

Piano della Mobilità Elettrica per la città di Salerno

#SalernoElettrica parte IV

*Stima delle stazioni di ricarica per il trasporto privato
Autobus elettrici nel trasporto pubblico: Vademecum*

CIG Z0A3109F7C

Responsible Division:	Responsible Unit:	Document Type:	Distribution Status:	Document State:
PTV	PTV SIS	Piano	Condiviso con il Cliente	Bozza
Prepared	PTV Sistema PTV			21.01.2023
Verified	Ing. Fabio Ingretolli PTV PM			21.01.2023
Approved	Dott. Ida Parisi RUP			
	Nome / Titolo, Gruppo		Firma	Data
Il presente documento e il suo contenuto sono di proprietà di PTV Group o delle sue controllate. Questo documento contiene informazioni riservate di proprietà. La riproduzione, la distribuzione, l'utilizzo o la comunicazione di questo documento o di qualsiasi parte di esso, senza espressa autorizzazione, è severamente vietata. I trasgressori saranno ritenuti responsabili per il pagamento dei danni.		Identity Number: PTV/SA/FI/004		
		Revision: 4.0	Language: IT	

Revisioni

Versione	Modificato	Data	Descrizione
1.0	PTV SIS	29.07.2022	Stima del numero di stazioni di ricarica
2.0	PTV SIS	29.11.2022	Stima del numero di stazioni di ricarica e vademecum su TPL
3.0	PTV SIS	30.11.2022	Stima del numero di stazioni di ricarica e vademecum su TPL - aggiornamento
4.0	PTV SIS	22.01.2023	Stima del numero di stazioni di ricarica e vademecum su TPL - finale

L'ultima versione di questo documento sostituisce tutte le versioni precedenti.

Indice

Sezione	Title	Pages
Indice figure		4
Indice tabelle		5
1	Terminologia	6
2	Ambito di applicazione del presente documento	7
2.1	Limitazioni	7
2.2	Riferimenti:: documenti correlati in ingresso	8
3	Stima dei punti di ricarica per la mobilità interna (I-I)	10
3.1	Applicazione del metodo disaggregato: consumo teorico e modello di consumo	10
4	Stima dei punti di ricarica per la mobilità di scambio: I-I e E-I	20
4.1	Applicazione del metodo disaggregato basato sul consumo teorico	20
4.1.1	Stima dei punti di ricarica per la mobilità di scambio I-E: consumo teorico	24
4.1.2	Stima dei punti di ricarica per la mobilità di scambio E-I: consumo teorico	26
5	Punti di ricarica per la mobilità di attraversamento: E-E	28
6	Analisi preliminare sulla capacità della rete elettrica	30
7	Indicazioni di piano	33
7.1	Colonnine di ricarica a servizio della mobilità interna	33
7.1.1	Strategia di intervento 1: in favore dei destinati	33
7.1.2	Strategia di intervento 2: in favore dei residenti	37
7.1.3	Strategia di intervento 3: in favore dei destinati e dei residenti	41
7.2	Colonnine di ricarica a servizio della mobilità di scambio	45
7.3	Disponibilità attuale della rete elettrica	49
7.4	Previsione sulla mobilità elettrica residenziale	52
7.5	Superfici utili per l'allocazione dei punti di ricarica: analisi qualitativa	55
7.5.1	Ipotesi di redistribuzione dei punti di ricarica per la mobilità interna: analisi preliminare	56
7.6	Interventi prioritari	71
7.7	Definizione degli obiettivi e degli indicatori di performance per il monitoraggio del Piano	73
7.8	Stima del rendimento di zona in funzione delle tariffe medie di ricarica	79
7.9	Ipotesi dei costi delle infrastrutture di ricarica	81
7.10	Interoperabilità delle infrastrutture di ricarica	85
7.10.1	Attori coinvolti nella realizzazione e nella gestione del servizio di ricarica	85
7.10.2	Interoperabilità del servizio di ricarica	86
8	Bus elettrici per il TPL: Vademecum	89
8.1	Autobus elettrici a batterie (BEB)	89
8.1.1	Il motore elettrico	90
8.1.2	Le Batterie	93

8.1.3	Direttiva sulle batterie a fine vita	96
8.1.4	Direttiva sul riciclaggio delle batterie	96
8.1.5	Report sui prezzi delle batterie	97
8.2	Autobus elettrici ibridi (HEB)	99
8.3	Autobus elettrici a celle a combustibile ad idrogeno (FCEB)	102
8.4	Specifiche tecniche per BEB urbani	104
8.5	Infrastrutture di ricarica per BEB	105
8.5.1	Tipologie di infrastrutture di ricarica per BEB	106
8.5.2	Norme tecniche relative alla progettazione delle infrastrutture di ricarica elettrica	110
8.5.3	Specifiche tecniche delle stazioni di ricarica per BEB	114

Indice figure

Figura 1-	Zonizzazione dell'area di studio della città di Salerno con relativi centroidi interni ed esterni	21
Figura 2-	Zonizzazione dell'area di studio e Tangenziale di Salerno	28
Figura 3-	Stazioni di rifornimento lungo la tangenziale di Salerno	29
Figura 4 –	Numero di installazioni per anno: strategia di intervento 1	34
Figura 5 -	Andamento del numero di installazioni nel tempo: strategia di intervento 1	34
Figura 6-	Distribuzione di punti di ricarica per zona di traffico al 2030 : strategia di intervento 1	36
Figura 7-	Numero di installazioni per anno: strategia di intervento 2	37
Figura 8-	Andamento del numero di installazioni nel tempo: strategia di intervento 2	38
Figura 9-	Distribuzione di punti di ricarica per zona di traffico al 2030 : strategia di intervento 2	40
Figura 10-	Numero di installazioni per anno: strategia di intervento 3	41
Figura 11-	Andamento del numero di installazioni nel tempo: strategia di intervento 3	42
Figura 12-	Distribuzione di punti di ricarica per zona di traffico al 2030 : strategia di intervento 3	44
Figura 13-	Colonna 4: Distribuzione di punti di ricarica per zona – Mobilità di scambio (I-E)	47
Figura 14-	Colonna 5: Distribuzione di punti di ricarica per zona – Mobilità di scambio (E-I)	48
Figura 15	Colonna 5: Distribuzione di punti di ricarica per zona – e-distribuzione	51
Figura 16-	Distribuzione di punti di ricarica per zona – Mobilità residenziale	54
Figura 17-	Aree di sosta individuate sul territorio	57
Figura 18-	Meccanismo di funzionamento del monitoraggio	73
Figura 19 -	Curva di diffusione dei veicoli elettrici	75
Figura 20-	Curva di adozione di veicoli elettrici	76
Figura 21-	Andamento delle immatricolazioni, parco circolante, tassi di crescita.	77
Figura 22-	Numero colonnine da installare ogni anno	78
Figura 23-	Sistema di interoperabilità del servizio di ricarica e attori coinvolti nel sistema- Fonte: Thales group.	87
Figura 24-	Tipologie di roaming	88
Figura 25-	Motore elettrico	89
Figura 26-	Configurazione del bus elettrico a batterie (BEB)	89
Figura 27-	Configurazione generale dei veicoli elettrici	90
Figura 28-	Funzionamento del motore elettrico	91
Figura 29-	Evoluzione del prezzo dei pacchi batteria. Valori in €/kWh. Fonte: Bloomberg New Energy Finance.	98
Figura 30-	Costo del pacco e delle celle. Valori in €/kWh. Fonte: Bloomberg New Energy Finance.	98
Figura 31-	Evoluzione del prezzo dei pacchi batterie con proiezione del prezzo al 2030. Valori in €/kWh. Fonte: Bloomberg New Energy Finance	99
Figura 32-	Configurazione in serie di un veicolo ibrido	99
Figura 33-	Configurazione in parallelo di un veicolo ibrido	101
Figura 34-	Configurazione del bus elettrico a celle a combustibile (FCEB)	103
Figura 35-	Elementi che costituiscono l'autobus a fuel cell (FCEB)	103
Figura 36-	Infrastruttura di ricarica in deposito	107
Figura 37-	a) Infrastruttura di ricarica con pantografo ai capolinea, b) alla fermata	108
Figura 38-	Ricarica wireless tramite sistemi interrati	109
Figura 39-	Tipologie di ricarica elettrica e potenza di ricarica – Fonte: PNire	111

Figura 40- Cartellonistica di segnalazione stazione di ricarica veicoli elettrici	114
---	-----

Indice tabelle

Tabella 1- Estratto del database di VISUM.....	10
Tabella 2- Estratto database-Ripartizione dei flussi di traffico	10
Tabella 3- Consumi e capacità teorici dei veicoli elettrici più venduti nel 2022.....	11
Tabella 4- Estratto database-Consumi per km percorsi.....	11
Tabella 5- Verifica di consistenza su posti auto (punti di ricarica in destinazione)	12
Tabella 6- Verifica di consistenza su posti auto (punti di ricarica in origine).....	12
Tabella 7- Punti di ricarica in destinazione	13
Tabella 8- Punti di ricarica in origine.....	14
Tabella 9- Possibili scenari di elettrificazione al 2030-Analisi in destinazione	15
Tabella 10- Possibili scenari di elettrificazione al 2030-Analisi in origine	16
Tabella 11- Verifica di consistenza su posti auto -Scenari medio e alto	17
Tabella 12- Punti di ricarica per zona di traffico (analisi in origine e in destinazione).....	17
Tabella 13- Analisi "mista": esigenza di ricarica in origine e in destinazione	19
Tabella 14- Estratto del database di VISUM_I-E	20
Tabella 15- Estratto del database di VISUM_E-I.....	21
Tabella 16- Estratto database-calcolo distanze medie	22
Tabella 17- Distanze medie pesate	23
Tabella 18- Estratto del database di VISUM corretto_I-E.....	23
Tabella 19- Estratto del database di VISUM corretto_E-I.....	23
Tabella 20- Estratto database-Ripartizione dei flussi di traffico_I-E	24
Tabella 21- Consumi e capacità teorici dei veicoli elettrici più venduti nel 2022.....	24
Tabella 22- Estratto database-Consumi per km percorsi_I-E.....	24
Tabella 23-Punti di ricarica in origine_I-E.....	25
Tabella 24- Verifica di consistenza su posti auto (punti di ricarica in origine)_I-E	26
Tabella 25- Estratto database-Ripartizione dei flussi di traffico_E-I	26
Tabella 26- Estratto database-Consumi per km percorsi_E-I.....	26
Tabella 27- Punti di ricarica in destinazione_E-I.....	27
Tabella 28- Verifica di consistenza su posti auto (punti di ricarica in destinazione)_I-E.....	27
Tabella 29- Stazioni di rifornimento lungo la tangenziale di Salerno	29
Tabella 30- Caratteristiche dei punti di ricarica lungo tangenziale di Salerno (fonte sagelio)	30
Tabella 31- Analisi preliminare e-distribuzione	30
Tabella 32- Scenari 1 e 2 di e-distribuzione	32
Tabella 33 – Totale di colonnine di ricarica da installare ogni anno: strategia di intervento 1	33
Tabella 34 - Colonnine di ricarica per zona di traffico: strategia di intervento 1.....	35
Tabella 35 - Totale di colonnine di ricarica da installare ogni anno: strategia di intervento 2	37
Tabella 36- Colonnine di ricarica per zona di traffico: strategia di intervento 2.....	39
Tabella 37- Totale di colonnine di ricarica da installare ogni anno: strategia di intervento 3	41
Tabella 38- Colonnine di ricarica per zona di traffico: strategia di intervento 3.....	43
Tabella 39- Colonnine di ricarica per la mobilità di scambio	46
Tabella 40- Disponibilità attuale della rete elettrica: analisi preliminare e-distribuzione	50
Tabella 41- Punti di ricarica per zona di traffico-Mobilità residenziale	52
Tabella 42-Aree di sosta fuori strada ad accesso pubblico	58
Tabella 43- Individuazioni delle superfici utili per zona di traffico	63
Tabella 44- Ipotesi di redistribuzione: Strategia di intervento 1	65
Tabella 45- Ipotesi di redistribuzione: Strategia di intervento 2	67
Tabella 46- Ipotesi di redistribuzione: Strategia di intervento 3	69
Tabella 47- Scala di priorità.....	71
Tabella 48- Interventi prioritari.....	72
Tabella 49- Valore di mercato potenziale da raggiungere al 2030	74
Tabella 50- Immatricolato elettrico e parco circolante elettrico del Comune di Salerno (2019-2020).....	74
Tabella 51 - Applicazione del modello di Bass	75
Tabella 52- Immatricolazioni, parco circolante e tasso di crescita.....	76
Tabella 53- Numero colonnine da installare ogni anno	77
Tabella 54- Indicatori di performance per il monitoraggio del piano	78
Tabella 55- Tariffe medie.....	79
Tabella 56- Stima del rendimento di zona in funzione delle tariffe medie di ricarica	80

