresenta la portata entrante, $Q_u(t)$ quella complessivamente uscente dall'insieme delle opere di scarico e/o di infiltrazione e/o di riuso, $W(t)$ il volume invaso, $H(t)$ il battente idrico nell'invaso.

Nota l'onda di piena entrante $Q_e(t)$ e note le funzioni (b) e (c) riferite alle effettive caratteristiche geometriche ed idrauliche della bocca o delle bocche di scarico (b) ed all'effettiva geometria dell'invaso (c), l'integrazione del sistema (a) (b) (c) consente di calcolare le tre funzioni incognite $Q_u(t)$, $H(t)$ e $W(t)$.

Il calcolo viene riferito ad un evento di piena entrante $Q_e(t)$ selezionando come "evento di progetto" e cercando le soluzioni dimensionali affinché la portata uscente $Q_u(t)$ sia sempre inferiore o al massimo uguale al preassegnato limite massimo $Q_{u \max}$.

Il sistema composto dalle tre equazioni è integrabile in forma chiusa solo quando le relazioni (b) e (c) e l'onda di piena in ingresso all'invaso siano rappresentabili mediante funzioni analitiche.

Fissata la durata t_p , l'evento di pioggia è rappresentato da uno ietogramma di tipo Chicago, la sua forma analitica è la seguente:

$$i(t) = n \cdot a \cdot [(tr-t)/r]^{(n-1)} \text{ per } t \leq tr \quad \text{e} \quad i(t) = n \cdot a \cdot [(tr-t)/(1-r)]^{(n-1)} \text{ per } tr \geq tr$$

Lo ietogramma è discretizzato e presenta un picco all'istante $tr = r \cdot t_p$ con il coefficiente di posizione $r=0,4$. In corrispondenza di tale picco si ipotizza un valore massimo. Dell'intensità di pioggia per un intervallo finito di tempo.

Per tenere conto delle perdite idrologiche nel suolo dovute all'infiltrazione si definisce per ogni area colante un coefficiente di afflusso, che rappresenta l'aliquota impermeabile. Il calcolo del coefficiente medio ponderale consente di passare da uno ietogramma netto di pioggia.

Per il calcolo dell'idrogramma di piena entrante $Q_e(t)$ nell'invaso si utilizza, come modello afflussi-deflussi, il metodo della corrivazione, mediante la definizione di un IUH (idrogramma istantaneo unitario) costante nel tempo (curva aree/tempo lineare) e pari a $1/T_o$, con T_o = tempo di corrivazione.

Il tempo di corrivazione è un dato di progetto, ed è: $T_o = Tr + T_p / 1,5$

Tr = tempo di ruscellamento= tempo che impiega la goccia di pioggia più lontana a raggiungere la rete

Tp = tempo di percorrenza= tempo impiegato dalla goccia di pioggia per effettuare il percorso più lungo in rete per raggiungere la sezione di calcolo.

In funzione del tipo di efflusso dall'invaso (stramazzo Bazin, a larga soglia, di tipo Thompson, etc) si calcola l'idrogramma di piena uscente $Q_u(t)$.

Dall'equazione di continuità $Q_e(t) - Q_u(t) = dW(t)/dt$ si calcola il massimo volume invasato. Il volume di laminazione di progetto sarà il maggiore tra il volume invasato ed il volume minimo previsto dai requisiti minimi.

Lo scarico avviene in corso d'acqua naturale, quindi si ammette un efflusso ammissibile di 20 l/sec x ettaro.

Il volume di laminazione, per ogni subcomparto, deve consentire l'immagazzinamento temporaneo della portata eccedente quella ammissibile per la durata di un evento orario ed è concesso portare a scomputo il volume corrispondente all'80% del volume della fognatura meteorica.

Sono state effettuate n. 2 simulazioni di calcolo, una per lo stato ante operam e una per stato post operam, per definire l'effettiva variazione di apporto in termini di portata e volumetria (vedi Appendice n. 2).

Il volume di compensazione è pari a 75 mc e viene ricavato in una trincea drenate perimetrale nei quali confluiscono i pluviali dei tetti e la condotta di drenaggio del parcheggio; la trincea è dimensionata per consentire l'immagazzinamento temporaneo della portata eccedente quella ammissibile per la durata di un evento orario.

Il volume di laminazione dell'invarianza idraulica viene realizzata senza ricorrere alla messa in opera di opere strutturali. Si realizzano esclusivamente opere nel verde che consentono un immagazzinamento temporaneo dei volumi destinati alla laminazione fino ad infiltrazione raggiunta.

