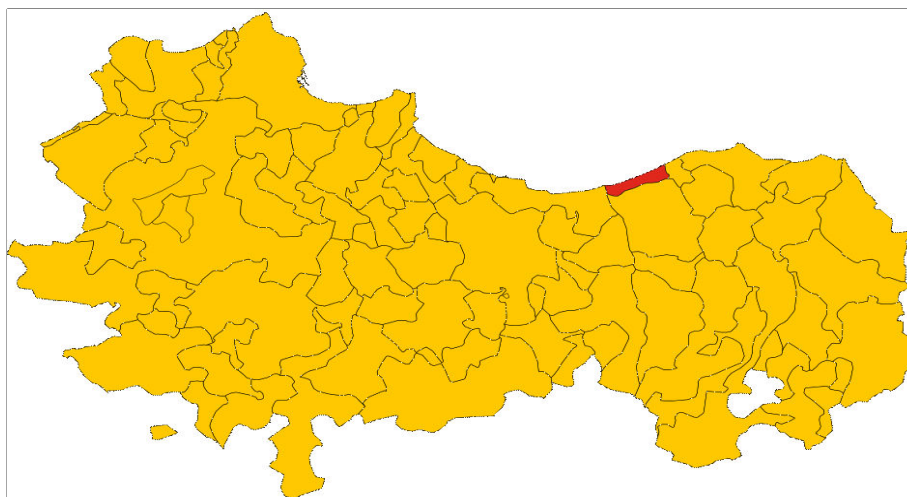


COMUNE DI CAMPOFELICE DI ROCCELLA

LAVORI DI ADEGUAMENTO DELLA SEZIONE IDRAULICA DELLA CONDOTTA FOGNARIA MISTA A OVEST DEL CENTRO ABITATO AL FINE DI CONSENTIRE UN ADEGUATO SMALTIMENTO DELLE ACQUE BIANCHE E LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO DEL VERSANTE DI ATTRAVERSAMENTO IN CASO DI EVENTI METEOROLOGICI INTENSI.

- PROGETTO ESECUTIVO -



IL R.U.P.:

IL PROGETTISTA :

Ing. PASQUALE GIARDINA

RELAZIONI STUDI E E CONSULENZE SETTORIALI – Relazione idraulica	ELABORATO
	A.2
Studio Tecnico Ing. Pasquale Giardina Via G. C.A. Dalla Chiesa 10, 90143 Palermo – Tf.0916110137 – EMAIL: ing.giardina@tin.it	Luglio 2023

Il proporzionamento del tratto di nuovo collettore fognario “A” previsto in progetto, viene ricondotto alla funzione di trasporto che, a valle del manufatto sfioratore e di regolazione su Via delle Madonie, interessa le sole portate nere e quelle meteoriche fino al prefissato rapporto di diluizione regolabile con paratoie mobili per un valore tra 3 e 5 volte la portata nera del giorno di massimo consumo.

La valutazione della portata nera raccolta e convogliata all’impianto di depurazione è stata eseguita sulla base delle stime contenute nel “Piano regolatore generale degli acquedotti della Regione Siciliana – PRGA (D.P. 20Aprile 2012, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Regione Siciliana, Anno 66 – n.26 del 29.06.2012).

Detto PRGA, allegato ALL.05.a Analisi della evoluzione demografica e proiezione agli anni di riferimento, riporta i valori di popolazione residente al 31.12.2002, nonché le proiezioni dal 31.12.2005 al 2040 per tutti i Comuni del territorio siciliano. Per il Comune di Campofelice di Roccella la risorsa indicata è pari a 32,80 l/s (13,50 dall’Acquedotto Collesano; 19,30 dal complesso Presidiana Scillato) destinata alla popolazione residente e fluttuante.

