

## Sommario

<b>1. Analisi e selezione delle aree oggetto di studio</b> .....	<b>2</b>
1.1 Premessa .....	2
1.2 Criteri di selezione delle aree oggetto di studio.....	2
1.3 Descrizione dei siti.....	4
1.3.1 Residenziale Urbano.....	4
1.3.2 Agglomerati Rurali: Borgo San Giacomo .....	6
1.3.3 Agglomerati Costieri.....	8
<b>2. Valutazione di fattibilità</b> .....	<b>11</b>
2.1 Kit Risparmio Idrico .....	11
2.2 Raccolta piovane .....	12
2.3 Riutilizzo acque grigie.....	13
2.4 Impianti di fitodepurazione.....	13
2.5 Impianti di fitodepurazione a flusso orizzontale.....	14
2.6 Impianti di fitodepurazione a flusso verticale.....	16
2.7 Sistemi a flusso superficiale .....	17
2.8 SBR.....	18
<b>3. Elaborazione delle Alternative</b> .....	<b>19</b>
3.1 Residenziale Urbano.....	19
3.1.1 Cooperativa Soraya .....	21
3.1.2 Cooperativa Doriana.....	26
3.2 Borgo San Giacomo .....	30
3.3 Agglomerati Costieri – Villaggio Cerasella.....	36
<b>4. Valutazione degli scenari proposti basata su un'analisi multicriterio</b> .....	<b>44</b>
<b>5. Conclusioni</b> .....	<b>46</b>
5.1 Definizione delle alternative “su misura” ottimali .....	46
5.2 Dallo studio alla realizzazione .....	49



# 1. Analisi e selezione delle aree oggetto di studio

## 1.1 Premessa

Il presente rapporto presenta lo studio di fattibilità sviluppato da SVIMED, partner del progetto europeo SWMED – Sustainable Domestic Water Use in Mediterranean Region, per la promozione dell'uso sostenibile delle risorse idriche nei Paesi mediterranei.

Nell'ambito di tale studio è stata eseguita un'indagine, caratterizzata da un'approfondita fase di ricerca e analisi, che ha consentito di individuare le modalità di approvvigionamento idrico ed i sistemi di raccolta, trattamento e smaltimento delle acque reflue (reti fognarie, impianti di depurazioni, scarichi) in alcune aree di espansione urbana realizzate mediante programmi di edilizia convenzionata ed in zone del comune di Ragusa attualmente non ancora dotate di reti idriche e fognarie.

Le informazioni relative alle caratteristiche delle reti idriche e fognarie nonché degli impianti di depurazione del comune di Ragusa, sono state acquisite attraverso la consultazione del Piano di attuazione delle reti Fognarie (PARF) e di elaborati prodotti nell'ambito di recenti studi già svolti nell'area.

Numerosi sono stati, inoltre, i momenti di confronto con i tecnici del Comune di Ragusa, in particolare col Servizio Idrico Integrato del Settore 6 - Ambiente, Energia, Protezione Civile e Verde Pubblico, relativamente alle reti idriche ed alle acque reflue e con quelli del Settore Assetto ed Uso del Territorio per quanto riguarda gli aspetti urbanistici degli agglomerati non serviti da reti idriche e fognarie perché sorti abusivamente lungo le principali direttrici esterne.

Alcune delle informazioni che mancavano alle autorità competenti sono state reperite tramite interviste ai residenti nelle aree di riferimento per permettere l'approssimazione di dati quali il consumo idrico annuo, il trattamento delle reflue o il numero di case stagionalmente abitate.

La panoramica sulle risorse idropotabili e sulla modalità di smaltimento dei reflui nel Comune di Ragusa, i sistemi urbani e le attività economiche e sociali sviluppatasi nell'ambito del territorio comunale, sono stati utili per identificare i tre casi studio e le loro peculiari caratteristiche:

- ✓ Residenziale Urbano: Cooperative edilizie Soraya e Doriana
- ✓ Agglomerato Rurale: Borgo San Giacomo
- ✓ Agglomerati Costieri ad alta fluttuazione stagionale di abitanti: Marina di Ragusa e Villaggio Cerasella, insediamento di recente formazione sorto, assieme ad altri, lungo la SP 25.

L'ultima parte del documento presenta un quadro delle possibili soluzioni esistenti e applicabili ai casi studio presentati e i risultati della relativa valutazione di fattibilità.

## 1.2 Criteri di selezione delle aree oggetto di studio

Il territorio del Comune di Ragusa, presenta una superficie territoriale di circa 442 Km<sup>2</sup> ed una popolazione residente di 73.333 abitanti (dati ISTAT 2010).

Le risorse idriche ad uso potabile attualmente disponibili ed utilizzate per l'alimentazione della città di Ragusa sono costituite interamente da acque sotterranee (pozzi e sorgenti) ad eccezione di quelle



utilizzate per l'approvvigionamento della frazione di San Giacomo, provenienti dalla diga di Santa Rosalia sul fiume Irmínio.

I volumi immessi in rete, per l'approvvigionamento potabile del territorio di Ragusa, ammontano a circa 15,453 Mlnm<sup>3</sup>/anno, come risulta dalle tabelle 1 e 2, dove per ogni pozzo o sorgente sono riportati l'ubicazione, il bacino d'utenza ed altri dati tecnici (diametro, profondità e volumi):

Denominazione	Ubicazione	Bacino di utenza	Portata media	Volume utilizzato	Profondità	Diametro	In esercizio
Pozzo Macello	C.da Conservatore	Ragusa - Centro Urbano	15	473.040	300	200	SI
Pozzo "I"	C.da Lusia	Ragusa - Centro Urbano	55	1.734.480	65	300	SI
Pozzo "I1"	C.da Lusia	Ragusa - Centro Urbano	27	851.472	120	300	SI
Pozzo "I2"	C.da Lusia	Ragusa - Centro Urbano	40	1.261.440	120	300	SI
Pozzo "H"	C.da Lusia	Ragusa - Centro Urbano	20	630.720	120	300	SI
Pozzo "G"	C.da Lusia	Ragusa - Centro Urbano	10	315.360	78	300	SI
Pozzo "F"	C.da Arancelli	Ragusa - Centro Urbano	50	1.576.800	138	n.d.	SI
Pozzo "A1"	C.da Arancelli	Ragusa - Centro Urbano	45	1.419.120	86	300	SI
Pozzo A	C.da Arancelli	Ragusa - Centro Urbano	30	946.080	85	300	SI
Pozzo B	C.da Ciaramita	Ragusa - Centro Urbano	40	1.261.440	138	300	SI
Pozzo B1	C.da Ciaramita	Ragusa - Centro Urbano	40	1.261.440	150	300	SI
Pozzo E	C.da Ciaramita	Ragusa - Centro Urbano	38	1.198.368	140	300	SI
Pozzo S. Leonardo	Centro Urbano	Ragusa - Centro Urbano	5	0	20	n.d.	NO
Pozzo S. Leonardo	Centro Urbano	Ragusa - Centro Urbano	9	0	108	250	Da attivare

Denominazione	Ubicazione	Bacino di utenza	Portata media	Volume annuo utilizzato	Quota Prelievo	In esercizio
Sorgente San Leonardo	Centro Urbano	Ragusa - Centro Urbano	15	473.040	365	SI
Sorgente Cilone	n.d.	Ragusa - Centro Urbano	6	189.216	570	SI
Sorgente Fontana Grande	C.da Fontana Grande	Ragusa - Centro Urbano	8	252.288	535	SI
Cava Misericordia Sorgente Oro	C.da Misericordia	Ragusa - Centro Urbano	10	315.360	545	SI
Sorgente Misericordia 2	C.da Misericordia	Ragusa - Centro Urbano	20	630.720	540	SI
Sorgente Cava Volpe	C.da Cava Volpe	Ragusa - Centro Urbano	6	189.216	600	SI
Sorgente Corchigliato	C.da Corchigliato	Ragusa - Centro Urbano	15	473.040	100	SI

Tab.1 e 2 – Dati sui pozzi e sulle sorgenti che alimentano l'acquedotto di Ragusa

In rosso sono evidenziate le risorse che sono risultate inquinate e che in atto non vengono utilizzate per la distribuzione, generando l'emergenza idrica che di recente ha colpito il comune di Ragusa. In verde, invece, la prima risorsa idrica rinvenuta a seguito dei lavori urgenti di trivellazione di un pozzo, in un'area attigua al dismesso pozzo San Leonardo, intervento finalizzato al superamento dell'attuale emergenza.

Dai dati<sup>1</sup> di cui sopra risulta un volume annuo di acqua immessa in rete per uso idropotabile di 15,453 Mlnm<sup>3</sup>.

Confrontando i volumi immessi in rete con i volumi fatturati<sup>2</sup> (4,65 Mlnm<sup>3</sup>/anno) si ottiene una percentuale di perdite del 70% circa che non tiene conto dei volumi distribuiti e non fatturati (scuole comunali, verde pubblico e impianti sportivi) per cui di fatto le perdite idriche per vetustà della rete di distribuzione si stimano in circa il 55% del volume immesso in rete.

Considerando una popolazione residente nella città di Ragusa di 69.333 abitanti, si ottiene:

- una dotazione idrica giornaliera di 610 l/ab (che tiene conto dei volumi immessi in rete);
- un consumo giornaliero effettivo di 270 l/ab (che tiene conto del 55% di perdite);
- un consumo giornaliero di 184 l/ab (che tiene conto dei volumi fatturati).

<sup>1</sup> Fonte: Piano di tutela delle acque della Sicilia – Aggiornamento e revisione del piano regolatore generale degli acquedotti

<sup>2</sup> Fonte: CSEI Catania, *Studio sull'utilizzazione agricola delle acque reflue urbane nella provincia di Ragusa*



Il centro urbano di Ragusa è servito da un sistema di depurazione (costituito da due impianti di depurazione) ubicato in C.da Lusìa, al quale vengono conferite anche le acque provenienti dalla zona Industriale di Ragusa.

I volumi di acque reflue annualmente trattati dagli impianti di depurazione di C.da Lusìa sono pari a circa  $5,3 \times 10^6 \text{ m}^3$  a fronte di un valore di progetto relativo ai volumi complessivamente trattabili di  $6,4 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

I reflui da trattare vengono convogliati al sistema di depurazione “Lusìa” attraverso due condotte: una proveniente dall'Agglomerato industriale di Ragusa e da Ragusa alta, ed un'altra condotta che raccoglie i reflui di Ragusa bassa e Ragusa Ibla.

Prendendo in esame le informazioni raccolte e lo stato dell'arte dell'area di Ragusa, identifichiamo i tre casi studio per contraddistinguere le differenti situazioni: il residenziale urbano, gli agglomerati rurali e gli agglomerati costieri. Questi tre casi rappresentano situazioni riscontrabili a livello regionale o nazionale con problemi simili, quali quelli relativi all'isolamento o alla fornitura idrica tipici degli agglomerati sorti abusivamente negli ultimi 50 anni che non presentano nessun sistema idrico e delle aree abitate stagionalmente relativi al sistema di approvvigionamento che nel periodo estivo crescono esponenzialmente.

## 1.3 Descrizione dei siti

### 1.3.1 Residenziale Urbano

Il sistema di distribuzione idrico a Ragusa è costituito da una rete idrica principale, che ha origine dai 9 serbatoi con un capacità di 8.650 metri cubi, da cui si dipartono le reti secondarie di distribuzione, che alimentano gli allacci delle utenze private.

L'immissione delle acque nella rete di distribuzione viene effettuata a rotazione sulla base di apposite manovre sulle saracinesche. Tale distribuzione “a turno” comporta la necessità per ogni utenza di dotarsi di una propria vasca d'accumulo, da riempire durante le ore di erogazione dell'acquedotto per utilizzare la risorsa durante la restante parte della giornata.

Le acque grigie e nere vengono convogliate nell'unica rete esistente acque nere con recapito finale presso i depuratori di C.da Lusìa, mentre le acque bianche recapitano nella rete acque bianche comunale. Negli edifici condominiali esistenti, normalmente, ogni complesso edilizio costituisce un'utenza idrica

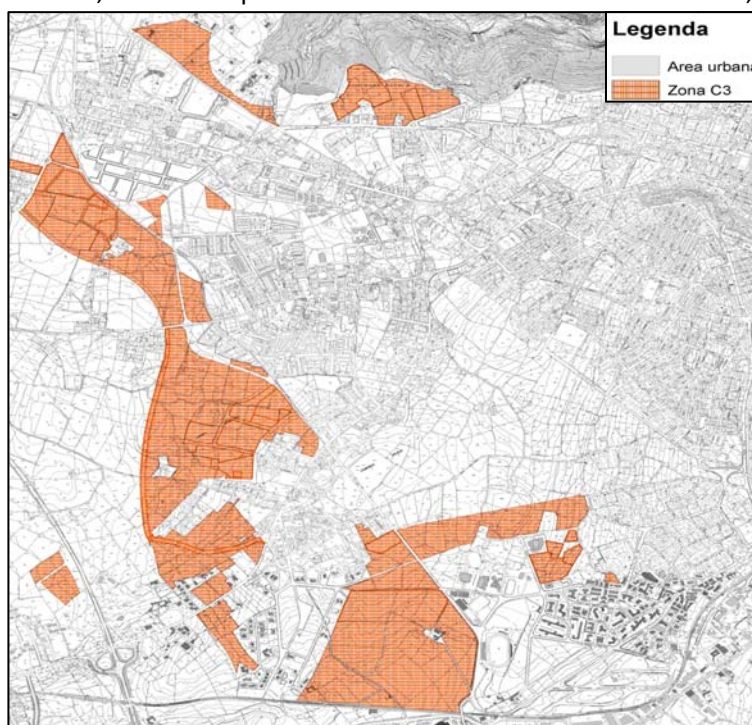


Fig. 2 – Individuazione aree di Edilizia Economica e Popolare (PEEP)

dotata di un contatore volumetrico. Le acque misurate a valle del contatore confluiscono in un serbatoio condominiale da dove vengono alimentate le reti di distribuzione interne al condominio, ove possono essere inseriti altri contatori per il conteggio dei consumi dei singoli condomini.

Le modalità di distribuzione idrica e di smaltimento delle acque (nere, bianche e grigie) nei nuovi insediamenti urbani di espansione, compresi quelli sorti mediante Programmi Costruttivi nell'ambito dei Piani di Edilizia Economica e Popolare (PEEP) è la medesima, con la differenza che, in questo caso, anche negli edifici condominiali, ogni unità immobiliare ha un proprio serbatoio di accumulo per l'acqua ad uso potabile.

Nell'ambito dei PEEP sono state previste villette a schiera monofamiliari e bifamiliari ed edifici per un numero massimo di 3 piani fuori terra.

Le norme tecniche d'attuazione hanno stabilito che ogni singolo corpo di fabbrica dovrà essere dotato di fonti di energia alternativa per una percentuale pari al 30% dell'energia necessaria al singolo corpo di fabbrica: pannelli solari per riscaldamento e/o acqua calda e pannelli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica o comunque attraverso l'uso di materiali capaci di determinare un risparmio energetico pari al 30% per ogni corpo di fabbrica<sup>3</sup>. Inoltre, gli impianti di illuminazione delle parti pubbliche e condominiali dovranno essere alimentati mediante pannelli fotovoltaici.

Queste sono alcune delle normative sulla quale si sono basati i costruttori delle cooperative (a livello pubblico e privato) per la costruzione di nuove zone di espansione dentro e fuori dal centro urbano di Ragusa. A Ragusa si contano più di 100 cooperative edilizie e due di queste collaborano con Svimed nella collezione dei dati necessari: Cooperative Soraya e Doriana, che sono associate alla Legacoop Ragusa.

### Cooperativa edilizia Soraya

La cooperativa edilizia Soraya, assieme ad altre, rientra nell'ambito di un programma costruttivo approvato con Decreto del 17/02/05 dell'Assessorato Regionale Lavori Pubblici e localizzato in c.da Selvaggio.

La superficie del lotto della cooperativa Soraya è di circa 7000 m<sup>2</sup> dove verranno realizzati 20 alloggi raggruppati in 10 corpi di fabbrica costituiti da villette bifamiliari da 70 m<sup>2</sup> ciascuna, a due piani fuori terra con annesso garage.

Solo per gli alloggi a piano terra è prevista un'area verde di pertinenza della superficie variabile da 300 a 600 m<sup>2</sup>. L'approvvigionamento idrico è previsto mediante allaccio alle rete comunale e la riserva idrica per uso idropotabile è stata prevista mediante recipienti interrati al piano garage.

Le acque grigie e nere vengono convogliate nella rete comunale esistente acque nere con recapito finale presso i depuratori di C.da Lusia. Non sono stati previsti sistemi di accumulo e recupero delle acque piovane, che vengono recapitate nella rete acque bianche comunale.

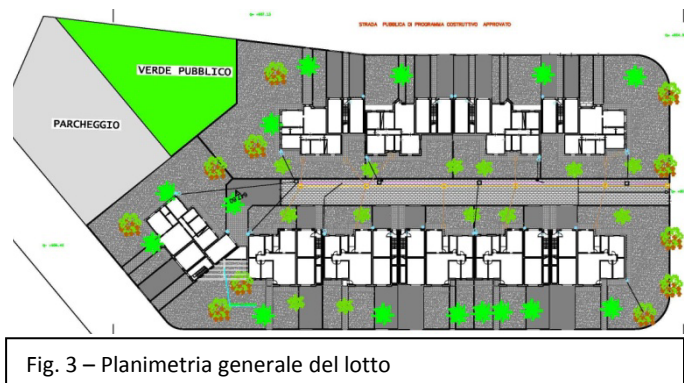


Fig. 3 – Planimetria generale del lotto

<sup>3</sup> Fonte: Piano di Edilizia Economica e Popolare Ragusa - Settore Assetto ed Uso del Territorio; Servizio Gestione Piani Urbanistici

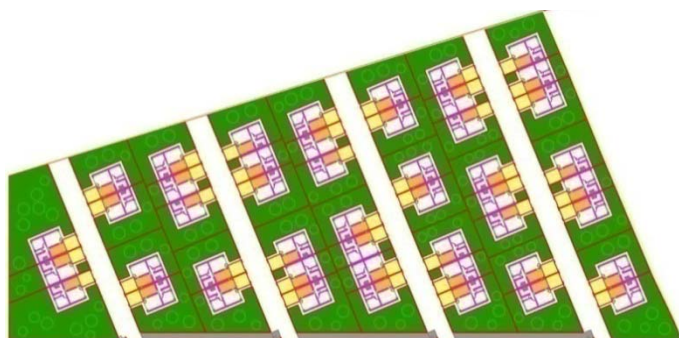


Fig. 3 – Planimetria generale del lotto

#### Cooperativa edilizia Doriana

La cooperativa edilizia Doriana, rientra nell'ambito di un programma costruttivo approvato con Decreto del 28/10/04 dell'Assessorato Regionale Lavori Pubblici e localizzato in c.da Cisternazzi.

