

FONDERIE DI MONTORSO SpA

Via Val Chiampo n.62 – Montorso (VI)

ADEGUAMENTO DELLA RETE DI RACCOLTA E TRATTAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE DI DILAVAMENTO DEI PIAZZALI ESTERNI

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione idraulica

Dott. Ing. Savio Alex

[firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs. 82/2005 s.m.i.]

Dott. Ing. Pontin Marco

[firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs. 82/2005 s.m.i.]

Edizione	Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
01	1	15.06.2022	Eliminazione sistema Filterra e revisione del sistema di trattamento	AS	AS	NC
01	0	15.07.2021	Prima Emissione	AS/SWI	AS/SWI	AS/MP/SWI



dott. ing. Savio Alex

Via Tezze n.7 – 36066 Sandrigo (VI)

e-mail: alex.savio@outlook.it

P.IVA 03364250245 / C.F. SVALXA77D18H8290

dott. ing. Pontin Marco

Via Boito n.7 – 36032 Feltre (BL)

e-mail: marco_pontin@yahoo.it

P.IVA 01037990254 / C.F. PNTMRC77L23D530F

TITOLO DOCUMENTO:

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

FILE:

COMMESSA

18.109

ELABORATO

A

ANNO

2021

INDICE

1	Premessa	1
2	Localizzazione del sito	2
3	Rilievo topografico e situazione attuale della rete di drenaggio	4
4	Caratterizzazione del sito	5
4.1	Descrizione delle attività storiche effettuate nell'area	5
4.2	Caratterizzazione delle acque meteoriche di dilavamento	6
4.3	Identificazione delle aree dilavanti	10
4.3.1	Estensione delle aree dilavanti	13
4.4	Descrizione degli impianti di trattamento esistenti	14
4.5	Attuali limiti di scarico in fognatura e problematiche idrauliche	14
5	Analisi idrologica	15
5.1	Studio delle precipitazioni estreme	15
5.2	Pioggia di progetto e costruzione del pluviogramma sintetico	16
5.3	Dati meteorologici della stazione di Chiampo (decennio 2010-2020)	19
6	Modello idraulico della rete di progetto	31
6.1	Cenni sul funzionamento del software SWMM	31
6.2	Costruzione del modello ed inserimento dei dati	36
7	Descrizione degli interventi	39
7.1	Separazione acque di processo	40
7.2	Intervento area Nord	41
7.2.1	Stima del volume da invasare e quantificazione della prima pioggia	42
7.3	Intervento area Sud	42
7.3.1	Stima del volume da invasare e quantificazione della prima pioggia	43
7.4	Intervento copertura reparto fonderia	43
8	Verifiche idrauliche	44
8.1	Intervento area Nord	44

8.1.1	Risultati delle simulazioni.....	44
8.1.2	Capacità di trattamento dell'impianto e considerazioni statistiche	48

1 Premessa

La presente relazione illustra i contenuti del progetto definitivo di adeguamento della rete di raccolta e trattamento delle acque meteoriche di dilavamento dei piazzali esterni a servizio dello stabilimento delle Fonderie di Montorso in via Val Chiampo, 62 a Montorsi Vicentino (VI).

Attualmente infatti l'articolato complesso industriale è servito da una rete fognaria di acque meteoriche con conferimento in parte direttamente su corpo idrico superficiale nella cosiddetta roggia denominata "Rio Rodegotto" (pluviali dei fabbricati), in parte in fognatura pubblica ovvero, in caso di eventi meteorici intensi che ne compromettano la capacità di deflusso, nuovamente nel medesimo corpo idrico superficiale.

L'attività industriale delle fonderie Montorso si inquadra, secondo il piano di tutela delle acque approvato dalla Regione Veneto, al punto 2 dell'allegato F – *Impianti di produzione e trasformazione dei metalli, di cui al punto 2 dell'allegato VIII alla parte II del D.Lgs. 152/2006, a prescindere dai valori limite ivi riportati* – il che comporta in particolare il trattamento delle acque con idonei sistemi di stoccaggio e depurazione per tutte le superfici dilavabili del sito.

Da qui la necessità di un'analisi della rete esistente in termini sia topografici che di risposta idraulica agli eventi meteorici estremi per comprenderne il funzionamento, entro i limiti operativi di indagine di un'infrastruttura interrata esistente, al fine di valutare in termini quantitativi i volumi idrici generati allo scarico e poter quindi procedere allo sviluppo progettuale del sistema di trattamento delle acque ed ottemperare così alla normativa vigente.

Al contempo, in ottemperanza alle prescrizioni della vigente AIA relativamente alla "separazione delle acque meteoriche dalle acque di processo", pur se in assenza di scarichi di acque reflue strettamente connessi con il processo produttivo (torri evaporative, condensa compressori e lavandino di reparto), considerata la circostanza degli interventi descritti il progetto prevede anche una nuova gestione per tali acque. Richiamando quanto anticipato con precedente corrispondenza, "vista l'origine tali acque hanno evidentemente caratteristiche qualitative equivalenti a quelle domestiche e rientrano pertanto nelle casistiche specificate all'art. 34 comma 1 del PTA Regione Veneto ("acque reflue assimilabili alle domestiche"), in particolare in quelle definite al punto e.3".

2 Localizzazione del sito

Fonderie di Montorso S.p.A, fondata nel 1962, svolge le proprie attività all'interno dello stabilimento di Via Val Chiampo, 62 sito a Sud-Est del territorio comunale di Montorso Vicentino, a circa 16 km di distanza dal centro storico del capoluogo provinciale.

Il principale centro abitato nelle vicinanze è rappresentato dal capoluogo comunale, alla distanza di circa 1000 m dal sito di intervento in direzione NordOvest mentre i centri di Zermeghedo ed Arzignano distano rispettivamente 2 e 4 km verso Sud e Nord. Il territorio in questa zona si presenta moderatamente antropizzato, con attività industriali distribuite lungo la strada provinciale n.31 sia in direzione Nord verso la zona industriale di Montorso, che in direzione Sud verso la zona industriale di Zermeghedo. Al di fuori delle zone industriali e degli agglomerati urbani posti più ad Ovest, il territorio si presenta scarsamente antropizzato e adibito quasi esclusivamente ad uso agricolo. Dal punto di vista morfologico l'area di studio si inserisce in una zona posta alle pendici dei rilievi collinari. La zona in esame è situata ad una quota media di 73 m s.m.m.

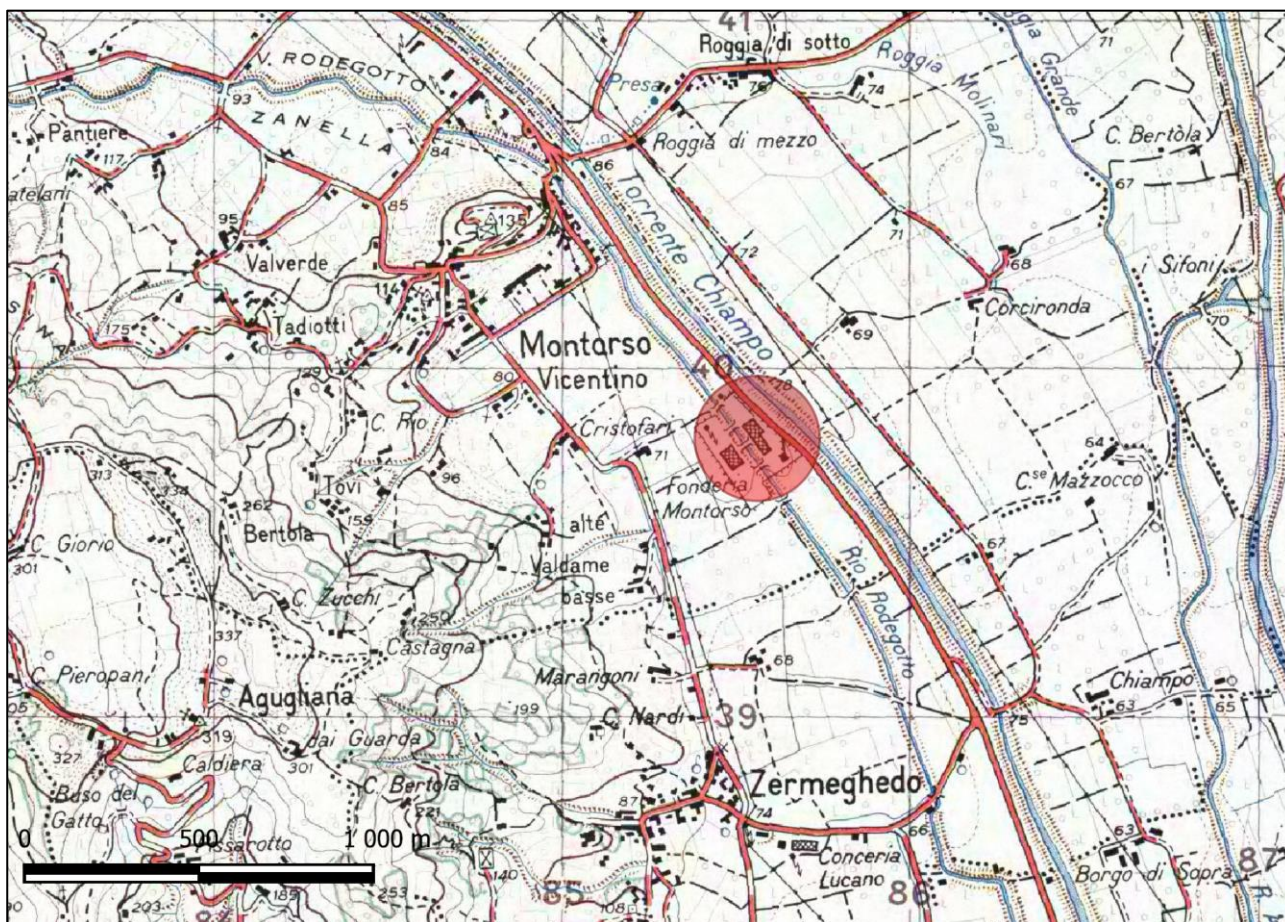


Figura 1 – Inquadramento geografico – estratto IGM Foglio 49 Quadrante II NE “Montorso Vicentino”

Relativamente all'idrografia di superficie l'elemento di maggior spicco è rappresentato dal Torrente Chiampo, che scorre lungo il suo alveo pensile alla distanza minima di 40 m ad Est, con direzione di deflusso N-S verso Sud. Si segnalano inoltre alcuni corsi d'acqua che dalle dorsali collinari vanno ad alimentare l'acquifero freatico di fondovalle; in particolare, il Rio Rodegotto, che attraversa la fonderia da nordest a sudovest parallelamente al Torrente Chiampo.

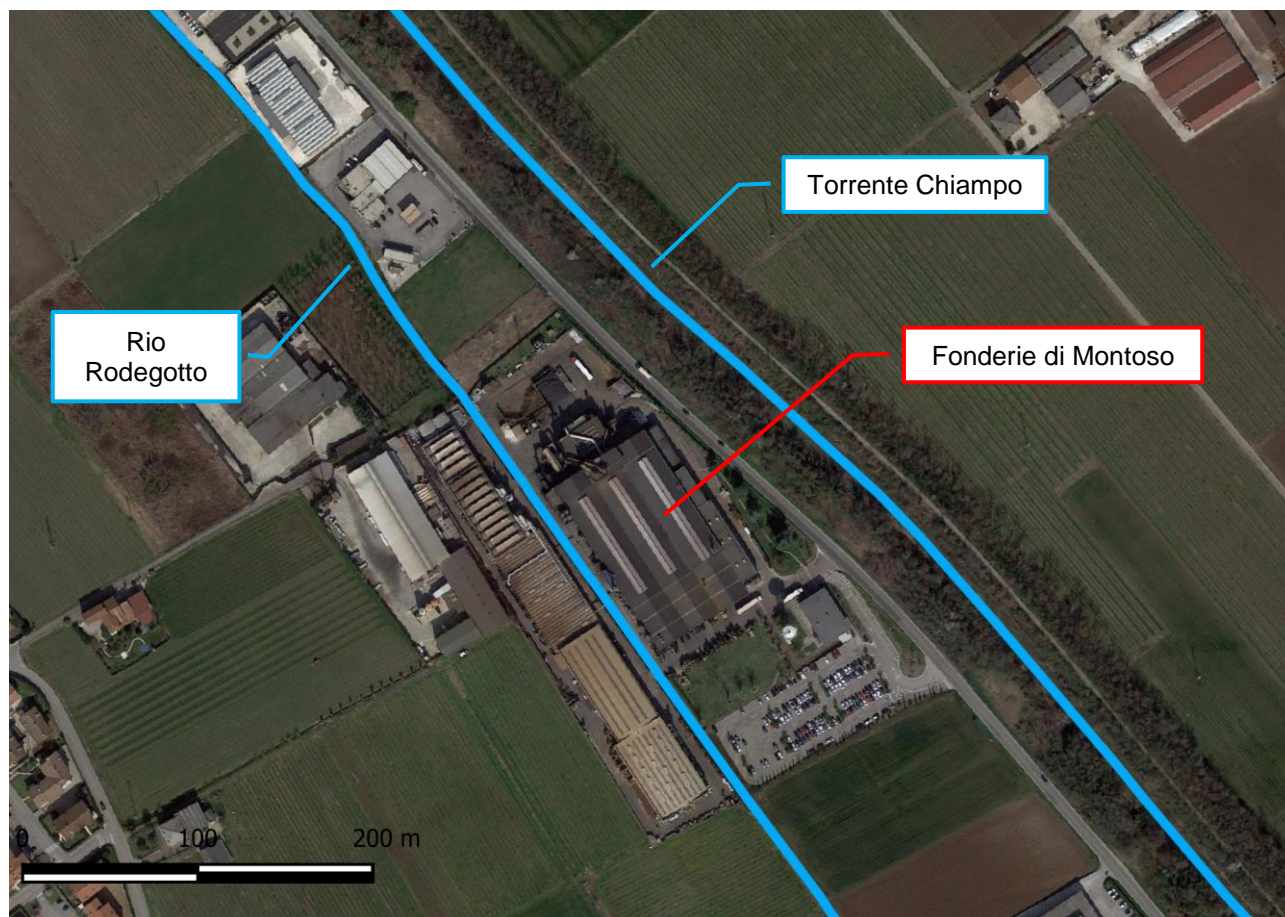


Figura 2 – Foto aerea del sito di intervento e dell'idrografia superficiale (fonde Google Earth)

3 Rilievo topografico e situazione attuale della rete di drenaggio

Per avere la fotografia dello stato di fatto dell'area oggetto di studio è stato condotto un rilievo topografico celerimetrico con strumentazione classica (Stazione Totale Leica TCRP 1203+ misuratore laser R1000). Sono state materializzate delle stazioni di riferimento per la realizzazione di una poligonale di appoggio dalla quale è stato possibile battere i punti di interesse ed ottenerne la posizione plano-altimetrica essenziale per le successive analisi svolte.

In tal modo infatti è stato possibile determinare non solamente le aree che contribuiscono al deflusso superficiale, ma anche, avendo sia l'andamento altimetrico del territorio sia la posizione delle caditoie e dei pluviali di scarico, come tali acque raggiungono la rete di drenaggio. Di fondamentale importanza inoltre è stato il supporto del personale tecnico della fonderia, che ha provveduto, per quanto operativamente fattibile, all'apertura dei chiusini ed alla misura della profondità di posa ed alla tipologia e diametro delle tubazioni.