Ai fini di identificare le variazioni stagionali della popolazione, sono stati utilizzati i dati di produzione dei rifiuti in quanto ritenuti fortemente rappresentativi delle suddette variazioni. L’analisi dei dati di produzione dei rifiuti è stata effettuata con l’obiettivo di individuare i comuni della provincia che presentano significativi incrementi stagionali di produzione, indice di altrettanto significativi incrementi di popolazione. A tal fine, è stato individuato l’incremento percentuale di produzione dei rifiuti nel periodo di punta estivo rispetto al valore di produzione e relativo ai mesi invernali. Detto incremento è stato ottenuto facendo riferimento ai valori medi di produzione dei rifiuti nei due periodi (invernale ed estivo). L’analisi dell’incremento della produzione dei rifiuti è stata effettuata con riferimento ad un valore di soglia al di sotto del quale tale incremento è stato ritenuto non significativo. Tale valore è stato assunto pari al 20%. I comuni che hanno presentato incremento di produzione dei rifiuti superiori al valore di soglia sono stati ritenuti indice di forte

escursione demografica e pertanto oggetto di attenta verifica. L'analisi ha evidenziato che detti comuni sono quasi tutti ricadenti nell'area costiera; per gli stessi comuni il metodo di stima proposto ha condotto a valori di popolazione fluttuante che ben si adattano alla situazione reale rappresentata dal suddetto incremento di produzione dei rifiuti.

I dati analizzati in fase di redazione del PRGA hanno evidenziato un ulteriore caso particolare relativo proprio al Comune di Campofelice di Roccella. In particolare, in considerazione del notevole incremento del numero delle abitazioni attuale rispetto ai dati ISTAT, è stata effettuata la scelta di assumere per la componente fluttuante il dato stimato dal Comune nel febbraio 2008. Nella figura che segue si riportano i fabbisogni da PRGA per ciascun comune della provincia di Palermo.

COMUNE	FABBISOGNI DEI RESIDENTI - PRESENTI STABILI - PRESENTI GIORNALIERI							FABBISOGNI DI STAGIONALI E TURISTI		FABBISOGNI COMPLESSIVI		
	Residenti Dati censimento ISTAT 01/01/08	Presenti stabili	Presenti giornalieri	Portata media residenti [l/s]	Portata media presenti stabili [l/s]	Portata media presenti giornalieri [l/s]	Portata media [l/s]	Fluttuanti stagionali e turisti	Portata media nella stagione estiva [l/s]	Volume annuo [m³/a]	Portata media annua [l/s]	Portata nel giorno di massimo consumo [l/s]
Campofelice di Roccella	6.418	0	0	19,3	0,0	0,0	19,3	18.582	53,8	1.034.381	32,8	89,7
Campofiorito	1.379	0	0	4,0	0,0	0,0	4,0	0	0,0	126.144	4,0	6,0
Camporeale	3.556	12	0	10,3	0,0	0,0	10,3	8	0,0	324.821	10,3	15,4
Capaci	10.389	0	0	32,5	0,0	0,0	32,5	4.122	11,9	1.116.374	35,4	58,6
Carini	32.917	0	0	110,5	0,0	0,0	110,5	33.527	97,0	4.247.899	134,7	257,9
Castelbuono	9.291	0	0	28,0	0,0	0,0	28,0	2.022	5,9	927.158	29,4	47,1
Casteldaccia	10.609	0	0	33,2	0,0	0,0	33,2	6.984	20,2	1.204.675	38,2	69,1
Castellana Sicula	3.677	72	0	11,1	0,2	0,0	11,2	176	0,5	356.357	11,3	17,4
Castronovo di Sicilia	3.279	50	0	9,5	0,1	0,0	9,6	34	0,1	302.746	9,6	14,5
Cefalà Diana	1.032	0	0	3,1	0,0	0,0	3,1	0	0,0	97.762	3,1	4,6
Cefalù	13.799	1.631	1.451	44,7	3,9	1,7	50,3	16.806	48,6	1.971.000	62,5	125,9
Cerda	5.320	0	0	16,0	0,0	0,0	16,0	20	0,1	504.576	16,0	23,1
Chiusa Sclafani	3.122	81	0	9,0	0,2	0,0	9,2	11	0,0	290.131	9,2	13,8
Ciminna	3.927	0	0	11,4	0,0	0,0	11,4	0	0,0	359.510	11,4	17,0
Cinisi	11.456	0	0	35,8	0,0	0,0	35,8	8.877	25,7	1.330.819	42,2	79,1
Collesano	4.122	78	0	11,9	0,2	0,0	12,1	1.902	5,5	425.736	13,5	24,4
Contessa Entellina	1.949	0	0	5,6	0,0	0,0	5,6	12	0,0	176.602	5,6	8,5
Corleone	11.358	0	214	35,5	0,0	0,2	35,7	90	0,3	1.128.989	35,8	51,9
Ficarazzi	11.081	0	0	34,6	0,0	0,0	34,6	3.470	10,0	1.169.986	37,1	59,4

