

CONSORZIO DI BONIFICA 2 PALERMO

(D.P. Reg. Sic. N.157 del 23.05.1997)

AMMODERNAMENTO RETI DI DISTRIBUZIONE COMPENSORIO JATO (I LOTTO SOLLEVATO)

PROGETTO DEFINITIVO

Responsabile Unico del Procedimento

Ing. Salvatore Marino

Mandataria

CORIP S.r.l.

Ing. Fabio COLLETTI



e-mail: ingegneria@coripsrl.it

GRUPPO DI LAVORO

Ing. Marco Leone

Ing. Valentina Tomassoni



Mandanti

CESECO INTERNATIONAL S.r.l.

Ing. Adriano de VITO

Coordinatore del gruppo di progettazione



e-mail: ceseco@ceseco-int.it

GRUPPO DI LAVORO

Ing. Claudio Maccaroni

Ing. Cristina De Natale

Ing. Francesco Mostardi



CDG INGEGNERIA S.r.l.

Ing. Luigi GANGITANO



e-mail: cdg@cdgingegneria.it

GRUPPO DI LAVORO

Ing. Stefano Cassarà

Geol. Andrea Lombardo Pontillo

Studio tecnico ing. Vincenzo NAPOLI

e-mail: vincenzo.napoli@studiotecnicoingnapoli.it

Titolo:

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA DEI CORSI D'ACQUA

Elaborato

A.02.02

N. Archivio:

Data

26/02/2016

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
00					
01					
02					
03					

Consorzio di Bonifica n.2 - Palermo

“Ammodernamento della rete irrigua del comprensorio lato – 1° lotto sollevato” – Progetto Definitivo
Relazione Idrologica e Idraulica dei corsi d'acqua

INDICE

1	PREMESSE.....	1
2	CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA: INQUADRAMENTO TERRITORIALE E CLIMATICO SINTETICO	2
2.1	Idrografia.....	2
2.2	Orografia	3
2.3	Clima	3
3	INDIVIDUAZIONE E DESCRIZIONE DEI CORSI D'ACQUA PRINCIPALI RICADENTI NELL'AREA	5
3.1	Descrizione sintetica dei corsi d'acqua e dei bacini	5
4	CARATTERIZZAZIONE CLIMATICA E STUDIO PLUVIOMETRICO.....	8
5	MODELLO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI: STIMA DELLA MASSIMA PORTATA AL COLMO DI PIENA	11
5.1	Metodo della corrivazione – formula razionale.....	11
	<i>Stima del tempo di corrivazione.....</i>	<i>13</i>
	<i>Ietogramma di progetto</i>	<i>14</i>
	<i>Pioggia netta.....</i>	<i>14</i>
	<i>Stima delle portate di massima piena</i>	<i>17</i>

1 PREMESSE

Il presente studio è stato sviluppato al fine di fornire gli strumenti per il corretto sviluppo delle fasi successive del progetto.

Gli obiettivi principali della presente indagine di carattere generale sono:

- la caratterizzazione dell'area;
- l'individuazione dei principali corsi d'acqua interferenti con i tracciati prescelti e relativi bacini idrografici;
- determinazione preliminare delle portate di massima piena prevedibili per prefissati livelli di rischio idraulico in corrispondenza degli attraversamenti principali;

L'approccio metodologico utilizzato è di tipo probabilistico indiretto in dipendenza del fatto che i corsi d'acqua in esame mancano di un campione rappresentativo di osservazioni idrometriche (portate).

Pertanto la stima delle portate di piena è stata eseguita attraverso un'analisi probabilistica delle precipitazioni dei bacini interessati e la successiva simulazione del processo di trasformazione afflussi-deflussi.

Lo studio preliminare si è articolato nelle fasi seguenti:

- definizione e caratterizzazione dei bacini idrografici mediante l'individuazione dei principali parametri morfologici quali: area, lunghezza dell'asta principale, quote massima, minima e media;
- determinazione degli afflussi meteorici mediante lo studio della piovosità con determinazione dei parametri statistici necessari alla individuazione delle Curve Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica;
- caratterizzazione dei bacini relativamente ai parametri influenzanti la trasformazione afflussi-deflussi (litologia, pedologia, copertura del suolo) e definizione dei parametri caratteristici della capacità di assorbimento del terreno CN (Curve Number) per la costruzione degli istogrammi di progetto;
- calcolo delle portate di massima piena per diversi tempi di ritorno su tutte le principali interferenze con la rete idrografica, mediante l'applicazione di modelli afflussi deflussi semplificati.

Lo studio si è concentrato verso i bacini dei fossi Margi, Gallinella e Raccuglia, compresi tra il fiume Jato ed il fiume Nocella.

2 CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA: INQUADRAMENTO TERRITORIALE E CLIMATICO SINTETICO

2.1 Idrografia

I bacini idrografici dei corsi d'acqua interferenti con le reti in progetto ricadono nella zona delimitata ad Ovest dal bacino del fiume Jato, ad Est dal bacino del fiume Nocella ed a Nord dal Mar Tirreno.

I bacini hanno dimensioni variabili. Numerosi sono i corsi d'acqua a regime torrentizio e alcuni hanno uno sviluppo alquanto breve.

