

# Studio Mobilità Sostenibile

Progetto Esecutivo





## **OBIETTIVI E APPROCCIO METODOLOGICO**

**PROFILO DI MISSIONE**

---

**DIMENSIONAMENTO MINIMO SISTEMA**

---

**FATTIBILITA' ECONOMICA**

---

**ANALISI COMPARATIVA**

---

**CONCLUSIONI**

---



## Obiettivo dello Studio e Approccio metodologico

L'obiettivo di questo focus è progettare un sistema di mobilità sostenibile nell'ambito del territorio comunale di Campo nell'Elba attraverso l'utilizzo di Minibus di piccole dimensioni.

Ai fini della progettazione del sistema sono stati analizzati i seguenti elementi:

- Le caratteristiche tecniche dei prodotti esistenti sul mercato.
- Le caratteristiche territoriali (mappatura, distanze, tempi di percorrenza e profilo altimetrico dei percorsi Monti e Spiagge)
- Le caratteristiche minime del servizio (almeno 3 coppie di corse mattina e 3 coppie di corse pomeriggio per ciascuno dei due percorsi)

Sulla base di tali elementi è definito il "il profilo di missione", ovvero la tipologia di servizio che deve essere svolto dal sistema in appalto; il profilo di missione è una delle componenti descrittive contenute nel capitolato tecnico.

È stato successivamente sviluppato un modello ad hoc per la quantificazione del fabbisogno energetico associato al profilo di missione di ciascuno dei due percorsi; tale fabbisogno è quantificato in condizioni di medio e massimo carico e con opportuni livelli di ridondanza che diano garanzia sia del completamento di ogni ciclo di servizio sia del mantenimento nel tempo degli standard minimi di servizio (SOC almeno pari al 25% alla fine del ciclo di servizio).

Con questo modello di simulazione è stato pertanto possibile

- Dato un determinato budget, ipotizzare diversi scenari di acquisto di mezzi in termini di numero di navette.
- Dato determinate caratteristiche tecniche (capacità batterie, sistemi di ricarica, potenza del motore), stimare un programma di esercizio del sistema per ciascun percorso.
- Verificare il rispetto dei vincoli e le criticità della ipotesi progettuale
- Realizzare una comparativa economica tra le precedenti opzione, ovvero fra autobus di piccole dimensioni (6/7 metri) e minibus.



## Alternative tecnologiche

Alle **alternative tecnologiche** già prese in considerazione, consideriamo ancora il: Minibus con batteria a Litio da 15 posti, con sistema di ricarica «**opportunity**». **Abbiamo escluso a priori la tecnologia Overnight per l'incompatibilità con l'esercizio e la tecnologia Fast charging perché non è ancora in uso su minibus.**

Per questa idea progettuale sono state svolte simulazioni per verificare:

- **Programma di esercizio** che riesca a garantire gli standard di servizio (percorrere tutto il percorso, garantire continuità del servizio e raggiungimento del esercizio minimo ( 6 coppie di corse minime);
- **Il numero di autobus necessari** (parco operativo e parco di scorta);
- La compatibilità (stima) con il **vincolo di budget per investimenti** (considerando attualmente le sole risorse assegnate per il progetto, pari a circa 700k€ più IVA);
- I differenti **costi variabili di esercizio** (usando i driver “tempo di guida” e “percorrenza giornaliera” complessivi in ciascuna delle 3 alternative tecnologiche).



---

**OBIETTIVI E APPROCCIO METODOLOGICO**

**PROFILO DI MISSIONE**

**DIMENSIONAMENTO MINIMO SISTEMA**

---

**FATTIBILITA' ECONOMICA**

---

**ANALISI COMPARATIVA**

---

**CONCLUSIONI**

---



# Caratteristiche del tracciato: Percorso 1 «Monti»

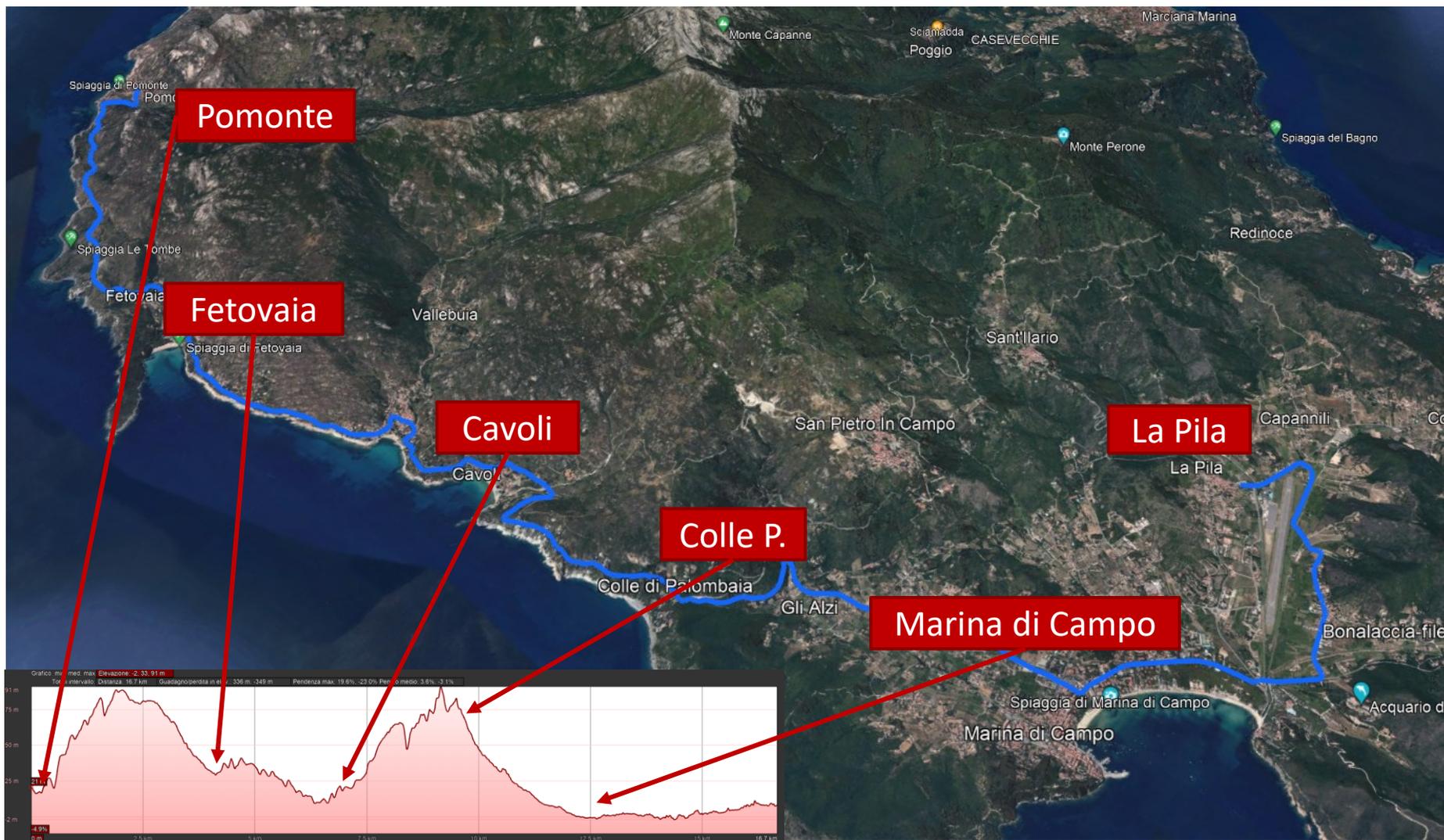
Nell'immagine è descritta l'ipotesi di tracciato del percorso 1 «Monti» e lo sviluppo altimetrico del percorso.





