

Analisi comparativa della soluzione alternativa
ai progetti di realizzazione dei depuratori
in Costiera Amalfitana a servizio dei Comuni di
Maiori, Minori, Ravello, Atrani, Scala e Tramonti
con il collettamento dei reflui
al depuratore consortile di Salerno

Cava de' Tirreni 18.11.2016

Il Direttore Generale – Ing. Giuseppe Vitagliano

Il Direttore Tecnico – Ing. Massimo Martucciello

Sommario

1	Premessa	3
2	Definizione di massima della proposta progettuale	7
2.1	Popolazione servita	7
2.2	Caratteristiche condotta	8
2.3	Stazione di pompaggio	8
3	Metodologia per il confronto dei costi gestionali	11
3.1	Considerazioni generali e metodologia	11
3.2	Costi del personale	13
3.3	Costo per l'energia elettrica	13
3.4	Costo dei reattivi chimici	14
3.5	Costo di smaltimento rifiuti	14
3.6	Incremento dei costi di gestione in relazione alla tipologia impiantistica	15
3.7	Costi di manutenzione ordinaria e straordinaria	15
3.8	Incremento dei costi di manutenzione in relazione alla tipologia impiantistica	16
3.9	Costo energetico della stazione di carico della condotta sottomarina	19
3.10	Costo di manutenzione delle nuove opere	19
4	Confronto dei costi gestionali	19
5	Costo dell'intervento e risorse disponibili	21

1 Premessa

La Provincia di Salerno si accinge ad avviare una nuova progettazione per la realizzazione del depuratore consortile a servizio dei Comuni di Maiori e Minori. L'area individuata per tale realizzazione è un suolo demaniale, adiacente al torrente Reghinna Maior, ubicato a circa 1.300 mt nell'entroterra e ad una quota di circa 35 mt s.m.m. Tale scelta progettuale, su indicazione del Comune di Maiori, sostituisce la soluzione precedentemente pianificata, che prevedeva la realizzazione dell'impianto in loc. Costa d'Angolo del Comune di Maiori.

Considerato che la progettazione non è ancora iniziata, appare opportuno trasmettere il presente studio, di comparazione con una soluzione radicalmente diversa, che prevede il collettamento delle acque reflue dei Comuni di Maiori e di Minori insieme con quelle dei Comuni di Ravello, Atrani, Scala oltre che di Tramonti, al depuratore consortile di Salerno. La soluzione analizzata, è rappresentata essenzialmente da una condotta sottomarina di adduzione, della lunghezza di 18,1 km circa, che consentirebbe di evitare di realizzare i due nuovi impianti di depurazione: Maiori-Minori (27.000 ab.eq.) e Ravello-Atrani-Scala (11.500 ab.eq.) oltre al futuro e necessario potenziamento di un terzo impianto, ovvero quello di Tramonti (7.000 ab.eq.). Il confronto tra le due alternative, ambedue compatibili con le normative vigenti, è stato sviluppato tenendo conto dei seguenti aspetti:

- 1) **Economici:** la condotta sottomarina di adduzione con le relative opere a terra, trova capienza nelle somme destinate ai progetti delle nuove realizzazioni previste (impianti di Maiori-Minori e Ravello-Atrani-Scala) e risulta di ben più facile realizzazione e gestione. In particolare i costi di gestione dei futuri impianti di depurazione saranno quasi raddoppiati rispetto alla soluzione che prevede il collettamento al depuratore di Salerno, come viene dimostrato nei paragrafi successivi.
- 2) **Tempi di attuazione:** la posa di una condotta sottomarina DN560 in PE per circa 18,1 km, tra l'attuale stazione di pompaggio in Maiori e l'area dell'impianto di depurazione di Salerno (compresa tra le foci del torrente Fuorni e del fiume Picentino) richiede un tempo di realizzazione brevissimo, pari a circa 3 mesi di lavoro, ben inferiori a qualunque altra soluzione, finanche delle stesse opere a terra necessarie per collegare tutti i comuni serviti. Il cronoprogramma di realizzazione di messa in esercizio di tale opera potrà prevedere l'immediato avvio dell'impianto per il comune Maiori, che da solo già rappresenta circa il 46% della popolazione dei predetti comuni. Pertanto, in un lasso temporale brevissimo sarà possibile ridurre del 46% il carico organico incidente sul tratto di costa compreso tra il comune di Maiori ed il comune di Atrani. A seguire, man mano che saranno completate le opere a terra, potranno essere collettate le acque reflue degli altri Comuni alla stazione

di carico e, di lì, al depuratore di Salerno. Di contro, la realizzazione del depuratore consortile di Maiori-Minori già adottata richiede tempi di realizzazione e di messa in esercizio di circa due anni.

- 3) **Urbanistici e di fattibilità ambientale:** la soluzione proposta deve acquisire esclusivamente la Valutazione d’Impatto Ambientale per la sola realizzazione della condotta, mentre il nuovo depuratore di Maiori-Minori, di potenzialità superiore ai 10.000 abitanti equivalenti, che peraltro l’amministrazione del Comune di Maiori intende dislocare in altro sito rispetto alla soluzione prevista in loc. Costa d’Angolo, ovvero a circa 1.300 mt nell’entroterra, ad una quota di circa 35 mt s.m.m, comporterà l’acquisizione dei pareri da parte dei seguenti Enti: Anas, Soprintendenza, Demanio marittimo, Autorità di Bacino, approvazione urbanistica e ambientale da parte del Comune di Maiori, Valutazione d’Impatto Ambientale e Valutazione d’Incidenza di competenza della Regione Campania.
- 4) **Di gestione:** le attività da svolgere per mantenere in esercizio l’impianto di sollevamento sono analoghe a quelle già condotte attualmente per mantenere in esercizio le condotte sottomarine di allontanamento delle acque reflue in mare. Invece la gestione dei depuratori comporterà notevoli interferenze con le attività sociali ed economiche della costiera Amalfitana. Basti pensare alle fasi di trattamento, con le inevitabili emissioni odorogene, di smaltimento dei fanghi attraverso una rete viaria, già carente per il traffico veicolare, che attraversa zone antropizzate e ricche di attività legate al turismo. Tutto ciò senza considerare i rischi connessi ad eventuali, ancorché saltuari, malfunzionamento degli impianti, con gli inevitabili impatti sull’ambiente e sulle attività economiche del territorio.
- 5) **Di garanzia per l’ambiente:** la realizzazione della condotta di adduzione di acque reflue, ancorché sviluppata in condotta sottomarina, è equivalente a qualsiasi altra condotta premente per il sollevamento di acque reflue, posizionata in adiacenza di un corso idrico o del mare, di normale diffusione in tutti i territori serviti. Ad ogni buon fine, a monte della predetta condotta saranno previste fasi di grigliatura e di equalizzazione, per garantire un’adeguata funzionalità della tubazione di adduzione. Inoltre potrà essere adottato un sistema di controllo dei volumi idrici in partenza dall’impianto di carico da ubicare nel comune di Maiori ed in arrivo all’impianto di Salerno, in maniera da poter riscontrare tempestivamente l’eventuale presenza di perdite per l’avvio delle conseguenti procedure di emergenza, di ricerca e di riparazione delle perdite. Dal punto di vista ambientale e naturalistico, va sottolineato che la soluzione del collettamento esaminata consentirà di evitare un’ulteriore ed impattante urbanizzazione del territorio, particolarmente vincolato e patrimonio dell’UNESCO, con altre opere edilizie, con l’installazione di macchine che comportano maggiori consumi energetici e produzione di anidride carbonica, quindi di gas che producono effetto serra nell’atmosfera.

