





**INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DELLA DIGA DI GIUDEA
A GELLO NEL COMUNE DI PISTOIA (PT)**



PROGETTO DEFINITIVO

Tavola	Nome Elaborato:	Scala:
AE02	RELAZIONE ANALISI COSTI BENEFICI	-
		Data:
		20/05/2022

Settore:  Sede Firenze Via de Sanctis, 49 Cod. Fiscale e P.I. 06111950488 <small>Organizzazione dotata di Sistema di Gestione Integrato certificato in conformità alla normativa ISO9001 - ISO14001 - OHSAS18001 - SA8000</small>	
PROGETTAZIONE : PROGETTISTA - PROJECT MANAGER : ING. GIOVANNI SIMONELLI GEOLOGO: DOTT. GEOL. FILIPPO LANDINI ESPROPRI: GEOM. ANDREA PATRIARCHI	COLLABORATORI : DOTT. GEOL. CARLO FERRI GEOM. MATTEO MASI
CONSULENTI TECNICI :  ING. DAVID SETTESOLDI  DOTT. GEOL. SIMONE FIASCHI  ING. GIOVANNI CANNATA	COMMESSA I.T. : INGT-TPLPD-PBAAC252 RESPONSABILE COMMITTENTE : ING. CRISTIANO AGOSTINI
DIRETTORE TECNICO INGEGNERIE TOSCANE : ING. ANDREA DE CATERINI	RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO : ING. LEONARDO ROSSI

Rev.	Data	Descrizione / Motivo della revisione	Redatto	Controllato / Approvato
01	20/05/2022	Prima Emissione	Sommani	Settesoldi

INDICE

1	PREMESSA	4
1.1	ARTICOLAZIONE ANALISI – COSTI BENEFICI	5
2	ANALISI COSTI-BENEFICI	6
2.1	SCENARIO 1 – DISMISSIONE INVASO	7
2.1.1	<i>CAPEX SCENARIO 1</i>	7
2.1.1.1	CAPEX DISMISSIONE INVASO	7
2.1.1.2	CAPEX CONDOTTA ANTONELLI SUD	7
2.1.1.3	CAPEX CONDOTTA AUTOSTRADA ACQUE.....	7
2.1.1.4	CAPEX NUOVI BOOSTER FORRAMORO	8
2.1.1.5	CAPEX NUOVI BOOSTER GALCIANA	8
2.1.1.6	CAPEX NUOVI BOOSTER FIBBIANA	8
2.1.1.7	CAPEX ADEGUAMENTO INVERTER SU BOOSTER FORRAMORO, GALCIANA E FIBBIANA	8
2.1.2	<i>OPEX SCENARIO 1</i>	9
2.1.3	<i>RIEPILOGO FLUSSI DI CASSA SCENARIO 1</i>	12
2.2	SCENARIO 2 – ADEGUAMENTO E MESSA IN SICUREZZA DELL’INVASO	15
2.2.1	<i>CAPEX SCENARIO 2</i>	15
2.2.1.1	CAPEX ADEGUAMENTO E MESSA IN SICUREZZA INVASO	15
2.2.1.2	CAPEX INTERVENTI SU POTABILIZZATORE	15
2.2.1.3	CAPEX SPOSTAMENTO RISORSA IDRICA	15
2.2.1.4	CAPEX CAMERETTA CAPOSTRADA.....	15
2.2.1.5	CAPEX PRV FORRAMORO	16
2.2.2	<i>OPEX SCENARIO 2</i>	16
2.2.3	<i>RIEPILOGO FLUSSI DI CASSA SCENARIO 2</i>	17
2.3	SCENARIO 3 – ADEGUAMENTO E MESSA IN SICUREZZA DELL’INVASO CON RIDUZIONE DEL QUANTITATIVO DELLE TERRE A RECUPERO	20
2.3.1	<i>CAPEX SCENARIO 3</i>	20
2.3.1.1	CAPEX ADEGUAMENTO INVASO E MESSA IN SICUREZZA INVASO.....	20
2.3.2	<i>OPEX SCENARIO 3</i>	20
2.3.3	<i>RIEPILOGO FLUSSI DI CASSA SCENARIO 3</i>	22
3	CONCLUSIONI	25
3.1	CONFRONTO SCENARIO 1 – SCENARIO 2.....	27
3.2	CONFRONTO SCENARIO 2 – SCENARIO 3.....	27

ELENCO FIGURE

Figura 2-1 – Prezzo energia per utenti non domestici [Fonte: Eurostat]	10
Figura 2-2 – Andamento prezzo energia per utenti non domestici [Fonte: Eurostat]	10
Figura 2-3 – Andamento futuro del costo dell'energia elettrica nell'area europea per utente non domestico	11
Figura 2-4 – Andamento futuro del costo dell'energia elettrica in Italia per utente non domestico	11
Figura 2-5 – Andamento futuro del costo della CO2	21
Figura 3-1 – Andamento dei flussi di cassa nel tempo	26
Figura 3-1 – Estratto Documento Operativo per la Difesa del Suolo 2022 – Regione Toscana	29

1 PREMESSA

Il presente documento costituisce l'analisi costi-benefici nell'ambito del progetto definitivo "Interventi di adeguamento della diga di Giudea a Gello nel Comune di Pistoia (PT)".

L'analisi costi-benefici è redatta a seguito del Parere del Consiglio Superiore dei LL.PP. ai sensi dell'art. 5 del DPR 1363/1959 – Esigenza di revisione del progetto ai fini dell'approvazione tecnica dell'art. 1 co.5 del D.L. 507/1194 convertito con L. 584/1994 trasmesso con nota prot.n. 15609 del 27-07-2021 come specificato nei seguenti documenti:

- Relazione istruttoria ai sensi dell'art. 5 del DPR 1363/1959 della Divisione 4 – Coordinamento Istruttorie progetti e vigilanza lavori del MIT;
- Parere ex art. 5 del D.P.R. 1363/1959 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Sezione Seconda.

Nella relazione istruttoria della Divisione 4 – Coordinamento Istruttorie progetti e vigilanza lavori del MIT si evidenziano come aspetto necessario di revisione una analisi costi-benefici finalizzata a giustificare la sostenibilità economica dell'intervento.

Tenuto conto della richiesta di giustificare la sostenibilità economica dell'intervento, l'analisi costi-benefici riportata nella presente relazione valuta i seguenti scenari progettuali:

- **Scenario 1:** Dismissione invaso;
- **Scenario 2:** Adeguamento e messa in sicurezza dell'invaso.
- **Scenario 3:** Adeguamento e messa in sicurezza dell'invaso con riduzione del quantitativo di terre da conferire a recupero.

Negli scenari analizzati, oltre agli interventi riguardanti la diga di Giudea a Gello, sono valutati gli interventi necessari sul sistema idrico ai fini della gestione della risorsa idrica.

Si riportano nei successivi paragrafi le valutazioni economiche sui costi e benefici relativi agli scenari progettuali di studio.

Per maggiori dettagli sugli interventi previsti nei vari scenari progettuali di studio si rimanda all'elaborato *AE01 – Relazione illustrativa sulle alternative progettuali*.

1.1 ARTICOLAZIONE ANALISI – COSTI BENEFICI

Nella presente analisi costi-benefici si riportano la metodologia e i risultati ottenuti per i vari scenari analizzati, secondo la seguente articolazione:

- **FASE 1 - Definizione degli interventi di progetto sull'invaso** (elaborato *AE01 – Relazione illustrativa sulle alternative progettuali*): in tale fase si definiscono gli interventi di progetto sull'invaso per i vari scenari progettuali analizzati.
- **FASE 2 – Definizione degli ulteriori interventi di progetto sul sistema idrico** (elaborato *AE01 – Relazione illustrativa sulle alternative progettuali*): in tale fase si definiscono gli ulteriori interventi di progetto sul sistema idrico necessari a soddisfare il fabbisogno idrico della città di Pistoia.
- **FASE 3 – Analisi costi –benefici** (capitolo 2): in tale fase è effettuata l'analisi costi – benefici dei vari scenari progettuali analizzati. Nello specifico per ogni scenario si analizzano i flussi di cassa nel tempo in maniera tale da valutarne la convenienza economica.
- **FASE 4 – Conclusioni** (capitolo 3): in tale fase, sulla base delle precedenti considerazioni e dei risultati dell'analisi costi – benefici, si esprimono le considerazioni finali sui possibili investimenti.

2 ANALISI COSTI-BENEFICI

Nel presente capitolo si riporta l'analisi costi-benefici dei tre scenari progettuali descritti nell'elaborato *AE01 – Relazione illustrativa sulle alternative progettuali*.

I costi/ricavi nell'orizzonte temporale di riferimento consentono di definire la convenienza economica degli investimenti.

Nello specifico si valutano i flussi di cassa nel tempo e si analizzano i risultati nell'arco dei **50 anni**, considerato come orizzonte temporale in cui si ritiene esaurita la funzionalità economica dell'investimento.

L'analisi costi-benefici, in linea con la precedente versione del computo metrico estimativo del progetto definitivo, è effettuata mediante il *Prezzario 2018 dei Lavori Pubblici della regione Toscana – Provincia di Pistoia*. Per le lavorazioni non comprese in suddetto prezzario regionale sono state utilizzati ulteriori prezzari o definiti nuovi prezzi.

Gli investimenti sono rappresentati mediante valutazione dei flussi di cassa nel tempo, cioè l'andamento costi/ricavi.

I costi/ricavi nei due scenari analizzati sono suddivisi in Capex e Opex, ovvero:

- **Capex** (CAPital EXpenditure, ovvero spesa per capitale): rappresentano i flussi di cassa in uscita per la realizzazione di investimenti in attività immobilizzate di natura operativa.
- **Opex** (Operating EXPense, ovvero spesa operativa): costo necessario per gestire un prodotto, business o sistema.

