

OGGETTO	AMPLIAMENTO IMPIANTO DI MESSA IN RISERVA [R13], SELEZIONE, CERNITA [R12] E RECUPERO [R5] DI RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI CON EMISSIONI IN ATMOSFERA		
RIF. COMMESSA	2018_83_GIRARDINISPA_COMPATIBILITÀ IDRAULICA-VARIANTE		
COMMITTENTE	COSTRUZIONI GENERALI GIRARDINI S.P.A. UNIPERSONALE VIA ASTICO – 36066 SANDRIGO (VI)		
ELABORATO	<b>VARIANTE ALLA VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>		
REV.	DATA	REDATTO	APPROVATO
01	07/06/22	ING. C. VALENTE	ING. A. SACCOZZA
IL TECNICO ING. ALBERTO SACCOZZA	TIMBRO E FIRMA		



**Studio Tecnico di Ingegneria**

Via Palazzina, 19 - 36030 Caldogno (VI)

Tel - fax 0444-985594

Email. [alberto@albertosaccozza.com](mailto:alberto@albertosaccozza.com)

Pec-mail. [alberto.saccozza@ingpec.eu](mailto:alberto.saccozza@ingpec.eu)

[www.albertosaccozza.com](http://www.albertosaccozza.com)

---

---

## Sommario

1. PREMESSA.....	2
1.1. DESCRIZIONE DELL'AREA DI PROGETTO .....	3
1.2. INQUADRAMENTO FOTOGRAFICO .....	5
2. CONTESTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO .....	6
3. STATO DI FATTO .....	7
4. STATO DI PROGETTO .....	10
5. CALCOLO DELLE PORTATE DI PIOGGIA .....	15
5.1 SUPERFICI DI CAPTAZIONE .....	15
5.2. COEFFICIENTE DI DEFLUSSO.....	16
5.3. CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA .....	17
5.4. TEMPO DI CORRIVAZIONE.....	19
5.5. CALCOLO DELLE PORTATE MASSIME (AL COLMO) DI SCOLO .....	22
5.6. DEFINIZIONE DELLA DURATA CRITICA DELLE PRECIPITAZIONI .....	23
5.7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	24
6. MISURE COMPENSATIVE E/O DI MITIGAZIONE IDRAULICA .....	25
6.1. VALUTAZIONE DELLE OPERE DI MITIGAZIONE E/O DI COMPENSAZIONE IDRAULICA .....	25
6.2. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI INFILTRAZIONE SUBSUPERFICIALE .....	28

## 1. PREMESSA

Il presente Studio di Compatibilità Idraulica è redatto su incarico della Ditta:

COSTRUZIONI GENERALI GIRARDINI S.p.A.

Via Astico – 36066 Sandrigo (VI)

*La ditta svolge attività di estrazione ghiaia, lavorazione inerti e produzione conglomerato bituminoso. Parallelamente, nel tempo ha avviato un'attività di recupero di rifiuti speciali non pericolosi presso l'area produttiva aziendale ubicata in Strada delle Cave a Breganze (VI), inizialmente esercita in regime semplificato.*

*Sulla base di un progetto elaborato nell'anno 2009 l'azienda ha successivamente avviato un procedimento di VIA ottenendo l'autorizzazione all'esercizio in regime ordinario ex art. 208 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. con provvedimento della Provincia di Vicenza n. 117 del 31/07/2013.*

*A partire dai primi mesi dell'anno 2018, il mercato ha mostrato la tendenza all'aumento della domanda di lavorazione di rifiuti riciclabili, in particolare di rifiuti di costruzione e demolizione e ancor più significativamente, di fresato di asfalto.*

*La società necessita pertanto di aumentare gli attuali limiti autorizzati, sia in termini di quantitativo massimo stoccabile di rifiuti sia di quantitativo massimo in ingresso all'impianto che di quantitativo massimo di rifiuti sottoposti quotidianamente a trattamento.*

Quanto sopra esposto ha spinto l'azienda Girardini s.p.a. a riorganizzare alcune aree interne del sito produttivo, spostando parte dell'attività di stoccaggio, lavorazione e movimentazione dei rifiuti in una nuova area, che si rende quindi necessario impermeabilizzare e dotare di nuova rete di raccolta acque meteoriche.

A seguito della Valutazione di Compatibilità Idraulica presentata a novembre 2018, in fase di esecuzione delle opere previste a progetto sono intercorse alcune modifiche; il presente studio intende analizzare e verificare il corretto dimensionamento delle nuove opere idrauliche realizzate per garantire una corretta gestione delle portate di pioggia all'interno del sito produttivo, mantenendo il principio dell'invarianza idraulica.

Il presente studio è sviluppato in ottemperanza alla normativa vigente, ovvero:

- D.G.R. Veneto n. 3637 del 13/12/2002 - Legge 3 agosto 1998 n. 267 *“individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici”*
- D.G.R. Veneto n. 1841 del 19 giugno 2007 – Allegato A *“Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici - Modalità operative e indicazioni tecniche”*.

## 1.1. DESCRIZIONE DELL'AREA DI PROGETTO

Il sito produttivo è dislocato tra il Comune di Sandrigo (ove l'azienda ha l'accesso su via Astico) ed il Comune di Breganze (area produttiva).

L'intero sito produttivo ha un'estensione di circa 480.000 m<sup>2</sup>, e si può dividere in due aree principali:

- Area destinata a cava, settori G3-G4 e settori G1-G2 (non interessata dal progetto);
- Area destinata all'insediamento produttivo.

L'area confina:

- A nord con la cava di estrazione ghiaia "Vaccari";
- A sud con la cava di estrazione ghiaia "SIG" e con Via Astico;
- A est con terreni a destinazione agricola;
- A ovest con il Torrente Astico.

La viabilità di avvicinamento principale è costituita dalla S.P. n.111 "Nuova Gasparona" (a nord del sito) e dalla S.P. n.248 "Marosticana" (a sud del sito). Le due arterie stradali sono collegate dalla S.P. n.119 "Chizzalunga", dalla cui strada laterale Via Astico - a circa 2 km a sud della frazione "Mirabella" (e immediatamente a nord della Z.A.I. di Sandrigo) - si accede direttamente al sito della Girardini.



Figura 1 \_ Fotopiano da Google Maps

La variante al Piano degli Interventi, approvata con D.C.C. n. 2 del 28/02/2018, classifica l'area come "Zone produttive per attività industriali e artigianali di espansione e di completamento" (art. 17 NTO). La sottozona "Prod 27" prevede che: *"Nell'area, è consentito unicamente l'uso produttivo connesso con attività estrattiva con superficie coperta di massimo 10%. Le nuove costruzioni realizzabili in base all'indice di cui sopra, dovranno essere in adiacenza a fabbricati esistenti o a distanza non superiore a m. 10 dagli stessi. Sono altresì ammessi depositi di materiali inerti all'aperto con altezza massima dei cumuli pari a 10 m."*

Il sito produttivo inoltre ricade in ATO 5 – Pianura.

## 1.2. INQUADRAMENTO FOTOGRAFICO

Di seguito sono riportate alcune immagini fotografiche di inquadramento dell'area di progetto.



Figura 2 \_ Fotopiano da Google Maps

## 2. CONTESTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Nella redazione dello Studio di Compatibilità Idraulica, è necessario considerare, oltre alle normative citate nella premessa, i contenuti ed i vincoli imposti dagli strumenti urbanistici in vigore. In particolare sono state analizzati:

- 1) **P.A.I.** – Tavola 24 – “Piano stralcio per l’assetto idrogeologico del bacino idrografico del fiume Brenta-Bacchiglione”
- 2) **P.T.C.P.** – “Rischio idraulico”
- 3) **P.A.T.I.** – Tavola 3 – “Carta delle Fragilità”

*(Si vedano allegati grafici per i relativi estratti di mappa)*

Dall’analisi della documentazione tecnica del **P.A.I.** e del **P.T.C.P.** (Carta del Rischio Idraulico), si evince come il sito in esame NON sia interessato da zone di pericolosità idraulica.

A completezza della trattazione, si è analizzata anche la “Carta delle Fragilità” del **P.A.T.I.**, dalla quale si evince come il sito in esame NON sia interessato da rischio di dissesto idrogeologico. Il sito ricade in area non idonea per rischio geologico ai fini edificatori; tuttavia non sono previste nuove edificazioni, ma solamente l’impermeabilizzazione di una parte del sito, per la quale saranno previste opportune opere di mitigazione idraulica.