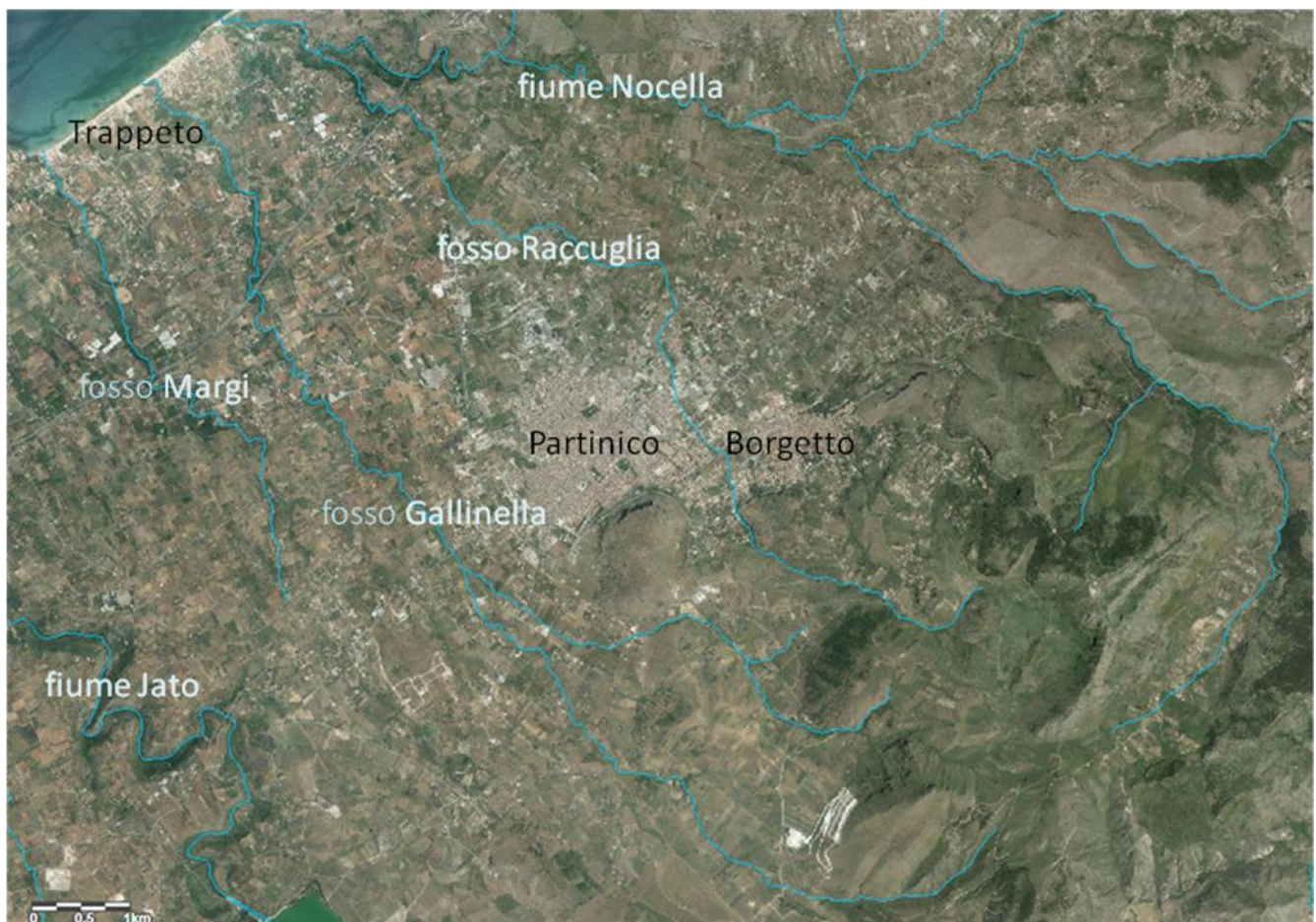


Figura 1 - Rete idrografica dell'area di progetto

2.2 Orografia

La configurazione orografica si presenta movimentata con rilievi prevalentemente a morfologia collinare che degradano rapidamente in direzione Nord verso la fascia costiera, dando spazio ad un'ampia fascia pianeggiante.

2.3 Clima

Considerando le condizioni medie dell'intero territorio, la Sicilia, secondo la classificazione macroclimatica di Köppen, può essere definita una regione a clima temperato-umido (di tipo C: media del mese più freddo inferiore a 18°C, ma superiore a -3°C) o, meglio, mesotermico umido sub-tropicale, con estate asciutta, cioè il tipico clima mediterraneo, caratterizzato da una temperatura media del mese più caldo superiore ai 22°C e da un regime delle precipitazioni contraddistinto da una concentrazione delle precipitazioni nel periodo freddo (autunno-invernale).

Tuttavia, questa definizione ha appunto un valore solamente macroclimatico, cioè serve a distinguere, ad esempio, il clima siciliano da quello del Medioriente o dell'Europa centrale.

Se si passa infatti all'analisi di quanto può trovarsi all'interno del clima temperato del tipo C di Köppen, si possono già distinguere diversi sottotipi: clima temperato subtropicale, temperato caldo, temperato sublitoraneo, temperato subcontinentale, temperato fresco, ognuno dei quali è riscontrabile nelle diverse aree del territorio della regione (fonte: Atlante Climatologico Siciliano).

Analizzando in dettaglio i diversi regimi termo-pluviometrici, si nota che la temperatura media annua varia dagli 11°C di Floresta fino ai 20°C di Gela, mentre le precipitazioni totali annue oscillano da un valore medio annuo (mediana) di 385 mm a Gela (CL) fino ai 1192 mm a Zafferana Etnea (CT). Occorre inoltre precisare che tali differenze sono spesso riscontrabili non solo tra zone molto distanti e con altitudine e distanza dal mare profondamente diverse, quali appunto Gela e Zafferana Etnea. Infatti, se confrontiamo quest'ultima località, situata sul versante orientale delle pendici dell'Etna, con un'altra, Bronte, posta invece sul versante occidentale, non molto diversa per altitudine e latitudine, notiamo che le precipitazioni medie annue in quest'ultima sono di appena 548 mm: poco più della metà, rispetto alla precedente località.