## Caratteristiche del tracciato: Percorso 2 «Spiagge»

Nell'immagine è descritta l'ipotesi di tracciato del percorso 2 «Spiagge» e lo sviluppo altimetrico del percorso.





## Minibus da 15 posti sul mercato (1/2)

Anche in questo caso, è stata condotta un'analisi sui principali fornitori presenti sul mercato che dispongono di materiale rotabile in linea con le esigenze di servizio del progetto. L'istruttoria è stata condotta sui seguenti veicoli tipo:

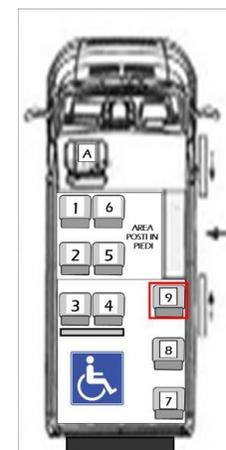
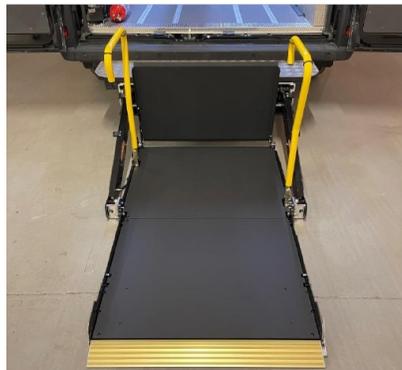
- Fiat E-Ducato Metropolis, con Batterie (per tecnologie Overnight e Opportunity)

### Principali caratteristiche target del materiale rotabile

Dimensioni minibus		6 metri
Massa in ordine di marcia	kg	1.905
Massa in ordine di marcia a pieno carico	kg	4.250
Massa media	kg	3.078
Max energia elettrica immagazzinata e disponibile	kWh	47
Velocità in condizioni di traffico medio-alto	km/hr	25
Consumo medio da scheda tecnica	kWh/km	0,34
<b>(A)</b> Stima di consumo medio al km in marcia piana su <b>base annua</b> , in condizione di traffico medio-alto (Vel: 15 a 30 Km/hr)	kWh/km	0,34
<b>(B)</b> Consumo <b>massimo istantaneo</b> in condizioni eccezionali limiti ambientali con ausiliari ON e a pieno carico, in marcia piana.	kWh/km	<b>0,55</b>



# Minibus da 15 posti sul mercato – Immagini di referenza (2/2)





## Stima consumi minibus 15 posti (1 di 2)

La stima dei consumi è stata sviluppata con riferimento a minibus da 15 posti (come rilevati nella relativa istruttoria) e quantificata su due step successivi:

- Step 1: Stima dei consumi in marcia piana.
- Step 2: Stima dei consumi (e dei potenziali recuperi) relativi alle pendenze dei percorsi.

Nella seguente tabella sono riepilogate le stime relative ai **consumi in marcia piana** (step 1) dei due percorsi nelle due distinte condizioni di consumo:

- Consumo (A): Stima di consumo medio al km in marcia piana su base annua, in condizione di traffico medio-alto.
- Consumo (B): Consumo massimo istantaneo in condizioni climatiche «estreme» (es. grande caldo) con servizi ausiliari attivi (aria condizionata a piena potenza) e a pieno carico, in marcia piana.

### Percorso\_1 Monti

Tratta	[km]
Distanza andata	11,32
Distanza ritorno	11,32
Distanza totale	22,64

### Percorso\_2 Spiagge

Tratta	[km]
Distanza andata	18,09
Distanza ritorno	18,09
Distanza totale	36,18

Condizione di consumo	Minibus 15 posti	
	Consumo stimato [kWh/km]	Consumo medio Piano [kWh]
(A)	0,34	<b>7,74</b>
(B)	0,55	<b>12,38</b>

Condizione di consumo	Minibus 15 posti	
	Consumo stimato [kWh/km]	Consumo medio Piano [kWh]
(A)	0,34	<b>12,37</b>
(B)	0,55	<b>19,79</b>



## Stima consumi minibus 15 posti (2 di 2)

Il differenziale di **fabbisogno energetico associato alle pendenze da superare** (step 2) sui due percorsi è stato stimato sulla base dei profili altimetrici rilevati e utilizzando le seguenti ipotesi:

- Massa pieno carico (stimata 6 / 8 metri), pari a 4.250 kg.
- Forza di gravita  $G = 9,81 \text{ m/s}^2$ .
- Coefficiente di conversione (Joule -> kWh).
- Percentuale di recupero energia in pendenza elevata (superiore al 1,5%): 40% del consumo energetico

Sulla base di tali elementi di stima sono calcolati gli incrementi di consumo energetico per i due percorsi (3,24 kWh per il percorso 1 e 4,26 kWh per il percorso 2).

