



AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA DAL CASELLO DI REGGIOLO-ROLO SULLA A22 AL CASELLO DI FERRARA SUD SULLA A13

CODICE C.U.P. E81B08000060009

PROGETTO DEFINITIVO

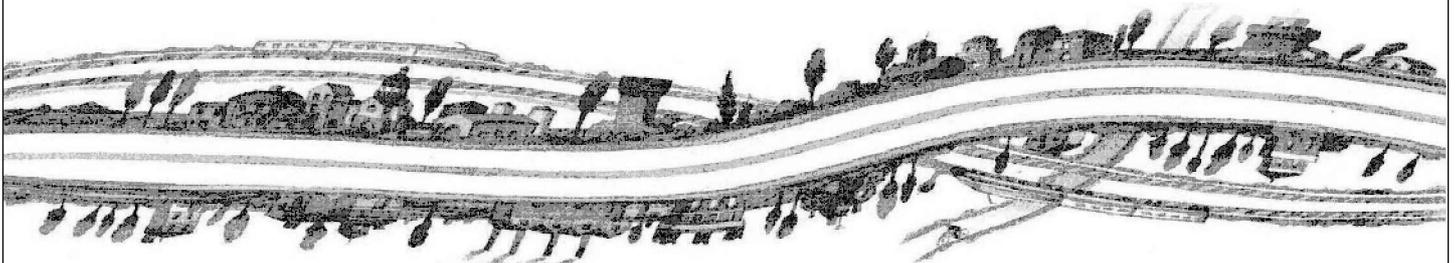
ASSE AUTOSTRADALE (COMPRESIVO DEGLI INTERVENTI LOCALI DI COLLEGAMENTO VIARIO AL SISTEMA AUTOSTRADALE)

PROGETTAZIONE STRADALE

VIABILITA' INTERFERITA

V03 - SOTTOVIA PODERALE ALLA PK 2+348

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DEL TRACCIATO ED IDRAULICA



IL PROGETTISTA

Alpina S.p.A.
Dott. Ing. Marco Bonfanti
Ordine Ingegneri di Milano
n. A/23384

RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Emilio Salsi
Albo Ing. Reggio-Emilia n° 945



IL CONCESSIONARIO

Autostrada Regionale
Cispadana S.p.A.
IL PRESIDENTE
Graziano Pattuzzi

G. Pattuzzi

G										
F										
E										
D										
C										
B										
A	17.04.2012	EMISSIONE				Ing. Magagnino	Ing. Bonfanti	Ing. Salsi		
REV.	DATA	DESCRIZIONE				REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE		
IDENTIFICAZIONE ELABORATO										DATA: MAGGIO 2012
NUM. PROGR.	FASE	LOTTO	GRUPPO	CODICE OPERA WBS	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	REV.	SCALA: _
1563	PD	0	V03	VCS03	0	SD	RT	01	A	

INDICE

1. INQUADRAMENTO DELL'OPERA	4
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	6
3. DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	7
4. SISTEMA DI DRENAGGIO	10
4.1. Metodologia di ricostruzione delle curve di possibilità pluviometrica per intensità di pioggia da 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 6, 12 e 24 ore	10
4.2. Metodologia di ricostruzione delle curve di possibilità pluviometrica per intensità di pioggia inferiori a 1 ora	12
4.3. Dimensionamento delle canalette a griglia	13



AUTOSTRADA
REGIONALE
CISPADANA

REGIONE EMILIA ROMAGNA

AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA
dal casello di Reggiolo-Rolo sulla A22 al casello di Ferrara Sud sulla A13

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione stradale

Viabilità interferita

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DEL TRACCIATO ED IDRAULICA

1. INQUADRAMENTO DELL'OPERA

L'opera V03 Sottovia della viabilità poderale, si colloca nell'ambito dei lavori inerenti l'autostrada regionale Cispadana collegamento autostradale di connessione tra il casello di Reggiolo Rolo sull'A22 al Casello di Ferrara Sud sull'A13, alla progressiva chilometrica 2+347.86 dell'asse autostradale.