Tabella 57- Ipotesi dei costi dei dispositivi di ricarica dei veicoli elettrici	84
Tabella 58- Modalità operativa di un veicolo ibrido in serie	100
Tabella 59- Modalità operativa di un veicolo ibrido in parallelo	101
Tabella 60- Specifiche tecniche di autobus urbani elettrici di 8 m e 12 m	104
Tabella 61- Specifiche tecniche di autobus urbani elettrici di 12 m	104
Tabella 62- Specifiche tecniche di autobus urbani elettrici di 18 m	105
Tabella 63- Caratteristiche di ciascuna tipologia di ricarica	110
Tabella 64- Tipologie di prese e connettori per veicoli elettrici	112
Tabella 65- Stazioni di ricarica accelerata a parete	114
Tabella 66- Stazioni di ricarica veloce a colonna.....	115
Tabella 67- Stazioni di ricarica in corrente continua ad alta potenza.....	115
Tabella 68- Stazioni di ricarica ad alta potenza tramite pantografo	116
Tabella 69- Stazione di ricarica lenta a parete	117

1 Terminologia

Acronimo	Descrizione
AC	Corrente Alternata
DC	Corrente Continua /Direct Current
PUMS	Piani Urbani per la Mobilità Sostenibile
PNRR	Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
PGTU	Piano Generale Del Traffico Urbano
PUC	Piano Urbanistico Comunale
PNIEC	Piano Nazionale Integrato Energia e Clima
PNIRE	Piano Nazionale infrastrutturale per la ricarica dei veicoli alimentati ad energia elettrica
MISE	Ministero Dello Sviluppo Economico
ITS	Intelligent Transportation System
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle
E-REV	Range-Extender Electric Vehicle
EV	Electric Vehicle
SPM	Interior Permanent Magnet
IPM	Surface Permanent Magnet
DAFI	Decreto legislativo di attuazione della direttiva 2014/94/UE
CPO	Charge Point Operator
EMSP	Electric Mobility Service Provider
RNO	Roaming Network Operator
BEB	Battery Electric Bus

2 Ambito di applicazione del presente documento

Scopo di questo documento è quello di fornire una sintesi dei risultati delle stime del numero e della tipologia di stazioni di ricarica per la città di Salerno attraverso l'applicazione di un metodo analitico basato sulla stima disaggregata e sulla determinazione degli effettivi consumi dei veicoli elettrici. Il metodo applicato consente di stimare i punti di ricarica a servizio della mobilità interna e della mobilità di scambio riferita all'area di studio. Viene fornita inoltre un'analisi qualitativa sull'individuazione delle possibili superfici utili per l'allocazione delle colonnine, sulla base della quale è stata ipotizzata una redistribuzione dei punti di ricarica per le zone che presentano maggiori criticità, e l'individuazione degli interventi prioritari. A supporto del monitoraggio del Piano, vengono individuati gli indicatori di performance principali. A integrazione del piano stesso, viene fornita, inoltre, una stima del rendimento di zona in funzione delle tariffe medie di ricarica, una previsione di massima dei costi delle infrastrutture di ricarica e indicazioni relative all'interoperabilità delle colonnine di ricarica, individuando i principali attori coinvolti nella realizzazione dell'infrastruttura di ricarica e nella gestione del servizio di ricarica. In conclusione, il presente documento riporta un Vademecum sugli autobus elettrici sulle relative infrastrutture di ricarica, e rappresenta uno strumento per guidare il comune verso l'implementazione di una rete di trasporto pubblico locale di bus elettrici.

2.1 Limitazioni

Il documento fornisce un quadro esauriente delle potenziali esigenze di ricarica della città di Salerno. È bene, tuttavia, evidenziare che l'attuazione operativa del piano richiederà necessariamente un piano attuativo di dettaglio che, partendo da indirizzi politici, dovrà prevedere un'interazione con le differenti direzioni tecniche del comune, nonché una interazione di dettaglio con la società di distribuzione dell'energia *e-distribuzione* e con la società *Salerno Mobilità*.

2.2 Riferimenti:: documenti correlati in ingresso

- [1] C.Fiori, V. Arcidiacono, G. Fontaras, M. Makridis, K. Mattas, V. Marzano, C. Thiel, B. Ciuffo, "The effect of electrified mobility on the relationship between traffic conditions and energy consumption". Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 67, 2019, Pages 275-290, ISSN 1361-9209, doi: 10.1016/j.trd.2018.11.018.
- [2] Circolare 2/2018. https://www.vigilfuoco.it/allegati/PI/DisposizioniGeneraliPI/COORD_C_05_11_2018_n_2_RI_CARICA_AUTO_ELETTRICHE.pdf
- [3] CIVITAS. 2013. https://civitas.eu/sites/default/files/civ_pol-an_web.pdf
- [4] Decreto legislativo 76/2020. <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/2020/07/16/178/so/24/sg/pdf>
- [5] DIRETTIVA 2006/66/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:32006L0066>
- [6] Electric buses: a review of alternative powertrains. Moataz Mahmoud, Ryan Garnett, Mark Ferguson, Pavlos Kanaroglou.
- [7] eMobility. 2021. <https://www.ttsitalia.it/emobility-pubblicato-in-gazzetta-il-regolamento-su-punti-di-ricarica-per-autobus-elettrici/>
- [8] GTT. 2019. <https://emob-italia.it/wp-content/uploads/2019/10/27-Nicolello.pdf>
- [9] INSIDEEVS. 2022. <https://insideevs.it/news/567613/toyota-caetano-autobus-idrogeno-city-gold/>
- [10] IVECO BUS. <https://www.iveco.com/ivecobus/it-it/Pages/Home-Page.aspx>
- [11] KARSAN (Specifiche Tecniche). <https://www.karsan.com/it>
- [12] L'INDIPENDENTE. 2022. [https://www.lindipendente.online/2022/03/14/batterie-leuropa-adotta-un-regolamento-per-il-ciclo-di-vita-sostenibile/#:~:text=Ambiente-Batterie%2C%20l'europa%20adotta%20un%20regolamento%20per,il%20ciclo%20di%20vita%20sostenibile&text=Il%20Parlamento%20europeo%20ha%20adottato,2019%20\(2019%20F1020\).](https://www.lindipendente.online/2022/03/14/batterie-leuropa-adotta-un-regolamento-per-il-ciclo-di-vita-sostenibile/#:~:text=Ambiente-Batterie%2C%20l'europa%20adotta%20un%20regolamento%20per,il%20ciclo%20di%20vita%20sostenibile&text=Il%20Parlamento%20europeo%20ha%20adottato,2019%20(2019%20F1020).)
- [13] Mercedes-Benz (Specifiche Tecniche). https://www.mercedes-benz-bus.com/it_IT/home.html
- [14] Mutus-e. 2022. https://www.motus-e.org/studi_e_ricerche/autobus-elettrici-nel-trasporto-pubblico-un-vademecum-2/
- [15] On the role of battery degradation in en-route charge scheduling for an electric bus system. Ziling Zeng, Shuaian Wang, Xiaobo Qu.
- [16] PANELECTRIC. 2022. <https://www.npeitalia.it/normativa-pile-accumulatori/?cn-reloaded=1>
- [17] Parco veicoli, schede tecniche. Gruppo Torinese Trasporto Pubblico Locale.
- [18] PGTU (2019). Documenti forniti dal Comune di Salerno.
- [19] Piano Capitolino della Mobilità Elettrica 2017-2020 https://www.comune.roma.it/web-resources/cms/documents/PIANO_MOB_ELETTERICA.pdf
- [20] PNIRE (2015). <https://www.governo.it/sites/governo.it/files/PNire.pdf>
- [21] PROGEMA s.r.l. 2020. <https://www.cbamministrazioni.it/wp-content/uploads/2020/07/INSTALLAZIONE-DI-PUNTI-DI-RICARICA-PER-VEICOLI-ELETTRICI-ENTRO-BOX-E-AUT...-1.pdf>

- [22] PUMS. Documenti forniti dal Comune di Salerno.
- [23] REGOLAMENTO (UE) 2019/1020 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R1020&from=ES>
- [24] REGOLAMENTO DELEGATO (UE) 2021/1444 DELLA COMMISSIONE. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:32021R1444>
- [25] ARERA. 2021. https://www.arera.it/allegati/pubblicazioni/210503_dispositivi_ricarica.pdf
- [26] E-Ricarica. 2022. <https://e-ricarica.it/interoperabilita-cose-e-perche-e-importante/>
- [27] Insideevs. 2022. <https://insideevs.it/news/561788/enel-a2a-colonnine-interoperabilita/>
- [28] Dovericaricare.it <https://www.dovericaricare.it/differenza-tra-cpo-msp>
- [29] e-station.it. <https://www.e-station.it/ricarica-auto-elettrica-per-amministrazioni-pubbliche.html>
- [30] EVBOX Everon. <https://docs.everon.io/support/roaming/understanding-roaming/what-is-roaming>
- [31] Alvolante.it. (2022, dicembre) https://www.alvolante.it/da_sapere/quanto-costa-ricaricare-auto-elettrica-380838#:~:text=In%20media%2C%20si%20parte%20da,rapida%20a%20potenza%20pi%C3%B9%20elevata.

3 Stima dei punti di ricarica per la mobilità interna (I-I)

Il presente deliverable si concentra sulla stima dei punti di ricarica da distribuire sul territorio, attraverso l'applicazione del metodo disaggregato, applicazione che, come già anticipato in precedenza, non può prescindere dalla raccolta dei dati input necessari e delle analisi preliminari condotte nella Parte III del presente documento. Il metodo si basa sull'attuale configurazione di mobilità della città di Salerno, ipotizzando quindi, che le abitudini di mobilità dei salernitani rimarranno costanti da qui al 2030. In riferimento all'area di studio, è stato stimato il numero ottimale di punti di ricarica, a servizio della mobilità interna, per ciascuna macrozona, e per ciascuna zona di traffico in cui è stato suddiviso il territorio.

