	Rev. 0	Data Luglio 2004	El. A18-9 -i1100	Pag. n. 1
	Rev. 2	Settembre 2012		

**AUTOSTRADA SIRACUSA - GELA**

**2° TRONCO ROSOLINI - RAGUSA**

**LOTTO 9**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**RELAZIONE IDROLOGICA**

	Rev. 0	Data Luglio 2004	El. A18-9 -i1100	Pag. n. 2
	Rev. 2	Settembre 2012		

## INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	CARATTERISTICHE DEI BACINI INTERCETTATI	6
3.	DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO	8
3.1.	Descrizione del metodo di calcolo	8
3.2.	Determinazione della curva di possibilità pluviometrica	10
3.3.	Determinazione della portata di progetto	16
4.	CRITERI PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE	19
4.1.	Smaltimento delle acque meteoriche dall'autostrada	19
4.2.	Vasche per la raccolta degli sversamenti accidentali e per il trattamento delle acque di prima pioggia	20
4.3.	Bacini di accumulo e laminazione	21
4.4.	Vasche di dissipazione	22
4.5.	Sicurezza idraulica dei corsi d'acqua ricettori	23
4.5.1.	Cava Cugno	23
4.5.2.	Cava San Bartolomeo	23
4.5.3.	Cava Pizzicucca	25
5.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	27

 <b>GENERALI</b>	Rev. 0	Data Luglio 2004	El. A18-9 -i1100	Pag. n. 3
	Rev. 2	Settembre 2012		

## 1. PREMESSA

Le opere da realizzare nell'ambito del 9° lotto, in prosecuzione al lotto 8 "Modica" sono relative al tratto autostradale dello sviluppo di circa m 11.215 m. Il tracciato autostradale intercetta un solo corso d'acqua di una certa importanza: la Cava Modica che risulta essere anche l'unico corso d'acqua demaniale. Il tracciato si snoda, nella prima metà del lotto, in prossimità dello spartiacque dei bacini di Cava Cugno e Cava S. Bartolomeo, piega quindi verso Scicli e, nel tratto terminale del lotto, attraversa su viadotto la Cava Modica.

Se si esclude la Cava Modica per quanto riguarda i corsi d'acqua, o i semplici impluvi, interessati dalle opere, questi presentano, come anche nei lotti precedenti, un regime idraulico tipicamente torrentizio, caratterizzato cioè da:

- un bacino imbrifero d'estensione relativamente piccola (mai superiore a un paio di chilometri quadrati);
- portate mediamente modeste ma rapidamente variabili, con valori nulli o quasi nella stagione estiva, e contributi specifici elevati in corrispondenza di piogge particolarmente intense (e di breve durata) nei mesi invernali;
- regime di corrente normalmente lento dovuto essenzialmente alle non elevate pendenze longitudinali;
- trasporto solido trascurabile, anche in concomitanza con eventi di morbida;
- nella fascia più settentrionale dei bacini imbriferi si è in presenza di formazioni a comportamento carsico, con coefficiente di deflusso decisamente ridotto.

I bacini imbriferi, intercettati dal tracciato autostradale, sono caratterizzati da terreni incolti o ad ulivi e, nelle zone a pendenza più dolce, da terreni coltivati a ortaggi o frutteto. Le pendenze delle superfici scolanti fanno sì che gli eventi di piena, che si presentano in corrispondenza alle piogge più brevi ed intense, abbiano un notevole contributo specifico con piogge di notevole intensità e durata molto contenuta.

Le caratteristiche dei bacini interessati dal tracciato autostradale, in termini di superficie contribuente sono riportate nella tabella di seguito riportata.

Tab. 1.1: Corsi d'acqua interessati, direttamente o indirettamente dal tracciato: denominazione o progressiva e superficie del bacino scolante alla sezione di chiusura

N° bacino	N° opera	Denominazione, o progressiva	S (km <sup>2</sup> )
1	3 bis	Prog. 643.53	0,475
1	6	Canaletta di gronda a nord dell'autostrada	0,475
2	4 bis	Prog. 916.54	0,204
2	4ter	Canaletta di gronda a nord dell'autostrada	0,204
3	10	Canaletta di gronda a nord dell'autostrada	0,213
1-2	5	Scarico in cava Cugno	0,679
3-4	10 bis-15	Canaletta e tombinatura a nord	0,533
5	19	Prog. 3380.45	0,051
3-4-5	20	Scarico nel San Bartolomeo	0,584
6a	20 bis	Prog. 3837.00	0,180
6b	21-24	Tombinatura a sud dell'autostrada	0,380
8a	27	Progr. 4864,15	0,137
6-7-8	27 bis	Canale di gronda a sud e a nord dell'autostrada	0,799
6-7-8-9-10	32	Scarico nel San Bartolomeo	1,534
9-10	36	Canaletta di gronda a nord dell'autostrada	0,735
11	40	Prog.7434.67	0,483
12a	48	Canaletta di gronda a nord dell'autostrada	0,434
12-13	54	Prog.8385.27 Cava Pizzicucca	0,960
12a-12b	56	Canale e scatolare a nord dell'autostrada	0,724
13	57	Canaletta di gronda a nord dell'autostrada	0,236
11-12-13	54bis e 55	Laminazione e restituzione in Cava Pizzicucca	1,443
14	Il tracciato autostradale non interferisce con il deflusso		0,041
15	Sistemazione idraulica su copertura galleria (Progr.9040.00)		0,107
15	96	Scarico nella Cava Pizzicucca	0,148
	69-90-91-91bis	Continuità canalette irrigue consortili	
16	97	Scarico in torrente Modica	0,106
17-18	68	Canaletta di gronda a sud dell'autostrada	0,108
	70	Torrente Modica	111,000

	Rev. 0	Data Luglio 2004	El. A18-9 -i1100	Pag. n. 5
	Rev. 2	Settembre 2012		

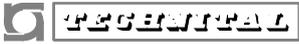
19	98-99-100	Gronda a nord dell'autostrada e scarico nel Modica	0,681
----	-----------	--	-------

Come illustrato nella relazione idraulica, in alcuni casi, per non aggravare in alcun modo l'entità delle portate affluenti agli impluvi e ai corsi d'acqua esistenti, si è adottato il criterio di creare dei volumi di accumulo o laminazione.

Nella presente Relazione Idrologica vengono descritti i bacini intercettati (cap. 2) ed esposti i criteri e le metodologie di calcolo adottate per la determinazione della portata di progetto (cap. 3), ) ed illustrati i criteri per lo smaltimento delle acque meteoriche

È da rilevare che nelle analisi idrologiche sono stati adottati e impiegati criteri e metodologie già approvati nelle corrispondenti analoghe situazioni dei lotti precedenti, questo anche perché si procede nella progettazione di lotti adiacenti e successivi della stessa infrastruttura; in particolare si è adottata la trattazione di Gumbel per la definizione degli eventi estremi e si è considerato un tempo di ritorno di 25 anni per la verifica della rete di collettamento delle acque meteoriche dalla piattaforma autostradale.