- 6) **Di condizioni ottimali di realizzazione:** il fondale marino nella tratta compresa tra l'attuale stazione di rilancio in condotta sottomarina di Maiori e il litorale del Comune di Salerno, in corrispondenza con la foce del torrente Fuorni, è ideale per la posa della condotta, che per motivi prudenziali verrà interrata con una ricopertura di 1,30 mt in sabbia. Il fondale in esame, a meno della prima tratta fino alla loc. Capodorso, presenta deposizioni sabbiose e fangose derivanti dal notevole trasporto solido dei torrenti che caratterizzano il tratto di costa tra Vietri sul Mare e Pontecagnano, i cui bacini scolanti garantiscono l'equilibrio tra l'erosione costiera e il ripascimento naturale. Il materiale solido trasportato è dovuto alla grande quantità di sabbie calcaree e piroclastiti provenienti dai Monti Lattari e dai Monti Picentini, alternate agli strati di terreno vegetale, accumulatisi, per successive stratificazioni, con le eruzioni del Vesuvio sulle superfici sottese delle colline limitrofe.
- 7) **Di migliore utilizzazione dell'impianto di depurazione consortile di Salerno:** altro aspetto positivo fondamentale che si otterrebbe con la soluzione proposta è connesso con il maggiore sfruttamento dell'impianto di depurazione consortile di Salerno, il quale già è dotato del personale per il funzionamento H24, delle opere civili, delle macchine, delle forniture elettriche, degli impianti di trattamento fanghi. Pertanto, la soluzione, analizzata nel seguito sulla base dei costi parametrati, comporterà una riduzione generalizzata dei costi specifici di trattamento dell'impianto medesimo, spingendolo verso valori di efficienza ben più elevati degli attuali, data l'invarianza di molte delle voci unitarie che concorrono alla formazione dei costi;
- 8) **Di scelta della soluzione ottimale:** la soluzione proposta va a definire un quadro estremamente organico della depurazione nel territorio noto come Costa d'Amalfi, infatti, i comuni più prossimi a Salerno, ovvero quelli compresi tra Vietri sul Mare e Atrani, saranno collettati all'impianto di depurazione dell'area Salernitana, mentre i comuni più distanti saranno serviti da impianti di taglia media, in grado di ridurre la frammentazione del servizio. Con l'ipotesi prospettata si otterrà il seguente quadro generale:
- Il trattamento delle acque reflue dei Comuni convogliati all'impianto di depurazione dell'area Salernitana: Vietri (collegamento esistente), Cetara (collegamento attraverso il comune di Vietri sul Mare, opere comprese in altro appalto), Minori, Maiori, Tramonti, Atrani, Ravello, Scala;
 - Impianto di depurazione di Amalfi, la cui completa ristrutturazione è già stata oggetto di appalto; attualmente è in corso la fase di verifica e validazione del progetto esecutivo redatto da parte dell'ATI aggiudicataria;

- c. Impianto di depurazione di Conca dei Marini-Praiano-Furore, la cui realizzazione è già stata oggetto di appalto; è stato da breve depositato il progetto esecutivo da parte dell'ATI aggiudicataria;
- d. Impianto di depurazione di Agerola, per il cui ampliamento e adeguamento funzionale, la Regione Campania ha emesso decreto dirigenziale di finanziamento in data 24.10.2016 num.684;
- e. Impianto di depurazione di Positano, per il quale è stato redatto e depositato presso la Regione Campania, in attesa del finanziamento, il progetto definitivo di ampliamento ed adeguamento funzionale.

La soluzione analizzata comporterà il dimezzamento del numero di impianti di depurazione presenti lungo la costiera, con il conseguente beneficio ambientale sia in termine di impatti delle singole installazioni, sia in termini di riduzione della movimentazione di rifiuti.



Figura 1. Schema finale di gestione dei reflui nel territorio della Costa d'Amalfi

2 Definizione di massima della proposta progettuale

2.1 Popolazione servita

In primo luogo appare determinante stimare la popolazione servita dall'infrastruttura proposta. in particolare, analizzando le relazioni tecniche a corredo dei diversi progetti di impianti di depurazione che riguardano le aree in oggetto, si evincono i numeri evidenziati nella tabella seguente:

Comune	res. a.e.	flut. a.e.	ind. a.e.	Tot a.e.	Prog. a.e.	Q media l/s	Q max l/s
Impianto di Ravello-Atrani-Scala (11.500 ab.eq.)							
Atrani	974	1.200	30	2.204	2225	4,74	9,48
Ravello	2.514	2.500	1.444	6.458	6519	13,88	27,77
Scala	1.470	1.000	260	2.730	2756	5,87	11,74
Totale	4.958	4.700	1.734	11.392	11500	24,49	48,98
Impianto di Tramonti (7.000 ab.eq.)							
Tramonti	4000	2.400	600	7.000	7.000	14,91	29,81
Totale	4.000	2.400	600	7.000	7.000	14,91	29,81
Impianto di Maiori-Minori (11.500 ab.eq.)							
Maiori	5573			21060	21060	44,85	89,70
Minori	2752			5940	5940	12,65	25,30
Totale	8.325			27000	27000	57,50	115,00
Condotta sottomarino (45.500 ab.eq.)							
TOTALE	17.283				45.500	96,90	193,80

Tabella 1. Popolazioni relative ai diversi comuni ed afferenti i diversi impianti previsti.

Nella tabella si è ipotizzato un coefficiente di punta pari a 2, tale valore appare ragionevole, seppur distante dai dati di letteratura, in quanto i 6 comuni serviti presentano diverse distanze dal manufatto di carico della condotta sottomarina (come riportato nella tabella seguente), portando ad una naturale laminazione nelle ore tipicamente caratterizzate dalle punte giornalieri.