La superficie della cooperativa Soraya è di circa 18000 m<sup>2</sup>: il progetto prevede la realizzazione di 18 corpi di fabbrica composti da due o tre unità abitative duplex, per un totale di 48 alloggi costituiti

da villette monofamiliari da 95 m<sup>2</sup> a due piani fuori terra con annesso garage da 18 m<sup>2</sup> e locale sgombero a piano copertura.

Il verde di pertinenza di ogni singola villetta presenta una superficie variabile da 45 a 500 m<sup>2</sup>.

Anche in questo caso le acque grigie e nere vengono convogliate nella rete comunale per le acque nere esistente, con recapito finale presso i depuratori di C.da Lusìa, e le acque bianche nella rete acque bianche comunale.

### 1.3.2 Agglomerati Rurali: Borgo San Giacomo

Del sistema urbano montano fa parte la frazione di San Giacomo, situata a 500 m s.l.m. nella parte nord del territorio comunale, ad una distanza di circa 18 Km dal centro abitato di Ragusa, dove risiedono circa 500 abitanti<sup>4</sup>.

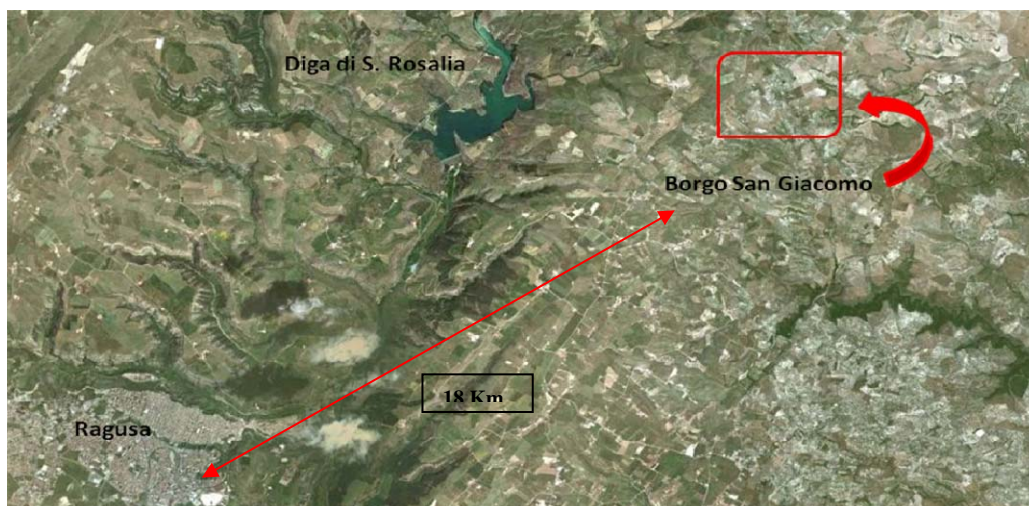


Fig. 5 – Localizzazione agglomerato rurale San Giacomo

San Giacomo costituisce un insediamento legato essenzialmente all'attività agricola di tipo tradizionale, in un contesto paesaggistico caratteristico dell'Altipiano Ibleo in cui operano numerose aziende zootecniche.

<sup>4</sup> Fonte: Relazione Generale Piano Comunale di Protezione Civile

Il nucleo originale risale alla fine del 1800 e la maggior parte delle unità abitative derivano da preesistenze di tipo rurale ristrutturate, mentre le nuove edificazioni, sono edifici singoli o in linea. Per avere un quadro completo delle tipologie edilizie presenti è stata effettuata un'analisi suddividendo le Unità Immobiliari Urbane censite al Catasto Fabbricati in relazione al numero di vani abitativi ed al numero di piani.

Dall'indagine effettuata presso l'Ufficio Provinciale dell'agenzia del Territorio è emerso che:

il 17% delle Unità Immobiliari Urbane (U.I.U.) censite non supera i 3,5 vani;

il 53% presenta un numero di vani compreso tra 4 e 6;

il 30% presenta più di 6 vani.

A testimonianza della vocazione agricola del territorio, è stato riscontrato un elevato numero di U.I.U. ad uso deposito (31) e diversi fabbricati strumentali all'esercizio dell'attività agricola.

Per quanto riguarda la ripartizione delle U.I.U. in base al numero di piani il 67% risulta ad un solo piano, mentre il restante 33% a due piani fuori terra.

#### Consumi idropotabili e smaltimento acque reflue

Quello di Borgo San Giacomo è un caso particolare di distribuzione idrica, in quanto sfrutta un acquedotto realizzato dall'E.S.A. (Ente di Sviluppo Agricolo), che distribuisce le acque potabilizzate della diga di S. Rosalia, in aggiunta all'acquedotto rurale per gli usi irrigui.

I consumi idrici domestici, mediamente, si attestano attorno ai 100 l/abxgiorno (dato rilevato dalla media dei volumi fatturati ad un campione di 10 utenze – non ci sono dati ufficiali per quanto riguarda le emissioni).

Borgo San Giacomo, non è dotato di rete fognaria e la raccolta delle acque reflue avviene mediante vasche a tenuta interrate.

Lo smaltimento delle acque reflue avviene mediamente 2-3 volte l'anno mediante bottini da 15.000 l, di ditte private per i non residenti, mentre per i residenti il Comune ha previsto un servizio agevolato basato sul reddito, di cui si riportano i costi relativi alle varie fasce di reddito:

Reddito ISEE da €	Reddito ISEE fino a €	Costo primo viaggio €	Costo viaggio successivo al primo €
	6.000,00	-----	-----
6.001,00	15.000,00	16,00	7,00
15.001,00	25.000,00	30,00	15,00
25.001,00	40.000,00	40,00	20,00
40.001,00	Oltre	60,00	30,00
Tariffa per attività produttive		60,00	30,00

Tab. 3 – Costi servizio di smaltimento acque reflue<sup>5</sup>

Il costo per cittadino è difficile da stimare perché è legato alle dimensioni dei recipienti, alla frequenza di svuotamento e al reddito. Considerando una produzione di 100 l/a.e. di acque reflue al giorno per una famiglia di 4 persone, la produzione annuale è di 150 m<sup>3</sup>/anno. Considerando una capacità di 10 m<sup>3</sup> per le autobotti, significherebbe 15 transfer al giorno; assumendo una percentuale approssimativa del costo di 25 € a transfer, significherebbe 375 €/anno a famiglia.

<sup>5</sup> Fonte: Comune di Ragusa: Settore 6 – Servizio Idrico Integrato



### Previsioni PARE

Il PARF (Piano Attuazione Rete Fognaria di Ragusa) ha previsto, per Borgo San Giacomo, una rete fognaria che seguirà il tracciato delle strade presenti nella frazione di San Giacomo, con sviluppo prevalente da Nord-Ovest a Sud-Est e funzionerà esclusivamente a gravità.

La rete fognaria recapiterà i reflui presso un impianto di fitodepurazione (di circa 4.000 m<sup>2</sup>) che verrà ubicato al di fuori del centro abitato lungo la strada provinciale per Giarratana.

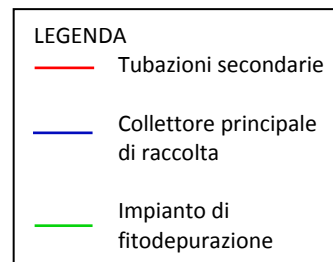


Fig. 6 – Distribuzione rete fognaria previsto dal PARF

### 1.3.3 Agglomerati Costieri

I sistemi urbani della costa, interessati da un elevato flusso stagionale, accolgono decine di migliaia di villeggianti provenienti dal centro urbano principale ed anche da varie parti dell'Isola.

Il centro abitato di Marina di Ragusa, presenta una popolazione residente di circa 3.000 abitanti che, durante il periodo estivo, accoglie più del 50% dei residenti a Ragusa.

Il sistema di accumulo delle risorse idriche della zona di Marina di Ragusa è costituito da tre serbatoi urbani, per una capacità complessiva pari a 900 m<sup>3</sup>, che distribuiscono circa 0,93 Mlnm<sup>3</sup> d'acqua tra Settembre e Giugno (circa 9 mesi) e 0,75 Mlnm<sup>3</sup> d'acqua tra Giugno e Settembre (meno di 3 mesi) creando un problema di scarsità d'acqua durante il periodo estivo – metà Agosto. Gli abitanti serviti dalla rete fognaria di Marina di Ragusa sono pari a circa il 95% della popolazione complessiva per mezzo di un sistema di trattamento progettato per 25.000 a.e., per raccogliere le acque bianche è stata creata una rete separata. Le acque reflue depurate vengono convogliate a mare tramite un tratto di condotta sottomarina della lunghezza di circa 1.800 metri dalla battigia con scarico ad una profondità di circa 20 m.

Il sistema depurativo (di cui si prevede il potenziamento), attualmente, nel periodo estivo, nonostante il notevole incremento di carico idraulico, assicura un'efficace depurazione dei reflui, nel pieno rispetto dei limiti previsti dal D.Lgs. 152/06.

Gli insediamenti di recente formazione, sorti in gran parte abusivamente, incidono fortemente sul sistema territoriale complessivo per la loro diffusione ed estensione (sfortunatamente anche quando questi insediamenti vengono approvati dalle

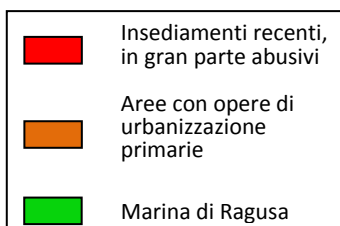


Fig. 7 – Agglomerati Costieri



autorità competenti, nessuno prende in considerazione i sistemi idrici e fognari necessari). L'obiettivo di questo studio è porre l'attenzione su uno di questi insediamenti che potrebbe essere rappresentativo. La maggior parte di questi insediamenti sono stati costruiti vicino Marina di Ragusa o vicino Ragusa, lungo la Strada Provinciale 25. Sono abitazioni stagionali, molte di queste sono piccole case singole a uno o due piani. Queste aree non sono connesse alla rete idrica e al sistema di smaltimento e, dunque, se non ben gestite e controllate le acque potrebbero determinare potenziali inquinamenti degli acquiferi dai quali vengono prelevate le acque utilizzate per il consumo potabile di Marina di Ragusa.

### Villaggio Cerasella

Villaggio Cerasella rappresenta uno dei tanti insediamenti di recente formazione sorti, negli anni ottanta, in maniera abusiva lungo la SP 25, e per questo, ancora sprovvisti di reti idriche e fognarie. Gli abitanti residenti nel villaggio Cerasella sono circa 60<sup>6</sup>, mentre nel periodo estivo salgono a 800. Mediamente il numero di abitanti per famiglia nel periodo estivo è di 4 persone.

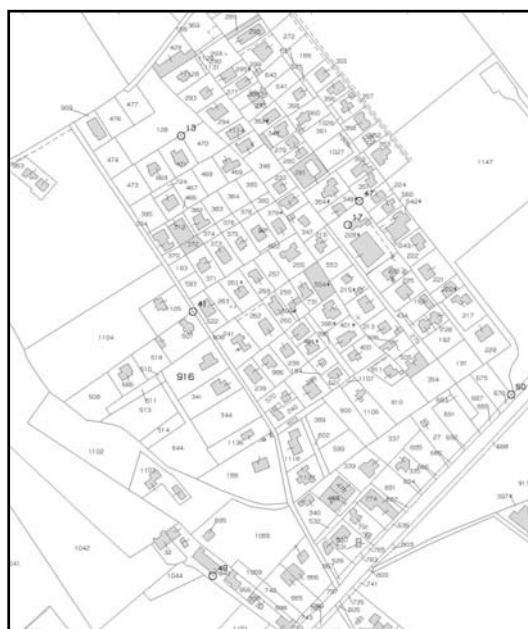


Fig. 8 – Mappa di Villaggio Cerasella

Come tutti gli agglomerati abusivi sorti a ridosso della frazione di Marina di Ragusa, Villaggio Cerasella è caratterizzato da edifici residenziali (villette) monofamiliari ad uno o due piani con annesso garage. Dall'indagine catastale<sup>7</sup>, l'autorità competente dichiara che: l'8% ha 3,5 vani, il 59% ha tra 4 e 6 vani ed il 33% più di 6 vani; inoltre l'11% risulta ineditato, il 25% presenta edificazioni a due piani fuori terra mentre il 64% è caratterizzato da abitazioni che si sviluppano su due livelli<sup>8</sup>.

Considerando le 205 abitazioni rilevate nell'ambito del PdR, i consumi idrici per abitazione, nel periodo Luglio – Agosto, si attestano attorno ai 750 l/g, per un consumo idrico dell'intero villaggio pari a 153.750 l/g. Considerando un numero medio di 4 abitanti a famiglia, il consumo idrico medio per abitante risulta circa 190 l/g. Per quanto riguarda eventuali sistemi di

recupero delle acque piovane è stato riscontrato un limitato riutilizzo delle acque piovane per usi irrigui del

verde privato e per il lavaggio delle auto e delle verande.

Villaggio Cerasella non è dotato di rete fognaria e la raccolta delle acque reflue avviene mediante vasche Imhoff e successiva vasca di raccolta a tenuta che viene svuotata in media due volte l'anno, mediate bottini di ditte private per i non residenti, mentre per i residenti è previsto il servizio agevolato fornito dal comune.

<sup>6</sup> Fonte: Piano Comunale di Protezione Civile

<sup>7</sup> Fonte: Agenzia del Territorio – Ufficio Provinciale di Ragusa

<sup>8</sup> Fonte: Piano di Recupero Comune di Ragusa - Settore Assetto ed Uso del Territorio; Servizio Gestione Piani Urbanistici



### Previsione interventi idrici e fognari

il Comune ha individuato possibili interventi infrastrutturali per affrontare i problemi di Marina di Ragusa e dei relativi agglomerati, per fornire un'adeguata quantità di acqua potabile: è stata pianificata la realizzazione di un acquedotto di collegamento tra Ragusa e Marina di Ragusa sfruttando la differenza di livello, mediante una condotta a gravità.

L'acquedotto di collegamento, potrebbe essere alimentato, oltre che dalle fonti idriche comunali già utilizzate, anche dalle acque della diga di "S. Rosalia" che sono destinate all'uso idropotabile del comune di Ragusa.

Sulla base di queste considerazioni ed a seguito di un protocollo d'intesa tra l'ESA, la Provincia di Ragusa ed i Comuni di Ragusa, Modica e Scicli per l'utilizzo delle acque della diga di Santa Rosalia, che prevede, ogni anno, la possibilità di poter usufruire di 500.000 m<sup>3</sup> di acqua per una portata di punta non eccedente i 100 l/s, per il soddisfacimento della domanda idropotabile estiva della fascia costiera, il Comune di Ragusa ha redatto un progetto, già finanziato, per l'approvvigionamento idrico di Marina di Ragusa, utilizzando le acque del serbatoio S. Rosalia (0,5Mlnm<sup>3</sup>/anno).

Il progetto prevede la realizzazione di un potabilizzatore in C.da Camemi, dimensionato per una portata massima di 50 l/s, per fornire acqua potabile ai villaggi presenti lungo la S.P. 25.

Per quanto riguarda gli interventi fognari previsti, il Servizio Idrico Integrato del comune di Ragusa ha pianificato la realizzazione di un sistema fognario: un collettore di lunghezza complessiva di circa 4.200 metri posto lungo la S.P. 25, confluyente nella rete fognaria di Marina di Ragusa.

## 2. Valutazione di fattibilità

Analizzando i dati raccolti durante l'indagine effettuata sui tre casi studio, è chiaro che nelle aree sono presenti numerosi problemi infrastrutturali legati al sistema idrico e fognario.

In tutte le aree dovrebbe essere pianificata la promozione di kit di risparmio idrico, come diffusori, doppi scarichi nei wc, e sistemi di raccolta piovane per incrementarne il riuso. Oltretutto il sistema di fornitura idrica dovrebbe essere potenziato da un sistema di separazione delle acque grigie e nere in modo da destinare le acque grigie ad un sistema di fitodepurazione e le acque nere all'impianto di depurazione comunale esistente di contrada Lusìa.

Facendo riferimento ai tre casi studio, le soluzioni che possono essere proposte sono le seguenti:

- Per le aree Residenziale Urbano, le soluzioni applicabili riguardano un sistema di separazione delle acque grigie per incrementarne il riuso a livello domestico;
- Per gli Agglomerati Rurali il problema principale da affrontare riguarda l'assenza di una rete fognaria che potrebbe essere risolto costruendo un impianto di fitodepurazione per adottare soluzioni maggiormente sostenibili quali il riuso delle acque, anche in agricoltura essendo la principale attività sviluppata nel villaggio;
- Per gli Agglomerati Costieri il problema riguarda l'assenza di collegamenti alle tubazioni della città vicina, quindi, viene proposta una campagna volta al risparmio idrico per supportare l'adozione di soluzioni sostenibili per il riuso delle acque a livello domestico, come kit di risparmio idrico, sistemi di separazione acque grigie e nere e raccolta piovane.

Inoltre la notevole fluttuazione della popolazione nei mesi estivi, implica la necessità di adeguare il sistema idrico per mantenere efficiente il sistema durante l'intero anno, evitando durante il periodo estivo un eccesso nel residenziale urbano e un deficit nelle zone costiere.

Un adeguato sistema di recupero e riuso delle acque potrebbe aiutare le autorità competenti ad affrontare problemi di spreco di acqua potabile, risparmio di quantità d'acqua per evitare deficit stagionali.

Di seguito una breve lista di possibili soluzioni applicabili nei tre casi studio, con brevi spiegazioni per capire meglio la scelta delle varie strumentazioni nelle alternative proposte:

### 2.1 Kit Risparmio Idrico

Al giorno d'oggi sul mercato è disponibile un'ampia gamma di accessori e strumenti adatti a ridurre il consumo idrico. La maggior parte di questi prodotti sono diffusori per docce e rubinetti. Tra le diverse tipologie di diffusori troviamo diffusori che regolano la potenza, diffusori con timer e sistemi di arresto elettronici, etc. Ci sono anche diverse apparecchiature che possono essere adattate a differenti diffusori come riduttori di flusso e riduttori di potenza. In aggiunta, queste apparecchiature sono quasi sempre compatibili con tutte le altre. È possibile trovare un rubinetto che presenta già il diffusore.