Le precipitazioni sono minime in Luglio (con conseguente portata minima dei corsi d'acqua in Agosto) e massime a Dicembre. Si va da 0 mm di pioggia caduta in Luglio agli oltre 76 mm caduti in Dicembre con una media annua di 540 mm, inferiore a quella generale del territorio

nazionale pari a 970 mm annui. Con 70 giorni piovosi l'anno, la Sicilia centrale si può considerare una zona a media intensità pluviometrica.

L'andamento medio delle precipitazioni medie mensili, calcolate nel periodo 1965-1994, è riportato in Figura 2.

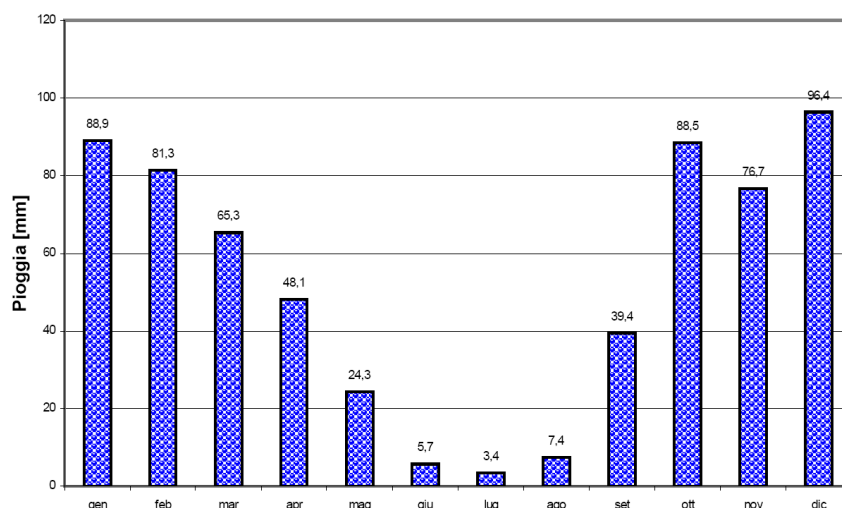


Figura 2 - Andamento medio delle precipitazioni medie mensili in Sicilia (periodo 1965-1994).

La distribuzione spaziale della precipitazione annuale media nel periodo 1965-1994 è riportata in Figura 3 (fonte: Atlante Climatologico Siciliano). Dall'analisi di tale Figura si evince che le zone più piovose della regione sono quelle nord orientali, quelle dei Nebrodi e delle Madonie. Per contro, le zone centro-meridionali ed estreme occidentali sono caratterizzate da bassi valori di precipitazione media annua.

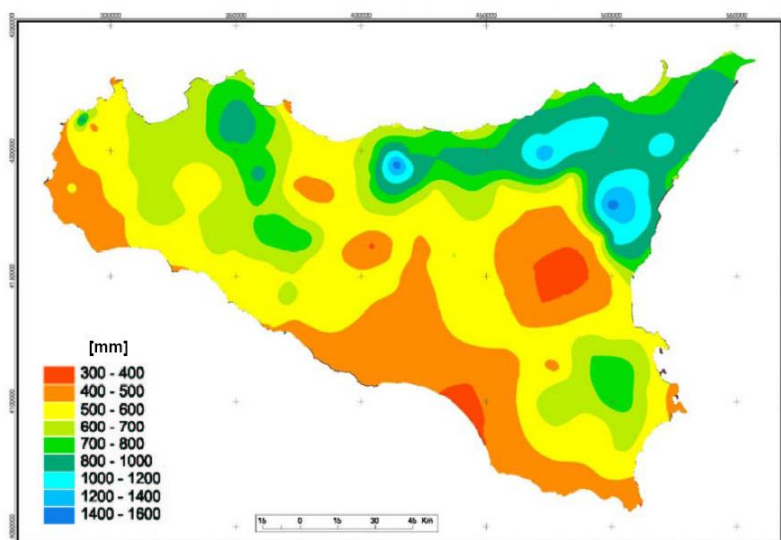


Figura 3 - Distribuzione spaziale delle precipitazioni medie annuali (periodo 1965-1994).

3 INDIVIDUAZIONE E DESCRIZIONE DEI CORSI D'ACQUA PRINCIPALI RICADENTI NELL'AREA

I corsi d'acqua di nostro interesse, i fossi Margi, Gallinella e Raccuglia, presentano generalmente un andamento da Sud-Est a Nord-Ovest (vedi **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). I primi due sono compresi tra i bacini idrografici del fiume Jato e del fiume Nocella. Il fosso Raccuglia, pur essendo anch'esso compreso tra i bacini dei fiumi Jato e Nocella, confluisce in quest'ultimo a poche centinaia di metri dalla costa.