Il consumo complessivo nei due percorsi è sintetizzato nella seguente tabella:

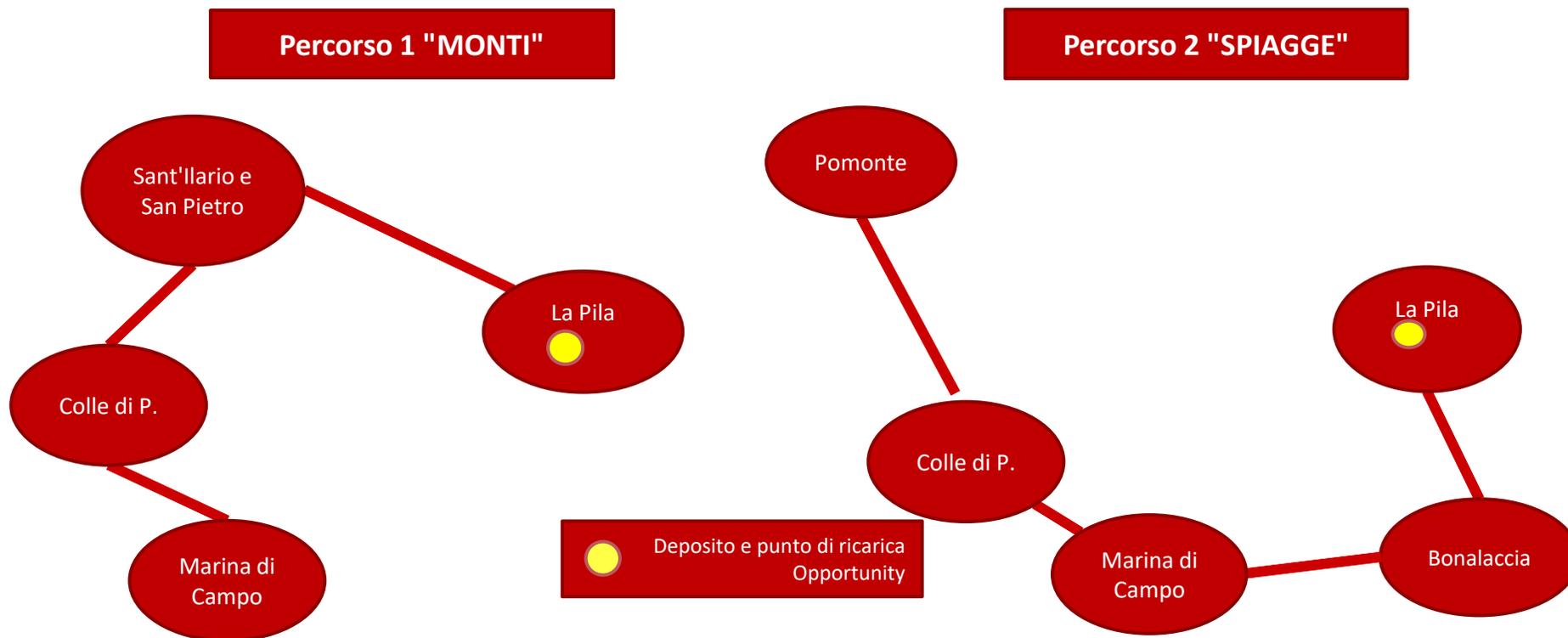
BILANCIO COMPLESIVO	Percorso_1	Percorso_2	
	Monti	Spiagge	
	<b>Consumo stimato A/R</b>		
Consumo marcia <b>piana</b> condizione (A)	7,74	12,37	[kWh]
Consumo marcia <b>piana</b> condizione (B)	12,38	19,79	[kWh]
Consumo marcia in <b>pendenza</b> (max)	3,24	4,61	[kWh]
<b>Consumo complessivo (A)</b>	<b>10,98</b>	<b>16,98</b>	[kWh]
<b>Consumo complessivo (B)</b>	<b>15,62</b>	<b>24,40</b>	[kWh]
	<b>Consumo stimato per km</b>		
Distanza percorso A/R	22,64	36,18	km
<b>Consumo complessivo per km condizione (A)</b>	<b>0,49</b>	<b>0,47</b>	[kWh/km]
<b>Consumo complessivo per km condizione (B)</b>	<b>0,69</b>	<b>0,67</b>	[kWh/km]

(A) consumo medio su base annuale  
(B) consumo medio massimo istantaneo in condizioni eccezionali



## Stima consumi - precisazioni

Per le simulazioni del fabbisogno energetico necessario per le diverse condizioni di servizio, si è calcolato il fabbisogno massimo (corrispondente al «caso B» descritto nelle precedenti illustrazioni). A questo consumo si dovrebbe aggiungere il consumo per lo spostamento tecnico (fuori servizio) dal deposito e/o dal punto di ricarica al capolinea di partenza. Tuttavia, tale spostamento tecnico (attualmente stimato in 9,7 kWh, per una distanza media di 10 km andata e ritorno) non è stato preso in considerazione, poiché il deposito e il punto di ricarica saranno progettati lungo il percorso con l'obiettivo di ottimizzare i consumi complessivi e i tempi di servizio(\*).