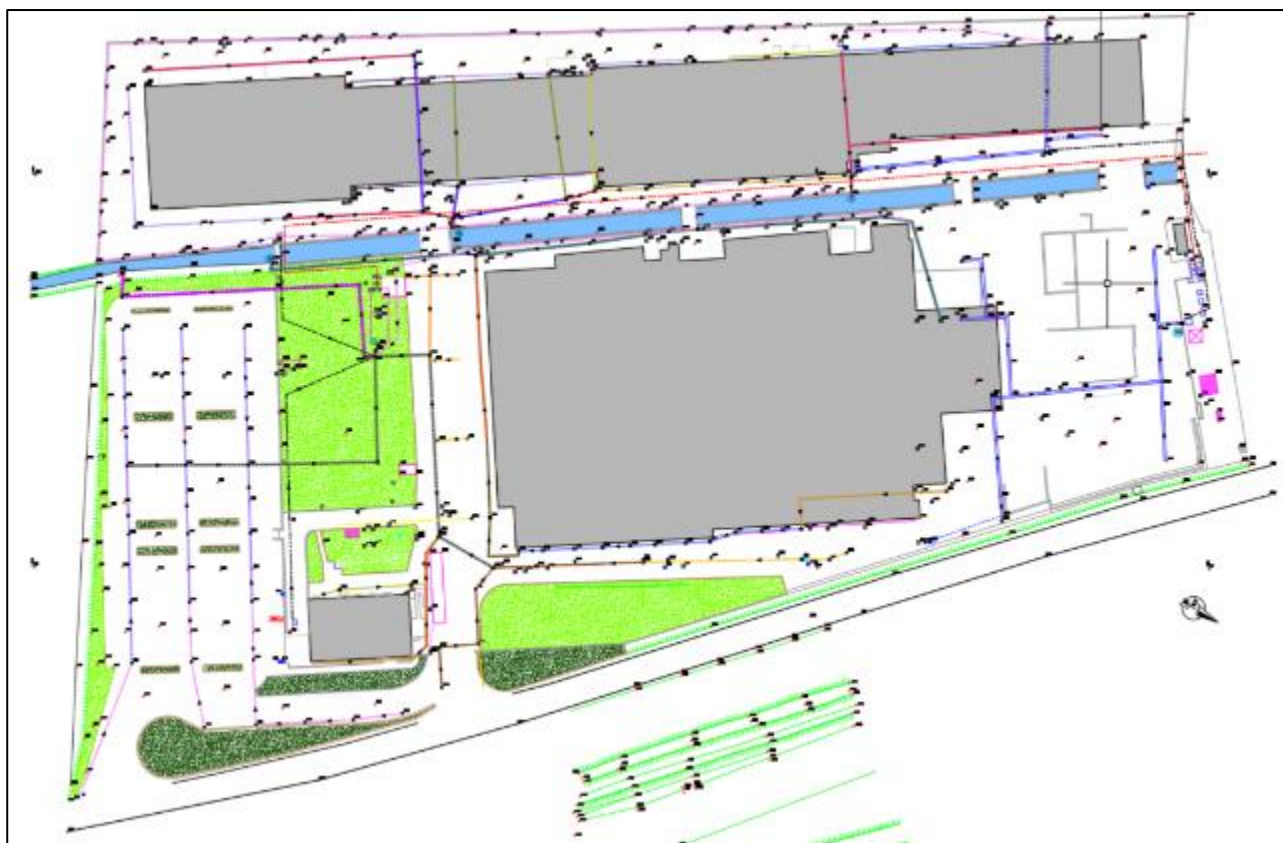


Figura 3 – stralcio planimetrico del rilievo

4 Caratterizzazione del sito

4.1 Descrizione delle attività storiche effettuate nell'area

Le Fonderie di Montorso sono presenti nel sito antecedentemente all'anno 1987, secondo fonti sitografiche dal 1962. La fonderia opera al servizio dell'industria producendo getti in ghisa destinati a molteplici mercati, con particolare rilievo nel settore della componentistica di precisione per i sistemi idraulici ed oleodinamici.

Si riportano le foto del sito in oggetto: del 1987, estratta dal Geoportale Nazionale, mentre dal 2000 alla data attuale, estratte da Google Earth. Si segnala che il sito dal 1987 è rimasto pressoché invariato ad eccezione della realizzazione del parcheggio e del suo ampliamento nel corso degli anni, e della costruzione di un fabbricato a confine nord-occidentale del sito (realizzato tra il 2010 e il 2012)



Figura 4 – foto storiche del sito (fonte *Relazione Geoambientale – Geosistemi maggio 2021*)



Figura 5 – foto attuale del sito (fonte *Relazione Geoambientale – Geosistemi maggio 2021*)

4.2 Caratterizzazione delle acque meteoriche di dilavamento

Associati agli scarichi di origine meteorica si trovano un miscuglio eterogeneo di sostanze inquinanti quali:

- Materiale solido anche di notevole dimensione;
- Composti organici ed inorganici;
- Olii e grassi;
- Metalli pesanti

Le acque meteoriche di dilavamento di ampie superfici industriali, sono qualitativamente difficili da distinguere tra acque di prima e di seconda pioggia in quanto l'intera portata meteorica è caratterizzata da un carico inquinante costituito sia dalla frazione sedimentabile e flottante ma anche da una frazione disciolta composta prevalentemente da metalli pesanti. Il fenomeno del first flush, che pure esiste ma la cui caratteristica è la variabilità sia dimensionale che temporale legata sia a condizioni fisiche specifiche dell'area dilavata che alla tipologia dell'evento, assume quindi una importanza minore e comunque non riscontrabile in modo assoluto nei dettami della norma.

Sulle caratteristiche qualitative delle acque meteoriche di dilavamento incidono le attività antropiche svolte nelle aree soggette a dilavamento.

Caratteristiche dei principali inquinanti presenti nelle acque di dilavamento di una infrastruttura industriale quale la Fonderia di Montorso

1) Solidi sospesi

I solidi sospesi rappresentano il materiale disciolto o in sospensione in un'acqua naturale o di scarico. Un contenuto elevato di solidi disciolti può rendere un'acqua potabile di scarsa qualità o inadatta per molte applicazioni industriali; un contenuto elevato di solidi sospesi può, inoltre, condizionarne gli usi estetico-ricreativi

Ai fini della determinazione delle tipologie di trattamento si dimostra determinante la classificazione del materiale solido presente nelle acque meteoriche di dilavamento.

La frazione solida si distingue in:

Solidi Totali (ST),

Solidi Sedimentabili (SS)

Solidi Sospesi Totali (SST)

Nella fase solida presente nelle acque meteoriche di dilavamento sono infatti presenti forme colloidali, solidi sospesi, solidi sedimentabili e il sedimento più grossolano, materiali con capacità e velocità di sedimentazioni diverse date dalle diverse caratteristiche dimensionali.

Nella figura sottostante si riportano le diverse classi in cui si può suddividere la fase solida a seconda delle dimensioni delle particelle.

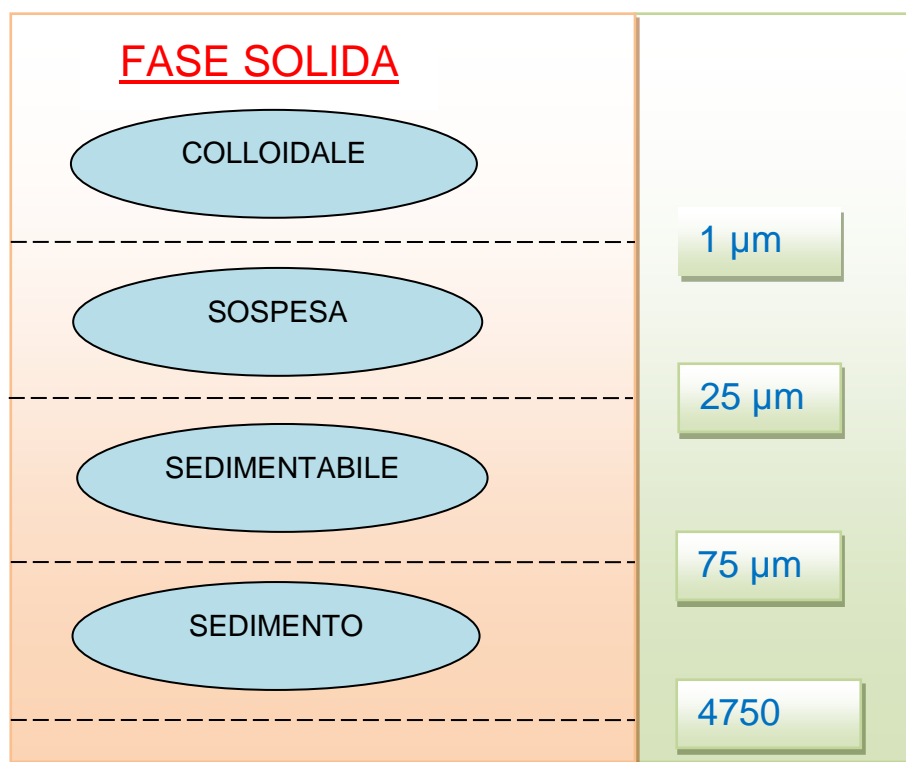


Figura 6. Grafico della distribuzione dimensionale della fase solida

Le proprietà di sedimentazione si differenziano in rapporto alla dimensione del diametro nominale della particella. Infatti, particelle con diametro maggiore sedimentano in tempi più brevi rispetto alle frazioni presenti in fase disciolta. Le particelle colloidali e sospese sono caratterizzate da piccolissime dimensioni che le rendono molto leggere e quindi stabili nella fase liquida, il che si traduce in una sedimentazione molto lenta e comunque incompleta.

2) Metalli

I metalli pesanti possono essere definiti come inquinanti caratteristici delle acque meteoriche di dilavamento, essi sono infatti presenti in quantità 10 o 100 volte superiori rispetto ai reflui di origine civile (Cordey, 1977; Wanielista et al., 1977) e sono rintracciabili sia nella frazione disciolta che adsorbiti sulla superficie delle particelle solide.

I metalli sono, infatti, caratterizzati, da due proprietà fondamentali:

- la partizione tra la fase solida e la fase particolata
- la speciazione, cioè la forma in cui si presentano, per esempio in forma ossidata o ridotta

La tossicità dei metalli dipende, inoltre, dalle caratteristiche del corpo idrico e dalla speciazione degli elementi metallici.

Inoltre le caratteristiche di partizione e speciazione forniscono informazioni sui processi biologici, quali bioaccumulo, biodisponibilità e tossicità, e geochimici, quali trasporto, adsorbimento e precipitazione.

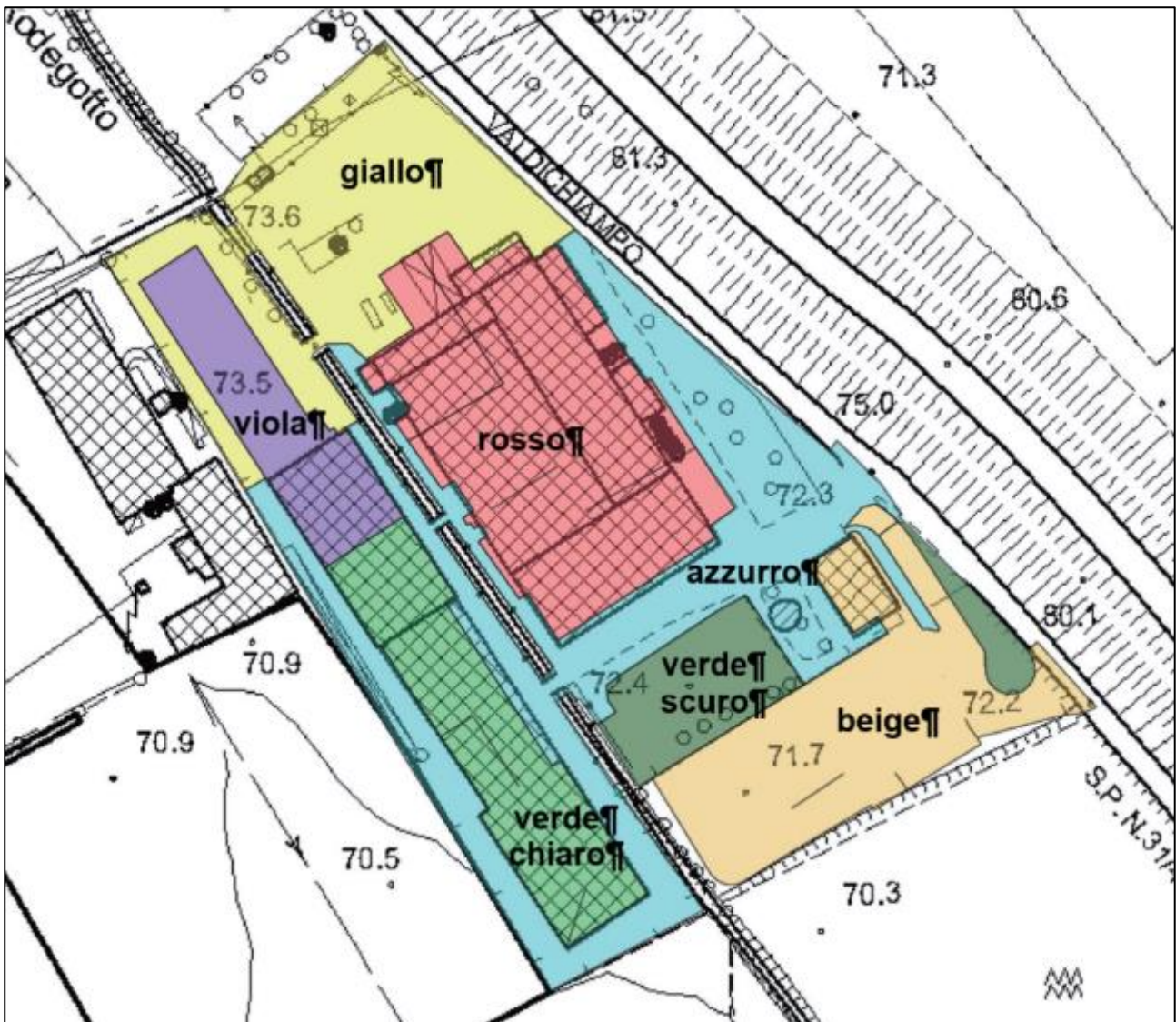
Lo studio della partizione e della speciazione dei metalli nelle acque meteoriche di dilavamento ha applicazioni dirette sulla definizione dei sistemi di trattamento più efficaci, infatti, la rimozione di questi elementi richiede processi di sedimentazione, coagulazione o filtrazione e la scelta tra i diversi sistemi deve essere basata sulle caratteristiche della fase solida presente in termini di dimensioni e di densità delle particelle. In generale, un'efficiente rimozione dei metalli pesanti richiede processi di adsorbimento, scambio ionico e complessamento (Dean et al. 2005).

In considerazione delle diverse aree e attività che si svolgono sul sito, diventa quindi fondamentale e più efficiente separare l'intero bacino in sottobacini omogenei per tipologia di attività svolta, in modo da potersi "concentrare" sulle diverse criticità in termini di possibile contaminazione delle acque che si possono riscontrare, realizzando così impianti più piccoli, riducendo le portate in gioco, e al contempo più efficienti in quanto tarati sulle esigenze delle specifiche acque con cui si ha a che fare, come meglio spiegato di seguito

4.3 Identificazione delle aree dilavanti

Una volta ricostruite, mediante il rilievo topografico, l'area di intervento e la rete meteorica esistente, è stato possibile identificare con chiarezza le superfici di dilavamento afferenti ai singoli punti di scarico. L'indagine in sito ed le informazioni fornite dal personale delle fonderie ha poi permesso di classificare le aree caratterizzate da potenziale carico inquinante e le cui acque dovranno essere raccolte e trattate prima del conferimento al recettore finale e le aree dove tale rischio risulta assente o marginale e per le quali le acque potranno ragionevolmente essere avviate al recettore finale senza la necessità di prevedere un loro preliminare trattamento.

Ogni area identificata e nel seguito descritta, risulta confluire in linee di scarico dedicate. Le superfici identificate risultano pertanto idraulicamente separate le une dalle altre.



Area colore giallo

È costituita dal piazzale Nord di deposito delle materie prime e dalla viabilità interna circostante il deposito dei rifiuti; tale area, di estensione complessiva di 7300 m², è caratterizzata da acque con un maggiore carico inquinante rispetto alle altre superfici della Fonderia.

Attualmente le acque di dilavamento di quest'area sono avviate alla vasca di trattamento Nord e successivamente alla fognatura tramite punto di scarico SF8; al raggiungimento del massimo volume ammissibile (120 m³/g) e in caso di alla chiusura del recapito attuata dal gestore della rete fognaria, si attiva lo scarico di emergenza SF1.

Attraverso lo scarico SF1 vengono attualmente avviate al Rio Rodegotto, le acque meteoriche di seconda pioggia della zona nord.

L'ipotesi di intervento prevede l'ampliamento della vasca Nord poiché l'azienda ritiene di poter riutilizzare all'interno del ciclo industriale o avviare alla fognatura (art. 39 comma 3 del PTA), il volume meteorico corrispondente ai primi 35 mm di pioggia dilavante la superficie.

Area colore viola

Identifica il tetto del deposito rifiuti (privo di camini di emissione), della sbavatura e parte della finitura. Le acque meteoriche dei pluviali di questa porzione di capannone attualmente recapitano in parte al punto SF3 e come dimostrato dai monitoraggi analitici annuali, possono ritenersi prive di carico inquinante (comma 5 – art. 39 PTA):

Il progetto prevede per tali acque il mantenimento del recapito attuale in Rio Rodegotto.

Area colore rosso

Area relativa alla copertura del reparto fonderia, su cui insistono i camini di emissione relativi ai principali impianti aziendali. Le acque di dilavamento di tale superficie attualmente recapitano al punto di scarico SF5, e sulla base del monitoraggio analitico annuale risultano direttamente compatibili con lo scarico in acque superficiali. Ciò nonostante l'azienda intende assumere un maggior grado di cautela riutilizzando all'interno del ciclo industriale o avviando alla fognatura le acque di prima pioggia (primi 5 mm di pioggia).