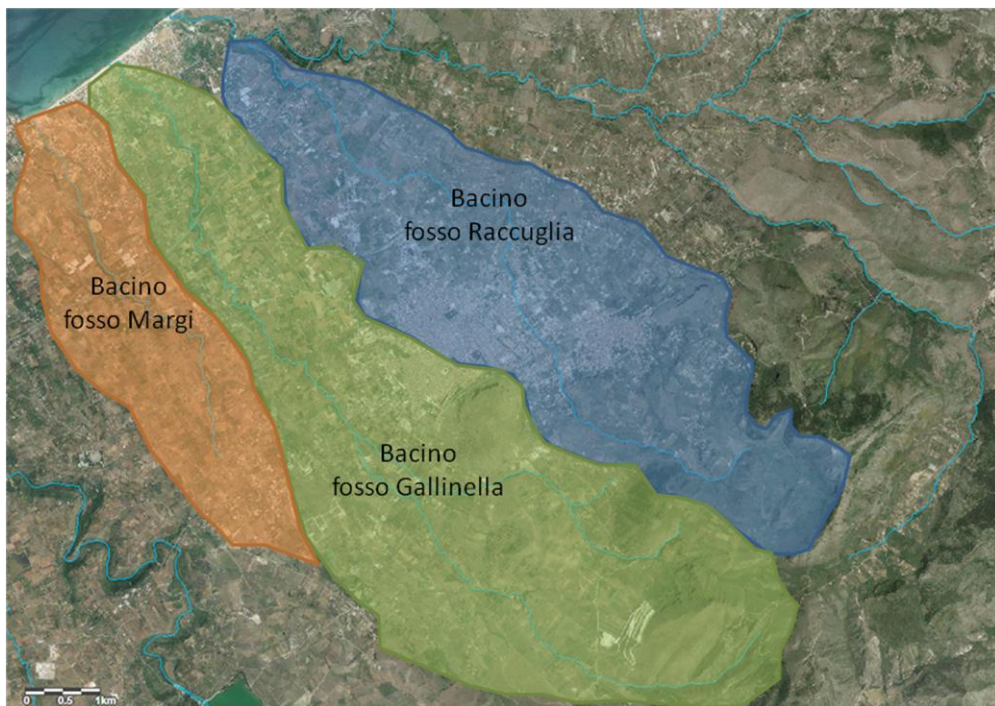


Figura 4 – Estensione bacini dei corsi d'acqua ricadenti nell'area

3.1 Descrizione sintetica dei corsi d'acqua e dei bacini

Fosso Margi

Generalità

- Comuni: Partinico, Trappeto (Palermo)
- Compartimento idrografico: Palermo
- Superficie totale del bacino imbrifero (km²): 9,14
- Affluenti: Nessuno
- Altitudine minima (m s.m.): 0
- Altitudine massima (m s.m.): 153

- Lunghezza dell'asta principale (km). 6,186

Descrizione:

Il bacino del fosso Margi si estende per una superficie di circa 9 km². Il bacino ha uno sviluppo preferenziale in senso Sud-Nord, è delimitato ad Est dal bacino del fiume Jato, ad Ovest dal bacino del fosso Gallinella ed a Nord dal Mar Tirreno, dove il fosso sfocia presso il centro abitato di Trappeto. Il bacino è caratterizzato da una morfologia quasi completamente pianeggiante.

Fosso Gallinella

Generalità

- Comuni: Partinico (Palermo)
- Compartimento idrografico: Palermo
- Superficie totale del bacino imbrifero (km²): 36,32
- Affluenti: fosso Passarello
- Altitudine minima (m s.m.): 0
- Altitudine massima (m s.m.): 916
- Lunghezza dell'asta principale (km). 14,35

Descrizione:

Il fosso Gallinella nasce alle pendici del M. Mirto ed il suo bacino si estende per una superficie di circa 36 km². Il bacino ha uno sviluppo preferenziale in senso SE-NO, è delimitato ad Est dai bacini del fiume Jato e del fosso Margi, ad Ovest dal bacino del fosso Raccuglia ed a Nord dal Mar Tirreno, dove il fosso sfocia. Il bacino è caratterizzato da una morfologia caratterizzata prevalentemente da aree piaggianti ad eccezione delle zone di Sud-Est del bacino, a carattere montuoso-collinare. In particolare agli estremi meridionali del bacino si osservano affioramenti di calcari spesso selciferi, calcari marnosi in facies pelagica, intercalati a dolomie cristalline di facies nefritica di piattaforma.

Fosso Raccuglia

Generalità

- Comuni: Partinico e Borgetto (Palermo)
- Compartimento idrografico: Palermo
- Bacino idrografico principale: fiume Nocella

Consorzio di Bonifica n.2 - Palermo

“Ammodernamento della rete irrigua del comprensorio lato – 1° lotto sollevato” – Progetto Definitivo
Relazione Idrologica e Idraulica dei corsi d'acqua

- Superficie totale del bacino imbrifero (km²): 22,465
- Affluenti: Nessuno
- Altitudine minima (m s.m.): 23
- Altitudine massima (m s.m.): 809
- Lunghezza dell'asta principale (km). 11,009

Descrizione:

Il bacino del fosso Raccuglia si estende per circa 22 Km² nel territorio dei comuni di Partinico e Borgetto. Il bacino presenta una forma allungata con asse in direzione NE-SO, è limitato lateralmente ad Ovest dal bacino del fosso Gallinella e ad Est da quella del fiume Nocella, nel quale il fosso Raccuglia confluisce a poche centinaia di metri dal mare.

Lungo il suo percorso, il fosso Raccuglia attraversa i centri abitati di Borgetto e Partinico.

Il bacino è caratterizzato da una morfologia caratterizzata prevalentemente da aree piaggianti ad eccezione delle zone di Sud-Est del bacino, a carattere montuoso-collinare. In particolare, come per il bacino del fosso Gallinella, agli estremi meridionali del bacino si osservano affioramenti di calcari spesso selciferi, calcari marnosi in facies pelagica, intercalati a dolomie cristalline di facies nefritica di piattaforma.

4 CARATTERIZZAZIONE CLIMATICA E STUDIO PLUVIOMETRICO

Le condizioni climatiche del bacino dipendono dagli aspetti morfologici e orografici del territorio, costituito da strette strisce di pianure costiere, racchiuse tra il mare e le ultime propaggini collinari, che in alcuni casi si riallargano, formando ampie aree pianeggianti.

Tali differenze vengono fuori anche dall'analisi delle temperature medie: nelle aree costiere si registrano temperature medie di 18°-19°C, che scendono fino a 15°-16°C nelle aree collinari.

Per quanto riguarda le precipitazioni medie annue i valori variano da 620 mm nelle aree costiere a 582 mm nelle aree collinari.

Nelle Tabella 1 e Tabella 2 sono riportate le caratteristiche delle stazioni termo-pluviometriche del Bacino e i valori di precipitazioni in essa registrati nel ventennio 1980-2000. Nella Tabella 3 sono riportati i valori di temperatura minima e massima mensile registrati nel ventennio 1980-2000 presso la stazione di Partinico.