Si è comunque verificato, ed è esposto nella presente relazione, che i risultati sono cautelativi rispetto a quelli che si ottengono con il metodo TCEV. I dati assunti a base della progettazione, seppur cautelativi non determinano peraltro e non hanno determinato sovradimensionamenti nelle opere.

	Rev. 0	Data Luglio 2004	El. A18-9 -i1100	Pag. n. 6
	Rev. 2	Settembre 2012		

## 2. CARATTERISTICHE DEI BACINI INTERCETTATI

Nella planimetria del lotto 9 sono stati individuati, sulla base della morfologia dell'area e degli impluvi esistenti, 19 bacini, riportati e numerati progressivamente nell'elaborato relativo, talvolta suddivisi in sottobacini per tener conto più in dettaglio della configurazione della rete di scolo.

È da rilevare che per la quasi totalità i bacini attraversati dall'asse autostradale sono costituiti da versanti degradanti con pendenze più o meno significative (da suborizzontali a pendenze superiori al 5%) senza un impluvio definito.

Si rileva infatti che dal bacino 1 al bacino 4 il tracciato autostradale si svolge in prossimità dello spartiacque fra i bacini della Cava San Bartolomeo e della Cava Cugno, sul versante meridionale, parallelo alla Cava San Bartolomeo. Non si riscontrano in questo tratto impluvi evidenti.

I bacini indicati con i numeri 5, 6, 7 e 8 sono fasce di territorio, quasi sullo spartiacque, con pendenza est-ovest di circa 1% attraversati dal tracciato autostradale ortogonalmente alle curve di livello.

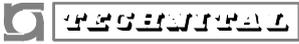
I bacini dal 9 al 13, anche questi con impluvi appena accennati, appartengono al versante meridionale del rilievo adiacente all'abitato di Scicli e fanno defluire le acque superficiali verso la cava Pizzicucca. I bacini 14 e 15, anche se planimetricamente intercettati dal tracciato autostradale non vengono interferiti per quanto riguarda i deflussi superficiali.

Il tracciato autostradale continua quindi il suo andamento est - ovest nella galleria artificiale Scicli e infine con il viadotto Modica, a scavalcare il vallone della Cava Modica.

Nella tabella 2.1 seguente viene riportato, per ogni bacino individuato, il nome o il numero di identificazione, la superficie (A) del bacino sotteso, lo sviluppo dell'asta principale (L), inteso come lunghezza massima del percorso della particella d'acqua defluente, e la quota media del bacino rispetto alla sezione di chiusura considerata (H).

Tab. 2.1: Caratteristiche geometriche dei bacini contribuenti considerati

N° bacino	N° opera	Corso d'acqua, collettore o progressiva	A (km <sup>2</sup> )	L (km)	H (m)
1	3 bis	Prog. 643.53	0,475	1,300	23,30
2	4 bis-4ter	Prog. 916.54	0,204	0,650	16,70
3	10	Canaletta a nord dell'autostrada	0,213	1,200	6,80
1-2	5	Scarico in cava Cugno	0,705	1,470	27,90
3-4	10 bis-15	Canaletta e tombinatura a nord	0,533	1,080	20,40
5	19	Sotto ponte Op. 16	0,051	0,330	6,40
3-4-5	20	Scarico nel San Bartolomeo	0,584	1,080	6,80
6b	21-24	Tombinatura a sud dell'autostrada	0,380	0,900	6,20
8a	27	Progr. 4864,15	0,137	1,000	12,00
6-7-8	27 bis	Canale a sud e a nord dell'autostrada	0,799	0,680	20,10
6-7-8-9-10	32	Scarico nel San Bartolomeo	1,534	0,980	22,10
9-10	36	Canaletta a nord dell'autostrada	0,735	1,900	21,50
11	40	Prog. 7434.67	0,483	1,53	27,60
12a	48	Canaletta a nord dell'autostrada	0,434	1,600	42,00
12-13	54	Prog. 8385.27	0,960	1,500	43,00
12a-12b	56	Canale e scatolare a nord dell'autostrada	0,724	1,670	45,90
13	57	Canaletta a nord dell'autostrada	0,236	0,800	28,90
11-12-13	55	Deflusso da vasca di laminazione Op. 54 bis			
14		Canaletta a monte	0,041	0,600	10,85
15	96bis	Sistemazione su copertura galleria	0,107	0,600	19,00
14-15	96	Scarico nella Cava Pizzicucca	0,148	0,600	19,00
16	97	Scarico in torrente Modica	0,106	0,52	27,00
17-18	68	Canaletta a sud dell'autostrada	0,108	0,900	17,00
	70	Torrente Modica	111,00	26,000	264,00
19	98-99-100	Canaletta a nord dell'autostrada	0,681	3,800	65,00

	Rev. 0	Data Luglio 2004	El. A18-9 -i1100	Pag. n. 8
	Rev. 2	Settembre 2012		

### 3. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO

#### 3.1. Descrizione del metodo di calcolo

Poichè non esistono dati riguardanti misurazioni dirette di deflusso relative ai corsi d'acqua attraversati, il calcolo della portata di piena è stato eseguito applicando le relazioni proposte da Giandotti, con le quali si può risalire al tempo di corrivazione  $t_c$  (espresso in ore) e alla portata  $Q$  (espressa in  $m^3/s$ ) mediante le seguenti formule:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{0,8\sqrt{H}} \quad (1)$$

$$Q = \frac{166Ah}{0,8t_c} \quad (2)$$

dove:

A = superficie del bacino sotteso dalla sezione considerata ( $km^2$ ), all'altezza, cioè, dell'intersezione con il tracciato autostradale;

L = lunghezza dell'asta fluviale principale (km);

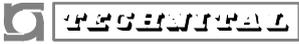
H = quota media del bacino rispetto alla sezione considerata (m);

h = altezza di pioggia (m), corrispondente all'evento meteorico avente tempo di ritorno prefissato e durata pari al tempo di corrivazione  $t_c$  del bacino.

È da rilevare che, in fase di verifica e analisi dei risultati ottenuti, sono stati presi in considerazione anche alcuni lavori specifici relativi alle portate di piena dei corsi d'acqua del ragusano <sup>(1)</sup><sup>(2)</sup>.