Area colore verde chiaro

Costituita dalle coperture di parte del reparto finitura ed officina, del reparto spedizioni e dell'animisteria. Le acque meteoriche derivanti da tali superfici attualmente recapitano al punto di scarico SF4. In virtù dei controlli analitici periodici previsti dal PMC aziendale, è possibile ritenere tali acque prive di contaminazione (comma 5 – art. 39 PTA) e mantenere l'attuale recapito direttamente al corso d'acqua recettore Rio Rodegotto.

Area colore azzurro

Area relativa alla viabilità interna inerente la zona fondo-linea, quella a lato del magazzino modelli e circostante magazzino spedizioni, finitura e animisteria. Le acque meteoriche di dilavamento di questa superficie vengono attualmente raccolte all'interno della vasca di trattamento Sud fino al raggiungimento del volume massimo della stessa e da qui successivamente avviate allo scarico in fognatura SF8 (con i limiti volumetrici allo scarico in fognatura già illustrati e l'eventuale attivazione dello scarico di emergenza SF1). Al riempimento della vasca Sud entra in funzione un bypass che avvia le acque di seconda pioggia di tutta l'area al punto di scarico SF6.

Non potendo escludere la presenza di sostanze pregiudizievoli per l'ambiente visto il transito e lo stazionamento di mezzi pesanti (comma 3 – art. 39 PTA) e la prossimità ai reparti produttivi, per tali aree il progetto prevede la raccolta di un volume meteorico che a seguito di considerazioni aziendali è stato quantificato in 10 mm di pioggia ed il successivo avvio dello stesso (attivato nell'ambito delle 48 ore successive alla fine dell'evento piovoso) verso l'area Nord dove verrà immesso all'interno del ciclo industriale o avviato alla fognatura.

Le acque meteoriche una volta stoccate all'interno delle vasche e quindi sottoposte a sedimentazione verranno riutilizzate all'interno del ciclo produttivo con l'obiettivo di migliorare la gestione e l'utilizzazione della risorsa idrica così in applicazione dell'Art.98 Comma 1 del D.Lgs. 152/06, adottando cioè misure necessarie all'eliminazione degli sprechi ed alla riduzione dei consumi e ad incrementare il ricircolo e il riutilizzo anche mediante l'eventuale l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili.

In tal modo si adempie anche ai principi di conservazione, risparmio e riutilizzo dell'acqua per non compromettere l'entità del patrimonio idrico così come individuati dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Veneto (Piano di Tutela delle Acque - Allegato A3 – Norme Tecniche di Attuazione - Art.1 Comma 4 - Approvato dalla Regione Veneto con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 107 del 5 novembre 2009).

Area color beige

Identifica il parcheggio dei dipendenti, l'area di manovra dell'ingresso principale e il tetto della palazzina uffici. Tali zone, che attualmente recapitano alla vasca di trattamento Sud, risultano da progetto idraulicamente separate dalle altre ed adibite ad attività che non rientrano nell'allegato F del PTA (la superficie del parcheggio risulta infatti inferiore ai 5000 m²). Possono quindi essere escluse dal campo di applicazione dell'art. 39 del PTA.

Il progetto prevede quindi di scollegare quest'area dalla vasca di trattamento Sud ed avviarne le portate direttamente alla linea di bypass esistente che scarica al punto SF6.

Per le acque meteoriche derivanti da quest'area non si è quindi previsto alcun trattamento e si conferma il loro recapito al Rio Rodegotto per tramite dell'esistente punto di scarico SF6.

Area color verde scuro

Si tratta dell'area verde presente nella porzione Sud dello stabilimento, tra il parcheggio e la zona fondo linea. L'area è drenante e non viene conteggiata.

4.3.1 Estensione delle aree dilavanti

Nel prospetto seguente si riportano le estensioni delle superfici sopra

IDENTIFICAZIONE	SUPERFICIE [m ²]	PUNTO DI RECAPITO FUTURO
Area gialla	~ 7300	Prima pioggia: riutilizzo o SF8 Seconda pioggia: SF1
Area viola	~ 2700	SF3
Area rossa	~ 8500	Prima pioggia: riutilizzo o SF8 Seconda pioggia: SF5
Area verde chiaro	~ 4110	SF4
Area azzurra	~ 11600	Prima pioggia: riutilizzo o SF8 Seconda pioggia: SF6
Area beige	~ 6200	Rio Rodegotto
Area verde scuro	~ 2610	---

4.4 Descrizione degli impianti di trattamento esistenti

Le acque meteoriche di prima pioggia sono convogliate in due sistemi di raccolta e trattamento (ciascuno con vasca di sedimentazione e disoleatura), uno deputato a raccogliere le acque provenienti dalla “zona nord” e uno dalla “zona sud”. Una volta trattate, tali acque vengono convogliate alla pubblica fognatura, gestita da Medio Chiampo S.p.A., attraverso il punto di scarico SF8.

Le acque meteoriche di dilavamento, una volta superata la soglia quantitativa definita dal gestore, a seguito di blocco pompe e bypass delle vasche di trattamento vengono convogliate al corpo idrico superficiale Rio Rodegotto, attraverso i punti:

- a) SF1, per le acque provenienti dalla “zona nord” (si attiva secondo principio di vasi comunicanti a seguito blocco pompe al raggiungimento della quota giornaliera accettata dal Gestore)
- b) SF6, per le acque provenienti dalla “zona sud” (si attiva al riempimento della vasca di trattamento per attivazione di valvola di by-pass)

Le acque meteoriche provenienti dalle coperture vengono convogliate al Rio Rodegotto attraverso i punti di scarico SF3, SF4 e SF5.

4.5 Attuali limiti di scarico in fognatura e problematiche idrauliche

Come già detto, la rete di raccolta delle acque di dilavamento dei piazzali unitamente alle acque nere prodotte dai servizi dello stabilimento, attualmente conferiscono nella fognatura gestita da Medio Chiampo S.p.A, mentre le acque dei pluviali di copertura sono avviate al Rio Rodegotto mediante rete dedicata.

Lo scarico in fognatura prevede un limite massimo di 120 m³ scaricabili giornalmente (complessivi tra acque nere e meteoriche) e non consente una sufficiente tranquillità relativamente alla corretta gestione delle acque meteoriche, soprattutto in quelle circostanze in cui l'ente gestore procede unilateralmente alla chiusura del recapito per problemi connessi alla gestione impiantistica interna, comportando la conseguente attivazione dello scarico di by-pass delle Fonderie verso il Rio Rodegotto.

5 Analisi idrologica

Al fine di determinare i volumi idrici generati allo scarico da eventi meteorici estremi, è stato necessario dapprima svolgere un'analisi idrologica contestualizzata nel sito in esame. Essa ha portato fondamentalmente a determinare le altezze di riferimento delle piogge estreme che possono verificarsi nella zona, associando altresì una determinata probabilità di accadimento. La trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi nella rete è stata demandata successivamente alle elaborazioni con il software SWMM di cui ai paragrafi successivi.

5.1 Studio delle precipitazioni estreme

L'analisi idrologica si è basata sull'elaborazione dei dati pluviometrici forniti dalla stazione di misura delle piogge di Chiampo di proprietà dell'Arpav per il periodo compreso dal 2007 al 2020.

Nella determinazione dell'equazione di possibilità pluviometrica si è adottato il metodo statistico-probabilistico di Gumbel che gode di largo credito e che si è verificato ben adattarsi al campione di dati in esame.

Tralasciando di descrivere in modo approfondito la ben nota trattazione teorica per la quale sono disponibili ampi riferimenti in letteratura, l'equazione di possibilità pluviometrica assume, come di consueto, l'espressione:

$$h = a \tau^n$$

ove:

- a ed n sono i parametri legati alle caratteristiche pluviometriche dell'area in esame
- h rappresenta l'altezza di precipitazione in mm
- τ è la durata della precipitazione in ore.

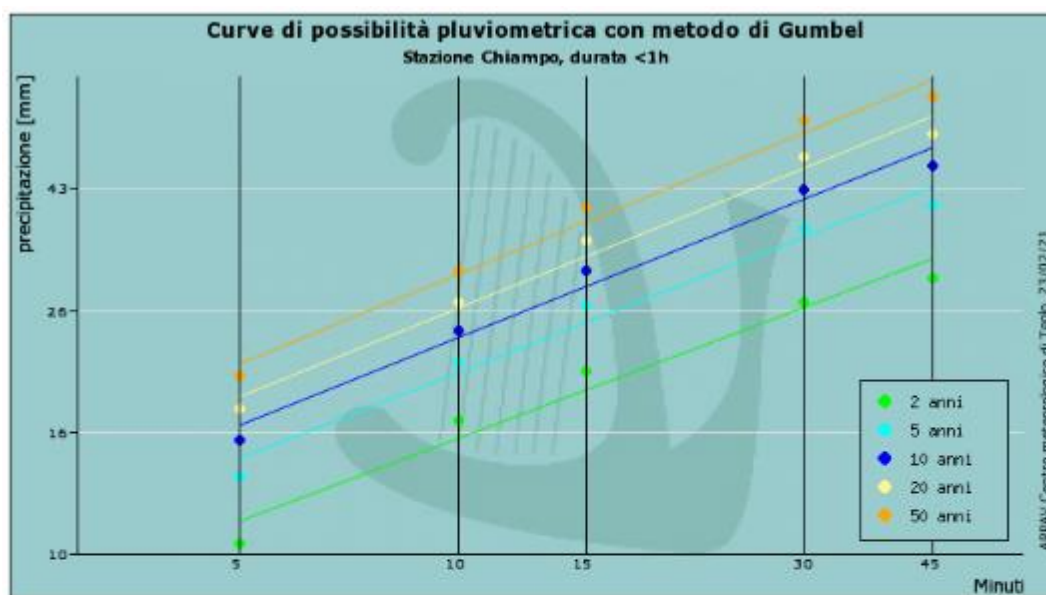
Adottando i valori dei parametri forniti da ARPAV (vedasi Figura 7), si sono quindi determinate le equazioni di possibilità pluviometrica relative a tempi di ritorno di 2, 10 e 50 anni.

5.2 Pioggia di progetto e costruzione del pluviogramma sintetico

I modelli afflussi-deflussi trasformano una successione temporale di afflussi in una successione temporale di deflussi nelle sezioni di chiusura del bacino stesso che, nel caso in esame, sono rappresentate dai punti di recapito (caditoie) della rete fognaria. Nei problemi di dimensionamento o nella verifica in condizioni estreme del comportamento di un'opera esistente, si ricorre spesso al tracciamento di ietogrammi sintetici, ovvero distribuzioni temporali della precipitazione costruiti secondo schemi concettuali di diversa natura.

Nello studio in esame, si è scelto di considerare lo ietogramma sintetico di tipo triangolare, al fine di riprodurre l'effetto di picco tipico delle precipitazioni estreme di breve durata.

Si riportano nel seguito (Figura 8, Figura 9 e Figura 10) gli ietogrammi sintetici tipo triangolare utilizzati nello studio in esame per durate del tempo di pioggia rispettivamente di 15 min, 1 e 3 ore e tempo di ritorno 2, 10 e 50 anni.



Parametri delle curve di possibilità pluviometriche con durata <1h (espressa in ore)		
Tempo di ritorno	a	n
2 anni	36.864	0.489
5 anni	49.961	0.509
10 anni	58.632	0.517
20 anni	66.949	0.524
50 anni	77.716	0.530

Figura 7 – curve di possibilità pluviometrica per piogge brevi per tempo di ritorno da 2 a 50 anni (fonte: elaborazioni ARPAV)

A partire da questi dati, le altezze di pioggia massima attese per diversi tempi di ritorno e durata possono essere facilmente desunte applicando la formulazione illustrata ad inizio paragrafo.

Nella seguente Tabella 1 si riportano i risultati di tali elaborazioni

		Tempo di ritorno T_r (anni)		
		2	10	50
Durata di pioggia	15 min	18.63	29.19	38.40
	1 ora	30.66	49.86	66.70
	3 ore	43.62	69.09	91.42

Tabella 1 – Altezze di pioggia (mm) per differenti tempi di ritorno e durate dell’evento meteorico