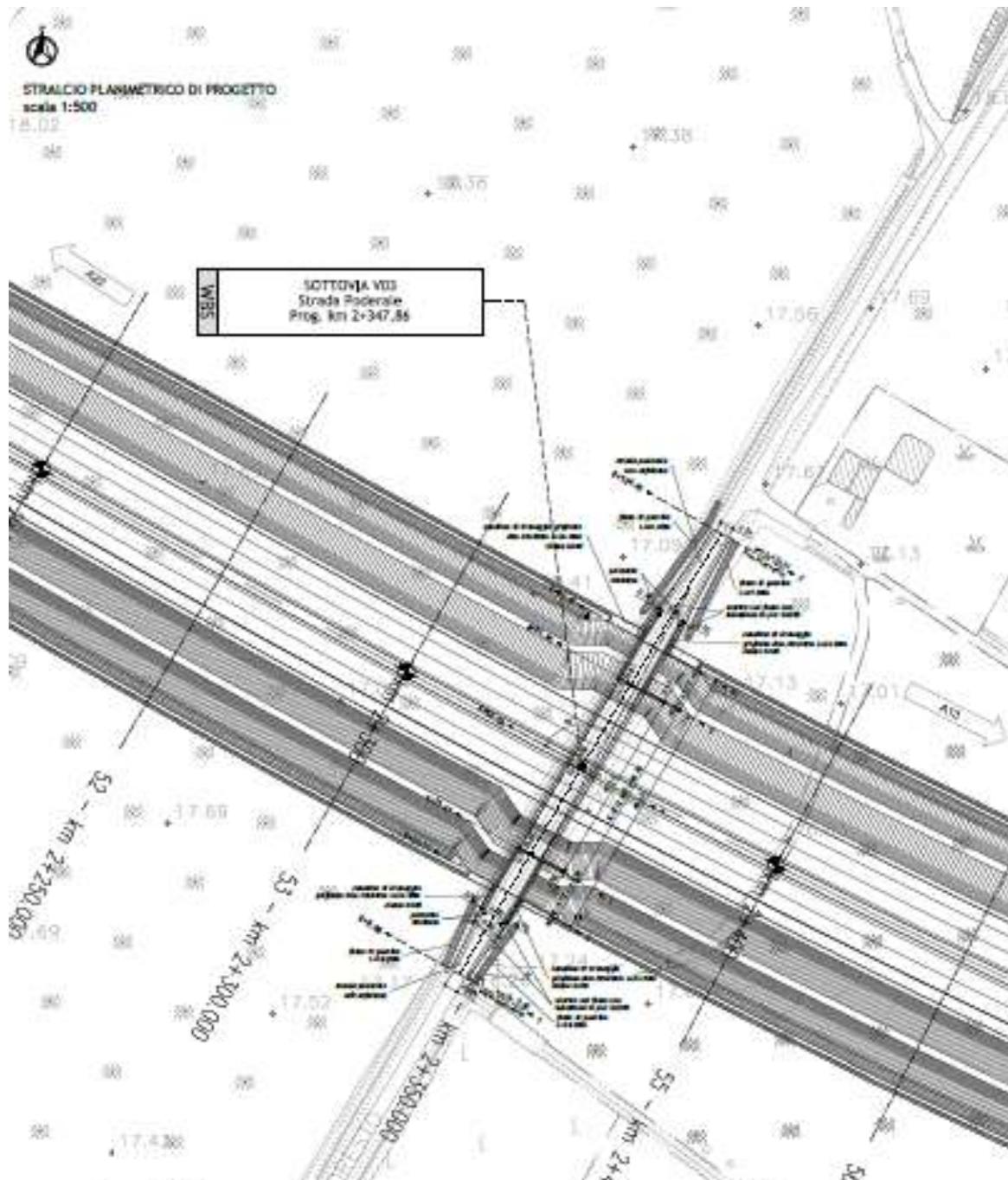
La zona interessata dall'opera, planimetricamente, si colloca nel territorio del comune di Novi di Modena, in provincia di Modena.