6. DIMENSIONAMENTO DELLA TRINCEA DENANTE

Le trincee drenanti (o trincee filtranti) sono costituite da scavi riempiti con materiale ghiaioso, sabbia e pietre; hanno lo scopo di favorire l'infiltrazione del volume immagazzinato all'interno della trincea e la successiva filtrazione dell'acqua meteorica nel sottosuolo, attraverso i lati ed il fondo della trincea. La presenza di un tubo forato all'interno (tubo di dispersione) aumenta la capacità di accumulo e garantisce una più regolare distribuzione delle acque lungo lo sviluppo della trincea.

La trincea viene dimensionata in modo da ottenere uno svuotamento completo dalle 12 alle 24 ore successive alla fine dell'evento di pioggia e quindi in funzione dei terreni esistenti nel sito oggetto di intervento. La portata d'acqua infiltrata è ricavabile dall'equazione di Darcy nota la permeabilità del materiale costituente la trincea drenante.

La trincea collegata ai pluviali delle abitazioni e alla tubazione drenante del parcheggio è dotata di una condotta in PVC DN 200 mm con fori del diametro minimo di 20 mm; ha larghezza alla base pari a 80 cm e profondità media di 1,30 m. Lo strato di ghiaia ha altezza pari a 1,0 m e lo strato di terreno vegetale ha altezza pari a 0,30 m.

Sulla base di progettazioni in zone limitrofe si può ipotizzare che il terreno sia caratterizzato da un valore del coefficiente di permeabilità pari a $k=1 \times 10^{-6}$ m/sec.

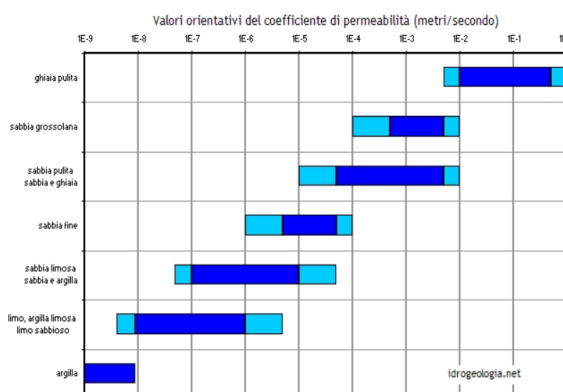


Figura 1- Coefficienti di permeabilità

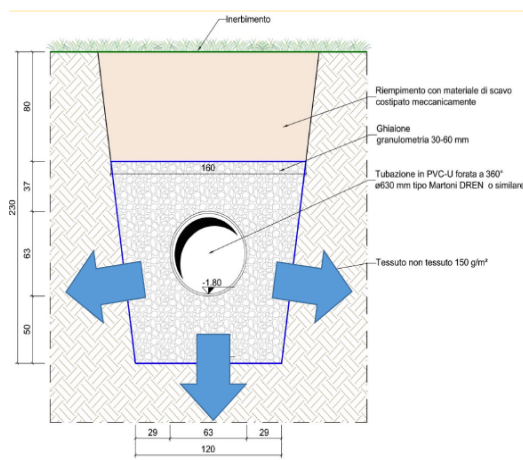


Figura 2- Schema tipo della trincea drenante

Verifica della trincea

La verifica della trincea drenante si esegue confrontando le portate in arrivo al sistema con la capacità di infiltrazione del terreno e con l'eventuale capacità di immagazzinamento del sistema. Il confronto è espresso con una equazione, che rappresenta il bilancio delle portate entranti ed uscenti il mezzo filtrante, in cui si trascura, per semplicità, il contributo legato alla evapotraspirazione:

$$(Q_p - Q_f) * T = W \text{ (mc)}$$

dove:

Q_p = portata in ingresso (mc/sec)

Q_f = portata infiltrata (mc/sec)

T = tempo (sec)

W = variazione del volume invasato nel mezzo filtrante nel tempo T (mc)

La portata d'infiltrazione può essere stimata con la legge di Darcy:

$$Q_f = K * i * A \text{ (mc/sec)}$$

dove:

K = coefficiente di permeabilità (m/sec)

i = gradiente idraulico (m/m)

A = superficie netta di infiltrazione (mq)

La cadente piezometrica può essere assunta pari a 1 qualora il tirante idrico sulla superficie filtrante sia trascurabile rispetto all'altezza dello strato filtrante.