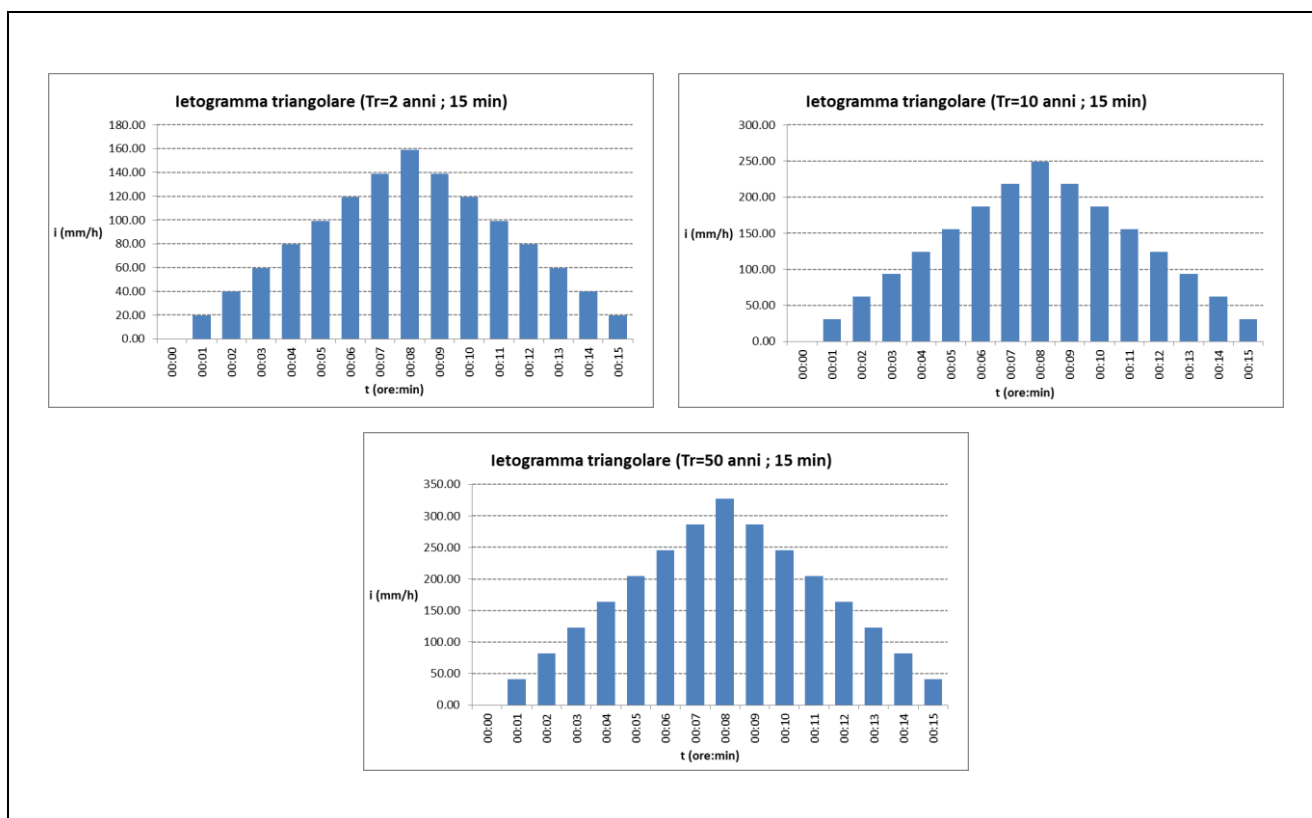


Figura 8 – ietogrammi triangolari per piogge brevi di durata 15 min

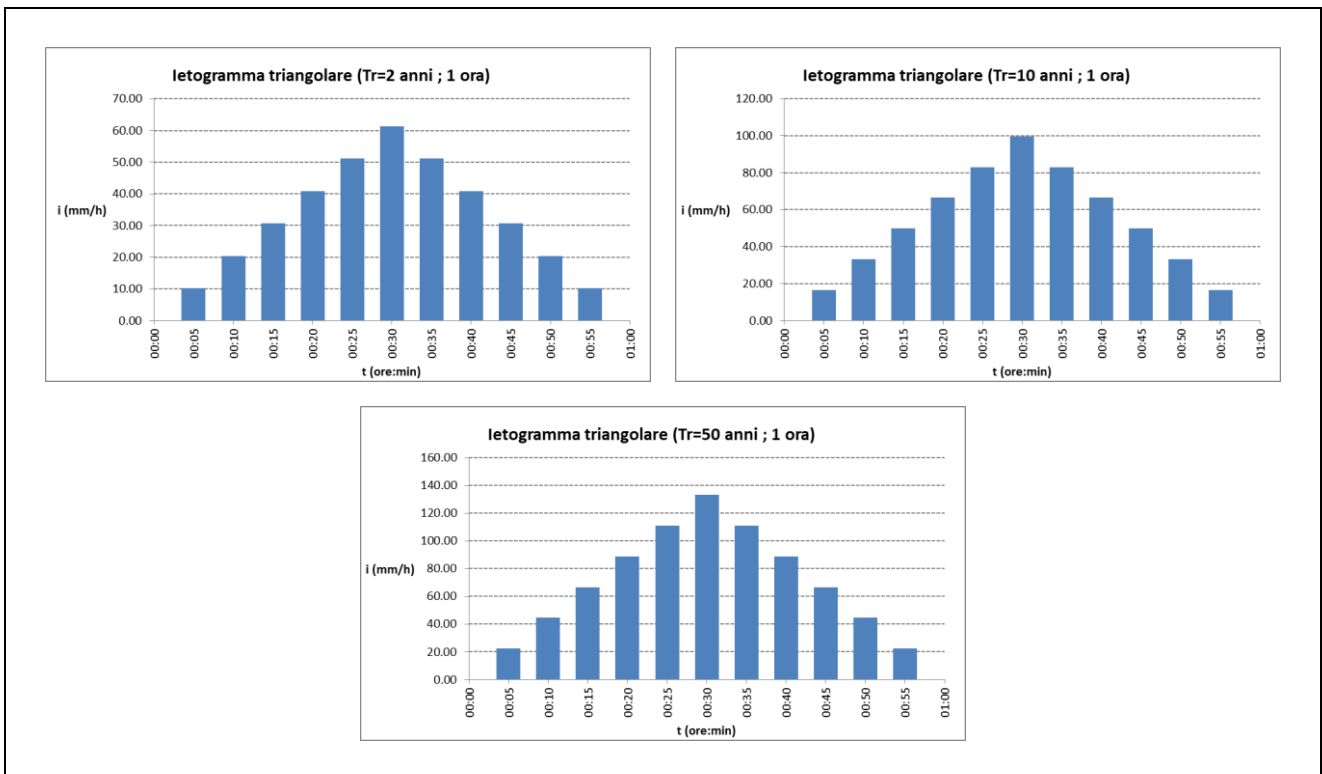


Figura 9 – ietogrammi triangolari per piogge di durata 1 ora

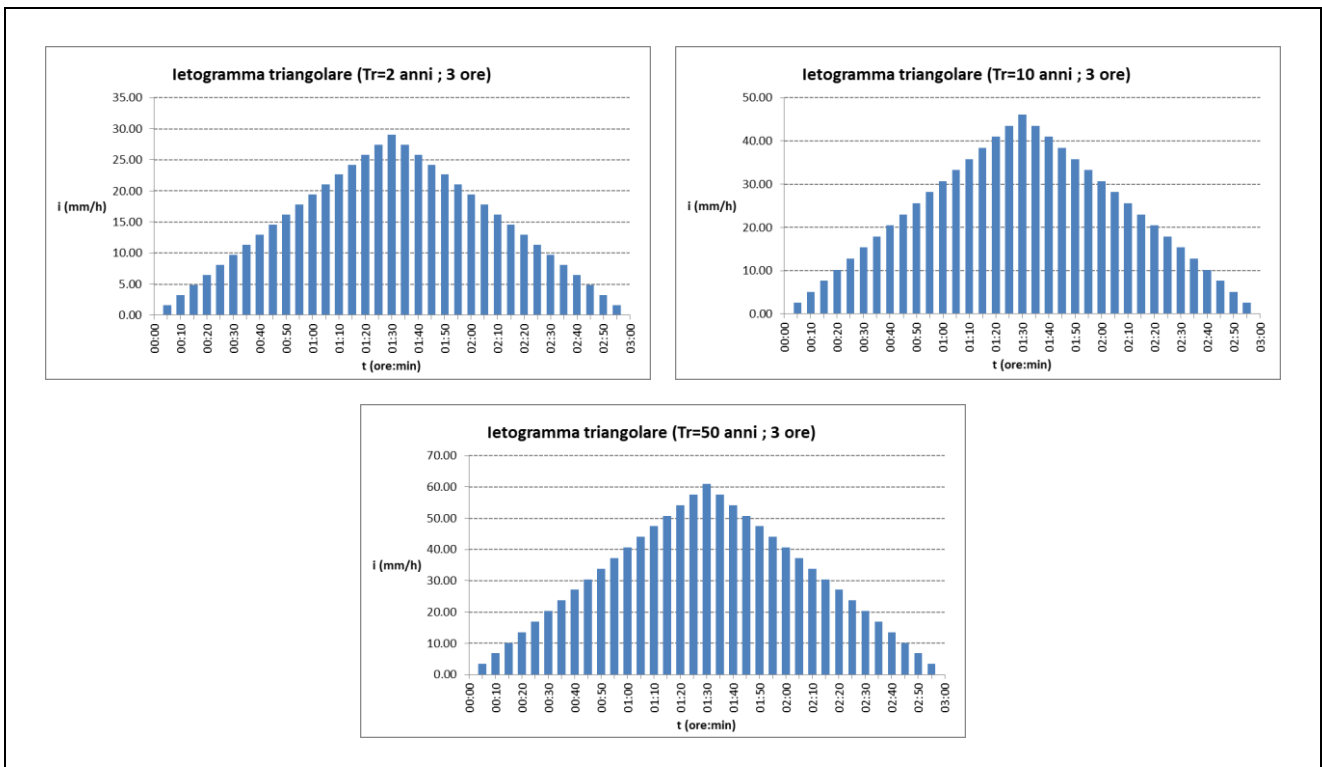


Figura 10 – ietogrammi triangolari per piogge di durata 3 ore

5.3 Dati meteorologici della stazione di Chiampo (decennio 2010-2020)

Nell'ambito dello studio idrologico propedeutico alla progettazione dell'intervento sono stati reperiti i dati delle piogge giornaliere registrate dalla stazione pluviometrica ARPAV di Chiampo.

I dati, che si riportano integralmente nelle tabelle seguenti, descrivono gli andamenti annui della piovosità nella zona di studio e mostrano come questa si attesti, per il decennio 2010-2020, sui 1350 mm medi annui con una altezza di pioggia giornaliera media mensile di circa 11 mm.

	ANNO 2020	ANNO 2019	ANNO 2018	ANNO 2017	ANNO 2016	ANNO 2015	ANNO 2014	ANNO 2013	ANNO 2012	ANNO 2011	ANNO 2010
N. GG PIOVOSI	112	116	135	99	123	92	165	151	110	95	143
TOTALE (mm)	1134.8	1392.2	1263.4	838.6	1071.4	1074.6	2154.0	1546.2	1169.8	1141.6	2046.2
MEDIA (mm)	10.1	12.0	9.4	8.5	9.2	11.7	13.1	10.2	10.6	12.0	14.3
MAX (mm)	89.6	65.0	58.0	53.8	74.0	77.2	70.2	124.8	91.0	115.2	92.8
MIN (mm)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Tabella 2 – Sintesi dei dati di pioggia medi mensili del decennio 2010-2020

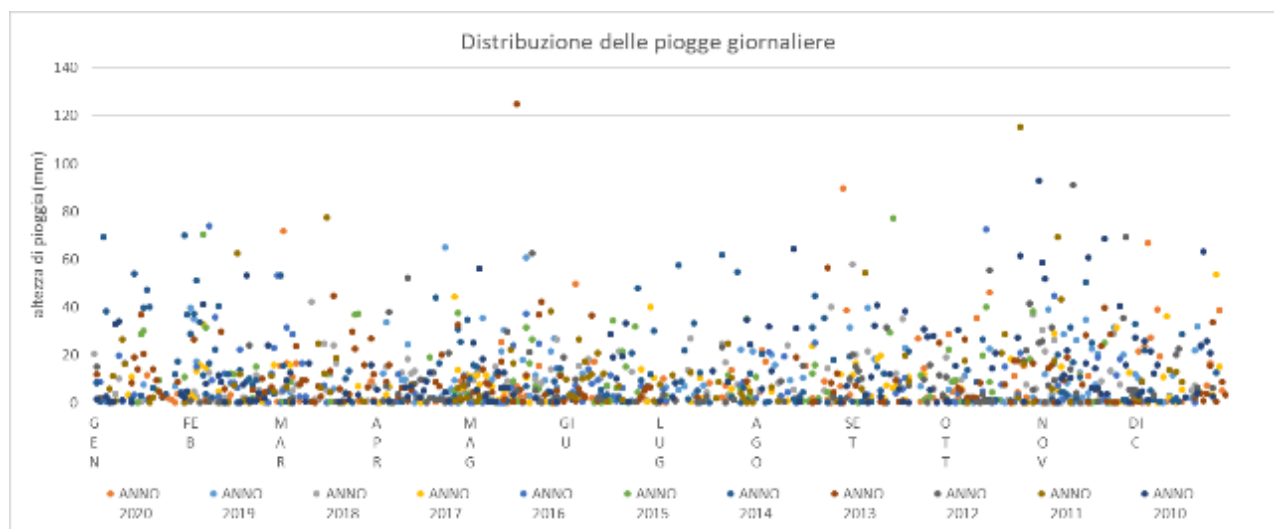


Figura 11 – distribuzione delle piogge giornaliere nel decennio 2010-2020

Stazione **Chiampo**
 Anno **2020**
 Quota della stazione **151** m s.l.m.
 Coordinata X **1679122** Gauss-Boaga fuso
 Coordinata Y **5045128** Ovest (EPSG:3003)
 Comune **CHIAMPO (VI)**

Giorno	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1			15.6		0.4		0.2				0.2	
2			71.8		1	2	10.2	4.4	0.6	28.6	0.2	21.6
3			16.6				0.2	22		4.8		0.2
4						49.6		17.2		8.8		23.6
5			11			5				2		67
6			16.6			3						27.2
7			0.8			3						1.6
8						17.4						39.2
9						1.8						19.4
10		1.6				17.2						
11					25.6	1.2	13			35.6		0.4
12					2.6							
13		1.6			0.2							
14		3.2			4.2	3.4		1.8		0.4		
15					1.2	0.8				46		
16					6.8						11.2	0.6
17		0.2			2.8	2.8	8.2	15.6				
18	11.4											
19	0.6				3			2				
20				0.6	0.2						2.8	
21							2.2					
22			0.6				7.2		27			
23					15.6		2.2	9.2	0.4	11.2		
24							13.6	1.4	14.4	4.4		7.4
25	1.8	0.2						0.2	2.4			16.4
26	1.2	0.2	0.8			1.6				15.4		
27	0.2								2	2.2		
28	3.8			9.2	0.2			7	0.4			38.8
29		0.4		5.6	6.2			89.6				5
30			9	11.6				38.6				
31			1.2					3.2				

Tabella 3 – pioggia giornaliera stazione ARPAV di Chiampo (anno 2020)

Stazione **Chiampo**
 Anno **2019**
 Quota della stazione **151** m s.l.m.
 Coordinata X **1679122** Gauss-Boaga fuso
 Coordinata Y **5045128** Ovest (EPSG:3003)
 Comune **CHIAMPO (VI)**

Giorno	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1		39.6										11.8
2		35					1.6	5	15.6	5.4	12	10
3		17.2		12.4	12.2		6.6			8.8	39	
4			4.6	33.8	1.8						3.4	
5				6.6	35.4						16.4	
6				0.2		12.2		20.2	39.6		0.4	
7							5.4	16		11.2	1.6	
8				0.8	9.8			0.4	18.4		28.6	
9				9.6	11.8		7			2.4	8.2	0.4
10		11.2		9.8						0.2		0.2
11				24.4	21.6						2.2	
12					30.4		3.4	9.6			26.2	3
13				0.2	0.8		1				12.8	11.4
14											2.4	
15					1.6		7.2			22.6	34.8	
16								10.4		0.2	4.2	
17	7.8										22.6	
18	1.4		6		18	2			23		7.8	
19					60.6					0.8	20.4	1.8
20					3					0.2	1	22
21											2.8	31.8
22				2.8	11.4	1					2	23.4
23				65	0.4				7		13.4	
24				4.4						2.6	31.4	
25				5.8	9.6							
26				9.4								
27	6.8			0.2	21.6		22.2				20	
28				4	27		2.4				0.2	
29				11.4	6.6					2.4		
30												
31	1.2						21.4	31.4		0.6		

Tabella 4 – pioggia giornaliera stazione ARPAV di Chiampo (anno 2019)

Stazione **Chiampo**
 Anno **2018**
 Quota della stazione **151** m s.l.m.
 Coordinata X **1679122** Gauss-Boaga fuso
 Coordinata Y **5045128** Ovest (EPSG:3003)
 Comune **CHIAMPO (VI)**

Giorno	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1	20.4	29	4.4	0.2	0.2				58	19.2	30.6	
2		4.8	6.4		9.6			5.4	20.2		21.4	
3		2.6	8	0.8	11.4		1		0.2		0.2	
4				15	14.2	1					2.8	
5			5	0.8	0.4	15.4					26.2	
6	0.2	2.2	7.6			1			21.4	9.8	5	
7	0.2	12.8	7.8			2.6			2.8	0.2	0.2	
8	3.6				1.4	18.2		8.2				15.8
9	10.2	0.8		12.8	15			1.6				0.2
10			0.4	6.4			13.6					
11			42.4	18.2			27	24			1.2	
12		2.4	1.6	12.2		10.4						
13			1.4	13.4	9.2	3		5.6				
14					5			1.4			0.2	
15			24.6	2.6	9				12.2			
16	0.4		5.2	0.4			4.4					
17		0.6	11.8		0.4				35.2			
18		2.4	24		1	21.4			0.8			
19			16.4								0.8	5
20			0.2								9	7.2
21							24.6			1.2		
22		11.6			9.8	13	16.8				0.6	
23		5.4			2.2		3.2	5			13.4	
24		0.6			8.2			14.6			29.2	
25		0.2				2.4		40.2			0.6	
26							7.8	0.8		0.2	7.6	
27					14.2	1				7.8	1.2	
28					1					41.4		
29			0.8		26.4					37		
30										5.8		
31	1		7					9.2				

Tabella 5 – pioggia giornaliera stazione ARPAV di Chiampo (anno 2018)

Stazione **Chiampo**
 Anno **2017**
 Quota della stazione **151** m s.l.m.
 Coordinata X **1679122** Gauss-Boaga fuso
 Coordinata Y **5045128** Ovest (EPSG:3003)
 Comune **CHIAMPO (VI)**

Giorno	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1		3.2	0.6		11.2				11.6	2.2		
2		2.0		0.2	0.8				16.4			
3		13.2			11.6				0.2			
4		15.8	15.8	3.2	7.6							
5		32.8	1.2	7.0	0.2	2.8					29.2	
6		14.8			11.4			4.8		6.0	5.8	
7		0.4			0.6				2.6		15.2	
8					6.8							0.2
9					0.4				18.4			
10		4.8			1.2				19.8			11.0
11		0.2					0.6	0.8	1.8			36.0
12	3.4				5.0				7.4		3.8	2.2
13	11.0				6.6						11.4	
14					0.8	2.0	10.4		6.4			0.2
15				0.2	1.4		2.0		6.8			
16									7.2			5.4
17									0.8			
18									1.2			
19					10.4			23.6	10.8			
20					0.2							
21												
22			0.6							18.4		
23			3.0							0.2		
24		0.4					5.8		12.0			
25				1.6	0.4	14.0					31.6	
26			7.0	44.2							0.6	3.4
27				13.6		0.6						53.8
28		15.8		5.8		40.0		11.8			0.2	15.2
29						10.6	6.8				12.6	
30							12.2				1.2	
31	2.2											

Tabella 6 – pioggia giornaliera stazione ARPAV di Chiampo (anno 2017)

Stazione **Chiampo**
 Anno **2016**
 Quota della stazione **151** m s.l.m.
 Coordinata X **1679122** Gauss-Boaga fuso
 Coordinata Y **5045128** Ovest (EPSG:3003)
 Comune **CHIAMPO (VI)**