Per quanto riguarda l’analisi del sottosuolo per l’individuazione dei parametri idrogeologici del terreno, si fa riferimento ad uno studio condotto nel 2009, nel quale il tecnico si avvale di una prova di pompaggio effettuata presso un pozzo prova della Ditta. I parametri individuati furono i seguenti:

<b>Conducibilità idraulica</b>	$K = 5.00 \times 10^{-3}$	m/s
<b>Tramissività idraulica</b>	$T = 1.80 \times 10^{-1}$	m <sup>2</sup> /s
<b>Coefficiente di immagazzinamento</b>	$S = 0.08$	Valore compreso nell’intervallo di letteratura per falde freatiche 10 <sup>-1</sup> – 10 <sup>-2</sup> )

L’escursione media del livello di **falda** è stata stimata intorno ai **6 m.**

Da quanto dianzi esposto, si evince che il terreno all’interno del sito produttivo possiede una buona capacità di drenaggio delle acque per infiltrazione sub-superficiale.

### 3. STATO DI FATTO / ANTE INTERVENTO

Allo stato ante intervento, il sito produttivo Girardini S.p.a è organizzato per ospitare due differenti tipologie di attività:

- La CAVA, con i suoi spazi di deposito e movimentazione di inerti.
- L'INSEDIAMENTO PRODUTTIVO, dove avviene la messa in riserva, selezione, cernita e recupero dei rifiuti speciali non pericolosi.

*(Si veda allegato grafico STATO DI FATTO)*

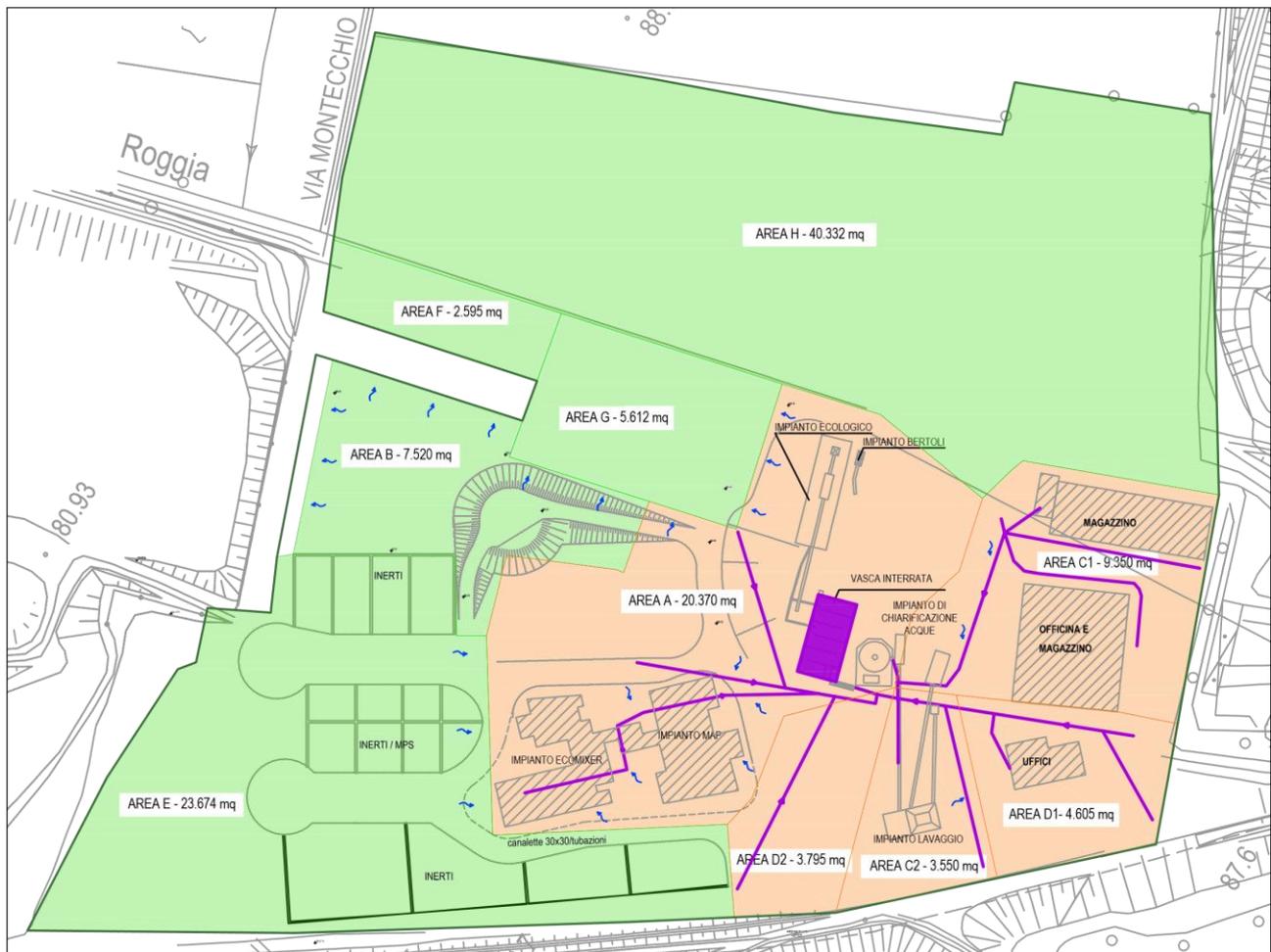
Le aree interessate dall'insediamento produttivo sono tutte impermeabilizzate mediante asfaltatura realizzata con sottofondo e strato di usura. Le acque di pioggia dilavanti tali superfici vengono tutte collettate a mezzo di una rete di canali e convogliate ad un sistema di raccolta e trattamento composto da:

- 1) Un canale grigliato di dimensioni, riferite al volume vuoto, pari a 1,30 x 7,00 x 3,90 m, con funzione di collettamento delle acque in ingresso e separazione di eventuali solidi grossolani in grado di superare la griglia di "protezione" del manufatto stesso; il passaggio al comparto successivo è sifonato in modo tale da mantenere un tirante d'acqua di 2,5 m dal fondo;
- 2) Un comparto di disoleazione costituito da n. 2 bacini di dimensioni, riferite al volume vuoto, di m 4,90 x 2,35 x 6,65 e m 4,90 x 2,20 x 6,65, muniti di sfioratore posto a quota 5,65 m dal fondo vasca;
- 3) Una batteria di n. 6 vasche di accumulo di cui una di dimensioni 4,90 x 9,85 x 6,65 m e le altre di 4,90 x 15 x 6,65 m, sempre riferite al volume vuoto, con un tirante d'acqua di 5,65 m dal fondo vasca.

La capacità complessiva dell'intero sistema supera i 2.500 m<sup>3</sup> e, in particolare, i comparti di accumulo hanno una capacità utile di circa 2.350 m<sup>3</sup>. Le acque accumulate vengono infine convogliate all'impianto di chiarificazione finale con una pompa di sollevamento avente una portata nominale di 60 m<sup>3</sup>/h (16,67 l/s).

Viene di seguito riportato uno schema grafico per illustrare l'attuale distribuzione delle aree impermeabilizzate (colore arancione) e delle aree non impermeabilizzate (colore verde).

Si nota come le sole acque di pioggia ricadenti sulle superfici impermeabilizzate siano collettate a mezzo di rete di raccolta. Le acque meteoriche ricadenti su superfici prive di pericolo di dilavamento di sostanza inquinanti (Aree B, E, F, G, H), con coefficiente di permeabilità del terreno elevato e basso coefficiente di deflusso, sono per lo più disperse in loco, sugli strati superficiali e sub-superficiali del terreno.



**LEGENDA**

- Sito aziendale
- A - Area rifiuti impermeabilizzata e collegata a vasca interrata
- B - Area non contaminata non collettata (FUTURA TRASFORMAZIONE)
- C1 e C2 - Aree impermeabilizzate e collegate a vasca interrata
- D1 e D2 - Aree impermeabilizzate e collegate a vasca interrata
- E - Area non contaminata non collettata
- F - Area non contaminata non collettata
- G - Area non contaminata non collettata
- H - Area non contaminata non collettata
- Rete raccolta acque bianche esistente

SUP. IMPERMEABILIZZATE (A+C1+C2+D1+D2)	41.670,00 m <sup>2</sup>	(Collettate e trattate in 1° e 2° pioggia)
SUP. NON IMPERMEABILIZZATE (B+E+F+G+H)	79.733,00 m <sup>2</sup>	(Non collettate)

Le acque meteoriche provenienti dalle superfici impermeabilizzate (A, C1, C2, D1, D2) sono interamente soggette a trattamento sia di prima pioggia che di seconda pioggia.