	Risparmio sulla fornitura
Riduttori di flusso	30-40%
Aeratore rubinetto	30-70%
Limitatore di pressione dell'acqua	10-40%
Soffione doccia per risparmio idrico	50%
Rubinetti misti	30-40%
Rubinetti elettronici	30-40%
Rubinetti automatici	40-50%
Rubinetti termostatici	50%



Il nuovo scarico per wc, in particolare il "low-flush toilet" grazie ad una specifica struttura del wc è in grado di eliminare le feci utilizzando meno acqua. Molto spesso viene aggiunto un doppio pulsante per lo scarico, uno per le urine usando meno acqua dell'altro usato invece per le feci.

## 2.2 Raccolta piovane

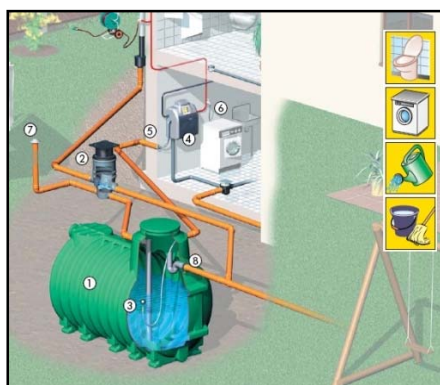
La raccolta piovane (a livello urbano e rurale) realizzata sui tetti è la tecnica più comune di raccolta piovane per un consumo domestico. Può essere realizzato facilmente e non costa molto. Le acque piovane vengono raccolte sul tetto e convogliate tramite grondaia in recipienti di stoccaggio, da qui l'acqua può anche essere utilizzata per la falda. Le acque piovane possono sostituire la risorsa d'acqua nel momento di scarsità o di basso livello qualitativo della stessa a causa di acque di falda salmastre o di superficie inquinata nelle stagioni piovose. Comunque, la qualità delle acque piovane potrebbe essere affetta da inquinamento atmosferico, feci di uccelli o animali in genere, insetti e materiale organico. Pertanto una manutenzione regolare (lavaggio, riparazione, etc.) e un trattamento di filtraggio prima del consumo dell'acqua è davvero importante.

I principali componenti di un sistema di raccolta piovane sono:

- La superficie di collettamento, collegare solo le superfici del tetto adeguate se il sistema non prevede un trattamento. Prendere in considerazione possibile erosione della materia pericolosa dal tetto. Con un trattamento appropriato dell'acqua può anche essere usato.
- Grondaie e pluviali (calanchi e canali di scolo dell'acqua piovana)
- Filtri – meccanici o naturali (come i rain garden)
- Recipienti interrati
- Un sistema di distribuzione per il riuso in irrigazione o negli scariche dei wc

Il trattamento potrebbe essere anche un semplice filtro meccanico; ci sono numerosi modelli sul mercato, generalmente sono molto semplici e permettono un filtraggio di base, dovuto alla presenza di maglie reticolate e/o modelli che sfruttano la forza idraulica per separare la componente grossolana dall'acqua.

Generalmente i modelli in commercio possono coprire una superficie di tetto di circa 3-400 m<sup>2</sup>.



- 1) recipiente
- 2) filtro meccanico
- 3) sifone d'aspirazione con filtro galleggiante
- 4) pannello di controllo e pompa sterna per il riuso
- 5) rete duale per WC
- 6) connessione d'emergenza alla rete potabile nel caso di recipiente pieno
- 7) scarico d'emergenza
- 8) tubo di ventilazione (opzionale)

*Esempio di raccolta piovane a livello domestico con un filtro meccanico.*

Se c'è spazio disponibile, la superficie del tetto è superiore ed è richiesta una maggiore capacità di depurazione, sistemi di trattamento naturali permettono di ottenere risultati migliori.

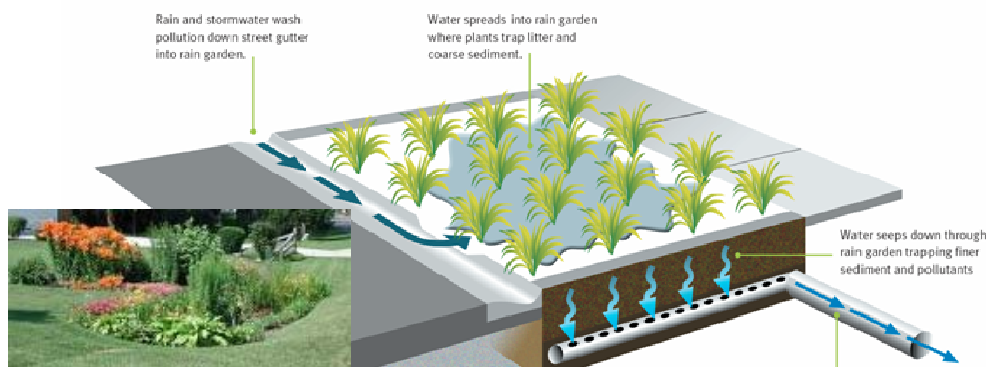
Filtri naturali vegetati (rain gardens) sono trattamenti di tipo estensivo mutuati dai sistemi a flusso sommerso verticale. Qualunque sia il contesto, un rain garden può sembrare parte del paesaggio



essendo costituito da piante – in particolare cespugli e alberi – circondate da muschi. Comunque, la vera natura del rain garden è trattare le acque piovane. Il giardino è una depressione che raccoglie e tratta temporaneamente le acque.

Le piovane trattate possono essere raccolte da un sistema di drenaggio per il riuso o infiltrate per il carico delle acque di falda.

- ✓ Riduce problemi legati alle inondazioni e al drenaggio
- ✓ Accresce la bellezza dei giardini
- ✓ Salvaguarda gli habitat della fauna selvatica compresi uccelli e farfalle
- ✓ Permette il riuso di piovane trattate



*Esempio di rain garden utilizzato per la raccolta piovane*

## 2.3 Riuso acque grigie

Tutte le acque ad uso domestico, escluse le acque di scarico dei wc (acque nere), sono chiamate acque grigie. Le acque derivanti da docce, bucato, lavaggio piatti rappresentano il 70-80% di acque reflue e se è relativamente pulita è più facile da trattare. Così come l'acqua potabile è costantemente usata, le acque grigie domestiche sono disponibili in costanti quantità e qualità. Questo è un importante vantaggio per il riuso di acque grigie da destinare allo scarico dei wc, all'irrigazione di piante. I maggiori benefici del riuso delle acque grigie sono la riduzione del consumo di acqua potabile soprattutto per quanto riguarda le acque utilizzate per gli scarichi. Specialmente in aree dove viene registrato un basso tasso di precipitazioni e dove si registra un deficit di risorse idriche, il riuso porta un beneficio anche per il paesaggio riducendo la domanda di una risorsa idrica di alta qualità.

Le acque grigie sono raccolte da una rete fognarie separata, pretrattate da un semplice degrassatore statico, convogliate nel sistema di trattamento e stoccate in un recipiente dal quale viene fuori acqua depurata che può essere nuovamente introdotta nelle reti domestiche. Impianti di fitodepurazione, impianti prefabbricati (molti di questi si basano su una tecnologia SBR, ma in alcuni casi anche con tecnologie più semplici come la MBR – Membrane Bio Reactor) e MMBR (Mobile Bed Biological Reactor) sono tra gli strumenti di trattamento più diffusi.

## 2.4 Impianti di fitodepurazione

Gli impianti di fitodepurazione al giorno d'oggi sono una delle tecnologie più diffuse al mondo per il trattamento di acque reflue; i loro principi di funzionamento si basano su processi biologici, fisici e chimici. I più diffusi sono i filtri sommersi (a flusso orizzontale o verticale) dove le acque reflue vengono filtrate da un mezzo (costituito da ghiaia e/o sabbia) impiantato con macrofite acquatiche

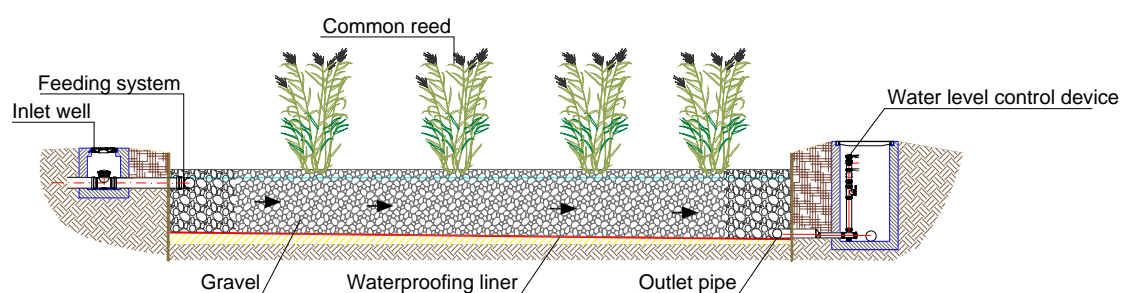


(generalmente *Phragmites Australis* or *Typha latifolia*); questi sistemi richiedono meno spazio dei sistemi free water (molto simili alle paludi naturali) e permettono i trattamenti secondari e terziari di acque reflue (es. acque grigie e nere). L'acqua non essendo esposta durante il processo di trattamento, non comporta nessun rischio di contaminazione per la popolazione associato all'esposizione a organismi patogeni. Generalmente richiedono un primo trattamento per la componente grossolana (griglia manuale o automatica) e per la componente in sospensione (una fossa settica o Imhoff). L'acqua viene trattata da una combinazione di processi biologici e fisici. Gli scarichi di un ben funzionante impianto di fitodepurazione possono essere utilizzati per usi irrigui e acquacoltura (in questi casi potrebbe essere suggerita una combinazione tra un sistema a flusso orizzontale e uno a flusso verticale per acque nere e acque miste, considerando la bassa capacità di riduzione ammoniacale di HC) o essere scaricate senza nessun rischio nei corpi idrici recettori. Gli impianti di fitodepurazione sono poco costosi se realizzati su un terreno a buon mercato e la loro manutenzione può essere affidata anche alle comunità locali.

## 2.5 Impianti di fitodepurazione a flusso orizzontale

Gli impianti di fitodepurazione a flusso orizzontale consistono in letti impermeabili con idrofite, vegetazione tipica di paludi e acquitrini (generalmente la canna comune – *Phragmites Australis* – è la più usata, ma potremmo usare altre piante ornamentali come l' *Iris Pseudacorus*). Le acque reflue arrivano all'impianto tramite una semplice insenatura e scorrono lentamente dentro e attorno alle radici delle piante. Il materiale di riempimento (ghiaia fine e grossolana, sabbia grossolana) offre un'adeguata conduttività idraulica ma anche un'ampia superficie di crescita di biofilm. L'acqua non essendo esposta durante il processo di trattamento, non comporta nessun rischio di contaminazione per la popolazione associato all'esposizione a organismi patogeni. L'architettura dei letti a flusso orizzontale non fornisce un adeguato habitat per zanzare o altri organismi vettore e permettono il pubblico accesso all'area.

I letti a flusso orizzontale sono costituiti da un sistema di alimentazione, un rivestimento sintetico, filtri, vegetazione, argini e tubazioni in uscita con controllo del livello idrico.



*HF wetland schematic longitudinal section*

Vantaggi/benefici

- Alta efficienza di trattamento
- Eccellente integrazione ambientale
- Bassi costi di investimento e basse richieste di manutenzione
- Nessun consumo di energia
- L'effluente finale può essere riusato
- Alta tolleranza alle variazioni di flusso stagionale e giornaliero e ai periodi di siccità

#### Svantaggi/Limiti

- Richiesta di terra
- Alta evapotraspirazione ad alte temperature
- Vincoli nella forma (rettangolare)

#### Lavori e mantenimento

- Gestione dei fanghi primari (periodico svuotamento del trattamento primario)
- Cambio annuale delle macrofite

La performance del sistema a flusso orizzontale è influenzata dalla temperatura delle acque reflue e da un tempo di ritenzione idraulico (HTR): HTR deve essere minimo 1 giorno per le acque grigie (3 giorni per le acque nere) per permettere la rimozione della componente organica al di sopra del 60-70%. Le alte temperature influenzano positivamente i processi di purificazione naturale.

BOD <sub>5</sub>	85-95%
Solidi Sospesi	70-95%
Azoto totale	55-75%
Azoto ammoniacale	50-70%
Fosforo	50-90%
Microrganismi patogeni	97-99,999%

*Tipica rimozione da un pozzo di un sistema a flusso orizzontale*

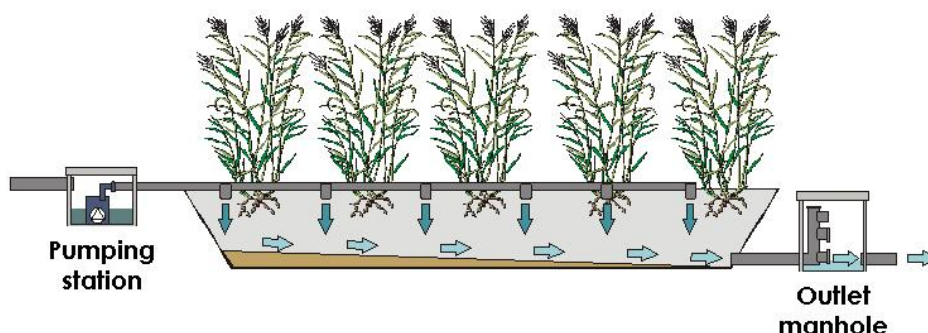
Il sistema a flusso orizzontale è adeguato al trattamento delle acque grigie che hanno un basso contenuto di ammonio e batteri rispetto alle acque reflue miste e una componente organica biodegradabile; in genere 2-3 giorni di HRT sono sufficienti per assicurare un riuso sicuro di acque grigie.



*Sistema a flusso orizzontale per il riuso di acque grigie a Preganziol (TV) per 240 a.e*

## 2.6 Impianti di fitodepurazione a flusso verticale

Negli impianti di fitodepurazione a flusso verticale le acque reflue vengono convogliate tramite un sistema di distribuzione nell'intera area superficiale e passano attraverso un filtro seguendo un percorso più o meno verticale. Le acque reflue pretrattate vengono convogliate in un'area molto ampia (alimentazione intermittente), quindi allagano la superficie. Nel momento in cui avviene l'alimentazione, i pori all'interno del mezzo filtrante possono essere riempiti con aria che è intrappolata dalla successiva dose di liquido. Pertanto l'ossigeno richiesto favorisce la nitrificazione dei batteri. Le acque trattate vengono raccolte in un sistema di drenaggio per poi essere scaricate. Questo tipo di impianto di fitodepurazione è particolarmente efficiente nella nitrificazione, e nella rimozione di solidi in sospensione.



### Vantaggi/benefici

- Alta efficienza di trattamento
- Eccellente integrazione ambientale
- Bassi costi di investimento e basse richieste di manutenzione
- Nessun consumo di energia
- L'effluente finale può essere riusato
- Alta tolleranza alle variazioni di flusso stagionale e giornaliero e ai periodi di siccità

### Svantaggi/Limiti

- Richiesta di terra (generalmente leggermente meno rispetto agli impianti a flusso orizzontale)
- Vincoli nella forma (per permettere una distribuzione uniforme nella superficie)

### Lavori e mantenimento

- Gestione dei fanghi primari
- Cambio annuale delle macrofite
- Controllo periodico del sistema di alimentazione

La performance dei sistemi a flusso verticale sono influenzati dal carico idraulico ( $m^3/m^2$  al giorno) e il carico organico ( $grCOD/m^2$  al giorno).

BOD <sub>5</sub>	85-95%
Solidi Sospesi	80-95%
Azoto totale	55-75%
Azoto ammoniacale	80-90%
Fosforo	50-90%
Microrganismi patogeni	2-3 log





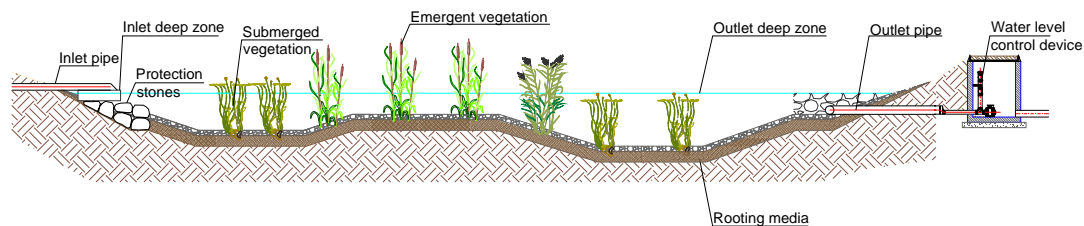
## 2.7 Sistemi a flusso superficiale

Generalmente il flusso superficiale degli impianti di fitodepurazione sono bacini densamente vegetati che contengono acqua libera, vegetazione galleggiante e piante emergenti. Hanno bisogno di suolo o di un altro mezzo adeguato per supportare le radici delle piante emergenti. Quando i sistemi a flusso superficiale vengono utilizzati per il controllo della diffusione di inquinamento, non hanno bisogno di essere impermeabilizzati in quanto vi è un basso rischio di contaminazione.

I principali componenti di un sistema a flusso superficiale sono:

- Un sistema di distribuzione, seguito da un'insenatura profonda che permette la rimozione dei sedimenti più pesanti;
- Un'area paludosa superficiale con varie profondità (0,4 - 0,6 m) con vegetazione;
- Una profonda zona di scarico per depurare l'effluente finale;
- Un'apparecchiatura di controllo del livello dell'acqua in uscita.

L'applicazione più comune di questi sistemi è per un trattamento terziario dovuto al loro potere denitrificante e di rimozione dei patogeni (dato dalla elevata esposizione delle acque reflue ai raggi UV). Questi sistemi sono largamente usati per controllare la diffusione di inquinamento: sono una delle scelte migliori per il trattamento delle acque agricole, urbane e industriali, per la loro abilità nel fare i conti con i flussi intermittenti e le basse concentrazioni.



### Vantaggi/benefici

- Ripristino ambientale
- Valenza estetica elevata e accrescimento della biodiversità
- Effetto cuscinetto quando viene usato per il trattamento terziario
- Nessun consumo di energia.

### Svantaggi/limiti

- Elevata richiesta di suolo
- Rischio di diffusione di zanzare
- Alti tassi di evapotraspirazione
- Non indicati per il trattamento secondario

### Realizzazione e manutenzione

- Valutazione del funzionamento del sistema
- Taglio annuale della vegetazione emergente.