In tale zona, l'asse autostradale è caratterizzato geometricamente dalla clotoide in entrata di una curva in sinistra di raggio $R=2100m$ con pendenza trasversale della piattaforma stradale compresa tra il 2.50% e il 4.25% verso il centro della curva. La quota autostradale in asse è 27.35m slm.

Il tracciato stradale del sottovia ha un andamento planimetrico quasi perpendicolare all'asse autostradale (angolo fra asse sottovia e asse autostradale = 92°), altimetricamente il sottovia in oggetto è collegato su entrambi i lati nord e sud al piano stradale della viabilità poderale esistente

L'intervento in esame inteso come opera coordinata, ha quindi lo scopo di garantire la continuità alla strada poderale, anche dopo la costruzione dell'autostrada. Tale manufatto di tipologia tombino scatolare è ubicato al di sotto del piano viabile dell'autostrada e sarà raccordato come anticipato precedentemente alla viabilità esistente su entrambi i lati.

PLANIMETRIA DI INQUADRAMENTO



2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

I calcoli e le disposizioni esecutive sono conformi alle norme attualmente in vigore elencate nell'elaborato PD_0_0000_0000_GE_KT_01 - ELENCO NORMATIVE DI RIFERIMENTO.

3. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il tracciato stradale in esame, il cui caposaldo iniziale è posto a sud dell'asse autostradale, presenta un unico rettilineo di lunghezza pari a 124.41m, dove è posizionato il tombino scatolare di sottopasso all'autostrada.

Il profilo longitudinale del tracciato stradale, presenta una prima livelletta di pendenza pari a 0,38% raccordata all'altimetria della viabilità esistente seguita da un raccordo verticale di raggio R=250m, da una seconda livelletta di pendenza pari a 0.48%, da un secondo raccordo verticale di raggio R=250m, da una terza livelletta di pendenza pari a 0.5%, da un terzo raccordo verticale di raggio R=250m, da una quarta livelletta di pendenza pari a -0.5%, da un quarto raccordo verticale di raggio R=250m, da una quinta livelletta di pendenza pari a -0.71%, da un quinto raccordo verticale di raggio R=250m, e da una sesta livelletta di pendenza pari a -0.63% che si raccorda all'altimetria della viabilità esistente.

Il sottopassaggio all'autostrada con tombino scatolare avviene con la terza e la quarta livelletta, circa in mezzzeria del tombino si ha il punto di massimo alla quota di 17.66m slm.

La strada poderale ha una larghezza di 6 m all'interno del sottopassaggio (muri ad "U" + scatolare) che si rastrema all'esterno del manufatto per andarsi a raccordare con la viabilità esistente. Gli elementi marginali sono costituiti da due arginelli di 75 cm ed un rivestimento di terreno vegetale di spessore 30 cm. La strada ha una pavimentazione costituita da misto granulare stabilizzato dello spessore di 25 cm posato su basso rilevato realizzato con terre stabilizzate a calce. La pendenza trasversale è costante con due falde con pendenza 2,5% verso l'esterno in tutto il tratto.

Il tombino scatolare presenta una lunghezza complessiva di 48.20 m le dimensioni interne sono in retto pari a 6.00x5.80m, con uno spessore della soletta superiore pari a 0.70 m, della soletta inferiore pari a 0.80 m e dei piedritti laterali pari a 0.70m.

Il franco altimetrico minimo è di 5.15m (in mezzzeria del tombino); il ricoprimento, ovvero la distanza tra la quota del piano stradale autostradale nella configurazione con piattaforma a 3 corsie più emergenza e l'estradosso della soletta superiore, è variabile da un massimo di 3.34 m sul ciglio destro, ad un minimo di 3.35 m sul ciglio sinistro, in corrispondenza dell'asse autostradale il ricoprimento è pari a 3.83 m.