Comune	Distanza in linea d'aria	Distanza lungo il tracciato
	m	m
Atrani	3.300	4.400
Ravello	1.800	3.500
Scala	3.400	5.400
Tramonti	4.300	2.400
Maiori	500	550
Minori	1.600	1.800

Tabella 2. Distanze dei diversi centri abitati dal punto di carico della condotta sottomarina di adduzione

2.2 Caratteristiche condotta

La condotta prevista avrà un diametro interno di 500 mm per una lunghezza di circa 18.100 m oltre ulteriori 500 m nell'entroterra del Comune di Salerno, per consentire di intercettare il collettore comprensoriale di ingresso al depuratore consortile. Dal punto di vista tecnologico, si prevede la realizzazione di una tubazione in PEAD DN560 PN10 i cui tronchi saranno saldati direttamente sulla nave di varo. La posa avverrà in trincea subacquea appositamente realizzata, che verrà ricoperta naturalmente grazie al livellamento indotto dalle correnti marine.

La condotta sarà opportunamente zavorrata, ed in corrispondenza dei tratti iniziali e finali, al di sopra della batimetrica dei 30 m, si realizzeranno idonei interventi di protezione del tracciato onde evitare danneggiamenti indotti dalle mareggiate e dai natanti.

2.3 Stazione di pompaggio

In definitiva la stazione di carico della condotta sottomarina dovrà essere dimensionata per una portata media di quasi 100 l/s ed una portata di punta nera di quasi 200 l/s.

I punti di arrivo e partenza della condotta possono essere così individuati:

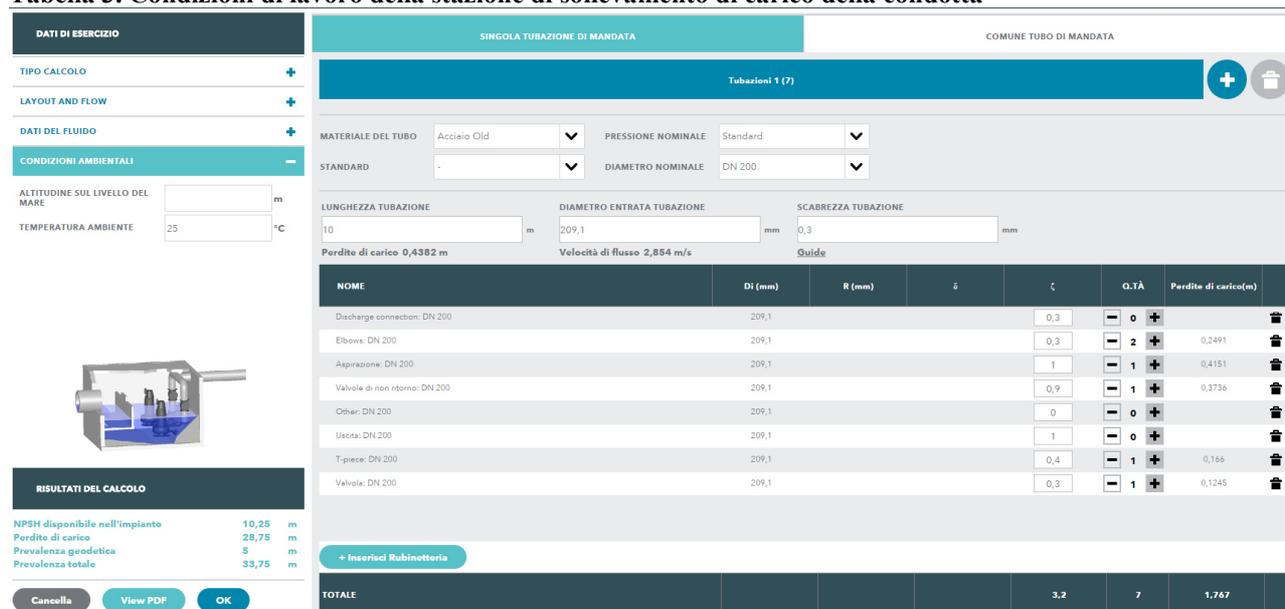
- Punto di carico: manufatto attuale di carico della condotta sottomarina del Comune di Maiori;
- Punto di scarico, presumibilmente nel collettore comprensoriale SIIS prima dell'ingresso nei pretrattamenti (sollevamento con coclee) e dopo l'attraversamento del torrente Fuorni;

Il dislivello geodetico fra carico e scarico può essere assunto cautelativamente pari a 5 m, ipotizzando una camera di sollevamento con 2 pompe operative ed una di riserva. Con tali dati si ottengono i calcoli di progetto presentati nelle pagine seguenti.

Sarà necessaria l'installazione di almeno 3 elettropompe, di cui una di riserva, della potenzialità stimata tra 50 e 70 kW. La combinazione prescelta, a causa della lunghezza significativa della condotta di mandata, presenterà in ogni caso punti di lavoro molto vicini, come è evidente sia dai grafici della curva di impianto sia dalla tabella sotto riportata.

Pompe operative	Prevalenza totale	Portata singola pompa	Portata complessiva
		l/s	l/s
1	25,5	166	166
2	34,0	98	196
3	37,5	69	206

Tabella 3. Condizioni di lavoro della stazione di sollevamento di carico della condotta



The screenshot displays the 'SINGOLA TUBAZIONE DI MANDATA' configuration screen. On the left, a sidebar contains navigation options: 'DATI DI ESERCIZIO', 'TIPO CALCOLO', 'LAYOUT AND FLOW', 'DATI DEL FLUIDO', and 'CONDIZIONI AMBIENTALI'. The 'CONDIZIONI AMBIENTALI' section is active, showing 'ALTITUDINE SUL LIVELLO DEL MARE' and 'TEMPERATURA AMBIENTE' (25 °C). The main area shows pipe specifications: 'MATERIALE DEL TUBO' (Acciaio Old), 'PRESSIONE NOMINALE' (Standard), 'DIAMETRO NOMINALE' (DN 200), 'LUNGHEZZA TUBAZIONE' (10 m), 'DIAMETRO ENTRATA TUBAZIONE' (209,1 mm), and 'SCABREZZA TUBAZIONE' (0,3 mm). Summary statistics include 'Perdite di carico 0,4382 m' and 'Velocità di flusso 2,854 m/s'. A table lists individual components with their diameters, radii, loss coefficients, and individual loss values. A 'RISULTATI DEL CALCOLO' section at the bottom left shows: NPSH disponibile nell'impianto (10,25 m), Perdite di carico (28,75 m), Prevalenza geodetica (5 m), and Prevalenza totale (33,75 m). Buttons for 'Cancella', 'View PDF', and 'OK' are visible.