Relativamente all'analisi pluviometrica il presente studio acquisisce i risultati delle elaborazioni sviluppate dal Servizio Rischi Idrogeologici ed Ambientali (RIA) del Dipartimento Regionale della Protezione Civile, che ha ricavato i parametri “a” ed “n” delle curve di possibilità pluviometrica (CSPP) per diversi tempi di ritorno, delle stazioni pluviometriche della Regione, sulla base dei dati registrati negli annali idrologici nel periodo 1924-2002.

Nella Tabella 4 si riportano i risultati dello studio relativo alle sole stazioni che ricadono nell'area di interesse o nelle sue immediate vicinanze.

Utilizzando i parametri determinati per le piogge registrate nelle stazioni interessanti i bacini i cui topoiati coprono una parte della superficie di essi, la pioggia areale viene stimata calcolando la media ponderale dei parametri caratterizzanti le piogge rispetto alle aree dei topoiati. Il peso di ciascuna stazione è pari al rapporto tra l'area del topoiato e quella dell'intero bacino.

Consorzio di Bonifica n.2 - Palermo

“Ammodernamento della rete irrigua del comprensorio lato – 1° lotto sollevato” – Progetto Definitivo
Relazione Idrologica e Idraulica dei corsi d'acqua

Tabella 1 - Caratteristiche delle stazioni termo-pluviometriche del Bacino

Stazione	Quota (m s.m.)	Tipologia	Media delle precipitazioni 1980-2000 (mm)
Montelepre	340	Pr-Tr	-
Partinico	174	Pr-Tr	663.89
Romitello	731	Pr-Tr	830.24

Tabella 2 - Precipitazione totale annua (1980-2000) delle stazioni pluviometriche di Partinico e Romitello

Anno	Partinico	Romitello
1980	269.5	380.8
1981	312.2	625.6
1982	451.9	589.6
1983	391.1	866.6
1984	644.7	1283.4
1985	350.24	675.2
1986	504.08	870.4
1987	247.3	534.8
1988	273.4	897.8
1989	368.8	847.4
1990	432.4	1064.2
1991	488.5	974.4
1992	283.6	713.6
1993	348.1	823.4
1994	459.3	921.8
1995	654.5	1724.4
1996	503.6	594.6
1997	467.2	1320.2
1998	367	400.6
1999	615.4	984.6
2000	243	376

Consorzio di Bonifica n.2 - Palermo

"Ammodernamento della rete irrigua del comprensorio lato – 1° lotto sollevato" – Progetto Definitivo
Relazione Idrologica e Idraulica dei corsi d'acqua

Tabella 3 - Valori mensili di temperatura massima (Tmax) e minima (Tmin) nella stazione di Partinico