(\*) Qualora i punti di ricarica prescelto non fosse sulla linea dovrà essere preso in considerazione il consumo associato allo spostamento tecnico (Linea - Punto di ricarica)



---

**OBIETTIVI E APPROCCIO METODOLOGICO**

---

**PROFILO DI MISSIONE**

**DIMENSIONAMENTO MINIMO SISTEMA**

**FATTIBILITA' ECONOMICA**

---

**ANALISI COMPARATIVA**

---

**CONCLUSIONI**

---



# Dimensionamento con minibus da 15 posti

Nella successiva tabella di sintesi è riepilogato il **fabbisogno energetico di tutto il sistema utilizzando minibus da 15 posti** (capacità batterie, potenza sistemi di ricarica, potenza minima del motore elettrico) per la gestione del profilo di missione.<sup>(1)</sup>

## Fabbisogno energetico per una coppia di corsa

	Percorso Monti	Percorso Spiaggia
Consumo con punto di ricarica a capolinea (La Pila)	15,62 kWh	24,40 kWh
Consumo con p. di ricarica intermedia (Colle Palombaia)	11,73 kWh	12,95 kWh

## Dimensionamento minimo (capacità della batteria e potenza del punto di ricarica)

	Percorso Monti		Percorso Spiaggia		Dimensionamento sistema	
	Capacità batteria [kWh]	Potenza punto di ricarica [kW]	Capacità batteria [kWh]	Potenza punto di ricarica [kW]	Capacità batteria [kWh]	Potenza punto di ricarica [kW]
4) Tecnologia Opportunity c/ batterie Litio LA PILA	47	11	47	11	47	11

## Potenza minima del motore per superare la pendenza massima

	Coefficiente di frizione per entrambi i percorsi		Potenza motore [kW]
Potenza min. motore normalizzata	52,67 kW	59,52 kW	60

- (1) PROFILO DI MISSIONE: 3 COPPIE DI CORSA DI MATTINA + 3 COPPIE DI CORSE NEL CORSO DEL POMERIGGIO SU CIASCUNO DEI DUE PERCORSI «MONTI» E «SPIAGGE»  
 (2) SOC (STATE OF CHARGE): RELAZIONE PERCENTUALE CHE RAPPRESENTA L'ENERGIA RIMANENTE NELLA BATTERIA



Nelle slides successive, sono esposte le simulazioni che ha consentito progettare un programma d'esercizio separatamente per ciascuno dei due percorsi compresi nel profilo di missione.

	4) Sistema OPPORTUNITY (con batterie al litio) con: <b>minibus da 15 posti</b> e un punto di ricarica a La Pila
PERCORSO 1: MONTI	<b>MONTI 4</b>
PERCORSO 2: SPIAGGE	<b>SPIAGGE 4</b>

Anche in questo caso, sono descritti:

- un **grafico** con l'andamento del SOC durante la giornata, nell'esecuzione del profilo di missione;
- la **programmazione** (indicativa) dell'orario di servizio;
- una **tabella riepilogativa** di alcuni indicatori (tempo di guida, tempo di ricarica e arco di servizio) ed elementi rappresentativi della simulazione (intervallo di servizio, corse aggiuntive gestibili).



---

OBIETTIVI E APPROCCIO METODOLOGICO

---

PROFILO DI MISSIONE

**DIMENSIONAMENTO MINIMO SISTEMA**



FATTIBILITA' ECONOMICA

---

ANALISI COMPARATIVA

---

CONCLUSIONI

---

**CON MINIBUS DA 15 POSTI**

**MONTI 4 (sistema OPPORTUNITY)**

**SPIAGGE 4 (sistema OPPORTUNITY)**

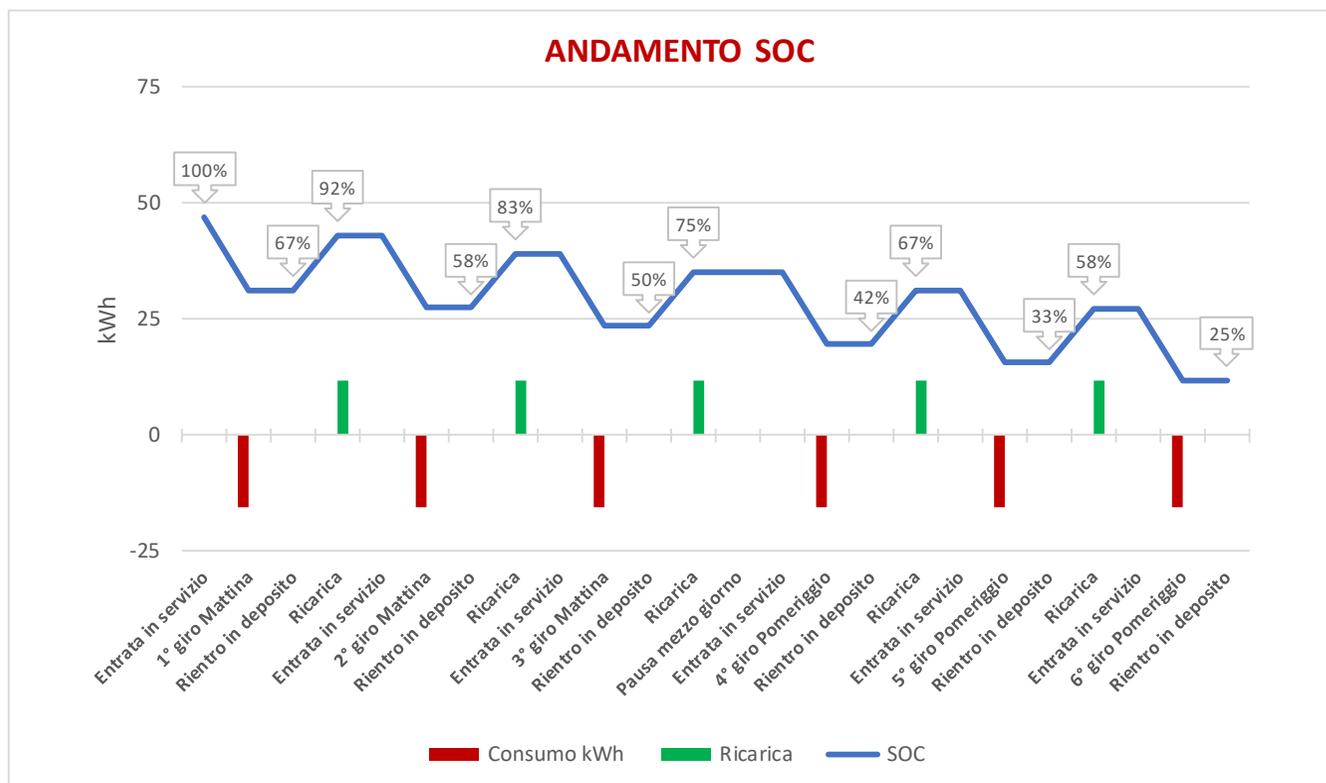
---



## MONTI 4a - SISTEMA OPPORTUNITY (1 di 2)

I risultati delle simulazioni dell'esercizio di almeno 3 corse al mattino e 3 al pomeriggio mostrano che per il percorso "Spiagge" un sistema OPPORTUNITY riesce a mantenere il SOC dei veicoli maggiori di 25% con le seguenti caratteristiche tecniche:

- **Capacità della batteria: 47 kWh**
- **Sistema di ricarica con potenza di almeno: 11 kW**
- **Tempo di ricarica al capolinea di La Pila di 1 ora e 5 minuti**





I tempi di percorrenza permettono un **intervallo di servizio di due ore e mezza.**

Percorso_1 Monti: La Pila - Sant'Ilario e San Pietro - Marina di Campo - Sant'Ilario e San Pietro - La Pila									CONSUMO E SOC		
Corsa	Descrizione corsa	Orario partenza	Fermata partenza	Fermata arrivo	Orario arrivo	Km	T. di percorrenza	Intervallo	Consumo kWh	Carica residua	SOC
1	Entrata in servizio	08:00:00	Deposito	La Pila	08:00:00	0	00:00:00		-	47,0	100%
	1° giro Mattina	<b>08:00:00</b>	La Pila-M. di Campo	La Pila	08:54:20	22,64	00:54:20		15,62	31,4	67%
	Rientro in deposito	08:54:20	La Pila	Deposito	08:54:20	0	00:00:00	01:00:00	-	31,4	67%
2	Ricarica	08:54:20			09:58:09			01:03:49	-	11,70	43,1
	Entrata in servizio	09:58:09	Deposito	La Pila	09:58:09	0	00:00:00		-	43,1	92%
	2° giro Mattina	<b>10:30:00</b>	La Pila-M. di Campo	La Pila	11:24:20	22,64	00:54:20	02:30:00	15,62	27,5	58%
3	Rientro in deposito	11:24:20	La Pila	Deposito	11:24:20	0	00:00:00		-	27,5	58%
	Ricarica	11:24:20			12:28:09			01:03:49	-	11,70	39,1
	Entrata in servizio	12:28:09	Deposito	La Pila	12:28:09	0	00:00:00		-	39,1	83%
4	3° giro Mattina	<b>13:00:00</b>	La Pila-M. di Campo	La Pila	13:54:20	22,64	00:54:20	02:30:00	15,62	23,5	50%
	Rientro in deposito	13:54:20	La Pila	Deposito	13:54:20	0	00:00:00		-	23,5	50%
	Ricarica	13:54:20			14:58:09			01:03:49	-	11,70	35,2
5	Pausa mezzo giorno	14:58:09			14:58:09			0:00:00	-	35,2	75%
	Entrata in servizio	14:58:09	Deposito	La Pila	14:58:09	0	00:00:00		-	35,2	75%
	4° giro Pomeriggio	<b>15:30:00</b>	La Pila-M. di Campo	La Pila	16:24:20	22,64	00:54:20	02:30:00	15,62	19,6	42%
6	Rientro in deposito	16:24:20	La Pila	Deposito	16:24:20	0	00:00:00		-	19,6	42%
	Ricarica	16:24:20			17:28:09			01:03:49	-	11,70	31,3
	Entrata in servizio	17:28:09	Deposito	La Pila	17:28:09	0	00:00:00		-	31,3	67%
7	5° giro Pomeriggio	<b>18:00:00</b>	La Pila-M. di Campo	La Pila	18:54:20	22,64	00:54:20	02:30:00	15,62	15,7	33%
	Rientro in deposito	18:54:20	La Pila	Deposito	18:54:20	0	00:00:00		-	15,7	33%
	Ricarica	18:54:20			19:58:09			01:03:49	-	11,70	27,4
8	Entrata in servizio	19:58:09	Deposito	La Pila	19:58:09	0	00:00:00		-	27,4	58%
	6° giro Pomeriggio	<b>20:30:00</b>	La Pila-M. di Campo	La Pila	21:24:20	22,64	00:54:20	02:30:00	15,62	11,8	25%
	Rientro in deposito	21:24:20	La Pila	Deposito	21:24:20	0	00:00:00		-	11,8	25%

Tempo di guida	5,43 h
N° ricariche in servizio	5
Tempo di singola carica	64 min
km percorsi	135,84 km
Arco di servizio mattino	08:00:00 13:54:20 5,91 h
Arco di servizio pomeriggio	15:30:00 21:24:20 5,91 h
Arco di servizio	08:00:00 21:24:20 13,41 h
Tempo in servizio complessivo	08:00:00 21:24:20 13,41 h
Tempo di ricarica	5,32 h
Pausa mezzo giorno	- h
Tempo in servizio complessivo - ricarica	8,09 h

Senza modificare le caratteristiche del sistema, si potrebbe effettuare un'ulteriore coppia di corse alle ore 23:00.