NOME	Di (mm)	R (mm)	ξ	ζ	Q.TÀ	Perdite di carico(m)
Discharge connector: DN 200	209,1			0,3	0	
Elbows: DN 200	209,1			0,3	2	0,2491
Aspirazione: DN 200	209,1			1	1	0,4151
Valvole di non ritorno: DN 200	209,1			0,9	1	0,3736
Other: DN 200	209,1			0	0	
Uscita: DN 200	209,1			1	0	
T-piece: DN 200	209,1			0,4	1	0,166
Valvola: DN 200	209,1			0,3	1	0,1245
TOTALE				3,2	7	1,767

Tabella 4. Calcolo perdite di carico mandata singola pompa.

DATI DI ESERCIZIO

TIPO CALCOLO +

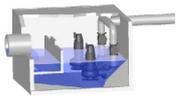
LAYOUT AND FLOW +

DATI DEL FLUIDO +

CONDIZIONI AMBIENTALI -

ALTITUDINE SUL LIVELLO DEL MARE m

TEMPERATURA AMBIENTE °C



RISULTATI DEL CALCOLO

NPSH disponibile nell'impianto m

Perdite di carico m

Prevalenza geodetica m

Prevalenza totale m

SINGOLA TUBAZIONE DI MANDATA COMUNE TURO DI MANDATA

Tubazioni 1 (5) +

MATERIALE DEL TURO PRESSIONE NOMINALE

STANDARD DIAMETRO NOMINALE

LUNGHEZZA TUBAZIONE m DIAMETRO ENTRATA TUBAZIONE mm SCABREZZA TUBAZIONE mm

Perdite di carico 26,88 m Velocità di flusso 1,024 m/s [Guida](#)

NOME	Di (mm)	R (mm)	δ	ζ	O.TÀ	Perdite di carico(m)
Discharge connector: DN 560	493,6			0,3	1	0,01604
Elbow: DN 560	493,6			0,3	2	0,03208
Aspirazione: DN 560	493,6			1	0	
Valvole di non ritorno: DN 560	493,6			0,9	0	
Other: DN 560	493,6			0	0	
Uscita: DN 560	493,6			1	1	0,05347
T-piece: DN 560	493,6			0,4	0	
Valvola: DN 560	493,6			0,3	0	

+ Inserisci Rubinetteria

TOTALE				1,9	5	26,98
---------------	--	--	--	-----	---	-------

Tabella 5. Calcolo perdite di carico collettore sottomarino.

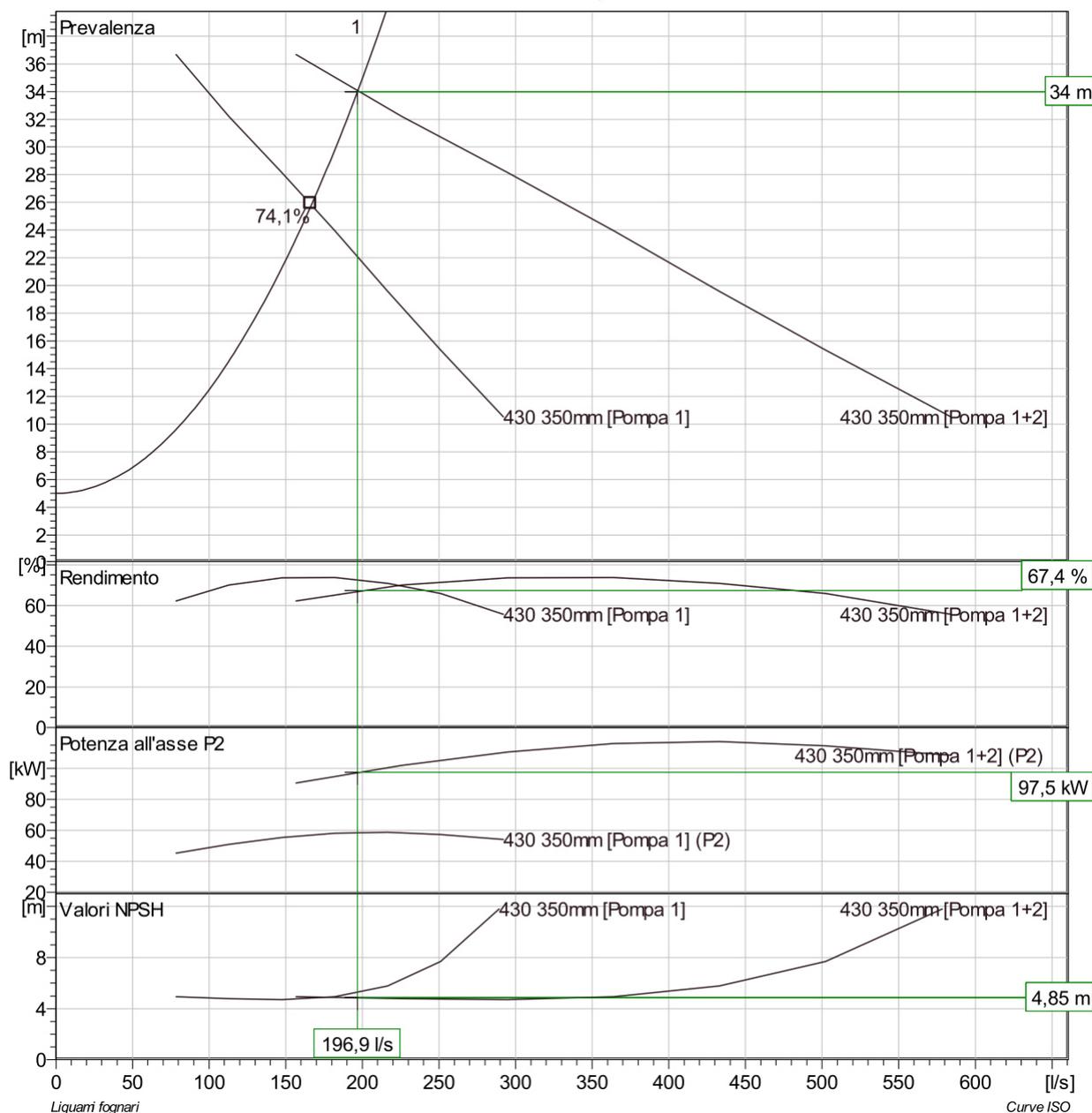


Figura 2. Curve caratteristiche della pompa selezionata.

3 Metodologia per il confronto dei costi gestionali

3.1 Considerazioni generali e metodologia

Al fine di evidenziare i vantaggi, non solo logistici, gestionali ed organizzativi della proposta in oggetto, è stata condotta una capillare valutazione dei costi gestionali dei due scenari possibili, ovvero:

- Scenario A: Impianto di depurazione di Maiori-Minori, Impianto di depurazione di Ravello-Atrani-Scala ed Impianto di depurazione di Tramonti;

- Scenario B: Realizzazione della condotta sottomarina di adduzione all'impianto di depurazione di Salerno.