1 Cannarozzo M., D'Asaro F., Ferro V.: Un modello regionale per la determinazione delle curve di probabilità pluviometrica del territorio siciliano, Idrotecnica, 1990

2 Modica C., Reitano B., Rossi G.: *Individuazione di gruppi omogenei di bacini per l'analisi regionale delle portate di piena*, Atti del XXII Convegno di Idraulica e di Costruzioni Idrauliche, Cosenza 4-7 Ottobre 1990

	Rev. 0	Data Luglio 2004	El. A18-9 -i1100	Pag. n. 9
	Rev. 2	Settembre 2012		

Da tali verifiche è emerso come il metodo di Giandotti porti a sovrastimare le portate di piena essendo equivalente a considerare un coefficiente di deflusso pari al 75% rispetto a un effettivo coefficiente normalmente mai superiore al 50%. Per questo motivo, nella valutazione delle portate di piena si è proceduto anche utilizzando il *metodo razionale*, secondo il quale la portata determinata da una pioggia di intensità:

$$i = h/t \text{ (mm/ora)}$$

con t tempo di corrivazione e h l'altezza di precipitazione corrispondente con un prefissato tempo di ritorno, è data da:

$$Q = \frac{CiA}{3,6} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

con:

C = coefficiente di deflusso

A = superficie del bacino contribuente (km<sup>2</sup>)

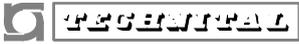
Il coefficiente di deflusso è stato considerato variabile da 0,75 a 0,25 in funzione delle caratteristiche planoaltimetriche e soprattutto morfologiche del bacino cui si riferisce.

È da osservare che anche con questa riduzione le portate di massima piena risultano leggermente superiori a quelle equivalenti valutate nei recenti lavori citati, e quindi cautelative.

La curva di possibilità pluviometrica, che fornisce l'altezza di pioggia, è espressa nella forma:

$$h = a t^n \tag{3}$$

Essa è stata calcolata elaborando i dati pluviometrici, di durata 1, 3 e 6 ore, registrati presso la stazione pluviografica di Noto, con la legge probabilistica doppio esponenziale di Gumbel, o dei valori estremi.

	Rev. 0	Data Luglio 2004	El. A18-9 -i1100	Pag. n. 10
	Rev. 2	Settembre 2012		

### 3.2. Determinazione della curva di possibilità pluviometrica

Per determinare le curve di possibilità pluviometrica sono state prese in considerazione, come accennato, le altezze massime di precipitazione annuali di durata 1, 3 e 6 ore consecutive, registrate alla stazione pluviografica di Noto. L'aver acquisito 40 anni di dati assicura una stima affidabile degli eventi estremi.

Nella tabella 3.1 sono riportati, in ordine decrescente, i dati relativi a tali precipitazioni.

Sono state quindi elaborate, separatamente, con il metodo di Gumbel, le piogge di durata  $t = 1$  ora,  $t = 3$  ore e  $t = 6$  ore.

In tale metodo la probabilità  $P$  è espressa dalla relazione

$$P = e^{-e^{-y}}$$

dove "e" è la base dei logaritmi Neperiani; "y", detta variabile ridotta, è data dalla

$$y = a_f (X - X_f),$$

essendo " $a_f$ " e " $X_f$ " due parametri funzioni della media aritmetica  $X$  degli "n" valori massimi a disposizione e dello scarto quadratico medio  $\sigma_x$ .

Nei casi in esame la relazione che lega la variabile ridotta  $y$  ai valori estremi  $h$ , può essere posta nella forma:

$$h = \bar{h} + \sigma_x / \sigma_n (y - Y_n) \quad (4)$$

dove:

$\bar{h}$  = media aritmetica dei valori;

$\sigma_x$  = scarto quadratico medio dei valori estremi;

$\sigma_n$  = costante, funzione del numero di osservazioni (in questo caso 1,1559);

$Y_n$  = costante funzione del numero di osservazioni (in questo caso 0,5436).

**Tab. 3.1:** Dati di pioggia ordinati secondo l'importanza dell'evento

Numero d'ordine	h (mm)		
	1 ora	3 ore	6 ore
1	67,2	111,6	191,0
2	65,0	103,4	143,8
3	59,0	97,4	100,0
4	52,0	86,4	89,8
5	45,8	67,2	89,8
6	42,4	64,8	84,0
7	42,2	64,6	77,8
8	40,8	64,6	76,8
9	40,8	62,4	73,8
10	40,2	60,0	72,6
11	39,2	57,8	72,0
12	38,8	56,4	68,8
13	36,6	54,4	68,0
14	36,4	53,4	66,6
15	35,4	48,8	64,0
16	34,4	48,8	54,0
17	33,6	46,4	54,0
18	33,0	45,6	53,6
19	32,8	45,0	53,6
20	31,6	45,0	53,4
21	31,6	43,4	51,8
22	29,4	42,8	51,6
23	28,8	42,4	49,2
24	27,2	40,8	47,6
25	25,2	37,2	47,6
26	24,8	36,8	45,0
27	24,2	35,0	43,4
28	23,6	34,2	43,2
29	23,2	34,0	42,0
30	22,8	33,6	40,4
31	22,0	31,2	37,6
32	20,2	31,2	36,4
33	18,8	27,2	36,2
34	18,0	27,0	32,8
35	18,0	26,2	28,0
36	18,0	26,0	27,8
37	17,4	23,8	27,4
38	15,4	22,8	26,6
39	14,2	20,4	26,6
40	12,8	20,4	24,2

Nella seguente tabella 3.2 sono riportati il valore medio  $\bar{h}$  e lo scarto quadratico medio  $\sigma_x$  rispettivamente per i dati relativi alle piogge di durata  $t = 1$  ora,  $t = 3$  ore e  $t = 6$  ore.

Tab. 3.2: Valori della media  $\bar{h}$  e dello scarto quadratico medio  $\sigma_x$  rispettivamente per i dati di pioggia della durata di 1, 3, e 6 ore

Durata della pioggia (ore)	$\bar{h}$ (mm)	$\sigma_x$
1	32,1	13,02
3	48,0	21,87
6	59,3	31,88

Inserendo questi valori nella (4) sono state ricavate le seguenti equazioni che legano "h" ad "y":

$$h = 11,27 y + 25,98 \quad \text{per} \quad t = 1 \text{ ora};$$

$$h = 18,92 y + 37,72 \quad \text{per} \quad t = 3 \text{ ore};$$

$$h = 27,58 y + 44,30 \quad \text{per} \quad t = 6 \text{ ore}.$$

Riportando graficamente tali rette sul particolare cartogramma predisposto da Gumbel, per ogni valore di "h" è possibile determinare direttamente la probabilità "P" ed il tempo di ritorno  $T_r$ , che tale valore rappresenta; nella figura 3.1 sono state tracciate tali rette: sull'ascissa inferiore sono indicate la variabile ridotta  $y$  e la probabilità  $P$ , su quella superiore il tempo di ritorno  $T_r$  corrispondente alla probabilità  $P$ , ed in ordinata, sono posti i valori di  $h$ .