La vasca interrata ( $V_1 = 2350,00 \text{ m}^3$ ) svolge, in via principale, la funzione di pretrattamento e accumulo delle acque meteoriche insistenti sull'area impermeabilizzata dell'impianto presidiata dalla rete di captazione; da qui le acque vengono avviate all'impianto di chiarificazione per essere infine riutilizzate all'interno del ciclo di lavaggio degli inerti e per la bagnatura dei piazzali, con una indubbia valenza sotto il profilo del risparmio di risorsa idrica che diversamente dovrebbe essere attinta dal pozzo.

In via secondaria, nel caso di eventi meteorici quantitativamente eccedenti il volume complessivo di contenimento/trattamento del sistema costituito dalla vasca e dal chiarificatore, le acque di esubero, eccedenti le acque di seconda pioggia, sono sfiorate tramite tubazione dedicata e sono conferite ad un manufatto a tubi drenanti per essere disperse negli strati sub-superficiali del suolo.

Allo stato ante intervento, il sistema sopradescritto è in grado di garantire il pretrattamento e l'accumulo di un volume d'acqua meteorica di dilavamento corrispondente ad un'altezza di precipitazione, insistente sull'area impermeabilizzata, di 56,4 mm, il che consente il trattamento delle "acque di prima pioggia" - corrispondenti (per ogni evento meteorico) ad una precipitazione di 5 mm – delle acque di seconda pioggia per una altezza di pioggia per ulteriori 51,4 mm.

**RIEPILOGO STATO ANTE INTERVENTO:**

Superficie impermeabilizzata, collettata e trattata in 1° e 2° pioggia (A+C1+C2+D1+D2)	41.670 m <sup>2</sup>
Capacità del sistema di trattamento e accumulo ( $V_1$ )	2.350 m <sup>3</sup>
Altezza di pioggia specifica cumulabile dal sistema di trattamento e accumulo	56,4 mm
	di cui 1° pioggia 5 mm
	2° pioggia 51,4 mm

#### 4. STATO DI PROGETTO / OPERE REALIZZATE

Al fine di incrementare la capacità produttiva del sito, è stata impermeabilizzata una nuova area:

- Area B = 7.520,00 m<sup>2</sup> (L'intera area)
- Area G = 300,00 m<sup>2</sup> (Solamente la porzione di terreno occupata dalla filtropressa)
- **TOTALE = 7.820,00 m<sup>2</sup> di NUOVA IMPERMEABILIZZAZIONE**

All'interno del sito produttivo Girardini S.p.a., e sono state realizzate le opere idrauliche necessarie per il collettamento delle portate di pioggia e le opere compensative atte a garantire l'invarianza idraulica.

I criteri adottati nella progettazione sono stati i seguenti:

- Delimitazione e segregazione idraulica delle aree ove possono essere stoccati o movimentati rifiuti (**Aree A e B**: tali aree rientrano nel campo di applicazione del comma 1 dell'articolo 39 delle N.T.A. del P.T.A.); raccolta delle acque meteoriche con rete separata e trattamento delle acque di prima e seconda pioggia con riutilizzo all'interno dell'impianto. La porzione pavimentata dell'area G relativa alla filtropressa andrà a scaricare le portate meteoriche sulla stessa rete proveniente dall'area B, (per ragioni di contiguità spaziale e visto il ridotto impatto sul suo dimensionamento) con recapito finale alla vasca interrata esistente V<sub>1</sub>;
- Individuazione di aree che, nonostante non ospitino attività di stoccaggio o lavorazione rifiuti, si ritiene prudente mantenere collegate alla vasca interrata (V<sub>1</sub>) garantendo in questo modo il trattamento di acque di prima e di seconda pioggia (**Aree C1 e C2**); tali aree ospitano l'impianto di lavaggio dei mezzi e la torre di lavaggio inerti.
- Individuazione di "altre superfici scolanti delle tipologie di insediamenti di cui al comma 1, articolo 39, comma 3, lettera c", in cui il dilavamento di sostanze pericolose può ritenersi esaurito con le acque di prima pioggia (**Aree D1 e D2**); tali aree sono state scollegate dall'attuale impianto di trattamento (V<sub>1</sub>) e collegate al nuovo impianto di trattamento di prima pioggia (V<sub>2</sub>), con scarico delle acque di seconda pioggia nella vasca V<sub>1</sub>.
- Individuazione di superfici ove è precluso lo stoccaggio e la manipolazione di rifiuti, con coefficiente di afflusso < 0,4, per le quali, ai sensi del comma 4, non si realizza la raccolta delle acque di pioggia in quanto non si genera né deflusso idraulico, né contaminazione (**Aree E, F, G, H**).

Viene di seguito riportato uno schema grafico per illustrare la distribuzione di progetto delle aree impermeabilizzate (colore arancione) e delle aree non impermeabilizzate (colore verde).

*NOTA: Trattasi di schema semplificato della rete idraulica: per il disegno esecutivo delle opere idrauliche, si rimanda ad apposita tavola grafica.*



## LEGENDA

- Sito aziendale
- A - Area rifiuti impermeabilizzata e collegata a vasca interrata V1
- B - Area rifiuti DI NUOVA IMPERMEABILIZZAZIONE e da collegare a vasca interrata V1
- C1 e C2 - Aree impermeabilizzate e collegate a vasca interrata V1
- D1 e D2 - Aree impermeabilizzate da scollegare e da allacciare a nuova vasca di prima pioggia V2
- E - Area non contaminata collettata a nuova vasca di prima pioggia V2
- F - Area non contaminata non collettata
- G - Area non contaminata non collettata
- H - Area non contaminata non collettata
- Rete raccolta acque bianche esistente
- Nuove canalette e tubazioni di drenaggio acque bianche

DETTAGLIO NUOVO ASSETTO SUPERFICI		
SUP. IMPERMEABILIZZ. (A+B+C1+C2+300m <sup>2</sup> )	41.090,00 m <sup>2</sup>	(Collettate e trattate in 1° e 2° pioggia V <sub>1</sub> )
SUP. IMPERMEABILIZZATE (D1+D2)	8.400,00 m <sup>2</sup>	(Collettate e trattate in 1° pioggia V <sub>2</sub> )
SUP. NON IMPERMEABILIZZATE (F+G+H)	48.239,00 m <sup>2</sup>	(Non collettate)
SUP. NON IMPERMEABILIZZATE (E)	23.674,00 m <sup>2</sup>	(Collettata con $\varphi=0,35 - V_2$ )

Oltre alla realizzazione dell'impermeabilizzazione della superficie B (circa 7.820 m<sup>2</sup>), sono state quindi eseguite le seguenti opere:

- **Nuova rete per la raccolta delle acque meteoriche ricadenti sulla nuova area di stoccaggio del fresato e per il loro conferimento alla vasca interrata esistente** (Aree A e B), mediante tubazioni in calcestruzzo DN50 e DN80, con pozzetti di ispezione in calcestruzzo tipo komplet di diametro 120 cm. A tale rete sono state collegate anche le griglie presenti nell'area delle filtropressa.
- **Nuova rete per la raccolta delle acque meteoriche lungo i lati Nord e Ovest** dei piazzali a servizio degli impianti MAP ed Ecomixer mediante tubazioni in calcestruzzo DN50, con pozzetti di ispezione in calcestruzzo tipo komplet di diametro 120 cm, e collettamento delle acque raccolte da tali canalette alla nuova vasca di prima pioggia da realizzare per il trattamento delle acque di prima pioggia provenienti dalle aree D1 e D2.
- **Disconnessione idraulica dalla rete di raccolta esistente e collettata alla vasca interrata delle reti di raccolta delle acque piovane provenienti dalle aree D1** (viabilità di ingresso al sito, palazzina uffici e aree contigue) e **D2** (zona di deposito inerti aree a Nord della torre di lavaggio). Le acque piovane incidenti su tali aree sono assimilabili ad acque provenienti esclusivamente dalla lavorazione di "rocce naturali" (rif. P.T.A., articolo 30, comma 1, lettera g), provengono da piazzali di parcheggio di area inferiore a 5.000 m<sup>2</sup> e di servizio all'officina di area inferiore a 2.000 m<sup>2</sup>; ne consegue che l'unica interferenza tra tali aree e l'impianto di recupero rifiuti è il transito di camion che trasportano rifiuti ed MPS in ingresso e uscita tramite la viabilità condivisa. Si può quindi concludere che il dilavamento di sostanze pericolose da tali aree si esaurisce totalmente con le acque di prima pioggia.
- **Realizzazione di una vasca di separazione delle acque di prima pioggia (V<sub>2</sub>) provenienti dalle aree E, D1 e D2** con volume complessivo pari a 190 m<sup>3</sup>. Prima dell'ingresso alla vasca di prima pioggia, è stata inoltre realizzata una vasca di pretrattamento dotata di sgrigliatore, avente capacità complessiva pari a 28 m<sup>3</sup>.
- **Collegamento della vasca V<sub>2</sub> di raccolta delle acque di prima pioggia provenienti dalle aree E, D1 e D2 alla vasca interrata esistente (V<sub>1</sub>)** per l'invio delle acque di prima pioggia al trattamento di

sedimentazione e chiarificazione ed al riutilizzo all'impianto di lavaggio; conferimento delle acque di seconda pioggia ad una rete idraulica secondaria a dispersione degli strati sub-superficiali del sottosuolo, a norma del comma 13, art. 39 P.T.A..