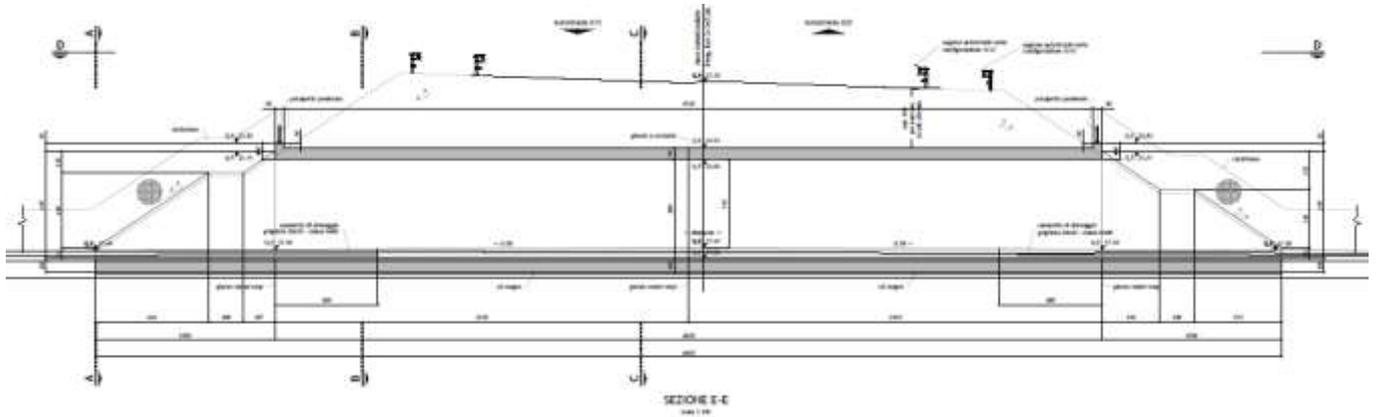
Fanno parte dell'intervento in oggetto anche i tratti con muri ad u collegati allo stesso manufatto, che presentano nel lato nord uno sviluppo complessivo in asse pari a 10.50m, e nel lato sud in asse pari a 10.50m.

La quota di falda è a circa 50 cm sotto il livello di campagna ad una quota di circa 16,86m slm.

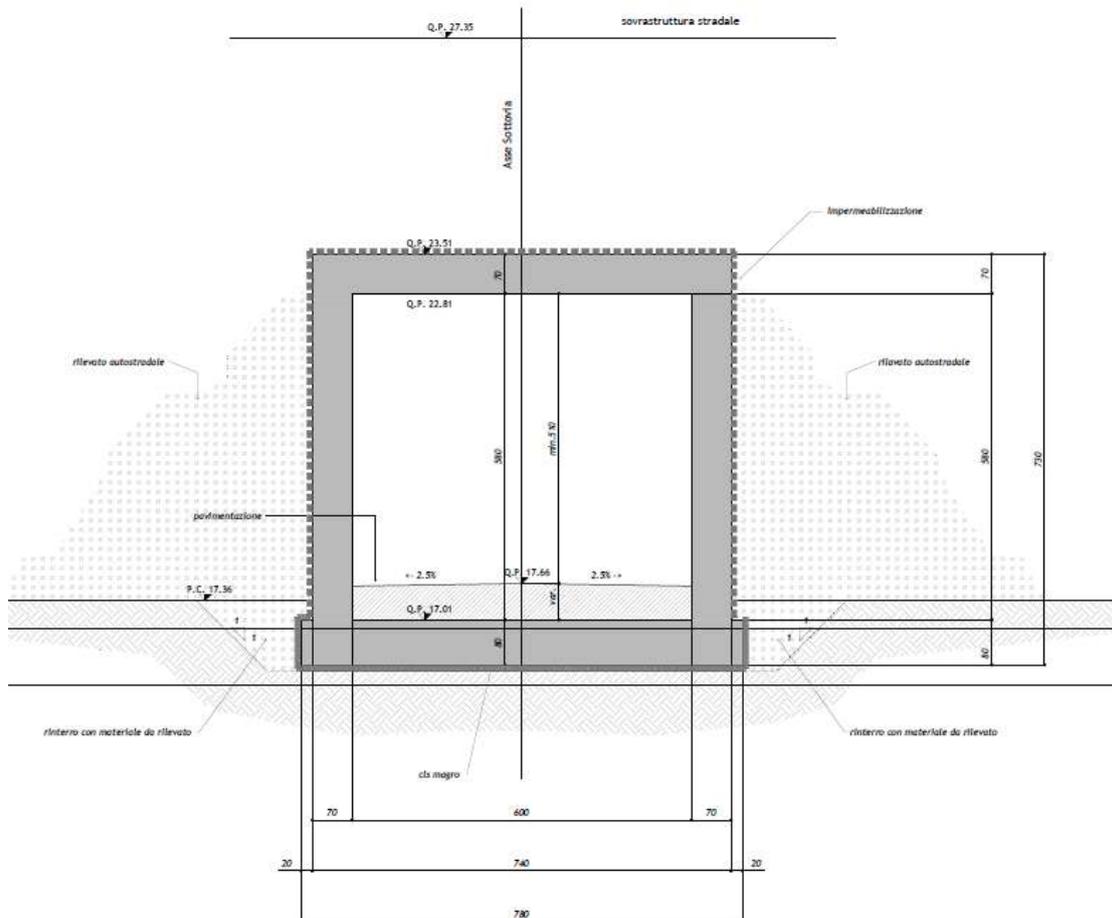
Lo scolo delle acque avviene tramite una canaletta grigliata 30x30 che parte da ogni estremità da circa 6 m all'interno del tratto scatolare verso l'esterno fino a scaricare lateralmente nei fossi laterali esistenti un volta oltrepassata la recinzione autostradale.