Provincia di Palermo: Fabbisogni per Comuni (PRGA)

In relazione alla particolare condizione di sviluppo turistico e dei servizi del comune, appare adeguato stabilire ai soli fini del proporzionamento idraulico, una dotazione per residenti, fluttuanti stagionali e turistici pari a 280 l/ab x g.

In considerazione delle densità abitativa attuale e prevedibile nel bacino servito dal collettore fognario in progetto, si valutano complessivamente presenze per 3.800 abitanti residenti e 1.200 fluttuanti e turisti, per un totale di 5.000 abitanti.

Per il calcolo della portata media nera si è fatto riferimento alla seguente espressione:

$$Q_0 = [(1-e)d*P]/86400$$

Dove:

Q_0 è la portata media nera [l*s];

P è il numero di utenti da servire con il tratto di rete fognaria in progetto;

d è la dotazione di dispersione che tiene conto dell'aliquota di dotazione idrica che non raggiunge la fognatura. Prudenzialmente si è assunto detto valore pari a 0,20.

Come è noto poi, la portata nera è una grandezza variabile nel tempo dipendendo dal variare dei consumi idrici, sebbene occorre tenere in conto la capacità di invaso della rete. Pertanto la portata media nera andrà moltiplicata per un coefficiente di punta C_p pari al rapporto tra la massima portata oraria e la portata media annua, che in accordo con quanto proposto dalla letteratura, per popolazioni fino a 10.000 abitanti, può porsi pari a 1,5.

Complessivamente la portata di punta nera in ingresso nel nuovo tratto di collettore è stata determinata pari a:

$$Q_p = 1,5 * [(1-0,20) * 280 * 5.000] / 86400 = 19,44$$

Considerando una regolazione del manufatto sfioratore acque meteoriche con coefficiente di diluizione compreso fra 3 e 4, la portata massima defluente risulterà variabile fra 58,32 l/s e 77,76 l/sec, contenute con buon margine nella capacità di trasporto del collettore.

:

Come detto, i collettori saranno costituiti da tubazioni in PEAD strutturato a doppia parete, interna liscia ed esterna corrugata, con classe di rigidità anulare SN 4 kN/m², conformi alla prEN 13476-1 a livello europeo, ed alla UNI 109681 a livello nazionale, ove quest'ultima altro non è che la traduzione in italiano della prima. La norma definisce i requisiti che tubi e raccordi in PVC-U, PP e/o PE a parete corrugata devono soddisfare nel campo della fognatura e degli scarichi interrati non in pressione.

In aggiunta alle proprietà meccaniche e chimico-fisiche che il materiale utilizzato deve possedere, la normativa prevede alcuni requisiti di conformità del tubo, ossia caratteristiche meccaniche e fisiche che le tubazioni devono possedere, di seguito riportate, con i rispettivi parametri di prova in base alla norma di riferimento che ne definisce il metodo:

Requisiti meccanici

Caratteristiche meccaniche (tipo di prova)	Requisiti prescritti	Parametri di prova		Metodo di prova in riferimento alla norma:
		Caratteristiche	Valore	
Creep Ratio o Valore di creep	≤ 4 , per un'estrapolazione a due anni.	Conforme a EN ISO 9967		EN ISO 9967
Rigidezza circonferenziale	\geq di quella di classificazione.	Conforme a EN ISO 9969		EN ISO 9969
Flessibilità anello	Curvatura regolare, con assenza di crepe a fine prova. (vedi prEN13476-1)	Deformazione	= 30% del D _{est}	EN 1446
Resistenza all'urto (prova d'urto)	TIR $\leq 10\%$	Temperatura = Condizionamento = Tipo di Percussore = Massa del Percussore: Ø 125 = Ø 160 = Ø 200 = Ø 250 = Ø ≥ 315 = Altezza di caduta: Ø ≥ 125 =	(-1;+1)°C Acqua/Aria d90 0,8 kg 1 kg 1,6 kg 2,5 kg 3,2 kg 2 m	EN 744
Tenuta idraulica del giunto		Temperatura = Deformazione tubo = Deformazione giunto =	(21;25)°C 10% D _{est} 5% D _{est}	EN 1277 condizione B
	Nessuna perdita per 15 minuti	Pressione acqua =	0,05 bar	
	Nessuna perdita per 15 minuti	Pressione acqua =	0,5 bar	
	$\leq -0,27$ bar	Pressione aria =	-0,3 bar	EN 1277 condizione C
		Temperatura = Flessione angolare: D _{est} ≤ 315 315 < D _{est} ≤ 630 630 < D _{est}	(21;25)°C 2° 1,5° 1°	
	Nessuna perdita per 15 minuti	Pressione acqua =	0,05 bar	
	Nessuna perdita per 15 minuti	Pressione acqua =	0,5 bar	
	$\leq -0,27$ bar	Pressione aria =	-0,3 bar	

Requisiti fisici

Caratteristiche fisiche (tipo di prova)	Requisiti prescritti	Parametri di prova		Metodo di prova in riferimento alla norma:
		Caratteristiche	Valore	
Oven Test o Prova al forno	Il tubo non deve presentare crepe, rotture, delaminazioni o bolle. (max 3%)	Temperatura = Tempo di immersione: * $\leq 8\text{ mm}$ = * $> 8\text{ mm}$ =	(108;112)°C 30 min. 60 min.	ISO 12091
Melt Index o Indice di fluidità	Massima differenza dal valore iniziale 0,25 g / 10 min. max	Temperatura = Carico =	190°C 5 kg	ISO 1133

* indica lo spessore massimo di parete del tubo

Nella tabella che segue sono invece riportate le caratteristiche dimensionali di alcune tubazioni commerciali.

Diametro Esterno - mm	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1200
Diametro Interno - mm	107	138	176	216	271	343	427	535	678	851	1030
Quantità bancale	69	40	25	16	9	9	5	4	sfusi	sfusi	sfusi

La giunzione delle tubazioni avviene tramite un manicotto conforme alle prescrizioni del prEN 13476-1 e due guarnizioni elastomeriche. Tale sistema di giunzione è preferito a quello a semplice bicchiere, in quanto consente una maggiore libertà nel corso dell'installazione, permettendo di utilizzare sezioni della lunghezza necessaria senza essere condizionati dalla presenza di un bicchiere fisso. Risulta liscio internamente con un anello di battuta nella parte centrale. La sua lunghezza permette l'inserimento di più costole al suo interno da entrambe le parti, in modo da assicurare l'allineamento dei tubi ed evitare rischi di sfilamento.

Nella tabella che segue sono riportate le caratteristiche fisico meccaniche e geometriche delle tubazioni da utilizzare.