3.1 Applicazione del metodo disaggregato: consumo teorico e modello di consumo

Il metodo disaggregato consente di stimare il numero di punti di ricarica sulla base dell'esigenza di ricarica, determinata valutando i consumi dei veicoli elettrici sulla base di analisi relative, ai flussi di domanda, alle distanze percorse e alle relative velocità, e calcolando la frequenza di ricarica. L'applicazione di questo metodo è stata condotta avvalendosi del modello di macro-simulazione trasportistico implementato mediante l'ausilio del software Visum. In questo modo è stato possibile estrarre dal software i dati di partenza per effettuare la stima disaggregata, sintetizzati in Tabella 1:

Tabella 1- Estratto del database di VISUM

NumZonaO	NumZonaDest	Indice di percorso	Flusso di traffico	Lung (km)	velocità media (km/h)
1	2	1	5.74	3.41	23.82
1	3	1	8	2.18	40.50
1	4	1	8	2.72	26.96
1	5	1	6.62	3.08	40.92
1	6	1	5.68	3.74	13.05

Il primo passaggio è stato quello di calcolare il flusso di veicoli elettrici, per ogni zona origine-destinazione e per ogni possibile percorso, ipotizzato pari al 5% del flusso totale. A partire da tale valore, è stata poi effettuata la ripartizione per segmento auto in funzione delle percentuali determinate per la città di Salerno, sintetizzate in Tabella 2.

Tabella 2- Estratto database-Ripartizione dei flussi di traffico

Flusso tot	% BEV	Segmento A (%)	Segmento B (%)	Segmento C (%)	Segmento D (%)	Segmento E (%)
	5%	19%	29%	27%	18%	7%
5.74	0.29	0.06	0.08	0.08	0.05	0.02
8	0.40	0.08	0.11	0.11	0.07	0.03
8	0.40	0.08	0.11	0.11	0.07	0.03
6.62	0.33	0.06	0.09	0.09	0.06	0.02
5.68	0.28	0.05	0.08	0.08	0.05	0.02

La stima del numero di punti di ricarica è stata effettuata a partire dal calcolo dei consumi attraverso due approcci. L'approccio 1 ha previsto l'utilizzo dei consumi teorici e dalla capacità teorica relativi ai veicoli elettrici più venduti per ciascun segmento auto (Tabella 3).

Tabella 3- Consumi e capacità teorici dei veicoli elettrici più venduti nel 2022

Segmento	A	B	C	D	E
Brand	FIAT	Dacia	Volkswagen	Tesla	Tesla
Modello	500	Spring	ID.3	Model 3	Model Y
Consumi (kWh/km)	0.177	0.11	0.156	0.149	0.196
Capacità (kWh) ridotta del 20%	33	21	36	60	60

L'approccio 2 ha previsto invece il calcolo dei consumi attraverso l'utilizzo della funzione di consumo riferita ad un veicolo elettrico di segmento auto C (Nissan Leaf), per il quale la capacità ridotta del 20% è pari a 34 kWh.

Moltiplicando i consumi in kWh/km per la lunghezza in km è stato stimato il consumo in kWh per entrambi gli approcci (Tabella 4).

Tabella 4- Estratto database-Consumi per km percorsi

Consumi per km percorsi					
approccio 1_A	approccio 1_B	approccio 1_C	approccio 1_D	approccio 1_E	approccio 2_C
2.34	1.45	2.06	1.97	2.59	1.41
1.69	1.05	1.49	1.42	1.87	0.84
1.97	1.23	1.74	1.66	2.19	1.14
2.17	1.35	1.91	1.83	2.40	1.08
2.52	1.57	2.22	2.12	2.79	1.82

Dalla Tabella 41 è possibile notare che, considerando di confrontare i due approcci in riferimento al solo segmento auto C, i consumi in kWh ottenuti con l'approccio 1 sono sempre maggiori di quelli ottenuti con l'approccio 2, ovvero determinati con la funzione di consumo.

Con l'obiettivo di stimare i punti di ricarica in destinazione, il passaggio successivo è stato quello calcolare la frequenza di ricarica, e quindi il numero di spostamenti che è possibile effettuare con un pieno di ricarica, per ogni zona di destinazione in funzione della media pesata dei consumi rispetto ai flussi di traffico.

Rapportando poi tale valore alle macrozone individuate per l'area di studio, ovvero effettuando una media della frequenza tra le diverse zone appartenenti alla stessa macrozona, si può stimare la frequenza di ricarica per ogni macrozona.

Dividendo poi i flussi di traffico dei veicoli elettrici ripartiti per ogni segmento auto, per la frequenza di ricarica, si ottiene il numero di prese di ricarica, e di conseguenza, il numero di punti di ricarica da garantire per soddisfare il fabbisogno di ciascun segmento auto, per ogni macrozona.

In riferimento all'approccio 1, per ottenere il numero totale di colonnine di ricarica è stata effettuata una semplice somma su ogni segmento auto, ottenendo così un totale di 256 punti di ricarica. Per l'approccio 2, che si ricorda si riferisce al solo segmento auto C, sono stati considerati comunque cinque segmenti, ma ipotizzando che siano tutti di tipo C e si è ottenuto un totale di colonnine di ricarica pari a 288. È stata inoltre condotta una verifica di consistenza (Tabella 5) sui posti auto disponibili per la città di Salerno, per verificare la fattibilità dei due scenari operativi ottenuti; tale verifica ha mostrato che, in riferimento alla stima delle colonnine di ricarica in destinazione, è necessario prevedere, considerando l'approccio 1, uno stallo di ricarica ogni 23 posti auto, considerando l'approccio 2, uno stallo di ricarica ogni 20 posti auto disponibili.

Tabella 5- Verifica di consistenza su posti auto (punti di ricarica in destinazione)

		approccio_1	approccio_2_C
Verifica su posti auto	Tot_ colonnine	256	288
	Posti auto necessari	512	576
	Posti auto esistenti	11736	
	Tot_{stalli di ricarica/posti auto}	23	20

Lo stesso metodo è stato poi applicato considerando di voler stimare il numero di punti di ricarica in origine. In tal caso il numero totale di punti di ricarica ottenuto è pari a 268, per l'approccio 1, e 301 per l'approccio 2 (Tabella 6). Dalla verifica di consistenza sui posti auto disponibili, si evince che con un totale di colonnine pari a 268, è necessario prevedere uno stallo di ricarica ogni 22 posti auto, invece con un totale di colonnine pari a 301, è necessario prevedere uno stallo di ricarica ogni 19 posti auto.

Tabella 6- Verifica di consistenza su posti auto (punti di ricarica in origine)

		approccio_1	approccio_2_C
Verifica su posti auto	Tot_ colonnine	268	301
	Posti auto necessari	536	603
	Posti auto esistenti	11736	
	Tot_{stalli di ricarica/posti auto}	22	19

Nelle Tabelle 7 e 8, si riportano i risultati ottenuti dai quali si evince che, il numero di punti stimati in destinazione con il metodo disaggregato basato sul modello di consumo, non si discosta poi molto dai risultati ottenuti mediante l'approccio basato sul consumo teorico.

Tabella 7- Punti di ricarica in destinazione

Macrozone	ANALISI PER DESTINAZIONE: frequenza di ricarica, prese di ricarica, punti di ricarica																			TOTALI				
	Flussi		approccio 1_A			approccio 1_B			approccio 1_C			approccio 1_D			approccio 1_E			approccio 2_C			approccio_1		approccio_2_C	
	Totali	EV	Frequenza_ricarica	19% flusso_EV	N _{prese}	Frequenza_ricarica	29% flusso_EV	N _{prese}	Frequenza_ricarica	27% flusso_EV	N _{prese}	Frequenza_ricarica	18% flusso_EV	N _{prese}	Frequenza_ricarica	7% flusso_EV	N _{prese}	Frequenza_ricarica	100% flusso_EV	N _{prese}	TOT_prese	TOT_punti	TOT_prese	TOT_punti
1	1102.53	55.13	3	10.60	3	2	15.75	8	3	15.04	5	3	10.00	4	4	3.74	1	2	15.04	6	20	10	23	12
2	1403.63	70.18	3	13.50	5	2	20.05	11	3	19.15	7	2	12.73	5	3	4.76	1	2	19.15	9	29	15	32	16
3	1009.90	50.50	3	9.71	4	2	14.43	9	2	13.78	6	2	9.16	4	3	3.42	1	2	13.78	7	25	12	26	13
4	1153.63	57.68	2	11.09	5	1	16.48	12	2	15.74	8	2	10.46	6	2	3.91	2	2	15.74	9	32	16	34	17
5	1048.19	52.41	2	10.08	4	2	14.97	10	2	14.30	7	2	9.50	5	3	3.55	1	2	14.30	7	26	13	27	14
6	1037.71	51.89	3	9.98	4	2	14.82	9	2	14.16	6	2	9.41	4	3	3.52	1	2	14.16	7	24	12	26	13
7	982.98	49.15	3	9.45	3	2	14.04	8	2	13.41	6	2	8.91	4	3	3.33	1	2	13.41	7	22	11	25	12
8	1034.70	51.73	3	9.95	4	2	14.78	9	2	14.12	6	2	9.38	4	3	3.51	1	2	14.12	8	25	13	30	15
9	939.18	46.96	3	9.03	3	2	13.42	8	3	12.81	5	2	8.51	4	3	3.18	1	2	12.81	6	20	10	23	11
10	1720.22	86.01	2	16.54	7	2	24.57	16	2	23.47	11	2	15.60	8	3	5.83	2	2	23.47	13	44	22	48	24
11	1074.21	53.71	3	10.33	4	2	15.35	10	2	14.66	6	2	9.74	5	3	3.64	1	2	14.66	8	26	13	31	15
12	1100.26	55.01	2	10.58	4	2	15.72	10	2	15.01	7	2	9.97	5	3	3.73	1	2	15.01	9	28	14	32	16
13	996.85	49.84	3	9.59	4	2	14.24	9	2	13.60	6	2	9.04	4	3	3.38	1	2	13.60	7	25	12	27	14
14	1501.99	75.10	2	14.44	6	1	21.46	15	2	20.49	10	2	13.62	7	3	5.09	2	2	20.49	12	39	20	44	22
15	1508.16	75.41	2	14.50	6	2	21.55	14	2	20.58	10	2	13.67	7	3	5.11	2	2	20.58	12	38	19	44	22
16	998.78	49.94	3	9.60	4	2	14.27	9	2	13.63	6	2	9.05	4	3	3.38	1	2	13.63	8	23	12	28	14
17	1118.50	55.93	3	10.75	4	2	15.98	9	3	15.26	6	3	10.14	4	3	3.79	1	2	15.26	8	23	12	28	14
18	547.21	27.36	4	5.26	1	2	7.82	3	4	7.47	2	3	4.96	1	4	1.85	0	3	7.47	3	8	4	11	5
19	448.17	22.41	5	4.31	1	3	6.40	2	4	6.12	1	4	4.06	1	5	1.52	0	3	6.12	2	6	3	8	4
20	143.37	7.17	6	1.38	0	4	2.05	1	6	1.96	0	5	1.30	0	7	0.49	0	4	1.96	1	1	1	2	1
21	348.98	17.45	3	3.36	1	2	4.99	2	3	4.76	2	3	3.16	1	4	1.18	0	2	4.76	2	7	3	8	4
22	381.56	19.08	3	3.67	1	2	5.45	3	3	5.21	2	2	3.46	1	3	1.29	0	2	5.21	3	8	4	10	5
23	306.07	15.30	4	2.94	1	2	4.37	2	3	4.18	1	3	2.77	1	4	1.04	0	2	4.18	2	5	3	6	3
24	238.32	11.92	4	2.29	1	3	3.40	1	4	3.25	1	3	2.16	1	5	0.81	0	3	3.25	1	4	2	4	2
																				Σ	511	256	576	288