Per i sottovia di tipo poderale non è previsto né l'impianto di illuminazione né l'utilizzo di profili redirettivi. Per i dettagli relativi ai parapetti e alle recinzioni si rimanda agli elaborati tipologici.

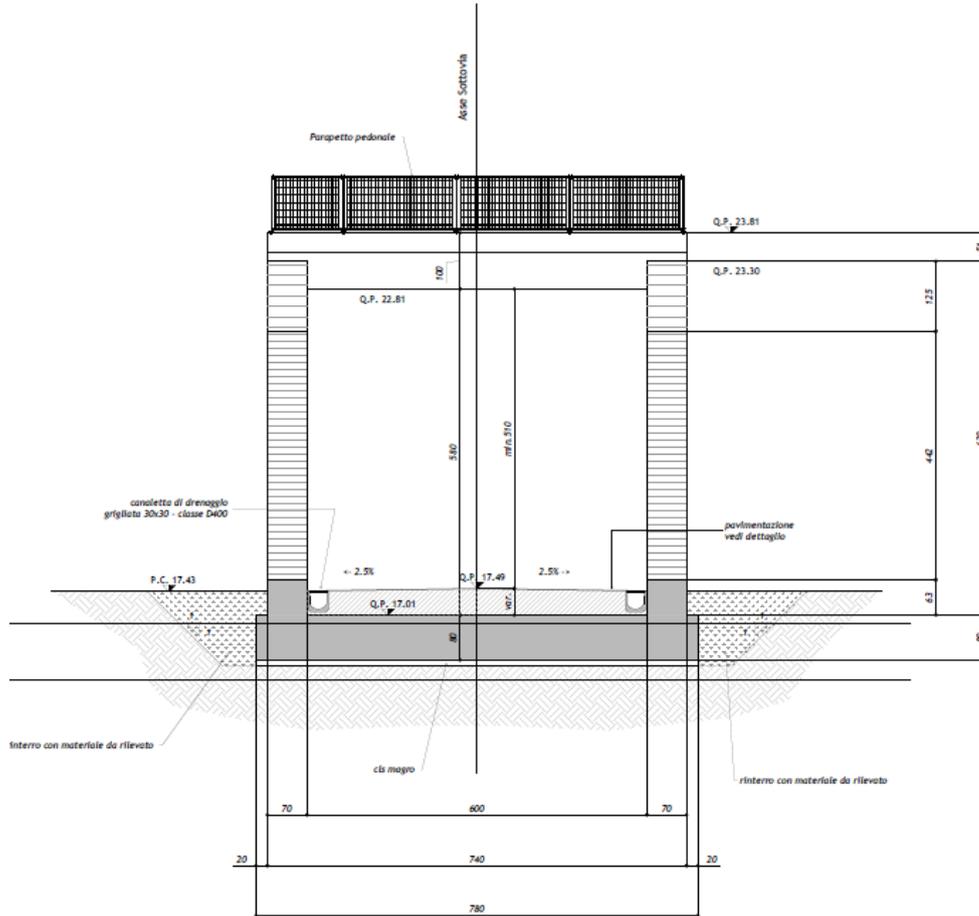
SEZIONE LONGITUDINALE



SEZIONE TRASVERSALE SCATOLARE



SEZIONE TERMINALE DEI MURI AD U



4. SISTEMA DI DRENAGGIO

Il sistema di smaltimento dell'opera in oggetto è essenzialmente costituito da due canaline di drenaggio poste all'estremità della pavimentazione stradale a ridosso dei piedritti dell'elemento scatolare su entrambi gli imbocchi del sottovia stesso. La canalina in progetto si estende per un tratto all'interno del manufatto al fine di poter garantire il drenaggio di eventuale contributo meteorico non diretto.

Il proporzionamento del sistema di smaltimento ha preso le mosse dallo studio idrologico applicato all'area in oggetto; tale studio ha previsto l'indagine sul regime delle piogge di breve durata e forte intensità per un Tempo di Ritorno di 20 anni, in tutti i pluviometri situati nelle vicinanze della viabilità, finalizzata alla definizione delle curve di possibilità pluviometrica e dei relativi ietogrammi di progetto.

Lo studio è stato suddiviso in due parti ciascuna influenzata dalla durata di pioggia:

1. verifica dei manufatti di raccolta e smaltimento sollecitata da eventi di pioggia di durata >1 ora. Rientrano tra questi i sistemi di raccolta che svolgono anche la funzione laminativa, funzione questa che non è stata necessaria prevedere per l'intervento in oggetto in quanto non si considerano influenti i contributi meteorici imputabili al tratto di nuova pavimentazione.