I flussi di cassa nell'orizzonte temporale di riferimento sono attualizzati all'anno corrente in modo da stabilire il valore attuale di un determinato flusso finanziario che ha come una naturale scadenza una data futura.

Il **valore attuale netto VAN** è dato dalla seguente formula:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

Dove:

C_t = flusso finanziario (positivo o negativo) al tempo t ;

i = tasso di attualizzazione;

$1/(1+i)^t$ = fattore di attualizzazione al tempo t

Il tasso di attualizzazione, tenuto conto dei dati inerenti l'inflazione media in Italia nell'ultimo decennio, è assunto pari al 2%.

Si riporta nei paragrafi 2.1, 2.2 e 2.3 le valutazioni economiche sugli investimenti previsti rispettivamente nello Scenario 1, Scenario 2 e Scenario 3.

Si specifica che per la valutazione dei flussi finanziari nel tempo è stata ipotizzata per ogni intervento una determinata **rateizzazione dell'investimento** in funzione dell'importo delle lavorazioni assumendo il tasso di interesse pari al tasso di attualizzazione. Quest'ultima ipotesi tuttavia determina per una certa rateizzazione, indipendentemente dal numero di anni prescelto, lo stesso costo totale attualizzato cumulato alla fine del finanziamento.

2.1 SCENARIO 1 – DISMISSIONE INVASO

Si riporta nei paragrafi 2.1.1 e 2.1.2 rispettivamente Capex e Opex dello Scenario 1.

Si riporta invece nel paragrafo 2.1.3 il riepilogo dei flussi di cassa in un orizzonte temporale di 50 anni per lo Scenario 1.

2.1.1 CAPEX SCENARIO 1

Rientrano nel **Capex dello Scenario 1** i seguenti costi:

- Dismissione invaso (paragrafo 2.1.1.1);
- Condotta Antonelli Sud (paragrafo 2.1.1.2);
- Condotta Autostrada Acque (paragrafo 2.1.1.3);
- Nuovi booster Forramoro (paragrafo 2.1.1.4);
- Nuovi booster Galciana (paragrafo 2.1.1.5);
- Nuovi booster Fibbiana (paragrafo 2.1.1.6);
- Adeguamento inverter su booster Forramoro, Galciana e Fibbiana (paragrafo 2.1.1.7).

2.1.1.1 CAPEX DISMISSIONE INVASO

Per la stima dei costi necessari alla dismissione della diga di Giudea a Gello è stata dapprima individuata la soluzione progettuale descritta nell'elaborato *AE01 – Relazione illustrativa sulle alternative progettuali*.

Una volta definita la soluzione progettuale per la dismissione dell'invaso, è stata redatta la stima dei lavori per gli interventi previsti.

La stima dei costi dei lavori per la dismissione dell'invaso, riportata nell'elaborato *AE03 – Computo metrico estimativo dismissione*, risulta pari a **2'733'060.72 €**.

Il rispettivo quadro economico, riportato nell'elaborato *AE03 – Computo metrico estimativo dismissione*, risulta invece pari a **3'500'000.00 €**.

2.1.1.2 CAPEX CONDOTTA ANTONELLI SUD

Per la stima dei costi necessari alla realizzazione della nuova condotta di 1'150 m in ghisa sferoidale DN250 per Antonelli Sud è stato redatto una stima dei costi delle lavorazioni previste.

I quantitativi sono stati stimati in via preliminare per una sezione tipo con ricoprimento pari a 1 m di lunghezza pari al tratto di progetto.

La stima dei costi dei lavori per gli interventi sul tratto Antonelli Sud, riportata nell'elaborato *AE03 – Computo metrico estimativo dismissione*, risulta pari a **342'535.65 €**.

Il rispettivo quadro economico, riportato nell'elaborato *AE03 – Computo metrico estimativo dismissione*, risulta invece pari a **500'000 €**.

2.1.1.3 CAPEX CONDOTTA AUTOSTRADA ACQUE

Per la stima dei costi necessari alla realizzazione della nuova condotta di 3'800 m in ghisa sferoidale DN500 per Autostrada Acque è stato redatto una stima dei costi delle lavorazioni previste.

Come nel precedente paragrafo per Antonelli Sud, i quantitativi sono stati stimati in via preliminare per una sezione tipo con ricoprimento pari a 1 m di lunghezza pari al tratto di progetto.

La stima dei costi dei lavori per gli interventi sul tratto Autostrada Acque, riportata nell'elaborato AE03 – *Computo metrico estimativo dismissione*, risulta pari a **1'892'525.79 €**.

Il rispettivo quadro economico, riportato nell'elaborato AE03 – *Computo metrico estimativo dismissione*, risulta invece pari a **2'550'000.00 €**.

2.1.1.4 CAPEX NUOVI BOOSTER FORRAMORO

Come riportato nell'elaborato AE01 – *Relazione illustrativa sulle alternative progettuali*, nello Scenario 1 su Forramoro sono necessari n°2 nuovi booster (n°1 + n°1 riserva) con punto di lavoro $Q=45$ l/s, $\Delta H=42$ m cad.

La stima dei costi per l'installazione dei 2 booster, effettuata mediante richiesta di preventivi ad aziende produttrici per la fornitura tenendo conto delle caratteristiche prestazionali richieste, risulta pari a **30'000 €**.

2.1.1.5 CAPEX NUOVI BOOSTER GALCIANA

Come riportato nell'elaborato AE01 – *Relazione illustrativa sulle alternative progettuali*, nello Scenario 1 su Galciana sono necessari n°4 nuovi booster (n°3 + n°1 riserva) con punto di lavoro $Q=76.5$ l/s, $\Delta H=39$ m cad.

La stima dei costi per l'installazione dei 4 booster, effettuata mediante richiesta di preventivi ad aziende produttrici per la fornitura tenendo conto delle caratteristiche prestazionali richieste, risulta pari a **70'000 €**.

2.1.1.6 CAPEX NUOVI BOOSTER FIBBIANA

Come riportato nell'elaborato AE01 – *Relazione illustrativa sulle alternative progettuali*, nello Scenario 1 su Fibbiana sono necessari n°3 nuovi booster (n°2 + n°1 riserva) con punto di lavoro $Q=310$ l/s, $\Delta H=29$ m cad.

La stima dei costi per l'installazione dei 3 booster, effettuata mediante richiesta di preventivi ad aziende produttrici per la fornitura tenendo conto delle caratteristiche prestazionali richieste, risulta pari a **250'000 €**.

2.1.1.7 CAPEX ADEGUAMENTO INVERTER SU BOOSTER FORRAMORO, GALCIANA E FIBBIANA

Come riportato nell'elaborato AE01 – *Relazione illustrativa sulle alternative progettuali*, nello Scenario 1 risulta necessario l'adeguamento inverter sui tre booster interessati per permettere modulazione a nuovo punto di lavoro.

La stima dei costi per l'adeguamento, tenuto conto del numero di inverter richiesti e delle potenze installate, risulta pari a **10'000 €** per Forramoro, **20'000 €** per Galciana e **45'000 €** per Fibbiana.

2.1.2 OPEX SCENARIO 1

Rientrano nel **Opex dello Scenario 1** i consumi energetici per il trasporto dell'acqua ovvero:

- Booster Forramoro: calcolo energia per sollevare ulteriori $Q=30$ l/s, $\Delta H=42$ m cad nel periodo 1° Maggio – 31 Ottobre (184 giorni);
- Booster Galciana: calcolo energia per sollevare ulteriori $Q=40$ l/s, $\Delta H=39$ m cad nel periodo 1° Maggio – 31 Ottobre (184 giorni);
- Booster Fibbiana: calcolo energia per sollevare ulteriori $Q=130$ l/s, $\Delta H=29$ m cad nel periodo 1° Maggio – 31 Ottobre (184 giorni).

Per il **calcolo dei consumi energetici** si definisce il calcolo della potenza ceduta dalla pompa P_c [kWh]:

$$P_c = \frac{\gamma Q H}{102}$$

dove:

- Q [l/s] = portata sollevata;
- γ [Kg/l] = peso specifico;
- H [m] = prevalenza.

La potenza assorbita dalla pompa P_a è maggiore della potenza ceduta dalla pompa P_c a causa di diversi fattori che inducono perdite anche significative. Pertanto la potenza assorbita P_a risulta essere maggiore della potenza ceduta P_c , ovvero:

$$P_c = \eta P_a$$

in cui η rappresenta il rendimento globale della pompa ed è inferiore ovviamente a 1.

Nella presente analisi costi-benefici si assume un rendimento pari a 0.6.

Il **costo dell'energia** è stimato a partire dal trend di crescita 2008 – 2020 fornita dall'Eurostat.

Si riporta in Figura 2-1 il prezzo dell'energia nel 2021 per utenti non domestici per le varie nazioni [Fonte: Eurostat], mentre si riporta Figura 2-2 l'andamento dei prezzi nel tempo per l'area europea [Fonte: Eurostat].

In funzione del trend di crescita del costo dell'energia elettrica riportato da Eurostat si individua una previsione dell'andamento futuro del costo dell'energia riportato in Figura 2-3 nell'area europea per utenti non domestici mediante legge di crescita lineare. Gli aumenti percentuali dei prezzi nel tempo per l'area europea sono stati quindi riportati all'Italia in maniera tale da prevederne l'andamento del costo dell'energia (Figura 2-4)

Il costo per il sollevare un certo quantitativo di acqua è dato quindi dal prodotto della potenza assorbita dalla pompa e il costo dell'energia.