La variazione di volume invasato nel terreno è determinata con la seguente espressione:

$$W = L * b * h * n$$

dove:

L = lunghezza della trincea (m)

b = larghezza della trincea (m)

h = altezza della trincea (m)

n = porosità del materiale di riempimento della trincea (assunto pari a 0,35)

La superficie netta di infiltrazione è data dalla seguente espressione:

$$A = L * b + 2 * (L+h) \quad (mq)$$

dove:

L = lunghezza della trincea (m)

b = larghezza della trincea (m)

h = altezza della trincea (m)

Dimensionamento – n. 1 trincea drenante di lunghezza pari a 120 m

Base (B)= 0,8 m, Altezza (H)= 1,0 m

Tubo drenante DN 200 mm (diam interno 200 mm, diam esterno 204 mm)

Porosità del materiale drenante (ghiaia) = 0,35

Volume della trincea (V_T) : $B * H * L = 96,00$ mc

Volume esterno del tubo (V_t): $(D_e/2) * (D_e/2) * \pi * L = 5,43$ mc

Volume di riempimento (V_r): $V_T - V_t = 90,57$ mc

Volume efficace: $V_t + V_r * p = 31,70$ mc

Durata evento meteorico (D): 60 min

Superficie di infiltrazione (S_i): $B * L + 2 * H * L = 336,00$ mq

Velocità di infiltrazione (V_i): $S_i * k * D = 1,21$ m/sec

Portata di infiltrazione (Q_i) = $S_i * k * i = 0,0003$ mc/sec

Volume di infiltrazione (V_{inf})= $Q_i * D * 3600 = 1,21$ mc

Il volume di invarianza totale della trincea è pari a: **75,46 mc**

7. INSTALLAZIONI E ACCORGIMENTI COSTRUTTIVI

Per la realizzazione dell'opera si procede dapprima con lo sbancamento del terreno in funzione della grandezza della trincea progettata. Si procede alla collocazione di uno strato di geotessuto filtrante sulle pareti sul fondo dello scavo per evitare l'intasamento della stessa da parte delle particelle fini. Si procede successivamente al riempimento del fondo con ghiaia lavata e poi alla collocazione della tubatura microforata per il drenaggio (avvolta anch'essa con uno strato di geotessuto per evitare l'intasamento dei pori). Si riempie lo scavo con ghiaia lavata fino a raggiungere circa la metà della profondità della buca e infine si ricopre, fino al piano campagna, con il suolo derivante dallo sbancamento opportunamente miscelato con sabbia e sostanza organica per aumentarne la porosità e le capacità di drenaggio.

8. MANUTENZIONE

Si deve generalmente procedere alla pulizia e taglio delle specie erbacee presenti sulla fascia inerbita, minimo una volta l'anno. Compiere ispezioni e rimozione di sedimenti accumulati per prevenire l'intasamento della tubazione drenante e la diminuzione della capacità filtrante. È necessario procedere all'asportazione e sostituzione dello strato di ghiaia fine quando completamente intasato dai sedimenti.

In Tabella 2 si riportano le principali opere di manutenzione da eseguire in relazione alle diverse tipologie di trincee drenanti.

Tipologia	Essenze vegetali presenti	Cadenza temporale manutenzione	Manutenzione richiesta
Trincee filtranti con suolo vegetato da specie erbacee con alto valore estetico	Essenze erbacee ed arbustive ad alto valore estetico	Mensile	Pulitura, rimozione delle erbe infestanti, taglio erba e potatura degli arbusti
Trincee filtranti con suolo vegetato da specie erbacee rustiche	Essenze erbacee a bassa richiesta di manodopera	Trimestrale	Taglio erba
Trincee filtranti senza suolo e essenze vegetali	Non presenti	Annuale	Diserbo delle essenze infestanti

9. PRESCRIZIONI

Nel rispetto della L.R. 41/2018 art. 3 occorre verificare con accuratezza quanto riportato al comma1:

1. *Non sono consentiti nuove costruzioni, nuovi manufatti di qualsiasi natura o trasformazioni morfologiche negli alvei, nelle golene, sugli argini e nelle aree comprendenti le due fasce di larghezza di dieci metri dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua del reticolo idrografico di cui all'art. 22, comma 2, lettera e), della L.R. n. 79/2012 (Nuova disciplina in materia di Consorzi di Bonifica. Modifiche alla L.R. 69/2008 e alla L.R.91/1998. Abrogazione della L.R. 34/1994).*