Tabella 8- Punti di ricarica in origine

ANALISI PER ORIGINE: frequenza di ricarica, prese di ricarica, punti di ricarica																				TOTALI				
Macrozone	Flussi		approccio 1_A			approccio 1_B			approccio 1_C			approccio 1_D			approccio 1_E			approccio 2_C			approccio_1		approccio_2_C	
	Totali	EV	Frequenza _{ricarica}	19% flusso_EV	N _{prese}	Frequenza _{ricarica}	29% flusso_EV	N _{prese}	Frequenza _{ricarica}	27% flusso_EV	N _{prese}	Frequenza _{ricarica}	18% flusso_EV	N _{prese}	Frequenza _{ricarica}	7% flusso_EV	N _{prese}	Frequenza _{ricarica}	100% flusso_EV	N _{prese}	TOT_prese	TOT_punti	TOT_prese	TOT_punti
1	675.63	33.78	3	6.50	2	2	9.65	6	2	9.22	4	2	6.13	3	3	2.29	1	2	9.22	5	15	8	17	9
2	588.55	29.43	2	5.66	2	1	8.41	6	2	8.03	4	2	5.34	3	3	1.99	1	2	8.03	5	15	8	17	8
3	872.89	43.64	2	8.39	4	1	12.47	10	2	11.91	7	2	7.91	5	2	2.96	1	2	11.91	8	26	13	28	14
4	852.82	42.64	2	8.20	4	1	12.18	10	2	11.64	7	2	7.73	5	2	2.89	1	2	11.64	8	28	14	28	14
5	384.30	19.21	2	3.70	2	1	5.49	5	2	5.24	3	2	3.48	2	2	1.30	1	1	5.24	4	13	6	13	7
6	311.20	15.56	2	2.99	1	1	4.45	3	2	4.25	2	2	2.82	1	3	1.05	0	2	4.25	2	8	4	9	4
7	1255.26	62.76	2	12.07	5	1	17.93	13	2	17.13	9	2	11.38	6	3	4.25	2	2	17.13	9	34	17	34	17
8	1360.27	68.01	2	13.08	5	2	19.43	13	2	18.56	8	2	12.33	6	3	4.61	2	2	18.56	10	34	17	36	18
9	788.93	39.45	2	7.59	3	1	11.27	8	2	10.76	6	2	7.15	4	2	2.67	1	2	10.76	7	22	11	25	12
10	400.26	20.01	2	3.85	2	1	5.72	4	2	5.46	3	2	3.63	2	2	1.36	1	2	5.46	4	12	6	13	7
11	724.36	36.22	2	6.97	3	1	10.35	8	2	9.88	5	2	6.57	4	2	2.45	1	2	9.88	6	21	10	23	11
12	646.94	32.35	2	6.22	3	1	9.24	7	2	8.83	5	2	5.87	3	2	2.19	1	2	8.83	6	18	9	21	11
13	1616.42	80.82	2	15.54	7	1	23.09	17	2	22.06	11	2	14.65	8	2	5.48	2	2	22.06	15	46	23	53	27
14	2074.01	103.70	2	19.94	9	1	29.63	21	2	28.30	14	2	18.80	10	2	7.03	3	1	28.30	19	57	29	70	35
15	1462.57	73.13	2	14.06	6	1	20.89	14	2	19.96	9	2	13.26	7	3	4.96	2	2	19.96	12	38	19	44	22
16	781.77	39.09	3	7.52	3	2	11.17	7	2	10.67	4	2	7.09	3	3	2.65	1	2	10.67	6	18	9	21	11
17	1180.41	59.02	3	11.35	4	2	16.86	9	3	16.11	6	3	10.70	4	3	4.00	1	2	16.11	8	24	12	28	14
18	161.74	8.09	5	1.56	0	3	2.31	1	5	2.21	0	5	1.47	0	6	0.55	0	3	2.21	1	2	1	2	1
19	480.03	24.00	7	4.62	1	4	6.86	2	6	6.55	1	6	4.35	1	7	1.63	0	4	6.55	2	4	2	6	3
20	95.19	4.76	7	0.92	0	4	1.36	0	6	1.30	0	6	0.86	0	7	0.32	0	4	1.30	0	1	0	1	1
21	732.58	36.63	3	7.04	2	2	10.47	5	3	10.00	3	3	6.64	2	4	2.48	1	3	10.00	3	14	7	12	6
22	2115.08	105.75	3	20.34	7	2	30.22	16	3	28.86	11	3	19.18	8	3	7.17	2	2	28.86	14	43	22	52	26
23	914.04	45.70	3	8.79	3	2	13.06	7	3	12.47	5	3	8.29	3	3	3.10	1	2	12.47	5	18	9	20	10
24	1669.85	83.49	4	16.06	4	3	23.85	9	4	22.78	6	4	15.14	4	5	5.66	1	3	22.78	8	24	12	29	14
																				Σ	536	268	603	301



Da un confronto tra i due approcci si è ritenuto opportuno considerare i risultati ottenuti attraverso l'applicazione del modello di consumo che consente di stimare il numero di colonnine di ricarica in funzione, oltre che dei consumi dei veicoli elettrici, anche della velocità media di percorso.

Per maggior dettaglio, oltre all'ipotesi di *market penetration* del 5% (**Scenario basso**), appena illustrata, sono state considerate altre due ipotesi di scenario, circa l'obiettivo di elettrificazione da raggiungere al 2030.

- **Scenario medio:** *market penetration* del 15%: si ipotizza al 2030 di soddisfare il fabbisogno di ricarica del 15% dei flussi veicolari totali;
- **Scenario alto:** *market penetration* del 30%: si ipotizza al 2030 di soddisfare il fabbisogno di ricarica del 30% dei flussi veicolari totali.

La Tabella 9 offre un confronto di sintesi dei risultati ottenuti sulla base dei tre scenari implementati per la stima dei punti di ricarica in destinazione. In Tabella10 si riportano, invece, i risultati relativi alla stima dei punti di ricarica in origine.

Tabella 9- Possibili scenari di elettrificazione al 2030-Analisi in destinazione

Macrozone	METODO DISAGGREGATO-Modello di consumo-Analisi in destinazione					
	scenario basso: 5% BEV		scenario medio: 15% BEV		scenario alto: 30% BEV	
	TOT_prese	TOT_punti	TOT_prese	TOT_punti	TOT_prese	TOT_punti
1	23	12	70	35	139	70
2	32	16	97	48	193	97
3	26	13	79	40	159	79
4	34	17	101	51	203	101
5	27	14	82	41	164	82
6	26	13	77	38	154	77
7	25	12	74	37	148	74
8	30	15	89	44	177	89
9	23	11	68	34	135	68
10	48	24	143	72	286	143
11	31	15	92	46	183	92
12	32	16	96	48	192	96
13	27	14	82	41	163	82
14	44	22	132	66	263	132
15	44	22	131	66	263	131
16	28	14	85	43	170	85
17	28	14	85	43	171	85
18	11	5	32	16	64	32
19	8	4	23	11	46	23
20	2	1	6	3	11	6
21	8	4	24	12	48	24
22	10	5	30	15	60	30
23	6	3	19	9	37	19
24	4	2	13	6	26	13
Σ	576	288	1728	864	3457	1728



Tabella 10- Possibili scenari di elettrificazione al 2030-Analisi in origine

Macrozone	METODO DISAGGREGATO-Modello di consumo-Analisi in origine					
	scenario basso: 5% BEV		scenario medio: 15% BEV		scenario alto: 30% BEV	
	TOT_prese	TOT_punti	TOT_prese	TOT_punti	TOT_prese	TOT_punti
1	17	9	51	26	103	51
2	17	8	50	25	99	50
3	28	14	85	43	171	85
4	28	14	83	42	166	83
5	13	7	40	20	80	40
6	9	4	27	13	53	27
7	34	17	103	52	206	103
8	36	18	107	54	215	107
9	25	12	74	37	148	74
10	13	7	39	20	79	39
11	23	11	68	34	136	68
12	21	11	64	32	129	64
13	53	27	160	80	321	160
14	70	35	210	105	420	210
15	44	22	132	66	264	132
16	21	11	63	32	127	63
17	28	14	84	42	168	84
18	2	1	7	4	14	7
19	6	3	18	9	35	18
20	1	1	4	2	7	4
21	12	6	36	18	72	36
22	52	26	156	78	312	156
23	20	10	59	30	119	59
24	29	14	87	43	173	87
Σ	603	301	1808	904	3617	1808

Anche per gli scenari medio e alto, per verificarne la fattibilità, è stata effettuata una verifica di consistenza sui posti auto disponibili (Tabella 11). Come si vede, per quanto riguarda i punti di ricarica stimati in destinazione, per lo *scenario medio* è previsto un totale di colonnine pari a 864 che comporterebbe uno stallo di ricarica ogni 7 posti auto; per lo *scenario alto* è previsto un totale di 1728 colonnine che comporterebbe uno stallo di ricarica circa ogni 3 posti auto. Per quanto riguarda i punti di ricarica stimati in origine, con un totale di colonnine pari a 904 (*scenario medio*), sarebbe necessario prevedere uno stallo di ricarica ogni 6 posti auto, con un totale di colonnine pari a 1808 (*scenario alto*), sarebbe invece necessario prevedere uno stallo di ricarica circa ogni 3 posti auto.



Tabella 11- Verifica di consistenza su posti auto -Scenari medio e alto

	Scenari	Analisi in destinazione		Analisi in origine	
		medio	alto	medio	alto
Verifica su posti auto	Tot_colonnine	864	1728	904	1808
	Posti auto necessari	1728	3457	1808	3617
	Posti auto esistenti	11736			
	Totstalli di ricarica/posti auto	7	3	6	3

Sia per quanto riguarda l'analisi in destinazione che in origine, per gli scenari *medio* e *alto*, il numero di posti auto da adibire a stalli di ricarica risulterebbe evidentemente eccessivo, motivo per cui si ritiene opportuno considerare al 2030 lo *scenario basso*, ovvero un'ipotesi di *market penetration* di veicoli elettrici pari al 5% dei flussi totali.

Il passo successivo è stato quello, stimare il numero di punti di ricarica non per macrozona, ma per zona di traffico, sia considerando un'analisi in origine che in destinazione. I risultati sono sintetizzati in Tabella 12, che riporta per ogni zona in cui è stata suddivisa l'area di studio, il numero di prese di ricarica, il numero di punti di ricarica, e la ripartizione tra stazioni Quick e Fast, nel rispetto del rapporto 2:1 suggerito dal PNIRE 2015.