Requisito	Unità	Valore
Aspetto superficiale	-	-
Caratteristiche geometriche	-	-
Indice di fluidità a 190°C peso 5 Kg (MFR 190/5)	g/10-min	Variazione a seguito di lavorazione inferiore al $\pm 20\%$
Tempo di induzione all'ossidazione (T=200°C)	min	≥ 20
Resistenza alla pressione idrostatica ($\sigma = 12,4$ MPa, 20°C, >100 ore)	ore	>100
Resistenza alla pressione idrostatica ($\sigma = 5,4$ MPa, 80°C, >165 ore)	ore	>165
Resistenza alla pressione idrostatica ($\sigma = 5,0$ MPa, 80°C, >1000 ore)	ore	>1000
Allungamento a rottura	%	≥ 350
Contenuto di nero fumo	%	2÷2,5

Tabella 3 - Tubo Unidelta PN6 (SDR 26) di polietilene alta densità PE 100 secondo la UNI EN 12201, EN 12201 e la UNI EN ISO 15494.

COD	d _s (mm)	e (mm)	d _i (mm)	Ar (cm ²)	Au (cm ²)	J (cm ⁴)	Pt (kg/m)	Vf (l/m)	F (m)
2050006160006 2050006160012	*160 $\pm^{+1,2}$	6,2 $\pm^{+1,2}$	147,6	29,94	171,02	8,868·10 ³	3,042	17,10	B6 B12
2050006180006 2050006180012	*180 $\pm^{+1,1}$	6,9 $\pm^{+1,2}$	166,2	37,50	216,84	1,407·10 ³	3,787	21,68	B6 B12
2050006200006 2050006200012	*200 $\pm^{+1,2}$	7,7 $\pm^{+1,2}$	184,6	46,49	267,51	2,153·10 ³	4,697	26,75	B6 B12
2050006225006 2050006225012	*225 $\pm^{+1,4}$	8,6 $\pm^{+1,2}$	207,8	58,44	338,97	3,426·10 ³	5,903	33,90	B6 B12
2050006250006 2050006250012	*250 $\pm^{+1,4}$	9,6 $\pm^{+1,1}$	230,8	72,50	418,37	5,246·10 ³	7,313	41,84	B6 B12
2050006280006 2050006280012	*280 $\pm^{+1,7}$	10,7 $\pm^{+1,2}$	258,6	90,53	525,23	8,219·10 ³	9,122	52,52	B6 B12
2050006315006 2050006315012	*315 $\pm^{+1,8}$	12,1 $\pm^{+1,4}$	290,8	115,14	664,17	1,323·10 ⁴	11,620	66,42	B6 B12
2050006355006 2050006355012	*355 $\pm^{+2,2}$	13,6 $\pm^{+1,5}$	327,8	145,87	843,93	2,219·10 ⁴	14,686	84,39	B6 B12
2050006400006 2050006400012	*400 $\pm^{+2,4}$	15,3 $\pm^{+1,7}$	369,4	184,91	1071,73	3,426·10 ⁴	18,623	107,17	B6 B12
2050006450006 2050006450012	*450 $\pm^{+2,7}$	17,2 $\pm^{+1,9}$	415,6	233,87	1356,57	5,484·10 ⁴	23,546	135,66	B6 B12
2050006500006 2050006500012	*500 $\pm^{+2,8}$	19,1 $\pm^{+2,1}$	461,8	288,56	1674,93	8,355·10 ⁴	29,046	167,49	B6 B12
2050006560006 2050006560012	*560 $\pm^{+2,4}$	21,4 $\pm^{+2,2}$	517,2	362,10	2100,91	1,315·10 ⁵	36,409	210,09	B6 B12
2050006630006 2050006630012	*630 $\pm^{+2,2}$	24,1 $\pm^{+2,2}$	581,8	458,74	2658,50	2,108·10 ⁵	46,133	265,85	B6 B12

Come è noto, il problema di verifica di una canale di fognatura consiste nel determinare i tiranti idrici h e le velocità V che si instaurano, per effetto della portata di verifica Q , nei canali dei quali sono noti forma, materiali, dimensioni e pendenze.

La verifica verrà condotta ipotizzando condizioni di moto uniforme, che fornisce risultati, in termini di tiranti idrici e di velocità, che si possono ritenere accettabili per il caso in esame.

