

54100 Massa - Via Longobarda, 4
tel: 0585-88941 - fax: 0585-488635
email: protocollo@cermec.it - pec: cermec@legalmail.it

**Consorzio Ecologia e Risorse
di Massa e Carrara S.p.A.**

IMPIANTO DI VALORIZZAZIONE AEROBICA ED ANAEROBICA DI RIFIUTI BIODEGRADABILI, CON PRODUZIONE DI BIOMETANO, PRESSO L'IMPIANTO CERMEC (MASSA) - PROGETTO DEFINITIVO



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA



CUBE S.r.l.

Via F. Turati, 2
San Benedetto del Tronto (AP)
Tel: 0735-431389
lorellafedi@cubeinfo.it

MANDANTE



C.G.A. S.r.l.

Via A. Tigrì, 11
Roma (RM)
Tel: 06-64012749/50
cga@cgaonline.it

MANDANTE

gae | studio
geology architecture engineering

Dott. Geol. A. Mascitti

Via Turati, 2
San Benedetto del Tronto (AP)
Tel: 349.7545862
alessandromascitti@gmail.com

ELABORATO:

ELABORATO TECNICO

ALLEGATO N.2: Rel_idrologica_idraulica

CODIFICA

prog.	tipo elab.	argomento	progress.	revisione	data	scala	plot
VA	TEC	04INT_OTT2022	003	A	10/22		
rev	data	descrizione				redatto	approvato
a	10/22	Emissione				GC	CUBE
b							
c							
d							
e							

1 PREMESSA

La presente relazione è stata redatta allo scopo di illustrare le caratteristiche idrologiche ed idrauliche insistenti sull'area d'interesse, in modo tale da poter dimensionare al meglio le opere di regimazione delle acque meteoriche all'interno dell'impianto di compostaggio di qualità, compost verde ed essiccazione fanghi di proprietà di CERMEC S.p.A, ubicato presso il comune di Massa (MS).

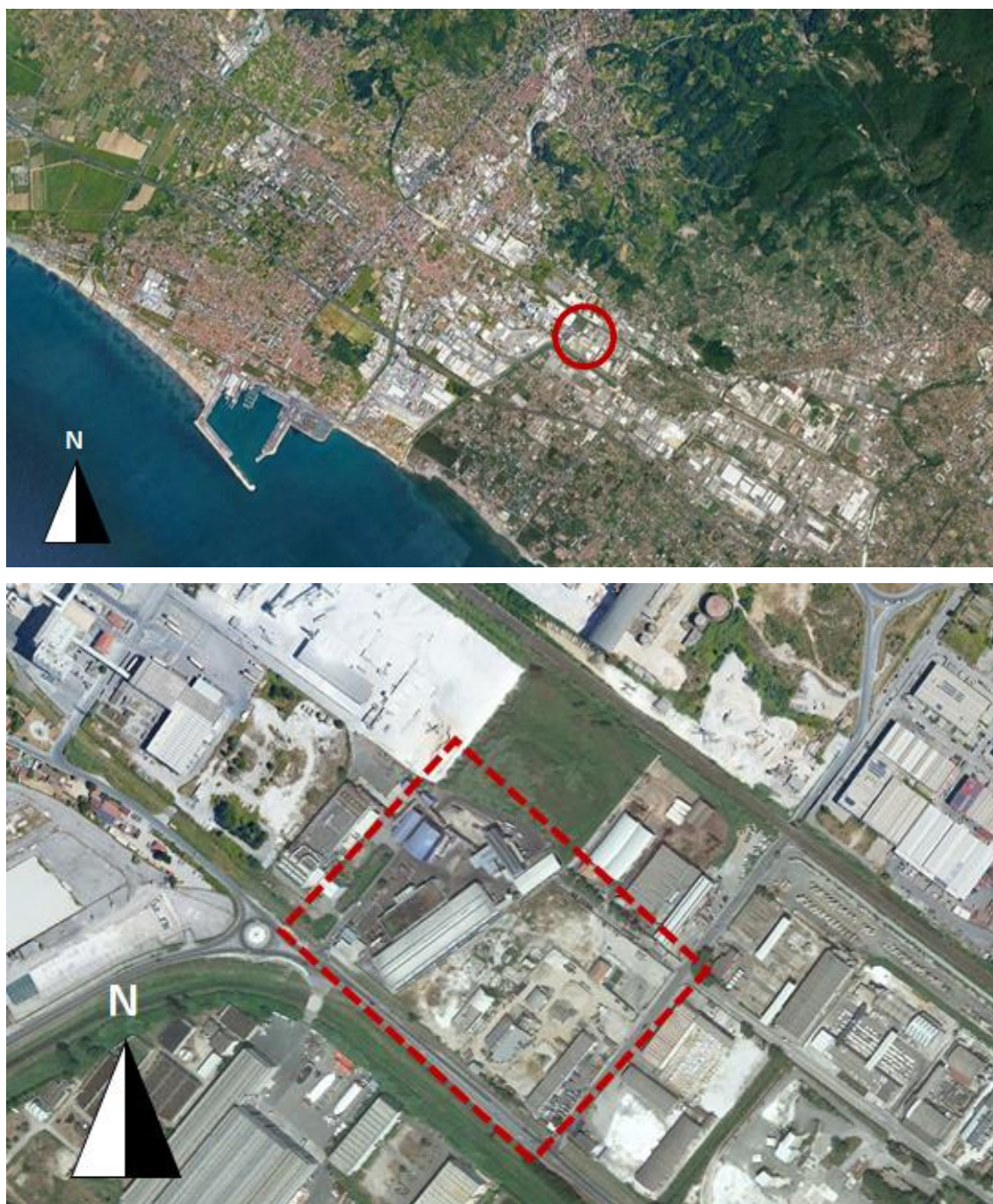


Figura 1: Inquadramento generale dell'area dell'impianto

Il lavoro è stato condotto attraverso:

- L'analisi dei dati di piovosità locale, al fine di poter determinare le grandezze idrologiche ed idrauliche caratteristiche con cui poter definire il bacino oggetto di progettazione;
- la definizione delle portate specifiche di progetto per le varie tipologie di tubazioni che si andranno ad installare nell'impianto.