Giorno	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1			0.2		>>			2.0				
2	8.6		5.2		>>	3.2	5.6					
3	8.8	15.0	31.4			4.6	1.0			0.6		1.0
4	1.6					7.2				0.2		
5	0.4		28.6		>>		2.8	21.2		3.8	44.8	
6						0.6			3.2	0.4	7.2	
7		74.0	2.6	0.4								
8		9.4	16.6	11.8		14.0					1.6	
9	19.8	35.8	2.6	0.8	0.6	8.0		3.0				
10	0.6	2.6			>>			19.4				
11	16.6				>>	9.4		4.6			0.2	
12		12.4			>>	3.6						
13				4.0						4.8		
14	3.2	8.2		2.2	6.6	7.0	0.2			72.6		
15		8.4	7.2		24.0	11.4		4.2	0.4			
16		6.2	0.2		5.0	2.8		9.2	0.2			
17		22.4				1.0		5.8	0.6			
18					0.2	2.6		0.4	10.6		5.4	
19				12.6	37.2	6.4		0.2		7.6	19.2	
20								25.0		15.0		0.2
21			1.0								1.4	
22											0.2	
23				4.6	24.6					0.6	0.6	
24				1.0	0.4					3.2		
25				0.2		7.0				21.0	11.4	
26		0.2		1.6							18.4	
27		12.2		0.2			7.2					
28		23.0					8.8				0.6	
29		53.4			14.6							
30	0.2				12.0							
31					1.8							

Tabella 7 – pioggia giornaliera stazione ARPAV di Chiampo (anno 2016)

Stazione **Chiampo**
 Anno **2015**
 Quota della stazione **151** m s.l.m.
 Coordinata X **1679122** Gauss-Boaga fuso
 Coordinata Y **5045128** Ovest (EPSG:3003)
 Comune **CHIAMPO (VI)**

Giorno	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1					4.2			10.8				
2			0.4							22.4		
3					0.4		3		0.2	9		
4			8.8		1					9.4		
5		70.4		0.2					1.6			
6		31.6								0.4		
7		0.4										
8					0.8					1.8		
9					0.2							
10						0.2						
11												
12						0.2						
13									29.4	19.6		
14		12.4				7.4			77.2	40.2		
15	0.2	11.8			9.2	0.8				8.8		
16	28.8		12		1	34.4		0.8		4.4		
17	30.2		0.4	0.6		6.2					0.2	
18				19.2				0.8		1.2	0.4	
19					31.4	21.4		12.2				
20					16.4	15		16				
21	5.4	1.8	0.2		26.4	0.2		1.8			25.2	
22	9.6	15.2	4		7							
23					5.8	32	11.6		11.6		0.2	
24		2				4.6	3	4.4	1.4			
25			36.8					3.2				
26			37.2	4.8	4				2.6			
27				37.6	0.2		5.8					
28				0.4						18.4		
29							35			38.4		
30	10.8			3.6	12.4		2.6					
31												

Tabella 8 – pioggia giornaliera stazione ARPAV di Chiampo (anno 2015)

Stazione **Chiampo**
 Anno **2014**
 Quota della stazione **151** m s.l.m.
 Coordinata X **1679122** Gauss-Boaga fuso
 Coordinata Y **5045128** Ovest (EPSG:3003)
 Comune **CHIAMPO (VI)**

Giorno	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1		28.6	53.4		10				0.4	1.6		33
2	8.4	37.4	15.6		16							2.2
3	0.4	51	0.4		15	1.2		20.6	9.4			8.8
4	69.2	33.8						0.2	0.6		1.6	21.8
5	38.2	11.6		0.6		3.6		0.4	1.2		>>	0.6
6	0.2	3.6							0.4		20	5
7		16.4					57.4		0.4	0.6	4.4	1.4
8		2.2					9.2			13.8	4.6	
9		22.4		0.4			22		15.2	1.2	3.2	0.6
10		40.4					1.6		5		31.4	
11		0.4							12.4	8.6	16.8	
12					6.6	5.6	33.2		0.2	0.6	2	
13	1.6	12			0.8	2.4	5	1.6		26.4	10.8	0.8
14	54					3.4	12.6	0.2		1.2		2
15								2.8		1.2	50.4	0.4
16	3	0.2						4.6			1	28.6
17	39.6	13.8					0.2			1.2	25.2	
18	47.4					1.8					5.6	
19	40.2	9.2		1.8	7	0.4		31.4	21.4			
20	6.2	10		44				44.8				
21		7.8		16.4			61.8	0.6				
22		9.4	10			21				1		
23	2.2		13.4	0.4		0.6		35.4				
24	3.6		0.2			48	2.4	0.2				
25						9.4						
26		4.8		2.6	4.8		54.6	18				
27	11.8			31	0.4	7	0.2				1.2	12.8
28	17.2	3.8		25.6	9	12	6.4	1.8			1.4	
29	4.4			7.8	0.2	30.2	1.2					
30	70.2			34.8	14.4	0.2	12.4				5.6	
31	37				1.6			19.4				

Tabella 9 – pioggia giornaliera stazione ARPAV di Chiampo (anno 2014)

Stazione **Chiampo**
 Anno **2013**
 Quota della stazione **151** m s.l.m.
 Coordinata X **1679122** Gauss-Boaga fuso
 Coordinata Y **5045128** Ovest (EPSG:3003)
 Comune **CHIAMPO (VI)**

Giorno	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1												
2	12	26.4			4.6				7.4		0.2	0.6
3					4.4						14.4	
4				8.6		0.8					15.8	
5				15.8	14.2	5.8				6.4	0.2	
6		0.8	23.8	0.2	8.2	3.2	1.4			5.2		
7			7.6		7.6	2.4				26.6		
8			9.4	2.6	4.6					2.2	9.4	
9			9.4	6.2		36.4					19.2	
10					11.6				0.6	2.4	0.4	
11		29.6	0.4	1	17.4	1			0.2	1.8		
12		6	0.2	5.4	1.2					8.2		
13	8.4		6.8				2.2					
14	19.2		2.6					19		1	7.6	
15	14.2				0.4				9.4		28.4	
16	37				124.8				0.4		0.2	
17	20.6		13.4		5.4				1			
18			44.8		0.4							
19	1.8				11.4			0.2			5.8	
20	14.2		6	8.8				0.6		7.6	23.6	2
21	9.6	5.4	0.6	6.8							39.8	5
22	4.8			20						0.2	0.6	4.2
23	2.6	1.8	3.6	1	36.8					17.8	28.6	1
24		10.2	29.8		42.2	1		56.4		17.6	0.2	3.6
25		4.6	22.8		3.4	2.6		8.2			0.2	15.6
26						5		4.6		0.2		33.6
27		6.6		32.6		6.6		12.4				0.6
28	8.6		16	1.4	0.2	6.6		0.2				
29			6.6	11	5.2		9.2	0.2	25.2	16.4		8.6
30			26.8	2	11.2				2.8	0.8	0.2	3.2
31			12		0.4							

Tabella 10 – pioggia giornaliera stazione ARPAV di Chiampo (anno 2013)

Stazione **Chiampo**
 Anno **2012**
 Quota della stazione **151** m s.l.m.
 Coordinata X **1679122** Gauss-Boaga fuso
 Coordinata Y **5045128** Ovest (EPSG:3003)
 Comune **CHIAMPO (VI)**

Giorno	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1		1			3				20.2	10.8	26	5.4
2	15						3.4		15.2		0.2	3.8
3	2			0.8					13.4		7.2	
4		0.2	1.4	6.8		9.8			10.2		31.4	
5			1.8	38	2.6						9.6	
6				0.2	3.8		1					
7		0.4			0.4							3.2
8				3.8								
9								9.2				
10		0.2		1.6				0.4			14.2	
11				52.2		2.2				0.4	91	
12		0.4				1.4			31.6	0.2	4.2	
13				8	29.6		0.2			3.4	0.2	
14				1.8						0.6		20.2
15				9.8			0.4			55.6		22.6
16				9.6	4.8		2.6	15.4		0.8		
17				0.2								
18				2								
19		1.6	0.4	12.8					7.2		0.4	
20		24		1.4	21.2							3
21				1.6	62.6		23.4					6.4
22				1.4	5		0.2					
23				0.2	1	0.6						
24				20.8	0.2				9.8			
25							1.2		0.2			
26								2.4	16	17.6		6.4
27									6	21.8	35.6	
28					2					41.6	69.2	
29					2.8				11.4	5.4	5.6	
30				7.6				1.8	3.2		3.4	
31					19			10.2		25.2		

Tabella 11 – pioggia giornaliera stazione ARPAV di Chiampo (anno 2012)

Stazione **Chiampo**
 Anno **2011**
 Quota della stazione **151** m s.l.m.
 Coordinata X **1679122** Gauss-Boaga fuso
 Coordinata Y **5045128** Ovest (EPSG:3003)
 Comune **CHIAMPO (VI)**

Giorno	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1						9.8	7.6					
2						3.2						1.6
3			6.6		0.6	2.8						9
4			0.2		2.8	2.4			5.8		6	
5						26.6	11.4		54.2		17.6	0.2
6	5.8					10.2		6.6	0.8		69.2	
7	11.2					17.4				17.6	43.4	
8	1					11		1		0.2	11.4	
9						12						
10	26.4										0.2	
11	16.2					20.8	12.8					
12				7.6								13.8
13		0.2	24.6			12.2						
14			6.2		22.4	0.4						13
15		7.4	12.4		16.6							
16		62.4	77.6									8.6
17		12	4.6									
18		0.8				7			19.8			
19	0.2		18.6			1.2	2		9.2	21		
20	2.2	0.2	0.2				8.6			28.6		
21												
22												
23							24.6					
24							10.6			1.8		
25										115.2		
26				0.8						16.6		
27		11.2	0.8	6.2	38.4		4.2	0.6		0.2		
28		4.8	0.4	2.2			1.8					
29				7.2		0.8	0.2			0.2		
30	0.2			2		0.4	4.8					
31							0.2					

Tabella 12 – pioggia giornaliera stazione ARPAV di Chiampo (anno 2011)

Stazione **Chiampo**
 Anno **2010**
 Quota della stazione **151** m s.l.m.
 Coordinata X **1679122** Gauss-Boaga fuso
 Coordinata Y **5045128** Ovest (EPSG:3003)
 Comune **CHIAMPO (VI)**

Giorno	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1				5.6			0.8			0.6	58.8	27.2
2	1.6				25					0.2	51.8	3.4
3			9.4		5.6			5.8				4.8
4			12.6		56.2					15.4		25.8
5	2.8	41	0.2	1	18.4		2.4	31.8	3.2	30.6		1.2
6	0.8	8			2.8		8.2	13.4	0.2		0.2	21.6
7	0.4				0.6				10.8		10.2	12.4
8	32.8				0.6				32.4		11.6	15.8
9	34		0.6		0.6				40.8		22	
10	1.2	11.4	16.4	6.6	13				2.8		10.6	
11		8.8		2.8	6.4							
12		0.2		7	12.8							
13	0.2				6.4			64.2	11.8			
14								31.2				
15				2.2	3.2	28.6		0.4			16.6	
16				5		19.2			6	14.6	60.6	
17		0.2		9		10.2			0.6	21	6.2	2.2
18		7.8		12.6			13.4		38.2		14.4	
19		53.2				19.4			0.2		6.4	
20		0.8	0.4			33.2					3.6	
21		0.8				0.4					68.6	4
22		1	4		1.8						3.8	24
23		4.2	1.2	4.4			8.6					63.4
24				0.8					30.8	27.4		25.8
25		1.8							27.6	61.6		21
26		24	3.2						5.4	0.6	40.4	2.8
27					4.4				28			
28								0.2	0.2		16	
29	3.4				0.6		34.8				0.2	
30	2.4		16				24.4	7				
31	4.8		0.4							92.8		

Tabella 13 – pioggia giornaliera stazione ARPAV di Chiampo (anno 2010)

6 Modello idraulico della rete di progetto

6.1 Cenni sul funzionamento del software SWMM

Il software utilizzato per lo studio è SWMM -Storm Water Management Model -, prodotto e sviluppato dal Water Supply and Water Resources Division dell'Environmental Protection Agency (US-EPA).

SWMM schematizza il bacino idrografico di drenaggio, e i suoi differenti componenti fisici, come vari layers:

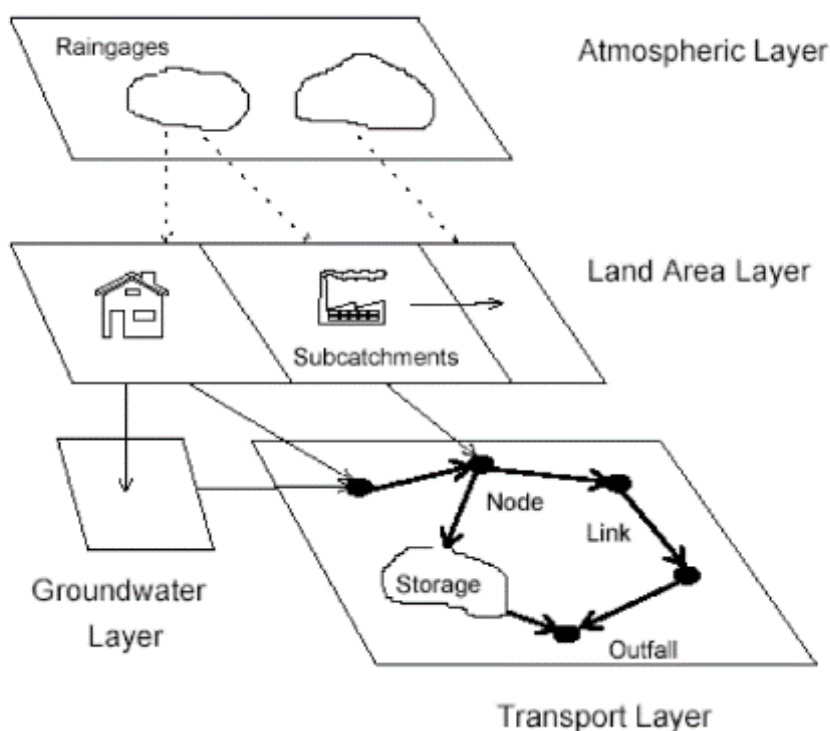


Figura 12 - Concettualizzazione di un'area di drenaggio in SWMM

ATMOSFERA: nel quale vengono definiti i valori di pioggia che la simulazione utilizza per le precipitazioni sul bacino. E' possibile lanciare simulazioni di eventi critici di pioggia che vanno a sollecitare il bacino di studio.

SWMM è in grado di rappresentare i vari processi idrologici che producono il deflusso dalle aree urbane e non i quali includono:

- precipitazioni;
- evaporazione d'acqua;
- accumulo e scioglimento della neve;
- infiltrazione di pioggia negli strati insaturi del terreno;
- percolazione di acqua infiltrata negli strati dell'acqua freatica;
- interflow fra acqua freatica e la rete di fognatura;

TERRITORIO: può essere suddiviso in diversi sottobacini, ciascuno caratterizzato in maniera differente; riceve afflussi dal comparto Atmosfera, come pioggia, o sotto forma di deflusso superficiale proveniente da altre porzioni di Territorio. I nodi rappresentano il luogo di immissione dei deflussi superficiali; tutto il deflusso del sottobacino di calcolo viene schematizzato dal software in modo tale da convergere in un unico punto, rappresentato dal nodo di inizio del canale di scolo.

GROUNDWATER: il quale riceve infiltrazione dal Territorio e trasferisce gli efflussi al Trasporto.

TRASPORTO: contiene la rete dei canali, condotte, manufatti. SWMM utilizza una descrizione topologica della rete basandosi su una geometria formata da rami e nodi. I rami e i nodi hanno ciascuno proprietà specifiche che, combinate tra loro, consentono la rappresentazione idraulica dell'intera rete di deflusso.

In questo comparto si procede al calcolo della propagazione in rete, scegliendo tra diversi moduli: moto uniforme, onda cinematica e moto vario, basato sulla risoluzione completa delle equazioni di De Saint Venant. In quest'ultima opzione il programma consente di effettuare i calcoli in maniera più accurata, poiché vengono modellati anche i fenomeni di rigurgito, moti a pelo libero e in pressione ed inversione del flusso nei rami.

Come si può osservare dalla Figura 13, il programma di calcolo risulta essere fondamentalmente strutturato in maniera modulare, costituito da singoli blocchi, ognuno dei quali ha una specifica funzione e routine di calcolo.