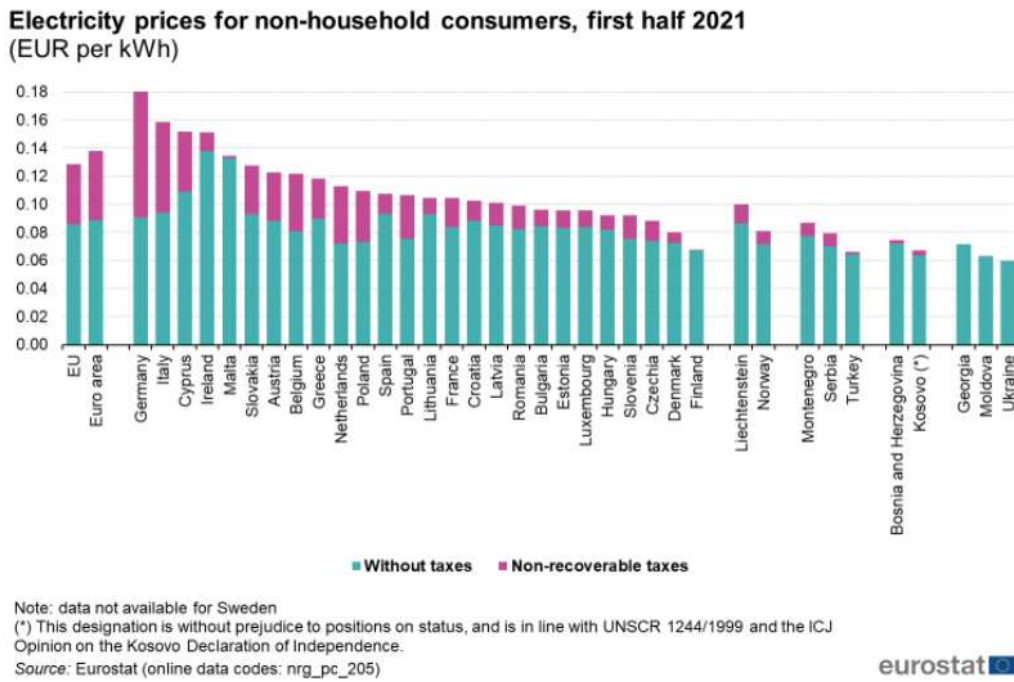


Figura 2-1 – Prezzo energia per utenti non domestici [Fonte: Eurostat]

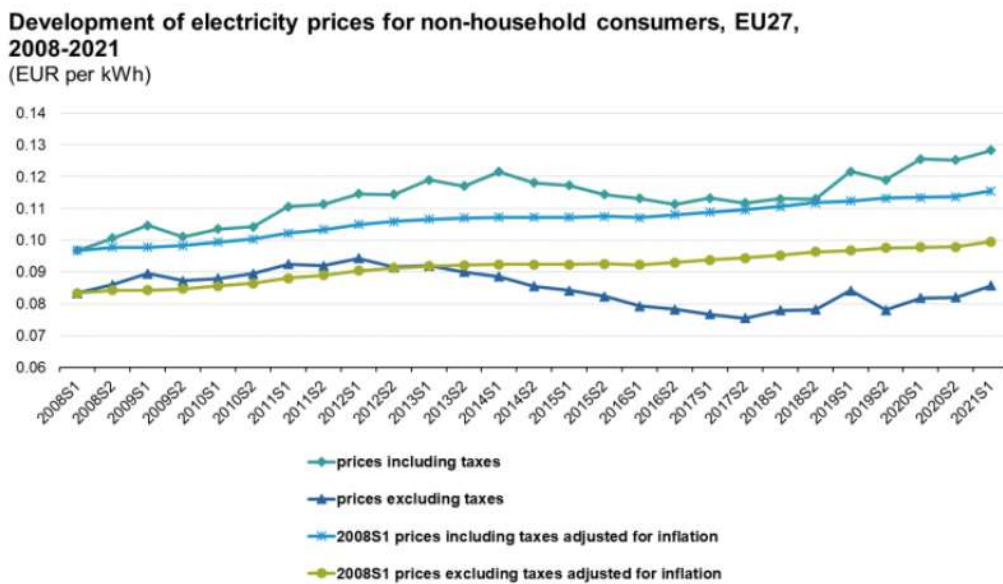


Figura 2-2 – Andamento prezzo energia per utenti non domestici [Fonte: Eurostat]

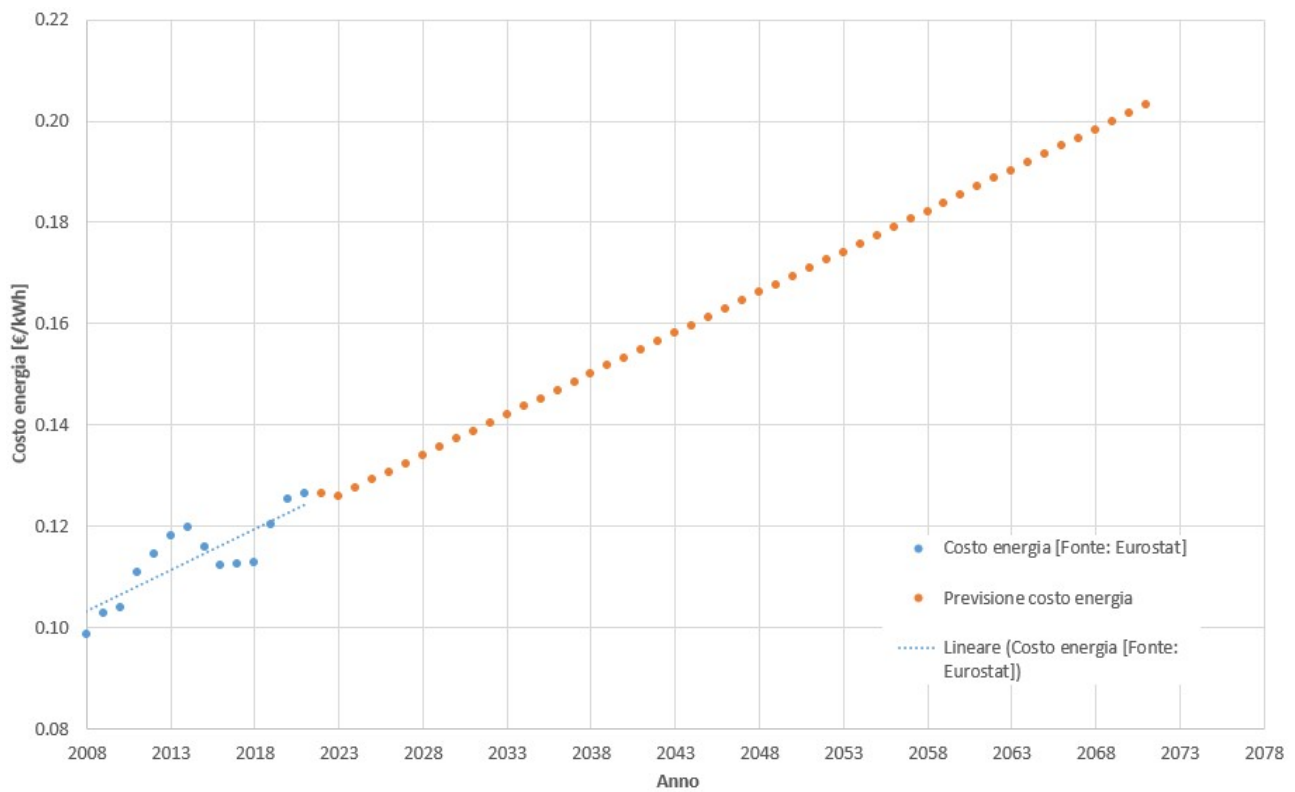


Figura 2-3 – Andamento futuro del costo dell’energia elettrica nell’area europea per utente non domestico

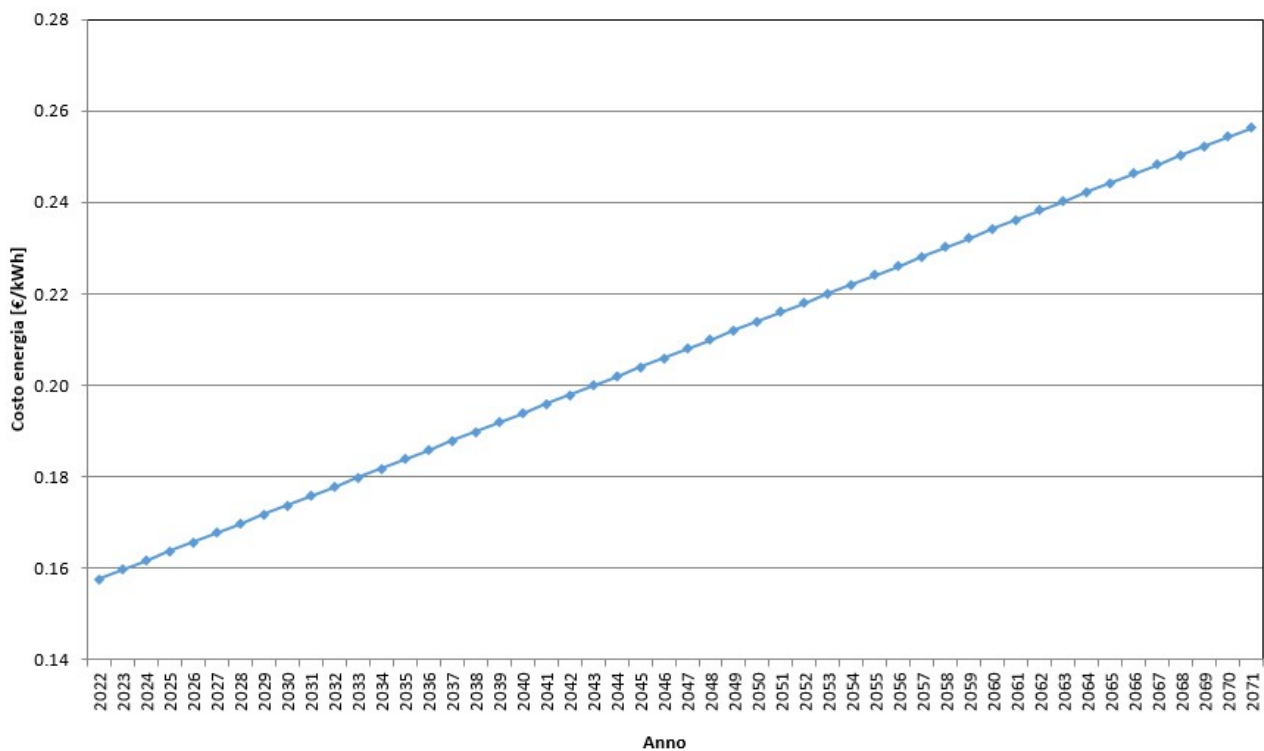


Figura 2-4 – Andamento futuro del costo dell’energia elettrica in Italia per utente non domestico