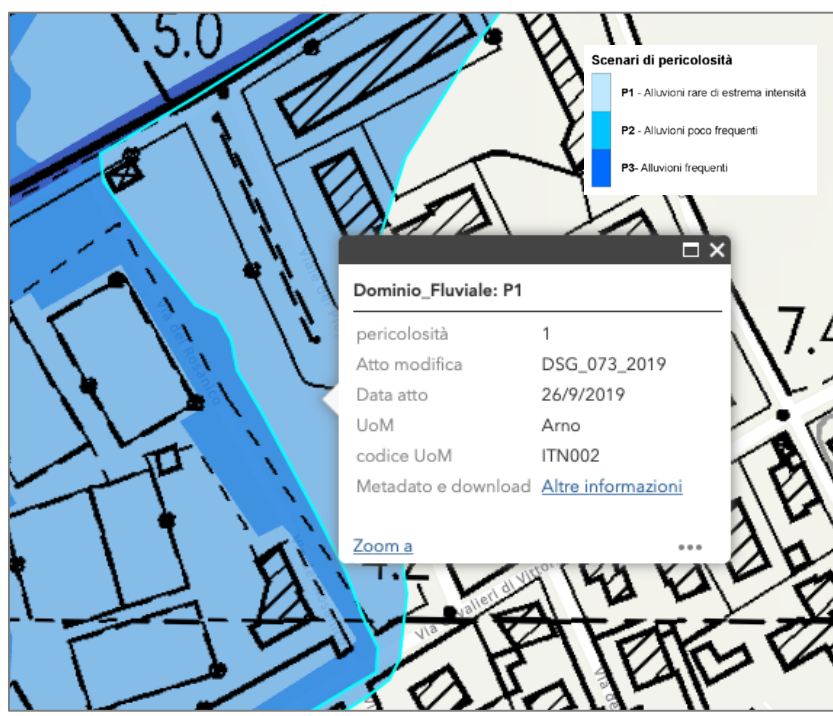
CONCLUSIONI

La parte dell'area perimetrata in P2 non è in alcun modo interessata da opere di progetto e, inoltre, non viene alterata la morfologia del suolo; non occorre porre in opera interventi per la messa in sicurezza dei fabbricati e per garantire il non aggravio del rischio nelle aree contermini.

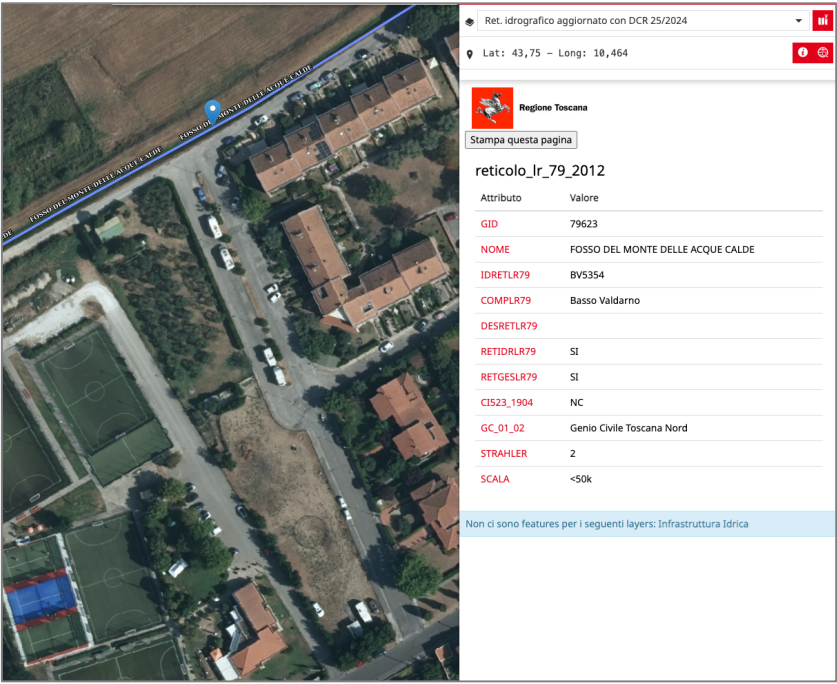
Viene garantito il non aggravio del rischio idraulico per le aree contermini grazie agli accorgimenti messi in opera per il garantire l'invarianza idraulica del territorio.