## 2.8 SBR

Nel sistema SBR il processo è uguale a quello del classico impianto a fanghi attivi: viene aggiunto ossigeno alle acque reflue in modo da indurre processi ossidativi e portare alla eliminazione degli inquinanti. Nonostante vi siano numerosi modelli di SBR il processo di funzionamento è uguale per tutti. L'impianto consiste in due recipienti identici con una comune valvola d'ingresso, dopo la fase di stoccaggio delle acque reflue, in modalità "batch" (discontinuo) si susseguono i vari stadi del processo di trattamento (carico, ossidazione, sedimentazione, scarico). Queste fasi sono controllate da un pannello di controllo automatico; le condizioni di miscelazione e di equalizzazione sono in genere migliori rispetto al sistema a fanghi attivi e anche la gestione è più semplice. Questo sistema richiede comunque la gestione e la manutenzione da parte di personale qualificato.

### Vantaggi/benefici

- Alta efficienza di trattamento;
- Richiesta di aree ridotte;
- Costi di investimento abbordabili;
- L'effluente finale può essere riusato con un'addizionale unità di disinfezione;
- Alta tolleranza alle variazioni di flusso stagionale e giornaliero e ai periodi di siccità.

### Svantaggi/limiti:

- Elevato consumo di energia;
- Elevata produzione di fanghi;
- Richiesta di esperti per i lavori di manutenzione;
- Altissimi costi di manutenzione.

### Lavori e mantenimento:

- Gestione dei fanghi in eccesso;
- Controllo analitico settimanale dei fanghi e delle caratteristiche delle acque reflue.

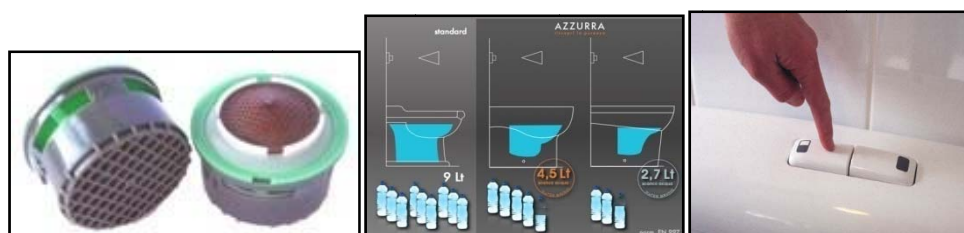


### 3. Elaborazione delle Alternative

In questo paragrafo sono descritte le alternative elaborate per ogni caso studio.

#### 3.1 Residenziale Urbano

1. Kit per il risparmio idrico per ridurre il consumo idrico a livello domestico: come spiegato sopra, le apparecchiature per regolare il flusso dell'acqua, i diffusori per le docce, gli scarichi per WC "a risparmio idrico" che utilizzano 3 l invece di 9 l come gli scarichi per WC tradizionali.



In alcuni casi, un intervento a basso costo, rispetto alla sostituzione della cassetta WC, potrebbe essere considerato: l'introduzione di 1 o 2 litri di sacchetto-serbatoio per WC nello scarico garantirà l'uso di un minor volume di acqua ad ogni scarico. Anche questi possono essere considerati come misure soft, che tuttavia richiedono l'effettivo impegno da parte dell'utente per garantire che vengano installati nella cassetta WC.

Il costo dell'applicazione di queste strutture può variare a seconda del tipo di prodotto e del fornitore.

Tipologia di misura	Apparecchiatura	Stima dei costi per abitante (Euro)
Riduttori di flusso	Soffione doccia	4.02
	Aeratore rubinetto 1	5.25
	Aeratore rubinetto 2	1.74
Riduttore Volume WC	Sacca per la cassetta WC	0.78
Riduttore Volume WC	Nuova cassetta con doppio pulsante	45,00

Alcune di queste apparecchiature sono già presenti in casa da qualche anno ed è molto difficile stimare dove è necessaria una sostituzione o un miglioramento dei dispositivi.

2. Riuso delle acque grigie per i WC/usi irrigui

In questo caso confrontiamo i costi dell'impianto di fitodepurazione e del sistema SBR per il riuso delle acque grigie. Normalmente gli impianti di fitodepurazione sono molto più convenienti quando l'impianto è gestito dai proprietari, perché le operazioni di manutenzione non richiedono la presenza di esperti. L'unico svantaggio degli impianti di fitodepurazione è l'ampiezza di area richiesta per il trattamento; al contrario il sistema SBR può essere installato sottoterra e in qualche caso anche

all'interno della costruzione, ma questo richiede molta attenzione nella fase di realizzazione e manutenzione necessariamente condotte da personale esperto.

In questi due casi sembra facile trovare una superficie esterna adeguata per l'installazione dell'impianto di fitodepurazione, dunque un trattamento naturale è più conveniente e più efficiente; nell'analisi multi criterio considereremo un impianto di fitodepurazione a flusso orizzontale (la tipologia più semplice di impianto di fitodepurazione, adeguato per il trattamento delle acque grigie considerando che contiene una quantità limitata di ammonio e quindi il trattamento non richiede un alto contenuto di ossigeno).

Nel confronto abbiamo considerato lo stesso livello di efficienza per l'impianto di fitodepurazione e per il sistema SBR e un approccio centralizzato per entrambi. È possibile inoltre prevedere un piccolo impianto SBR a livello domestico riducendo la lunghezza della tubazione; ci sono alcune compagnie che vendono questi sistemi, come ad esempio Hansgrohe Acquacycle, ma i costi sono più alti.

Il costo di un impianto di fitodepurazione viene calcolato utilizzando i parametri dedotti dalla lista ufficiale della Regione Sicilia e tramite la quotazione delle compagnie locali per i materiali non inclusi. I costi di manutenzione sono molto bassi e limitati allo svuotamento annuale del degrassatore e al taglio delle piante.

Il costo di un sistema SBR è allo stesso modo calcolato utilizzando i prezzi unitari dedotti dalla lista dei costi ufficiali della Regione Sicilia per lavori civili ed elettrici e tramite la quotazione delle compagnie specializzate per un sistema prefabbricato SBR. I costi di realizzazione e manutenzione sono legati essenzialmente al consumo energetico per l'aerazione e per il pompaggio e per le visite periodiche condotte da personale specializzato (generalmente la compagnia che fornisce l'SBR offre un servizio di manutenzione); il fango invece può essere scaricato nella rete di acque nere. Assumiamo dunque nella stima preliminare un costo di 0,8 €/m<sup>3</sup> trattato, ma potrebbe essere davvero importante in base ai costi straordinari di manutenzione e le condizioni che le compagnie dettano sui servizi di manutenzione.

<b>SORAYA</b>				
<b>Recupero grigie con fitodepurazione</b>			<b>Recupero grigie con SBR</b>	
numero alloggi	20		20	
dotazione idrica giornaliera	184	l/ab.	184	l/ab.
abitanti per alloggio (medio)	3,5		3,5	
produzione acque grigie	9	mc/g	9	mc/g
Impianto/fitodepurazione HF	140	m <sup>2</sup>	N°1 SBR	
costo di investimento impianto compreso accumuli	32578	€	30778	€
costo di gestione annuo	560	€/anno	2632,672	€/anno
costo al mc acqua depurata (ammortamento 20 anni)	0,74	€/mc	1,41	€/mc
quantitativo recuperabile per WC	1278	mc/anno	1278	mc/anno
acqua disponibile per irrigazione/altri usi	1684	mc/anno	1684	mc/anno

<b>Doriana</b>				
<b>Recupero grigie con fitodepurazione</b>			<b>Recupero grigie con SBR</b>	
numero alloggi	48		48	
dotazione idrica giornaliera	184	l/ab.	184	l/ab.
abitanti per alloggio (medio)	3,5		3,5	
produzione acque grigie	22	mc/g	22	mc/g
Impianto/fitodepurazione HF	336	m <sup>2</sup>	N° 1 SBR	
costo di investimento impianto compreso accumuli	66923	€	59323	€
costo di gestione annuo	1344	€/anno	6318,41	€/anno
costo al mc acqua depurata (ammortamento 20 anni)	0,66	€/mc	1,31	€/mc
quantitativo recuperabile per WC	3066	mc/anno	3066	mc/anno
acqua disponibile per irrigazione/altri usi	4042	mc/anno	4042	mc/anno

### 3. Raccolta piovane e riuso per WC/irrigazione

Il riuso di acque reflue presenta un'opportunità per il risparmio idrico e per le risorse finanziarie riducendo il consumo idrico. Le acque piovane raccolte possono essere utilizzate per esempio per irrigare le aree a verde comune e a livello domestico, realizzando delle tubazioni apposite all'interno della casa. Inoltre le acque piovane raccolte possono essere usate in mancanza delle risorse idriche principali (nel caso in cui ci siano dei problemi legati alla qualità o alla quantità).

Quest'area è lontana dal centro urbano e non è soggetta a particolari inquinamenti dunque per le acque piovane è sufficiente un filtro meccanico, più economico rispetto al "rain garden", se il recupero è considerato a livello di singole o doppie abitazioni; ad ogni modo in presenza di spazi aperti e nel caso si decida di centralizzare il recupero delle piovane, possiamo considerare anche l'uso di sistemi di filtraggio naturali (come i Rain Gardens).

Possiamo prendere recipienti di 5 mc ogni 100 m<sup>2</sup> di tetto. Il costo del filtro e del recipiente sarà di 2000-2500 €/famiglia (SORAYA: 50.000 €; DORIANA: 100.000 €).

#### 3.1.1 Cooperativa Soraya

Nella tabella seguente viene mostrato un tentativo di bilancio idrico, basato sull'andamento mensile delle piogge a Ragusa fornito dall'Istituto Idrografico di Palermo e facente riferimento alla stazione idrologica di Ragusa (515 m a.s.l.) durante il periodo 1961-2001.

Il consumo idrico relativo allo scarico WC viene stimato considerando un consumo specifico di 50l/abitante al giorno.



La produzione di acque grigie viene stimata considerando il 70% del totale come da indicazioni di letteratura per il caso residenziale urbano (il consumo idrico totale è di 184 l/giorno a persona, senza considerare il risparmio in seguito all'utilizzo di apparecchiature adatte).

La capacità di recupero del tetto è calcolata moltiplicando la superficie del tetto per mm di piogge al mese e applicando un coefficiente riduttivo (0,85) che prende in considerazione eventuali perdite d'acqua e l'efficienza del sistema di filtraggio in un approccio conservativo.

Mese	Ragusa mm.	Potenzialità recupero tetti (mc/mese)	Potenzialità recupero acque grigie (mc/mese)	Fabbisogno WC (mc/mese)	Fabbisogno irriguo (mc/mese)	bilancio	copertura fabbisogni con sole acque grigie	copertura fabbisogni con acque meteo	copertura fabbisogni con grigie+meteo
Gennaio	96,29	164	270	105	0	282	258%	156%	413%
Febbraio	74,29	126	270	105	0	248	258%	120%	378%
Marzo	54,48	93	270	105	0	230	258%	88%	346%
Aprile	45,04	77	270	105	111,0	96	125%	35%	161%
Maggio	21,5	37	270	105	222,0	-31	83%	11%	94%
Giugno	9,26	16	270	105	444,0	-272	49%	3%	52%
Luglio	9,65	16	270	105	444,0	-270	49%	3%	52%
Agosto	20,76	35	270	105	333,0	-149	62%	8%	70%
Settembre	41,64	71	270	105	111,0	119	125%	33%	158%
Ottobre	85,01	145	270	105	0	282	258%	138%	395%
Novembre	72,98	124	270	105	0	265	258%	118%	376%
Dicembre	101,36	172	270	105	0	296	258%	164%	422%
<b>Totale</b>	<b>632,26</b>	<b>1075</b>	<b>3246</b>	<b>1260</b>	<b>1665</b>		<b>111%</b>	<b>37%</b>	<b>148%</b>

Il totale di acque piovane può ricoprire la richiesta idrica per lo scarico WC per 6-7 mesi, permettendo il risparmio di 800-900 mc/anno; mentre per l'irrigazione non sono sufficienti considerando le scarse piogge estive.

Inoltre le acque piovane permettono di recuperare tutte le acque per lo scarico dei WC (1260 mc/anno) e rendono disponibile per usi irrigui il 60% delle richieste idriche nei mesi estivi, recuperando ulteriori 1000 mc. Acque grigie e acque meteoriche insieme permetterebbero di recuperare ancora più acqua, anche se la differenza rispetto allo scenario acque grigie relativamente ai fabbisogni è minima (circa 300-350 mc in più all'anno), a meno di non realizzare ingenti e costosi accumuli.

Con l'applicazione di apparecchiature per il risparmio idrico il consumo totale di acqua può essere ridotto al 70% e dunque ad un consumo di 130 l/giorno a persona (40 l per i WC, 90 l per le acque grigie).

Inoltre la quantità di acque trattate disponibili per l'irrigazione è leggermente ridotta.

Mese	Ragusa mm.	Potenzialità recupero tetti (mc/mese)	Potenzialità recupero acque grigie (mc/mese)	Fabbisogno WC (mc/mese)	Fabbisogno irriguo (mc/mese)	bilancio	copertura fabbisogni con sole acque grigie	copertura fabbisogni con acque meteo	copertura fabbisogni con grigie+meteo
Gennaio	96,29	164	189	84	0	221	225%	195%	420%
Febbraio	74,29	126	189	84	0	187	225%	150%	376%
Marzo	54,48	93	189	84	0	170	225%	110%	336%
Aprile	45,04	77	189	84	111,0	36	97%	39%	136%
Maggio	21,5	37	189	84	222,0	-91	62%	12%	74%
Giugno	9,26	16	189	84	444,0	-332	36%	3%	39%
Luglio	9,65	16	189	84	444,0	-331	36%	3%	39%
Agosto	20,76	35	189	84	333,0	-209	45%	8%	54%
Settembre	41,64	71	189	84	111,0	59	97%	36%	133%
Ottobre	85,01	145	189	84	0	222	225%	172%	397%
Novembre	72,98	124	189	84	0	204	225%	148%	373%
Dicembre	101,36	172	189	84	0	235	225%	205%	431%
Totale	632,26	1075	2272	1008	1665	372	85%	40%	125%

Di seguito vengono mostrate due strutture, la prima precedente alla separazione acque grigie e acque piovane, la seconda con la proposta di raccolta e riuso piovane e acque grigie utilizzando un impianto di fitodepurazione e un rain garden.

Nelle tabelle che seguono vengono mostrati i costi di ogni alternativa e i possibili benefici; con l'applicazione delle misure proposte si può rintracciare una riduzione fino a 90 l/AE (più del 50% di riduzione del consumo idrico potabile); inoltre il prelievo di acqua (dalla rete idrica o dalle risorse del sottosuolo) potrebbe essere ridotto di 1000 mc/anno (riduzione del 60%).

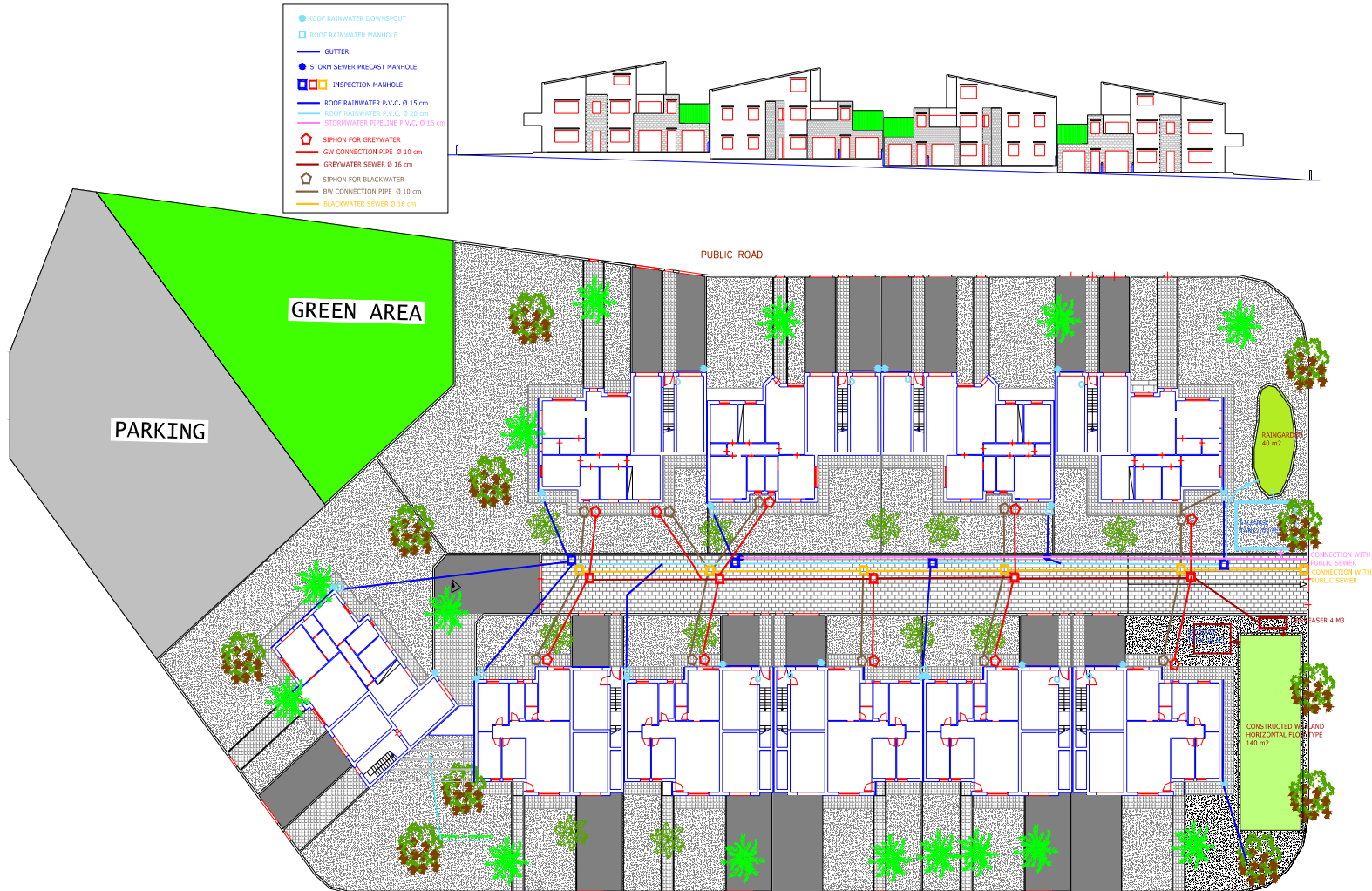
<b>Cooperativa Soraya</b>	<b>ALT 0</b>	<b>ALT 1</b>	<b>ALT 2</b>	<b>ALT 3</b>
Kit risparmio idrico	NO	SI	SI	SI
Riuso acque grigie per WC/irrigazione	NO	NO	35.000	35.000
Raccolta piovane e riuso per WC/irrigazione	NO	50.000	NO	50.000

	<b>ALT 0</b>	<b>ALT 1</b>	<b>ALT 2</b>	<b>ALT 3</b>
Consumo idrico a livello domestico (assunto 30% per Kit WS)	185 l/a.e.	130 l/a.e.	90 l/a.e.	90 l/a.e.
Irrigazione (potabile o acqua di falda)	1600 m <sup>3</sup> /anno	1480 m <sup>3</sup> /anno	770 m <sup>3</sup> /anno	650 m <sup>3</sup> /anno









### 3.1.2 Cooperativa Doriana

Per la localizzazione dell'impianto di fitodepurazione possiamo prevedere soluzioni centralizzate o 2-3 installazioni decentralizzate e equipaggiate con un recipiente di irrigazione indipendente; in questo caso si avrebbero maggiori costi per la realizzazione della rete fognaria, per la rete duale, per la progettazione delle aree a verde. Si potrebbe scegliere anche un sistema decentralizzato, prevedendo un recupero individuale e un sistema di riuso per ogni abitazione o gruppo di abitazioni; in questo caso la rete fognaria e la rete duale sarebbero minime, ma il costo totale del sistema crescerebbe.