2.1.3 RIEPILOGO FLUSSI DI CASSA SCENARIO 1

N° anno	Anno	CAPEX									OPEX			TOTALE [€]	TOTALE ATTUALIZZATO AL 2022 [€]	TOTALE CUMULATO ATTUALIZZATO AL 2022 [€]
		Dismissione dell'invaso [€]	Condotta Antonelli Sud [€]	Condotta Autostrada Acque [€]	Nuovi booster Forramoro [€]	Nuovi booster Galciana [€]	Nuovi booster Fibbiana [€]	Adeguamento inverter Forramoro [€]	Adeguamento inverter Galciana [€]	Adeguamento inverter Fibbiana [€]	Booster Forramoro [€]	Booster Galciana [€]	Booster Fibbiana [€]			
1	2022	111'381	22'325	113'857	6'365	14'851	53'040	2122	4243	9547	14'335	17'749	42'892	412'707	412'707	412'707
2	2023	111'381	22'325	113'857	6'365	14'851	53'040	2122	4243	9547	14'518	17'975	43'440	413'664	405'553	818'260
3	2024	111'381	22'325	113'857	6'365	14'851	53'040	2122	4243	9547	14'701	18'202	43'987	414'621	398'521	1'216'780
4	2025	111'381	22'325	113'857	6'365	14'851	53'040	2122	4243	9547	14'884	18'428	44'535	415'578	391'608	1'608'388
5	2026	111'381	22'325	113'857	6'365	14'851	53'040	2122	4243	9547	15'067	18'655	45'082	416'535	384'814	1'993'202
6	2027	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	15'250	18'881	45'629	327'324	296'468	2'289'670
7	2028	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	15'433	19'108	46'177	328'281	291'504	2'581'174
8	2029	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	15'616	19'334	46'724	329'238	286'622	2'867'795
9	2030	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	15'799	19'561	47'272	330'195	281'818	3'149'614
10	2031	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	15'982	19'787	47'819	331'152	277'093	3'426'707
11	2032	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	16'165	20'014	48'367	332'109	272'445	3'699'152
12	2033	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	16'348	20'240	48'914	333'066	267'873	3'967'024
13	2034	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	16'531	20'467	49'462	334'023	263'375	4'230'399
14	2035	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	16'714	20'693	50'009	334'980	258'950	4'489'349
15	2036	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	16'897	20'920	50'556	335'937	254'598	4'743'947

Interventi di adeguamento della diga di Giudea a Gello nel Comune di Pistoia (PT)

CB02 – Analisi costi-benefici

N° anno	Anno	CAPEX									OPEX			TOTALE [€]	TOTALE ATTUALIZZATO AL 2022 [€]	TOTALE CUMULATO ATTUALIZZATO AL 2022 [€]
		Dismissione dell'invaso [€]	Condotta Antonelli Sud [€]	Condotta Autostrada Acque [€]	Nuovi booster Forramoro [€]	Nuovi booster Galciana [€]	Nuovi booster Fibbiana [€]	Adeguamento inverter Forramoro [€]	Adeguamento inverter Galciana [€]	Adeguamento inverter Fibbiana [€]	Booster Forramoro [€]	Booster Galciana [€]	Booster Fibbiana [€]			
16	2037	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	17'080	21'146	51'104	336'894	250'317	4'994'264
17	2038	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	17'263	21'373	51'651	337'851	246'106	5'240'370
18	2039	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	17'446	21'599	52'199	338'807	241'964	5'482'334
19	2040	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	17'629	21'826	52'746	339'764	237'889	5'720'223
20	2041	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	17'812	22'053	53'294	340'721	233'882	5'954'104
21	2042	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	17'995	22'279	53'841	341'678	229'940	6'184'044
22	2043	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	18'178	22'506	54'389	342'635	226'062	6'410'107
23	2044	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	18'361	22'732	54'936	343'592	222'249	6'632'355
24	2045	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	18'544	22'959	55'483	344'549	218'498	6'850'853
25	2046	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	18'726	23'185	56'031	345'506	214'808	7'065'662
26	2047	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	18'909	23'412	56'578	346'463	211'180	7'276'842
27	2048	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	19'092	23'638	57'126	347'420	207'611	7'484'452
28	2049	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	19'275	23'865	57'673	348'377	204'101	7'688'553
29	2050	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	19'458	24'091	58'221	349'334	200'648	7'889'202
30	2051	111'381	22'325	113'857	0	0	0	0	0	0	19'641	24'318	58'768	350'291	197'253	8'086'455
31	2052	111'381	0	0	0	0	0	0	0	0	19'824	24'544	59'315	215'065	118'731	8'205'186
32	2053	111'381	0	0	0	0	0	0	0	0	20'007	24'771	59'863	216'022	116'921	8'322'107
33	2054	111'381	0	0	0	0	0	0	0	0	20'190	24'997	60'410	216'979	115'136	8'437'243

Interventi di adeguamento della diga di Giudea a Gello nel Comune di Pistoia (PT)

CB02 – Analisi costi-benefici

N° anno	Anno	CAPEX									OPEX			TOTALE [€]	TOTALE ATTUALIZZATO AL 2022 [€]	TOTALE CUMULATO ATTUALIZZATO AL 2022 [€]
		Dismissione dell'invaso [€]	Condotta Antonelli Sud [€]	Condotta Autostrada Acque [€]	Nuovi booster Forramoro [€]	Nuovi booster Galciana [€]	Nuovi booster Fibbiana [€]	Adeguamento inverter Forramoro [€]	Adeguamento inverter Galciana [€]	Adeguamento inverter Fibbiana [€]	Booster Forramoro [€]	Booster Galciana [€]	Booster Fibbiana [€]			
34	2055	111'381	0	0	0	0	0	0	0	0	20'373	25'224	60'958	217'936	113'377	8'550'620
35	2056	111'381	0	0	0	0	0	0	0	0	20'556	25'450	61'505	218'893	111'642	8'662'262
36	2057	111'381	0	0	0	0	0	0	0	0	20'739	25'677	62'053	219'850	109'931	8'772'193
37	2058	111'381	0	0	0	0	0	0	0	0	20'922	25'904	62'600	220'807	108'245	8'880'437
38	2059	111'381	0	0	0	0	0	0	0	0	21'105	26'130	63'148	221'764	106'582	8'987'020
39	2060	111'381	0	0	0	0	0	0	0	0	21'288	26'357	63'695	222'721	104'943	9'091'963
40	2061	111'381	0	0	0	0	0	0	0	0	21'471	26'583	64'242	223'678	103'328	9'195'290
41	2062	111'381	0	0	0	0	0	0	0	0	21'654	26'810	64'790	224'635	101'735	9'297'025
42	2063	111'381	0	0	0	0	0	0	0	0	21'837	27'036	65'337	225'592	100'165	9'397'190
43	2064	111'381	0	0	0	0	0	0	0	0	22'020	27'263	65'885	226'549	98'618	9'495'808
44	2065	111'381	0	0	0	0	0	0	0	0	22'203	27'489	66'432	227'505	97'092	9'592'900
45	2066	111'381	0	0	0	0	0	0	0	0	22'386	27'716	66'980	228'462	95'589	9'688'489
46	2067	111'381	0	0	0	0	0	0	0	0	22'569	27'942	67'527	229'419	94'107	9'782'596
47	2068	111'381	0	0	0	0	0	0	0	0	22'752	28'169	68'075	230'376	92'647	9'875'242
48	2069	111'381	0	0	0	0	0	0	0	0	22'935	28'395	68'622	231'333	91'207	9'966'450
49	2070	111'381	0	0	0	0	0	0	0	0	23'118	28'622	69'169	232'290	89'789	10'056'239
50	2071	111'381	0	0	0	0	0	0	0	0	23'301	28'848	69'717	233'247	88'391	10'144'630

Tabella 2-1 – Flussi di cassa scenario 1

2.2 SCENARIO 2 – ADEGUAMENTO E MESSA IN SICUREZZA DELL'INVASO

Si riporta nei paragrafi 2.2.1 e 2.2.2 rispettivamente Capex e Opex dello Scenario 2.

Si riporta invece nel paragrafo 2.2.3 il riepilogo dei flussi di cassa in un orizzonte temporale di 50 anni per lo Scenario 2.

2.2.1 CAPEX SCENARIO 2

Rientrano nel Capex dello Scenario 2 i seguenti costi, individuati nell'elaborato *AE01 – Relazione illustrativa sulle alternative progettuali*:

- Adeguamento e messa in sicurezza dell'invaso (paragrafo 2.2.1.1);
- Interventi su potabilizzatore necessari a garantire l'erogazione di 60 l/s in continuo da Gello (paragrafo 2.2.1.2);
- Costi per lo spostamento della risorsa di Selvascura Bassa e Gello su Dalmazia Nord e Adua Nord (paragrafo 2.2.1.3);
- Modifica della cameretta della valvola di Capostrada (paragrafo 2.2.1.4);
- Presa in carico PRV Forramoro (paragrafo 2.2.1.5);

I costi per l'intervento di adeguamento e messa in sicurezza dell'invaso (Scenario 2) sono riportati negli elaborati da EE01 a EE05.