Tabella 12- Punti di ricarica per zona di traffico (analisi in origine e in destinazione)

Zone	ANALISI IN DESTINAZIONE				ANALISI IN ORIGINE			
	TOT_prese	TOT_punti	Approssimazione 2:1 PNIRE 2015		TOT_prese	TOT_punti	Approssimazione 2:1 PNIRE 2015	
			Quick (22 kW)	Fast (43-55 kW).			Quick (22 kW)	Fast (43-55 kW)
1	6	3	2	1	4	2	2	1
2	8	4	2	1	10	5	4	2
3	9	5	4	2	3	2	1	0
4	13	7	4	2	15	7	4	2
5	11	5	4	2	7	3	2	1
6	9	4	2	1	5	2	1	0
7	13	6	4	2	5	3	2	1
8	16	8	6	3	10	5	4	2
9	13	7	4	2	13	7	4	2
10	12	6	4	2	5	3	2	1
11	14	7	4	2	4	2	1	0
12	17	9	6	3	17	9	6	3
13	11	6	4	2	0	0	0	0
14	15	7	4	2	22	11	8	4
15	10	5	4	2	13	6	4	2
16	14	7	4	2	14	7	4	2
17	16	8	6	3	21	11	8	4
18	11	6	4	2	23	12	8	4
19	17	9	6	3	5	3	2	1
20	15	7	4	2	8	4	2	1
21	15	7	4	2	14	7	4	2
22	16	8	6	3	9	4	2	1
23	16	8	6	3	16	8	6	3

24	13	6	4	2	5	3	2	1
25	15	8	6	3	4	2	1	0
26	15	7	4	2	4	2	1	0
27	17	9	6	3	25	12	8	4
28	11	5	4	2	29	14	10	5
29	16	8	6	3	6	3	2	1
30	13	7	4	2	17	9	6	3
31	15	8	6	3	24	12	8	4
32	15	7	4	2	29	14	10	5
33	17	8	6	3	14	7	4	2
34	14	7	4	2	13	7	4	2
35	14	7	4	2	18	9	6	3
36	11	6	4	2	11	5	4	2
37	18	9	6	3	10	5	4	2
38	11	6	4	2	14	7	4	2
39	9	5	4	2	1	1	1	0
40	8	4	2	1	14	7	4	2
41	8	4	2	1	1	1	1	0
42	3	2	2	1	1	1	1	0
43	5	3	2	1	2	1	1	0
44	2	1	1	0	1	1	1	0
45	3	1	1	0	4	2	2	1
46	8	4	2	1	12	6	4	2
47	10	5	4	2	52	26	18	9
48	6	3	2	1	20	10	6	3
49	4	2	2	1	29	14	10	5
Σ	580	290	194	96	605	302	204	97

Confrontando i risultati ottenuti per ogni zona di traffico, si può notare come il numero di colonnine necessario in destinazione, sia quasi sempre differente dal numero necessario in origine. Tuttavia, un ragionevole allineamento dei risultati si ottiene considerando che il 50% dell'utenza preferisca ricaricare in origine, ovvero in corrispondenza della propria zona di residenza, piuttosto che in destinazione. Per ogni zona, pertanto, il numero di colonnine di ricarica in destinazione è stato ridotto del 50%, mentre la restante parte è stata redistribuita tra le diverse zone di traffico, in funzione della popolazione residente attraverso la seguente proporzione:

$$\frac{\text{Popolazione}_{macrozona} * \text{Tot_colonnine}}{\text{Tot_popolazione}}$$

In Tabella 13 si riportano i risultati dell'analisi condotta.



Tabella 13- Analisi "mista": esigenza di ricarica in origine e in destinazione

ZdT	Punti in destinazione	Punti in origine	Popolazione	Punti in destinazione > Punti in origine	Punti in destinazione (-50%)	50% punti in destinazione distribuito per pop. residente	TOT_punti	Quick (22 kW)	Fast (43-55 kW)
1	3	2	843	si	2	1	2	2	1
2	4	5	2033	no	2	2	4	2	1
3	5	2	722	si	2	1	3	2	1
4	7	7	2569	no	3	3	6	4	2
5	5	3	1345	si	3	1	4	2	1
6	4	2	978	si	2	1	3	2	1
7	6	3	1510	si	3	2	5	4	2
8	8	5	2515	si	4	3	7	4	2
9	7	7	2697	no	3	3	6	4	2
10	6	3	974	si	3	1	4	2	1
11	7	2	978	si	3	1	4	2	1
12	9	9	3766	si	4	4	8	6	3
13	6	0	68	si	3	0	3	2	1
14	7	11	5405	no	4	6	10	6	3
15	5	6	2971	no	3	3	6	4	2
16	7	7	3308	no	3	4	7	4	2
17	8	11	5101	no	4	6	10	6	3
18	6	12	5000	no	3	5	8	6	3
19	9	3	1044	si	4	1	5	4	2
20	7	4	1891	si	4	2	6	4	2
21	7	7	2507	si	4	3	6	4	2
22	8	4	1527	si	4	2	6	4	2
23	8	8	2988	si	4	3	7	4	2
24	6	3	1024	si	3	1	4	2	1
25	8	2	1065	si	4	1	5	4	2
26	7	2	839	si	4	1	5	4	2
27	9	12	4373	no	4	5	9	6	3
28	5	14	5538	no	3	6	9	6	3
29	8	3	940.01	si	4	1	5	4	2
30	7	9	3851	no	3	4	8	6	3
31	8	12	4753	no	4	5	9	6	3
32	7	14	6101	no	4	7	10	6	3
33	8	7	3390	si	4	4	8	6	3
34	7	7	2576	si	4	3	6	4	2
35	7	9	3312	no	4	4	7	4	2
36	6	5	2712	si	3	3	6	4	2
37	9	5	2339	si	5	3	7	4	2
38	6	7	3029	no	3	3	6	4	2
39	5	1	256	si	2	0	3	2	1
40	4	7	2946	no	2	3	5	4	2
41	4	1	479	si	2	1	3	2	1
42	2	1	317	si	1	0	1	2	1
43	3	1	886	si	1	1	2	2	1
44	1	1	533	si	0	1	1	2	1
45	1	2	1475	no	1	2	2	2	1
46	4	6	3614	no	2	4	6	4	2
47	5	26	10837	no	3	12	14	10	5
48	3	10	4724	no	2	5	7	4	2
49	2	14	7959	no	1	9	10	6	3
Σ	290	302	132'608		145	145	290	194	97

Come si vede, per le zone che presentano un valore alto relativo alla popolazione residente, e che quindi hanno una maggiore esigenza di ricarica in origine, il numero di punti in destinazione stimato con questo tipo di analisi "mista" è generalmente maggiore e più vicino a quello ottenuto attraverso l'analisi in origine. Ad esempio, per la zona 47 di Sant'Eustachio/Giovi che fa registrare 10'837 abitanti, era stato stimato in destinazione un numero di colonnine pari a 5, mentre con la nuova analisi "mista" si arriva a 14 punti di ricarica, valore più vicino a quello ottenuto considerando la sola analisi in origine pari a 26.

Attraverso questo metodo di analisi è stato, quindi, possibile ottenere una distribuzione di colonnine che soddisfi allo stesso tempo, le esigenze di ricarica in destinazione e le esigenze di ricarica in origine.

4 Stima dei punti di ricarica per la mobilità di scambio: I-I e E-I

Il presente paragrafo si propone di indagare sul fabbisogno di ricarica a supporto della mobilità di scambio interna-esterna (I-E) ed esterna-interna (E-I), che interessa il Comune di Salerno. A tal fine si è ipotizzato, per gli spostamenti interni-esterni, di soddisfare il fabbisogno di ricarica in origine, immaginando che gli utenti ricarichino in corrispondenza della loro macrozona o zona di traffico di residenza, prima di effettuare lo spostamento; mentre per gli spostamenti esterni-interni si è ipotizzato di soddisfare il fabbisogno di ricarica in destinazione, immaginando che gli utenti provenienti dalle zone esterne all'area di studio, e che percorrono quindi una certa distanza, ricarichino una volta raggiunta la loro destinazione. Per stimare il numero di punti di ricarica a servizio della mobilità di scambio, anche in questo caso, è stato applicato il metodo disaggregato basato sul consumo teorico, introdotti nella Parte II del presente documento, con qualche accorgimento necessario alla stima del fabbisogno di ricarica per gli spostamenti di scambio.

4.1 Applicazione del metodo disaggregato basato sul consumo teorico

Il presente paragrafo si concentra sull'applicazione del metodo disaggregato basato sul consumo teorico, che consente di stimare il numero di punti di ricarica a servizio della mobilità di scambio, sulla base dell'esigenza di ricarica, determinata valutando i consumi dei veicoli elettrici attraverso analisi relative ai flussi di domanda e alle distanze percorse, e calcolando la frequenza di ricarica. Come già precedentemente esposto per la mobilità interna, l'applicazione di questo metodo è stata condotta avvalendosi del modello di macro-simulazione trasportistico implementato mediante l'ausilio del software Visum. In questo modo è stato possibile estrarre dal software i dati di partenza per effettuare la stima disaggregata, sintetizzati nelle Tabelle 14 e 15, in riferimento alla mobilità di scambio interna-esterna ed esterna-interna:

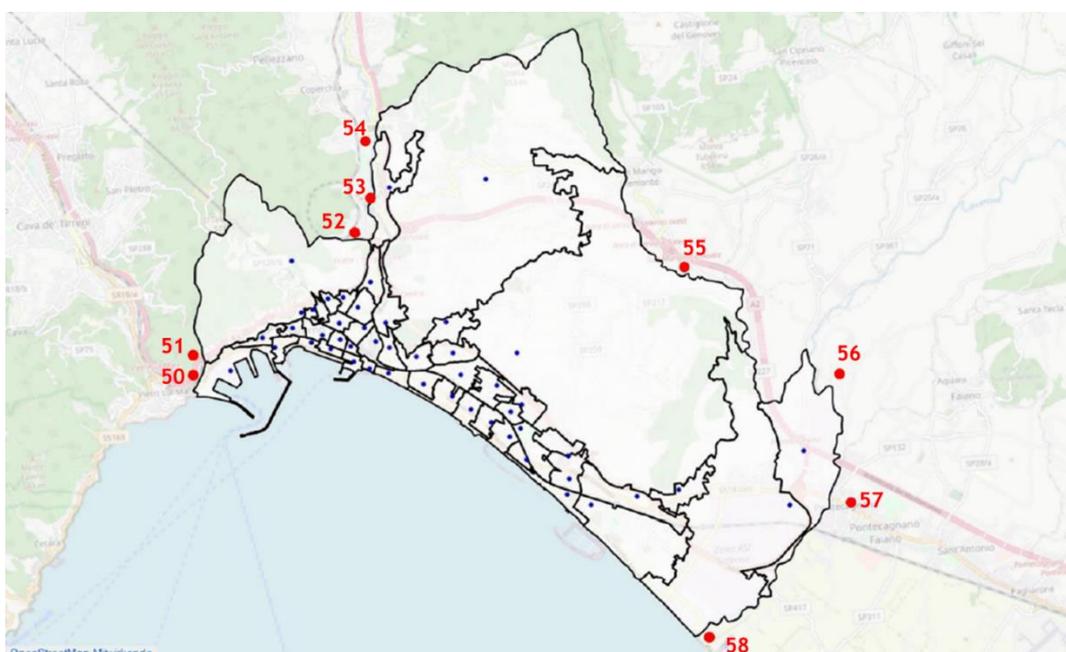
Tabella 14- Estratto del database di VISUM_I-E

NumZonaO	NumZonaDest	Indice di percorso	Flusso di traffico	Lung (km)
1	50	1	0.48	1.97
1	51	1	2.92	5.38
1	52	1	0	6.62
1	52	2	2.32	6.26
1	52	3	1.37	6.36

Tabella 15- Estratto del database di VISUM_E-I

NumZonaO	NumZonaDest	Indice di percorso	Flusso di traffico	Lung (km)
50	1	1	8.51	1.94
50	2	1	0.75	3.06
50	2	2	1.08	3.50
50	3	1	0.00	1.89
50	3	2	5.56	2.28

Come si vede dalle precedenti Tabelle, i valori relativi alle distanze percorse estratti da VISUM (evidenziati in rosso) non risultano essere veritieri in quanto fanno riferimento ai 9 centroidi esterni rappresentativi degli spostamenti di scambio tra il Comune di Salerno e l'area esterna (Figura 1).