2. verifica dei manufatti di raccolta e smaltimento sollecitata da eventi di pioggia di durata <1 ora. rientrano tra questi manufatti le caditoie e i collettori che necessariamente debbono scaricare prima possibile le acque defluite.

Il recapito ultimo per le canaline di drenaggio in questione risultano essere i fossi di guardia esistenti della strada podereale che sarà ricucita.

4.1. Metodologia di ricostruzione delle curve di possibilità pluviometrica per intensità di pioggia da 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 6, 12 e 24 ore

Per la determinazione della relazione fra altezza (h) e durata (t) dell'evento di pioggia in funzione del tempo di ritorno (TR), si fa riferimento alla legge probabilistica che meglio si adatta al campione di dati utilizzato.

Nel caso delle stazioni pluviometriche in esame, la determinazione della relazione fra altezza (h) e durata (t) dell'evento di pioggia, in funzione del Tempo di Ritorno (TR), è stata ottenuta tramite la legge probabilistica di Gumbel, stimandone i parametri $a(T)$ ed $n(T)$, al fine di ottenere la curva di possibilità pluviometrica nella forma:

$$h = a(T)t^{n(T)}$$

4.1

L'elaborazione statistica ha portato alla definizione delle curve di possibilità climatica, dove l'altezza di pioggia espressa in millimetri è rappresentata dall'espressione:

$$h = n - \frac{\ln \left(-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right)}{a}$$

4.2

dove:

TR = tempo di ritorno

$$n = Y - \bar{Y}_N \cdot S_Y / S_N$$

$$a = S_N / S_Y$$

YN = media della variabile ridotta

SN = deviazione standard della variabile ridotta

Y = media aritmetica delle massime altezze di pioggia osservate

Sy = scarto quadratico medio delle massime altezze di pioggia osservate.