Per le elaborazioni, si è fatto riferimento alle altezze di pioggia  $h$  di durata 1 ora, 3 ore e 6 ore, relative a tempi di ritorno  $T_r$  pari a 10, 50, 100 e 200 anni; tali valori vengono riportati nella tabella 3.3 che segue.

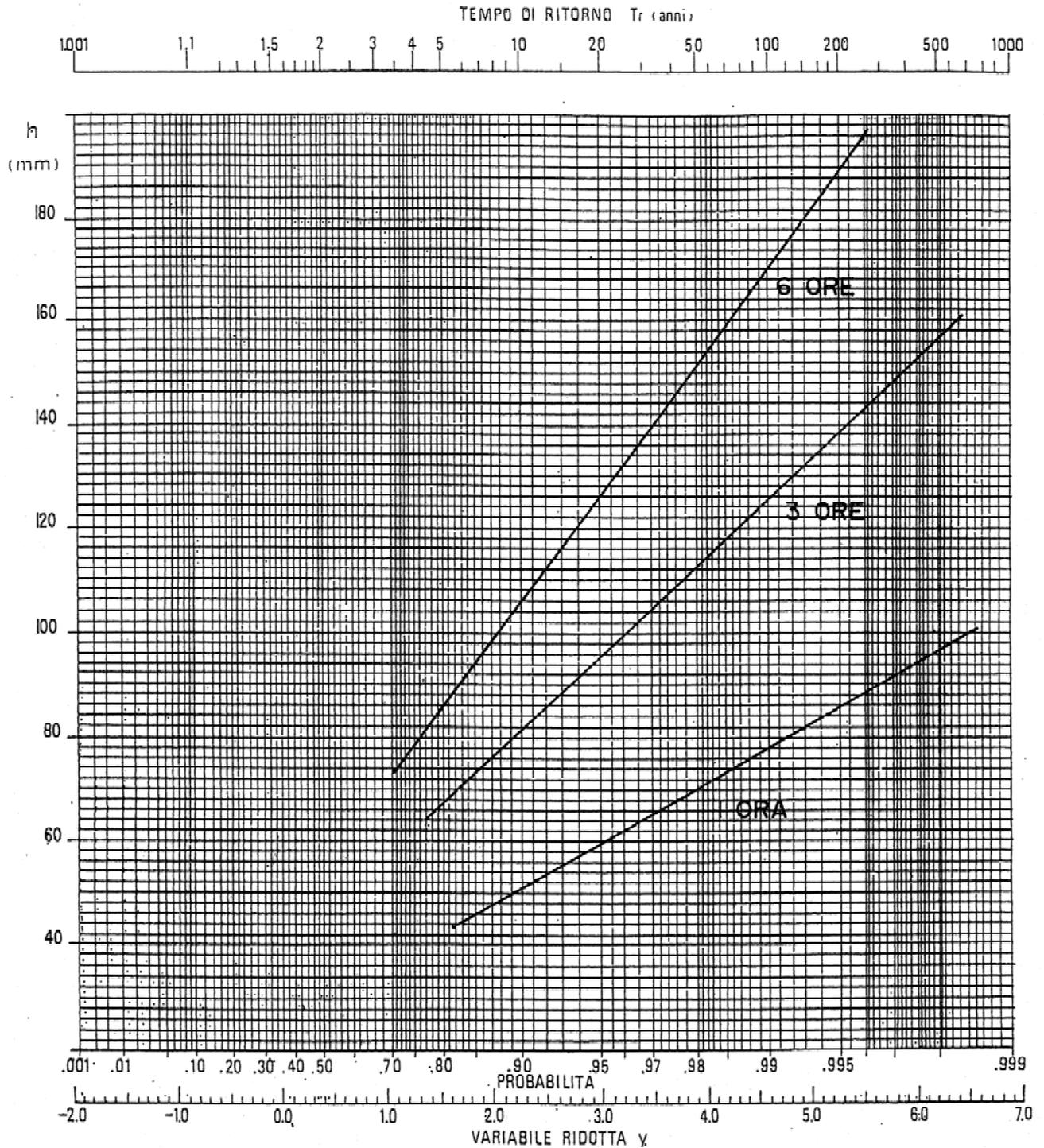


FIG. 3.1 - ANALISI DI GUMBEL PER PIOGGE DI DURATA 1, 3, 6 ORE

Tab. 3.3: Valori delle altezze di pioggia  $h$  (mm) di durata 1 ora, 3 ore e 6 ore relativi a tempi di ritorno  $T_r$  pari a 10, 50, 100 e 200 anni

Durata (ore)	Tempo di ritorno $T_r$ (anni)			
	10	50	100	200
1	51,40	69,80	77,57	85,34
3	80,47	111,30	124,36	137,41
6	106,64	151,60	170,64	189,67

Dopo aver riportato questi valori su un cartogramma logaritmico avente in ascissa la durata (in ore) ed in ordinata l'altezza di pioggia (in millimetri), è stata tracciata la retta interpolante.

Nella fig. 3.2 sono riportate le quattro rette interpolanti note come equazioni di possibilità pluviometrica che hanno, rispettivamente per tempi di ritorno di 10, 50, 100 e 200 anni, la seguente espressione ( $h$  in millimetri e  $t$  in ore):

$$h = 51,4 \cdot t^{0,44} \quad (T_r = 10 \text{ anni})$$

$$h = 69,8 \cdot t^{0,45} \quad (T_r = 50 \text{ anni})$$

$$h = 76,2 \cdot t^{0,45} \quad (T_r = 100 \text{ anni})$$

$$h = 83,8 \cdot t^{0,45} \quad (T_r = 200 \text{ anni})$$

E' stata anche ricavata l'espressione relativa ad un tempo di ritorno di 25 anni, utilizzata per la definizione e la verifica dei collettori delle portate defluenti dalla piattaforma autostradale:

$$h = 61,56 \cdot t^{0,44} \quad (T_r = 25 \text{ anni})$$

A titolo di confronto si è considerata la curva di possibilità pluviometrica quale risulta dalla elaborazione dello studio VAPI del CNR secondo il metodo TCEV. Per tempi di ritorno rispettivamente di 10 e 200 anni per tempi di corrivazione superiori all'ora tale curva ha l'espressione, per la zona in cui si snoda il tracciato autostradale, di:

$$h = 45 \cdot t^{0,34} \quad (T_r = 10 \text{ anni})$$

$$h = 81 \cdot t^{0,34} \quad (T_r = 200 \text{ anni}).$$

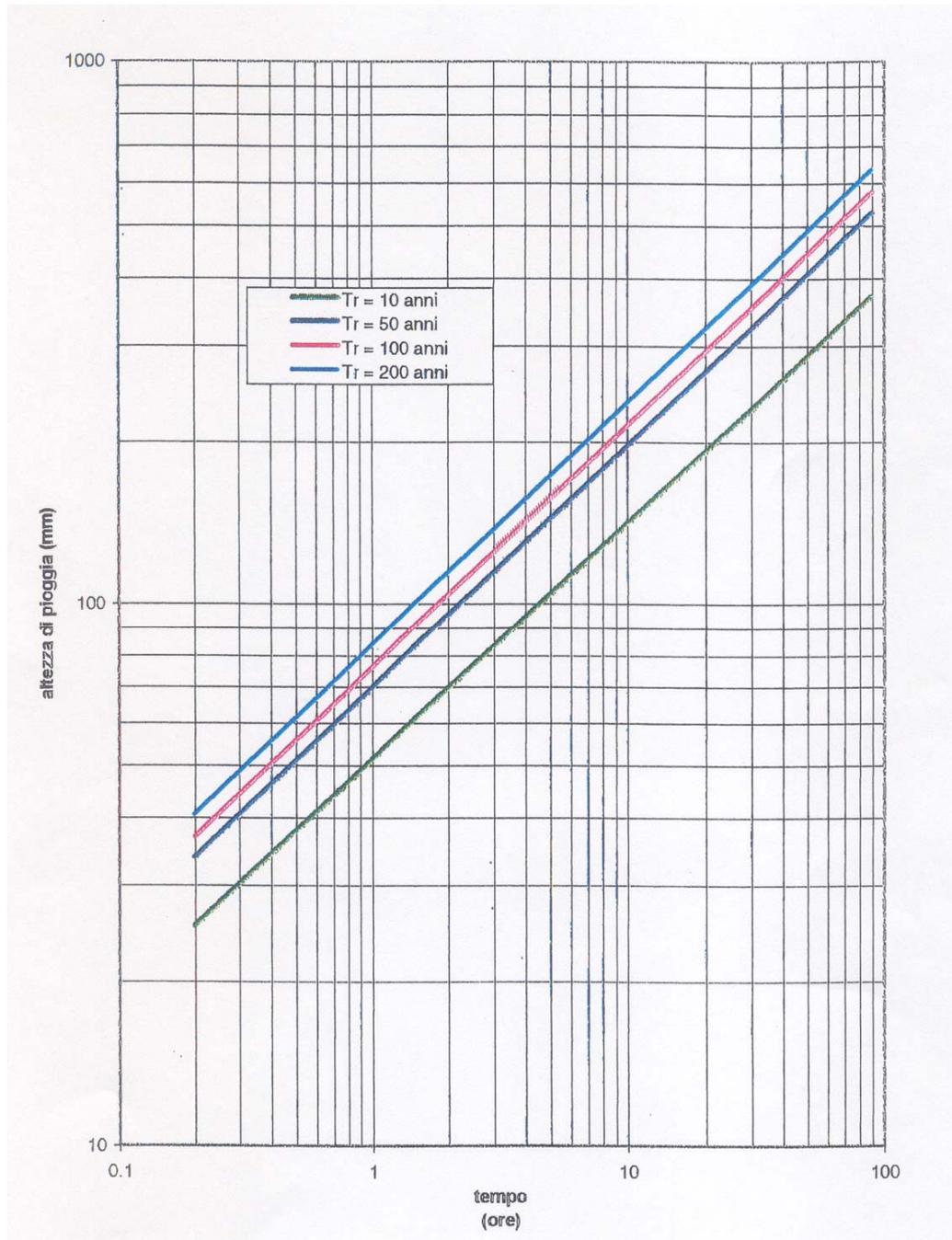


FIG. 3.2 - EQUAZIONI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA CON TEMPO DI RITORNO PARI A 10, 50, 100, 200 ANNI (GUMBEL)

	Rev. 0	Data Luglio 2004	El. A18-9 -i1100	Pag. n. 16
	Rev. 2	Settembre 2012		

e di:

$$h = 45 t^{0,39} \quad (T_r = 10 \text{ anni})$$

$$h = 81 t^{0,39} \quad (T_r = 200 \text{ anni})$$

per tempi di corrivazione inferiori all'ora.

Rispetto a questa metodologia la curva ottenuta con l'elaborazione di Gumbel appare cautelativa (cioè porta a considerare valori maggiori di portata) per bacini con tempi di corrivazione superiori a 25 minuti, e valori leggermente inferiori per tempi di corrivazione inferiori. Se si considerano le approssimazioni introdotte (non si è applicata alla elaborazione secondo Gumbel ad esempio la formula di riduzione della intensità per le piogge inferiori a un'ora) il criterio progettuale seguito appare corretto e più che valido.

### 3.3. Determinazione della portata di progetto

La portata di progetto per il dimensionamento degli attraversamenti dei corsi d'acqua in esame è stata determinata mediante l'applicazione del metodo precedentemente descritto adottando la curva di possibilità pluviometrica corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 200 anni. Per il dimensionamento dei collettori delle acque meteoriche della piattaforma autostradale si è considerato un tempo di ritorno di 25 anni.

I risultati del calcolo sono riportati nella tab. 3.4.

Tale tabella riporta, per ogni corso d'acqua o impluvio intercettato dal tracciato autostradale, il nome, la superficie A del bacino sotteso, la lunghezza dell'asta principale L, la quota media del bacino rispetto alla sezione di chiusura considerata H, il tempo di corrivazione  $t_c$  ed infine la portata Q di progetto.

Rispetto a quanto riportato nella Tabella 2.1. sono inclusi ulteriori attraversamenti con i relativi bacini contribuenti avendo suddiviso in tratti alcune opere e /o collettamenti per una maggior chiarezza nella descrizione della rete e delle verifiche.