Anno	Gennaio		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno		Luglio		Agosto		Settembre		Ottobre		Novembre		Dicembre		Media
	Tmax	Tmin	Tmax	Tmin	Tmax	Tmin	Tmax	Tmin	Tmax	Tmin	Tmax	Tmin	Tmax	Tmin	Tmax	Tmin	Tmax	Tmin	Tmax	Tmin	Tmax	Tmin	Tmax	Tmin	
1980	13,9	8,0	14,8	8,9	15,2	9,3	16,1	10,0	20,0	14,1	25,8	17,1	29,1	18,8	30,0	20,9	27,4	18,3	22,9	14,5	18,6	11,7	11,7	6,2	16,8
1981	10,2	4,7	13,1	6,3	17,5	9,2	20,6	11,9	23,4	14,3	28,3	19,0	29,2	20,4	30,0	20,5	27,9	19,5	25,0	16,3	16,9	9,7	15,4	9,4	17,4
1982	16,0	9,2	14,0	7,2	14,4	7,6	18,3	10,1	23,3	13,7	31,0	21,1	32,7	23,4	31,4	21,9	27,8	19,9	21,8	14,9	16,8	9,8	12,8	8,1	17,8
1983	12,9	6,7	14,1	6,9	15,0	8,4	21,1	11,9	24,1	15,5	28,0	18,3	34,6	20,9			29,4	17,8	24,7	15,3	19,8	11,6	15,1	8,1	17,3
1984	15,0	7,3	14,7	7,3	16,0	7,9	19,5	10,6	24,6	13,9	27,4	16,5	32,1	20,1	31,0	19,8	27,9	18,0	24,4	15,2	21,4	12,9	15,9	9,1	17,9
1985	13,6	8,2	16,8	9,3	16,3	8,7	21,4	11,9	25,3	14,7	29,5	18,1	33,5	21,2	32,0	20,1	29,3	18,6	24,6	15,7	20,1	12,3	18,0	9,7	18,7
1986	13,9	8,1	14,5	8,1	17,6	9,4	21,4	11,2	26,5	15,5	27,7	17,1	31,7	20,4	33,9	21,7	29,8	19,1	25,3	16,7	19,3	11,5	15,2	8,2	18,5
1987	15,0	8,0	15,0	8,8	14,3	6,6	21,3	11,1	22,2	12,3	28,8	17,6	34,0	22,0	34,2	22,4	32,5	21,2	27,0	17,8	19,1	12,7	17,8	10,4	18,8
1988	16,2	9,7	15,5	8,0	16,8	9,2	22,0	11,9	26,3	16,5	28,5	18,4	34,2	22,3	33,3	21,5	27,9	18,6	26,5	16,4	19,0	11,5	14,3	7,8	18,8
1989	15,7	6,3	16,8	7,6	20,0	9,7	21,5	12,1	24,3	13,4	28,8	16,1	31,5	20,6	33,1	21,5	29,3	19,1	23,7	14,0	19,8	12,3	19,4	11,5	18,7
1990	15,4	10,1	17,6	12,3	18,7	9,2	20,3	11,8	26,0	15,1	32,5	18,7	34,1	20,7	32,2	20,9	31,4	19,8	28,2	18,7	20,8	12,9	15,0	7,8	19,6
1991	16,9	7,2	15,6	7,1	20,5	11,9	19,1	10,1	22,2	12,2	29,7	17,6	34,2	20,3	33,9	21,0	30,9	20,0	24,4	16,0	18,6	11,4	12,3	7,0	18,3
1992	14,4	7,2	14,4	6,9	17,8	9,9	21,4	10,7	25,5	14,2	28,1	18,0	30,8	19,4	33,4	21,7	29,3	19,0	25,5	17,2	20,3	12,4	15,8	9,7	18,5
1993	14,3	7,1	14,0	5,6	17,1	7,5	21,6	10,6	26,2	15,2	30,5	18,7	34,0	20,5	33,8	22,2	30,1	19,1	25,8	16,6	18,8	12,6	15,5	9,8	18,6
1994	14,8	8,7	14,6	7,9	19,8	9,7	19,2	10,7	27,8	16,2	29,4	18,1	32,1	21,7	34,7	23,1	30,0	20,5	24,6	17,0	19,2	12,9	15,9	9,5	19,1
1995	13,0	7,8	17,2	8,6	16,4	8,4	20,2	10,0	25,5	14,0	29,5	18,1	32,6	21,4	31,8	21,4	27,4	18,6	23,2	14,7	17,3	11,3			
1996	15,5	9,3	13,8	8,2	16,4	9,0	20,7	10,9	24,6	15,0	28,3	18,0	32,3	20,0	32,3	21,7	25,3	17,7	20,8	14,2	19,0	12,7	16,0	9,1	18,0
1997	15,7	10	14,9	7,6			18,6	10,2	27,3	15,2	30,7	19,7	32,1	20,3	30,4	21	26,6	19	22,4	15,6	18,4	12,5	14,7	9,4	
1998	13,9	8,1	14,9	8,1	15,4	7,2	22,5	12,2	24,9	14,4	31,9	19,5	33,3	21,5	30,7	21,5	27,4	18,7	21,7	15,4	16,3	10,3	12,9	7,5	17,9
1999	13,0	7,3	12,0	5,2	16,0	8,5	20,4	11,4	26,8	16,6	31,5	20,4	31,4	21,1	34,3	22,8	28,8	20,2	27,1	17,2	19,4	12,1	15,5	9,7	18,7
2000	13,4	5,9	15,0	6,6	19,1	9,3	22,2	12,2	28,1	16,7	29,9	18,6	33,1	21,2	34,8	22,1	30,3	19,8	25,2	16,1	21,2	14,1	17,9	10,5	19,3
Numero	66	66	66	66	65	65	66	66	66	66	66	66	66	66	65	65	66	66	66	66	66	66	65	65	64
Min	10	4,7	11,2	5,2	12,5	6,5	16,1	9,7	20	12,2	24,3	16,1	27,5	18,8	26,2	19	25,3	16,7	19,8	13,6	16,3	9	10,8	6,1	16,804
Mediana	13,95	8,05	14,95	8,05	17,3	9,3	20,5	11,6	24,7	15,25	28,7	18,7	31,9	21,5	32	22	28,7	19,8	24,05	16,05	18,95	12,1	15,4	9,2	18,556
Media	14,09	7,98	15,04	8,12	17,13	9,36	20,30	11,59	24,62	15,30	28,87	18,90	31,75	21,58	31,84	22,11	28,62	19,62	23,95	15,97	19,09	12,21	15,38	9,10	18,43
Max	17,30	10,60	19,00	12,30	22,30	13,00	24,90	15,30	28,40	20,80	32,50	21,80	35,50	25,70	35,70	30,60	32,50	21,80	28,20	19,10	23,10	16,20	19,40	11,50	19,81
S.Q.M.	1,63	1,28	1,67	1,40	1,79	1,44	1,71	1,20	1,90	1,48	1,74	1,19	1,71	1,32	1,98	1,57	1,72	1,21	1,78	1,28	1,57	1,30	1,69	1,09	0,73
Coeff. Var.	0,12	0,16	0,11	0,17	0,10	0,15	0,08	0,10	0,08	0,10	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,11	0,11	0,12	0,04

Tabella 4 - Parametri a e n della CSPP delle stazioni interessate

STAZIONE PLUVIOMETRICA	QUOTA	N.ro A.F.	TR=10		TR=50		TR=100		TR=200	
			a	n	a	n	a	n	a	n
PARTINICO	170	17	36.9	0.28	51.1	0.27	57	0.26	63	0.26
ROMITELLO	720	36	52	0.25	73	0.23	81.8	0.23	90.6	0.22

Tabella 5 - Parametri a e n delle CPP applicate ai bacini

BACINO	TR=10		TR=50		TR=100		TR=200	
	a	n	a	n	a	n	a	n
FOSSO MARGI	35.48	0.27	57.82	0.25	64.61	0.25	71.48	0.24
FOSSO GALLINELLA	44.45	0.27	62.05	0.25	69.40	0.25	76.80	0.24
FOSSO RACCUGLIA	44.45	0.27	62.05	0.25	69.40	0.25	76.80	0.24

5 MODELLO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI: STIMA DELLA MASSIMA PORTATA AL COLMO DI PIENA

I diversi modelli di trasformazione afflussi-deflussi esistenti permettono di depurare l'afflusso meteorico, mettendo in conto gli effetti sul deflusso derivanti dall'intercettazione da parte della copertura vegetale, della detenzione superficiale e dell'infiltrazione nel terreno, in modo da valutare l'intensità di pioggia netta, che contribuisce al deflusso di piena.