La stima dei costi di gestione è stata condotta sviluppando la procedura analitica messa appunto dalla SudGest (Lubello C., Breschi T. *Benchmarking dei servizi idrici: gli impianti di trattamento delle acque reflue*. Ed. Sudgest, Luglio 2000, Roma.) e rielaborato ed aggiornato dal De Feo et al 2016 (G. De Feo, S. De Gisi e M. Galasso *Acque reflue - Progettazione e gestione di impianti per il trattamento e lo smaltimento*. Ed. Dario Flaccovio, Aprile 2016, Palermo).

La procedura si basa sulla definizione di costi standard delle diverse voci valutate per diverse classi dimensionali espresse in abitanti equivalenti. Tali costi fanno riferimento alla configurazione impiantistica base, ovvero l'impianto a fanghi attivi a schema semplificato con digestione aerobica dei fanghi. Si prevedono poi, a seconda delle componenti di processo aggiuntive rispetto allo schema di riferimento, specifici coefficienti moltiplicativi delle voci già individuate da applicare per tener conto dei maggiori o dei minori oneri connessi a quella definita configurazione di processo.

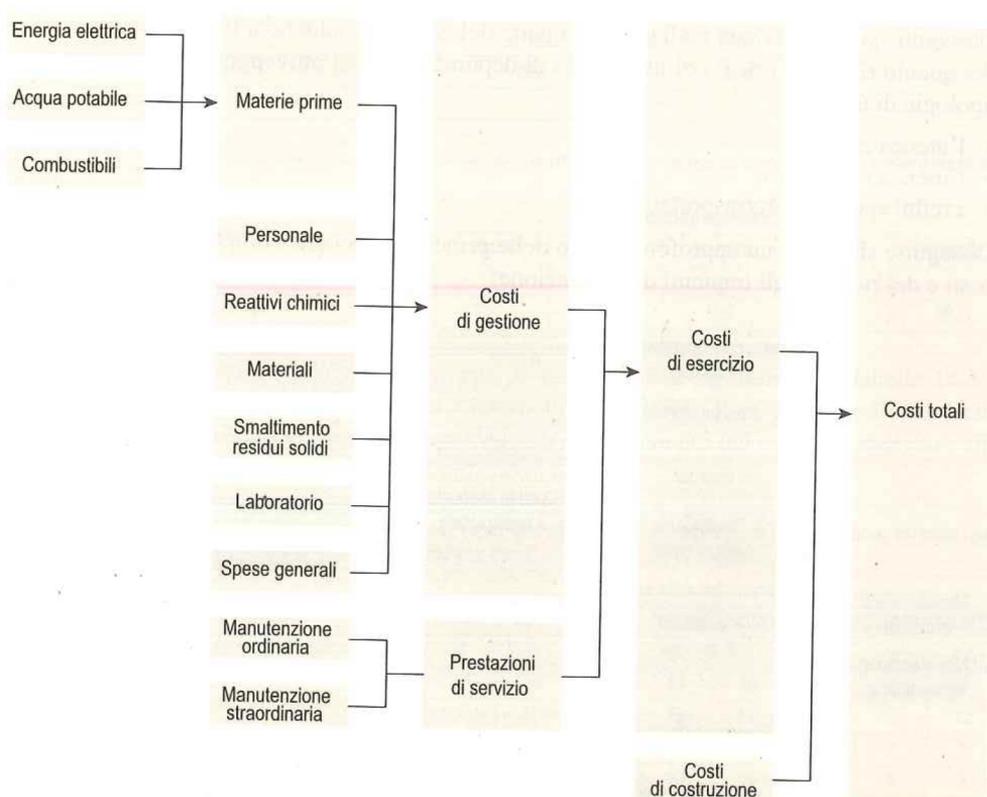


Figura 3. Struttura dei costi afferenti l'esercizio di un impianto di depurazione (De Feo et al. 2016).

Le taglie dimensionali considerate per le quali è stata condotta la valutazione sono quelle degli impianti esistenti o di progetto interessati dall'intervento proposto, ovvero:

- Impianto di Maiori-Minori ab.eq. 27.000
- Impianto di Ravello-Atrani-Scala ab.eq. 11.500
- Impianto di Tramonti ab.eq. 7.000
- Impianto di Salerno ab.eq. >>200.000

I costi di esercizio analizzati fanno riferimento ai costi di gestione, nei quali sono compresi: il personale, i reattivi chimici, l'energia elettrica, lo smaltimento dei rifiuti etc. oltre alle prestazioni di servizio che comprendono la manutenzione ordinaria e straordinaria.

3.2 Costi del personale

In merito al costo del personale operativo si è provveduto ad interpolare, per ciascuna taglia di impianto analizzata, i dati contenuti nella tabella seguente. A tali valori è stato aggiunto un termine relativo al personale amministrativo, che lo studio suggerisce mediamente pari a 1,65 €/anno/ab.eq.

Potenzialità (AE)	Impiego personale operativo (ore/anno)	Costo unitario (€/AE)
≤ 1000	600	13,35
3000	1600	11,87
5000	2500	11,13
10.000	3800	8,46
20.000	7400	8,23
30.000	10.000	7,42
40.000	11.000	6,12
50.000	13.000	5,79
100.000	24.000	5,34
≥ 200.000	34.000	3,78

Tabella 6. Costi del personale operativo per diverse categorie dimensionali (De Feo et al. 2016).

3.3 Costo per l'energia elettrica

In merito al costo dell'energia elettrica si è provveduto ad interpolare, per ciascuna taglia di impianto analizzata, i dati contenuti nella tabella seguente.

Potenzialità (AE)	Consumi specifici (kWh/AE/anno)
≤ 1000	50-65
> 3000 e ≤ 50.000	30-50
> 50.000 e ≤ 100.000	25-50
> 100.000	25-40

Tabella 7. Costo dell'energia elettrica per diverse categorie dimensionali (De Feo et al. 2016).

Inoltre, sempre come suggerito dalla procedura standardizzata, il costo del kWh è stato posto pari a 0,16 € per gli impianti al di sotto dei 50.000 ab.eq. e pari a 0,13 € per gli impianti superiori a tale taglia.

3.4 Costo dei reattivi chimici

Il costo dei reattivi chimici fa riferimento essenzialmente al costo del polielettrolita per la disidratazione dei fanghi ed al costo dell'ipoclorito di sodio per la disinfezione finale. Tali consumi non dipendono sensibilmente dalla taglia di impianto, essendo connessi: alla produzione di fango il primo ed alla portata trattata il secondo.

Pertanto sebbene vi possano essere delle ottimizzazioni specifiche per gli impianti di grossa taglia, si considerano i valori fissi riportati nella tabella seguente indipendentemente dalla dimensione dell'impianto.