2.2.1.1 CAPEX ADEGUAMENTO E MESSA IN SICUREZZA INVASO

I costi per l'intervento di adeguamento e messa in sicurezza dell'invaso (Scenario 2) sono riportati negli elaborati da EE01 a EE05.

Nello specifico la stima dei costi dei lavori per l'adeguamento e messa in sicurezza dell'invaso, riportata nell'elaborato *EE04 – Computo metrico estimativo*, risulta pari a **8'440'592.27 €**.

Il rispettivo quadro economico, riportato nell'elaborato *EE05 – Quadro economico*, risulta invece pari a **10'962'869 €**.

2.2.1.2 CAPEX INTERVENTI SU POTABILIZZATORE

I lavori per gli interventi sul potabilizzatore necessari a garantire l'erogazione di 60 l/s in continuo da Gello sono stimati pari a **1'000'000 €**.

2.2.1.3 CAPEX SPOSTAMENTO RISORSA IDRICA

I lavori per lo spostamento della risorsa idrica di Selvascura Bassa e Gello su Dalmazia Nord e Adua Nord sono stimati pari a **200'000 €**.

2.2.1.4 CAPEX CAMERETTA CAPOSTRADA

I lavori per la modifica della cameretta della valvola di Capostrada, consistenti nelle prese in carico per i misuratori e l'adeguamento dell'organo di regolazione presente, sono stimati pari a **20'000 €**.

2.2.1.5 CAPEX PRV FORRAMORO

I lavori per la presa in carico su PRV Forramoro presente in parallelo per la misura della portata a pressione ridotta da alta a media pressione sono stimati pari a **3'000 €**.

2.2.2 OPEX SCENARIO 2

Rientrano nel Opex dello Scenario 2 i **risparmi energetici** per il trasporto dell'acqua ovvero:

- Booster Forramoro: calcolo energia per non sollevare $Q=25$ l/s, $\Delta H=42$ m cad nell'intero anno (365 giorni);
- Booster Galciana: calcolo energia per non sollevare $Q=40$ l/s, $\Delta H=39$ m cad nell'intero anno (365 giorni);
- Booster Fibbiana: calcolo energia per non sollevare $Q=10$ l/s, $\Delta H=29$ m cad nell'intero anno (365 giorni).

Per il calcolo del risparmio dovuto al non sollevare un certo quantitativo di acqua, si rimanda alla metodologia di stima indicata nel paragrafo 2.1.2.

Nell'Opex dello Scenario 2 rientrano inoltre i **costi di manutenzione ordinari del corpo diga**. Sono stati stimati quindi i costi annuali di sfalcio della vegetazione del paramento di valle pari a 0.25 €/mq in funzione dei prezzi di mercato del prezzario regionale con attualizzazione nel tempo.

2.2.3 RIEPILOGO FLUSSI DI CASSA SCENARIO 2

N° anno	Anno	CAPEX					OPEX				TOTALE [€]	TOTALE ATTUALIZZATO AL 2022 [€]	TOTALE CUMULATO ATTUALIZZATO AL 2022[€]
		Adeguamento e messa in sicurezza dell'invaso [€]	Interventi su potabilizzatore [€]	Costi per lo spostamento della risorsa [€]	Modifica della cameretta della valvola di Capostrada [€]	Presa in carico PRV Forramoro [€]	Booster Forramoro [€]	Booster Galciana [€]	Booster Fibbiana [€]	Manutenzione corpo diga [€]			
1	2022	348'874	31'823	42'432	20'000	3'000	-23'697	-35'208	-6'545	4'450	385'128	385'128	385'128
2	2023	348'874	31'823	42'432	0	0	-24'000	-35'657	-6'629	4'539	361'382	354'296	739'425
3	2024	348'874	31'823	42'432	0	0	-24'302	-36'106	-6'712	4'630	360'638	346'634	1'086'058
4	2025	348'874	31'823	42'432	0	0	-24'605	-36'556	-6'796	4'722	359'895	339'137	1'425'195
5	2026	348'874	31'823	42'432	0	0	-24'907	-37'005	-6'879	4'817	359'154	331'803	1'756'998
6	2027	348'874	31'823	0	0	0	-25'210	-37'454	-6'963	4'913	315'983	286'196	2'043'193
7	2028	348'874	31'823	0	0	0	-25'512	-37'904	-7'046	5'011	315'246	279'930	2'323'123
8	2029	348'874	31'823	0	0	0	-25'815	-38'353	-7'130	5'112	314'511	273'801	2'596'924
9	2030	348'874	31'823	0	0	0	-26'117	-38'803	-7'213	5'214	313'778	267'806	2'864'730
10	2031	348'874	31'823	0	0	0	-26'420	-39'252	-7'297	5'318	313'047	261'944	3'126'674
11	2032	348'874	31'823	0	0	0	-26'722	-39'701	-7'380	5'425	312'318	256'209	3'382'883
12	2033	348'874	31'823	0	0	0	-27'024	-40'151	-7'464	5'533	311'591	250'601	3'633'484
13	2034	348'874	31'823	0	0	0	-27'327	-40'600	-7'547	5'644	310'866	245'116	3'878'600
14	2035	348'874	31'823	0	0	0	-27'629	-41'049	-7'631	5'757	310'144	239'751	4'118'351
15	2036	348'874	31'823	0	0	0	-27'932	-41'499	-7'715	5'872	309'424	234'504	4'352'856
16	2037	348'874	31'823	0	0	0	-28'234	-41'948	-7'798	5'989	308'706	229'373	4'582'228

Interventi di adeguamento della diga di Giudea a Gello nel Comune di Pistoia (PT)

CB02 – Analisi costi-benefici

N° anno	Anno	CAPEX					OPEX				TOTALE [€]	TOTALE ATTUALIZZATO AL 2022 [€]	TOTALE CUMULATO ATTUALIZZATO AL 2022[€]
		Adeguamento e messa in sicurezza dell'invaso [€]	Interventi su potabilizzatore [€]	Costi per lo spostamento della risorsa [€]	Modifica della cameretta della valvola di Capostrada [€]	Presa in carico PRV Forramoro [€]	Booster Forramoro [€]	Booster Galciana [€]	Booster Fibbiana [€]	Manutenzione corpo diga [€]			
17	2038	348'874	31'823	0	0	0	-28'537	-42'397	-7'882	6'109	307'990	224'354	4'806'582
18	2039	348'874	31'823	0	0	0	-28'839	-42'847	-7'965	6'231	307'277	219'446	5'026'028
19	2040	348'874	31'823	0	0	0	-29'142	-43'296	-8'049	6'356	306'566	214'645	5'240'673
20	2041	348'874	31'823	0	0	0	-29'444	-43'746	-8'132	6'483	305'858	209'950	5'450'623
21	2042	348'874	31'823	0	0	0	-29'747	-44'195	-8'216	6'612	305'152	205'359	5'655'982
22	2043	348'874	31'823	0	0	0	-30'049	-44'644	-8'299	6'745	304'449	200'868	5'856'850
23	2044	348'874	31'823	0	0	0	-30'351	-45'094	-8'383	6'880	303'749	196'476	6'053'327
24	2045	348'874	31'823	0	0	0	-30'654	-45'543	-8'466	7'017	303'051	192'182	6'245'508
25	2046	348'874	31'823	0	0	0	-30'956	-45'992	-8'550	7'158	302'356	187'981	6'433'489
26	2047	348'874	31'823	0	0	0	-31'259	-46'442	-8'633	7'301	301'664	183'873	6'617'363
27	2048	348'874	31'823	0	0	0	-31'561	-46'891	-8'717	7'447	300'974	179'856	6'797'219
28	2049	348'874	31'823	0	0	0	-31'864	-47'340	-8'800	7'596	300'288	175'927	6'973'146
29	2050	348'874	31'823	0	0	0	-32'166	-47'790	-8'884	7'748	299'604	172'085	7'145'231
30	2051	348'874	31'823	0	0	0	-32'469	-48'239	-8'968	7'903	298'924	168'328	7'313'559
31	2052	348'874	31'823	0	0	0	-32'771	-48'688	-9'051	8'061	298'247	164'653	7'478'213
32	2053	348'874	31'823	0	0	0	-33'074	-49'138	-9'135	8'222	297'573	161'060	7'639'273
33	2054	348'874	31'823	0	0	0	-33'376	-49'587	-9'218	8'386	296'902	157'546	7'796'818
34	2055	348'874	31'823	0	0	0	-33'678	-50'037	-9'302	8'554	296'234	154'109	7'950'928
35	2056	348'874	31'823	0	0	0	-33'981	-50'486	-9'385	8'725	295'570	150'749	8'101'677

Interventi di adeguamento della diga di Giudea a Gello nel Comune di Pistoia (PT)

CB02 – Analisi costi-benefici

N° anno	Anno	CAPEX					OPEX				TOTALE [€]	TOTALE ATTUALIZZATO AL 2022 [€]	TOTALE CUMULATO ATTUALIZZATO AL 2022[€]
		Adeguamento e messa in sicurezza dell'invaso [€]	Interventi su potabilizzatore [€]	Costi per lo spostamento della risorsa [€]	Modifica della cameretta della valvola di Capostrada [€]	Presa in carico PRV Forramoro [€]	Booster Forramoro [€]	Booster Galciana [€]	Booster Fibbiana [€]	Manutenzione corpo diga [€]			
36	2057	348'874	31'823	0	0	0	-34'283	-50'935	-9'469	8'900	294'909	147'463	8'249'140
37	2058	348'874	31'823	0	0	0	-34'586	-51'385	-9'552	9'077	294'252	144'249	8'393'388
38	2059	348'874	31'823	0	0	0	-34'888	-51'834	-9'636	9'259	293'598	141'106	8'534'495
39	2060	348'874	31'823	0	0	0	-35'191	-52'283	-9'719	9'444	292'948	138'033	8'672'528
40	2061	348'874	31'823	0	0	0	-35'493	-52'733	-9'803	9'633	292'301	135'028	8'807'556
41	2062	348'874	31'823	0	0	0	-35'796	-53'182	-9'886	9'826	291'658	132'089	8'939'645
42	2063	348'874	31'823	0	0	0	-36'098	-53'631	-9'970	10'022	291'020	129'216	9'068'861
43	2064	348'874	31'823	0	0	0	-36'401	-54'081	-10'053	10'223	290'385	126'406	9'195'267
44	2065	348'874	31'823	0	0	0	-36'703	-54'530	-10'137	10'427	289'754	123'658	9'318'925
45	2066	348'874	31'823	0	0	0	-37'005	-54'980	-10'221	10'636	289'127	120'971	9'439'896
46	2067	348'874	31'823	0	0	0	-37'308	-55'429	-10'304	10'848	288'504	118'344	9'558'239
47	2068	348'874	31'823	0	0	0	-37'610	-55'878	-10'388	11'065	287'886	115'774	9'674'014
48	2069	348'874	31'823	0	0	0	-37'913	-56'328	-10'471	11'287	287'272	113'262	9'787'276
49	2070	348'874	31'823	0	0	0	-38'215	-56'777	-10'555	11'512	286'662	110'806	9'898'082
50	2071	348'874	31'823	0	0	0	-38'518	-57'226	-10'638	11'743	286'057	108'404	10'006'485