Per la risoluzione del problema si ricorre all'utilizzo delle scale di deflusso normalizzate ricavate per le sezioni circolari, e valide per qualsiasi valore di pendenza e del parametro di scabrezza, con i valori di V e Q normalizzati rispetto ai valori V_r e Q_r relativi alle condizioni di completo riempimento del condotto. Nella tabella che segue è riportata la scala di deflusso normalizzata per la sezione circolare, ricavata utilizzando la nota formula di Gauckler-Strickler, con r pari al raggio della sezione circolare.

Sezione circolare		
h/r	V/V_r	Q/Q_r
0,10	0,257	0,005
0,20	0,401	0,021
0,40	0,615	0,088
0,60	0,776	0,196
0,80	0,902	0,337
1,00	1,000	0,500
1,20	1,072	0,672
1,30	1,099	0,756
1,40	1,119	0,837
1,50	1,133	0,912
1,60	1,140	0,978
1,70	1,137	1,031
1,80	1,124	1,066
1,90	1,095	1,075
2,00	1,000	1,000

Utilizzando detta formula di Gauckler-Strickler si avrà:

$$V_r = 0,630 K_s r^{2/3} i^{1/2}$$

$$Q_r = 1,979 K_s r^{8/3} i^{1/2}$$

dove si è assunto K_s pari a $80 \text{ [m}^{1/3}\text{s}^{-1}\text{]}$, trattandosi di tubazioni in materie plastiche.

La tabella che segue riporta i calcoli di dimensionamento per tubazioni in PEAD di diametro variabile e per due diversi gradi di riempimento (50% e 90%) e per coefficiente di Gauckler-Strickler pari a $80 [m^{1/3}s^{-1}]$.

Tabella delle Portate

DN \varnothing_{est} mm	DI \varnothing_{int} mm	Riempimento = 50%								Riempimento = 90%							
		i = 5‰		i = 1‰		i = 3‰		i = 5‰		i = 5‰		i = 1‰		i = 3‰		i = 5‰	
		V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s
125	107	0,51	2,27	0,72	3,22	1,24	5,57	1,60	7,19	0,57	4,85	0,8	6,86	1,39	11,88	1,8	15,33
160	138	0,60	4,48	0,85	6,34	1,47	10,98	1,90	14,18	0,67	9,56	0,95	13,52	1,65	23,41	2,13	30,22
200	178	0,71	8,84	1,00	12,50	1,74	21,65	2,25	27,95	0,80	18,84	1,13	26,64	1,96	46,15	2,53	59,58
250	217	0,81	14,99	1,15	21,20	1,99	36,72	2,56	47,40	0,91	31,95	1,29	45,19	2,23	78,27	2,88	101,05
315	275	0,95	28,19	1,34	39,87	2,33	69,06	3,00	89,16	1,07	60,10	1,51	84,99	2,61	147,21	3,38	190,04
400	348	1,11	52,82	1,57	74,70	2,72	129,38	3,51	167,03	1,25	112,59	1,77	159,23	3,06	275,80	3,95	356,05
500	433	1,28	94,60	1,82	133,79	3,15	231,72	4,06	299,15	1,44	201,65	2,04	285,18	3,54	493,94	4,57	637,68
630	545	1,50	174,7	2,12	247,08	3,67	427,95	4,78	552,48	1,68	372,41	2,38	526,67	4,13	912,22	5,33	1177,7
800	678	1,73	312,8	2,45	442,31	4,24	766,10	5,48	989,03	1,95	666,67	2,75	942,82	4,77	1633	6,16	2108,2
1000	851	2,02	573,3	2,85	810,82	4,94	1404,4	6,38	1813,1	2,27	1222,1	3,21	1728,3	5,55	2993,6	7,17	3864,7
1200	1030	2,29	953,9	3,24	1348,9	5,61	2336,5	7,24	3016,4	2,57	2033,3	3,64	2875,5	6,31	4980,5	8,14	6429,8

Calcolo eseguito con il metodo GAUCKLER-STRICKLER, con un parametro di scabrezza prudenziale assunto dall'ASTM: $S_{GS} = 80 m^{2/3}/s$