Il valore assunto dai parametri Sx e Sn è funzione del numero di osservazioni a disposizione; tali valori sono riportati nella tabella sottostante.

TABELLA 4.1– VALORI DEI PARAMETRI (YN) E SN SECONDO GUMBELL

N	Media ridotta \bar{Y}_N									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4995	0,4996	0,5014	0,5020	0,5100	0,5128	0,5154	0,5177	0,5198	0,5217
20	0,5236	0,5217	0,5268	0,5282	0,5296	0,5300	0,5321	0,5332	0,5343	0,5355
30	0,5362	0,5321	0,5380	0,5388	0,5396	0,5401	0,5413	0,5417	0,5424	0,5430
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5451	0,5458	0,5463	0,5468	0,5472	0,5477	0,5481
50	0,5483	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5532	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5571	0,5573	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5584
90	0,5586	0,5588	0,5590	0,5591	0,5592	0,5593	0,5594	0,5595	0,5596	0,5597
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5605	0,5606	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611
N	Deviazione standard ridotta S_N									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	1,0010	1,0148	1,0270	1,0376	1,0476	1,0564	1,0644	1,0717	1,0785	1,0847
20	1,0904	1,0958	1,1008	1,1055	1,1099	1,1140	1,1179	1,1215	1,1250	1,1283
30	1,1314	1,1344	1,1372	1,1399	1,1425	1,1449	1,1473	1,1496	1,1518	1,1538
40	1,1559	1,1578	1,1597	1,1614	1,1632	1,1649	1,1665	1,1680	1,1696	1,1710
50	1,1724	1,1738	1,1752	1,1765	1,1777	1,1789	1,1801	1,1813	1,1824	1,1835
60	1,1846	1,1856	1,1866	1,1876	1,1886	1,1895	1,1904	1,1913	1,1922	1,1931
70	1,1939	1,1947	1,1955	1,1963	1,1971	1,1978	1,1986	1,1993	1,1999	1,2007
80	1,2014	1,2020	1,2027	1,2033	1,2039	1,2045	1,2052	1,2057	1,2063	1,2069
90	1,2072	1,2078	1,2084	1,2089	1,2095	1,2101	1,2106	1,2111	1,2116	1,2121
100	1,2126	1,2130	1,2135	1,2139	1,2144	1,2148	1,2153	1,2157	1,2161	1,2165

Per stimare la CPP rappresentativa dell'area in questione si è proceduto nel seguente modo: si sono prese in esame le 3 stazioni pluviometriche prossime all'infrastruttura stradale, associando ad ognuna di esse un peso, calcolato con il metodo dell'inverso della distanza, si ricavano le intensità di pioggia per assegnato TR all'interno di ogni singolo tratto.

Il metodo dell'inverso delle distanze si basa sull'ipotesi che in ciascun punto del bacino la precipitazione possa essere stimata sulla base di tutte le precipitazioni misurate, attribuendo ad esse un peso pari all'inverso della distanza tra il punto e la stazione pluviometrica. Frequentemente si fa riferimento alla distanza al quadrato.

Indicato con k il generico elemento della griglia, essendo $k = 1, \dots, K$, il peso w_{ki} del pluviometro i nella maglia k risulta:

$$w_{ki} = \frac{\frac{1}{d_i^2}}{\sum_{j=1, M} \frac{1}{d_j^2}}$$

4.3

dove d_j indica la distanza tra l'elemento della griglia ed il pluviometro i ed M è il numero complessivo di pluviometri considerati.

Si riportano di seguito, per il TR20 anni le tabelle riassuntive dei valori dei parametri delle CPP per i diversi tratti della viabilità in questione.