APPENDICI

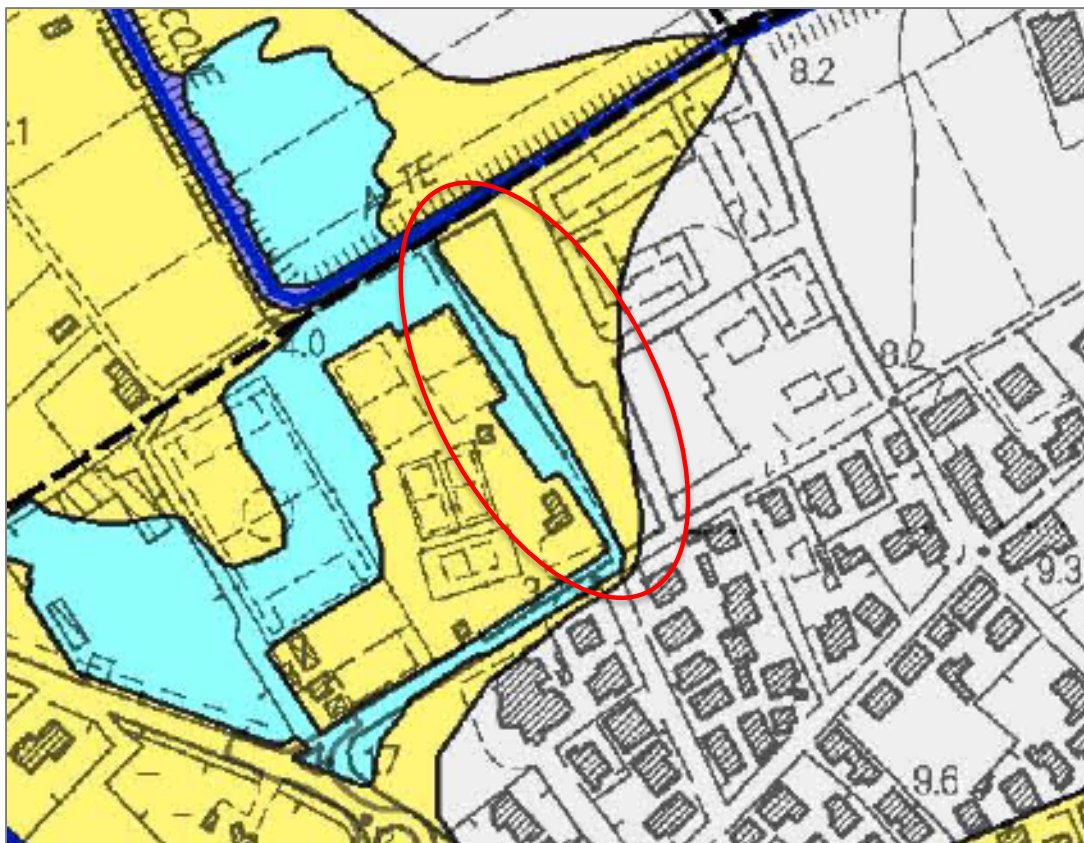
- 1) Estratto della cartografia del PGRA e della Carta della pericolosità idraulica del POC di San Giuliano Terme
- 2) Estratto delle tavole di pericolosità idraulica del POC di San Giuliano Terme
- 3) Calcoli idraulici di invarianza idraulica pre e post operam



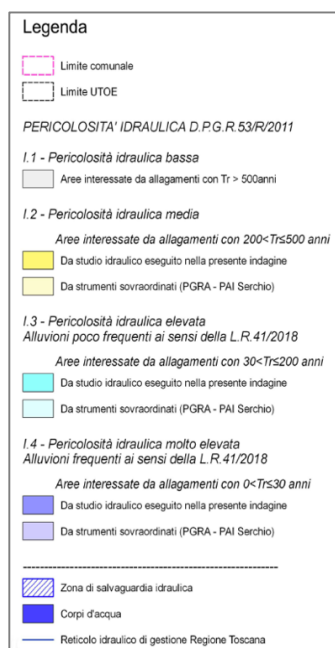
Estratto della cartografia con indicazione della Classe di Pericolosità
PGRA Appennino Settentrionale



Estratto dalla carta del Reticolo idrografico e di gestione della Regione Toscana



Estratto dalla carta pericolosità idraulica
POC del Comune di San Giuliano Terme



DATI GENERALI

Superficie totale [m ²]:	4218
Coefficiente di afflusso medio:	0.18
Portata massima scaricabile [l/s/ha]:	20

AREE DI INTERVENTO

Nome	Tipologia	Superficie	Coefficiente di afflusso
A1	verde	4183	0.17
A2	tetto	35	0.9