La presente relazione sarà necessaria al fine di poter dimensionare le condotte di progetto per la regimazione delle acque meteoriche dei tetti e del piazzale: per le informazioni relative a questo argomento si rimanda alla relazione tecnica gestione acque meteoriche.

Qui di seguito vengono riportati i valori delle altezze di precipitazione registrate, sia con riferimento a quelle di natura oraria sia con riferimento agli scrosci (precipitazioni di durata inferiore all'ora); in base alla natura e alla conformazione del bacino da trattare verranno scelti i risultati ottenuti dalle suddette tipologie di piogge.

2 CARATTERI IDROLOGICI DEL SITO

2.1 CENNI SULLA METODOLOGIA REGIONALE UTILIZZATA

Al fine di giungere alla definizione dei parametri idrologici sono state inoltre acquisite le elaborazioni condotte a cura della Regione Toscana in merito alla pluviometria dell'area, e in particolare lo studio per la determinazione delle nuove curve di possibilità pluviometrica, consultabili sul sito:

<http://www.sir.toscana.it/lsp-2012>

la determinazione delle Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica è stata effettuata mediante l'analisi dei dati pluviometrici registrati nelle stazioni di misura (pluviometri) distribuite sull'intero territorio regionale. Mediamente la lunghezza delle serie storiche considerate varia tra 30 e 50 anni; i dati raccolti in ciascuna stazioni arrivano fino all'anno 1997. Successivamente tali serie storiche sono state integrate con i dati aggiornati al 2002.

La procedura adottata nell'analisi dei dati pluviometrici ai fini dell'aggiornamento delle Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica (LSP) può essere sintetizzata nelle seguenti fasi di lavoro:

- Raccolta dei dati di precipitazione massima per ciascuna stazione della rete di monitoraggio (con serie storica almeno trentennale);
- Applicazione del metodo TCEV – Two Components Extreme Value per il calcolo delle LSP.

L'applicazione della procedura TCEV è stata effettuata per durate superiori all'ora e nei casi più significativi per durate inferiori all'ora, ovvero in presenza di serie storiche con un numero rilevante di dati. Sulla base di questo criterio sono state anche escluse le serie storiche troppo esigue di alcune stazioni. In particolare, come riferimento si è assunto un numero minimo di dati pari a 30 anni.

L'obiettivo è dunque la stima dei parametri delle linee segnalatrici espresse nella forma:

$$h = a t^n Tr^m$$

con:

- h: altezza critica di pioggia [mm];
- t: durata della pioggia [ore];
- Tr: tempo di ritorno [anni].

I parametri a, m, n vengono stimati tramite regressione multipla lineare, previa linearizzazione dell'espressione precedente attraverso il passaggio alla forma logaritmica:

$$\ln h = \ln a + n \ln t + m \ln Tr$$

La relazione, che ne deriva consente di valutare l'altezza di pioggia (h), in funzione della durata della pioggia (t) e dei tempi di ritorno secondo le due classi:

- t < 1 ora: 5', 10', 15', 20', 30'
- t > 1 ora: 1h, 3h, 6h, 12h e 24h

Più precisamente, i dati sono stati ricavati dallo studio "Analisi di frequenza regionale delle precipitazioni estreme" condotto da Enrica Caporali, Valentina Chiarello e Giuseppe Rossi nel 2014: tale studio si basa sulla suddivisione del territorio regionale in n. 4 zone omogenee denominate subregioni; per ognuna di esse è stata determinata una curva di crescita per le precipitazioni giornaliere e, quando questa non sia risultata indicativa dell'andamento della distribuzione di frequenza cumulata sperimentale delle piogge a livello orario, si è proceduto ad una stima diretta della curva di crescita per ciascun valore di durata. Dal confronto tra le curve di crescita teoriche del modello TCEV dedotte su base oraria e i dati sperimentali delle altezze di pioggia di durata 30' con più di 30 anni di dati, è emersa la possibilità di rappresentare i valori sub-orari con la distribuzione TCEV valida per 1h. Per la determinazione della pioggia indice per ogni regione omogenea e per ogni durata di pioggia è stato utilizzato un modello multivariato, funzione di caratteristiche climatiche e geo-morfologiche.