Tab. 3.4: Portate di piena dei corsi d'acqua considerate per le singole opere

n° bacino	n° Opera	Corso d'acqua o progressiva	A (km <sup>2</sup> )	L (km)	H (m)	tc (ore)	Q (m <sup>3</sup> /s)
1	3 bis	Prog. 643.53	0,475	1,30	23,3	1,22	7,408
1	6	Canaletta a nord autostrada	0,475	1,30	23,3	1,22	7,408
2	4 bis	Prog. 916.54	0,204	0,65	16,7	0,85	3,877
2	4 ter	Canaletta e tombinatura a nord	0,204	0,65	16,7	0,85	3,877
1 e 2	5	Scarico in cava Cugno	0,705	1,47	27,9	1,30	10,212
3	10	Canaletta a nord autostrada	0,213	1,20	6,8	1,75	2,724
3 e 4	10 bis e 15	Canaletta a nord	0,533	1,080	20,4	1,26	8,174
5	19	Sotto ponte Op. 16	0,051	0,33	6,4	0,69	1,087
3, 4, 5	20	Scarico nel San Bartolomeo	0,584	1,08	6,8	2,24	6,514
6a	20bis	Prog.3837,00	0,180	0,40	4,4	1,37	2,634
6b	21 e24	Tombinatura sud autostrada	0,380	0,90	6,2	1,92	4,622
8a	27	Prog. 4864,15	0,137	1,00	12,0	1,08	2,289
6, 7, 8	27 bis	Canaletta a sud e a nord autostrada	0,799	0,68	20,1	1,28	12,123
6, 7, 8, 9,10	32	Scarico nel San Bartolomeo	1,534	0,98	22,1	1,71	19,870
9 e 10	36	Canaletta a nord autostrada	0,735	1,90	21,5	1,69	9,568
11	40	Prog.7434.67	0,483	1,53	27,6	1,21	7,571
12a	48	Canaletta a nord autostrada	0,434	1,60	42,0	0,97	7,669
12 e 13	54	Prog. 8385,27	0,960	1,50	43,0	1,18	15,269
12a e 12b	56	Canale e scolare a nord	0,724	1,67	45,9	1,09	12,006
13	57	Canaletta a nord autostrada	0,236	0,80	28,9	0,73	4,876
11-12-13	54bis e 55	Laminazione e restituzione in Cava Pizzicucca					10,740
14		Canaletta a monte	0,041	0,60	10,85	0,65	0,904
15	96bis	Sistemazione su copertura galleria	0,107	0,60	19,0	0,63	2,392
14 e 15	96	Scarico nella Cava Pizzicucca	0,148	0,60	19,0	0,70	3,133
16	97	Scarico in torrente Modica	0,106	0,52	27,0	0,50	2,696
17 e 18	68	Canaletta sud autostrada	0,108	0,90	17,0	0,81	2,112
	70	Cava Modica (*)	111,00	26,00	264,0	6,24	472,00
19		Canaletta a nord autostrada (**)	0,681	3,80	65,0	1,40	3,299

 <b>GENERALI</b>	Rev. 0	Data Luglio 2004	El. A18-9 -i1100	Pag. n. 18
	Rev. 2	Settembre 2012		

Per la Cava Modica (\*) è stato considerato un coefficiente di deflusso pari a 0,50, rispetto a 0,75 corrispondente alla trattazione di Giandotti per tenere conto della natura carsica dei terreni costituenti il bacino contribuente; per l'ultimo bacino(\*\*) è stato considerato un coefficiente di deflusso pari a 0,25, per tenere conto della natura carsica dei terreni costituenti il bacino contribuente.

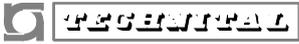
È da notare che in particolare in questo lotto, il collettamento dei deflussi superficiali degli impluvi ha comportato frequentemente la realizzazione di canalette lungo il rilevato con il recapito di più impluvi a un unico punto di consegna.

Si è pertanto curato il dimensionamento e la verifica delle opere idrauliche non solo in quanto attraversamento del corpo autostradale, ma anche in quanto vettori di convogliamento ai corpi idrici ricettori dell'acque superficiali il cui deflusso è in qualche modo influenzato dalla infrastruttura autostradale.

È opportuno rilevare anche che nella valutazione delle portate con tempo di ritorno di 200 anni si è fatto riferimento al solo bacino contribuente, senza sommare la portata massima proveniente dalle vasche di prima pioggia: il diverso tempo di corrivazione e quindi lo sfalsamento netto dei colmi di portata, fa infatti considerare corretto l'assumere quale riferimento la portata al colmo del bacino contribuente.

Con riferimento alla Cava Modica la portata di progetto ovvero la portata di piena con tempo di ritorno di 200 anni è stata stimata in  $Q = 472 \text{ m}^3/\text{s}$ . Nella tabella seguente sono riportate anche le portate con tempi di ritorno di 100 e 500 anni.

$Q_{100} (\text{m}^3/\text{s})$	$Q_{200} (\text{m}^3/\text{s})$	$Q_{500} (\text{m}^3/\text{s})$
429	472	541

	Rev. 0	Data Luglio 2004	El. A18-9 -i1100	Pag. n. 19
	Rev. 2	Settembre 2012		

## 4. CRITERI PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

### 4.1. Smaltimento delle acque meteoriche dall'autostrada

Per la rete di scolo delle acque meteoriche si è fatto riferimento alla curva di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno pari a 25 anni:

$$h = 61,56 \cdot t^{0,44}$$

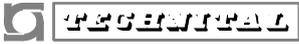
La portata affluente ai punti di smaltimento è stata quindi calcolata con il metodo razionale, già sinteticamente illustrato precedentemente, considerando lo scroscio di durata 15'.

Con tale ipotesi, e adottando un coefficiente di deflusso pari a 1,0, il contributo specifico viene ad essere di 372 l/s ha. È opportuno notare che la curva di possibilità pluviometrica ricavata dalle piogge orarie risulta cautelativa se applicata per durate inferiori all'ora; inoltre il metodo razionale utilizzato è cautelativo nei confronti del metodo dell'invaso, che considera anche il volume contenuto nelle tubazioni.

Le reti di smaltimento della piattaforma sono progettate in modo da recapitare le acque in vasche di prima pioggia, ove sarà possibile il trattamento, prima dell'immissione delle portate nel corpo idrico ricettore.

La verifica dei collettori è stata condotta considerando la portata relativa a 25 anni di tempo di ritorno, per un evento di durata 15 minuti.

Nelle tabelle di verifica riportate nella relazione idraulica, per ciascun collettore sono stati evidenziati i pozzetti che individuano i tratti omogenei di tubo, pendenza e diametro costante, la lunghezza del tratto, la larghezza media del tratto di piattaforma afferente, l'area della piattaforma scolate nel collettore e la portata generata da questa superficie. Individuata la pendenza, si è calcolata la portata massima che defluisce nella tubazione, con un riempimento del 75%.

	Rev. 0	Data Luglio 2004	El. A18-9 -i1100	Pag. n. 20
	Rev. 2	Settembre 2012		

Si è quindi verificato che la portata di progetto sia inferiore alla portata massima ammissibile.

Nel definire la larghezza dell'area contribuente, si è considerata una larghezza media di 12.2m nei casi standard (banchina, due corsie e arginello).

#### **4.2. Vasche per la raccolta degli sversamenti accidentali e per il trattamento delle acque di prima pioggia**

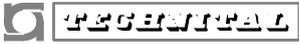
Per quanto riguarda le vasche per il trattamento degli sversamenti accidentali e delle acque di prima pioggia.