VERIFICA con la PROCEDURA DETTAGLIATA**Risultati**

Durata di pioggia [min]:	60
Tempo medio di corrivazione [min]:	5

Verifica

Portata uscente [l/s]:	1.49
Tempo di svuotamento [ore]:	0

Tabella Afflussi-Deflussi

t	t	t	i	i netta	Qin	Qout	V entrante	V uscente	Vtot entrato	Vtot uscito
[s]	[min]	[h]	[mm/h]	[mm/h]	[mc/s]	[mc/s]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]
0	0	0	18.48	3.25	0.0000	0.0000	0	0	0	0
60	1	0.02	19.05	3.35	0.0008	0.0008	0.05	0.05	0.05	0.05
120	2	0.03	19.68	3.46	0.0015	0.0015	0.09	0.09	0.14	0.13
180	3	0.05	20.35	3.58	0.0024	0.0015	0.14	0.09	0.28	0.22
240	4	0.07	21.09	3.71	0.0032	0.0015	0.19	0.09	0.47	0.31
300	5	0.08	21.89	3.85	0.0041	0.0015	0.24	0.09	0.72	0.4
360	6	0.1	22.76	4.01	0.0042	0.0015	0.25	0.09	0.97	0.49
420	7	0.12	23.73	4.18	0.0044	0.0015	0.26	0.09	1.23	0.58
480	8	0.13	24.8	4.37	0.0045	0.0015	0.27	0.09	1.5	0.67
540	9	0.15	26	4.58	0.0047	0.0015	0.28	0.09	1.79	0.76
600	10	0.17	27.35	4.82	0.0049	0.0015	0.3	0.09	2.08	0.85
660	11	0.18	28.88	5.08	0.0051	0.0015	0.31	0.09	2.39	0.94
720	12	0.2	30.64	5.39	0.0054	0.0015	0.32	0.09	2.71	1.03
780	13	0.22	32.67	5.75	0.0057	0.0015	0.34	0.09	3.06	1.12
840	14	0.23	35.07	6.17	0.0060	0.0015	0.36	0.09	3.42	1.2
900	15	0.25	37.94	6.68	0.0064	0.0015	0.38	0.09	3.8	1.29
960	16	0.27	41.45	7.3	0.0068	0.0015	0.41	0.09	4.21	1.38
1020	17	0.28	45.87	8.08	0.0073	0.0015	0.44	0.09	4.65	1.47
1080	18	0.3	51.62	9.09	0.0080	0.0015	0.48	0.09	5.13	1.56
1140	19	0.32	59.5	10.48	0.0088	0.0015	0.53	0.09	5.65	1.65
1200	20	0.33	71.08	12.51	0.0098	0.0015	0.59	0.09	6.24	1.74
1260	21	0.35	90.18	15.88	0.0111	0.0015	0.67	0.09	6.91	1.83
1320	22	0.37	129.44	22.79	0.0131	0.0015	0.79	0.09	7.69	1.92
1380	23	0.38	217.56	38.3	0.0166	0.0015	1	0.09	8.69	2.01
1440	24	0.4	144.81	25.49	0.0234	0.0015	1.41	0.09	10.1	2.1
1500	25	0.42	144.81	25.49	0.0270	0.0015	1.62	0.09	11.71	2.18
1560	26	0.43	120.14	21.15	0.0300	0.0015	1.8	0.09	13.51	2.27
1620	27	0.45	94.69	16.67	0.0312	0.0015	1.87	0.09	15.39	2.36
1680	28	0.47	79.27	13.96	0.0298	0.0015	1.79	0.09	17.18	2.45
1740	29	0.48	68.78	12.11	0.0241	0.0015	1.45	0.09	18.62	2.54
1800	30	0.5	61.11	10.76	0.0210	0.0015	1.26	0.09	19.88	2.63
1860	31	0.52	55.23	9.72	0.0175	0.0015	1.05	0.09	20.93	2.72