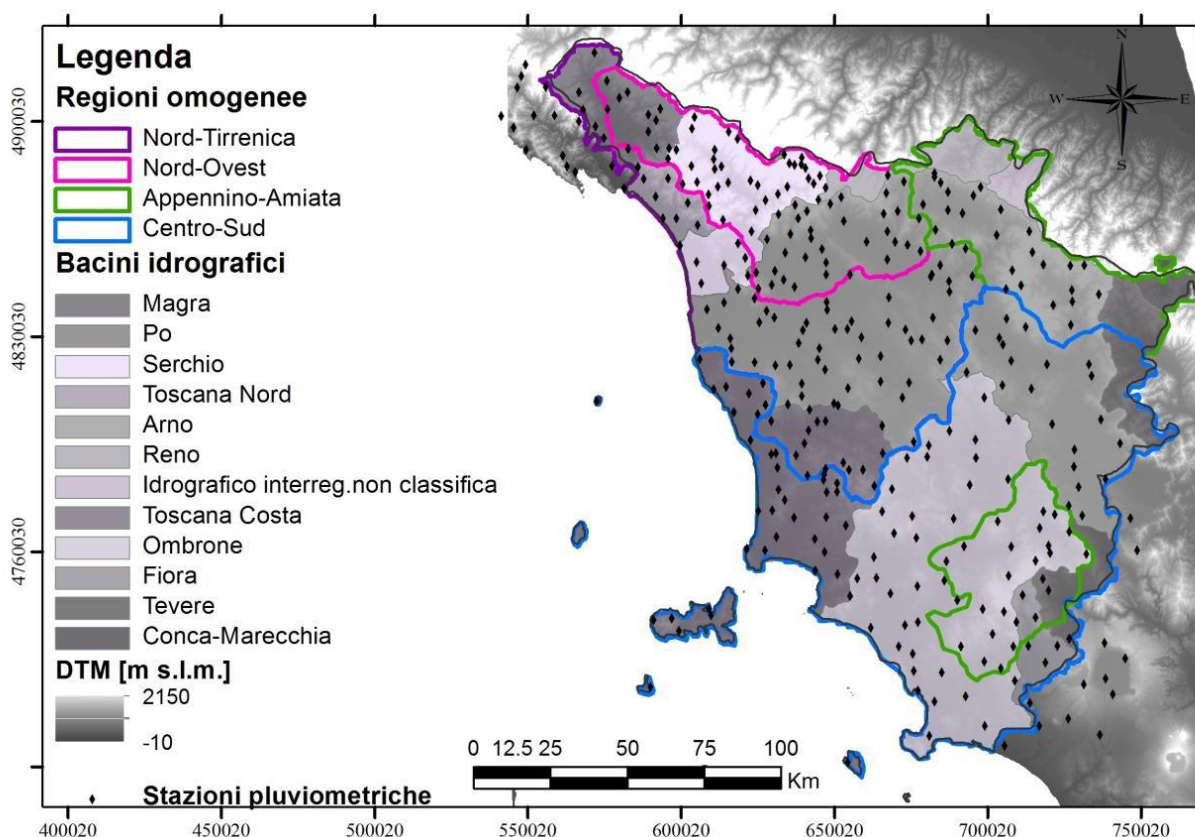


Figura 2: Suddivisione dell'area di studio in regioni omogenee. In figura sono rappresentate le regioni statisticamente omogenee e le 351 stazioni pluviometriche con più di 30 anni di dati, utilizzate nel presente studio. In secondo piano è presente la divisione in bacini idrografici e il modello digitale del terreno (DTM)- (Caporali, Chiarello, Rossi 2014)

Le stime delle altezze di pioggia per le diverse durate caratteristiche (1, 3, 6, 12 e 24 ore e giornaliera) e i diversi tempi di ritorno fissati (2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200 e 500 anni), sono state ottenute come prodotto dei valori della pioggia indice μ per le diverse durate e il fattore di crescita adimensionale KT per i diversi tempi di ritorno validi per ognuna delle 4 regioni.

Nel caso specifico, l'area oggetto d'intervento si trova all'interno della subregione nord tirrenica.

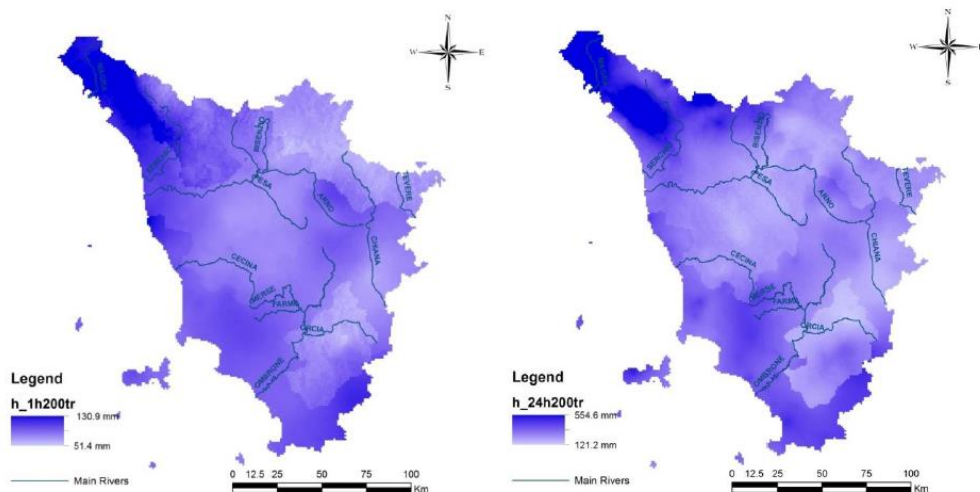


Figura 3: Spazializzazione sull'intera regione dell'altezza di pioggia di durata 1 ora (a sinistra) e 24 ore (a destra) per il tempo di ritorno 200 anni- (Caporali, Chiarello, Rossi 2014)

La previsione quantitativa dei valori estremi di pioggia in un determinato punto è stata effettuata anche attraverso la determinazione della curva o linea segnalatrice di probabilità pluviometrica (LSPP), cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

Note le altezze di pioggia per durate e tempi di ritorno fissati, attraverso una regressione logaritmica è possibile determinare le griglie di 1 km su tutta la regione dei parametri a e n .