**Figura 1-** Zonizzazione dell'area di studio della città di Salerno con relativi centroidi interni ed esterni

Per poter applicare il metodo disaggregato, il primo passaggio è stato quindi, quello di effettuare un'operazione di correzione sulle distanze, per ottenere quelle effettivamente percorse dai veicoli. A tal fine, si è ritenuto necessario creare un'associazione tra i centroidi e i comuni esterni alla città di Salerno.

L'analisi è stata condotta avvalendosi dei dati relativi alle indagini al cordone presenti nel PGU di Salerno, che restituiscono indicazioni sui comuni esterni all'area di studio, ovvero sulle reali origini e destinazioni degli spostamenti di scambio. Ciascun comune individuato mediante le indagini sopra citate, è stato associato ad uno dei 9 centroidi esterni attraverso un'analisi territoriale ed è stata inoltre calcolata, avvalendosi di Google Maps, la distanza tra ogni singolo comune individuato e la città di Salerno.

Attraverso quest'analisi è possibile affermare che:

- *centroide 50*: rappresentativo dei comuni appartenenti alla Costiera amalfitana e di quelli appartenenti alla Costiera sorrentina;
- *centroide 51*: rappresenta le interazioni tra il Comune di Salerno e i comuni di Cava de' Tirreni, Nocera Inferiore, Nocera Superiore, Pagani, Angri e tutti i comuni della città metropolitana di Napoli;
- *centroide 52*: rappresentativo del collegamento con alcuni comuni della provincia di Salerno, come Roccapiemonte e Sarno, e con i comuni appartenenti alla provincia di Caserta;
- *centroide 53*: rappresenta le interazioni con i comuni di Capezzano, Pellezzano, e le relative zone;
- *centroide 54*: indicativo delle interazioni con i comuni di Baronissi, Lancusi, Fisciano, Mercato San Severino, tutti comuni collegati con la città di Salerno attraverso il raccordo autostradale Salerno-Avellino (zona Ariano Irpinia), nonché i comuni in provincia di Benevento;
- *centroide 55*: rappresentativo delle interazioni con i comuni di San Mango Piemonte, Filetta, San Cipriano Picentino, Giffoni Sei Casali e la zona relativa ai monti Picentini.
- *centroide 56*: rappresenta invece i comuni, e le relative zone limitrofe, di Montecorvino Pugliano, Montecorvino Rovella, Giffoni Valle Piana, Acerno ecc.
- *centroide 57*: rappresenta i comuni di Pontecagnano, Bellizzi, Battipaglia, Eboli e i paesi del Cilento.
- *centroide 58*: indicativo del collegamento tra la città di Salerno ed il litorale di Pontecagnano, Eboli, Paestum e tutti i paesi del Cilento in prossimità del mare.

A valle dell'analisi precedentemente descritta, per ogni centroide rappresentativo di una porzione di territorio esterna al Comune di Salerno, è stata calcolata la distanza media in km pesandola rispetto al numero di volte in cui è stato rilevato, attraverso le indagini del PGTU, uno spostamento da e verso i comuni associati al centroide considerato, ovvero rispetto al numero di osservazioni. In Tabella 16 si riporta un estratto dei risultati ottenuti e in Tabella 17 sono, invece, riportate le distanze medie pesate per ciascun centroide esterno.

Tabella 16- Estratto database-calcolo distanze medie

Comuni	N _{osservazioni}	Distanza (km)	Centroide esterno	Σ _{osservazioni}	km* N _{osservazioni}	Media pesata (km)
Marina di Vietri	1	5.5	50	21	5.5	15.80
Vietri sul Mare	6	5.6	50		33.6	
Raito	2	6.3	50		12.6	
Dragonea	1	8.3	50		8.3	
Cetara	1	10	50		10	
Erchie	1	11.9	50		11.9	
Maiori	3	20.2	50		60.6	
Amalfi	2	24.7	50		49.4	
Ravello	2	28.8	50		57.6	
TRAMONTI	1	35.3	50		35.3	
Vico Equense	1	47.1	50		47.1	

Tabella 17- Distanze medie pesate

Centroide esterno	Distanze medie pesate (km)
50	15.80
51	27.66
52	48.84
53	5.35
54	19.00
55	16.05
56	32.88
57	35.29
58	66.70

Sulla base delle distanze medie ottenute è stato possibile correggere il database, estratto da Visum, ovvero i dati di ingresso ,per l'applicazione del metodo disaggregato, di cui è riportata una sintesi nelle Tabelle 18 e 19.

Tabella 18- Estratto del database di VISUM corretto_I-E

NumZonaO	NumZonaDest	Indice di percorso	Flusso di traffico	Lung (km) corretta
1	50	1	0.48	15.80
1	51	1	2.92	27.66
1	52	1	0	48.84
1	52	2	2.32	48.84
1	52	3	1.37	48.84

Tabella 19- Estratto del database di VISUM corretto_E-I

NumZonaO	NumZonaDest	Indice di percorso	Flusso di traffico	Lung (km) corretta
50	1	1	8.51	15.80
50	2	1	0.75	15.80
50	2	2	1.08	15.80
50	3	1	0.00	15.80
50	3	2	5.56	15.80

Una volta completata l'operazione di correzione è stato possibile applicare il metodo disaggregato sul consumo teorico per la stima dei punti di ricarica a servizio della mobilità di scambio interna-esterna ed esterna-interna, illustrata nei successivi sottoparagrafi.

4.1.1 *Stima dei punti di ricarica per la mobilità di scambio I-E: consumo teorico*

Come già esposto per la mobilità interna, il primo passaggio è stato quello di calcolare il flusso di veicoli elettrici, per ogni zona origine-destinazione e per ogni possibile percorso, ipotizzato pari al 5% del flusso totale. A partire da tale valore, è stata poi effettuata la ripartizione per segmento auto in funzione delle percentuali determinate per la città di Salerno, sintetizzate nella Tabella 20.

Tabella 20- Estratto database-Ripartizione dei flussi di traffico_I-E

Flusso tot	% BEV	Segmento A (%)	Segmento B (%)	Segmento C (%)	Segmento D (%)	Segmento E (%)
	5%	19%	29%	27%	18%	7%
0.48	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
2.92	0.15	0.03	0.04	0.04	0.03	0.01
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.32	0.12	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01
1.37	0.07	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00

La stima del numero di punti di ricarica è stata effettuata a partire dal calcolo dei consumi attraverso l'approccio 1, che ha previsto l'utilizzo dei consumi teorici e dalla capacità teorica relativi ai veicoli elettrici più venduti per ciascun segmento auto (Tabella 21).

Tabella 21- Consumi e capacità teorici dei veicoli elettrici più venduti nel 2022

Segmento	A	B	C	D	E
Brand	FIAT	Dacia	Volkswagen	Tesla	Tesla
Modello	500	Spring	ID.3	Model 3	Model Y
Consumi (kWh/km)	0.177	0.11	0.156	0.149	0.196
Capacità (kWh) ridotta del 20%	33	21	36	60	60

Moltiplicando i consumi in kWh/km per la distanza percorsa in km, è stato stimato il consumo in kWh (Tabella 22).

Tabella 22- Estratto database-Consumi per km percorsi_I-E

approccio 1_A	approccio 1_B	approccio 1_C	approccio 1_D	approccio 1_E
2.80	1.74	2.47	2.35	3.10
4.90	3.04	4.32	4.12	5.42
8.64	5.37	7.62	7.28	9.57
8.64	5.37	7.62	7.28	9.57
8.64	5.37	7.62	7.28	9.57

Con l'obiettivo di stimare i punti di ricarica in origine, il passaggio successivo è stato quello calcolare la frequenza di ricarica per ogni zona di origine in funzione della media pesata dei consumi rispetto ai flussi di traffico.

Rapportando poi tale valore alle macrozone individuate per l'area di studio, ovvero effettuando una media della frequenza tra le diverse zone appartenenti alla stessa macrozona, si può stimare la frequenza di ricarica per ogni macrozona.

Dividendo poi i flussi di traffico dei veicoli elettrici ripartiti per ogni segmento auto, per la frequenza di ricarica, si ottiene il numero di prese di ricarica, e di conseguenza, il numero di punti di ricarica da garantire per soddisfare il fabbisogno di ciascun segmento auto, per ogni macrozona. Per ottenere il numero totale di colonnine di ricarica è stata effettuata una semplice somma su ogni segmento auto, ottenendo così un totale di 20 punti di ricarica e di 40 prese di ricarica. In Tabella 23 è riportato il numero di punti di ricarica e di prese di ricarica da garantire per ciascuna macrozona.

Tabella 23-Punti di ricarica in origine_I-E

Macrozone	approccio_1	
	TOT_prese	TOT_punti
1	1	1
2	1	1
3	2	1
4	2	1
5	1	0
6	1	0
7	3	1
8	3	1
9	2	1
10	1	0
11	1	1
12	1	1
13	3	1
14	4	2
15	3	1
16	2	1
17	2	1
18	0	0
19	1	0
20	0	0
21	1	1
22	3	2
23	1	1
24	2	1
Σ	40	20

È stata inoltre condotta una verifica di consistenza (Tabella 24) sui posti auto disponibili per la città di Salerno, per verificare la fattibilità dello scenario operativo ottenuto; tale verifica, seppur indicativa in quanto una parte dei posti auto disponibili sarà destinata all'allocazione dei punti di ricarica a servizio della mobilità interna, ha mostrato che, in riferimento alla stima delle colonnine di ricarica in origine, è necessario prevedere uno stallo di ricarica ogni 293 posti auto.

Tabella 24- Verifica di consistenza su posti auto (punti di ricarica in origine)_I-E

		approccio_1
Verifica su posti auto	Tot_colonnine	20
	Posti auto necessari	40
	Posti auto esistenti	11736
	Totstalli di ricarica/posti auto	293

4.1.2 Stima dei punti di ricarica per la mobilità di scambio E-I: consumo teorico

La stima del numero di punti di ricarica per la mobilità di scambio esterna-interna è stata condotta analogamente a quanto descritto nel sottoparagrafo precedente, riferito alla mobilità di scambio interna-esterna, con la differenza che, in questo caso, è stato stimato il numero di punti di ricarica ipotizzando di soddisfare l'esigenza di ricarica in destinazione. Pertanto, si riportano solo i risultati ottenuti, relativi ai vari passaggi che descrivono l'applicazione del metodo disaggregato basato sul consumo teorico, sintetizzati nelle Tabelle 25-28.