Tabella 2-2 – Flussi di cassa scenario 2

2.3 SCENARIO 3 – ADEGUAMENTO E MESSA IN SICUREZZA DELL'INVASO CON RIDUZIONE DEL QUANTITATIVO DELLE TERRE A RECUPERO

Si riporta nei paragrafi 2.3.1 e 2.3.2 rispettivamente Capex e Opex dello Scenario 3.

Si riporta invece nel paragrafo 2.3.3 il riepilogo dei flussi di cassa in un orizzonte temporale di 50 anni per lo Scenario 3.

2.3.1 CAPEX SCENARIO 3

Rientrano nel Capex dello Scenario 3 i seguenti costi, individuati nell'elaborato *AE01 – Relazione illustrativa sulle alternative progettuali*:

- Adeguamento e messa in sicurezza dell'invaso con riduzione del quantitativo delle terre a recupero (paragrafo 2.3.1.1);
- Interventi su potabilizzatore necessari a garantire l'erogazione di 60 l/s in continuo da Gello (uguali a quelli stimati nel paragrafo 2.2.1.2 per lo Scenario 2);
- Costi per lo spostamento della risorsa di Selvascura Bassa e Gello su Dalmazia Nord e Adua Nord (uguali a quelli stimati nel paragrafo 2.2.1.3 per lo Scenario 2);
- Modifica della cameretta della valvola di Capostrada (uguali a quelli stimati nel paragrafo 2.2.1.4 per lo Scenario 2);
- Presa in carico PRV Forramoro (uguali a quelli stimati nel paragrafo 2.2.1.5 per lo Scenario 2).

2.3.1.1 CAPEX ADEGUAMENTO INVASO E MESSA IN SICUREZZA INVASO

Nel presente paragrafo si valutano i costi per l'adeguamento e la messa in sicurezza dell'invaso con riduzione del quantitativo delle terre a recupero.

Nello specifico sono stati valutati i risparmi e i costi aggiuntivi rispetto allo stato di progetto dello Scenario 2.

La stima dei costi dei lavori per l'adeguamento e la messa in sicurezza dell'invaso con riduzione del quantitativo delle terre a recupero, riportata nell'elaborato *AE04 – Computo metrico estimativo variante*, risulta pari a **7'838'708.42 €**.

Il rispettivo quadro economico, riportato nell'elaborato *AE04 – Computo metrico estimativo variante*, risulta invece pari a **10'360'000 €**.

2.3.2 OPEX SCENARIO 3

Rientrano nel Opex dello Scenario 3 i **risparmi energetici** per il trasporto dell'acqua ovvero:

- Booster Forramoro: calcolo energia per non sollevare $Q=25$ l/s, $\Delta H=42$ m cad nell'intero anno (365 giorni);
- Booster Galciana: calcolo energia per non sollevare $Q=40$ l/s, $\Delta H=39$ m cad nell'intero anno (365 giorni);
- Booster Fibbiana: calcolo energia per non sollevare $Q=10$ l/s, $\Delta H=29$ m cad nell'intero anno (365 giorni).

Per il calcolo del risparmio dovuto al non sollevare un certo quantitativo di acqua, si rimanda alla metodologia di stima indicata nel paragrafo 2.1.2.

Oltre ai consumi energetici per il trasporto di acqua, rientrano negli Opex dello Scenario 3 il valore economico del mancato assorbimento di CO₂ da parte della vegetazione rimossa in più per la realizzazione del corpo diga.

Il **valore economico del mancato assorbimento di CO₂ da parte di tale vegetazione** è stimato a partire dal trend di crescita 2008 – 2022 dei prezzi della CO₂.

In funzione del trend di crescita del costo della CO₂ si individua una previsione dell'andamento futuro del costo riportato in Figura 2-5 mediante legge di crescita lineare.

La superficie di vegetazione rimossa in più rispetto allo Scenario 2 per la realizzazione del corpo diga è stimata pari a 0.6 ettari.

Il quantitativo di CO₂ assorbita da un ettaro di bosco è pari circa a 22 tonnellate all'anno.

Il valore economico del mancato assorbimento di CO₂ è dato quindi dal prodotto del prezzo della CO₂, della superficie rimossa e del quantitativo di CO₂ assorbita per unità di superficie.

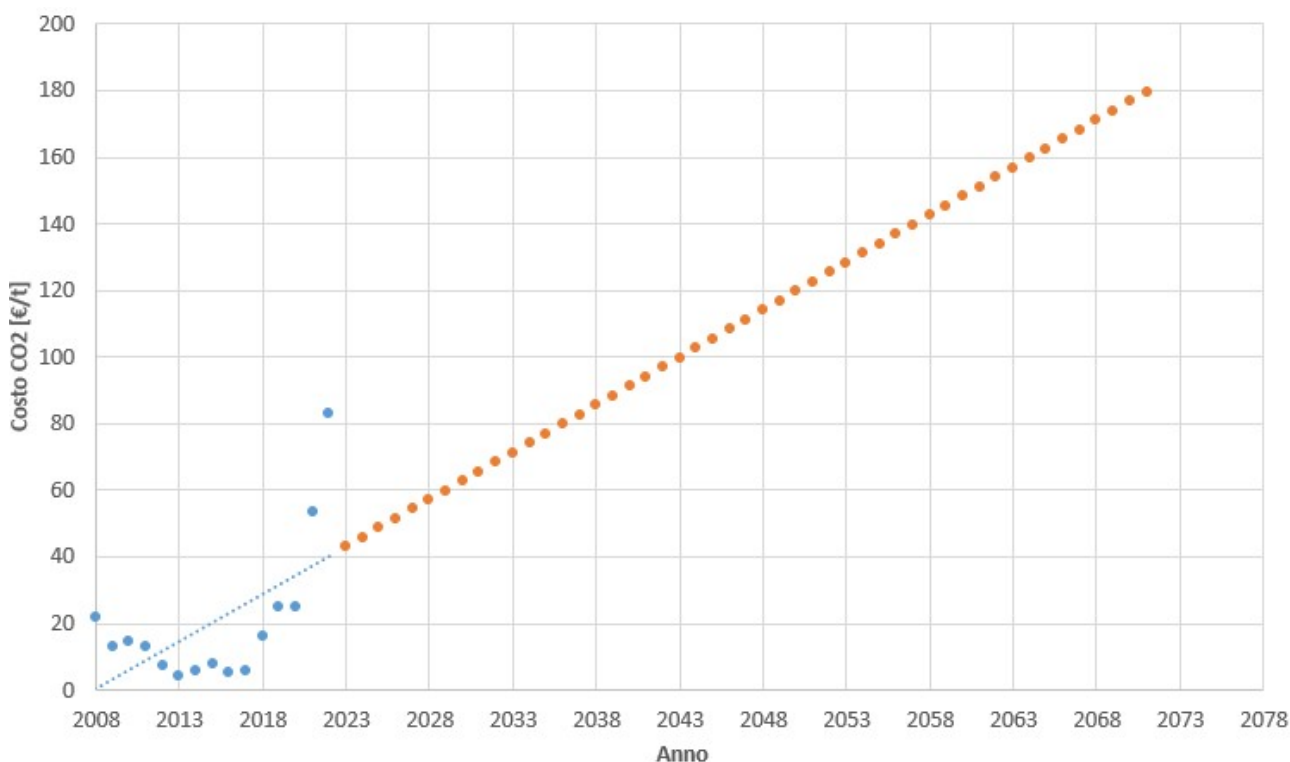


Figura 2-5 – Andamento futuro del costo della CO₂

Nell'Opex dello Scenario 3 rientrano inoltre i **costi di manutenzione ordinaria del corpo diga**. Sono stati stimati quindi i costi annuali di sfalcio della vegetazione del paramento di valle pari a 0.25 €/mq in funzione dei prezzi di mercato del prezzario regionale con attualizzazione nel tempo.