Reagente impiegato per il condizionamento	Consumo (kg/AE/anno)	Costo unitario (€/kg)	Consumo reagente (€/AE/anno)
Cloruro ferrico	1,53	0,16	0,24
Calce	2,88	0,06	0,17
Polielettrolita	0,08	2,26	0,18
Polielettrolita	0,12	2,26	0,27

Reagente impiegato per la disinfezione	Consumi medi (kg/AE/anno)	Costo al kg (€/kg)	Costo annuo (€/AE/anno)
Ipoclorito di sodio 12%	2,20	0,16	0,35
Acido peracetico 15%	0,22	0,92	0,20

Tabella 8. Costo specifico per diversi reattivi chimici (De Feo et al. 2016).

3.5 Costo di smaltimento rifiuti

In merito a grigliato, sabbie e grassi lo studio suggerisce valori in pratica costanti con la taglia impiantistica, rispettivamente pari a: 1,8 kg/ab.eq./anno, 0,3 kg/ab.eq./anno e 0,45 kg/ab.eq./anno, mentre per il fango la produzione specifica è correlata alla taglia impiantistica mediante la tabella seguente.

Potenzialità (AE)	Produzione specifica (kg/AE/anno)
≤ 1000	40
> 3000 e ≤ 50.000	65
> 50.000 e ≤ 100.000	75
> 100.000	50

Tabella 9. Produzione specifica di fanghi in relazione alla taglia dimensionale (De Feo et al. 2016).

3.6 Incremento dei costi di gestione in relazione alla tipologia impiantistica

Tutti i costi calcolati ai paragrafi precedenti vengono poi incrementati per tener conto rispetto allo schema di riferimento l'effettiva tipologia di processo adottata, secondo le indicazioni della seguente tabella.

Integrazione impiantistica	Incidenza sui costi di esercizio (%)
Defosfatazione chimica (precipitazione simultanea)	+ 15,0
Defosfatazione chimica (post precipitazione)	+ 15,0
Defosfatazione biologica	+ 3,50
Filtrazione finale	+ 5,50

Integrazione impiantistica	Incidenza sui costi di esercizio (%)
Trattamento chimico-fisico	+ 15,0
Disinfezione con raggi UV	+ 10,0
Nitrificazione	+ 6,50
Denitrificazione	+ 2,50
Impianti MBR, BAF o MBBR	+ 35,0
Essiccamento termico dei fanghi disidratati	- 18,0
Recupero energetico del biogas	- 10,0
Incenerimento fanghi	- 25,0
Coperture singoli manufatti (per ciascuno)	+ 1,00
Copertura impianto/mitigazione impatto ambientale	+ 12,0

Tabella 10. Incremento dei costi di gestione in relazione all'integrazione impiantistica implementata sullo schema di riferimento (De Feo et al. 2016).

3.7 Costi di manutenzione ordinaria e straordinaria

In merito al costo di manutenzione ordinaria e straordinaria si è provveduto ad interpolare, per ciascuna taglia di impianto analizzata, i dati contenuti nella tabella seguente.

Potenzialità (AE)	Costi di costruzione (€/AE)		Costi di manutenzione (€/AE)
	Opere civili	Opere elettromeccaniche	
≤1000	192	128	4,80
3000	165	110	4,13
5000	150	100	3,75
10.000	132	88	3,30
20.000	110	90	3,25

Potenzialità (AE)	Costi di costruzione (€/AE)		Costi di manutenzione (€/AE)
	Opere civili	Opere elettromeccaniche	
30.000	97	78	2,83
40.000	83	82	2,88
50.000	60	60	2,10
100.000	50	55	1,90
≥ 200.000	43	52	1,78

Tabella 11. Costo della manutenzione ordinaria e straordinaria per diverse categorie dimensionali (De Feo et al. 2016).

3.8 Incremento dei costi di manutenzione in relazione alla tipologia impiantistica

La procedura per il calcolo del costo incrementale della manutenzione si basa sull'incidenza percentuale media del costo di manutenzione annuale, come aliquota del valore dell'opera, secondo il seguente schema:

- Opere civili: 0,5% del costo di costruzione;
- Opere elettromeccaniche: 3,0 % del costo di costruzione.

La tabella sotto riportata presenta l'incidenza delle due voci per ciascuna categoria di integrazione impiantistica, rispetto allo schema di riferimento.

Integrazione impiantistica	Incidenza sui costi di costruzione (%)	
	Opere civili	Opere elettromeccaniche
Defosfatazione chimica (post precipitazione)	50	50
Defosfatazione biologica	60	40
Filtrazione finale	30	70
Trattamento chimico-fisico	50	50
Disinfezione con raggi UV	30	70
Nitrificazione	60	40
Denitrificazione	70	30
Impianti MBR, BAF o MBBR	20	80
Essiccamento termico dei fanghi disidratati	20	80
Recupero energetico del biogas	15	85
Incenerimento fanghi	20	80
Coperture singoli manufatti (per ciascuno)	75	25
Copertura impianto/mitigazione impatto ambientale	90	10

Tabella 12. Incidenza delle diverse categorie di opere sui costi di costruzione dell'integrazione impiantistica (De Feo et al. 2016).

I dati di tale tabella vanno applicati al valore del costo incrementale di costruzione connesso all'integrazione impiantistica, che viene valutato mediante la successiva tabella, che presenta l'incremento percentuale del costo di riferimento correlato a ciascuna tecnologia di integrazione impiantistica.

Integrazione impiantistica	Potenzialità dell'impianto AE							
	≤ 1000	3000	5000	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000
Defosfatazione chimica (precipitazione simultanea)	8	8	7	5	4	3	3	2,5
Defosfatazione biologica	16	16	16	16	16	10	8	8
Filtrazione finale	-	15	15	15	13	13	12	12
Trattamento chimico-fisico	-	10	10	10	8	7	7	7
Disinfezione con raggi uv	-	16	16	10	10	9	9	8
Nitrificazione	12	12	12	11	11	11	10	10
Denitrificazione	8	8	8	8	7	7	7	6
Impianti MBR o BAF o MBBR	-	100	100	80	75	75	75	75
Copertura impianto/mitigazione impatto ambientale	45	45	45	40	40	35	35	30

Integrazione impiantistica	Potenzialità dell'impianto (AE)				
	30.000	40.000	50.000	100.000	≥ 200.000
Defosfatazione chimica (precipitazione simultanea)	3	3	2,5	1,5	1,5
Defosfatazione chimica (post precipitazione)	16	16	15	13	11
Defosfatazione biologica	10	8	8	6	4,5
Filtrazione finale	13	10	10	8	7,5
Trattamento chimico-fisico	7	7	6	5	4

Integrazione impiantistica	Potenzialità dell'impianto (AE)				
	30.000	40.000	50.000	100.000	≥ 200.000
Disinfezione con raggi uv	9	9	8	6,5	6
Nitrificazione	11	10	10	10	10
Denitrificazione	7	7	6	6	6
Impianti MBR, BAF o MBBR	75	75	75	75	75
Essiccamento termico dei fanghi disidratati	-	-	-	15	14
Recupero energetico del biogas	-	-	-	10	7
Incenerimento fanghi	-	-	-	45	30
Coperture singoli manufatti (per ciascuno)	5	6	7	8	9
Copertura impianto/mitigazione impatto ambientale	30	35	35	45	45

Tabella 13. Incremento del costo di costruzione base connesso alle diverse integrazioni impiantistiche (De Feo et al. 2016).