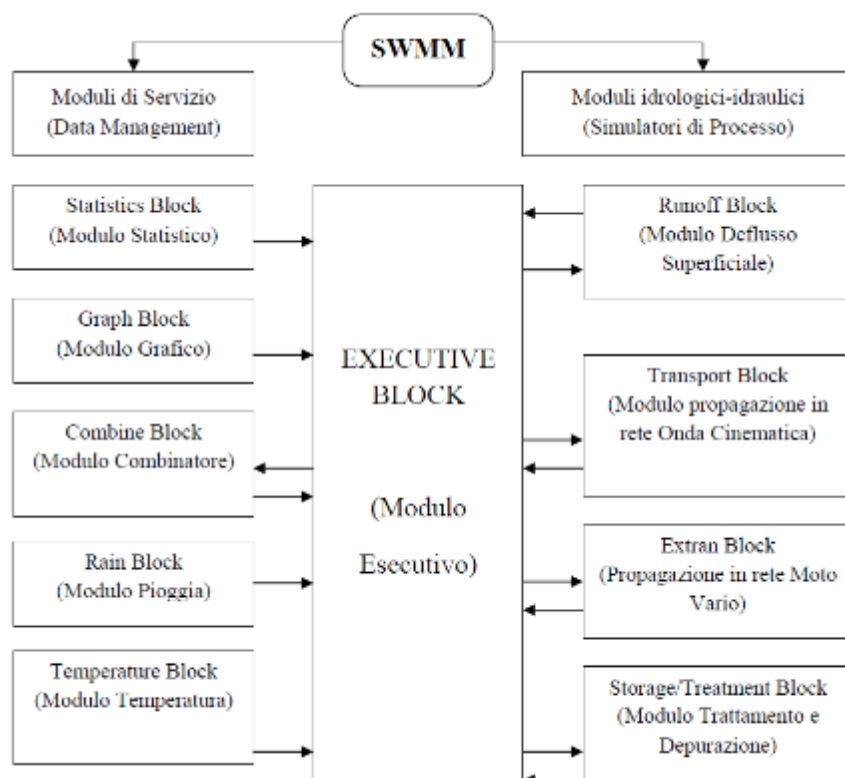


Figura 13 - Schema della struttura modulare e relazionale tra i moduli di SWMM.

Il blocco Extran, Extended Transport, è in pratica il “cuore” idraulico di SWMM; consente infatti di modellare la propagazione dei deflussi all’interno della rete mediante la risoluzione completa delle equazioni di De Saint Venant. Extran risulta essere un modulo completo per la simulazione di reti ad albero o a maglia; vengono modellati, infatti, anche i fenomeni di rigurgito, le inversioni del flusso nei rami, i moti a pelo libero e in pressione. Extran utilizza una descrizione topologica della rete basata su una geometria rami-nodi; i rami e i nodi hanno caratteristiche specifiche, opportunamente configurabili, che, combinate tra loro, permettono la descrizione idraulica dell’intera rete di deflusso. Nella schematizzazione usata dal blocco, i rami sono sostanzialmente i condotti della rete fognaria (i canali nel caso di sezioni aperte) e consentono di propagare le portate da un nodo all’altro. I nodi rappresentano i pozzetti presenti nel sistema fognario (o i punti di intersezione dei rami, come nel caso dei canali); nei nodi vengono localizzate le portate in ingresso (provenienti dal Runoff ed espressi come idrogrammi di piena generati a partire dal modello afflussi-deflussi) e le portate uscenti dalla rete.

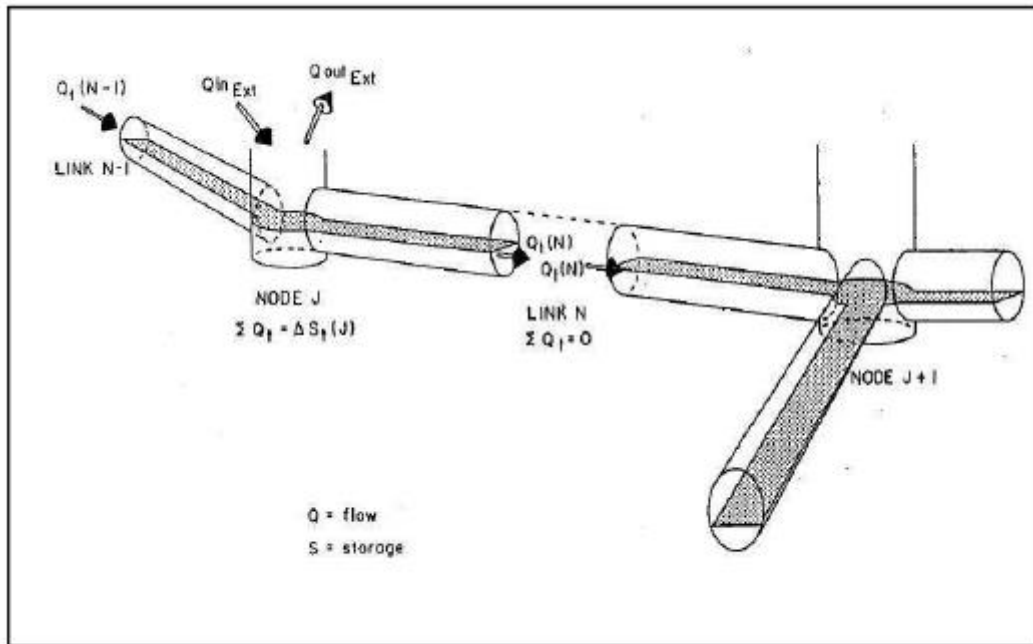


Figura 14 - Schematizzazione della rete in nodi e rami

Le proprietà costanti associate ai rami sono il tipo di sezione, la lunghezza, la pendenza e la scabrezza; quelle determinate ad ogni passo di calcolo sono invece la portata, la velocità, l'area bagnata del flusso, il raggio idraulico e la larghezza del pelo libero; le ultime tre sono in funzione del livello idrico istantaneo. La variabile indipendente fondamentale nei rami è la portata Q , e si assume costante in ogni ramo durante un passo di calcolo. Velocità ed area bagnata del flusso, o livello, sono invece grandezze variabili nello stesso ramo. Le proprietà costanti associate ai nodi sono la quota di scorrimento e la quota di immissione (od emissione) del ramo rispetto al fondo; quelle determinate ad ogni passo di calcolo e funzione del livello idrico nel nodo sono il volume, l'area superficiale libera e il carico idraulico H . La variabile indipendente fondamentale nei nodi è il carico idraulico, variabile nel tempo, ma costante nel singolo nodo durante un passo di calcolo. Gli afflussi e deflussi avvengono in corrispondenza dei nodi del sistema. La variazione di volume nel nodo durante un dato passo di calcolo costituisce la base per i calcoli seguenti di portata e carico idraulico.

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\frac{Q^2}{A} \right)}{\partial t} + gAS \frac{\partial H}{\partial x} + gAS_f = 0$$

Dove:

- A area bagnata del flusso;
- Q portata;
- x distanza lungo l'asse del condotto;
- t tempo;
- g costante gravitazionale;
- H carico idraulico totale, dato da z+h;
- z livello dello scorrimento;
- h livello idrico;
- Sf cadente piezometrica

La prima equazione rappresenta la continuità in moto vario in assenza di afflussi e deflussi laterali, la seconda è l'equazione del momento della quantità di moto; quest'ultima può essere scritta in più forme, in base alla scelta delle variabili dipendenti. Combinando opportunamente l'equazione del momento della quantità di moto e l'equazione di continuità, si ottiene una terza equazione che deve essere risolta per ogni condotto ad ogni passo di calcolo:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gAS_f - 2V \frac{\partial A}{\partial t} - V^2 \frac{\partial A}{\partial x} + gA \frac{\partial H}{\partial x} = 0$$

dove:

- Q portata lungo il condotto;
- V velocità media lungo il condotto;
- A area trasversale bagnata del condotto;
- H carico idraulico;
- Sf cadente piezometrica.

6.2 Costruzione del modello ed inserimento dei dati

A partire dal rilievo topografico effettuato, si è inserita nel modello la rete idraulica assegnando a ciascun pozzetto/caditoia la quota di sommità corrispondente alla superficie pavimentata e la quota di scorrimento della tubazione sottostante. Per ciascuna di esse, inoltre, si è provveduto ad inserire il diametro e la scabrezza idraulica corrispondente, che è stata posta pari a $0.016 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$ in termini di Manning per le tubazioni e le canalette rettangolari in calcestruzzo e $0.013 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$ in termini di Manning per le tubazioni in PVC. Per ciascuna caditoia o pluviale si è calcolato il corrispondente bacino idrologico facendo riferimento all'andamento altimetrico del suolo o delle coperture. Essi, oltre alla superficie, sono caratterizzati dal grado di permeabilità (impermeabili le superfici asfaltate che costituiscono l'80% dell'intero complesso industriale, semi-permeabile l'area a parcheggio (10%) e permeabili le superfici a verde (20%). Per il calcolo della quota parte di precipitazione infiltrata nel terreno si è utilizzato il metodo del "Curve Number". Esso, brevemente, divide la precipitazione totale P in tre contributi (Figura 15): la pioggia efficace (P_e), l'infiltrazione (F_a) e le perdite iniziali (I_a). L'equazione di continuità che si ottiene è la seguente:

$$P = P_e + I_a + F_a$$

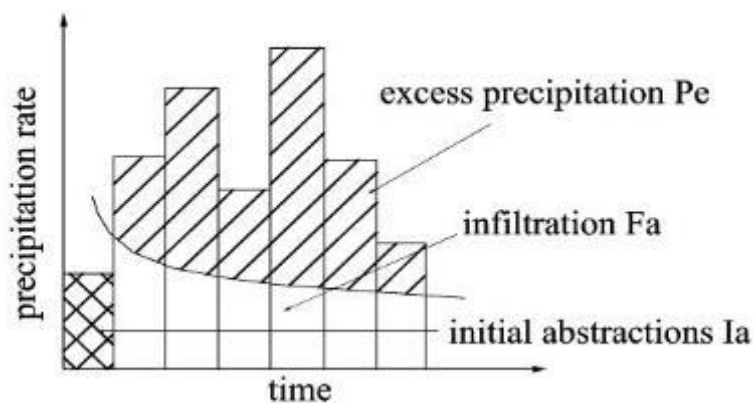


Figura 15 - Suddivisione della pioggia P nei tre contributi: pioggia efficace (P_e), infiltrazione (F_a) e perdite iniziali (I_a).

Tale metodo si basa sull'ipotesi che il rapporto tra l'infiltrazione e il potenziale massimo di ritenzione del suolo (S), ovvero il volume di saturazione del suolo per area unitaria, sia legato alla precipitazione secondo il seguente rapporto:

$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a}$$

Combinando le due equazioni e imponendo $I_a = 0.1 \cdot S$, si ottiene la pioggia efficace che determina il deflusso superficiale:

$$P_e = \frac{(P - 0.1S)^2}{P + 0.9S}$$

La precipitazione efficace dipende dalla precipitazione totale P (che è un dato noto) e dal potenziale massimo di ritenzione del suolo S che deve essere stimato. La determinazione del valore del parametro S avviene attraverso un altro parametro, il numero di curva (CN – *curve number*), che definisce la capacità del suolo di produrre deflusso superficiale:

$$S = S_0 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

Con $S_0 = 25.4$ mm (fattore di scala). CN è stato assunto pari a 60, in accordo alle indicazioni presenti in letterature per le aree a verde.

Infine si è completato il modello inserendo le stazioni di pompaggio e assegnando in input gli ietogrammi triangolari di pioggia. Come già specificato, il modello di calcolo è stato eseguito con piogge con tempo di ritorno di 2, 10 e 50 anni e di durata di 15 minuti, 1 e 3 ore, allo scopo di determinare portate di picco e volumi idrici complessivi relativamente ad venti meteorici che, per durata e tempo di ritorno, si ritiene che possano essere significativi in termini di potenzialità di dilavamento delle superfici dei piazzali.

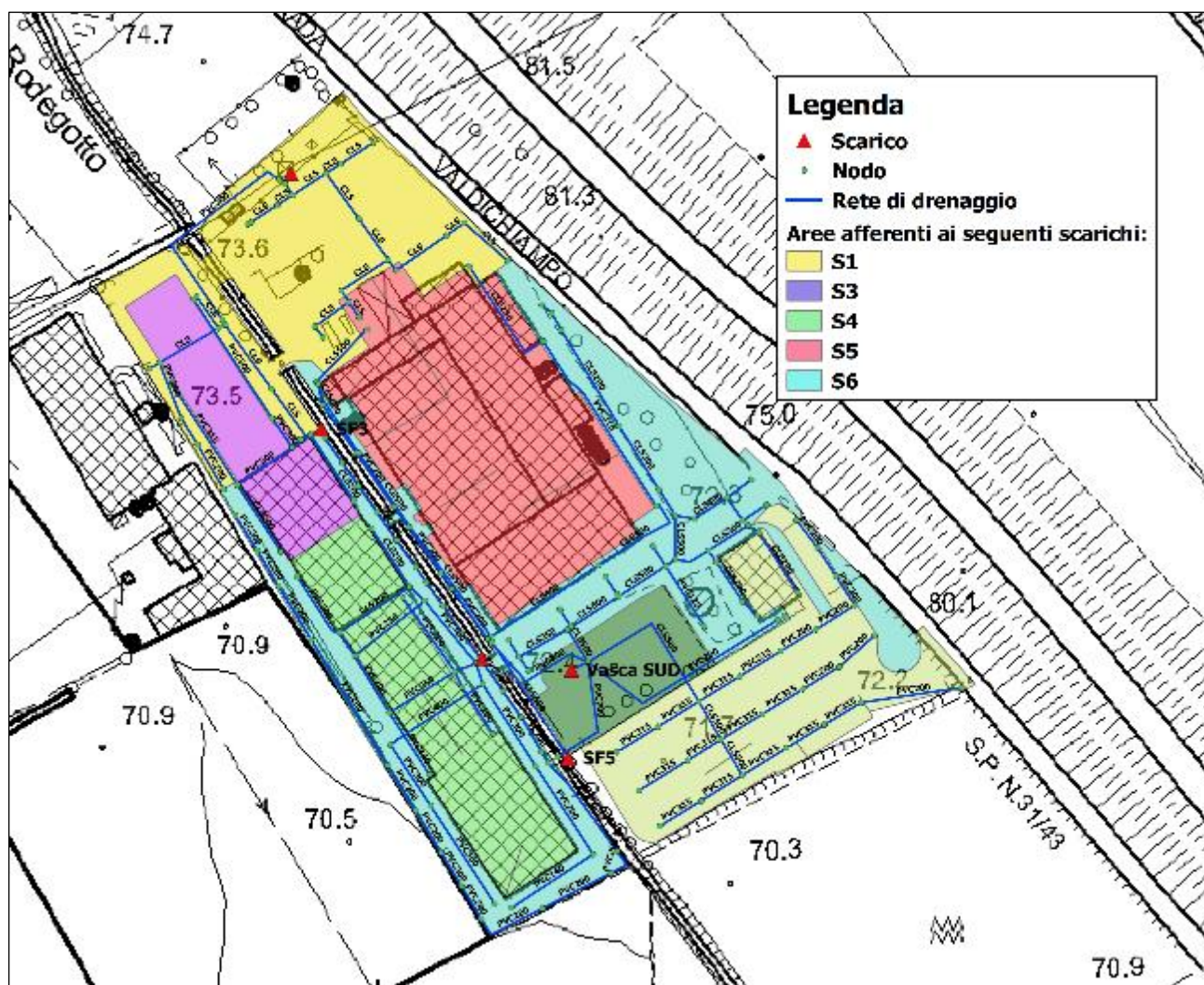


Figura 16 – Modello SWMM – planimetria

7 Descrizione degli interventi

Viste le problematiche esposte nei paragrafi precedenti, l'intervento di progetto prevede il potenziamento degli esistenti sistemi di raccolta e sedimentazione delle acque di prima pioggia sia nell'area Nord che nell'area Sud. Per quanto riguarda le acque di seconda pioggia, invece, se ne conferma il conferimento al Rio Rodegotto secondo quanto già previsto dalla attuale autorizzazione.

Nello specifico si prevede l'aumento dei volumi di acqua di dilavamento di prima pioggia da accumulare mediante la realizzazione di nuove vasche (per entrambe le zone) ed il loro successivo utilizzo all'interno del ciclo industriale. In questo modo, dopo essere state sottoposte ad un trattamento di sedimentazione, le acque verranno riutilizzate migliorando la gestione e l'utilizzazione della risorsa idrica (in applicazione dell'Art.98 comma 1 del D.Lgs. 152/06), adottando misure volte all'eliminazione degli sprechi, alla riduzione dei consumi e all'incremento del ricircolo/riutilizzo.

Da valutazioni condotte dai tecnici delle Fonderie, i volumi giornalmente riutilizzabili all'interno del ciclo produttivo si allineano a quelli che originariamente si pensava di avviare in fognatura. L'ipotesi progettuale, quindi, prevede il totale riutilizzo delle acque di prima pioggia, limitandone il conferimento in pubblica fognatura solo nei casi di chiusura degli impianti di produzione.

Sempre da valutazioni interne all'azienda è possibile ritenere che le qualità chimico-fisiche delle acque di prima pioggia raccolte, siano pienamente compatibili con le previste utilizzazioni delle stesse all'interno del ciclo produttivo. Per questo motivo in questa prima ipotesi progettuale non si installerà alcun impianto di filtrazione (come invece originariamente previsto).