2.3.3 RIEPILOGO FLUSSI DI CASSA SCENARIO 3

N° anno	Anno	Adeguamento e messa in sicurezza dell'invaso con riduzione delle terre a ricucinare [€]	CAPEX				OPEX					TOTALE [€]	TOTALE ATTUALIZZATO AL 2022 [€]	TOTALE CUMULATO ATTUALIZZATO AL 2022[€]
			Interventi su potabilizzatore [€]	Costi per lo spostamento della risorsa [€]	Modifica della cameretta della valvola di Capostrada [€]	Presa in carico PRV Forramoro [€]	Booster Forramoro [€]	Booster Galciana [€]	Booster Fibbiana [€]	Mancato assorbimento CO2 vegetazione [€]	Manutenzione corpo diga [€]			
1	2022	329'688	31'823	42'432	20'000	3'000	-23'697	-35'208	-6'545	1'096	5'975	368'564	368'564	368'564
2	2023	329'688	31'823	42'432	0	0	-24'000	-35'657	-6'629	566	6'095	344'318	337'567	706'131
3	2024	329'688	31'823	42'432	0	0	-24'302	-36'106	-6'712	603	6'216	343'642	330'298	1'036'429
4	2025	329'688	31'823	42'432	0	0	-24'605	-36'556	-6'796	641	6'341	342'969	323'187	1'359'616
5	2026	329'688	31'823	42'432	0	0	-24'907	-37'005	-6'879	679	6'468	342'298	316'230	1'675'847
6	2027	329'688	31'823	0	0	0	-25'210	-37'454	-6'963	716	6'597	299'198	270'993	1'946'839
7	2028	329'688	31'823	0	0	0	-25'512	-37'904	-7'046	754	6'729	298'532	265'088	2'211'927
8	2029	329'688	31'823	0	0	0	-25'815	-38'353	-7'130	791	6'863	297'869	259'313	2'471'240
9	2030	329'688	31'823	0	0	0	-26'117	-38'803	-7'213	829	7'001	297'208	253'664	2'724'904
10	2031	329'688	31'823	0	0	0	-26'420	-39'252	-7'297	867	7'141	296'551	248'140	2'973'045
11	2032	329'688	31'823	0	0	0	-26'722	-39'701	-7'380	904	7'283	295'896	242'738	3'215'782
12	2033	329'688	31'823	0	0	0	-27'024	-40'151	-7'464	942	7'429	295'244	237'454	3'453'236
13	2034	329'688	31'823	0	0	0	-27'327	-40'600	-7'547	979	7'578	294'594	232'286	3'685'522
14	2035	329'688	31'823	0	0	0	-27'629	-41'049	-7'631	1'017	7'729	293'948	227'232	3'912'753
15	2036	329'688	31'823	0	0	0	-27'932	-41'499	-7'715	1'055	7'884	293'305	222'289	4'135'042
16	2037	329'688	31'823	0	0	0	-28'234	-41'948	-7'798	1'092	8'042	292'665	217'454	4'352'496
17	2038	329'688	31'823	0	0	0	-28'537	-42'397	-7'882	1'130	8'202	292'028	212'727	4'565'223

Interventi di adeguamento della diga di Giudea a Gello nel Comune di Pistoia (PT)

CB02 – Analisi costi-benefici

N° anno	Anno	Adeguamento e messa in sicurezza dell'invaso con riduzione delle terre a facinorosa [€]	CAPEX				OPEX					TOTALE [€]	TOTALE ATTUALIZZATO AL 2022 [€]	TOTALE CUMULATO ATTUALIZZATO AL 2022[€]
			Interventi su potabilizzatore [€]	Costi per lo spostamento della risorsa [€]	Modifica della cameretta della valvola di Capostrada [€]	Presa in carico PRV Forramoro [€]	Booster Forramoro [€]	Booster Galciana [€]	Booster Fibbiana [€]	Mancato assorbimento CO2 vegetazione [€]	Manutenzione corpo diga [€]			
18	2039	329'688	31'823	0	0	0	-28'839	-42'847	-7'965	1'167	8'366	291'394	208'103	4'773'326
19	2040	329'688	31'823	0	0	0	-29'142	-43'296	-8'049	1'205	8'534	290'764	203'581	4'976'907
20	2041	329'688	31'823	0	0	0	-29'444	-43'746	-8'132	1'243	8'704	290'137	199'159	5'176'066
21	2042	329'688	31'823	0	0	0	-29'747	-44'195	-8'216	1'280	8'879	289'513	194'834	5'370'900
22	2043	329'688	31'823	0	0	0	-30'049	-44'644	-8'299	1'318	9'056	288'893	190'605	5'561'505
23	2044	329'688	31'823	0	0	0	-30'351	-45'094	-8'383	1'355	9'237	288'277	186'469	5'747'973
24	2045	329'688	31'823	0	0	0	-30'654	-45'543	-8'466	1'393	9'422	287'664	182'424	5'930'397
25	2046	329'688	31'823	0	0	0	-30'956	-45'992	-8'550	1'431	9'610	287'054	178'468	6'108'865
26	2047	329'688	31'823	0	0	0	-31'259	-46'442	-8'633	1'468	9'803	286'449	174'599	6'283'464
27	2048	329'688	31'823	0	0	0	-31'561	-46'891	-8'717	1'506	9'999	285'847	170'816	6'454'280
28	2049	329'688	31'823	0	0	0	-31'864	-47'340	-8'800	1'544	10'199	285'249	167'117	6'621'397
29	2050	329'688	31'823	0	0	0	-32'166	-47'790	-8'884	1'581	10'403	284'655	163'499	6'784'896
30	2051	329'688	31'823	0	0	0	-32'469	-48'239	-8'968	1'619	10'611	284'066	159'961	6'944'857
31	2052	329'688	31'823	0	0	0	-32'771	-48'688	-9'051	1'656	10'823	283'480	156'501	7'101'358
32	2053	329'688	31'823	0	0	0	-33'074	-49'138	-9'135	1'694	11'039	282'899	153'118	7'254'476
33	2054	329'688	31'823	0	0	0	-33'376	-49'587	-9'218	1'732	11'260	282'322	149'809	7'404'285
34	2055	329'688	31'823	0	0	0	-33'678	-50'037	-9'302	1'769	11'485	281'749	146'574	7'550'859
35	2056	329'688	31'823	0	0	0	-33'981	-50'486	-9'385	1'807	11'715	281'181	143'410	7'694'270
36	2057	329'688	31'823	0	0	0	-34'283	-50'935	-9'469	1'844	11'949	280'618	140'317	7'834'587

Interventi di adeguamento della diga di Giudea a Gello nel Comune di Pistoia (PT)

CB02 – Analisi costi-benefici

N° anno	Anno	Adegumento e messa in sicurezza dell'invaso con riduzione delle terre a ricucinato [€]	CAPEX				OPEX					TOTALE [€]	TOTALE ATTUALIZZATO AL 2022 [€]	TOTALE CUMULATO ATTUALIZZATO AL 2022[€]
			Interventi su potabilizzatore [€]	Costi per lo spostamento della risorsa [€]	Modifica della cameretta della valvola di Capostrada [€]	Presa in carico PRV Forramoro [€]	Booster Forramoro [€]	Booster Galciana [€]	Booster Fibbiana [€]	Mancato assorbimento CO2 vegetazione [€]	Manutenzione corpo diga [€]			
37	2058	329'688	31'823	0	0	0	-34'586	-51'385	-9'552	1'882	12'188	280'059	137'292	7'971'878
38	2059	329'688	31'823	0	0	0	-34'888	-51'834	-9'636	1'920	12'432	279'505	134'333	8'106'211
39	2060	329'688	31'823	0	0	0	-35'191	-52'283	-9'719	1'957	12'681	278'956	131'441	8'237'652
40	2061	329'688	31'823	0	0	0	-35'493	-52'733	-9'803	1'995	12'934	278'412	128'612	8'366'264
41	2062	329'688	31'823	0	0	0	-35'796	-53'182	-9'886	2'032	13'193	277'873	125'846	8'492'110
42	2063	329'688	31'823	0	0	0	-36'098	-53'631	-9'970	2'070	13'457	277'339	123'141	8'615'251
43	2064	329'688	31'823	0	0	0	-36'401	-54'081	-10'053	2'108	13'726	276'810	120'497	8'735'748
44	2065	329'688	31'823	0	0	0	-36'703	-54'530	-10'137	2'145	14'001	276'287	117'911	8'853'659
45	2066	329'688	31'823	0	0	0	-37'005	-54'980	-10'221	2'183	14'281	275'770	115'382	8'969'041
46	2067	329'688	31'823	0	0	0	-37'308	-55'429	-10'304	2'220	14'566	275'257	112'910	9'081'951
47	2068	329'688	31'823	0	0	0	-37'610	-55'878	-10'388	2'258	14'858	274'751	110'492	9'192'443
48	2069	329'688	31'823	0	0	0	-37'913	-56'328	-10'471	2'296	15'155	274'250	108'128	9'300'571
49	2070	329'688	31'823	0	0	0	-38'215	-56'777	-10'555	2'333	15'458	273'756	105'817	9'406'388
50	2071	329'688	31'823	0	0	0	-38'518	-57'226	-10'638	2'371	15'767	273'267	103'557	9'509'945

Tabella 2-3 – Flussi di cassa scenario 3

3 CONCLUSIONI

Nella presente relazione sono analizzati i seguenti scenari progettuali:

- **Scenario 1:** Dismissione invaso;
- **Scenario 2:** Adeguamento e messa in sicurezza dell'invaso.
- **Scenario 3:** Adeguamento e messa in sicurezza dell'invaso con riduzione del quantitativo di terre da conferire a recupero.

Si riporta in Tabella 3-1 il riepilogo dei costi totali attualizzati cumulati nei tre diversi scenari.

Sono invece riportati in Figura 3-1 gli andamenti dei flussi di cassa nel tempo per gli Scenari 1, 2 e 3.

Sulla base dei risultati dell'analisi costi-benefici di suddetti scenari progettuali, riportata nel capitolo 2, si conclude quanto segue nei successivi paragrafi.