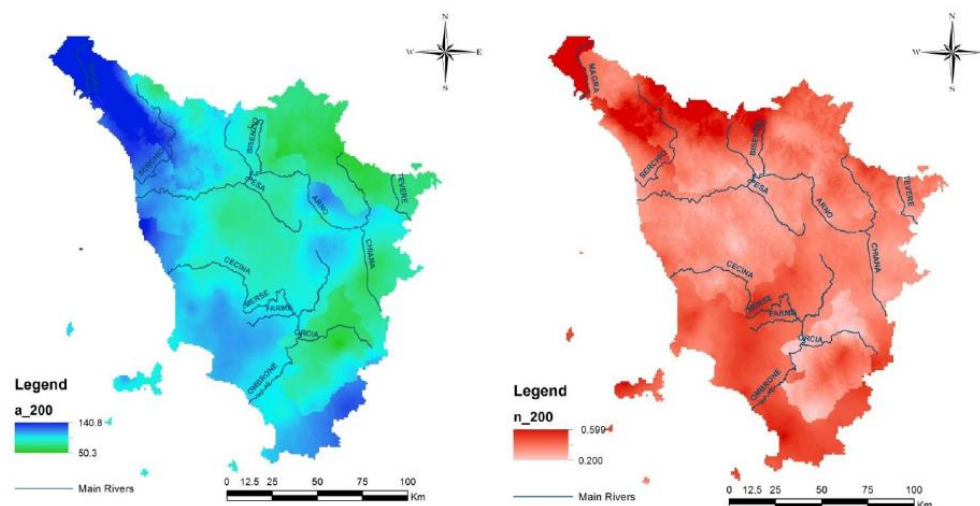


Figura 4: Spazializzazione sull'intera regione dei parametri " a " (a sinistra) e " n " (a destra) della Linea Segnalatrice di Possibilità Pluviometrica LSPP per il Tempo di ritorno 200 anni- (Caporali, Chiarello, Rossi 2014)

2.2 PARAMETRI IDROLOGICI DI PROGETTO

L'impianto oggetto della presente progettazione è ubicato nelle immediate vicinanze del pluviometro di Avenza, più precisamente a 1,75 km in linea d'aria di distanza, come riportato nella figura sottostante.



Figura 5: Posizione dell'impianto rispetto al pluviografo di Avenza

Pertanto, per la definizione dei parametri a e n necessari per il calcolo delle portate di progetto, è stato fatto riferimento ai dati forniti dal portale regionale suddetto ricavati dal pluviografo indicato nell'immagine; qui di seguito vengono riportati i valori al variare del tempo di ritorno.

Tr (anni)	a	n
10	53,429	0,26956
20	62,926	0,28329
30	68,536	0,29088
50	75,715	0,29928
100	85,467	0,30899
150	91,320	0,31387
200	95,376	0,31654
500	108,78	0,32321

Proprio con riferimento ai precedenti parametri, si opera una correzione per tenere in conto la relazione di proporzionalità inversa tra l'estensione del bacino scolante e l'intensità media ragguagliata di una pioggia: pertanto si utilizzeranno le formule di Puppini, secondo cui:

$$a' = a \left[1 - 0.084 \frac{S}{100} + 0.07 \left(\frac{S}{100} \right)^2 \right]$$

$$n' = n + 0.014 \frac{S}{100}$$

dove S è la superficie del bacino considerato espressa in km^2 ; si ricorda che tale formula è valida se $S < 600 \text{ km}^2$.

Nel caso in cui dovessero essere considerate le piogge di durata inferiore all'ora (scrosci), il trattamento dei dati richiede un'ulteriore correzione del coefficiente angolare della curva di possibilità pluviometrica n , pari a:

$$n^* = \frac{4}{3} n'$$

Dove n' è il coefficiente ottenuto dalla correzione di Puppini: tale correzione permette di utilizzare il coefficiente di deflusso φ inteso come costante.

Per completezza, infine, vengono qui di seguito riportate le curve di possibilità pluviometrica ricavate dai dati di pioggia per i diversi tempi di ritorno, al variare della durata delle piogge.

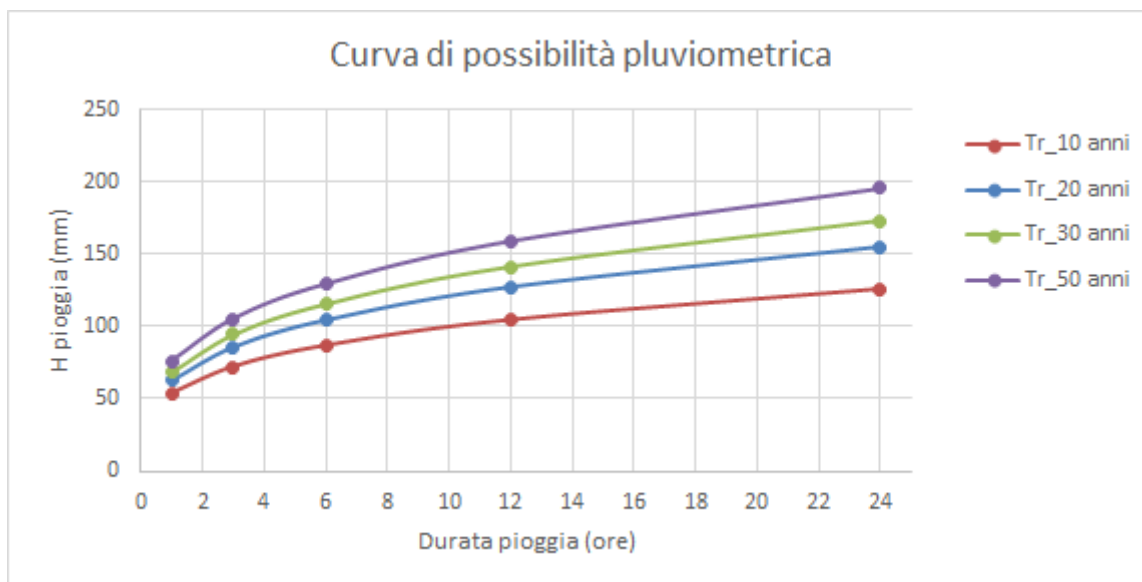


Figura 6: Curve di possibilità pluviometrica ricavate dai dati di pioggia della stazione di Avenza (MS)

2.3 CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DEI BACINI

Al fine di poter definire il dimensionamento della rete di regimazione delle acque meteoriche ricadenti sia sul piazzale che sui tetti, vengono assimilate le rispettive aree di deflusso come dei bacini dotati di caratteristiche idrologiche ed idrauliche equivalenti.