Si sottolinea che gli interventi di razionalizzazione della rete idraulica sopra descritti comportano la riduzione della superficie impermeabilizzata per la quale si effettua il trattamento sia delle acque di prima che di seconda pioggia da totali 41.670 m<sup>2</sup> a totali 41.090 m<sup>2</sup>. La vasca interrata di volume netto pari a 2.350 m<sup>3</sup> consente ora di trattare un'altezza di pioggia pari a 57,2 mm, superiore alla situazione ante intervento pari a 56,4 mm.

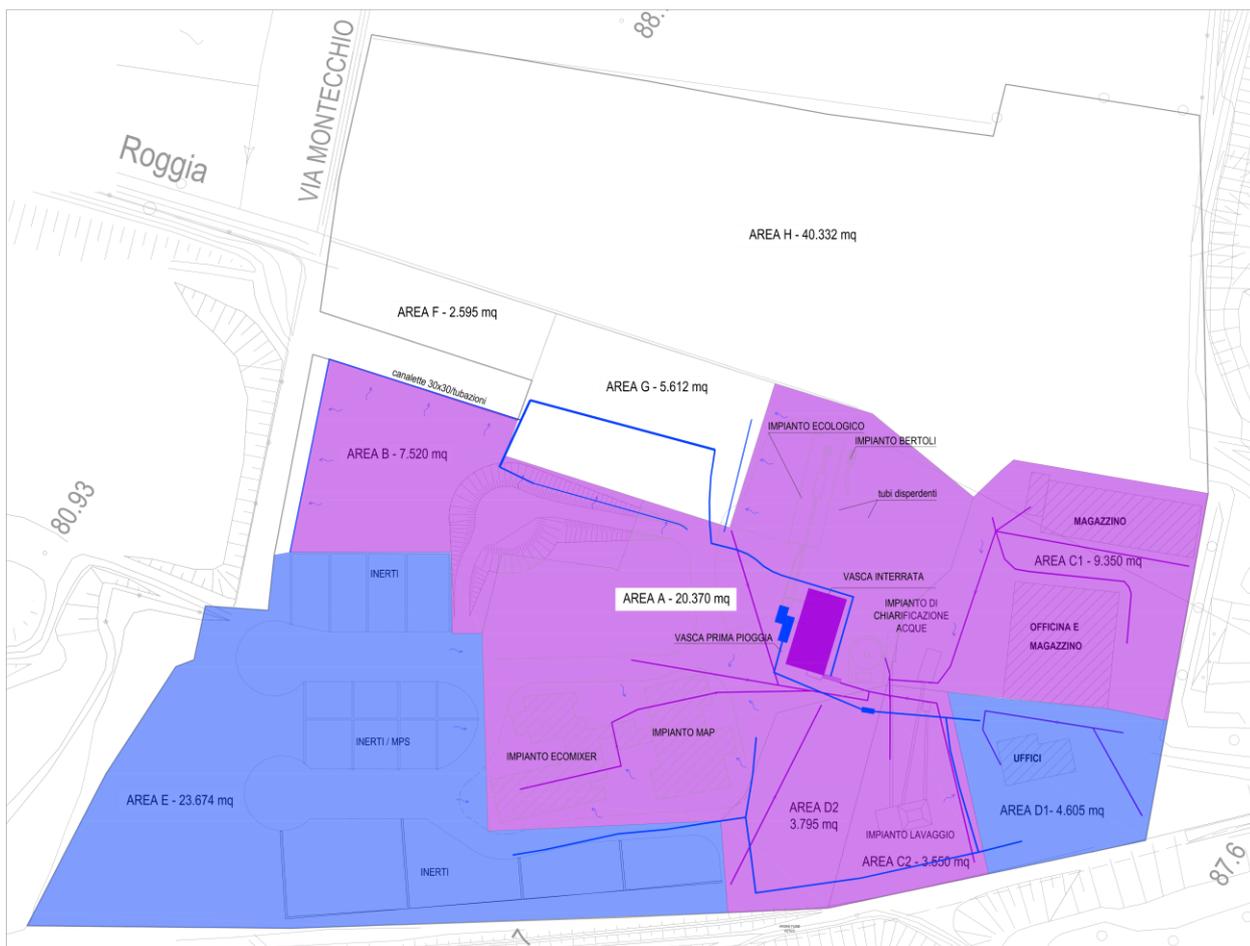
Solo le acque reflue eccedenti tale altezza di pioggia verranno scaricate sugli strati superficiali del sottosuolo tramite l'esistente sistema di sfioro dalla vasca interrata, tubazione e tubi perdenti.

#### RIEPILOGO STATO DI PROGETTO:

<b>SISTEMA DI ACCUMULO E TRATTAMENTO ESISTENTE (V<sub>1</sub>) – 1° e 2° pioggia</b>	
Superficie impermeabilizzata, collettata e trattata in 1° e 2° pioggia (A+B+C1+C2+300m <sup>2</sup> )	41.090 m <sup>2</sup>
Capacità del sistema di trattamento e accumulo	2.350 m <sup>3</sup>
Altezza di pioggia specifica cumulabile dal sistema di trattamento e accumulo	57,2 mm
di cui 1° pioggia	5 mm
2° pioggia	52,2 mm
<b>SISTEMA DI ACCUMULO E TRATTAMENTO DI NUOVA REALIZZAZIONE (V<sub>2</sub>) – 1° pioggia</b>	
Superficie impermeabilizzata, collettata e trattata in 1° e pioggia (D1+D2)	8.400 m <sup>2</sup>
Superficie non impermeabilizzata collettata e trattata in 1° pioggia (Sup. E con coefficiente di deflusso $\varphi=0.35$ )	23.674 m <sup>2</sup>
Dimensione minima nuova vasca di prima pioggia $\rightarrow (D1+D2+E*0,35)*5$ mm	83,42 m <sup>3</sup>
Altezza di pioggia specifica cumulabile dal sistema di trattamento e accumulo	5 mm

Si riporta di seguito schema grafico delle aree afferenti alle reti di raccolta acqua meteorica. In viola sono evidenziate le aree le cui portate di pioggia sono soggette a trattamento di prima e di seconda pioggia; in blu sono evidenziate le aree le cui portate di pioggia sono soggette al solo trattamento di prima pioggia.

*NOTA: Trattasi di schema semplificato della rete idraulica: per il disegno esecutivo delle opere idrauliche, si rimanda ad apposita tavola grafica.*



## LEGENDA

- Sito aziendale
- A - Area rifiuti impermeabilizzata e collegata a vasca interrata V1
- B - Area rifiuti da DI NUOVA IMPERMEABILIZZAZIONE e da collegare a vasca interrata V1
- C1 e C2 - Aree impermeabilizzate e collegate a vasca interrata V1
- D1 e D2 - Aree impermeabilizzate da scollegare e da allacciare a nuova vasca di prima pioggia V2
- E - Area non contaminata – coefficiente di deflusso 0,35 – collettata V2
- F - Area non contaminata non collettata
- G - Area non contaminata non collettata
- H - Area non contaminata non collettata
- Rete raccolta acque bianche esistente
- Nuove canalette e tubazioni di drenaggio acque bianche

## 5. CALCOLO DELLE PORTATE DI PIOGGIA

Per la determinazione delle portate meteoriche derivanti dal comprensorio di studio, si è fatto riferimento alle precipitazioni brevi e intense dedotte dagli annali idrologici. L'elaborazione si è svolta direttamente sui valori osservati per le durate dell'ordine delle ore (1, 3, 6, 12, 24 ore) e degli scrosci (10, 15, 20, 30 minuti). I risultati forniscono i valori di  $a$  e  $n$  dell'Equazione di Possibilità pluviometrica.