Per la stima della pioggia netta, in conformità ai criteri riportati nella “metodologia operativa per l'analisi idraulica e la valutazione del rischio per inondazione”, si è adottato un modello empirico a base fisica: metodo del Curve Number del Soil Conservation Center (U.S. Dept. Agric. Soil Conservation Service).

Il calcolo delle portate massime al colmo di piena è stato eseguito con il metodo della corrivazione utilizzando la *formula razionale*.

5.1 Metodo della corrivazione – formula razionale

Il metodo razionale costituisce una schematizzazione del fenomeno di trasformazione afflussi-deflussi nel bacino; di seguito si riassumono sinteticamente le principali ipotesi su cui si fonda.

Si ipotizza che il bacino fornisca una risposta di tipo lineare tra le piogge in ingresso e la portata defluente dalla sezione di chiusura.

La pioggia di progetto viene assunta costante nel tempo e uniformemente distribuita sull'intero bacino.

L'altezza di pioggia introdotta nei calcoli è quella “efficace”, cioè quella che dà luogo a scorrimento superficiale e quindi al deflusso; la pioggia reale viene quindi depurata della quota di pioggia caduta tra il momento d'inizio della precipitazione e quello di inizio dello scorrimento superficiale. Tali perdite sono funzione, oltre che delle caratteristiche genericamente permanenti del terreno e della copertura vegetale, anche del grado di saturazione iniziale del bacino e dell'intensità di precipitazione.

L'assunzione di un tempo di esaurimento pari al tempo di corrivazione, equivalente all'adozione di un idrogramma di forma triangolare, si traduce nell'ipotesi cautelativa di una rete di drenaggio a rapido svuotamento.

Il metodo è articolato nelle seguenti fasi:

- Calcolo del tempo di corrivazione;
- Determinazione dello ietogramma di progetto;
- Determinazione della pioggia netta.

Le portate di massima piena sono state valutate nell'ipotesi di piogge critiche con tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni.

La massima portata al colmo di piena, in funzione dei parametri morfometrici del bacino e della pioggia che genera la piena, si ottiene mediante la seguente espressione, che costituisce una semplice forma di bilancio idrologico:

$$Q_c = \frac{h_e(t_c, T_r) \times A}{3.6 \times t_c} \quad [5.1]$$

dove:

- Q_c è il valore della massima portata al colmo (m^3/s);
- t_c è il tempo di corrivazione (ore);
- $h_e(t_c, T_r)$ è l'altezza di pioggia netta (mm), corrispondente alla durata pari al tempo di corrivazione (t_c), dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica di tempo di ritorno assegnato (T_r);
- A è l'area del bacino (Km^2).

Stima del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione, inteso quale tempo intercorrente fra l'inizio della pioggia efficace (cioè che da luogo ai deflussi superficiali) ed il colmo della piena, ritenuto uguale al tempo necessario perché la goccia caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino pervenga alla sezione di chiusura, costituisce un parametro del modello indipendente dalla portata e dal tempo.

Tale parametro risulta di difficile determinazione; nella letteratura tecnica vengono riportate numerose formulazioni empiriche, tutte legate alle caratteristiche morfologiche e fisiografiche del bacino, ma comunque valide per lo specifico campo di applicabilità. Tra le formule più comunemente usate si sono adottate quelle di *Giandotti*, *Ventura*, *Pasini* e della *velocità*.

Di seguito vengono riportate le diverse formulazioni:

$$\text{Giandotti} \quad tc = \frac{4 \times \sqrt{A} + 1.5 \times L}{0.8 \times \sqrt{Hm}} \quad (\text{ore}) \quad [5.2]$$

$$\text{Ventura} \quad tc = 0.127 \times \sqrt{\frac{A}{Im}} \quad (\text{ore}) \quad [5.3]$$

$$\text{Pasini} \quad tc = \frac{0.108 \times (A \times L)^{\frac{1}{3}}}{\sqrt{Im}} \quad (\text{ore}) \quad [5.4]$$

$$\text{Velocità} \quad tc = \frac{L}{V} \quad (\text{sec}) \quad [5.5]$$

Dove:

- A è l'area del bacino (km^2)
- L è la lunghezza dell'asta principale (km)
- Hm è l'altitudine media del bacino (m)
- Im è la pendenza media dell'asta
- V è la velocità media di scorrimento dell'acqua nel percorso relativo sia ai versanti che alla rete idrografica (compresa fra 1 e 2 m/s) in relazione alla pendenza media.

In ciascun bacino di nostro interesse il valore del tempo di corrivazione è stato assunto pari alla media dei valori stimati con le diverse formule empiriche su richiamate.

I tempi di corrivazione adottati per i diversi bacini, ottenuti con la metodologia descritta, sono riportati nella Tabella 6 seguente.

Tabella 6 - Parametri fisiografici principali e tempi di corrivazione

BACINO	Superficie	Lungh. asta	Quota max	Quota min	Quota media	tc
	[km²]	[km]	[m s.m.]	[m s.m.]	[m s.m.]	[ore]
FOSSO MARGI	9.14	6.186	153	0	76.5	3.05
FOSSO GALLINELLA	36.32	14.35	916	0	153.1	4.61
FOSSO RACCUGLIA	22.465	11.009	809	23	164.2	3.46

Ietogramma di progetto

Come accennato in precedenza, il metodo adottato introduce l'ipotesi semplificativa secondo cui la precipitazione critica abbia una durata pari al tempo di corrivazione e sia distribuita in maniera uniforme sull'intero bacino.

Il pluviogramma risulta pertanto di forma rettangolare, caratterizzato da un'intensità di pioggia costante, dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica adottata in corrispondenza del tempo di corrivazione del bacino.