Si anticipa che, coerentemente alle ipotesi progettuali, si considereranno come bacini d'interesse unicamente quelli derivanti dalle aree aggiuntive di progetto, trascurando pertanto tutte le aree già attualmente in uso: ciò è giustificato dal fatto che si è previsto di mantenere inalterato il deflusso delle acque di piazzale che dei tetti attualmente in uso, prevedendo in fase di progetto di aggiungere nuove linee per contenere le portate derivanti dai piazzali e dalle coperture aggiuntive.

Per ulteriori informazioni si faccia riferimento alla relazione tecnica gestione acque meteoriche, alla planimetria reti a gravità acque meteoriche coperture, alla Planimetria reti a gravità acque meteoriche piazzali e viabilità.

2.3.1 PIAZZALE E VIABILITÀ

Più nel dettaglio, con riferimento alla regimazione della viabilità di progetto aggiuntiva (ossia quella relativa alla porzione sud est dell'impianto), ai fini della trattazione idrologica verrà considerato un bacino equivalente, caratterizzato dalle seguenti informazioni:

- **Superficie (S):** è la superficie del bacino; è stata assunta pari alla superficie impermeabilizzata in fase di progetto nell'area sud-est dell'impianto, ossia di 6.500 m²; in particolare, il bacino verrà considerato piano, senza alcun tipo di avvallamento e/o impedimento che possa ostacolare il deflusso delle acque;
- **Coefficiente di deflusso (φ):** è il parametro che indica la capacità del terreno di far ruscellare le acque in superficie e varia in base alla permeabilità della stessa; nel caso in esame, considerata la pavimentazione industriale in calcestruzzo prevista dal progetto per la viabilità, è stato assunto il valore di tale coefficiente pari a $\varphi = 0,9$ in accordo con i valori di letteratura.

Tipo di superficie	Coefficiente di deflusso φ
Superfici pavimentate	0,7÷0,9
Strade in terra	0,4÷0,6
Superfici erbose	0,1÷0,7
Aree residenziali	0,3÷0,7
Boschi	0,1÷0,3
Terreni coltivati	0,2÷0,6

Tabella 1: Valori del coefficiente di deflusso da adottarsi nel metodo cinematico (da "Sistemazione dei Corsi d'acqua", Da Deppo, Datei & Salandin, seconda edizione)

- **Lunghezza dell'asta fluviale (L):** è la lunghezza del percorso più lungo che la particella fluida deve percorrere per raggiungere la sezione di deflusso; considerate le opere di regimazione delle acque meteoriche in progetto (si faccia riferimento alla planimetria reti a gravità acque meteoriche piazzali e viabilità) tale distanza è posta pari a 30 m;
- **Altezza media sulla sezione di chiusura (H_m):** è pari alla differenza tra l'altezza media del bacino (che considerando la piazzola con rampa è di 5,6 m s.l.m.m) e l'altezza della sezione di chiusura (4 m s.l.m.m.), pari a 1,60 m.

Queste grandezze saranno necessarie per poter ricavare il tempo di corrivazione del bacino, inteso come il tempo necessario affinché tutti i contributi del bacino (in termini di deflussi) raggiungano la sezione di chiusura; tramite questa grandezza si riuscirà, pertanto, a quantificare il valore di portata di progetto Q_p con il quale effettuare le verifiche idrauliche delle tubazioni delle reti.

Il tempo di corrivazione t_c di un bacino è il tempo necessario perché il bacino sia integralmente contribuente, ovvero il tempo impiegato da una singola particella d'acqua piovuta nel punto idraulicamente più lontano a raggiungere la sezione di chiusura.

La definizione di tempo di corrivazione consente di spiegare perché la piena si verifica proprio se l'evento meteorico ha una durata almeno pari al tempo di corrivazione, dato che in questo caso tutta l'area scolante contribuisce ai fini del deflusso superficiale; inoltre, il concetto di tempo di corrivazione permette anche di giustificare perché nei piccoli bacini sono sufficienti piogge brevi per determinare eventi di piena.

La formula per ricavare il tempo di corrivazione si deve a Giandotti, secondo cui il parametro, nel caso in cui si tratti di bacini montani e/o collinari sufficientemente estesi, è pari a:

$$t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{H_{media} - H_0}}$$

Dove:

- S è l'estensione del bacino [km²];
- L è la lunghezza del percorso più lungo che la particella fluida deve percorrere per raggiungere il canale [km];
- H_{media} è l'altitudine media del bacino imbrifero sotteso [m s.l.m.m];
- H_0 è la quota in cui la particella incontra il canale [m s.l.m.m].

Nel caso in esame, invece, essendo il bacino equivalente di un'estensione inferiore a 10 km², si preferisce utilizzare la formulazione di Aronica e Paltrinieri, che partendo dalla correlazione di Giandotti quantificano il tempo di corrivazione come:

$$t_c = \frac{\frac{1}{M d} \sqrt{S} + 1,5L}{0,8 \sqrt{H_{media} - H_0}}$$

Dove M e d sono costanti numeriche che assumono valori differenti in funzione del tipo di suolo e della permeabilità dei terreni, come riportato nella tabella seguente.