Ottenute le curve e fissato il Tempo di Ritorno  $T_r$  (cioè il tempo medio intercorrente tra il verificarsi di due eventi successivi di entità uguale o superiore ad un valore di assegnata intensità), si possono ricavare per ogni durata  $t$  i corrispondenti valori  $h$ , cioè le altezze di precipitazione che ricorrono mediamente ogni  $T_r$  anni.

Il valore del **Tempo di Ritorno** degli eventi meteorici che verrà adottato nel presente studio è fissato in sintonia con quanto prescritto dall'Allegato A "Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici – modalità operative ed indicazioni tecniche" della D.G.R. Veneto n. 1841 del 19/06/2007, ed è pari a **50 anni**.

### 5.1 SUPERFICI DI CAPTAZIONE

Il comprensorio di studio è rappresentato dalle aree impermeabilizzate e non, collettate come esplicitato nella seguente tabella:

SUPERFICI di CAPTAZIONE		
Denominazione	Estensione	Descrizione
<b>A</b>	20.370,00 m <sup>2</sup>	Impermeabilizzata
<b>B + 300 m<sup>2</sup></b>	<b>7.820,00 m<sup>2</sup></b>	<b>Impermeabilizzata NUOVA</b>
<b>C1</b>	9.350,00 m <sup>2</sup>	Impermeabilizzata
<b>C2</b>	3.550,00 m <sup>2</sup>	Impermeabilizzata
<b>D1</b>	4.605,00 m <sup>2</sup>	Impermeabilizzata
<b>D2</b>	3.795,00 m <sup>2</sup>	Impermeabilizzata
<b>E</b>	23.674,00 m <sup>2</sup>	Non impermeabilizzata
<b>TOTALE</b>	<b>73.164,00 m<sup>2</sup></b>	

Tali superfici sono presidiate da una rete di raccolta acque di dilavamento, come descritto al paragrafo precedente.

## 5.2. COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Individuata l'estensione delle superfici di captazione concorrenti alla formazione di portata, occorre stimare quale sia la frazione di afflusso meteorico efficace ai fini del deflusso attraverso la rete di drenaggio: essa viene individuata tramite il **coefficiente di deflusso  $\varphi$** , inteso come il rapporto tra il volume defluito attraverso una sezione assegnata in un definito intervallo di tempo ed il volume di pioggia precipitato nell'intervallo stesso.

Per le reti destinate alla raccolta delle acque meteoriche, si utilizzano i coefficienti riportati nella seguente tabella:

Tipologia area	Coefficiente di deflusso
Agricola	0,1
Permeabili (aree verdi)	0,2
Semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato)	0,6
Impermeabili (strade, tetti, marciapiedi)	0,9

Figura 18 Coefficienti di deflusso secondo la D.G.R.V. n°2948/2009

Nel caso di superfici scolanti di diversa natura, caratterizzate da diversi coefficienti di deflusso, ma afferenti al medesimo tratto di tubazione, è necessario calcolare la media ponderale di  $\varphi$ .

$$\varphi_{medio} = \frac{\sum Si * \varphi_i}{\sum Si}$$

Nel caso in esame, il coefficiente di deflusso è stato stimato sia nelle condizione pre-intervento che nelle condizioni post-intervento, come riportato nelle tabelle:

COEFFICIENTE DI DEFLUSSO - PRE INTERVENTO		
Denominazione	Estensione	Coefficiente di deflusso
<b>A</b>	20.370,00 m <sup>2</sup>	0,9
<b>B + 300 m<sup>2</sup></b>	7.820,00 m <sup>2</sup>	0,35
<b>C1</b>	9.350,00 m <sup>2</sup>	0,9
<b>C2</b>	3.550,00 m <sup>2</sup>	0,9
<b>D1</b>	4.605,00 m <sup>2</sup>	0,9
<b>D2</b>	3.795,00 m <sup>2</sup>	0,9
<b>E</b>	23.674,00 m <sup>2</sup>	0,35
<b>TOTALE</b>	<b>73.164,00 m<sup>2</sup></b>	<b>0,66</b>

COEFFICIENTE DI DEFLUSSO - POST INTERVENTO		
Denominazione	Estensione	Coefficiente di deflusso
<b>A</b>	20.370,00 m <sup>2</sup>	0,9
<b>B + 300 m<sup>2</sup></b>	7.820,00 m <sup>2</sup>	0,9
<b>C1</b>	9.350,00 m <sup>2</sup>	0,9
<b>C2</b>	3.550,00 m <sup>2</sup>	0,9
<b>D1</b>	4.605,00 m <sup>2</sup>	0,9
<b>D2</b>	3.795,00 m <sup>2</sup>	0,9
<b>E</b>	23.674,00 m <sup>2</sup>	0,35
<b>TOTALE</b>	<b>73.164,00 m<sup>2</sup></b>	<b>0,72</b>

A seguito dell'intervento proposto, è aumentata la superficie impermeabilizzata di 7.820,00 m<sup>2</sup> (Area B + 300 m<sup>2</sup>); il coefficiente di deflusso medio ponderato del bacino è aumentato di conseguenza di circa il 10%.

### 5.3. CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

L'equazione della **Curva di Possibilità Pluviometrica** (C.P.P.) per la determinazione dell'altezza di pioggia è la seguente:

$$h = at^n$$

Dove: h = altezza di pioggia (mm)

t = durata della precipitazione (ore)

a, n = parametri della curva forniti dalla elaborazione statistica, indipendenza della zona territoriale e del tempo di ritorno assunto

Per l'individuazione dei parametri *a* e *n* si è fatto riferimento alla *Valutazione di Compatibilità Idraulica* allegata al P.A.T. del Comune di Sandrigo, in quanto il sito oggetto di studio si trova esattamente al confine tra i Comuni di Breganze e Sandrigo, e sono quindi da ritenersi i più attendibili ai fini del calcolo delle portate di pioggia. Il P.A.T. individua due C.P.P., una per gli scrosci ed una per le piogge orarie. Vengono di seguito riportate le elaborazioni delle C.P.P. per l'individuazione delle altezze di pioggia "h" e delle intensità di pioggia "i" in relazione alle diverse durate dell'evento meteorico.

$h = a \cdot t^n$  [mm] Altezza di pioggia (t in ore)  
 $i = h/t$  [l/s\*m<sup>2</sup>] Intensità di pioggia (t in secondi)

### CALCOLO DELLE PORTATE - SCROSCI

Parametri statistici della Curva di Possibilità Pluviometrica (C.P.P.)

fonte: *Valutazione di compatibilità idraulica - Comune di Sandrigo*

Tr = 50 [anni] Tempo di ritorno

a = 72,5

n = 0,43

t (ore)	t (min)	h (mm)	i (l/s*m <sup>2</sup> )
0,08	5	24,47	0,0850
0,17	10	33,84	0,0553
0,250	15	39,94	0,0444
0,25	17	39,94	0,0444
0,317	19	44,22	0,0388
0,5	30	53,81	0,0299
0,75	45	64,06	0,0237
1	60	72,50	0,0201

### CALCOLO DELLE PORTATE - PIOGGE ORARIE

Parametri statistici della Curva di Possibilità Pluviometrica (C.P.P.)

fonte: *Valutazione di compatibilità idraulica - Comune di Sandrigo*

Tr = 50 [anni] Tempo di ritorno

a = 72,5

n = 0,235

t (ore)	t (min)	h (mm)	i (l/s*m <sup>2</sup> )
1	60	72,50	0,0201
2	120	85,33	0,0119
4	240	100,42	0,0070
6	360	110,46	0,0051
12	720	130,00	0,0030
24	1440	153,00	0,0018

Dall'analisi dell'elaborazione delle Curve di Possibilità Pluviometrica, si evince come all'aumentare del tempo di pioggia (t) aumenti linearmente anche l'altezza di pioggia (h), mentre diminuisce l'intensità di pioggia (i).

#### 5.4. TEMPO DI CORRIVAZIONE

Il **Tempo di Corrivazione Tc** rappresenta l'intervallo di tempo impiegato dalla particella di acqua che cade nel punto più lontano per attraversare il bacino fino alla sezione di chiusura.