Il costo base di riferimento viene invece valutato interpolando i dati contenuti nella seguente tabella, che forniscono, per ciascuna classe dimensionale, il costo di costruzione di un impianto a fanghi attivi con digestione aerobica.

Tipo di processo	Potenzialità dell'impianto AE				
	≤ 1000	3000	5000	10.000	20.000
Ossidazione totale/Digestione aerobica dei fanghi	320	275	250	220	200
Digestione anaerobica dei fanghi	-	-	-	-	-

Tipo di processo	Potenzialità dell'impianto AE				
	30.000	40.000	50.000	100.000	200.000
Ossidazione totale/Digestione aerobica dei fanghi	175	165	120	-	-
Digestione anaerobica dei fanghi	-	-	125	105	95

Tabella 14. Costo di costruzione base dell'impianto di riferimento per diverse classi dimensionali (De Feo et al. 2016).

Alla fine di tale procedura si perviene pertanto al costo incrementale dei costi di manutenzione connessi alla specifica integrazione impiantistica implementata nel caso reale sullo schema di riferimento.

3.9 Costo energetico della stazione di carico della condotta sottomarina

Il costo energetico per abitante equivalente è stato valutato considerando il dimensionamento del sistema di sollevamento condotto al Paragrafo 2.3. La singola pompa operativa è in grado di sollevare circa 166 l/s, valore ben superiore alla portata media nera, che tuttavia potrebbe essere rappresentativo della media annuale inglobando in esso, con ampio margine di cautela, l'incidenza delle portate meteoriche.

In tale condizione, il consumo può essere stimato rispetto al consumo specifico delle pompe previste pari a 0,221 kWh/mc, che porta ad un consumo energetico medio pari a 15 kWh/ab.eq. all'anno.

3.10 Costo di manutenzione delle nuove opere

Considerando i costi di realizzazione dell'intervento, presentati al Paragrafo 5, ed applicando la procedura già descritta che valuta i costi di manutenzione come aliquota del valore dell'opera, secondo il seguente schema:

- Opere civili: 0,5% del costo di costruzione;
- Opere a mare: 1,5% del costo di costruzione;
- Opere elettromeccaniche: 3,0 % del costo di costruzione.

Si ottiene un costo di manutenzione per abitante equivalente pari a circa 4,8 €/ab. eq. all'anno.

4 Confronto dei costi gestionali

L'applicazione della metodologia descritta nel paragrafo precedente al caso specifico permette un confronto puntuale dei costi di gestione delle diverse soluzioni. I dati complessivi dell'elaborazione vengono presentati nella tabella seguente, con la quale si dimostra che i costi di gestione della soluzione che prevede il collettamento con la condotta sottomarina al depuratore di Salerno sono inferiori quasi del 50% rispetto alla gestione dei depuratori di dimensione medio-piccola in costiera amalfitana.

In sintesi si stima un risparmio annuo pari a oltre 1.000.000 €.

Depuratore consortile Maiori-Minori					
soluzione A: depuratore Maiori-Minori (27.000 ab.eq.)		unità di m.	quantità	costo unitario	spesa complessiva
1)	spesa per il personale			€	9,31
2)	spesa per e.e. sollevamento al sito dell'impianto	kwh	13	€ 0,16	€ 2,02
3)	spesa per e.e.	kwh	40	€ 0,16	€ 6,37
4)	polielettrolita			€	0,27
5)	disinfezione (ipoclorito di sodio)			€	-
6)	grigliato, sedimenti, fanghi	kg	67,55	€ 0,18	€ 12,16
7)	incremento costi di esercizio per MBR (35% del totale)		35%	€ 28,11	€ 9,84
8)	costi di manutenzione ordinaria e straordinaria			€	2,96
9)	incremento costi di manutenzione per MBR			€	3,42
9)	gestione sollevamento e condotta sottomarina			€	3,57
totale spesa/(ab eq x anno) :				€	49,92
totale spesa di gestione annua :		27000	€	49,92	€ 1.347.710,91
soluzione B1: sollevamento al depuratore di Salerno		unità di m.	quantità	costo unitario	spesa complessiva
1)	spesa per il personale c/o depuratore di Salerno			€	5,43
2)	spesa per e.e. c/o depuratore di Salerno	kwh	25	€ 0,13	€ 3,25
3)	spesa per e.e. sollevamento per il dep. Di Salerno	kwh	15	€ 0,16	€ 2,37
4)	polielettrolita			€	0,27
5)	disinfezione (ipoclorito di sodio)			€	0,35
6)	grigliato, sedimenti, fanghi c/o depuratore di Salerno	kg	52,55	€ 0,14	€ 7,36
7)	costi di manutenzione ordinaria e straordinaria			€	1,78
8)	gestione condotta sottomarina di adduzione			€	4,80
totale spesa/(ab eq x anno) :				€	25,61
totale spesa di gestione annua : ab. Eq.		27000	€	25,61	€ 691.517,99
Depuratore consortile Ravello-Atrani Scala					
soluzione A: depuratore in loc. Marmorata (11.500 ab.eq.)		unità di m.	quantità	costo unitario	spesa complessiva
1)	spesa per il personale			€	10,08
2)	spesa per e.e.	kwh	46	€ 0,16	€ 7,42
3)	polielettrolita			€	0,27
4)	disinfezione (ipoclorito di sodio)			€	-
5)	grigliato, sedimenti, fanghi	kg	67,55	€ 0,18	€ 12,16
6)	incremento costi di gestione per MBR (35% del totale)		35%	€ 29,93	€ 10,47
7)	costi di manutenzione ordinaria e straordinaria			€	3,29
8)	incremento costi di manutenzione per MBR			€	4,34
9)	gestione sollevamento e condotta sottomarina			€	3,57
totale spesa/(ab eq x anno) :				€	51,60
totale spesa di gestione annua :		11500	€	51,60	€ 593.442,86
soluzione B2: collettamento reflui dei Comuni di Ravello, Atrani, Scala su Maiori-Minori per Salerno :					
	ab. Eq.	11500	€	25,61	€ 294.535,44
Depuratore di Tramonti					
soluzione A: depuratore in loc. Pucarqa (7.000 ab.eq.)		unità di m.	quantità	costo unitario	spesa complessiva
1)	spesa per il personale			€	11,71
2)	spesa per e.e.	kwh	48	€ 0,16	€ 7,73
3)	polielettrolita			€	0,27
4)	disinfezione (ipoclorito di sodio)			€	0,35
5)	grigliato, sedimenti, fanghi	kg	67,55	€ 0,18	€ 12,16
6)	costi di manutenzione ordinaria e straordinaria			€	3,57
totale spesa/(ab eq x anno) :				€	35,79
totale spesa di gestione annua :		7000	€	35,79	€ 250.520,62
soluzione B3: collettamento reflui del Comune di Tramonti su Maiori-Minori per Salerno :					
	ab. Eq.	7000	€	25,61	€ 179.282,44
 					