Si ritiene, inoltre, che la mancata installazione dell'impianto di filtrazione non costituisca un problema neanche nel caso di conferimento delle acque di prima pioggia alla pubblica fognatura. Attualmente, infatti, il conferimento avviene regolarmente rispettando i limiti di scarico autorizzati, pur essendovi volumi di accumulo e sedimentazione decisamente inferiori a quelli previsti in progetto (il progetto prevede volumi complessivi di accumulo circa 4 volte superiori a quelli attuali).

A seguito di un congruo periodo di funzionamento dell'impianto che si andrà a realizzare, l'azienda potrà in futuro valutare l'opportunità/convenienza di installare un impianto di filtrazione per migliorare le caratteristiche delle acque da introdurre nel ciclo di produzione.

Parallelamente, vista l'esigenza di rivedere le reti aziendali, in ottemperanza alla richiesta AIA di procedere alla separazione delle acque cosiddette "di processo" dalle acque meteoriche, si attueranno interventi puntuali di intercettazione delle suddette acque ed il loro convogliamento nella rete acque nere.

7.1 Separazione acque di processo

Come detto, con l'esigenza di rivedere le reti aziendali per ottemperare alla richiesta AIA di precedere alla separazione delle acque cosiddette "di processo" dalle acque meteoriche, si sono identificate le seguenti categorie di acque, non rientranti nella definizione di acque meteoriche o reflui civili in senso stretto:

- spurgo delle torri evaporative aziendali:
 - torre T1 (forni elettrici): si stima un volume annuo allo scarico pari a circa 2200 mc
 - torre T2 (cubilotti): si stima un volume annuo allo scarico pari a circa 1200 mc
 - torre T3 (formatura Mecfond): si stima un volume annuo allo scarico pari a circa 900 mc
 - torre T4 (animisteria): si stima un volume annuo allo scarico pari a circa 350 mc
 - torre T5 (formatura Disamatic): si stima un volume annuo allo scarico pari a circa 200 mc
- condensa compressori:
 - locale compressori area fonderia
 - locale compressori zona animisteria
- lavandino reparto animisteria: si tratta di un piccolo lavello posto in reparto animisteria utilizzato occasionalmente dal personale per lavarsi le mani e le maschere di verniciatura (intonaci a base acquosa)

Vista l'origine, tali acque hanno evidentemente caratteristiche qualitative equivalenti a quelle domestiche e rientrano pertanto nelle casistiche specificate all'art. 34 comma 1 del PTA Regione Veneto ("acque reflue assimilabili alle domestiche"), in particolare in quelle definite al punto e.3.

Alla luce di ciò, il progetto prevede di intercettare tali acque e convogliarle nelle linee acque nere che recapitano direttamente alla fognatura tramite lo scarico SF8. Ciò è descritto nella planimetria progettuale evidenziando le nuove condotte con linea in colore arancione.

L'azienda ha inoltre predisposto una "zona di lavaggio" della pala gommata, ubicata nel corridoio retrostante il deposito rifiuti. Tale area, non coperta da tettoie, è dotata di una canaletta di scolo collegata alla rete di raccolta delle acque meteoriche derivanti dal piazzale di deposito materie prime. Vista la ridotta frequenza dei lavaggi e in considerazione del fatto che il materiale dilavato è quello costituito da ciò che si accumula sulle ruote della pala gommata durante il transito sui piazzali, la tipologia dello scarico risulta del tutto compatibile con le acque di dilavamento del piazzale che saranno avviate all'impianto di trattamento aziendale.

7.2 Intervento area Nord

L'intervento prevede la costruzione di una nuova vasca di accumulo delle acque di dilavamento, al fine di aumentare l'attuale volume di stoccaggio e migliorare la sedimentazione dei solidi sospesi. In questa prima ipotesi progettuale la vasca sarà suddivisa in due distinte parti:

- una prima parte che riceverà le acque provenienti dalla rete di raccolta e in cui avrà inizio il processo di sedimentazione del materiale più grossolano
- una seconda parte in cui verrà convogliata la portata in uscita dalla prima e dove l'acqua di prima pioggia verrà stoccata per sedimentare ed essere messa a disposizione dei prelievi per uso industriale (o eventualmente avviata alla fognatura di Medio Chiampo S.p.A. nel caso di chiusura degli impianti di produzione). I volumi prelevati per usi industriali da questa seconda porzione di vasca, saranno progressivamente ricalzati dai volumi provenienti dalla prima porzione, fino al completo riutilizzo (o conferimento in fognatura) delle acque di prima pioggia.

Come già detto, l'azienda nel corso degli anni ha più volte riscontrato l'avvio dello scarico di sicurezza SF1 in conseguenza alla chiusura dello scarico SF8 operata unilateralmente dal gestore della fognatura per problematiche connesse alla gestione della sua impiantistica interna.

Per ovviare a tale problema, con il presente intervento si prevede la realizzazione di una vasca di dimensioni tali da accumulare l'intero volume meteorico di eventi che, per la loro caratteristica di durata e per il loro tempo di ritorno, possono ritenersi significativi per la potenzialità del dilavamento delle superfici.

Come verrà esposto nel seguito, il volume delle acque di dilavamento complessivamente da invasare per l'area Nord risulta essere pari a 250 m³.

Il volume invasato all'interno della nuova vasca Nord (VN) verrà quindi riutilizzato nell'ambito del processo produttivo delle Fonderie o, qualora non fosse possibile, scaricato in fognatura con una portata massima di 6 m³/h (corrispondenti a circa 1.67 l/s) come prescritto dal gestore della rete.

Il sistema, infatti, consentirà il riutilizzo delle acque trattate all'interno dello stabilimento, per usi industriali quali: bagnatura piazzali, bagnatura dei cumuli per ridurre la polverosità, torri evaporative, bagnatura scorie per ridurre la temperatura, etc., portando (teoricamente) all'annullamento dei volumi conferiti in fognatura e una contestuale riduzione dei consumi di acqua per le suddette attività.

Nulla verrà modificato, invece, in merito alla gestione delle acque di seconda pioggia che saranno avviate come già avviene verso il Rio Rodegotto per tramite dello scarico SF1.

Si rileva, in fine, come questo intervento comporterà, oltre ad un miglioramento degli aspetti ambientali connessi alla gestione di un maggior volume di acque di dilavamento, anche una sensibile

riduzione delle portate avviate al Rio Rodegotto soprattutto in occasione di eventi estremi di breve durata e particolarmente intensi (piogge di 15 min e Tr di 50 anni).

7.2.1 Stima del volume da invasare e quantificazione della prima pioggia

La stima del volume delle acque di dilavamento da invasare è stata desunta sulla base di valutazioni condotte dall'azienda; che nel corso di un evento meteorico particolarmente significativo ha effettuato il campionamento delle acque meteoriche in corrispondenza dell'attuale vasca di trattamento Nord.

La metodologia di campionamento ha previsto l'assistenza di un pluviometro ed il prelievo complessivo di tre campioni dell'arco dell'intero evento (rispettivamente a 6mm; 14mm e 15mm).

Lo stato di pulizia e gestione delle aree esterne precedente l'evento meteorico, hanno permesso all'azienda di valutare gli esiti dei campionamenti come rappresentativi di una condizione *standard* per il normale andamento della fonderia.

Alla luce di tale indagine, l'azienda ha stabilito cautelativamente di trattenere e trattare i primi 30 / 35 mm di pioggia.

Nota l'estensione dell'area afferente alla vasca di accumulo (7300 m²), si è quindi potuto definire il volume complessivo di progetto della nuova vasca di prima pioggia per la zona Nord (vasca VN)

$$V_{VN} = 250 \text{ m}^3$$

7.3 Intervento area Sud

L'intervento prevede la costruzione di una nuova vasca di accumulo delle acque di dilavamento delle "aree colore azzurro" (vedasi figura al paragrafo 4.3). Le acque di prima pioggia raccolte all'interno della vasca una volta avvenuta la sedimentazione dei solidi sospesi saranno avviate alla vasca nord dove, nell'ambito delle 48 ore successive alla fine dell'evento piovoso, saranno avviate al ciclo produttivo delle fonderie (o conferite in fognatura). Rispetto alle ipotesi progettuali originarie, infatti, si prevede di rinunciare al sistema di trattamento Filterra®

Nulla verrà modificato, invece, in merito alla gestione delle acque di seconda pioggia che saranno avviate come già avviene verso il Rio Rodegotto per tramite dello scarico SF6.

7.3.1 Stima del volume da invasare e quantificazione della prima pioggia

Analogamente a quanto fatto per la definizione del volume nella vasca Nord (Vasca VN), l'azienda ha condotto un campionamento delle acque meteoriche in corrispondenza dell'attuale vasca di trattamento Sud.

Anche in questo caso il campionamento è stato fatto con l'assistenza di un pluviometro prelevando campioni con la stessa cadenza della vasca Nord ed è rappresentativo delle condizioni *standard* dei piazzali esterni della zona Sud.

Dall'esito delle analisi l'azienda ha ritenuto cautelativo trattenere e trattare i primi 10 mm di pioggia.

Nota l'estensione dell'area afferente alla vasca di accumulo (11.600 m²), si è quindi potuto definire il volume di progetto della nuova vasca Sud (vasca VS)

$$V_{VS} = 120 \text{ m}^3$$

7.4 Intervento copertura reparto fonderia

L'azienda, volendo assumere un maggior grado di cautela, intende avviare a trattamento pure le acque di prima pioggia dilavanti la copertura del reparto fonderia (su cui insistono i camini di emissione relativi ai principali impianti aziendali). Questo, sebbene il monitoraggio annuale le indichi come direttamente compatibili con lo scarico in acque superficiali.

Le acque di copertura che attualmente confluiscono direttamente nel Rio Rodegotto per tramite dell'esistente scarico SF5, verranno quindi intercettate per essere avviate all'esistente vasca dell'area Sud.

Al completo riempimento della suddetta vasca ($V= 40 \text{ m}^3$) si attiverà il by-pass e lo scarico delle portate eccedenti avverrà, come già avviene, direttamente nel Rio Rodegotto in SF5.

Le acque accumulate all'interno dell'esistente vasca Sud, una volta avvenuta la sedimentazione dei solidi sospesi saranno quindi avviate alla vasca nord dove, nell'ambito delle 48 ore successive alla fine dell'evento piovoso, saranno avviate al ciclo produttivo delle fonderie (o conferite in fognatura).

Considerando l'estensione della copertura del reparto fonderia (8.500 m²), il volume di acqua accumulato all'interno della vasca (40 m³) e successivamente avviato al riutilizzo, corrisponde indicativamente ad un contributo di 5 mm di pioggia.

Si rileva come l'intervento comporterà un miglioramento degli aspetti ambientali connessi al trattamento di acque che fino ad ora venivano avviate direttamente al recettore finale (pluviali del reparto fonderia), anche una riduzione dei volumi meteorici avviati al Rio Rodegotto.

8 Verifiche idrauliche

Come è stato già esposto, gli interventi di progetto prevedono la realizzazione di due nuove vasche di accumulo delle acque di dilavamento per consentire la laminazione delle portate di piena ed il potenziamento della sedimentazione delle acque delle aree Nord e Sud.

Nei paragrafi seguenti si riportano i risultati delle simulazioni condotte per la definizione delle portate di picco e dei volumi meteorici degli eventi di progetto, in corrispondenza delle sezioni di ingresso alla nuova vasca di accumulo Nord (VN).

Le verifiche interesseranno esclusivamente la suddetta vasca, perché l'unica interessata da significative modifiche del regime idraulico in uscita. Solo per la vasca Nord, infatti, si prevede una importante laminazione delle acque meteoriche in ingresso al fine di mitigare il problema connesso alla chiusura unilaterale del recapito in fognatura da parte del gestore della rete e ridurre l'attivazione del by-pass di sicurezza. Per la vasca Sud, invece, si prevede esclusivamente un aumento dei volumi di accumulo delle acque di dilavamento e la conferma dello scarico delle acque di seconda pioggia all'attuale recettore finale.

8.1 Intervento area Nord

8.1.1 Risultati delle simulazioni

Nelle figure seguenti si riportano gli idrogrammi di piena e le curve incrementali dei volumi in ingresso alla nuova vasca di progetto nell'area Nord per eventi meteorici di 15 min, 1 ora e 3 ore e tempi di ritorno di 2, 10 e 50 anni.

Nel prospetto sotto riportato, invece, si sintetizzano i risultati delle simulazioni.

	Tr = 50 anni		Tr = 10 anni		Tr = 2 anni	
	VOLUME (m ³)	PORTATA MAX (l/s)	VOLUME (m ³)	PORTATA MAX (l/s)	VOLUME (m ³)	PORTATA MAX (l/s)
15 min	277	399.96	207	287.21	127	168.89
1 ora	433	197.04	317	139.47	188	84.09
3 ore	600	95.36	445	71.72	270	44.44

Tabella 14 – prospetto di sintesi dei risultati delle simulazioni

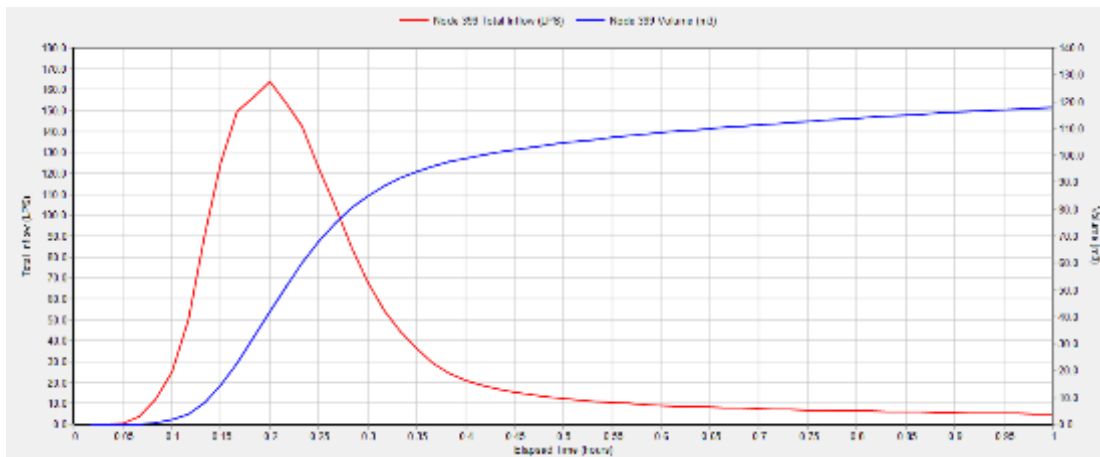


Figura 17 – Idrogramma di piena e curva incrementale volumi ($t= 15 \text{ min} - Tr= 2 \text{ anni}$)

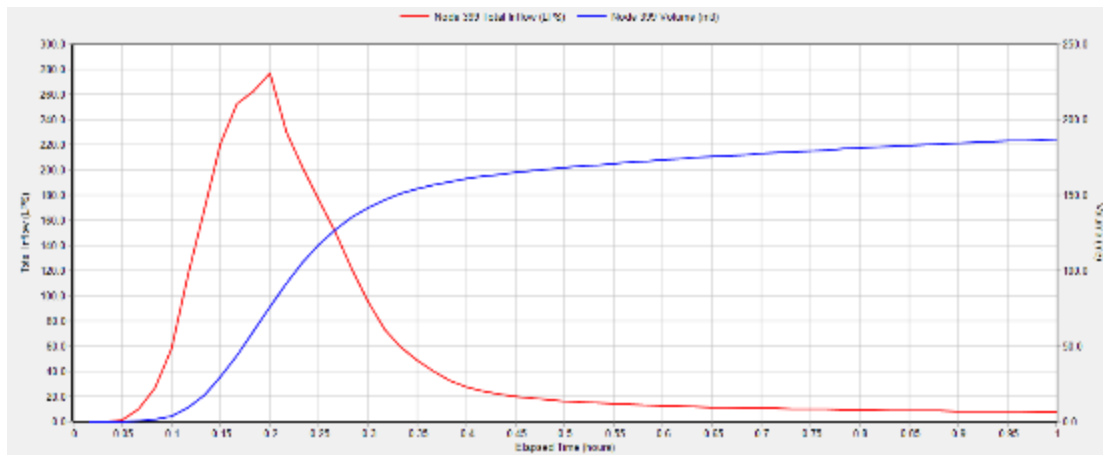


Figura 18 – Idrogramma di piena e curva incrementale volumi ($t= 15 \text{ min} - Tr= 10 \text{ anni}$)