Per la determinazione del Tempo di Corrivazione si fa riferimento alla somma:

$$Tc = ta + tr$$

Dove: Tc = tempo di corrivazione  
ta = tempo di accesso alla rete  
tr = tempo di rete

Il Tempo di Accesso alla Rete (ta) è sempre di incerta determinazione, poiché varia con la pendenza dell'area, la natura della stessa e il livello dei drenaggi minori, nonché all'altezza della pioggia precedente l'evento critico di progetto. Normalmente nella progettazione si assume un valore compreso tra i 5 e i 15 minuti, dove i valori più bassi corrispondono ad aree di minore estensione, più attrezzate e di maggiore pendenza.

Il Tempo di Rete (tr) è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione, seguendo il percorso più lungo della rete fognaria; è determinato quindi dal rapporto tra la lunghezza della rete e la velocità di moto uniforme che assume la portata di piena nelle singole canalizzazioni.

Oltre al metodo descritto, si applicano altre due relazioni specifiche per aree pavimentate e/o urbanizzate:

- Relazione per reti di drenaggio urbano;
- Relazione di Kerby;
- Metodo di Pasini (metodo previsto dal P.A.T. del Comune di Sandrigo).

Nella presente trattazione si è calcolato il Tempo di Corrivazione come media dei valori ottenuti attraverso le diverse procedure di calcolo, sia nella condizione pre-intervento che nella condizione post-intervento.

Per i valori relativi alla superficie del bacino collettata (S) e al coefficiente di deflusso ( $\varphi$ ) si fa riferimento a quanto calcolato al paragrafo 5.2. Per i valori relativi alla lunghezza massima del deflusso superficiale (L) si fa riferimento agli elaborati grafici di progetto allegati alla presente trattazione.

**TEMPO DI CORRIVAZIONE - PRE INTERVENTO**

S =	73.164,00 m <sup>2</sup>	Superficie del bacino
L =	250 m	Lunghezza massima del deflusso superficiale (distanza del punto più distante del bacino dalla sezione di chiusura dello stesso)
φ =	0,66	Coefficiente di deflusso
s =	0,005 m/m	Pendenza media del bacino
a =	72,50	coefficiente della C.P.P. (piogge orarie)
n =	0,235	coefficiente della C.P.P. (piogge orarie)
Vu =	1,00 m/s	Velocità di moto uniforme nella singola canalizzazione
fr =	0,02	Fattore di ritardo per superficie pavimentata

Mambretti-Paoletti

Tc = ta + tr

358 s  
6 min

ta =  $((3600^{(n-1)/4} * 0,5 * L_i) / (s_i^{0,375} * (a * \varphi_i * S_i)^{0,25}))^{4/(n+3)}$  (con S in ettari)

108 s  
2 min

tr =  $\sum (l_i / V_{u_i})$

250 s  
4 min

Relazione per reti di drenaggio urbano

Tc =  $(1,03 * (1,1 - \varphi) * L^{1/2}) / s^{1/3}$

41,5 min

Relazione di Kerby

Tc =  $(0,342 * L * fr * s^{-0,5})^{0,467}$

0,2 ore  
11 min

(con L in km)

Metodo di Pasini

Tc =  $0,0045 * \sqrt[3]{(S * L)} / v_s$

17 min

<b>Tempo di Corrivazione medio</b>	
<b>Tc =</b>	<b>19 min</b>

<b>TEMPO DI CORRIVAZIONE - POST INTERVENTO</b>
--

S =	73.164,00 m <sup>2</sup>	Superficie del bacino
L =	250 m	Lunghezza massima del deflusso superficiale (distanza del punto più distante del bacino dalla sezione di chiusura dello stesso)
φ =	0,72	Coefficiente di deflusso
s =	0,005 m/m	Pendenza media del bacino
a =	72,50	coefficiente della C.P.P. (piogge orarie)
n =	0,235	coefficiente della C.P.P. (piogge orarie)
Vu =	1,00 m/s	Velocità di moto uniforme nella singola canalizzazione
fr =	0,02	Fattore di ritardo per superficie pavimentata

Mambretti-Paoletti

$$T_c = t_a + t_r$$

$$355 \text{ s}$$

$$6 \text{ min}$$

$$t_a = \frac{((3600^{(n-1)/4} * 0,5 * L_i) / (s_i^{0,375} * (a * \varphi_i * S_i)^{0,25}))^{4/(n+3)}}{105 \text{ s}} \quad (\text{con S in ettari})$$

$$105 \text{ s}$$

$$2 \text{ min}$$

$$t_r = \sum (l_i / V_{u_i})$$

$$250 \text{ s}$$

$$4 \text{ min}$$

Relazione per reti di drenaggio urbano

$$T_c = (1,03 * (1,1 - \varphi) * L^{1/2}) / s^{1/3}$$

$$35,9 \text{ min}$$

Relazione di Kerby

$$T_c = (0,342 * L * fr * s^{-0,5})^{0,467}$$

(con L in km)

$$0,2 \text{ ore}$$

$$11 \text{ min}$$

Metodo di Pasini

$$T_c = 0,0045 * \sqrt[3]{(S * L)} / v_s$$

$$17 \text{ min}$$

**Tempo di Corrivazione medio**

<b>Tc =</b>	<b>17 min</b>
-------------	---------------

Si nota come il Tempo di Corrivazione sia diminuito a seguito dell'intervento proposto (da 19 minuti a 17 minuti); ciò è dovuto all'aumento della superficie impermeabilizzata, che aumenta la velocità con cui le portate di pioggia raggiungono la sezione di chiusura del bacino.

## 5.5. CALCOLO DELLE PORTATE MASSIME (AL COLMO) DI SCOLO

Il metodo di calcolo utilizzato per la determinazione delle portate di pioggia è il **Metodo Cinematico**, detto anche **Razionale** o **del Ritardo di Corrivazione**. Le ipotesi alla base di tale metodo sono:

1. Solamente una frazione del volume di pioggia (pari al coefficiente di deflusso  $\varphi$ ) risulta efficace agli effetti del deflusso;
2. La portata scolata massima (al colmo) si ottiene per un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione del bacino di studio.

La formula del Metodo Cinematico per la determinazione della portata meteorica è la seguente:

$$Q_{max} = \frac{\varphi * S * h}{t}$$

Dove:  $Q_{max}$  = portata meteorica massima (l/s)

$\varphi$  = coefficiente di deflusso

$S$  = superficie scolante totale (m<sup>2</sup>)

$h$  = altezza di pioggia calcolata con la C.P.P. (m)

$t$  = tempo di pioggia assunto pari al tempo di corrivazione  $T_c$  (s)

### PORTATA MASSIMA (al colmo) PRE - INTERVENTO

Nel caso di studio, per un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione medio calcolato (19 minuti), utilizzando quindi la C.P.P. relativa agli scrosci, si ottiene la seguente altezza di pioggia:

$$h = a * t^n = 72,5 * (0,317 \text{ ore})^{0.43} = 44,22 \text{ mm}$$

La portata di pioggia calcolata con la formula del Metodo Cinematico risulta pari a:

$$Q_{max} = \frac{0,66 * 73.164 \text{ m}^2 * 44,22 \text{ mm}}{19 \text{ min}} = 1.912,00 \text{ l/s}$$

<b>PORTATA MASSIMA (al colmo) POST- INTERVENTO</b>
--

Nel caso di studio, per un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione medio calcolato (17 minuti), utilizzando quindi la C.P.P. relativa agli scrosci, si ottiene la seguente altezza di pioggia:

$$h = a * t^n = 72,5 * (0,25 \text{ ore})^{0,43} = 39,94 \text{ mm}$$

La portata di pioggia calcolata con la formula del Metodo Cinematico risulta pari a:

$$Q_{max} = \frac{0,72 * 73.164 \text{ m}^2 * 39,94 \text{ mm}}{17 \text{ min}} = 2.034,00 \text{ l/s}$$

A seguito dell'intervento proposto, la portata massima al colmo è aumentata di 122,00 l/s, con un aumento di circa il 6%.