---

OBIETTIVI E APPROCCIO METODOLOGICO

---

PROFILO DI MISSIONE

**DIMENSIONAMENTO MINIMO SISTEMA**

FATTIBILITA' ECONOMICA

---

ANALISI COMPARATIVA

---

CONCLUSIONI

---

**CON MINIBUS DA 15 POSTI**

---

**MONTI 4 (sistema OPPORTUNITY)**

**SPIAGGE 4 (sistema OPPORTUNITY)**

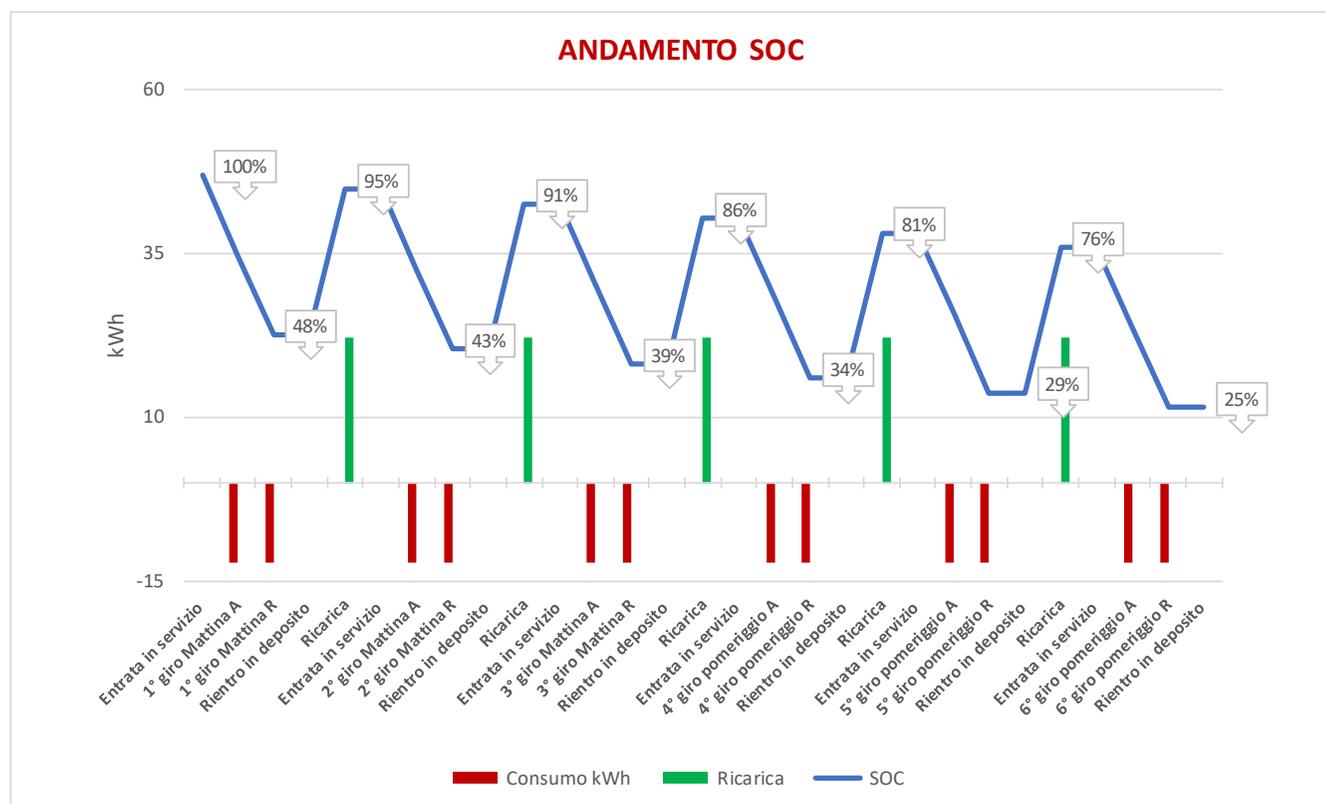




## SPIAGGE 4b - SISTEMA OPPORTUNITY (1 di 3)

I risultati delle simulazioni dell'esercizio col minibus, permettono di dedurre che è possibile effettuare almeno 4 corse giornaliere del percorso "Spiagge" un sistema OPPORTUNITY, riuscendo a mantenere il SOC dei veicoli maggiori di 25% con le seguenti caratteristiche tecniche:

- **Capacità della batteria: 47 kWh**
- **Sistema di ricarica con potenza di almeno: 11 kW**
- **Tempo di ricarica al capolinea di La Pila di 2 ore**





I tempi di percorrenza permettono un **intervallo di servizio di quattro ore con un solo veicolo.**

Percorso_2 Spiagge: La Pila - Bonalaccia - Marina di Campo - Cavoli - Fetovaia - Pomonte - Fetovaia - Cavoli - Mariana di Campo - Bonalaccia - La Pila											
Corsa	Descrizione corsa	Orario partenza	Fermata partenza	Fermata arrivo	Orario arrivo	Km	Tempo di percorrenza	Intervallo	Consumo kWh	Capacità residua	SOC
	Entrata in servizio	08:00:00	Deposito	La Pila	08:00:00	0	00:00:00		0,0	47,0	100%
1	1° giro Mattina A	<b>08:00:00</b>	La Pila	Pomonte	08:49:20	18,09	00:49:20		12,2	34,8	74%
1	1° giro Mattina R	08:57:20	Pomonte	La Pila	09:46:41	18,09	00:49:20		12,2	22,6	48%
	Rientro in deposito	09:46:41	La Pila	Deposito	09:46:41	0	00:00:00		0,0	22,6	48%
	Ricarica	9:46:41			11:47:41			02:01:00	-22,2	44,8	95%
	Entrata in servizio	11:47:41	Deposito	La Pila	11:47:41	0	00:00:00		0,0	44,8	95%
2	2° giro Mattina A	<b>12:00:00</b>	La Pila	Pomonte	12:49:20	18,09	00:49:20	04:00:00	12,2	32,6	69%
2	2° giro Mattina R	12:57:20	Pomonte	La Pila	13:46:41	18,09	00:49:20		12,2	20,4	43%
	Rientro in deposito	13:46:41	La Pila	Deposito	13:46:41	0	00:00:00		0,0	20,4	43%
	Ricarica	13:46:41			15:47:41			02:01:00	-22,2	42,6	91%
	Entrata in servizio	15:47:41	Deposito	La Pila	15:47:41	0	00:00:00		0,0	42,6	91%
3	3° giro Mattina A	<b>16:00:00</b>	La Pila	Pomonte	16:49:20	18,09	00:49:20	04:00:00	12,2	30,4	65%
3	3° giro Mattina R	16:57:20	Pomonte	La Pila	17:46:41	18,09	00:49:20		12,2	18,2	39%
	Rientro in deposito	17:46:41	La Pila	Deposito	17:46:41	0	00:00:00		0,0	18,2	39%
	Ricarica	17:46:41			19:47:41			02:01:00	-22,2	40,4	86%
	Entrata in servizio	19:47:41	Deposito	La Pila	19:47:41	0	00:00:00		0,0	40,4	86%
4	4° giro pomeriggio A	<b>20:00:00</b>	La Pila	Pomonte	20:49:20	18,09	00:49:20	04:00:00	12,2	28,2	60%
4	4° giro pomeriggio R	20:57:20	Pomonte	La Pila	21:46:41	18,09	00:49:20		12,2	16,0	34%
	Rientro in deposito	21:46:41	La Pila	Deposito	21:46:41	0	00:00:00		0,0	16,0	34%
	Ricarica	21:46:41			23:47:41			02:01:00	-22,2	38,1	81%
	Entrata in servizio	23:47:41	Deposito	La Pila	23:47:41	0	00:00:00		0,0	38,1	81%
5	5° giro pomeriggio A	<b>00:00:00</b>	La Pila	Pomonte	00:49:20	18,09	00:49:20	04:00:00	12,2	25,9	55%
5	5° giro pomeriggio R	00:57:20	Pomonte	La Pila	01:46:41	18,09	00:49:20		12,2	13,7	29%
	Rientro in deposito	01:46:41	La Pila	Deposito	01:46:41	0	00:00:00		0,0	13,7	29%
	Ricarica	1:46:41			3:47:41			02:01:00	-22,2	35,9	76%
	Entrata in servizio	03:47:41	Deposito	La Pila	03:47:41	0	00:00:00		0,0	35,9	76%
6	6° giro pomeriggio A	<b>04:00:00</b>	La Pila	Pomonte	04:49:20	18,09	00:49:20	04:00:00	12,2	23,7	50%
6	6° giro pomeriggio R	04:57:20	Pomonte	La Pila	05:46:41	18,09	00:49:20		12,2	11,5	25%
	Rientro in deposito	05:46:41	La Pila	Deposito	05:46:41	0	00:00:00		0,0	11,5	25%