1920	32	0.53	50.55	8.9	0.0151	0.0015	0.9	0.09	21.84	2.81
1980	33	0.55	46.72	8.23	0.0132	0.0015	0.79	0.09	22.63	2.9
2040	34	0.57	43.53	7.66	0.0119	0.0015	0.71	0.09	23.35	2.99
2100	35	0.58	40.81	7.19	0.0109	0.0015	0.65	0.09	24	3.08
2160	36	0.6	38.48	6.77	0.0100	0.0015	0.6	0.09	24.6	3.16
2220	37	0.62	36.44	6.41	0.0091	0.0015	0.55	0.09	25.14	3.25
2280	38	0.63	34.64	6.1	0.0085	0.0015	0.51	0.09	25.65	3.34
2340	39	0.65	33.04	5.82	0.0080	0.0015	0.48	0.09	26.13	3.43
2400	40	0.67	31.61	5.57	0.0076	0.0015	0.45	0.09	26.59	3.52
2460	41	0.68	30.33	5.34	0.0072	0.0015	0.43	0.09	27.02	3.61
2520	42	0.7	29.16	5.13	0.0069	0.0015	0.41	0.09	27.43	3.7
2580	43	0.72	28.09	4.95	0.0066	0.0015	0.39	0.09	27.82	3.79
2640	44	0.73	27.11	4.77	0.0063	0.0015	0.38	0.09	28.2	3.88
2700	45	0.75	26.22	4.62	0.0060	0.0015	0.36	0.09	28.56	3.97
2760	46	0.77	25.39	4.47	0.0058	0.0015	0.35	0.09	28.91	4.06
2820	47	0.78	24.62	4.33	0.0056	0.0015	0.34	0.09	29.25	4.14
2880	48	0.8	23.9	4.21	0.0054	0.0015	0.33	0.09	29.58	4.23
2940	49	0.82	23.23	4.09	0.0053	0.0015	0.32	0.09	29.89	4.32
3000	50	0.83	22.61	3.98	0.0051	0.0015	0.31	0.09	30.2	4.41
3060	51	0.85	22.03	3.88	0.0049	0.0015	0.3	0.09	30.49	4.5
3120	52	0.87	21.48	3.78	0.0048	0.0015	0.29	0.09	30.78	4.59
3180	53	0.88	20.96	3.69	0.0047	0.0015	0.28	0.09	31.06	4.68
3240	54	0.9	20.47	3.6	0.0046	0.0015	0.27	0.09	31.34	4.77
3300	55	0.92	20.01	3.52	0.0044	0.0015	0.27	0.09	31.6	4.86
3360	56	0.93	19.57	3.45	0.0043	0.0015	0.26	0.09	31.86	4.95
3420	57	0.95	19.16	3.37	0.0042	0.0015	0.25	0.09	32.12	5.04
3480	58	0.97	18.76	3.3	0.0041	0.0015	0.25	0.09	32.36	5.13
3540	59	0.98	18.39	3.24	0.0040	0.0015	0.24	0.09	32.61	5.21
3600	60	1	0	0	0.0040	0.0015	0.24	0.09	32.84	5.3

DATI GENERALI	
Superficie totale [m ²]:	4183
Coefficiente di afflusso medio:	0.27
Portata massima scaricabile [l/s/ha]:	20

AREE DI INTERVENTO			
Nome	Tipologia	Superficie	Coefficiente afflusso
A1	verde	3400	0.17
A2	tetto	332	0.9
A3	autobloccante	451	0.6

VERIFICA con la PROCEDURA DETTAGLIATA	
Risultati	
Durata di pioggia [min]:	60
Tempo medio di corrivazione [min]:	5
Verifica	
Portata uscente [l/s]:	2.29
Tempo di svuotamento [ore]:	0

Tabella Afflussi-Deflussi										
t	t	t	i	i netta	Qin	Qout	V entrante	V uscente	Vtot entrato	Vtot uscito
[s]	[min]	[h]	[mm/h]	[mm/h]	[mc/s]	[mc/s]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]
0	0	0	18.48	5.07	0.0000	0.0000	0	0	0	0
60	1	0.02	19.05	5.23	0.0012	0.0012	0.07	0.07	0.07	0.07
120	2	0.03	19.68	5.4	0.0024	0.0023	0.14	0.14	0.21	0.21
180	3	0.05	20.35	5.58	0.0036	0.0023	0.22	0.14	0.43	0.35
240	4	0.07	21.09	5.78	0.0049	0.0023	0.3	0.14	0.73	0.48
300	5	0.08	21.89	6	0.0063	0.0023	0.38	0.14	1.11	0.62
360	6	0.1	22.76	6.24	0.0065	0.0023	0.39	0.14	1.5	0.76
420	7	0.12	23.73	6.51	0.0067	0.0023	0.4	0.14	1.9	0.9
480	8	0.13	24.8	6.8	0.0070	0.0023	0.42	0.14	2.32	1.03
540	9	0.15	26	7.13	0.0073	0.0023	0.44	0.14	2.76	1.17
600	10	0.17	27.35	7.5	0.0076	0.0023	0.46	0.14	3.22	1.31
660	11	0.18	28.88	7.92	0.0080	0.0023	0.48	0.14	3.69	1.45
720	12	0.2	30.64	8.4	0.0083	0.0023	0.5	0.14	4.19	1.59
780	13	0.22	32.67	8.96	0.0088	0.0023	0.53	0.14	4.72	1.72
840	14	0.23	35.07	9.62	0.0093	0.0023	0.56	0.14	5.28	1.86
900	15	0.25	37.94	10.41	0.0099	0.0023	0.59	0.14	5.87	2
960	16	0.27	41.45	11.37	0.0105	0.0023	0.63	0.14	6.5	2.14
1020	17	0.28	45.87	12.58	0.0113	0.0023	0.68	0.14	7.18	2.27
1080	18	0.3	51.62	14.16	0.0123	0.0023	0.74	0.14	7.92	2.41
1140	19	0.32	59.5	16.32	0.0135	0.0023	0.81	0.14	8.73	2.55
1200	20	0.33	71.08	19.5	0.0151	0.0023	0.9	0.14	9.64	2.69
1260	21	0.35	90.18	24.74	0.0172	0.0023	1.03	0.14	10.67	2.82
1320	22	0.37	129.44	35.51	0.0203	0.0023	1.22	0.14	11.89	2.96
1380	23	0.38	217.56	59.68	0.0256	0.0023	1.54	0.14	13.43	3.1
1440	24	0.4	144.81	39.72	0.0362	0.0023	2.17	0.14	15.6	3.24
1500	25	0.42	144.81	39.72	0.0417	0.0023	2.5	0.14	18.1	3.38
1560	26	0.43	120.14	32.96	0.0464	0.0023	2.78	0.14	20.88	3.51
1620	27	0.45	94.69	25.97	0.0483	0.0023	2.9	0.14	23.78	3.65
1680	28	0.47	79.27	21.74	0.0461	0.0023	2.76	0.14	26.54	3.79
1740	29	0.48	68.78	18.87	0.0372	0.0023	2.23	0.14	28.78	3.93
1800	30	0.5	61.11	16.76	0.0324	0.0023	1.94	0.14	30.72	4.06