SCENARI	Costo totale attualizzato cumulato [€]
Scenario 1	10'144'630
Scenario 2	10'006'485
Scenario 3	9'509'945

Tabella 3-1 – Riepilogo costi totali attualizzati cumulati

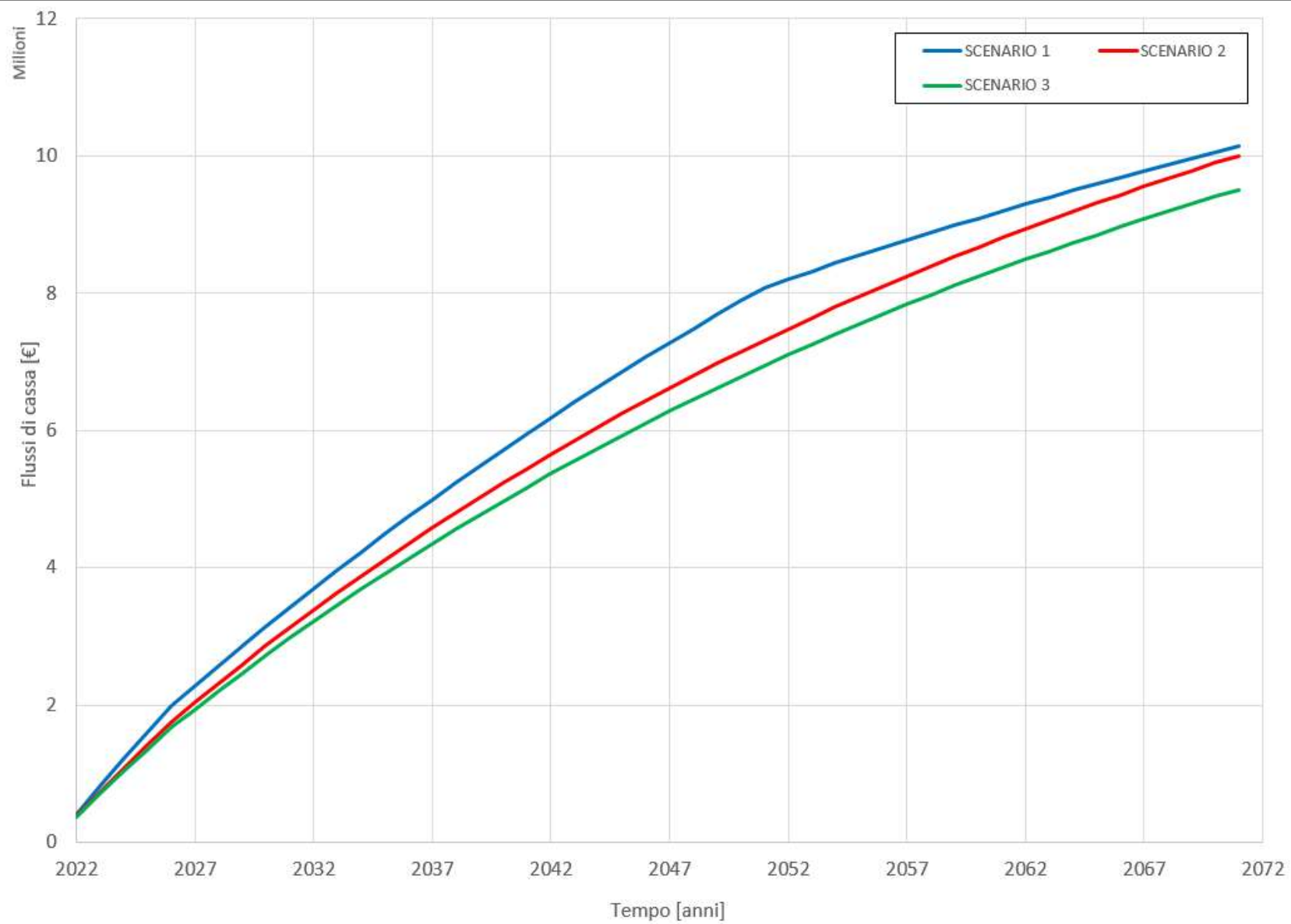


Figura 3-1 – Andamento dei flussi di cassa nel tempo

3.1 CONFRONTO SCENARIO 1 – SCENARIO 2

Dal confronto tra lo Scenario 1 (dismissione invaso) e Scenario 2 (adeguamento e messa in sicurezza dell'invaso) si esprimono le seguenti considerazioni:

- la dismissione dell'invaso (Scenario 1) prevede un investimento totale attualizzato pari a **10'144'630 €** nell'orizzonte temporale considerato (50 anni), comprensivo di tutti i Capex e Opex attualizzati al 2022. Per maggiori dettagli si rimanda al paragrafo 2.1.3.
- l'adeguamento e messa in sicurezza dell'invaso (Scenario 2) prevede un investimento totale attualizzato **10'006'485 €** circa nell'orizzonte temporale considerato (50 anni), comprensivo di tutti i Capex e Opex attualizzati al 2022.
- nell'arco temporale considerato (50 anni) lo Scenario 2 prevede un investimento leggermente inferiore allo Scenario 1, quindi risulta giustificata la sostenibilità economica dell'intervento di adeguamento e messa in sicurezza dell'invaso. **Nonostante la differenza economica nell'arco temporale considerato non sia rilevante, risulta comunque preferibile la soluzione di adeguamento e messa in sicurezza dell'invaso in quanto consente di conservare una risorsa strategica per il territorio e permette di differenziare le risorse per la gestione del fabbisogno idrico.**

Alla luce dei risultati dell'analisi costi-benefici e delle precedenti considerazioni, si ritiene preferibile lo Scenario 2 di adeguamento e messa in sicurezza dell'invaso rispetto allo Scenario 1 di dismissione.

3.2 CONFRONTO SCENARIO 2 – SCENARIO 3

Dal confronto tra lo Scenario 2 (adeguamento e messa in sicurezza dell'invaso) e lo Scenario 3 (adeguamento e messa in sicurezza dell'invaso con riduzione del quantitativo di terre a recupero) si esprimono le seguenti considerazioni:

- lo scenario di adeguamento e messa in sicurezza dell'invaso con riduzione delle terre a recupero mediante una nuova configurazione del paramento di valle (Scenario 3) prevede un investimento totale attualizzato rispetto allo stato di progetto dello Scenario 2 inferiore di circa **500'000 €**. Nello specifico gli investimenti totali attualizzati risultano pari a **10'006'485 €** e **9'509'945 €** rispettivamente per lo Scenario 2 e lo Scenario 3. Il risparmio economico che comporta lo Scenario 3 rispetto allo Scenario 2 al termine dell'orizzonte temporale prescelto pari a 50 anni si ritiene quindi **minimo** e pari a circa il **5 %**.
- Nonostante i minori costi economici dello Scenario 3 rispetto allo Scenario 2, esso determina in aggiunta una serie di **problemi ambientali** tra cui:
 - **utilizzo ulteriore di suolo:** il paramento di valle andrà ad occupare una superficie maggiore interessando aree allo stato attuale naturali e determinando quindi un significativo consumo di suolo aggiuntivo pari a circa 6'000 mq;
 - **danno alla flora e fauna:** con l'incremento dell'estensione del paramento di valle si andranno ad interessare aree attualmente vegetate (vegetazione igrofile e roveti) che dovranno essere necessariamente rimosse e non potranno essere ripristinate una volta eseguito l'intervento;
 - **impatto visivo** dovuto alla diversa configurazione del corpo diga: allo stato attuale l'invaso è ben inserito nel contesto paesaggistico collinare, con sponde del lago e dei corsi d'acqua vegetate e corpo diga inerbito con specie autoctone. Con la realizzazione del paramento di valle più esteso (Scenario 3) si ridurranno le aree vegetate (vegetazione igrofile e roveti) e si incrementeranno le aree prative di origine antropica (rivestimento paramento) variando sensibilmente la prospettiva d'insieme della diga;

- Lo sviluppo di un diverso scenario progettuale, essendo la progettazione già ad una fase definitiva, determinerebbe una dilatazione dei tempi con eventuali conseguenze sulle scadenze dei finanziamenti.
- Lo Scenario 3 ha il vantaggio rispetto allo Scenario 2 di riutilizzare in parte il quantitativo di terre scavate e quindi il risparmio economico è dovuto essenzialmente al mancato **trasporto a discarica/recupero** e relativi **oneri** di tale volume. Un significativo risparmio economico sullo smaltimento di terre si ritiene possa comunque essere valutato e definito nelle successive fasi progettuali anche mantenendo il corpo diga così come previsto per la Fase 2 mediante **riutilizzo di delle terre provenienti da scavi in altri cantieri** limitrofi ove sia richiesto l'approvvigionamento esterno di terra. Si cita ad esempio come possibile sito di riutilizzo l'intervento della nuova cassa di espansione Campo di Volo sul torrente Ombrone nei pressi del nuovo ospedale di Pistoia, il cui progetto di fattibilità tecnico-economica è stato inserito nel Documento Operativo per la Difesa del Suolo della Regione Toscana (Codice DODS2022PT0001) (vedi estratto in Figura 3-2).

Alla luce dei risultati dell'analisi costi-benefici e delle precedenti considerazioni, si ritiene preferibile lo Scenario 2 di adeguamento e messa in sicurezza dell'invaso rispetto allo Scenario 3 di riduzione del quantitativo di terre a recupero.

Allegato A parte II													
DODS 2022													
Progettazioni di competenza della Regione Toscana (LR 80/2015 art.3 comma 3 lettera a)													
Codice	Titolo progetto	Settore Competente	PR	Comune	Capitolo	Finanziamento Totale	Annualità 2022	Annualità 2023	Annualità 2024	Inizio attività	Fine Attività	cup	Note
DODS2022PT0001	Progetto di fattibilità tecnica-economica della cassa di espansione Campo di Volo sul torrente Ombrone nel Comune di Pistoia	GENIO CIVILE VALDARNO CENTRALE	PT	PISTOIA	Da 42475 A 42480	€ 93.600,00	€ 24.400,00	€ 69.200,00		02/05/2022	31/12/2023	D51B20000910006	Spese di investimento- progettazione finanziata con spesa a investimento; la copertura finanziaria del relativo intervento è prevista dalla DGRT n. 1076 del 15/12/2009 che ha approvato l'AdP. 30.07.2009.

Figura 3-2 – Estratto Documento Operativo per la Difesa del Suolo 2022 – Regione Toscana