Tabella 25- Estratto database-Ripartizione dei flussi di traffico_E-I

Flusso tot	% BEV	Segmento A (%)	Segmento B (%)	Segmento C (%)	Segmento D (%)	Segmento E (%)
	5%	19%	29%	27%	18%	7%
8.51	0.43	0.08	0.12	0.12	0.08	0.03
0.75	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
1.08	0.05	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.56	0.28	0.05	0.08	0.08	0.05	0.02

Tabella 26- Estratto database-Consumi per km percorsi_E-I

approccio 1_A	approccio 1_B	approccio 1_C	approccio 1_D	approccio 1_E
2.80	1.74	2.47	2.35	3.10
2.80	1.74	2.47	2.35	3.10
2.80	1.74	2.47	2.35	3.10
2.80	1.74	2.47	2.35	3.10
2.80	1.74	2.47	2.35	3.10

Tabella 27- Punti di ricarica in destinazione_E-I

Macrozone	approccio_1	
	TOT_prese	TOT_punti
1	3	2
2	3	2
3	3	2
4	4	2
5	5	3
6	5	2
7	4	2
8	3	2
9	3	2
10	5	3
11	1	0
12	1	0
13	4	2
14	6	3
15	3	1
16	1	0
17	2	1
18	7	3
19	13	6
20	1	1
21	1	1
22	2	1
23	1	1
24	1	1
Σ	84	42

Tabella 28- Verifica di consistenza su posti auto (punti di ricarica in destinazione)_I-E

		approccio_1
Verifica su posti auto	Tot_colonnine	42
	Posti auto necessari	84
	Posti auto esistenti	11736
	Totstalli di ricarica/posti auto	140

5 Punti di ricarica per la mobilità di attraversamento: E-E

La determinazione dei punti di ricarica a servizio della mobilità di attraversamento, è stata condotta in riferimento alla normativa vigente in materia di infrastrutture di ricarica elettrica, ovvero il PNIRE 2015. Il piano, come già illustrato nella Parte II del presente documento, fornisce indicazioni in merito alla distribuzione territoriale dei punti di ricarica, e, in particolare modo, afferma che andranno allocate stazioni di ricarica veloce presso le stazioni di rifornimento stradale e autostradale, tenendo conto dei seguenti criteri:

- distanza massima tra due stazioni di ricarica lungo lo stesso asse viario: 50 km (autostradale);
- distanza minima tra due stazioni di ricarica lungo lo stesso asse viario: 20 km;
- non più di 1 stazione di ricarica veloce ogni due stazioni di rifornimento stradale lungo lo stesso asse viario.

Attraverso questa indicazione normativa, si è ritenuto opportuno per la città di Salerno, prevedere l'allocazione di punti di ricarica veloci in corrispondenza delle stazioni di rifornimento presenti lungo la tangenziale di Salerno.

La tangenziale di Salerno (Figura 2) inizia dallo svincolo *Salerno Fratte* dell'autostrada A2 direzione Napoli, e termina allo svincolo *Pontecagnano*, sull'autostrada A2 del Mediterraneo; rappresenta quindi un'importante arteria di collegamento a servizio della mobilità interna, della mobilità di scambio e della mobilità di attraversamento.

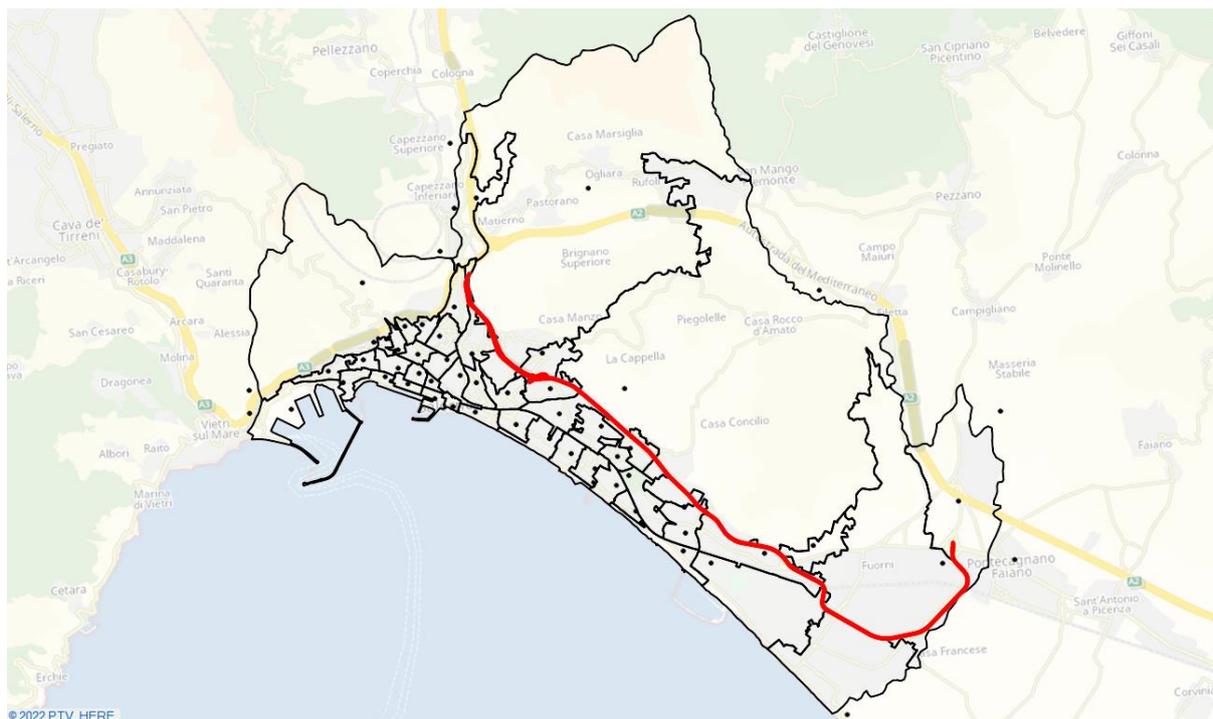


Figura 2- Zonizzazione dell'area di studio e Tangenziale di Salerno

Le stazioni di rifornimento presenti lungo la tangenziale di Salerno sono due e sono riportate in Tabella 29 e in Figura 3.

Tabella 29- Stazioni di rifornimento lungo la tangenziale di Salerno

ID stazione	Denominazione	Indirizzo
15	Area di servizio IP	Tangenziale di Salerno dir. Pontecagnano
16	Benny Oil	Tangenziale di Salerno dir. Fratte

**Figura 3-** Stazioni di rifornimento lungo la tangenziale di Salerno

Come già illustrato nella Parte III del presente documento, in riferimento all'attuale offerta di ricarica del comune di Salerno, in corrispondenza delle due stazioni individuate sono già presenti dei punti di ricarica veloce che presentano le seguenti caratteristiche, sintetizzate poi in Tabella 30:

- **Tangenziale di Salerno dir. Pontecagnano:** l'infrastruttura di ricarica è costituita da una colonnina, ad accesso pubblico, gestita dalla stazione di rifornimento Benny Oil, caratterizzata da due prese di ricarica, una Tipo 2 e l'altra Combo 1, utilizzabili contemporaneamente. L'accesso all'infrastrutture è consentito 24 ore al giorno e si tratta di un sistema di ricarica a pagamento. Attualmente lo stato dell'infrastruttura è sconosciuto.
- **Tangenziale di Salerno dir. Fratte:** l'infrastruttura di ricarica è costituita da una colonnina, ad accesso pubblico, gestita da Galdieri Energy, caratterizzata da 3 prese, una Tipo 2, una CHAdeMO e una Combo 2, utilizzabili contemporaneamente. Per ricaricare, è necessario rivolgersi al personale addetto. L'accesso all'infrastruttura è consentito 24 ore al giorno e si tratta di un sistema di ricarica il cui costo è di 0,69 €/kWh. Attualmente, tale punto di ricarica, risulta essere disponibile.

Tabella 30- Caratteristiche dei punti di ricarica lungo tangenziale di Salerno (fonte sagelio)

Locazione	Tipologia	N _{stazioni}	Stato	Accesso	N _{prese/stazione}	Connettore	orario	Costo ricarica (€/kWh)
Tangenziale di Salerno dir. Pontecagnano	auto	1	disponibile	pubblico	3	Tipo 2	24h	0.69
						CHAdemo		
						Combo 2		
Tangenziale di Salerno dir. Fratte	auto	1	sconosciuto	pubblico	2	Tipo 2	24h	a pagamento
						Combo 1		

Le informazioni raccolte sulle caratteristiche delle colonnine attualmente presenti sono indicative e andrebbero verificate con un sopralluogo, a valle del quale potrebbe essere possibile sfruttare le stazioni di ricarica attualmente presenti o prevedere l'allocazione di una colonnina di ricarica ultra-fast (con potenza maggiore di 50 kW) costituita da due prese, in grado di ricaricare due veicoli elettrici simultaneamente, in entrambe le stazioni di rifornimento.

6 Analisi preliminare sulla capacità della rete elettrica

Come precedentemente illustrato, il posizionamento dei punti di ricarica sul territorio non può prescindere da un'analisi condotta sulla rete di distribuzione elettrica, in particolare per verificare che la capacità della rete stessa soddisfi la domanda di ricarica.

A tal fine è stata portata avanti una collaborazione con l'azienda *e-distribuzione* che, attraverso uno studio preliminare, ha restituito informazioni circa il numero di colonnine a servizio della mobilità interna che possono essere realizzate sulla base dell'attuale disponibilità della rete elettrica. Il responsabile del progetto è Giuseppe laquinta, capo dell'Unità Tecnica, e l'analisi preliminare è stata condotta con il supporto degli ingegneri Rosanna Feola e Alfonso Belvedere.

Lo studio si è articolato in più fasi.

- **Fase 1:** individuazione delle cabine secondarie in prossimità dei parcheggi pubblici fuori strada presenti sul territorio;
- **Fase 2:** calcolo dei punti di ricarica, distinguendo tra stazioni Quick (22 kW) e Fast (43-55 kW), realizzabili considerando la disponibilità attuale della rete elettrica.

In Tabella 31 è riportato, il numero di punti di ricarica, e la ripartizione tra stazioni Quick e Fast nel rispetto del rapporto 2:1 suggerito dal PNIRE 2015, per ogni zona di traffico.

Tabella 31- Analisi preliminare e-distribuzione

Zone	Disponibilità aree di sosta fuori strada	ANALISI PRELIMINARE e-distribuzione			
		Tot-prese	Tot-punti	Quick (22 kW)	Fast (43-55 kW)
1	si	0	0	0	0
2	no	-	-	-	-
3	si	96	48	32	16
4	no	-	-	-	-
5	no	-	-	-	-
6	no	-	-	-	-
7	si	0	0	0	0
8	no	-	-	-	-

9	no	-	-	-	-
10	si	0	0	0	0
11	no	-	-	-	-
12	si	0	0	0	0
13	si	0	0	0	0
14	no	-	-	-	-
15	no	-	-	-	-
16	si	0	0	0	0
17	si	26	13	9	4
18	si	0	0	0	0
19	si	0	0	0	0
20	no	-	-	-	-
21	no	-	-	-	-
22	no	-	-	-	-
23	si	0	0	0	0
24	no	-	-	-	-
25	si	0	0	0	0
26	no	-	-	-	-
27	si	2	1	1	0
28	si	0	0	0	0
29	si	0	0	0	0
30	no	-	-	-	-
31	si	0	0	0	0
32	si	0	0	0	0
33	si	0	0	0	0
34	no	-	-	-	-
35	no	-	-	-	-
36	no	-	-	-	-
37	si	0	0	0	0
38	si	0	0	0	0
39	no	-	-	-	-
40	si	0	0	0	0
41	no	-	-	-	-
42	si	0	0	0	0
43	no	-	-	-	-
44	no	-	-	-	-
45	si	0	0	0	0
46	no	-	-	-	-
47	no	-	-	-	-
48	si	0	0	0	0
49	si	14	7	5	2
	Σ	138	69	47	22

Come si vede, allo stato attuale, le zone che possono essere servite sono:



- zona 3 (Crescent/ Piazza della Libertà) con 48 colonnine di ricarica di cui 32 Quick e 16 Fast, da allocare in corrispondenza del parcheggio interrato sotto Piazza della Libertà;
- zona 17 (Via Irno/ Clinica del Sole) con 13 punti di ricarica di cui 9 Quick e 4 Fast, da allocare presso il parcheggio interrato Irno Center;
- zona 27 (Lungomare Marconi/ Via Marino Freccia) con 1 punto di ricarica Quick da allocare presso l'area di sosta in Via Orofino;
- zona 49 (Ogliara/Brignano Superiore) con 7 punti di ricarica di cui 5 Quick e 2 Fast, da allocare in corrispondenza del parcheggio in Via degli Etruschi.