Realizzando la simulazione dell'esercizio col minibus da 15 posti, si evince che le caratteristiche del sistema permettono di effettuare le sei coppie di corse, ma in un intervallo di tempo molto lungo, dovuto alla dilatata pausa per la ricarica intermedia.



## **SPIAGGE 4b - SISTEMA OPPORTUNITY (3 di 3)**

Visto i ridotti costi di investimento per questa tipologia di veicolo, aggiungendo un secondo veicolo sul percorso, si potrebbe dimezzare a due ore l'intervallo di servizio e garantire, nell'arco della giornata 8 corse. si potrebbero anche utilizzare 3 minibus, garantendo così l'intervallo di servizio di un'ora e venti minuti e 12 corse giornaliere.

### **A) Ipotesi partenze con due veicoli**

Minibus	1	2	1	2	1	2	1	2
Orario partenza da La Pila	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00

Si garantirebbe una partenza dal capolinea ogni 2 ore.

### **B) Ipotesi partenze con tre veicoli**

Minibus	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Orario partenza da La Pila	08:00	09:20	10:40	12:00	13:20	14:40	16:00	17:20	18:40	20:00	21:20	22:40

Si garantirebbe una partenza dal capolinea ogni ora e venti minuti.



---

**OBIETTIVI E APPROCCIO METODOLOGICO**

---

**PROFILO DI MISSIONE**

---

**DIMENSIONAMENTO MINIMO SISTEMA**

**FATTIBILITA' ECONOMICA**

**ANALISI COMPARATIVA**

---

**CONCLUSIONI**

---



Sulla base delle analisi svolte in precedenza si procede a realizzare una valutazione economica considerando:

1) Scenari di numero di minibus da acquisire:

- Scenario A: con 3 minibus operativi e uno di scorta, totale 4.
- Scenario B: con 4 minibus operativi e uno di scorta, totale 5.

2) In questo caso, il sistema di accumulo viene predefinito dal modello in valutazione pertanto il dimensionamento è stato indirizzato alla progettazione dell'esercizio al fine di garantire un S.o.C > del 25% .

3) L'architettura del sistema di ricarica, al fine di poter usufruire di colonnine a bassa potenza già disponibili o facilmente installabili sul territorio comunale è fissata con una postazione di ricarica a 11 kW.

4) In coerenza con le verifiche sulla localizzazione del deposito e della postazione di ricarica a La Pila, dove si troveranno le postazioni di ricarica.

5) Compatibilità del fabbisogno di investimenti stimato con il budget nella disponibilità del Comune (poco meno di 700k€).



Sono di seguito sintetizzate le stime degli investimenti necessari (punto di ricarica, deposito, e veicoli per entrambi percorsi) nei due scenari di configurazione, con 4 o 5 veicoli.

ITEMS	Scenario A	Scenario B
Punto di ricarica in deposito	3	4
Costo punto ricarica in deposito	- €	- €
<b>Costo totale punti di ricarica in deposito</b>	<b>- €</b>	<b>- €</b>
Deposito m2	0	0
Costo deposito m2	200 €	200 €
<b>Costo totale costruzione Deposito</b>	<b>- €</b>	<b>- €</b>
Numero di autobus	4	5
Costo singolo autobus	145.000 €	145.000 €
<b>Costo totale acquisto mezzi</b>	<b>580.000 €</b>	<b>725.000 €</b>
<b>Costo totale</b>	<b>580.000 €</b>	<b>725.000 €</b>

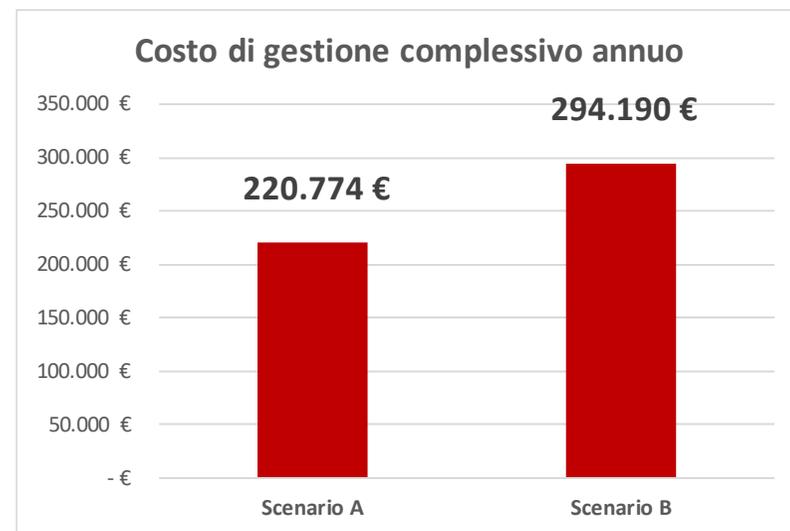
Dalla tabella si evince che il costo di costruzione del deposito è pari a zero dato che non è una infrastruttura necessaria per l'operatività del sistema. Nel caso in cui l'amministrazione reputasse opportuna la costruzione del menzionato deposito, **al netto della disponibilità dell'area** (verosimilmente e auspicabilmente di proprietà del Comune) il costo stimato oscillerebbe fra 12.000 e 15.000 euro. Questo valore stimato avrebbe un'influenza minore rispetto al costo d'acquisto dei veicoli. Si ipotizza che non vi saranno costi per l'installazione di postazioni di ricarica.