Per le acque piovane invece potrebbe essere meglio decentralizzare considerando gli elevati costi della rete fognaria dovuta ai grandi diametri e un recipiente di stoccaggio previsto per ogni costruzione con un semplice filtro meccanico.

Nella tabella seguente viene mostrato un tentativo di bilancio idrico, basato sull'andamento mensile delle piogge a Ragusa fornito dall'Istituto Idrografico di Palermo e facente riferimento alla stazione idrologica di Ragusa durante il periodo che va dal 1961 al 2001.

Il consumo idrico relativo allo scarico WC viene stimato considerando un consumo specifico di 50 l/abitante al giorno.

La produzione di acque grigie viene stimata considerando il 70% del totale come da indicazioni di letteratura per il caso residenziale urbano (il consumo idrico totale è di 184 l/giorno a persona, senza considerare il risparmio in seguito all'utilizzo di apparecchiature adatte).

La capacità di recupero del tetto è calcolata moltiplicando la superficie del tetto per mm di piogge al mese e applicando un coefficiente riduttivo (0,85) che prende in considerazione eventuali perdite d'acqua e l'efficienza del sistema di filtraggio in un approccio conservativo.

Mese	Ragusa mm.	Potenzialità recupero tetti (mc/mese)	Potenzialità recupero acque grigie (mc/mese)	Fabbisogno WC (mc/mese)	Fabbisogno irriguo (mc/mese)	bilancio	copertura fabbisogni con sole acque grigie	copertura fabbisogni con acque meteo	copertura fabbisogni con grigie+meteo
Gennaio	96,29	346	649	252	0	642	258%	137%	395%
Febbraio	74,29	267	649	252	0	571	258%	106%	363%
Marzo	54,48	196	649	252	0	533	258%	78%	335%
Aprile	45,04	162	649	252	323,3	161	113%	28%	141%
Maggio	21,5	77	649	252	646,6	-196	72%	9%	81%
Giugno	9,26	33	649	252	1293,1	-882	42%	2%	44%
Luglio	9,65	35	649	252	1293,1	-879	42%	2%	44%
Agosto	20,76	75	649	252	969,8	-534	53%	6%	59%
Settembre	41,64	150	649	252	323,3	211	113%	26%	139%
Ottobre	85,01	305	649	252	0	644	258%	121%	379%
Novembre	72,98	262	649	252	0	606	258%	104%	362%
Dicembre	101,36	364	649	252	0	672	258%	144%	402%
Totale	632,26	2270	7790	3024	4849,2		99%	29%	128%

Il totale di acque piovane può ricoprire la richiesta idrica per lo scarico WC per 6-7 mesi, permettendo il risparmio di 2000-2100 mc/anno; mentre per l'irrigazione non sono sufficienti considerando le scarse piogge estive.

Inoltre le acque piovane permettono di recuperare tutte le acque per lo scarico dei WC (3000 mc/anno) e rendono disponibile per usi irrigui il 50% delle richieste idriche nei mesi estivi, recuperando ulteriori 2400 mc. Acque grigie e acque meteoriche insieme permetterebbero di recuperare ancora più acqua, anche se la differenza rispetto allo scenario acque grigie relativamente ai fabbisogni è minima (circa 300-350 mc in più all'anno), a meno di non realizzare ingenti e costosi accumuli.

Con l'applicazione di apparecchiature per il risparmio idrico il consumo totale di acqua può essere ridotto al 70% e dunque ad un consumo di 130 l/giorno a persona (40l per i WC, 90 l per le acque grigie).

Inoltre la quantità di acque trattate disponibili per l'irrigazione è leggermente ridotta.

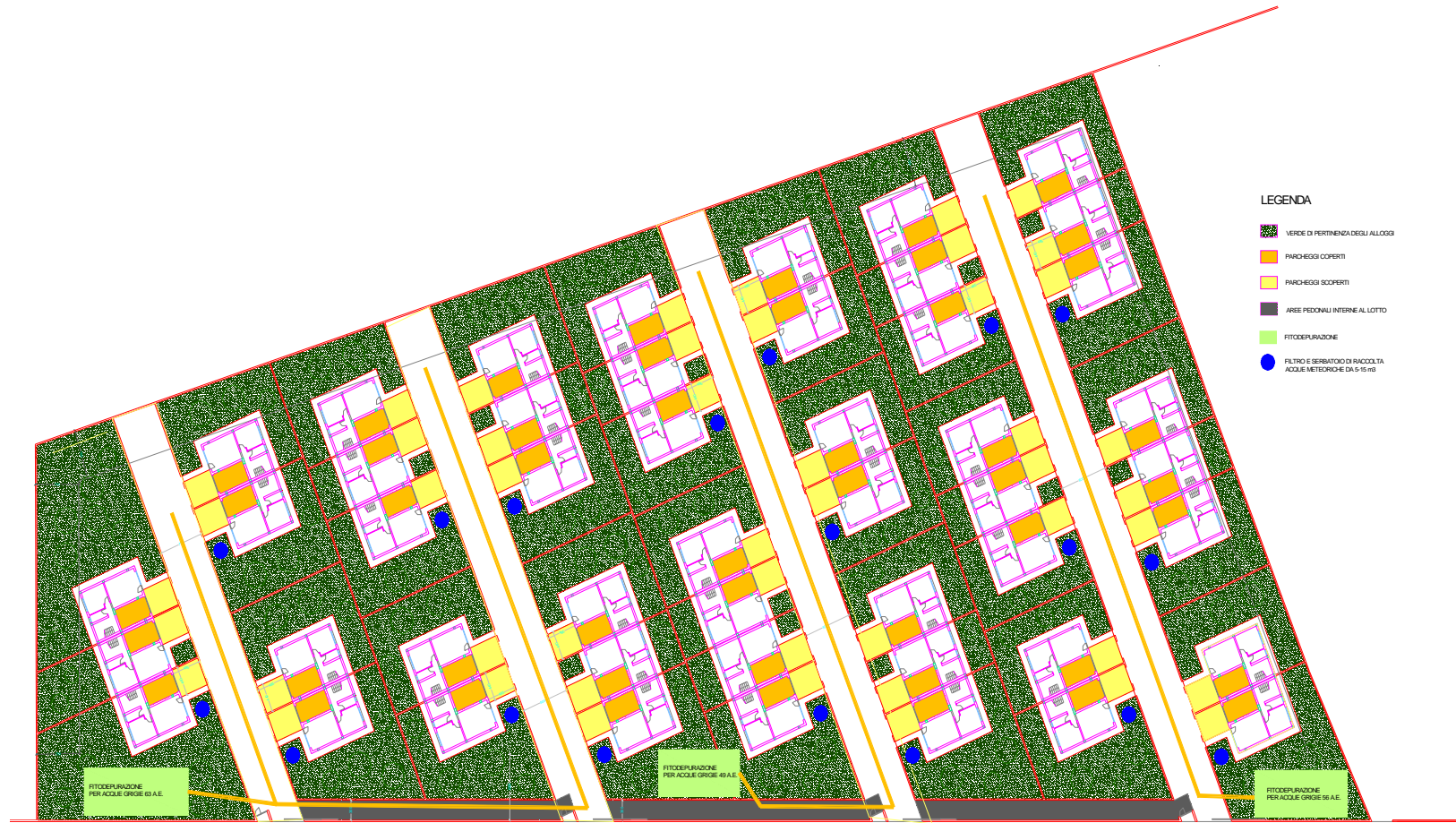
Mese	Ragusa mm.	Potenzialità recupero tetti (mc/mese)	Potenzialità recupero acque grigie (mc/mese)	Fabbisogno WC (mc/mese)	Fabbisogno irriguo (mc/mese)	bilancio	copertura fabbisogni con sole acque grigie	copertura fabbisogni con acque meteo	copertura fabbisogni con grigie+meteo
Gennaio	96,29	346	459	201,6	0	502	228%	171%	399%
Febbraio	74,29	267	459	201,6	0	430	228%	132%	360%
Marzo	54,48	196	459	201,6	0	393	228%	97%	325%
Aprile	45,04	162	459	201,6	323,3	21	87%	31%	118%
Maggio	21,5	77	459	201,6	646,6	-336	54%	9%	63%
Giugno	9,26	33	459	201,6	1293,1	-1022	31%	2%	33%
Luglio	9,65	35	459	201,6	1293,1	-1019	31%	2%	33%
Agosto	20,76	75	459	201,6	969,8	-674	39%	6%	46%
Settembre	41,64	150	459	201,6	323,3	71	87%	28%	116%
Ottobre	85,01	305	459	201,6	0	503	228%	151%	379%
Novembre	72,98	262	459	201,6	0	466	228%	130%	357%
Dicembre	101,36	364	459	201,6	0	532	228%	181%	408%
Totale	632,26	2270	5504	2419,2	4849,2		76%	31%	107%

Nelle tabelle che seguono vengono mostrati i costi di ogni alternativa e i possibili benefici; con l'applicazione delle misure proposte si può rintracciare una riduzione fino a 90 l/AE (più del 50% di riduzione del consumo idrico potabile); inoltre il prelievo di acqua (dalla rete idrica o dalle risorse del sottosuolo) potrebbe essere ridotto di 2100 mc/anno (riduzione del 43%).



<b><u>Cooperativa Doriana</u></b>	<b>ALT 0</b>	<b>ALT 1</b>	<b>ALT 2</b>	<b>ALT 3</b>
Kit risparmio idrico	NO	SI	SI	SI
Riuso acque grigie per WC/irrigazione	NO	NO	70.000	70.000
Raccolta piovane e riuso per WC/irrigazione	NO	100.000	NO	100.000

	<b>ALT 0</b>	<b>ALT 1</b>	<b>ALT 2</b>	<b>ALT 3</b>
Consumo idrico a livello domestico (assunto 30% per Kit WS)	185 l/a.e.	130 l/a.e.	90 l/a.e.	90 l/a.e.
Irrigazione (potabile o acqua di falda)	4850 m <sup>3</sup> /anno	4490 m <sup>3</sup> /anno	3110 m <sup>3</sup> /anno	2750 m <sup>3</sup> /anno



### 3.2 Borgo San Giacomo

Per questo caso studio non abbiamo considerato il collettamento al sistema fognario di Ragusa in quanto risultano evidenti svantaggi:

- I costi di investimento sono molto alti (6,3 €/m<sup>3</sup> in 20 anni), dovuti alla lunghezza del collettamento;
- I consumi rimangono gli stessi (100 l/p.e.)
- Si tolgono al bacino di pertinenza 18250 m<sup>3</sup>/anno di acque che potrebbero essere reimpiegate in zona.

<b>Collettamento al sistema fognario di Ragusa</b> (valutazione preliminare)	
costo di realizzazione del collettore	2.160.000,00 € (18.000 ml X 120 €/m)
costo di smaltimento annuale presso depuratore	0,3 €/m <sup>3</sup>
proiezione a 20 anni centralizzazione	2.269.500,00 €

Per risolvere il problema della gestione delle acque reflue, normalmente raccolte tramite recipienti che vanno svuotati due o tre volte l'anno, può essere applicata l'idea, già proposta a livello municipale, di realizzare un impianto di trattamento decentralizzato per Borgo San Giacomo, e valutare anche le possibilità di riuso delle acque trattate per usi irrigui o semplicemente per essere disperse nel terreno. Il sistema proposto, approvato nel PARF, era un impianto di fitodepurazione.

La realizzazione di un impianto di trattamento richiede ovviamente la realizzazione di un'appropriata rete fognaria per collegare tutti i cittadini. Questo costo aggiuntivo è comune a tutte le alternative, eccetto per l'alternativa 0 dove non sono previsti interventi e la popolazione continua a usare i recipienti d'accumulo.

La rete fognaria è costituita da un collettore principale di 1200 metri e collettori secondari per una lunghezza totale di 1700 metri. Il costo totale approssimativamente stimato sarebbe di 330.000 € esclusa IVA e servizi di progettazione.

#### 1. SBR

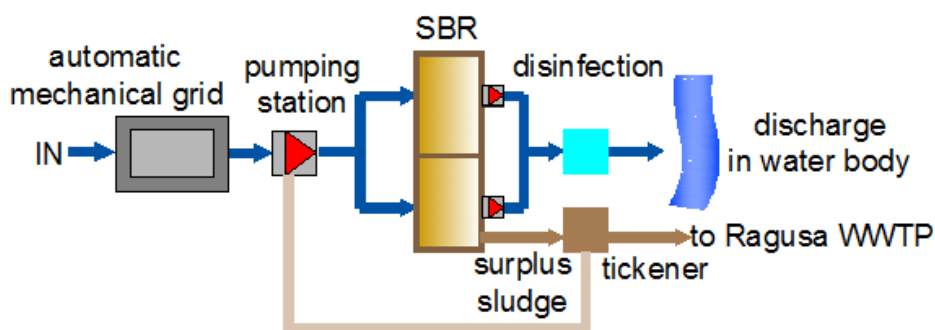
La prima opzione è di prevedere un processo a fanghi attivi per trattare le acque di Borgo San Giacomo; considerando il basso numero di persone connesse alla rete fognaria, si potrebbe proporre un sistema SBR che può essere più adeguato in questo caso dovuto all'alta fluttuazione delle caratteristiche del collettore di alimentazione in piccoli agglomerati.

Andrà approfondito dal punto di vista idrogeologico in fase preliminare l'effettiva idoneità del corpo idrico recettore, essendo un'area povera di corpi idrici superficiali; molti di essi infatti sono impluvi naturali che convogliano acque solo in conseguenza di eventi piovosi durante l'estate. Dal punto di vista normativo, l'intervento si colloca ben al di sotto di 2000 a.e. per cui i reflui possono essere sottoposti a trattamenti appropriati non soggetti a limiti tabellari in riferimento al D.Lgs. 152/06; in



tali casi sono le Regioni a fissare eventuali limiti più o meno restrittivi in funzione delle criticità locali. Dal punto di vista delle modalità di smaltimento, andrà quindi valutato, in funzione delle informazioni geologiche ed idrogeologiche e dalla vulnerabilità delle acque sotterranee, il criterio ottimale; nel caso in cui non venisse individuato un corpo idrico significativo (cioè avente portata nulla per più di 120 giorni all'anno) può essere valutato senza grossi problemi lo sfruttamento degli impluvi presenti nell'area, assicurando che non si verifichino impaludamenti e ristagni a valle.

Nelle ipotesi sviluppate, sia per quanto riguarda il sistema SBR che per quanto riguarda i sistemi di fitodepurazione, si sono considerati impianti in grado di raggiungere elevate rese depurative, in linea con i limiti tabellari imposti da Tabella 3 Parte III All.5 D.Lgs. 152/06; in fase di progettazione più avanzata, in funzione della vulnerabilità delle aree di intervento, tali aspetti dovranno comunque essere approfonditi con le autorità locali.

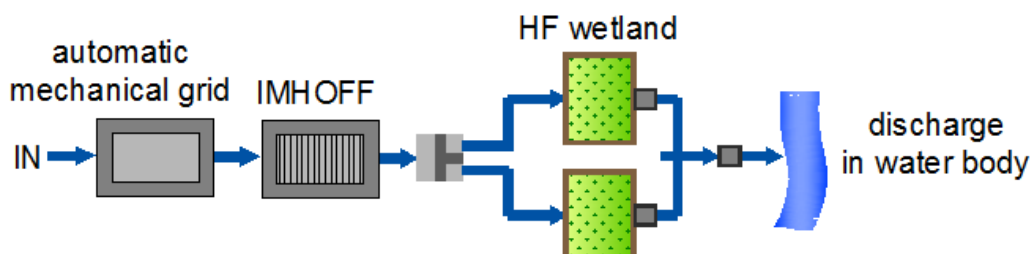


<b>Borgo san giacomo</b>	<b>500 abitanti</b>
dotazione idrica	100 l/ab. x giorno
produzione acque reflue	18250 m <sup>3</sup> /anno
<b>SBR</b>	
grigliatura automatica	10.000,00€
sollevamento	10.000,00€
Vasca SBR completa di opere civili e componenti elettromeccanici	140.000,00€
sistemazione area impianto e opere accessorie	10.000,00€
tubazioni di collegamento	10.000,00€
<b>Costo totale al netto Iva</b>	<b>180.000,00€</b>
costo di gestione annuo	18250 €/anno
costo al mc acqua depurata (ammortamento 20 anni)	1,66 €/m <sup>3</sup>
costo per persona all'anno	54,5 €/anno

Il costo del sistema di trattamento è calcolato utilizzando i parametri della lista ufficiale della Regione Sicilia e dalla quotazione delle compagnie locali per i materiali.

## 2. Impianto di Fitodepurazione

Come alternativa naturale, si pensava di realizzare un impianto di fitodepurazione a flusso orizzontale, ridimensionato rispetto a quello previsto dal PARF.