## 5.6. DEFINIZIONE DELLA DURATA CRITICA DELLE PRECIPITAZIONI

È ora necessario definire la durata critica delle precipitazioni, cioè il tempo di pioggia che massimizza il volume di invaso per eventi con tempo di ritorno pari a 50 anni. Per l'individuazione del tempo di pioggia critico, si ipotizza di mantenere costante il coefficiente udometrico, ovvero la portata in uscita dal lotto di proprietà verso i recettori esterni (fognatura e/o corsi d'acqua). Il sito Girardini S.p.a. tuttavia non dispone di punti di recapito e/o allacciamento esterni al sito, ma accumula o disperde interamente le portate di pioggia all'interno del proprio lotto. Ciò è possibile in quanto gran parte delle superficie (Aree E, F, G, H per un totale di 72.183 m<sup>2</sup>) è del tipo permeabile con bassi coefficienti di deflusso. Inoltre la presenza dei cumuli di materiale inerte derivante dalle lavorazioni della cava permette di trattenere ulteriormente le portate meteoriche all'interno del sito, che di fatto non genera efflussi d'acqua verso l'esterno.

Per il calcolo del Volume di invaso quindi si fissa convenzionalmente come durata di pioggia critica **t = 1 ora**, cui corrisponde un'altezza di pioggia **h = 72,50 mm**.

Con tali parametri fissati ed utilizzando la formula del Metodo Cinematico, è possibile calcolare:

- a) Portata e volume di pioggia in ingresso nella rete di deflusso (PRE INTERVENTO);
- b) Portata e volume di pioggia in ingresso nella rete di deflusso (POST INTERVENTO);

La differenza tra il volume di pioggia in ingresso nella rete idraulica tra la situazione PRE e POST Intervento rappresenta l'incremento di volume di invaso legato alla trasformazione territoriale.

$$Q_{pre} = \frac{0.66 * S * h}{t} = 977 \text{ l/s}$$

$$V_{pre} = Q_{pre} * t = 3.518 \text{ m}^3$$

$$Q_{post} = \frac{0.72 * S * h}{t} = 1.064 \text{ l/s}$$

$$V_{post} = Q_{post} * t = 3.830 \text{ m}^3$$

$$\Delta V = V_{post} - V_{pre} = 312 \text{ m}^3$$

## 5.7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

A seguito dell'intervento realizzato, da un punto di vista dell'impatto idraulico sono intervenute le seguenti trasformazioni:

	PRE INTERVENTO	POST INTERVENTO	$\Delta$
Coefficiente di deflusso	0,66	0,72	+ 10%
Tempo di corrivazione	19 minuti	17 minuti	- 10%
Portata meteorica massima	1.912,00 l/s	2.034,00 l/s	+ 6%

Si tratta pertanto di un impatto idraulico modesto rispetto alla situazione pre-intervento.

## 6. MISURE COMPENSATIVE E/O DI MITIGAZIONE IDRAULICA

A seguito dell'intervento realizzato, si è reso necessario prevedere delle opere atte a compensare gli incrementi di portata meteorica derivanti dalla nuova impermeabilizzazione. Da un punto di vista normativo, il D.G.R. Veneto n. 1841 del 19/06/2007 fissa delle soglie in base al quale si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto dell'intervento.

Classe di Intervento		Definizione
Trascurabile potenziale	impermeabilizzazione	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta potenziale	impermeabilizzazione	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa potenziale	impermeabilizzazione	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata potenziale	impermeabilizzazione	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

Nel caso di studio, la nuova superficie impermeabilizzata (Area B + 300 m<sup>2</sup>) possiede un'estensione pari a 7.820,00 m<sup>2</sup> = 0,782 ha. Si tratta quindi di "**modesta impermeabilizzazione potenziale**".

Per questa classe di intervento, le Linee Guida della Regione Veneto alla Valutazione di Compatibilità Idraulica prevedono la realizzazione di volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene, il contenimento delle luci di scarico (entro 200 mm) e la limitazione del tirante idrico (non eccedente il metro).

### 6.1. VALUTAZIONE DELLE OPERE DI MITIGAZIONE E/O DI COMPENSAZIONE IDRAULICA

In base a quanto esposto al capito precedente, in riferimento alla durata critica di precipitazione di 1 ora e ad eventi con tempo di ritorno di 50 anni, si è pervenuti al valore del volume meteorico di invaso necessario a garantire l'invarianza idraulica:

$$V_{inv} = 3.830,00 \text{ m}^3$$

#### OPERE IDRAULICHE ESISTENTI / V<sub>1</sub>

All'interno del sito di progetto, come descritto al paragrafo 3 (Stato di Fatto), è presente un sistema di accumulo e trattamento delle acque meteoriche, costituito da:

1. Un canale grigliato di dimensioni, riferite al volume vuoto, pari a 1,30 x 7,00 x 3,90 m, con funzione di collettamento delle acque in ingresso e separazione di eventuali solidi grossolani.
2. Un comparto di disoleazione costituito da n. 2 bacini di dimensioni, riferite al volume vuoto, di m 4,90 x 2,35 x 6,65 e m 4,90 x 2,20 x 6,65;
3. Una batteria di n. 6 vasche di accumulo di cui una di dimensioni 4,90 x 9,85 x 6,65 m e le altre di 4,90 x 15 x 6,65 m, sempre riferite al volume vuoto, con un tirante d'acqua di 5,65 m dal fondo vasca.

Tale sistema possiede una capacità utile di accumulo pari a:

$$V_1 = 2.350,00 \text{ m}^3$$

#### OPERE IDRAULICHE DI PROGETTO / V<sub>2</sub>

All'interno del sito, a seguito delle trasformazioni dell'area descritte al paragrafo 4 (Stato di Progetto), si è resa necessaria la realizzazione di una nuova vasca di prima pioggia con volume minimo di 85,00 m<sup>3</sup>. Durante la fase realizzativa, l'azienda, al fine di tutelare maggiormente il sito produttivo dagli eventi meteorici più gravosi, ha optato per l'aumento della capacità di accumulo della vasca di progetto, per un volume complessivo pari a:

$$V_2 = 190,00 \text{ m}^3$$

E' stata inoltre realizzata una nuova vasca in calcestruzzo dotata di sgrigliatore e posta subito a monte dell'immissione nella vasca di prima pioggia. Tale vasca ha una capacità di accumulo complessiva di 28 m<sup>3</sup>.

Le nuove vasche di progetto possiedono quindi una capacità di accumulo complessiva pari a:

$$V_{2,TOT} = 190,00 + 28,00 = 218,00 \text{ m}^3$$

#### PICCOLI INVASI / V<sub>3</sub>

Al volume meteorico da invasare, va sottratto il volume dei cosiddetti "piccoli invasi", rappresentato dal velo idrico sulla superficie scolante, dalle caditoie e dai pozzetti, dalle condotte secondarie, dai ristagni etc. Da ipotesi riscontrabili in letteratura, si evince che il velo idrico ha un valore compreso tra i 10 ed i 25 m<sup>3</sup>/ha (valori maggiori per superfici irregolari e debole pendenza), mentre per i rimanenti volumi si adottano valori tra i 10 ed i 35 m<sup>3</sup>/ha (valori maggiori per aree con elevato coefficiente di deflusso); complessivamente quindi per i "piccoli invasi" si considera un valore totale di 40-50 m<sup>3</sup>/ha, rispettivamente per aree con forte e debole pendenza.

Nello specifico, adottando un valore intermedio, si può valutare il volume relativo ai “piccoli invasi”:

$$V_3 = 45 \text{ m}^3/\text{ha} * 73.164,00 \text{ m}^2 = 329,00 \text{ m}^3$$

#### CONDOTTE E CANALI / V<sub>4</sub>

La superficie di bacino è inoltre presidiata da una rete di collettori esistenti; a favore di sicurezza, la capacità di invaso meteorica di suddetta rete non è considerata nella presente trattazione.

Si considerano invece le opere idrauliche di progetto, le cui condotte sono state sovra-dimensionate in modo da garantire un ulteriore volume di laminazione delle acque meteoriche.

La nuova rete realizzata prevede condotte in calcestruzzo di diametro 500 mm e 800 mm, ispezionabile da una serie di pozzetti in calcestruzzo tipo komplet con canale di scorrimento, aventi diametro interno 1200 mm e altezza 2000 mm.