Tipo di copertura	M
Terreno nudo	0,667
Terreni coperti con erbe rade	0,250
Terreni coperti da bosco	0,200
Terreni coperti da prato permanente	0,167
Permeabilità	d
Terreni semi-impermeabili	1,270
Terreni poco permeabili	0,960
Terreni mediamente permeabili	0,810
Terreni molto permeabili	0,690

Tabella 2: Valori delle costanti per la definizione del tempo di corrivazione secondo Aronica e Paltrinieri

Alla luce dei dati suddetti, i tempi di corrivazione per il bacino equivalente dei piazzali e della viabilità sono i seguenti:

	Giandotti	Aronica- Paltrinieri
ore	0,287	0,138
minuti	17,22	8,31

In via cautelativa, si considera il tempo di corrivazione derivante dalla formulazione di Aronica e Paltrinieri.

Si noti che, essendo il tempo di corrivazione inferiore all'ora, per tener conto del fatto che il bacino interessato sia più vulnerabile alle piogge di durata inferiore all'ora nel calcolo dell'altezza di pioggia verrà considerato il parametro n^* .

2.3.2 COPERTURE

Esattamente come visto nel paragrafo precedente, si provvede adesso ad illustrare le caratteristiche del bacino equivalente alle aree coperte; tale operazione sarà propedeutica alla verifica idraulica delle tubazioni per il deflusso delle acque dai tetti.

Visto il percorso delle tubazioni, sono stati considerati n. 2 bacini, per semplicità differenti soltanto nell'estensione della superficie; più precisamente verranno chiamati bacino n.1 (in rosso) e n.2 (in blu) come indicato nell'immagine seguente.

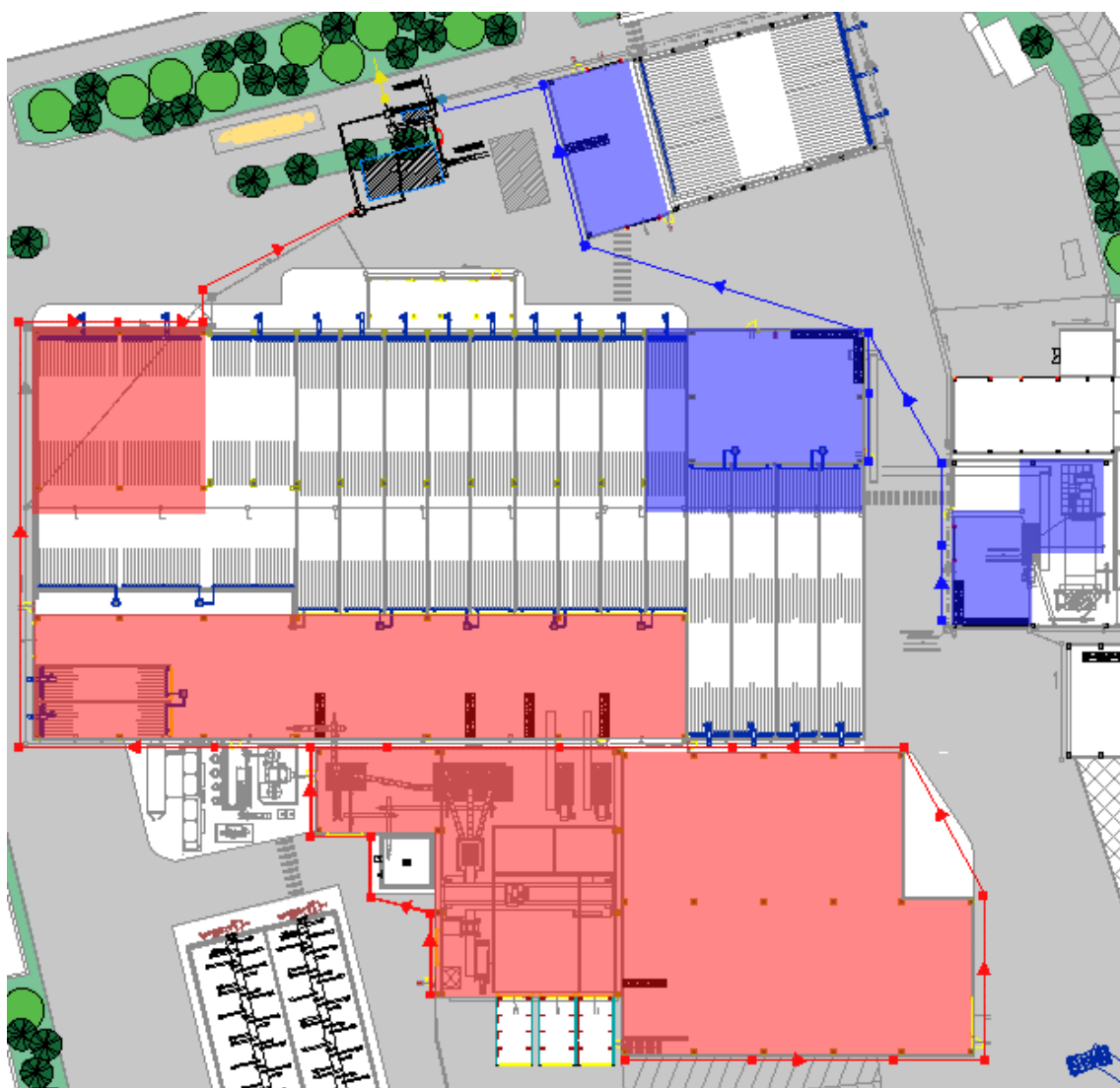


Figura 7: Indicazione dei bacini per le acque meteoriche delle coperture

- **Superficie (S):** è la superficie del bacino; è pari a 5.725 mq per il bacino n. 1, mentre ammonta a 1.220 mq per il bacino n. 2; inoltre, entrambi i bacini verranno considerati piani, senza alcun tipo di avvallamento e/o impedimento che possa ostacolare il deflusso delle acque;

- **Coefficiente di deflusso (φ):** è il parametro che indica la capacità del terreno di far ruscellare le acque in superficie e varia in base alla permeabilità della stessa; nel caso in esame, considerata la pavimentazione industriale in calcestruzzo prevista dal progetto per la viabilità, è stato assunto il valore di tale coefficiente pari a $\varphi = 0,9$ in accordo con i valori di letteratura.