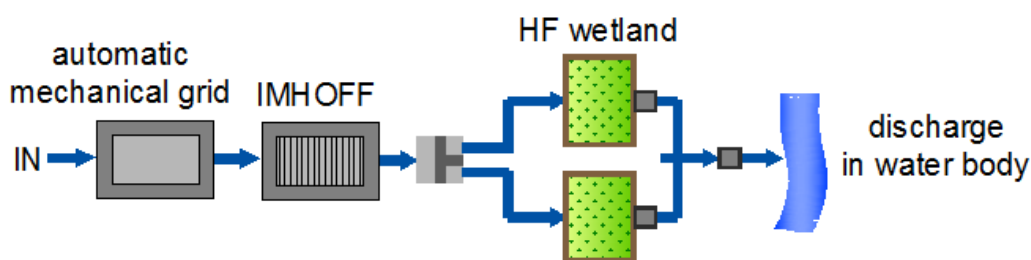
<b>Borgo san giacomo</b>	<b>500 abitanti</b>
dotazione idrica	100 l/abitate
produzione acque reflue	18250 mc/anno
<b>impianto di fitodepurazione</b>	
grigliatura automatica	10.000,00 €
vasca imhoff	24.000,00 €
sistema a flusso orizzontale 1200 mq	90.000,00 €
tubazioni di collegamento	12.000,00 €
opere accessorie	8.000,00 €
<b>Costo totale al netto Iva</b>	<b>144.000,00 €</b>
costo di gestione annuo	7.000 €/anno
costo al mc acqua depurata (ammortamento 20 anni)	0,86 €/mc
costo per persona all'anno	28,4 €/anno

## 3. Impianto di Fitodepurazione e Kit di Risparmio idrico

La presenza di apparecchiature per il risparmio idrico garantisce il 20% di riduzione del consumo di acqua e di conseguenza anche del dimensionamento dell'impianto e dunque dei costi di investimento.

Il costo dell'impianto è calcolato usando i parametri dedotti dal listino ufficiale della Regione Sicilia e dalla quotazione di compagnie locali per i materiali non inclusi. I costi di mantenimento sono bassi e limitati rispetto ai costi di scarico delle vasche Imhoff. Il costo non include i servizi di progettazione e di assistenza tecnica e nemmeno il costo per comprare il terreno (approssimativamente 1700 m<sup>2</sup>).





<b>Borgo san giacomo</b>	<b>500 abitanti</b>
dotazione idrica	80 l/abitante
produzione acque reflue	14600 mc/anno
impianto di fitodepurazione	
grigliatura automatica	10.000,00 €
vasca imhoff	22.000,00 €
sistema a flusso orizzontale 1000 mq	75.000,00 €
tubazioni di collegamento	12.000,00 €
opere accessorie	8.000,00 €
<b>Costo totale al netto Iva</b>	<b>127.000,00 €</b>
costo di gestione annuo	7000 €/anno
costo al mc acqua depurata (ammortamento 20 anni)	1,02 €/mc
costo per persona all'anno	26,7 €/anno

#### 4. Riuso di acque reflue trattate per l'agricoltura

In questa alternativa abbiamo considerato la possibilità di riuso delle acque reflue per usi irrigui, che, nel caso studio San giacomo, rimane la soluzione consigliata data l'assenza di corpi idrici dove poter effettuare lo scarico.

Per il trattamento delle acque reflue è possibile realizzare un impianto di fitodepurazione ibrido composto da un impianto a flusso orizzontale e da un impianto a flusso verticale. L'impianto di fitodepurazione è dimensionato per rispettare i limiti di legge per il riuso in agricoltura (DM 185/03). I valori in uscita, attesi, sono:

BOD < 20mg/l

SST < 20mg/l

Escherichia Coli < 10<sup>2</sup> UFC/100ml (un ulteriore sistema di disinfezione è suggerito)

N-NH<sub>4</sub> < 2 mg/l

N<sub>tot</sub> < 35mg/l (in accordo con i limiti di legge per l'irrigazione)

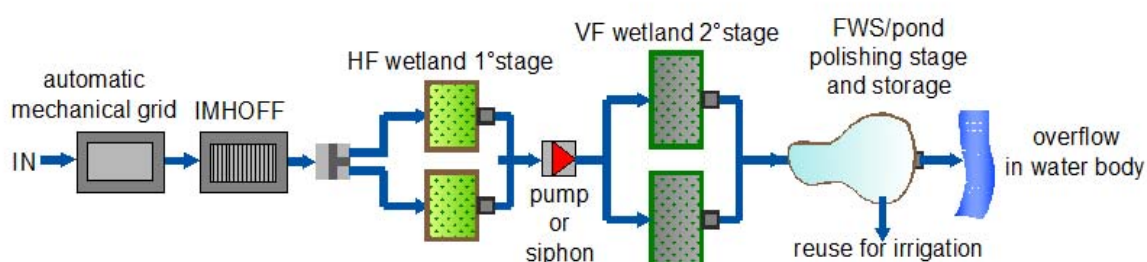
P<sub>tot</sub> < 10 mg/l (in accordo con i limiti di legge per l'irrigazione)

L'applicazione del DM 185/03 per il riuso nei piccoli agglomerati non è chiaro e ha notevolmente rallentato la pratica di riuso in Italia; anche se i volumi non sono molto elevati, le acque reflue trattate potrebbero essere vendute agli agricoltori, recuperando parte dei costi di investimento e di realizzazione dell'impianto e riducendo il prelievo di acque di falda. Sfortunatamente questa



soluzione potrebbe non essere conveniente da un punto di vista economico considerando che il costo delle acque di falda è basso a differenza del costo elevato delle acque trattate dovuto ai limiti e ai costosi monitoraggi periodici richiesti dalla legge. Altra alternativa è che le acque trattate potrebbero essere usate per scopi pubblici (ad esempio per l'irrigazione dei giardini pubblici); in questo caso la provincia dovrebbe prevedere delle norme sul riuso, in base ai limiti del DM 185/03.

Il costo dell'impianto di fitodepurazione è stato calcolato utilizzando i parametri del listino ufficiale della Regione Sicilia e la quotazione delle compagnie locali. I costi non includono la progettazione e l'assistenza tecnica, né il costo della terra eventualmente da comprare (circa 2500 m<sup>2</sup>).



<b>Borgo san giacomo</b>	500abitanti
dotazione idrica	80l/abitante
produzione acque reflue	14600mc/anno
<b>impianto di fitodepurazione</b>	
grigliatura automatica	10.000,00
vasca imhoff	€ 22.000,00
sistema a flusso orizzontale 500 mq	€ 37.500,00
sistema a flusso verticale 500 mq	€ 42.500,00
sistema a flusso libero per finissaggio e accumulo 500 mq	€ 12.500,00
opere elettromeccaniche	€ 6.000,00
tubazioni di collegamento	€ 15.000,00
opere accessorie	€ 10.000,00
<b>Costo totale al netto Iva</b>	<b>€ 155.500,00</b>
costo di gestione annuo	8000€/anno
costo al mc acqua depurata (ammortamento 20 anni)	1,20€/mc
costo per persona all'anno	31,55€/anno

## 5. Confronto fra le alternative

Nella tabella seguente vengono calcolati i costi per le varie alternative presentate.

	<b>ALT 0</b>	<b>ALT 1</b>	<b>ALT 2</b>	<b>ALT 3</b>	<b>ALT 4</b>
Kit risparmio idrico	NO	NO	NO	SI	SI
SBR	NO	SI	NO	NO	NO
Fitodepurazione per trattamento acque reflue	NO	NO	SI	SI	SI
Riuso acque reflue in agricoltura	NO	NO	NO	NO	SI
COSTI (€/m <sup>3</sup> in 20 anni)	2,5	1,66	0,9	1	1,2
COSTI (€/persona per anno in 20 anni)	227	54,5	28,4	26,7	31,5

Comparando le alternative alla situazione attuale bisogna considerare i costi aggiuntivi relativi ai servizi tecnici (12% dei costi di investimento), l'acquisto del terreno (approssimativamente 20 €/m<sup>2</sup>) e la costruzione della rete fognaria. Il costo della situazione attuale rimane comunque il più alto.

### **ALTERNATIVA 1**

<b>Costo totale dell'impianto (IVA esclusa)</b>	<b>€ 180.000,00</b>
Realizzazione rete fognaria	€ 330.000,00
Servizi tecnici	€ 61.200,00
Costo del terreno	€ 6.000,00
<b>Costo totale dell'investimento (IVA esclusa)</b>	<b>€ 577.200,00</b>
Costi annuali di manutenzione	18250 €/anno
Costo acque trattate al m <sup>3</sup> (recupero investimento in 20 anni)	2,87 €/m <sup>3</sup>
Costo per persona all'anno	94,22 €/anno

### **ALTERNATIVA 2**

<b>Costo totale dell'impianto (IVA esclusa)</b>	<b>€ 144.000,00</b>
Realizzazione rete fognaria	€ 330.000,00
Servizi tecnici	€ 56.880,00
Costo del terreno	€ 40.000,00
<b>Costo totale dell'investimento (IVA esclusa)</b>	<b>€ 570.880,00</b>
Costi annuali di manutenzione	7000 €/anno
Costo acque trattate al m <sup>3</sup> (recupero investimento in 20 anni)	2,16 €/m <sup>3</sup>
Costo per persona all'anno	71,088 €/anno



### ALTERNATIVA 3

<b>Costo totale dell'impianto (IVA esclusa)</b>	<b>€ 127.000,00</b>
Realizzazione rete fognaria	€ 330.000,00
Servizi tecnici	€ 54.840,00
Costo del terreno	€ 34.000,00
<b>Costo totale dell'investimento (IVA esclusa)</b>	<b>€ 545.840,00</b>
Costi annuali di manutenzione	7000 €/anno
Costo acque trattate al m <sup>3</sup> (recupero investimento in 20 anni)	2,61 €/m <sup>3</sup>
Costo per persona all'anno	68,584 €/anno

### ALTERNATIVA 4

<b>Costo totale dell'impianto (IVA esclusa)</b>	<b>€ 155.500,00</b>
Realizzazione rete fognaria	€ 330.000,00
Servizi tecnici	€ 58.260,00
Costo del terreno	€ 54.000,00
<b>Costo totale dell'investimento (IVA esclusa)</b>	<b>€ 597.760,00</b>
Costi annuali di manutenzione	8000 €/anno
Costo acque trattate al m <sup>3</sup> (recupero investimento in 20 anni)	2,88 €/m <sup>3</sup>
Costo per persona all'anno	75,776 €/anno

## 3.3 Agglomerati Costieri – Villaggio Cerasella

Villaggio Cerasella e gli agglomerati vicini sono principalmente occupati durante il periodo primaverile ed estivo. Questi agglomerati non presentano una rete fognaria che permette di scaricare le acque reflue e di raccogliere in un impianto di trattamento. Lo smaltimento delle acque reflue avviene, come per Borgo San Giacomo, tramite recipienti d'accumulo. Cerasella conta 60 abitanti residenti, ma il numero della popolazione sale a 800 durante il periodo estivo; anche gli altri agglomerati hanno un andamento simile raggiungendo nelle stagioni turistiche approssimativamente 500 a.e.; questi dati saranno confermati da futuri studi effettuati nell'area, per il momento consideriamo in dettaglio solo Villaggio Cerasella e la possibilità di estendere le alternative agli altri agglomerati (Mangiabove, Castellana, Gatto Corvino, Principe e altri agglomerati minori).

La realizzazione del collettamento alla rete fognaria e di un impianto di trattamento richiede anche l'implementazione di un'adeguata rete fognaria che colleghi tutti gli abitanti. Questo costo aggiuntivo è comune a tutte le alternative, eccetto per l'alternativa Zero dove non sono previsti interventi e dove gli abitanti continuano ad usare i recipienti di stoccaggio.

Non abbiamo abbastanza dati per prevedere la progettazione di una rete fognaria, ma considerando la grandezza di Villaggio Cerasella, possiamo calcolare un costo simile a quello visto per Borgo San Giacomo (350.000 € esclusa IVA e progettazione), e un costo per tutti gli agglomerati di 1.500.000 €.

## 1. Collettamento a Ragusa

Cerasella è l'agglomerato costiero più vicino a Ragusa e un collegamento ad essa richiede un collettore lungo la strada provinciale di circa 1 Km. La soluzione sembrerebbe applicabile da un punto di vista economico. Una crescita di 500 a.e. nel carico totale non potrebbe compromettere l'efficienza dell'impianto di trattamento comunale, anche se durante il periodo estivo quest'impianto sembra essere sovraccarico a causa dell'elevato numero di turisti.

Il collegamento di altri agglomerati richiede un prolungamento della tubazione principale di circa 3,2 km; probabilmente in questo caso sarebbe richiesto anche un potenziamento dell'impianto.

<b>Rete fognaria: costo di realizzazione del collettore</b>	<b>220.000,00 €</b>
costo di adeguamento del depuratore	0,00 €
costo di smaltimento annuale presso depuratore	0,3 €/mc
costo di gestione fognatura	0,2 €/mc
proiezione a 20 anni centralizzazione	388.150,00 €
costo al mc acqua depurata (ammortamento 20 anni)	1,15 €/mc
costo per persona all'anno	24,26 €/anno
<b>Costo totale per tutti gli agglomerati costieri (5000 a.e.)</b>	<b>924.000,00 €/anno</b>

## 2. Impianto di Fitodepurazione

In questa seconda alternativa, consideriamo di trattare le acque reflue di Cerasella localmente, dunque senza la realizzazione di una rete fognaria collegata a Ragusa ma soltanto una rete che colleghi le varie abitazioni. La caratteristica della zona è l'assenza di corpi idrici ad eccezione di impluvi destinati allo smaltimento delle acque meteoriche. Lo scarico finale dell'acqua trattata deve quindi essere valutato sulla base di uno studio idrogeologico, al fine di individuare la migliore tipologia di smaltimento finale dell'acqua (infiltrazione nel terreno sub-superficiale, infiltrazione verticale da pozzi di drenaggio, o più semplicemente lo scarico negli impluvi attualmente utilizzati per il deflusso delle acque meteoriche nel caso in cui questa soluzione non crea zone umide a valle, ecc). La prestazione dell'impianto che ci si aspetta deve essere migliore rispetto allo scarico in corpo idrico, secondo la legge italiana.

Il sistema di trattamento a cui si fa riferimento è un impianto di fitodepurazione; abbiamo già valutato nel caso studio 2 che un trattamento naturale è una soluzione migliore se si ha la possibilità di avere un'ampia area rispetto ad un sistema SBR per 500 a.e. inoltre in questo caso abbiamo 500 a.e. solamente nel periodo estivo e il trattamento naturale si adatta più facilmente alle forti fluttuazioni stagionali di carico idrico e organico tipiche delle aree turistiche.

I consumi pro-capite sono più alti rispetto a Borgo San Giacomo. La produzione annuale di acque reflue è calcolata considerando la presenza di residenti occasionali per 90 giorni all'anno (principalmente nella stagione estiva); la percentuale di flusso passa da 11 m<sup>3</sup>/giorno durante l'inverno a un picco di 152 m<sup>3</sup>/giorno durante l'estate.

Andrà approfondito dal punto di vista idrogeologico la situazione locale, caratterizzata dalla totale assenza di corpi idrici recettori e quindi dalla necessità di scarichi sul suolo e/o sugli strati superficiali



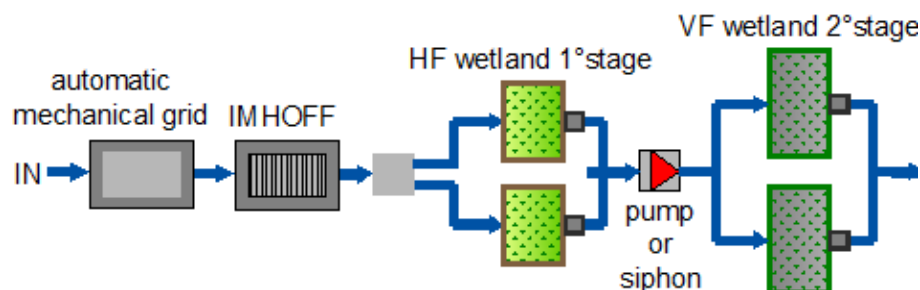
del sottosuolo. Dal punto di vista normativo, tali interventi sono al di sotto di 2000 a.e. per cui possono essere sottoposti a trattamenti appropriati non sottoposti a limiti tabellari in riferimento al D.Lgs. 152/06; in tali casi sono le Regioni a fissare eventuali limiti più o meno restrittivi in funzione delle criticità locali. Dal punto di vista delle modalità di smaltimento, andrà valutato caso per caso, in funzione delle informazioni geologiche ed idrogeologiche e dalla vulnerabilità delle acque sotterranee, il criterio ottimale; essendo comunque centri abitati caratterizzati da numeri ridotti di persone anche durante l'estate, possono avere senso soluzioni quali trincee di infiltrazione nel terreno o lo sfruttamento degli impluvi che smaltiscono le acque meteoriche, assicurando in quest'ultimo caso che non si verifichino impaludamenti e ristagni a valle.

Nelle ipotesi sviluppate, si sono considerati impianti in grado di raggiungere elevate rese depurative, in linea con i limiti tabellari imposti da Tabella 3 Parte III All.5 D.L.152/06; in fase di progettazione più avanzata, in funzione della vulnerabilità delle aree di intervento, tali aspetti dovranno comunque essere approfonditi con le autorità locali.

Per minimizzare la richiesta di spazio e aumentare la totale efficienza del sistema durante il picco stagionale, abbiamo considerato un sistema ibrido multi-stadio che combina un sistema a flusso orizzontale con un sistema a flusso verticale. Il sistema può garantire durante il picco stagionale una buona rimozione di componente organica, solidi sospesi e batteri, con un valore in uscita al di sotto rispettivamente di 40 mg/l per BOD, 30 mg/l per SST e  $10^4$  UFC/100 ml. La presenza di un sistema a flusso verticale permette anche la rimozione dell'azoto ammoniacale, mantenendo il valore al di sotto dei 15 mg/l. Durante l'inverno, la produzione di acque reflue di 60 a.e. è abbastanza per mantenere in buone condizioni le piante acquatiche; probabilmente l'elevato tasso di evapotraspirazione limiterà fortemente l'effluente che in ogni caso presenterà concentrazioni di inquinanti vicino allo zero, grazie all'elevato tempo di ritenzione.

Il costo dell'impianto di fitodepurazione è calcolato usando i parametri dedotti dalla lista ufficiale dei prezzi della Regione Sicilia e dalla quotazione delle compagnie locali per i materiali non inclusi. I costi di manutenzione sono molto bassi e limitati dallo svuotamento annuale delle vasche Imhoff e dal taglio delle piante acquatiche e di erba nell'area di trattamento. Il costo non include la progettazione, i servizi tecnici e il costo del terreno ( approssimativamente 2500 m<sup>2</sup>).