1860	31	0.52	55.23	15.15	0.0270	0.0023	1.62	0.14	32.34	4.2
1920	32	0.53	50.55	13.86	0.0233	0.0023	1.4	0.14	33.74	4.34
1980	33	0.55	46.72	12.82	0.0205	0.0023	1.23	0.14	34.97	4.48
2040	34	0.57	43.53	11.94	0.0184	0.0023	1.1	0.14	36.07	4.61
2100	35	0.58	40.81	11.2	0.0168	0.0023	1.01	0.14	37.08	4.75
2160	36	0.6	38.48	10.55	0.0155	0.0023	0.93	0.14	38.01	4.89
2220	37	0.62	36.44	9.99	0.0140	0.0023	0.84	0.14	38.85	5.03
2280	38	0.63	34.64	9.5	0.0131	0.0023	0.79	0.14	39.64	5.17
2340	39	0.65	33.04	9.06	0.0124	0.0023	0.74	0.14	40.38	5.3
2400	40	0.67	31.61	8.67	0.0117	0.0023	0.7	0.14	41.08	5.44
2460	41	0.68	30.33	8.32	0.0111	0.0023	0.67	0.14	41.75	5.58
2520	42	0.7	29.16	8	0.0106	0.0023	0.64	0.14	42.38	5.72
2580	43	0.72	28.09	7.71	0.0101	0.0023	0.61	0.14	42.99	5.85
2640	44	0.73	27.11	7.44	0.0097	0.0023	0.58	0.14	43.57	5.99
2700	45	0.75	26.22	7.19	0.0093	0.0023	0.56	0.14	44.13	6.13
2760	46	0.77	25.39	6.96	0.0090	0.0023	0.54	0.14	44.67	6.27
2820	47	0.78	24.62	6.75	0.0087	0.0023	0.52	0.14	45.19	6.4
2880	48	0.8	23.9	6.56	0.0084	0.0023	0.5	0.14	45.7	6.54
2940	49	0.82	23.23	6.37	0.0081	0.0023	0.49	0.14	46.18	6.68
3000	50	0.83	22.61	6.2	0.0079	0.0023	0.47	0.14	46.66	6.82
3060	51	0.85	22.03	6.04	0.0076	0.0023	0.46	0.14	47.11	6.96
3120	52	0.87	21.48	5.89	0.0074	0.0023	0.45	0.14	47.56	7.09
3180	53	0.88	20.96	5.75	0.0072	0.0023	0.43	0.14	47.99	7.23
3240	54	0.9	20.47	5.61	0.0070	0.0023	0.42	0.14	48.42	7.37
3300	55	0.92	20.01	5.49	0.0069	0.0023	0.41	0.14	48.83	7.51
3360	56	0.93	19.57	5.37	0.0067	0.0023	0.4	0.14	49.23	7.64
3420	57	0.95	19.16	5.25	0.0065	0.0023	0.39	0.14	49.62	7.78
3480	58	0.97	18.76	5.15	0.0064	0.0023	0.38	0.14	50	7.92
3540	59	0.98	18.39	5.04	0.0062	0.0023	0.37	0.14	50.38	8.06
3600	60	1	0	0	0.0061	0.0023	0.37	0.14	50.75	8.19

TRINCEA DRENANTE