AUSINO S.p.A. servizi idrici integrati 84013 - Cava de' Tirreni_SA Via Antonio Galante, 46 t. 089461195 / f. 089 461515 www.ausino.it / info@ausino.it P.iva : 00593060650					
Soluzione A:		45500	€	2.191.674,38	
Soluzione B1 +B2 + B3:		45500	€	1.165.335,88	

5 Costo dell'intervento e risorse disponibili

Per la stima del costo dell'intervento proposto si è fatto riferimento a costi parametrici di letteratura, dividendo la condotta di mandata in tre tipologie:

- Tratto a terra, dalla linea di costa sino al collettore fognario in ingresso al depuratore di Salerno;
- Tratto in mare, al di sotto della batimetrica di 30 m, che verrà interrato e non necessita di ulteriori protezioni;
- Tratto in mare, al di sopra della batimetrica di 30 m in corrispondenza di entrambi i tratti di costa, che dovrà essere opportunamente protetta dalle mareggiate e dai natanti in transito.

	Quantità	Unità di misura	Costo Unitario	Costo
Condotta di adduzione				
tratto a terra	500	m	450	225.000
tratti al di sopra della batimetrica 30 m	1100	m	950	1.045.000
tratti al di sotto della batimetrica 30 m	17000	m	750	12.750.000
			totale condotta	14.020.000
Opere accessorie a terra				
Collegamento Minori-Maiori*	875	m	320	
Collegamento Marmorata-Minori*	450	m	320	
Collegamento Tramonti-Maiori	1200	m	250	300.000
Adeguamento stazione di sollevamento di Maiori	1		1.400.000	1.400.000
			totale altre opere	1.700.000
Totale				15.720.000

* Interventi la cui realizzazione può essere prevista nell'ambito delle somme residue sull'appalto Comparto 3, somme derivanti dalla differenza tra le lavorazioni non eseguite (impianto di depurazione di Ravello) ed il quinto d'obbligo recuperato per la realizzazione della condotta

Tabella 15. Calcolo sommario del costo di intervento.

Nella stima si è tenuto conto che i collegamenti Minori-Maiori e Marmorata-Minori, possano essere realizzati nell'ambito dell'appalto del Comparto 3, visto lo scarto esistente tra il quinto d'obbligo recuperabile (1.710.000 €) e le lavorazioni da non effettuare relative all'impianto consortile di Ravello Marmorata (2.240.000 €).

Pertanto complessivamente per i lavori appaiono necessari circa 15.720.000 €, e dall'analisi di un potenziale quadro economico di appalto la somma complessiva necessaria risulta di 20.000.000 €.

QUADRO ECONOMICO			
A	STIMA DEI LAVORI		
A.1	IMPORTO LAVORI A CORPO	€	15.720.000
A.2	COSTI PER LA SICUREZZA (<i>Compresi nei prezzi unitari</i>)	€	471.600
	IMPORTO A BASE D'ASTA	€	15.248.400
	TOTALE LAVORI - A)	€	15.720.000
B	SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE		
B.1	LAVORI IN ECONOMIA	€	314.400
B.2	IMPREVISTI	€	628.800
B.3	ACQUISIZIONE AREE		
B.4	ACCANTONAMENTO DI CUI ALL'ART. 133 D.LGS. 163/2006	€	314.400
B.5	SPESE TECNICHE	€	1.021.800
B.6	I.V.A.		
B.6.1	IVA 10% su A.1	€	1.572.000
B.6.2	IVA 22% su B.1, B.2, B.4, B,5	€	501.468
	TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE	€	4.352.868
	TOTALE PROGETTO (A+B)	€	20.072.868

Tabella 16. Possibile quadro economico dei lavori.

Se consideriamo, come evidenziato dalla tabella seguente, che dai quadri economici dei progetti in essere sulle lavorazioni da non eseguire grazie alla proposta in oggetto, risultano disponibili circa 14.000.000 € a tale somma vanno aggiunti gli oneri necessari a realizzare il sollevamento dalla località Costa d'Angolo sino alla nuova ubicazione dell'impianto, stimato nella Tabella 18 in circa 1.200.000 €, si ottiene un importo totale di 15.200.000 €, cifra che non comprende l'indispensabile e non ancora definito ampliamento e potenziamento del depuratore di Tramonti. In definitiva risulta necessario per l'attuazione della soluzione A, un finanziamento aggiuntivo di circa 4.800.000 €.

Tale importo appare compatibile con il quadro economico del prossimo progetto che l'Ausino sarà costretta a presentare per il potenziamento del depuratore di Tramonti. Pertanto la realizzazione della soluzione proposta appare economicamente equivalente all'attuale impegno già previsto per la realizzazione degli interventi urgenti alternativi.

Voci di QE	Impianto Maiori- Minori	Impianto di Ravello- Atrani Scala (quinto d'obbligo)	TOTALE
Importo Lavori	6.502.572,14	1.711.390,18	8.213.962,32
Somme a disposizione	4.533.430,86		4.533.430,86
Totale	11.036.003,00	1.711.390,18	12.747.393,18
IVA	913.756,00	376.505,84	1.290.261,84
Totale + IVA	11.949.759,00	2.087.896,02	14.037.655,02

Tabella 17. Risorse disponibili sui quadri economici dei progetti in essere.

	Quantità	Unità di misura	Costo Unitario	Costo
Condotta di mandata				
Condotta di mandata sollevamento DN 450	1800	m	400	720.000
Incremento per gestione delle interferenze ed opere d'arte	20	%		144.000
Totale condotta				864.000
Stazione di sollevamento				
Sollevamento fognario	150	kw	2.200	330.000
Totale sollevamento				330.000
Totale				1.194.000

Tabella 18. Stima dei costi necessari alla realizzazione del sollevamento non previsto nel progetto del depuratore in località "Costa d'Angolo" nel comune di Maiori.

In conclusione a parità di investimento iniziale la proposta in oggetto appare più conveniente, in quanto oltre ad un significativo risparmio annuo di gestione (circa 1.000.000 €) presenta indubbi benefici in termini: di tempi di attuazione ed efficacia, di impatti ambientali, logistici, di mobilità, di consumo di suolo, di interferenze con i flussi turistici.