TABELLA 4.2 PARAMETRI DELLE CPP PER DURATE DI PIOGGIA SUPERIORI ALL'ORA

α	44.53
n	0.464

4.2. Metodologia di ricostruzione delle curve di possibilità pluviometrica per intensità di pioggia inferiori a 1 ora

Per la verifica dei sistemi di raccolta, per i quali la risposta al deflusso è immediata, si deve necessariamente calcolare la sollecitazione più gravosa durante eventi di pioggia intensi e di durata inferiore ad 1 ora.

Il calcolo dei parametri delle CPP per durate inferiori all'ora è stato effettuato mediante la formula di Bell a partire dalle CPP per durate superiori all'ora.

$$\frac{h_{d,T}}{h_{60,T}} = 0.54d^{0.25} - 0.5$$

4.4

Con essa è possibile calcolare la pioggia di durata $d < 60$ minuti e tempo di ritorno T , in funzione del valore $h_{60,T}$ fornito dalla CPP relativa allo stesso periodo di ritorno.

I risultati ottenuti sono riportati nella sottostante tabella.

TABELLA 4.3 PARAMETRI DELLE CPP PER DURATE DI PIOGGIA INFERIORI ALL'ORA

a	42.92
n	0.239

4.3. Dimensionamento delle canalette a griglia

Il drenaggio delle acque di piattaforma in progetto, come detto, viene effettuato mediante canalette grigliate longitudinali 30x30 cm posizionate in banchina in corrispondenza degli imbocchi del manufatto. Le canalette scaricheranno nel primo recapito utile costituito dal fosso di guardia a lato della viabilità.

La scelta delle dimensioni delle canalette viene effettuata in modo tale che la portata meteorica in arrivo alle griglie sia minore di quella effettivamente smaltibile dalle canalette stesse.

Per il calcolo della portata drenata viene utilizzata la ben nota formula razionale, mentre per la valutazione della portata smaltibile dalle canalette vien utilizzata la formula di Gauckler –Strickler:

Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..

Il valore del coefficiente di scabrezza assunto è $K_s=65 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per il calcestruzzo usurato.

Fissati un coefficiente di scabrezza K_s e una pendenza longitudinale i , si è in grado, con la formula precedente, di determinare la geometria e il grado di riempimento che danno luogo ad una portata Q pari a quella massima di progetto. Ogni canalina in progetto sarà posta in opera secondo una livelletta di progetto pari a $i=0.5\%$ che garantisce uno smaltimento di una portata al colmo pari a circa 90 l/s con una velocità di circa 1 m/s, valore questo risulta essere largamente superiore alla portata meteorica afferente dal bacino di interesse, costituito da metà carreggiata in misto stabilizzato di larghezza pari a 3 m per una lunghezza media di circa 17 m e coeff. di afflusso $\phi=0.6$, in grado di scaricare nella canalina una portata al colmo pari a 2 l/s. Le caratteristiche della pavimentazione della viabilità in questione data la sua rugosità garantisce tempi di accesso in rete superiori ad una pavimentazione stradale bitumata e la tipologia di drenaggio di tipo "lineare", completa poi le caratteristiche di adeguatezza del sistema di allontanamento dei deflussi scelto in ragione di una sua remota possibilità di ostruzione. Le canalette di drenaggio scaricheranno poi nei fossi di guardia della strada podereale opportunamente riprofilati per tenere in conto del raccordo con la nuova viabilità in progetto. I fossi in terra con sezione 0,5x0,5 e pendenza delle sponde 1/1 trasferiscono tale portata al recapito ultimo. Tale fosso verrà rivestito sul fondo mediante la stesa di un materassino bentonitico che impedisca l'eventuale percolazione di acqua nel sottosuolo a completa tutela della risorsa idrica sotterranea. La pendenza del fosso in questione sarà pari a 0.1% che con una scabrezza $K_s= 20 [\text{m}^{1/3}/\text{s}]$ risulta in grado di vettoriare con un grado di riempimento del 70% una portata di 65 l/s. Prima dello sbocco nel canale recettore sarà realizzato un manufatto con la funzione di raccordare il fosso di guardia riprofilato ed al contempo permettere l'installazione di un dispositivo anti riflusso.