Come stima approssimativa,riportiamo nell'ultima riga della seguente tabella il costo totale per la realizzazione di un sistema decentralizzato simile ( probabilmente 4/5impianti di trattamento in base alla rete progettata, alle naturali pendenze e ai terreni disponibili) per Cerasella e per tutti gli altri agglomerati.



<b>Cerasella</b>	
residenti	60 abitanti
utenza massima estiva	800 abitanti
dotazione idrica	190 l/abitante
produzione acque reflue	16815 mc/anno
<b>impianto di fitodepurazione</b>	
grigliatura automatica	10.000,00 €
vasca imhoff	37.000,00 €
sistema a flusso orizzontale + verticale 1500 mq	112.500,00 €
tubazioni di collegamento e componenti elettromeccanici	25.000,00 €
opere accessorie	10.000,00 €
<b>Costo totale al netto Iva</b>	<b>194.500,00 €</b>
costo di gestione annuo	5600 €/anno
costo al mc acqua depurata (ammortamento 20 anni)	1,01 €/mc
costo per persona all'anno	19,16 €/anno
<b>Costo totale depurazione per tutti gli agglomerati (5000 a.e.)</b>	<b>1.215.625,00 €/anno</b>

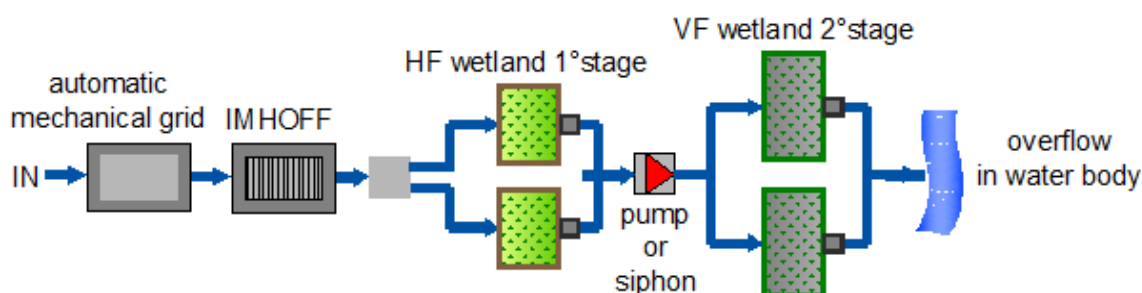
### 3. Impianto di fitodepurazione e kit risparmio idrico

Considerando che gli abitanti di C.da Cerasella provvedono autonomamente alla fornitura idrica attraverso i recipienti di accumulo e anche per quanto riguarda gli scarichi finali di acque reflue, il ricorso al kit di risparmio idrico è suggerito e potrebbe essere il primo passo verso la pianificazione della progettazione e realizzazione di una rete fognaria e di un sistema di trattamento. Con queste apparecchiature possono ridurre la quantità di acque necessaria del 30%, riducendo anche l'impronta del trattamento naturale.

Il costo di un impianto di fitodepurazione è calcolato usando i parametri dedotti dalla lista ufficiale dei prezzi della Regione Sicilia e dalla quotazione delle compagnie locali per i materiali non inclusi. I costi di manutenzione sono molto bassi e limitati dallo svuotamento annuale delle vasche Imhoff e dal taglio delle piante acquatiche e di erba nell'area di trattamento. Il costo non include la progettazione, i servizi tecnici e il costo del terreno ( approssimativamente 2500 m<sup>2</sup>).

Come stima approssimativa, riportiamo nell'ultima riga della seguente tabella il costo totale per la realizzazione di un sistema decentralizzato simile ( probabilmente 4/5 impianti di trattamento in base alla rete progettata, alle naturali pendenze e ai terreni disponibili) per Cerasella e per tutti gli altri agglomerati.





<b>Cerasella</b>		
residenti	60	abitanti
utenza massima estiva	800	abitanti
dotazione idrica (risparmio 30% con water savings)	133	l/abitante
produzione acque reflue	11770,5	mc/anno
<b>impianto di fitodepurazione</b>		
grigliatura automatica	10.000,00	€
vasca imhoff	30.400,00	€
sistema a flusso orizzontale + verticale 1350 mq	101.250,00	€
opere elettromeccaniche	10.000,00	€
tubazioni di collegamento	15.000,00	€
opere accessorie	10.000,00	€
<b>Costo totale al netto Iva</b>	<b>176.650,00</b>	<b>€</b>
costo di gestione annuo	5440	€/anno
costo al mc acqua depurata (ammortamento 20 anni)	1,35	€/mc
costo per persona all'anno	17,84	€/anno
<b>Costo totale depurazione per tutti gli agglomerati (5000 a.e.)</b>	<b>1.104.062,50</b>	<b>€/anno</b>

#### 4. Impianto di fitodepurazione, riuso acque grigie e kit risparmio idrico

Una forte riduzione può essere ottenuta da interventi più intensivi di risparmio idrico come la separazione delle acque grigie, il trattamento e il riuso delle acque piovane (come descritto nel caso studio 1); è evidente che ci sono delle ostruzioni già esistenti e questi interventi devono essere valutati caso per caso, in base al grado di separazione di acque grigie e acque piovane.

Non possiamo considerare questa alternativa negli agglomerati costieri in quanto è difficile stimare correttamente la fattibilità e il costo di questi interventi per tutte le abitazioni e come gli abitanti decidono di implementare il sistema di recupero delle acque grigie; inoltre, l'implementazione della rete fornitura idrica e del sistema fognario ridurrebbe il costo dell'acque per singola abitazione.

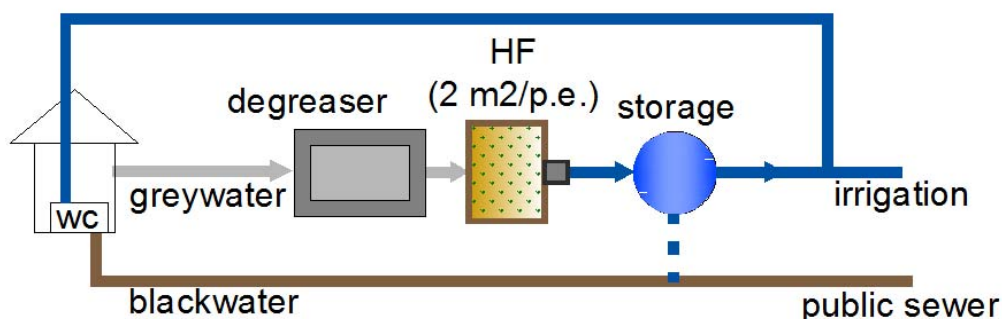
Ma la convenienza economica del recupero di acque grigie, che in questo caso può avere approssimativamente un breve tempo di ritorno dovuto all'elevato costo di fornitura e scarico i acqua consumata (probabilmente circa 5-7 anni), dipende dal tempo i implementazione della rete





fognaria e delle rete idrica. Il riuso di acque grigie per i WC potrebbe ridurre il volume che verrebbe scaricato nella fognatura in futuro (approssimativamente i 40-50 l/persona al giorno, circa il 30%; 100 al giorno o anche di più se riusano le acque grigie per l'irrigazione) e in conseguenza la dimensione dell'impianto di trattamento (se viene applicato il riuso di acque grigie sul 100% delle abitazioni, approssimativamente 300 m<sup>2</sup> meno nel caso di un impianto di fitodepurazione, che significa circa 25.000 € meno nei costi di investimento).

Un impianto di trattamento a livello domestico (4 a.e.) costituito da un degreaser, un piccolo impianto a flusso orizzontale, un recipiente di accumulo e una rete duale per WC potrebbe costare approssimativamente 5-6.000 € e permetterebbe di risparmiare 200 litri al giorno (e rendere disponibile al 200 l/giorno per l'irrigazione); questo significa che gli abitanti risparmierebbero 200 litri al giorno per comprare acqua potabile e 400 litri al giorno da scaricare tramite autobotti.



##### 5. Tutte le alternative

<b>Cerasella</b>	<b>ALT 0</b>	<b>ALT 1</b>	<b>ALT 2</b>	<b>ALT 3</b>
Kit risparmio idrico	NO	NO	NO	SI
Collettamento a Ragusa	NO	SI	NO	NO
Impianto di fitodepurazione decentralizzato	NO	NO	SI	SI
COSTI (€/m <sup>3</sup> in 20 anni)	3	1,15	1	1,35
COSTI (€/persona all'anno in 20 anni)	62,6	24,26	19	17,84

<b>Agglomerati Costieri</b>	<b>ALT 0</b>	<b>ALT 1</b>	<b>ALT 2</b>	<b>ALT 3</b>
Kit risparmio idrico	NO	NO	NO	SI
Collettamento a Ragusa	NO	SI	NO	NO
Impianto di fitodepurazione decentralizzato	NO	NO	SI	SI
COSTI (€/m <sup>3</sup> in 20 anni)	3	1,18	1	1,35
COSTI (€/persona all'anno in 20 anni)	62,6	24,67	19	17,84

Si nota che il costo a persona risulta ridotto con le alternative 2 e 3 comparandole all'alternativa di collettamento a Ragusa e all'alternativa zero.

Confrontando le 3 opzioni con l'alternativa zero, dobbiamo considerare anche i costi addizionali legati ai servizi tecnici (12% dei costi di investimento), acquisto di terreno (consideriamo un valore percentuale di 20 €/m<sup>2</sup>) e la costruzione della fognatura.

L'alternativa zero rimane la più alta in termini di costo a persona. Le altre tre alternative sono simili in termini di costi per m<sup>3</sup> di acque trattate e costo a persona; anche i costi di investimento sono simili, sia se consideriamo tutti i villaggi, che nel caso di collettamento del solo Villaggio Cerasella.

#### **Alternativa 1 - Cerasella**

Fognatura: costo collettore principale	220.000,00 €
Costo di realizzazione fognatura	350.000,00 €
Servizi tecnici	68.400,00 €
Costo del terreno	0,00 €
<b>Totale costo di investimento (esclusa IVA)</b>	<b>638.400,00 €</b>
Potenziamento impianto esistente	0,00 €
Costi di trattamento addizionali	0,3 €/m <sup>3</sup>
Costi di manutenzione fognatura	0,2 €/m <sup>3</sup>
Costi totali in 20 anni	764.370,00 €
Costo al m <sup>3</sup> di acqua trattata (recupero investimento in 20 anni)	3,03 €/m <sup>3</sup>
Costo a persona ogni anno	47,77 €/anno
<b>Totale costo per tutti gli agglomerati (esclusa IVA)</b>	<b>3.274.880,00 €</b>



## ALTERNATIVA 2

### Cerasella

Impianto di fitodepurazione	<b>194.500,00 €</b>
Costo di realizzazione fognatura	350.000,00 €
Servizi tecnici	65.340,00 €
Costo del terreno	50.000,00 €
<b>Totale costo di investimento (esclusa IVA)</b>	<b>659.840,00 €</b>
Costi annui di manutenzione	5600 €/anno
Costo al m <sup>3</sup> di acqua trattata (recupero investimento in 20 anni)	2,55 €/m <sup>3</sup>
Costo a persona ogni anno	48,24 €/anno
<b>Totale costo per tutti gli agglomerati (esclusa IVA)</b>	<b>3.436.500,00 €</b>

## ALTERNATIVA 3

### Cerasella

Impianto di fitodepurazione	<b>176.650,00 €</b>
Costo di realizzazione fognatura	350.000,00 €
Servizi tecnici	63.198,00 €
Costo del terreno	40.000,00 €
<b>Totale costo di investimento (esclusa IVA)</b>	<b>629.848,00 €</b>
Costi annui di manutenzione	5440 €/anno
Costo al m <sup>3</sup> di acqua trattata (recupero investimento in 20 anni)	3,49 €/m <sup>3</sup>
Costo a persona ogni anno	46,17 €/anno
<b>Totale costo per tutti gli agglomerati (esclusa IVA)</b>	<b>3.249.050,00 €</b>

#### **4. Valutazione degli scenari proposti basata su un'analisi multicriterio**

Il tipo di procedura applicata è essenzialmente la stessa utilizzata per un'analisi costi-benefici e una valutazione dei rischi ambientali (come in un EIA), considerando non solo gli effetti diretti, ma anche i più importanti effetti indiretti; gli effetti/ impatti possono essere sia materiale o immateriale, e così alcuni di essi possono essere misurati mentre altri dovranno essere quantificati da indicatori. Alla fine di ogni valutazione delle possibili alternative, indicatori semplici e oggettivi sono il risultato delle analisi multi-criterio, in modo da fornire ai soggetti interessati un'adeguata e "facile da capire" strumentazione per scegliere l'alternativa più appropriata considerando tutti gli aspetti ambientali, contesti economici e sociali per tutti i casi.

Le valutazioni economiche includono i costi di uso e manutenzione per tutta la durata delle realizzazioni e alcune raccomandazioni sulle opzioni di raccolta di fondi disponibili a livello locale da parte dei soggetti interessati per la futura applicazione in scala reale delle soluzioni proposte.

Di seguito la tabella con i criteri, definita a livello di progetto e presa in considerazione per la valutazione degli scenari.

<b>Problemi per la salute</b>	
Non causa nessun rischio di	aumento di zanzare (o altri insetti) malattie
Riduce l'esposizione ai patogeni	degli utenti degli operai delle risorse recuperate/riusate della popolazione "downstream"
<b>Impatto sull'ambiente/natura</b>	
Uso di risorse naturali	Minimizzare l'uso dell'acqua Bassa richiesta di terreno Bassa richiesta di energia Uso di materiali strettamente locali per la costruzione
Basse emissioni e impatto sull'ambiente	Acqua superficiale Acqua di falda Suolo/terreno Aria Rumore e vibrazione estetica Odori
Buone possibilità per recupero risorse	energia Componente organica Acqua Integrazione paesaggistica
<b>Problemi tecnici</b>	
Permette costruzioni semplici	
Basso livello di conoscenze tecniche per la realizzazione	
Elevato livello di efficienza (acque reflue alimentate/depurate/tempistica)	
Capacità depurativa (acque reflue depurate/suolo occupato dalle piante)	
Ha un'elevata solidità e lunga vita/elevata resistenza	
Consente semplici procedure operative	
Minima manutenzione e basse competenze richieste	
Non fa affidamento sulla fornitura continua di risorsa (quale acqua o energia)	
Adattabile a inaspettati cambiamenti futuri (adattabilità)	
Buona qualità dell'effluente	
Quantità e qualità di fanghi generati	
Riduzione dello squilibrio idrico a livello di bacino	
<b>Problemi economici e finanziari</b>	
Porta benefici all'economia locale (opportunità commerciali, impieghi locali, etc.)	
Porta benefici o genera introiti	
<b>Sociale, culturale e di genere</b>	
Migliora la qualità della vita	
Richiede bassi livelli di conoscenza e informazioni per assicurare il successo della tecnologia	
Richiede pochi lavori di manutenzione e piccolo coinvolgimenti da parte degli utenti/lavoratori	
Alto livello di soddisfazione della popolazione locale riguardo l'implementazione tecnologica	
Richiede poche riforme politiche a livello locale, regionale o nazionale	
Impatto sull'educazione	
<b>Costi</b>	
Costi di Investimento (EURO)	
Costi di manutenzione (EURO/anno)	



## 5. Conclusioni

Nel paragrafo seguente si riportano i risultati delle analisi multi criterio, accompagnati da alcuni commenti, in base ai punteggi ed ai pesi assegnati per ogni caso studio da un tavolo multidisciplinare, composto principalmente da Svimed, Iridra srl con il supporto del Comune di Ragusa.

### 5.1 Definizione delle alternative “su misura” ottimali

#### Legenda

5	Il criterio è pienamente soddisfatto dall'alternativa
4	Il criterio è soddisfatto dall'alternativa
3	Il criterio è neutrale all'alternativa
2	Il criterio non è soddisfatto pienamente dall'alternativa
1	Il criterio non è affatto soddisfatto dall'alternativa

#### 1. DORIANA – SORAYA

		ALT 0	ALT 1	ALT 2	ALT 3
<b>Problemi per la salute</b>		3,1	4,2	4,3	4,3
<b>Impatto sull'ambiente/natura</b>		1,8	3,8	4,2	4,3
<b>Problemi tecnici</b>		2,1	4,5	4,2	4,3
<b>Problemi economici e finanziari</b>		1,0	3,4	4,0	4,4
<b>Problemi sociali, culturali e di genere</b>		2,6	4,1	4,3	4,3
<b>Costi di investimento (€)</b>		0,0	150000,0	105000,0	220000,0
<b>Costi di manutenzione (€/anno)</b>		0,0	2000,0	1000,0	3000,0
	<b>PESI</b>	<b>ALT 0</b>	<b>ALT 1</b>	<b>ALT 2</b>	<b>ALT 3</b>
Costi di investimento (€)	4	3,0	3,500	4,0	3,0
Costi di manutenzione (€/anno)	4	3,0	4,000	5,0	4,0
<b>COSTI</b>		<b>3,0</b>	<b>3,750</b>	<b>4,5</b>	<b>3,5</b>
<b>TOTALE</b>		<b>13,5</b>	<b>23,74</b>	<b>25,5</b>	<b>25,1</b>

L'alternativa che ha ricevuto i punteggi migliori è risultata l'alternativa 2, anche se è da notare che la differenza con le alternative 1 e 3 è molto limitata. Se dal punto di vista degli impatti sanitari, tecnici, sociali ed ambientali le tre alternative sono sostanzialmente equivalenti, dove l'alternativa 2 presenta i maggiori vantaggi appare essere in termini economici. L'alternativa 2 è risultata la migliore soprattutto dal punto di vista economico in rapporto ai volumi recuperabili: se è vero che nel caso dell'alternativa 1, in cui si prevede il recupero delle sole acque meteoriche, queste da sole potrebbero coprire il fabbisogno completo dei WC per 6-7 mesi l'anno ma non sono sufficienti per l'irrigazione date le basse piogge estive, il recupero delle sole grigie permette di coprire interamente i consumi dei WC e rendere immediatamente disponibili per l'irrigazione circa il 50% dei fabbisogni irrigui durante i mesi estivi, senza bisogno di grossi accumuli che rappresentano una voce importante di costo. Inoltre il recupero delle acque grigie permette di alleggerire notevolmente il carico idraulico veicolato in fognatura e di ridurre i costi di depurazione.