Tipo di superficie	Coefficiente di deflusso φ
Superfici pavimentate	0,7÷0,9
Strade in terra	0,4÷0,6
Superfici erbose	0,1÷0,7
Aree residenziali	0,3÷0,7
Boschi	0,1÷0,3
Terreni coltivati	0,2÷0,6

Tabella 3: Valori del coefficiente di deflusso da adottarsi nel metodo cinematico (da "Sistemazione dei Corsi d'acqua", Da Deppo, Datei & Salandin, seconda edizione)

- **Lunghezza dell'asta fluviale (L):** è la lunghezza del percorso più lungo che la particella fluida deve percorrere per raggiungere la sezione di deflusso; considerate le opere di regimazione delle acque meteoriche in progetto (si faccia riferimento alla planimetria reti a gravità acque meteoriche coperture) tale distanza è posta pari a 10,75 m a favore di sicurezza, in analogia al capannone n. 6
- **Altezza media sulla sezione di chiusura (Hm):** tale grandezza è stata ottenuta a partire dalla pendenza delle coperture più gravosa (2,3%) in modo tale da tenere in considerazione l'effetto più gravoso per il dimensionamento idraulico; sulla base di tale grandezza è stata ricavata un'altezza fittizia ma, tuttavia, rispettosa delle ipotesi progettuali di deflusso.

Alla luce di ciò, i risultati ottenuti sono i seguenti:

BACINO N. 1		
	Giandotti	Aronica- Paltrinieri
ore	3,19	0,37
minuti	191,22	22,35

BACINO N. 2		
	Giandotti	Aronica- Paltrinieri
ore	1,56	0,20
minuti	93,46	12,15

In via cautelativa, si considera il tempo di corrivazione derivante dalla formulazione di Aronica e Paltrinieri.

Si noti che, essendo entrambi i tempi di corrivazione inferiore all'ora, per tener conto del fatto che i bacini interessati sono più vulnerabili alle piogge di durata inferiore all'ora nel calcolo dell'altezza di pioggia verrà considerato il parametro n^* .

3 CARATTERISTICHE IDRAULICHE DEI BACINI

Nel presente paragrafo verranno condotte le verifiche idrauliche sulle tubazioni di progetto costituenti la rete delle acque meteoriche di piazzale e di quelle proveniente dai tetti.

3.1 CALCOLO DELLA PORTATA DI PIOGGIA

Il calcolo della portata di piena Q_p è condotto con il metodo cinematico, secondo cui il flusso delle acque in ingresso la fognatura dipende unicamente dal trasferimento della massa liquida; in particolare, non tutti gli afflussi meteorici impiegheranno lo stesso tempo per raggiungere il canale, in quanto caduti in punti diversi del bacino d'interesse: proprio per tener conto di questo fenomeno si considera il tempo di corrivazione t_c precedentemente ricavato, in modo da poter considerare la portata di punta come quella in arrivo alla sezione di chiusura in corrispondenza dell'istante in cui tutte le particelle fluide del bacino vi confluiscono.

Si precisa che, con riferimento al tempo di corrivazione, si trascura nelle verifiche a favore di sicurezza il tempo di canale, ossia il tempo impiegato dalla particella fluida a percorrere il ramo della tubazione d'interesse; questo viene fatto in modo da poter massimizzare il valore della portata da smaltire.

Per il calcolo della portata di piena Q_p viene utilizzata la formula prevista dal metodo cinematico riportata qui di seguito:

$$Q_p = \frac{\varphi S h}{t_c}$$

Dove φ è il coefficiente di deflusso, S è la superficie del bacino, h è l'altezza di pioggia calcolata con la formula precedentemente riportata (dipendente dai valori delle grandezze idrologiche ricavate dai database della Regione Toscana) e t_c è il tempo di corrivazione del bacino considerato.

Le tubazioni di progetto sono state verificate con i valori di pioggia corrispondenti ad un tempo di ritorno di 20 anni, adeguato al dimensionamento delle fognature civili.

ACQUE DI PIAZZALE_Tr= 20 anni		
ϕ	coeff di deflusso	0,9
k	fattore conversione unità di misura	0,278
a'		62,926
n*		0,378
tc (ore)	tempo di corrivazione	0,139
h (mm)	altezza di pioggia	29,824
Q Tr 20 anni (mc/s)		0,350
Q Tr 20 anni (l/s)		349,761

ACQUE DEI TETTI (bacino n.1)_Tr= 20 anni		
ϕ	coeff di deflusso	0,9
k	fattore conversione unità di misura	0,278
a'		62,926
n*		0,378
tc (ore)	tempo di corrivazione	0,373
h (mm)	altezza di pioggia	43,336
Q Tr 20 anni (mc/s)		0,166
Q Tr 20 anni (l/s)		166,444

ACQUE DEI TETTI (bacino n.2)_Tr= 20 anni		
ϕ	coeff di deflusso	0,9
k	fattore conversione unità di misura	0,278
a'		62,926
n*		0,378
tc (ore)	tempo di corrivazione	0,203
h (mm)	altezza di pioggia	34,425
Q Tr 20 anni (mc/s)		0,052
Q Tr 20 anni (l/s)		51,828

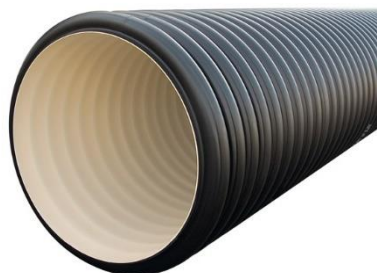
3.2 VERIFICHE IDRAULICHE DELLE TUBAZIONI- RETE PIAZZALI E VIABILITÀ

Nel presente paragrafo vengono condotte le verifiche idrauliche sulle tubazioni di progetto.