## Costo di gestione del percorso MONTI e SPIAGGE tecnologia Minibus Overnight

### SCENARI

	U.M.	PERCORSO 1: MONTI		PERCORSO 2: SPIAGGE	
		Scenario A	Scenario B	Scenario A	Scenario B
<b>costo del Personale (guida)</b>	€/periodo	<b>64.347</b>	<b>64.347</b>	<b>134.400</b>	<b>201.600</b>
costo unitario	(€/h)	40	40	40	40
nunero ore di servizio	(h/gg)	13,41	13,41	28,00	42,00
stagione estiva (120 gg)	(h/estate)	1.609	1.609	3.360	5.040
<b>Consumi</b>	€/periodo	<b>2.270</b>	<b>2.270</b>	<b>4.735</b>	<b>7.103</b>
costo energia trazione	€/kwh	0,202	0,202	0,202	0,202
consumo chilometrico	kWh/km	0,690	0,690	0,674	0,674
percorrenze/gg	km/gg	136	136	290	435
consumi giorno	kwh/gg	94	94	196	293
stagione estiva (120 gg)	kwh/est.	11.250	11.250	23.466	35.199
<b>Manutenzione parco</b>	€/periodo	<b>326,02</b>	<b>326,02</b>	<b>696,00</b>	<b>1.044,00</b>
periodo di garanzia	€/km	0,02	0,02	0,02	0,02
percorrenze/gg	km/gg	136	136	290	435
percorrenze/stagione estiva	km/est.	16.301	16.301	34.800	52.200
dal 3° anno (valore medio)	€/km	0,06	0,06	0,06	0,06
<b>Costi amministrativi</b>	€/anno	<b>3.500</b>	<b>3.500</b>	<b>10.500</b>	<b>14.000</b>
Assicurazione/bollo	€/bus	3.500	3.500	3.500	3.500
Numero autobus	n.	1	1	2	3
Scorta				1	1
<b>TOTALE COSTO</b>	<b>€/periodo</b>	<b>70.443</b>	<b>70.443</b>	<b>150.331</b>	<b>223.747</b>





## UNITÀ DI IMMAGAZZINAMENTO DI ENERGIA

Il **costo di sostituzione della batterie** dipende dalla loro vita utile e dal profilo di missione; è rappresentato nelle successive tabelle nei due differenti scenari, confrontato con le altre tecnologie precedentemente analizzate).

N° autobus acquistati	Autobus (6/8) metri				Minibus	
	2				4	5
Scenario	OVERNIGHT	FAST CHARGING (a)	FAST CHARGING (b)	OPPORTUNITY	OPPORTUNITY Scenario A	OPPORTUNITY Scenario B
Vita utile BUS	10					
Vita utile Batteria (cicli di vita)	1.500	150.000		1.500	1.500	1.500
N° cicli di ricarica annui (per autobus)	240	720	1560	720	450	480
Vita utile Batteria (anni)	6	208	96	2	3	3
N° sost. Batteria nella vita utile del bus	1	0		4	3	3
Costo parco batterie	71.600	0		24.000	38.000	47.000
<b>Costo complessivo</b> di sostituzione batterie nella vita utile dei bus	<b>71.600</b>	<b>0</b>		<b>96.000</b>	<b>125.000</b>	<b>147.000</b>
<b>Ammortamento annuo</b> costo sostituzione	<b>7.160</b>	<b>0</b>		<b>9.600</b>	<b>12.500</b>	<b>14.700</b>



## TCO - TOTAL COST OF OWNERSHIP

Il TCO è quantificato sulla vita utile di **10 anni** e composto dall'insieme dei costi di investimento e di gestione associati alle alternative tecnologiche considerate. Il TCO è così sintetizzato:

Scenari	Autobus (6/8) metri				Minibus	
	OVERNIGHT	FAST CHARGING (a)	FAST CHARGING (b)	OPPORTUNITY	OPPORTUNITY Scenario A	OPPORTUNITY Scenario B
N° autobus acquistati	2				4	5
[I1] Investimento acquisto autobus	600.000	600.000	600.000	450.000	580.000	725.000
[I3] Investimento per il deposito	12.000	0	0	12.000	0	0
[I4] Investimento infr. ricarica	300.000	150.000	150.000	300.000	0	0
<b>[Itot] Totale investimento lordo</b>	<b>912.000</b>	<b>750.000</b>	<b>750.000</b>	<b>762.000</b>	<b>580.000</b>	<b>725.000</b>
[F] Finanziamento	691.367					
<b>[1=Itot-F] Totale investimento netto</b>	<b>292.233</b>	<b>58.633</b>	<b>58.633</b>	<b>166.633</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
[CG] Costo annuo di gestione	67.901	65.501	65.555	77.501	220.707	294.089
<b>[2=CGx10] Costo di gestione per vita utile (10 anni)</b>	<b>670.901</b>	<b>650.501</b>	<b>650.555</b>	<b>770.501</b>	<b>2.207.070</b>	<b>2.940.890</b>
[3] Costo per la sostituzione Batterie	71.600	0	0	96.000	125.000	147.000
<b>[4=1+2+3] TCO - Total cost of Ownership</b>	<b>1.034.734</b>	<b>709.134</b>	<b>709.188</b>	<b>1.033.134</b>	<b>2.332.070</b>	<b>3.087.890</b>