L'alternativa 3 consente di coprire interamente i fabbisogni irrigui e di chiudere idealmente il ciclo, ma i costi aggiuntivi sono molto più elevati a fronte di un incremento sui volumi recuperati piuttosto esiguo a meno di non realizzare ingenti e costosi accumuli, che sarebbero giustificabili solo in un contesto di reale difficoltà di approvvigionamento; potrebbe quindi essere ambientalmente più sostenibile un diverso studio del design del verde, mirato a ridurre le superfici a prato a favore di soluzioni meno idroesigenti.

I vantaggi del recupero delle acque grigie sono maggiori e più evidenti prevedendo il ricorso, quando gli spazi a disposizione lo consentono, a tecnologie di tipo naturale quali la fitodepurazione, dati i minori costi sia di investimento che di gestione e dato il minor impegno gestionale richiesto in fase operativa agli utenti finali.

## 2. BORGO SAN GIACOMO

		ALT 0	ALT 1	ALT 2	ALT 3	ALT 4	
<b>Problemi per la salute</b>		2,2	3,3	4,2	4,2	4,2	
<b>Impatto sull'ambiente/natura</b>		2,3	3,5	4,1	4,1	4,2	
<b>Problemi tecnici</b>		2,2	3,3	4,3	4,3	4,3	
<b>Problemi economici e finanziari</b>		1,6	3,4	4,4	4,4	4,4	
<b>Problemi sociali, culturali e di genere</b>		3,0	3,9	3,9	3,9	3,8	
<b>Costi di investimento (€)</b>		0,0	577000,0	571000,0	546000,0	598000,0	
<b>Costi di manutenzione (€/anno)</b>		0,0	18000,0	7000,0	7000,0	8000,0	
		PESI	ALT 0	ALT 1	ALT 2	ALT 3	ALT 4
Costi di investimento (€)	4	3,0	3,0	3,5	4,0	3,0	
Costi di manutenzione (€/anno)	4	3,0	2,0	5,0	5,0	4,5	
<b>COSTI</b>		3,0	2,5	4,3	4,5	3,8	
<b>TOTALE</b>		<b>14,2</b>	<b>19,8</b>	<b>25,1</b>	<b>25,3</b>	<b>24,6</b>	

Nel presente caso studio la soluzione ottimale sembra essere rappresentata dall'alternativa 3, pur con scarti molto minimi rispetto alle alternative 2 e 4. L'alternativa 0 invece non è accettabile in quanto, se da una parte non ha nessun costo per l'amministrazione pubblica, dall'altro viene a costituire un costo di smaltimento molto alto per gli utenti. Quindi il risultato più importante sembra essere quello di preferire soluzioni a bassa tecnologia per il trattamento di reflui urbani provenienti da piccoli agglomerati decentralizzati, rispetto a soluzioni più compatte ma a maggiore tasso tecnologico (alternativa 1, SBR) che poi richiedono un maggiore impegno gestionale sia dal punto di vista tecnico che economico. D'altronde il ricorso a tecnologie naturali per utenze al di sotto di 2000 a.e. è anche incentivato dalla attuale normativa sulle acque (D.Lgs. 152/06 Parte III) e trova larga rispondenza nel concetto di trattamento appropriato da essa introdotto.

Nell'alternativa migliore (n°3) si ha solamente l'aggiunta di dispositivi di risparmio idrico; la promozione e l'utilizzo di semplici dispositivi di risparmio idrico dai bassi costi ha sempre un effetto, seppur minimo, sul dimensionamento del sistema di trattamento, e come tale deve essere incentivato.

Andrà approfondito dal punto di vista idrogeologico la situazione locale, caratterizzata dalla scarsità di corpi idrici recettori significativi (aventi cioè portata nulla per periodi minori di 120 gg l'anno). In ogni caso dal punto di vista normativo, tali interventi sono al di sotto di 2000 a.e. per cui possono essere sottoposti a trattamenti appropriati non sottoposti a limiti tabellari in riferimento al D.Lgs.



152/06; in tali casi sono le Regioni a fissare eventuali limiti più o meno restrittivi in funzione delle criticità locali.

Per quanto riguarda infine l'alternativa n°4 che prevede anche il riuso delle acque reflue, l'impianto dimensionato per il riuso, ai sensi del DM 185/03, ha un costo ed una complessità un po' maggiore. I costi al mc recuperato non sono molto maggiori (circa il 20% in più), anche se probabilmente sono destinati ad essere maggiori nel caso in cui non tutti i volumi vengano effettivamente recuperati.

Come già sottolineato inoltre, diversi fattori costituiscono al momento fattori di incertezza per tale soluzione:

- l'applicazione del DM 185/03 per il riuso nei piccoli agglomerati risulta di non facile applicazione per via soprattutto della frequenza di monitoraggio suggerita e quindi degli alti costi per le analisi che possono influire significativamente su piccoli impianti; non sono inoltre chiare la modalità di distribuzione dell'acqua depurata, soprattutto nel caso in cui questa non venga venduta dal gestore della rete duale ma più semplicemente riutilizzata localmente, come nel caso di piccole potenzialità dove le acque prodotte giornalmente non sono certo in grado di sostenere una rete; questo ha notevolmente rallentato la pratica di riuso in Italia, soprattutto per piccole e medie potenzialità;
- il costo delle acque di falda rimane molto basso, non solo nel territorio ragusano, il che limita notevolmente la possibilità di recuperare i maggiori costi di investimento da una eventuale vendita delle acque depurate agli agricoltori.

D'altra parte, come anche evidenziato dal DM 185/03 e dal D.Lgs. 152/06, il riuso delle acque reflue sarebbe sostenibile da molti punti di vista, se applicato in maniera sistemica, permettendo la riduzione dei prelievi di acque di falda ed un uso più razionale della risorsa idrica e dei nutrienti (già presenti nelle acque reflue e che quindi potrebbero ridurre il consumo di fertilizzanti). Un'alternativa potrebbe essere destinare tali acque a scopi pubblici (ad esempio per l'irrigazione di giardini pubblici), in modo da rivestire anche una valenza educativa sull'applicazione di buone pratiche di gestione, al di là delle considerazioni prettamente economiche. Tale possibilità sarebbe però da approfondire sia con l'amministrazione comunale valutandone il reale interesse, sia con gli enti autorizzativi per quanto riguarda le norme specifiche da osservare sul riuso e sul monitoraggio.

### 3. CERASELLA

		ALT 0	ALT 1	ALT 2	ALT 3	
<b>Problemi per la salute</b>		2,2	3,3	4,3	4,3	
<b>Impatto sull'ambiente/natura</b>		2,2	2,8	3,8	4,0	
<b>Problemi tecnici</b>		2,2	2,6	4,0	4,0	
<b>Problemi economici e finanziari</b>		1,9	1,9	4,0	4,0	
<b>Problemi sociali, culturali e di genere</b>		2,6	3,5	3,8	4,1	
<b>Costi di investimento (€)</b>		0,0	638000,0	660000,0	630000,0	
<b>Costi di manutenzione (€/anno)</b>		0,0	6300,0	5600,0	5500,0	
		PESI	ALT 0	ALT 1	ALT 2	ALT 3
Costi di investimento (€)	4		3,0	5,0	4,0	5,0
Costi di manutenzione (€/anno)	4		3,0	3,0	4,0	4,0
<b>COSTI</b>			3,0	4,0	4,0	4,5
<b>TOTALE</b>			<b>14,0</b>	<b>18,1</b>	<b>23,9</b>	<b>24,9</b>





In tale caso studio, l'alternativa zero non può essere mantenuta in quanto la legge obbliga di fatto a dotare ogni agglomerato di servizi di fognatura e depurazione. L'alternativa di collettare il centro abitato di Cerasella al depuratore di Marina di Ragusa (Alt. 1) sembra essere meno conveniente rispetto alle alternative 2 e 3 che prevedono un depuratore decentrato, principalmente perché sono da prevedersi oltre 4 Km di collettore fognario. L'approccio di collettamento al depuratore potrebbe diventare maggiormente conveniente dal punto di vista economico se si collegano anche tutti gli altri centri abitati limitrofi, ma in tal caso andrebbe previsto un up-grading del depuratore centralizzato che già lavora al limite delle proprie potenzialità durante il periodo estivo.

E' quindi da valutare attentamente, dal punto di vista della pianificazione locale, se perseguire un approccio centralizzato, prevedendo al tempo stesso interventi consistenti sul depuratore accanto alla realizzazione di diversi Km di condotte fognarie, o se seguire la strada opposta, mantenendo il depuratore esistente e cercando di alleggerire i carichi in arrivo ad esso mediante la realizzazione di sistemi di depurazione naturale decentralizzati, dai ridotti costi di investimento e gestione, e mediante la promozione su larga scala di dispositivi di risparmio idrico e di pratiche consapevoli per la riduzione dei volumi di acqua scaricati in fognatura.

Questi ultimi hanno un effetto positivo, benché ridotto, anche sul dimensionamento dei sistemi di fitodepurazione decentralizzati, come evidente in questo caso in cui l'alternativa risultata ottimale è la n°3 che accoppia l'adozione di WSD ad un sistema di depurazione naturale per Cerasella.

Andrà approfondito dal punto di vista idrogeologico la situazione locale, caratterizzata dalla totale assenza di corpi idrici recettori e quindi dalla necessità di scarichi sul suolo e/o sugli strati superficiali del sottosuolo. Dal punto di vista normativo, tali interventi sono al di sotto di 2000 a.e. per cui possono essere sottoposti a trattamenti appropriati non sottoposti a limiti tabellari in riferimento al D.Lgs. 152/06; in tali casi sono le Regioni a fissare eventuali limiti più o meno restrittivi in funzione delle criticità locali.

## 5.2 Dallo studio alla realizzazione

### Caso studio Residenziale Urbano: Cooperative edilizie Soraya e Doriana

L'alternativa ottimale consiste nel dotare i due complessi immobiliari di sistemi per il recupero delle acque grigie tramite fitodepurazione; dal punto di vista autorizzativo questo non richiede particolari complessità e l'autorizzazione del sistema di recupero avviene contestualmente alle usuali autorizzazioni edilizie da richiedere.

I costi addizionali, rispetto alla soluzione di collettare tutto in fognatura, sono di circa 35.000 € per Soraya e 70.000 € per Doriana. Dal punto di vista realizzativo l'implementazione di tali sistemi non richiede significativi aumenti dei tempi di realizzazione, essendo sistemi molto piccoli che possono essere realizzati in poche settimane nell'ambito del cantiere generale.

In questo caso quindi l'attuazione della soluzione proposta dipende dalla volontà della società immobiliare responsabile dell'intervento, non essendo al momento previsti da parte del Comune strumenti urbanistici con i quali richiedere o incentivare tali misure.



### Caso studio Agglomerato Rurale: Borgo San Giacomo

L'alternativa ottimale consiste nel realizzare un sistema di depurazione naturale per Borgo San Giacomo. In questo caso l'ente proponente può essere il Comune di Ragusa o il gestore del servizio idrico integrato quando sarà individuato dall'ATO. Allo stato attuale i servizi di acquedotto, fognatura e depurazione sono gestiti dal Comune di Ragusa, Servizio 1 - Manutenzione e gestione impianti speciali. servizio idrico integrato (acquedotto, fognatura, sollevamenti, serbatoi e depuratori), che si occupa anche della gestione dell'interfaccia con l'ATO idrico. L'intervento è già incluso nel Piano di Attuazione delle Reti Fognarie (P.A.R.F.) quindi i tempi di attuazione dovrebbero essere brevi una volta individuate le coperture finanziarie.

L'iter progettuale consiste nel realizzare le varie fasi progettuali, eventualmente avvalendosi di adeguate professionalità esterne data la specificità dell'intervento mediante bando di gara (assegnazione diretta o gara ad inviti, dato il basso importo a base d'asta per i servizi tecnici), in accordo con la vigente normativa sui lavori pubblici. Generalmente le fasi progettuali consistono in una progettazione preliminare che, a corredo delle necessarie indagini preliminari (rilievi, studi geologici) fissa i parametri tecnico-economici di base dell'intervento, individua l'area di realizzazione e dà il via alle procedure di esproprio mediante apposito piano particellare se l'area risulta da acquisire. Una volta approvato il preliminare, si passa alla progettazione definitiva, che dovrà poi essere sottoposta ai pareri dei vari enti interessati (Comune, ARPA, ATO, Provincia, Regione) tramite apposita conferenza di servizi. Una volta ricevuti i pareri e le approvazioni, e terminate le procedure di acquisizione dell'area si può passare alla fase esecutiva e alla predisposizione dei bandi di gara per la sua realizzazione, secondo la normativa vigente in materia di lavori pubblici. La realizzazione può richiedere un massimo di circa 2-3 mesi, escluso il collettore fognario già previsto dal P.A.R.F.

Una volta realizzato e collaudato, l'impianto può essere messo in funzione; per quanto il periodo necessario per il raggiungimento delle condizioni a regime in un impianto di fitodepurazione non sia mai inferiore ad 1 anno, il sistema presenta dopo poche settimane rendimenti depurativi già in linea con le aspettative di progetto.

Di seguito si riporta una bozza di cronoprogramma ed un quadro economico di massima per l'intervento in oggetto, limitandosi alla sola parte relativa alla depurazione.



<b>QUADRO ECONOMICO DEI LAVORI</b>	
<b>a) Importo per l'esecuzione delle Lavorazioni</b>	
A corpo	€ 123.000,00
<b>b) Importo per l'attuazione della Sicurezza</b>	
A corpo	€ 4.000,00
<b>Sommano</b>	<b>€ 127.000,00</b>
<b>c) Somme a disposizione della stazione appaltante per:</b>	
c1) Imprevisti 5%	€ 6.350,00
c2.1) espropri e servitù	da determinare
c2.2) Oneri per allacciamento corrente elettrica	€ 0,00
c2.3) Oneri per commissioni giudicatrici	€ 1.000,00
c2.4) Spese per pubblicità	€ 1.000,00
c3.1) Spese tecniche per progettazione pre-def-esecutiva	€ 13.092,81
c3.2) Rilievi accertamenti ed indagini	€ 2.800,00
Relazione geologica ed indagini geotecniche	€ 1.600,00
Rilievo topografico area d'impianto	€ 1.200,00
c4) Responsabile del Procedimento	€ 558,80
c5) Spese tecniche per l'esecuzione dei lavori	€ 10.518,23
direzione lavori, contabilità, collaudi	€ 7.135,12
Coordinatore per l'Esecuzione delle opere	€ 3.383,11
c7) CAP 4% su c3) c4) c5) c6)	€ 966,79
c8) IVA	€ 5.970,06
22% su c2) c3) c4) c5) c6)	
10% su a), b) e c1)	€ 13.335,00
<b>Sommano</b>	<b>€ 55.591,69</b>
<b>TOTALE IMPORTO COMPLESSIVO</b>	<b>€ 182.591,69</b>

<b>Prog. Preliminare</b>	<b>30gg</b>						
<b>Approvazione</b>		<b>30gg</b>					
<b>Prog. Definitivo</b>			<b>30gg</b>				
<b>Approvazione</b>				<b>60gg</b>			
<b>Prog. Esecutivo</b>					<b>30gg</b>		
<b>Approvazione</b>						<b>15gg</b>	
<b>Affidamento</b>							<b>45gg</b>
<b>Esecuzione</b>							<b>90gg</b>
<b>Collaudo</b>							<b>90gg</b>

#### Caso studio Agglomerati Costieri: Villaggio Cerasella

L'alternativa ottimale consiste nel realizzare un sistema di depurazione naturale per Cerasella ed eventualmente altri sistemi decentralizzati per gli altri piccoli agglomerati individuati. La situazione è dal punto di vista procedurale molto simile a quella descritta nel caso 2, con la differenza che in questo caso il Servizio idrico integrato del Comune di Ragusa ha già previsto il collettamento al depuratore di Marina di Ragusa tramite circa 4,2 Km di collettore fognario.

Per cui, anche alla luce di tale studio, potrebbe essere ridiscussa tale soluzione in sede di ATO, in modo da valutare se realmente l'ipotesi del collettamento è preferibile dal punto di vista tecnico, economico ed ambientale, o se invece abbia senso riconsiderare soluzioni di tipo decentralizzato,



come quella proposta e ritenuta migliore nel presente studio alla luce degli elementi in nostro possesso. In particolare andrà valutata l'effettiva rispondenza della realizzazione del collettore con i piani di sviluppo del depuratore, già adesso al limite della propria potenzialità durante la stagione estiva.

Nel caso in cui la soluzione decentralizzata fosse ritenuta preferibile in sede di ATO, l'intervento dovrebbe essere incluso nel piano di attuazione; dopodiché le procedure sono le stesse viste al caso 2.

Di seguito si riporta una bozza di cronoprogramma ed un quadro economico di massima per l'intervento in oggetto, limitandosi alla sola parte relativa alla depurazione.

<b>QUADRO ECONOMICO DEI LAVORI</b>	
<b>a) Importo per l'esecuzione delle Lavorazioni</b>	
A corpo	€ 170.000,00
<b>b) Importo per l'attuazione della Sicurezza</b>	
A corpo	€ 7.000,00
<b>Sommano</b>	<b>€ 177.000,00</b>
<b>c) Somme a disposizione della stazione appaltante per:</b>	
c1) Imprevisti 5%	€ 8.850,00
c2.1) espropri e servitù	da determinare
c2.2) Oneri per allacciamento corrente elettrica	€ 0,00
c2.3) Oneri per commissioni giudicatrici	€ 1.000,00
c2.4) Spese per pubblicità	€ 1.000,00
c3.1) Spese tecniche per progettazione pre-def-esecutiva	€ 16.538,83
c3.2) Rilievi accertamenti ed indagini	€ 3.500,00
Relazione geologica ed indagini geotecniche	€ 2.000,00
Rilievo topografico area d'impianto	€ 1.500,00
c4) Responsabile del Procedimento	€ 778,80
c5) Spese tecniche per l'esecuzione dei lavori	€ 13.390,91
direzione lavori, contabilità, collaudi	€ 9.132,61
Coordinatore per l'Esecuzione delle opere	€ 4.258,29
c7) CAP 4% su c3) c4) c5) c6)	€ 1.228,34
c8) IVA	€ 7.466,11
22% su c2) c3) c4) c5) c6)	€ 7.466,11
10% su a), b) e c1)	€ 18.585,00
<b>Sommano</b>	<b>€ 72.337,99</b>
<b>TOTALE IMPORTO COMPLESSIVO</b>	<b>€ 249.337,99</b>

Prog. Preliminare	30gg					
Approvazione	30gg					
Prog. Definitivo	30gg					
Approvazione	60gg					
Prog. Esecutivo	30gg					
Approvazione	15gg					
Affidamento	45gg					
Esecuzione	120gg					
Collaudo	90gg					