Con riferimento alla rete di regimazione delle acque meteoriche di piazzale, per rendere la trattazione più snella verrà analizzato il dimensionamento unicamente dell'ultimo tratto di condotta, ossia quello deputato al collettamento di tutte le acque meteoriche all'interno dell'impianto nella vasca di prima pioggia.

VERIFICA TUBAZIONE FINALE ACQUE DI PIAZZALE_Tr 20 anni										
Q (m³/s)	i (%)	D (m)	Q rel (m³/s)	Φ (%)	hr (m)	h fin (m)	Ar/D²	Ar (m²)	vr (m/s)	v accettabile?
0,350	0,50	0,50	0,261	70	0,349	0,454	0,581	0,145	2,40	SI

Le tubazioni utilizzate saranno del tipo PEAD corrugato avente classe di rigidità anulare SN8 per poter sopportare al meglio i carichi stradali derivanti dal transito dei mezzi pesanti in arrivo; il diametro indicato pari a 500 mm è da intendersi interno, in modo che esso possa garantire completamente la sezione di deflusso ai contributi idrici in arrivo.



SEZIONE CIRCOLARE	
D (cm)	50
Area (m²)	0,196
Pendenza (%)	0,5
Ks (Gauckler Strickler)	120
Q progetto (m³/s)	0,350

I sistema di smaltimento così concepito per il drenaggio delle acque meteoriche risulta adeguatamente dimensionato in relazione alle piogge attese ed in relazione alla grandezza di bacino considerata.

Infine, con riferimento ai rami periferici della rete di deflusso delle acque meteoriche provenienti dai piazzali e dalla viabilità, questi saranno realizzati in tubazioni in PEAD corrugato SN8 avente diametro interno pari a 200 mm.

3.3 VERIFICA IDRAULICA DELLE TUBAZIONI- RETE COPERTURE

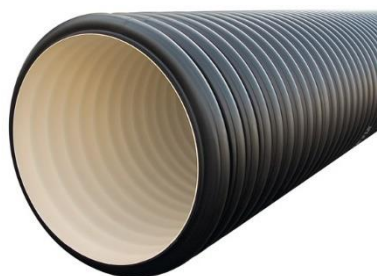
Con riferimento alla rete di regimazione delle acque meteoriche delle coperture, per rendere la trattazione più snella verrà analizzato il dimensionamento unicamente dell'ultimo tratto di condotta, ossia quello deputato al collettamento delle acque raccolte al recapito finale.

Di seguito vengono illustrati i calcoli sia con riferimento al bacino n. 1 che al n. 2.

VERIFICA TUBAZIONE FINALE ACQUE DEI TETTI (bacino n. 1)_Tr 20 anni

Q (m ³ /s)	i (%)	D (m)	Q rel (m ³ /s)	Φ (%)	hr (m)	h fin (m)	Ar/D ²	Ar (m ²)	vr (m/s)	v accettabile?
0,166	1,00	0,315	0,302	80	0,253	0,329	0,668	0,066	2,510	SI

Le tubazioni utilizzate saranno del tipo PEAD corrugato avente classe di rigidità anulare SN8 per poter sopportare al meglio i carichi stradali derivanti dal transito dei mezzi pesanti in arrivo; il diametro indicato pari a 300 mm è da intendersi interno, in modo che esso possa garantire completamente la sezione di deflusso ai contributi idrici in arrivo.



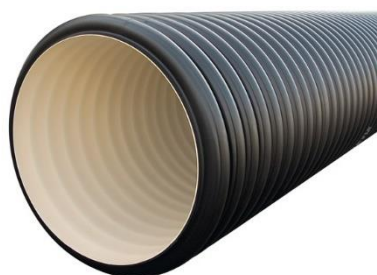
SEZIONE CIRCOLARE	
D (cm)	31,5
Area (m ²)	0,0779
Pendenza (%)	1
Ks (Gaukler Strickler)	120
Q progetto (m ³ /s)	0,166

I sistema di smaltimento così concepito per il drenaggio delle acque meteoriche risulta adeguatamente dimensionato in relazione alle piogge attese ed in relazione alla grandezza di bacino considerata.

VERIFICA TUBAZIONE FINALE ACQUE DEI TETTI (bacino n. 2)_Tr 20 anni

Q (m ³ /s)	i (%)	D (m)	Q rel (m ³ /s)	Φ (%)	hr (m)	h fin (m)	Ar/D ²	Ar (m ²)	vr (m/s)	v accettabile?
0,052	1,2	0,20	0,288	76	0,152	0,198	0,636	0,025	2,04	SI

Le tubazioni utilizzate saranno del tipo PEAD corrugato avente classe di rigidità anulare SN8 per poter sopportare al meglio i carichi stradali derivanti dal transito dei mezzi pesanti in arrivo; il diametro indicato pari a 200 mm è da intendersi interno, in modo che esso possa garantire completamente la sezione di deflusso ai contributi idrici in arrivo.



SEZIONE CIRCOLARE	
D (cm)	20
Area (m ²)	0,0314
Pendenza (%)	1,20
Ks (Gaukler Strickler)	120
Q progetto (m ³ /s)	0,052

Il sistema di smaltimento così concepito per il drenaggio delle acque meteoriche risulta adeguatamente dimensionato in relazione alle piogge attese ed in relazione alla grandezza di bacino considerata.

Infine, con riferimento ai rami periferici della rete di deflusso delle acque meteoriche provenienti dai tetti, questi saranno realizzati in tubazioni in PEAD corrugato SN8 avente diametro interno pari a 200 mm.