La capacità di accumulo della rete idraulica di progetto risulta quindi:

$$V_{\emptyset 500} = L_{\emptyset 500} * A_{\emptyset 500} = 98,13 \text{ m}^3$$

Dove:  $L_{\emptyset 500} = 500,00 \text{ m}$  (lunghezza della rete  $\emptyset 500$  di progetto)

$$A_{\emptyset 500} = \pi(\emptyset/2)^2 \quad (\text{Area interna condotta } \emptyset 500)$$

$$V_{\emptyset 800} = L_{\emptyset 800} * A_{\emptyset 800} = 32,66 \text{ m}^3$$

Dove:  $L_{\emptyset 800} = 65,65 \text{ m}$  (lunghezza della rete  $\emptyset 800$  di progetto)

$$A_{\emptyset 800} = \pi(\emptyset/2)^2 \quad (\text{Area interna condotta } \emptyset 800)$$

$$V_{\text{TOT,poz}} = N_{\text{poz}} * V_{\text{poz}} = 58,78 \text{ m}^3$$

Dove:  $N_{\text{poz}} = 26$  (N. totale pozzetti komplet previsti a progetto)

$$V_{\text{poz}} = H * \pi(\emptyset/2)^2 \quad (\text{Volume interno pozzetti con } D=1200 \text{ mm e } H=2000 \text{ mm})$$

$$V_{30 \times 30} = L_{30 \times 30} * A_{30 \times 30} = 27,37 \text{ m}^3$$

Dove:  $L_{30 \times 30} = 304,00 \text{ m}$  (lunghezza della canalina 30x30 di progetto)

$$A_{30 \times 30} = 0,09 \text{ m}^2 \quad (\text{Area interna della canalina } 30 \times 30)$$

$$V_4 = V_{\emptyset 500} + V_{\emptyset 800} + V_{\text{TOT,poz}} + V_{30 \times 30} = 216,93 \text{ m}^3$$

### VOLUME RESIDUO DA DISPERDERE PER INFILTRAZIONE

La capacità di accumulo totale del bacino di calcolo si ottiene sommando la capacità dei manufatti esistenti e di progetto con la capacità dei piccoli invasi:

$$V_{\text{tot,accumulo}} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = 2.350,00 \text{ m}^3 + 218,00 \text{ m}^3 + 329,00 \text{ m}^3 + 216,93 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{tot,accumulo}} = \mathbf{3.114,00 \text{ m}^3}$$

Il volume di invaso necessario è stato stimato a 3.810,00 m<sup>3</sup>; per differenza si ottiene il volume residuo da disperdere per infiltrazione sub-superficiale nel terreno:

$$V_{\text{inf}} = V_{\text{inv}} - V_{\text{tot,accumulo}} = \mathbf{716,00 \text{ m}^3}$$

## 6.2. VERIFICA DEL SISTEMA DI INFILTRAZIONE SUBSUPERFICIALE

Si vuole verificare la capacità di smaltimento sub-superficiale nel terreno della sola portata meteorica eccedente la capacità di invaso del sistema idraulico finora descritto. Tale sistema è in grado di garantire il pretrattamento e l'accumulo di un volume di pioggia di 3.114,00 m<sup>3</sup>, cui corrisponde per il bacino in esame (73.164,00 m<sup>2</sup>) un'altezza di pioggia di circa 42 mm. Dato che le acque di prima pioggia si esauriscono con i primi 5 mm di pioggia uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante, ne consegue che le portate eccedenti la capacità di accumulo del sistema costituiscono sicuramente una seconda pioggia.

La dispersione sub-superficiale è stata realizzata mediante condotta drenante in calcestruzzo, avente diametro 400 mm, pendenza 1% e lunghezza 70 m (si veda studio idraulico del 2009).

Di seguito si andrà a verificare l'efficacia del sistema di infiltrazione esistente per le nuove portate meteoriche di progetto.

L'efficacia del sistema di infiltrazione è condizionata da due fattori: la permeabilità del terreno e la profondità del livello di falda.

Dalla letteratura si evince che l'intervallo di valori del coefficiente di permeabilità del terreno considerato ottimale ai fini della dispersione è  $K = 10^{-2} - 10^{-4}$  m/s; i parametri idrogeologici del sito Girardini s.p.a. sono stati dedotti dalle risultanze di una prova pompaggio effettuata presso il pozzo della Ditta, in particolare si è pervenuti ad un valore  $K = 5,00 \cdot 10^{-3}$  m/s. Tale valore però è riferito alle condizioni sature e, pertanto, per tener conto che la dispersione nel sottosuolo interessa invece la parte insatura dello stesso, si opera una riduzione del 50% del valore di K (come indicati da alcuni

Autori – Sieker 1984). In ogni caso il coefficiente di permeabilità  $K = 2,50 * 10^{-3} \text{ m/s}$  rientra ampiamente nell'intervallo ottimale per il drenaggio.

Inoltre, il livello della falda è stato stimato ad una profondità minima di 6 metri, il che garantisce l'instaurarsi di una condizione di moto verso falda profonda.

Nel caso di studio, la portata che deve essere smaltita per infiltrazione è quella prodotta dal volume eccedente le capacità di invaso del bacino, per un tempo di pioggia di un'ora.

$$Q_{\text{inf}} = V_{\text{inf}} / t = 194,00 \text{ l/s}$$

Dalla vasca di accumulo presente in sito, si diparte una tubazione in calcestruzzo di **diametro 400 mm e pendenza 1% (si veda studio idraulico del 2009)**, la cui portata  $Q_{\text{inf}}$  viene calcolata attraverso la relazione di moto uniforme di Gauckler-Strickler:

$$Q_{\text{inf}} = K_s * R_h^{2/3} * i^{1/2} * A$$

Dove:  $K_s$  = coefficiente di scabrezza ( $80 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$  per condotte in calcestruzzo)

$R_h$  = raggio idraulico (m)

$i$  = pendenza (m/m)

$A$  = area della sezione liquida ( $\text{m}^2$ )

Nello specifico, fissando un grado di riempimento della tubazione di circa il 75% ed una pendenza pari allo 1%, si perviene ad una portata defluibile pari a 197 l/s maggiore della portata di progetto  $Q_{\text{inf}}=194 \text{ l/s}$ . La condotta esistente quindi è adeguatamente dimensionata per diametro e pendenza.

La velocità nella condotta risulta pari a circa 1,54 m/s; tale valore è maggiore del limite inferiore di 0,5 m/s (necessario per evitare depositi di materiali solidi) e minore del valore limite superiore di 4,0 – 5,0 m/s (per evitare problemi di abrasione del fondo per tubazioni in calcestruzzo).

Si procede ora alla verifica della lunghezza della condotta drenante, assimilando il problema a quello di un pozzo perdente. Il problema viene trattato attraverso le formulazioni disponibili in letteratura per il calcolo della portata dispersa da un pozzo, assimilando l'altezza del pozzo alla lunghezza cercata per la tubazione disperdente.

NEUMAN E STEPHENS

$$Q_{inf} = C * K * r * L$$

Dove: C = parametro che dipende dalle condizioni al contorno e che per pozzo disperdente solo attraverso la base è pari a 5,5 (condizione cautelativa)

K = Coefficiente di permeabilità ( $2,50 * 10^{-3}$  m/s)

r = raggio della tubazione (0,2 m)

L = lunghezza della tubazione (m)

L = 72,30 m
-------------

A.G.I. (Associazione geotecnica italiana)

$$Q_{inf} = K * r * L * 2\pi$$

Dove: K = Coefficiente di permeabilità ( $2,50 * 10^{-3}$  m/s)

r = raggio della tubazione (0,2 m)

L = lunghezza della tubazione (m)

L = 62,32 m
-------------

DARCY

$$Q_{inf} = K * J * A$$

Dove: K = Coefficiente di permeabilità ( $2,50 * 10^{-3}$  m/s)

J = cadente piezometrica, che qualora il tirante idrico sulla superficie filtrante sia trascurabile rispetto all'altezza dello strato filtrante e la superficie della falda sia convenientemente al di sotto del fondo disperdente (come nel caso in esame) è posta pari a 1 m/m

A = superficie di infiltrazione del sistema disperdente ( $\pi D * L \text{ m}^2$ )

L = 62,32 m
-------------

La lunghezza media della condotta necessaria allo smaltimento per infiltrazione della portata di progetto è pari a **66,31 m**, inferiore alla lunghezza della condotta esistente di 70,00 m, che risulta pertanto adeguatamente dimensionata.

Tuttavia, la rete idraulica **dovrà essere sottoposta a periodica manutenzione**, con interventi di pulizia mirati all'asportazione delle particelle grossolane e fini trasportate dall'acqua. Eventuali depositi inerti dovuti ad una carente manutenzione potrebbero comportare una sensibile riduzione della capacità di laminazione dell'intero sistema, oltre alla riduzione della permeabilità per intasamento del sistema di dispersione per sub-infiltrazione.

Caldogno, 19 maggio 2022

Il Tecnico  
Ing. Alberto Saccozza