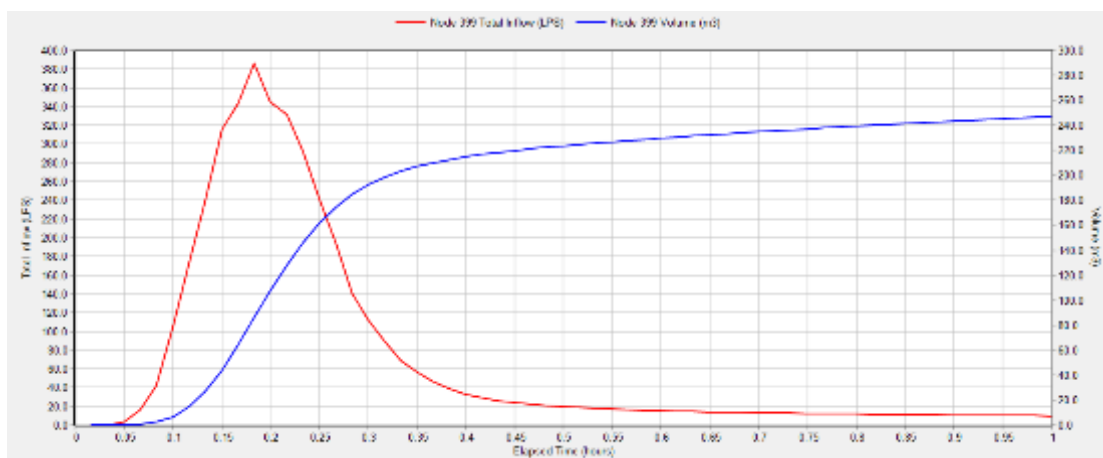


Figura 19 – Idrogramma di piena e curva incrementale volumi ($t= 15 \text{ min} - Tr= 50 \text{ anni}$)

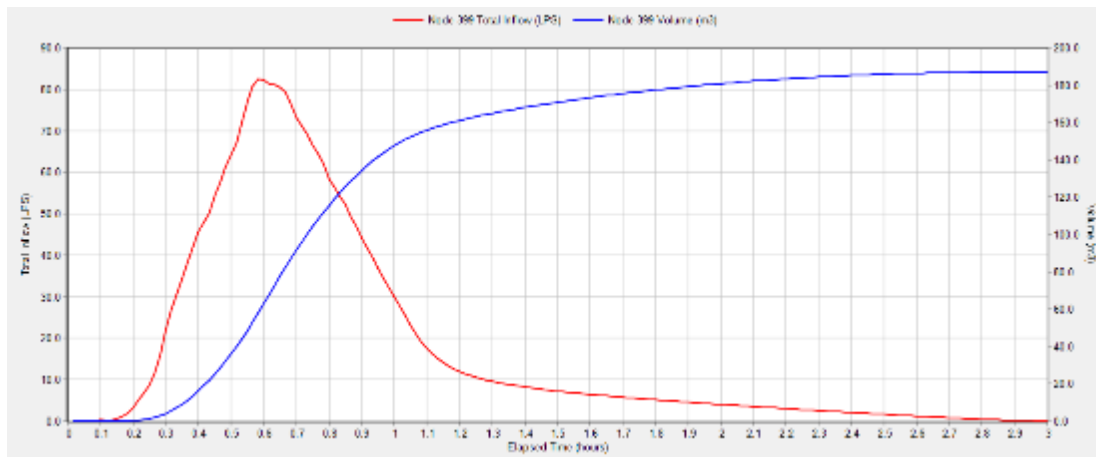


Figura 20 – Idrogramma di piena e curva incrementale volumi (t= 60 min – Tr= 2 anni)

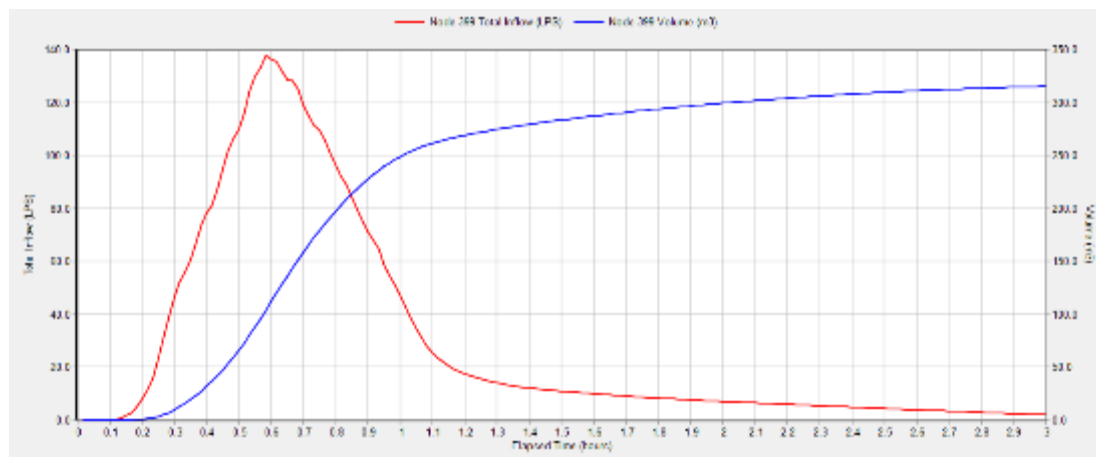


Figura 21 – Idrogramma di piena e curva incrementale volumi (t= 60 min – Tr= 10 anni)

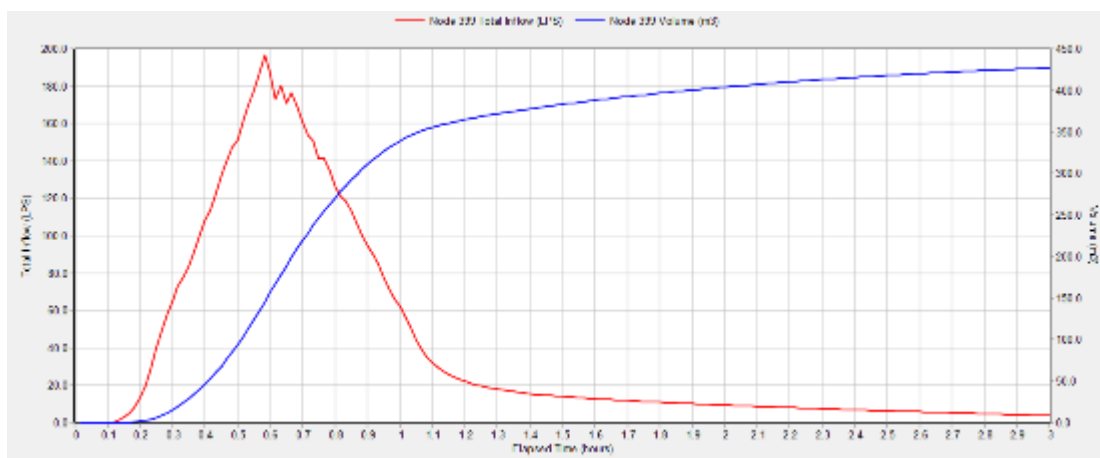


Figura 22 – Idrogramma di piena e curva incrementale volumi (t= 60 min – Tr= 50 anni)

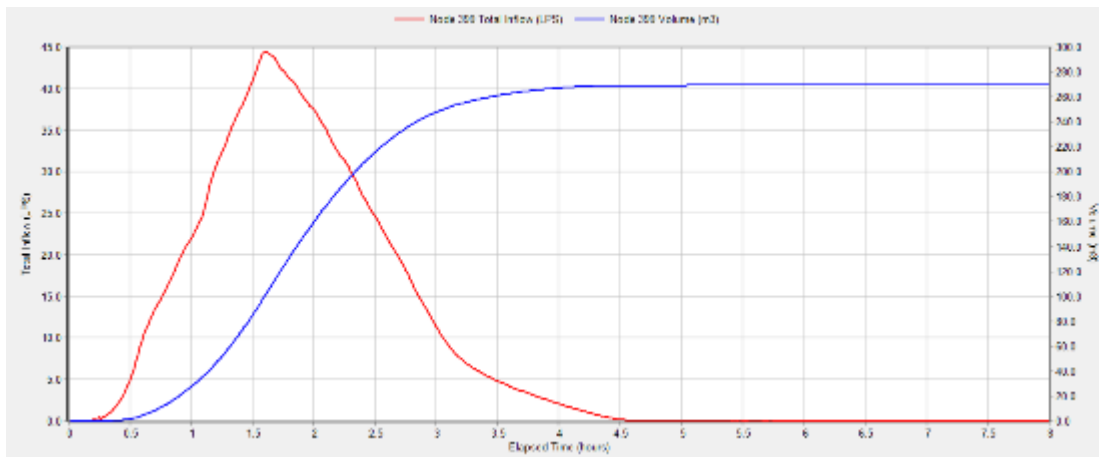


Figura 23 – Idrogramma di piena e curva incrementale volumi (t= 180 min – Tr= 2 anni)

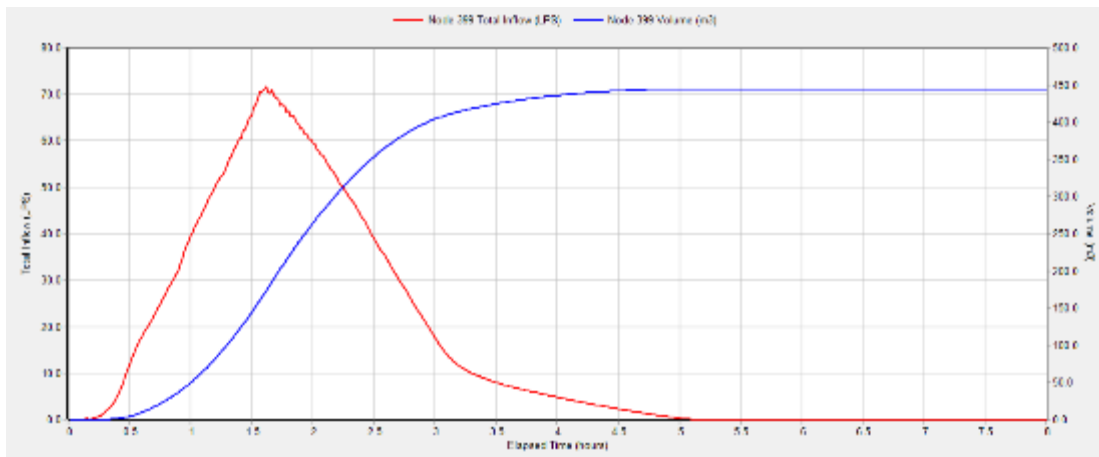


Figura 24 – Idrogramma di piena e curva incrementale volumi (t= 180 min – Tr= 10 anni)

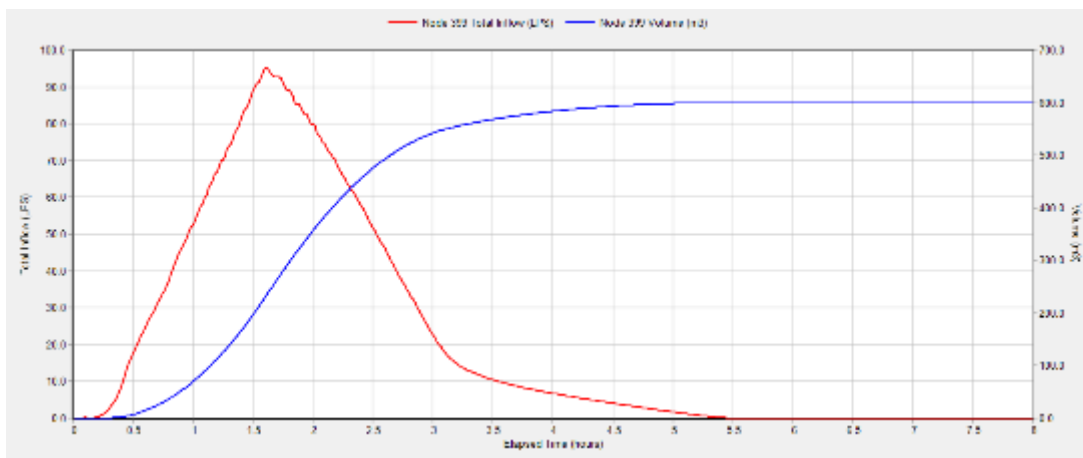


Figura 25 – Idrogramma di piena e curva incrementale volumi (t= 180 min – Tr= 50 anni)

8.1.2 Capacità di trattamento dell'impianto e considerazioni statistiche

L'intervento di progetto prevede l'ampliamento dell'esistente vasca Nord fino ad un volume complessivo di 250 m³, prima che queste vengano riutilizzate all'interno del ciclo industriale o avviate alla fognatura (art. 39 comma 3 del PTA).

Nel seguito si analizzerà il comportamento dell'impianto per eventi meteorici caratterizzati da diverse durate e diversi tempi di ritorno e si valuterà altresì la sua "potenzialità" in termini di numero di eventi trattati nell'anno medio.

Le valutazioni seguenti sono state condotte considerando eventi di durata variabile da 15 minuti a 3 ore, perché ritenuti maggiormente significativi in termini di potenzialità di dilavamento. Risulta del tutto evidente, infatti, che eventi di durata superiore comporterebbero il dilavamento delle superfici prevalentemente per la loro fase iniziale.

Nel seguito, quindi, si farà riferimento ai risultati delle simulazioni illustrati al paragrafo precedente e si prenderanno in considerazione le registrazioni della piovosità giornaliera registrate dalla stazione pluviometrica ARPAV di Chiampo per il decennio 2010-2020 (vedasi paragrafo 5.3).

Capacità di trattamento degli eventi meteorici eccezionali

Si considerino gli idrogrammi di piena illustrati al paragrafo precedente.

Prevedendo un volume della vasca di prima pioggia di 250 m³, risulta da subito evidente come per tutti gli eventi analizzati il colmo dell'idrogramma di piena venga intercettato dalla vasca.

Dall'analisi dei dati di Tabella 14, inoltre, si può rilevare come eventi meteorici con tempi di ritorno di 2 anni vengano pressoché completamente intercettati dalla vasca di prima pioggia analogamente all'evento critico di durata 15 min. e tempo di ritorno di 50 anni (evento critico per la rete acque meteoriche delle Fonderie di Montorso).

Il fatto che la vasca di prima pioggia permetta di invasare la totalità del volume meteorico di eventi ritenuti maggiormente significativi per la loro potenzialità di dilavamento (ancorché per tempi di ritorno dell'ordine di due anni) garantisce ampi margini di miglioramento rispetto all'impianto di trattamento esistente.

Capacità di trattamento degli eventi meteorici dell'anno medio

Si considerino i dati delle piogge giornaliere registrati da ARPAV per la stazione di Chiampo (paragrafo 5.3 – da Tabella 3 a Tabella 13) ed un'altezza di prima pioggia di 35 mm corrispondente al volume della vasca di progetto.

Si consideri come evento meteorico: uno o più giorni piovosi preceduti da almeno due giorni di asciutto (si considerano cioè eventi di pioggia separati quelli fra i quali intercorre un intervallo temporale di almeno 48 ore – *rif. art. 39 comma 4 del PTA*) e si definisca evento sopra soglia, l'evento meteorico che presenti cumulativamente un'altezza di pioggia superiore a 35 mm

Semplici elaborazioni dei dati permettono di pervenire a quanto segue:

	ANNO 2020	ANNO 2019	ANNO 2018	ANNO 2017	ANNO 2016	ANNO 2015	ANNO 2014	ANNO 2013	ANNO 2012	ANNO 2011	ANNO 2010
N. eventi meteorici	43	38	42	38	36	31	34	37	40	30	44
N. eventi sopra soglia	9	10	13	9	8	10	17	16	9	10	19
% eventi sopra soglia	21%	26%	31%	24%	22%	32%	50%	43%	23%	33%	43%
% eventi entro soglia	79%	74%	69%	76%	78%	68%	50%	57%	78%	67%	57%
media % eventi completamente trattati			68%								
media % avviamento by-pass			32%								

Tabella 15 – elaborazione delle registrazioni ARPAV

Nel prospetto di Tabella 15 sono riportati:

- Il numero degli eventi meteorici di ogni anno
- Il numero degli eventi meteorici caratterizzati da una altezza di pioggia cumulata superiore alla soglia dei 35 mm (altezza di prima pioggia)
- La percentuale degli eventi che ogni singolo anno sono risultati entro soglia e per i quali l'intera portata meteorica sarebbe stata invasata nella vasca di prima pioggia (non ci sarebbero cioè state acque di seconda pioggia).
- La percentuale degli eventi che avrebbe comportato l'attivazione del by-pass e lo scarico delle acque di seconda pioggia verso il Rio Rodegotto.

Risulta quindi evidente come la scelta di realizzare una vasca di accumulo del volume complessivo di 250 m³ garantisca, per il 68% degli eventi meteorici dell'anno medio, il trattamento di tutta la portata meteorica e solo nel restante 32% l'avvio delle acque di seconda pioggia verso il Rio Rodegotto.

Risulta interessante notare, in fine, che mediamente il 93% dei giorni di pioggia presenta un'altezza di precipitazione al di sotto dei 35 mm assunti per il dimensionamento della vasca di prima pioggia.