Il dimensionamento idraulico è stato effettuato prendendo come portata di progetto la somma delle portate provenienti dalle acque di prima pioggia e dallo sversamento accidentale di oli e carburanti, supponendo quindi di avere una contemporaneità tra i due fenomeni.

È abbastanza probabile infatti che lo sversamento accidentale di oli e/o carburanti avvenga a causa di incidenti a mezzi di trasporto causati di sovente dalle difficoltà di guida che si riscontrano durante le piogge particolarmente intense che riducono da un lato la visibilità ed aumentano dall'altro la scivolosità del manto stradale rendendo difficile il controllo ottimale del mezzo.

In merito allo sversamento, avendo gli attuali mezzi di trasporto di carburante una capacità massima pari a 39.000 litri, per poter fissare una portata di progetto, si è assunto che lo sversamento accidentale possa avvenire in 15 minuti, dando luogo quindi ad una portata pari a circa 45 l/s.

Per quanto riguarda invece la portata di progetto per le acque di prima pioggia, si è preso come riferimento quanto previsto dalla legge regionale della Lombardia n° 62/85, che recita:

	Rev. 0	Data Luglio 2004	El. A18-9 -i1100	Pag. n. 21
	Rev. 2	Settembre 2012		

*“Sono considerate acque di prima pioggia quelle corrispondenti per ogni evento meteorico ad una precipitazione di 5 mm distribuita sull’intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio. Ai fini del calcolo delle portate, si stabilisce che tale valore si verifichi in quindici minuti; i coefficienti di afflusso alla rete si assumono pari ad 1 per le superfici coperte, lastricate od impermeabilizzate e a 0,3 per quelle permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici coltivate.”*

In base a quanto specificato nella legge, nel caso che il bacino scolante sia costituito solamente da superfici pavimentate, si deve assumere, come base per il calcolo, una portata pari a 55 l/s\*ha.

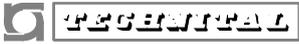
Nel caso delle piste autostradali, considerando una larghezza per ogni pista pari a 10,5 m, si avrà una portata pari a 115 l/s per chilometro di autostrada, e nel caso vi sia anche la pista di accelerazione, avendo una larghezza di 14,5 m, la portata è pari a 160 l/s.

Sommando dunque il contributo imputabile allo sversamento accidentale e quello derivante invece dalle acque di prima pioggia si ha, per le vasche, una portata totale da trattare che assume valori compresi tra 125 e 130 l/s; tale valore è variabile in funzione della lunghezza del tratto autostradale asservito ad ogni singola vasca. Per quanto riguarda i volumi d’acqua e/o carburante da stoccare nelle vasche, si è assunto un tempo di detenzione pari a 4 minuti ed una velocità massima dell’acqua, nel tratto ove avviene la separazione oli/acque, pari a 0,05 m/s.

Poichè nel caso in esame, i volumi d’acqua di prima pioggia da stoccare (si ottengono valori compresi tra 30.000 e 31.200 litri) sono sempre inferiori al volume totale di carburante proveniente da uno sversamento accidentale (39.000 litri), si è considerato come parametro di progetto quest’ultimo valore.

#### **4.3. Bacini di accumulo e laminazione**

La configurazione planoaltimetrica dell’area interessata dal tracciato autostradale è tale da non presentare estese superfici contribuenti e quindi da non richiedere

	Rev. 0	Data Luglio 2004	El. A18-9 -i1100	Pag. n. 22
	Rev. 2	Settembre 2012		

importanti opere di superamento dei corsi d'acqua intercettati, per lo più impluvi piuttosto che vere e proprie incisioni, se si esclude il torrente Modica.

La esiguità delle portate defluenti comporta un ridotto utilizzo della risorsa idrica, carente anche per la scarsità delle precipitazioni e la loro modalità di accadimento, con scrosci brevi e intensi. È pertanto evidente come risultino utili, nell'economia dei volumi d'acqua necessari per la manutenzione della struttura autostradale, eventuali vasche di accumulo realizzate in adiacenza alla struttura viaria.

Tenendo conto di questa situazione, nella progettazione della infrastruttura autostradale sono stati inseriti, ove possibile, volumi di invaso e accumulo.

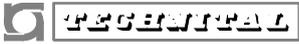
Sono state previste anche vasche di laminazione, nei casi in cui l'orografia a valle non è in grado di smaltire la portata di piena duecentennale. La verifica della laminazione è stata effettuata considerando l'idrogramma di piena duecentennale simmetrico, cioè con la durata della piena pari al doppio del tempo di corrivazione (tempo di crescita pari al tempo di esaurimento), e utilizzando la formula dei serbatoi, considerando lo scarico di superficie uno stramazzone in parete grossa.

#### **4.4. Vasche di dissipazione**

La configurazione morfologica dell'alveo della cava Modica in corrispondenza dell'attraversamento autostradale ha comportato la realizzazione di un viadotto che si "appoggia" sulla testa dei versanti costituenti le sponde.

Lungo le sponde stesse sono previsti i collettori delle acque meteoriche, che recapitano nella cava le acque di versante e di piattaforma dopo la sedimentazione – disoleazione nelle vasche di prima pioggia.

La ripidità delle sponde ha comportato la necessità di dissipare l'energia del flusso; obiettivo perseguibile o attraverso la realizzazione di una macro scabrezza, o con vasche di dissipazione a risalto o impiegando vasche di dissipazione a impatto.

	Rev. 0	Data Luglio 2004	El. A18-9 -i1100	Pag. n. 23
	Rev. 2	Settembre 2012		

Le elevate pendenze in gioco e la opportunità di limitare al minimo le opere di protezione al piede dello scivolo hanno portato a preferire le vasche a dissipazione a impatto, che realizzano in pratica la dissipazione di buona parte dell'energiache altrimenti la corrente verrebbe a guadagnare a causa del dislivello geodetico.

#### **4.5. Sicurezza idraulica dei corsi d'acqua ricettori**

##### 4.5.1. Cava Cugno

L'incisione della cava comincia ad evidenziarsi nell'impluvio immediatamente a valle dell'autostrada in corrispondenza di Contrada Amore e presenta un bacino contribuente composto sostanzialmente dal bacino 1.

E' opportuno notare a riguardo che rispetto alla situazione attuale la realizzazione dell'autostrada comporta, in termini di portata convogliata alla cava Cugno, un aumento dovuto alla pavimentazione di superfici attualmente naturali con aumento del coefficiente di deflusso per tali aree ed una diminuzione dovuta al collettamento verso l'impluvio della cava San Bartolomeo dei bacini 2,3 e 4 naturalmente scolanti verso Cava Cugno.