Pioggia netta

Gli ietogrammi sono stati successivamente depurati per ottenere le piogge nette, poiché non tutto il volume affluito durante una precipitazione giunge alla rete idrografica superficiale: vi sono fenomeni idrologici, legati all'infiltrazione ed all'immagazzinamento di acque nelle depressioni superficiali, che riducono il volume d'acqua piovuta.

Per la determinazione della pioggia netta, tra gli svariati metodi (*percentuale, Horton, ecc*) è stato adottato, in conformità con quanto indicato nel PAI, quello del **CN (Curve Number)**, variabile tra 0 e 100, tabellato dalla SCS (Soil Conservation Service) secondo la capacità di deflusso del terreno e l'uso del suolo.

La pioggia netta può essere determinata in base alla espressione seguente:

$$V_{id} = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S} \quad [5.6]$$

dove:

- V_{id} (mm) è il volume idrico defluito;
- P (mm) è il volume affluito nello stesso periodo;
- I_a (mm) rappresenta il volume di perdita iniziale (*Initial abstraction*)

Consorzio di Bonifica n.2 - Palermo

“Ammodernamento della rete irrigua del comprensorio Iato – 1° lotto sollevato” – Progetto Definitivo
Relazione Idrologica e Idraulica dei corsi d'acqua

- S (mm) è il volume complessivamente perduto, dipendente dal tipo di copertura, dall'uso del suolo dalla permeabilità dei terreni e dal grado di saturazione;

La stima di S viene effettuata secondo la relazione:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad [5.7]$$

Per quanto attiene invece il valore del parametro Ia (*Initial abstraction*) è stato adottato il valore fornito dall'espressione:

$Ia = 0.2 \times S$ consigliato dal Soil Conservation Service.

L'indice **CN** (Curve Number) è diffusamente tabellato nella letteratura:

Tabella 7 - valori CN

Tipo di copertura (uso del suolo):	Tipi di suolo			
	A	B	C	D
<i>Terreno coltivato</i>				
Senza trattamenti di conservazione con	72	81	88	91
interventi di conservazione	62	71	78	81
<i>Terreno da pascolo</i>				
cattive condizioni	68	79	86	89
buone condizioni	39	61	74	80
<i>Praterie</i>				
buone condizioni	30	58	71	78
Terreni boscosi o forestati				
terreno sottile, sottobosco povero, senza	45	66	77	83
foglie	25	55	70	77
sottobosco e copertura buoni				
<i>Spazi aperti, prati rasati, parchi</i>				
buone condizioni con almeno il 75% con	39	61	74	80
copertura erbosa	49	69	79	84
condizioni normali, con copertura erbosa				
intorno al 50%				
<i>Aree commerciali</i> (impermeabilità 85%)	89	92	94	95
<i>Distretti industriali</i> (impermeabilità. 72%)	81	88	91	93
<i>Aree residenziali</i>				
Impermeabilità media 65%	77	85	90	92
Impermeabilità media 38%	61	75	83	87

Consorzio di Bonifica n.2 - Palermo

“Ammodernamento della rete irrigua del comprensorio lato – 1° lotto sollevato” – Progetto Definitivo
Relazione Idrologica e Idraulica dei corsi d'acqua

Impermeabilità media 30%	57	72	81	86
Impermeabilità media 25%	54	70	80	85
Impermeabilità media 20%	51	68	79	84
<i>Parcheggi impermeabilizzati, tetti</i>	98	98	98	98
<i>Strade</i>				
Pavimentate, con cordoli e fognature	98	98	98	98
Inghiaiate o selciate con buche	76	85	89	91
In terra battuta (non asfaltate)	72	82	87	89

I valori del CN su riportati sono suggeriti per aree con copertura erbosa, a seconda delle caratteristiche di permeabilità del suolo, seguendo la classica suddivisione dei **Soil Conservation Service (SCS)** sotto riportata:

Tabella 8 - Permeabilità dei suoli (SCS)

Gruppo	Descrizione
A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza dalla superficie.

Sulla base di tali considerazioni nell'ambito del PAI è stata redatta la Carta delle iso-CN, in cui l'intero territorio è stato classificato e a cui si farà riferimento nel seguito delle calcolazioni.

Consorzio di Bonifica n.2 - Palermo

“Ammodernamento della rete irrigua del comprensorio Iato – 1° lotto sollevato” – Progetto Definitivo
Relazione Idrologica e Idraulica dei corsi d'acqua

Per la determinazione del valore del CN caratteristico di ciascun bacino, in ognuno di essi sono state individuate e misurate le aree caratterizzate da diversi valori di CN(II) in condizioni standard. Il valore medio adottato è variabile da 51 a 60, dedotto come media pesata dei valori elementari.

Sulla base di tali valori si sono determinate, per ciascuna durata, le altezze di pioggia netta.

Stima delle portate di massima piena

Introducendo nella [5.1] i valori dei diversi parametri stimati si sono determinate per ciascun bacino le portate di piena al colmo per i tempi di ritorno prefissati, che vengono sintetizzati nella tabella seguente.

Tabella 9 - Metodo razionale - Portate di piena per i bacini (m³/s)

PORTATA DI PIENA			
BACINO	TEMPO DI RITORNO [ANNI]		
	TR=50	TR=100	TR=200
FOSSO MARGI	55.02	61.92	71.47
FOSSO GALLINELLA	192.67	214.54	236.21
FOSSO RACCUGLIA	144.35	161.34	178.24

I contributi specifici (m³/s*kmq) dei bacini in studio vengono riportati nella tabella seguente.

Tabella 10 - Contributi specifici in (m³/s*kmq)

CONTRIBUTI SPECIFICI			
BACINO	TEMPO DI RITORNO [ANNI]		
	TR=50	TR=100	TR=200
FOSSO MARGI	6.02	6.77	7.82
FOSSO GALLINELLA	5.30	5.91	6.50
FOSSO RACCUGLIA	6.43	7.18	7.93

Roma, 26 febbraio 2016