Nel bilancio complessivo la riduzione è nettamente maggiore dell'incremento.

##### 4.5.2. Cava San Bartolomeo

La cava San Bartolomeo corre parallela al tracciato autostradale, sul suo lato settentrionale, dall'inizio del lotto fino alla località Villa Formino; è il recapito delle acque di versante e di piattaforma convogliate dall'opera 20 in prossimità della Provinciale n. 41 e dall'opera n. 32 in località Catteto.

L'opera 20 convoglia nella cava le acque dei bacini 3, 4 e 5 e le acque di piattaforma del tracciato autostradale corrispondente, tutte superfici attualmente non tributarie del San Bartolomeo; la portata duecentennale di 6,514 m<sup>3</sup>/s.

 <b>TECNOFAL</b>	Rev. 0	Data Luglio 2004	El. A18-9 -i1100	Pag. n. 24
	Rev. 2	Settembre 2012		

L'opera 32, invece, immette nel corpo idrico ricettore le acque dei bacini 6, 7, 8, 9 e 10 e le acque di piattaforma del tratto corrispondente di autostrada, che sfiorano dopo essere state invase in un bacino di accumulo (opera 33). La portata duecentennale è di 19,870 m<sup>3</sup>/s.

È da rilevare che nel valutare le variazioni di portata di piena nella Cava San Bartolomeo a seguito della realizzazione dell'autostrada è corretto confrontare le portate alla sezione di chiusura del bacino considerato, considerando il bacino nella sua interezza e non come somma di portate da singoli bacini. (la portata di piena di due bacini a valle della loro confluenza non è la somma delle due portate di piena ma la piena valutata sulla somma delle superfici e sulle caratteristiche morfometriche di tale somma).

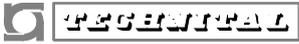
Operando secondo questo criterio, normalmente assunto a base delle analisi idrologiche, e utilizzando i metodi illustrati nei capitoli precedenti, si ottengono i risultati riportati in Tab. 4.1.

Tab 4.1. Portata duecentennale della Cava San Bartolomeo prima e dopo la realizzazione dell'autostrada

Sezione chiusura bacino n°	Situazione attuale		Situazione post-operam	
	Area contribuente (km <sup>2</sup> )	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Area contribuente (km <sup>2</sup> )	Portata (m <sup>3</sup> /s)
A monte opera 20	16,94	142,400	17,60	147,50
A monte opera 32	18,73	156,400	19,73	166,41
Sbocco in cava Modica	23,30	180,590	25,42	194,99

Le variazioni indotte dalla autostrada sono dell'ordine del 3,5% a valle dell'immissione in corrispondenza dell'opera 20; del 6,4% a valle dell'opera 32 e del 8% in prossimità dello sbocco nel Modica.

È opportuno notare che l'incremento di portata calcolato non va a modificare in alcun modo l'attuale regime di piena della Cava San Bartolomeo; a titolo di analisi della sicurezza idraulica sono stati prese in considerazione le caratteristiche

	Rev. 0	Data Luglio 2004	El. A18-9 -i1100	Pag. n. 25
	Rev. 2	Settembre 2012		

dell'alveo e della sua sistemazione a valle delle immissioni fino allo sbocco nella Cava Modica.

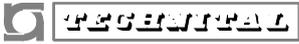
A valle dell'immissione dell'opera 20 fino in prossimità di Scicli, la Cava non presenta manufatti o attraversamenti; nel suo tratto finale ha una sezione rettangolare rivestita in pietrame, con salti di fondo; che diventa scatolare con volta ribassata all'interno del centro abitato.

La verifica idraulica è stata effettuata considerando il moto uniforme (trattandosi di corrente supercritica il moto uniforme tende a instaurarsi più rapidamente che in corrente lenta) e valutando il franco all'imbocco e allo sbocco della tombinatura.

#### 4.5.3. Cava Pizzicucca

L'incisione della cava comincia ad evidenziarsi nell'impluvio immediatamente a monte della ferrovia Scicli – Siracusa e considerando la sezione di chiusura in corrispondenza di tale attraversamento presenta un bacino contribuente composto sostanzialmente dai bacini 12 e 13.

In via preliminare è opportuno notare che rispetto alla situazione attuale la realizzazione dell'autostrada comporta, in termini di portata convogliata al sottopasso della linea ferroviaria, un aumento dovuto da due fattori: la pavimentazione di superfici attualmente naturali con aumento del coefficiente di deflusso per tali aree; il collettamento al manufatto esistente di acque dalla piattaforma da superfici attualmente sgrondanti in altri impluvi. Il primo fattore è quantificabile nel passaggio da 0,75 (valore considerato nella formula di Giandotti per la valutazione della massima piena) a 1,00 del coefficiente di deflusso su circa il 2% del bacino contribuente, con un aumento teorico della portata inferiore all'1%; il secondo nell'aumento della superficie contribuente (con coefficiente di deflusso 1,00) di un paio di ettari, con un ulteriore aumento teorico della portata non superiore al 3%.

	Rev. 0	Data Luglio 2004	El. A18-9 -i1100	Pag. n. 26
	Rev. 2	Settembre 2012		

L'aumento di portata convogliata verso la Cava Pizzicucca risulterebbe quindi inferiore al 5%, valore che dovrebbe essere facilmente assorbito dai manufatti esistenti senza alterarne la sicurezza idraulica.

Di fatto tali manufatti non appaiono in grado di garantire la sicurezza idraulica con eventi duecentennali, sia per le dimensioni dei manufatti esistenti, sia per la configurazione morfologica dell'impluvio.

Per questi motivi si è prevista la realizzazione di una vasca di laminazione, che consente di limitare la portata defluente alla ferrovia a  $Q_{\max} = 6,655 \text{ m}^3/\text{s}$ , valore ben al di sotto delle piene che si verificano nella situazione attuale con frequenza decennale.

Se si considera che i manufatti presenti lungo il corso della cava Pizzicucca fino alla sua confluenza nella cava Modica hanno sezioni utili per il deflusso con un franco nettamente superiore a quello del manufatto sottopassante la ferrovia si può affermare che la sicurezza idraulica della cava è garantita e sicuramente maggiore dell'attuale.

	Rev. 0	Data Luglio 2004	El. A18-9 -i1100	Pag. n. 27
	Rev. 2	Settembre 2012		

## 5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Per quanto riguarda gli inalveamenti e gli attraversamenti i risultati delle elaborazioni hanno fornito gli elementi per un corretto dimensionamento e verifica delle opere idrauliche direttamente o indirettamente correlata alla realizzazione della infrastruttura autostradale.

Per un esauriente esame delle opere idrauliche previste si rimanda alla Relazione Idraulica ( A18-9 -i1100 ) e ai relativi elaborati grafici.