Considerando il fabbisogno di ricarica stimato con il metodo disaggregato basato sul modello di consumo, che ammonta ad un totale di **290 punti di ricarica** per una potenza stimata pari a **12.5 MW**, si può affermare quindi, che, allo stato attuale, la capacità della rete elettrica riesce a supportare una quota del 24% senza attività sulla rete. La restante parte potrebbe essere garantita attraverso una serie di interventi quali:

- potenziamento rete di media tensione esistente (**prevalentemente in zona Centro Storico**);
- potenziamento dei trasformatori esistenti MT/BT;
- realizzazione di nuovi circuiti elettrici in BT (bassa tensione);
- realizzazione di nuove cabine di trasformazione

Sulla base dello studio preliminare di e-distribuzione, si possono, pertanto, considerare due scenari, illustrati in Tabella 32:

1. **Senza impatto sulla rete:** si garantisce, basandosi sullo stato attuale della rete elettrica, e quindi senza considerare la realizzazione di interventi su quest'ultima, il 24% del fabbisogno di ricarica stimato, ovvero la realizzazione di 69 punti di ricarica di cui 47 Quick e 22 Fast.
2. **Con impatto sulla rete:** si potrebbe garantire, attraverso gli interventi, sopra citati, il 100% del fabbisogno di ricarica stimato.

Tabella 32- Scenari 1 e 2 di e-distribuzione

	SCENARIO 1	SCENARIO 2
TOTALE PUNTI DI RICARICA GARANTITI	69	290
TOTALE PUNTI DI RICARICA NON GARANTITI	221	0
PERCENTUALE SERVITA [%]	24%	100%
PERCENTUALE NON SERVITA [%]	76%	0%

7 Indicazioni di piano

7.1 Colonnine di ricarica a servizio della mobilità interna

L'applicazione del metodo analitico precedentemente illustrato ha permesso di ottenere una distribuzione di punti di ricarica sul territorio, a servizio della mobilità interna, attraverso tre diversi approcci:

- **Approccio 1:** stima dei punti di ricarica ottenuta favorendo l'esigenza di ricarica dei destinati attraverso un'analisi in corrispondenza delle zone di destinazione e in funzione dei flussi attratti da quest'ultime;
- **Approccio 2:** stima dei punti di ricarica ottenuta favorendo l'esigenza di ricarica dei residenti, che si ipotizza ricarichino nella propria zona di residenza, attraverso un'analisi in corrispondenza delle zone di origine e in funzione dei flussi emessi da quest'ultime;
- **Approccio 3:** stima dei punti di ricarica ottenuta attraverso un'analisi "mista" che considera le esigenze di ricarica sia in destinazione che in origine, a partire dal numero di punti ottenuto per ogni zona e ipotizzando che circa il 50% dell'utenza preferisca ricaricare in corrispondenza della propria zona di residenza.

Utilizzando i tre differenti approcci sopra illustrati sono state ottenute tre differenti opzioni di distribuzione, da adottare a seconda della strategia di intervento prescelta dal Comune di Salerno:

- *Strategia di intervento 1:* in favore dei destinati (approccio 1);
- *Strategia di intervento 2:* in favore dei residenti (approccio 2);
- *Strategia di intervento 3:* in favore sia dei destinati che dei residenti (approccio 3).

7.1.1 Strategia di intervento 1: in favore dei destinati

La *strategia di intervento 1* fa riferimento ad un'analisi in corrispondenza delle zone di destinazione degli spostamenti ed è, pertanto, orientata a soddisfare le esigenze di ricarica degli utenti nelle zone di destinazione dei flussi di traffico. Tale strategia prevede l'installazione di 290 colonnine di ricarica, di cui 194 quick (22 kW) e 96 fast (43-50 kW), target da raggiungere al 2030. Sulla base delle previsioni di mercato, riguardanti il numero di veicoli elettrici da immatricolare ogni anno per raggiungere una market penetration pari al 5% dei flussi veicolari al 2030, ottenute attraverso l'applicazione del modello di diffusione di Bass, è stato stimato il numero di colonnine da installare ogni anno dal 2023 al 2030 (Tabella 33). In Figura 4 e in Figura 5 sono riportati rispettivamente il numero di installazioni per anno e l'andamento delle installazioni nel tempo.

Tabella 33 – Totale di colonnine di ricarica da installare ogni anno: strategia di intervento 1

Totale per anno - Strategia di intervento 1	
anno	Totale colonnine
2022	0
2023	150
2024	74
2025	43
2026	16
2027	5

2028	1
2029	0
2030	0

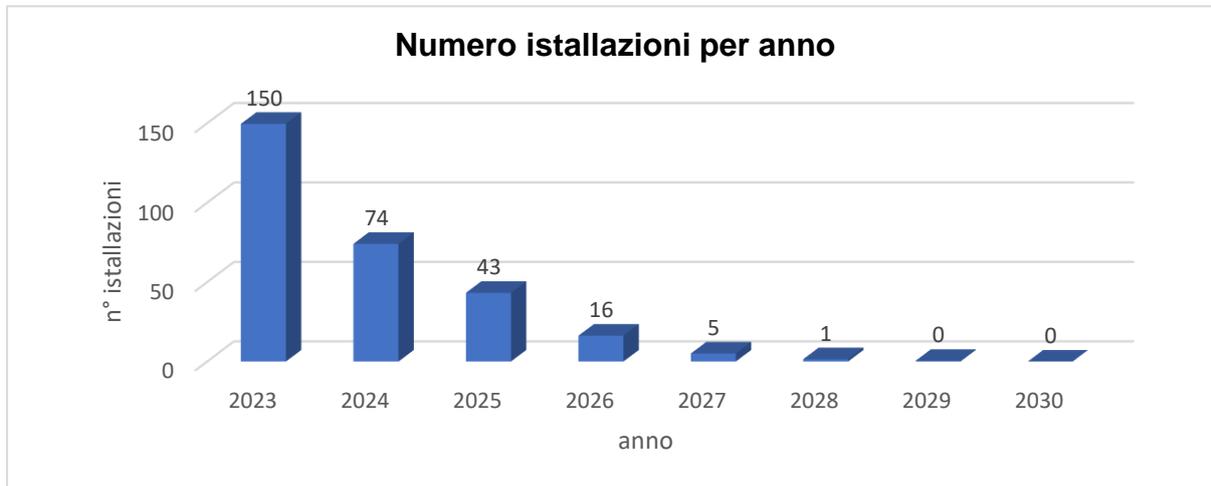


Figura 4 – Numero di installazioni per anno: strategia di intervento 1

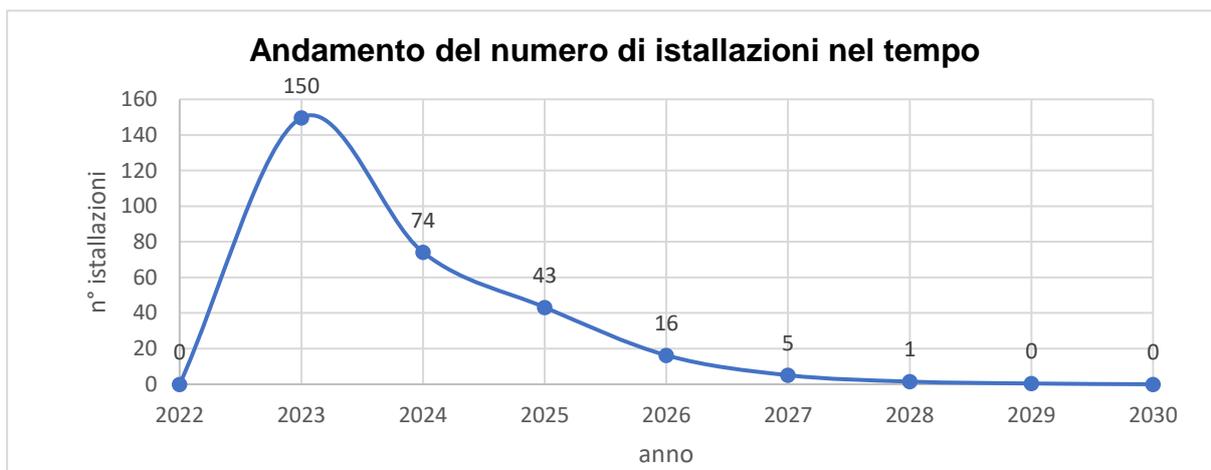


Figura 5 - Andamento del numero di installazioni nel tempo: strategia di intervento 1

In Tabella 34 si riportano le **indicazioni di piano** relative alla *strategia di intervento 1*, ovvero il numero di colonnine di ricarica per ogni zona di traffico, da garantire per ogni anno, il numero di colonnine di ricarica da installare al 2030 e la relativa ripartizione tra stazioni di ricarica quick e fast, per ciascuna zona di traffico. In Figura 6 è riportata una mappa tematica relativa alla distribuzione delle colonnine di ricarica per zona di traffico al 2030.

Tabella 34 - Colonnine di ricarica per zona di traffico: strategia di intervento 1

		Strategia di intervento 1: colonnine di ricarica per zona di traffico							
		Distribuzione colonnine di ricarica per anno				Obiettivo stimato al 2030			
		2023	2024	2025	2026-2030	target	quick	fast	
Zone di traffico	1	Molo Manfredi / Porto Commerciale	2	1	0	0	3	2	1
	2	Via Madonna del Monte / Via Indipendenza	2	1	1	0	4	2	1
	3	Piazza della Libertà / Villa Comunale	2	1	1	0	5	4	2
	4	Centro Storico / Via Tasso	3	2	1	1	7	4	2
	5	Via Camillo Sorgente	3	1	1	0	5	4	2
	6	Via Sichelgaita	2	1	1	0	4	2	1
	7	Via Moscato / Teatro delle Arti	3	2	1	1	6	4	2
	8	Piazza San Francesco	4	2	1	1	8	6	3
	9	Centro Storico / Duomo / Via Arce	3	2	1	1	7	4	2
	10	Via Roma / Lungomare Trieste	3	2	1	0	6	4	2
	11	C.so Garibaldi / Piazza Flavio Gioia	4	2	1	1	7	4	2
	12	Stadio Vestuti	5	2	1	1	9	6	3
	13	Cittadella Giudiziaria / Via Dalmazia	3	1	1	0	6	4	2
	14	Carmine/ Via La Francesca	4	2	1	1	7	4	2
	15	Carmine / Via Manganario	3	1	1	0	5	4	2
	16	Parco Pinocchio / Viale Antonio Gramsci	4	2	1	1	7	4	2
	17	Via Irno/ Clinica del Sole	4	2	1	1	8	6	3
	18	Via Vinciprova/ Via Settimio Mobilio	3	1	1	0	6	4	2
	19	Lungomare Clemente Tafuri/ Grand Hotel Salerno	4	2	1	1	9	6	3
	20	Piazza XXIV Maggio	4	2	1	1	7	4	2
	21	Via Belvedere / Viale delle Ginestre	4	2	1	1	7	4	2
	22	Sala Abbagnano	4	2	1	1	8	6	3
	23	Torrione Alto	4	2	1	1	8	6	3
	24	Via Diaz / Via Manzo	3	2	1	1	6	4	2
	25	Piazza della Concordia / Porto Turistico	4	2	1	1	8	6	3
	26	Stazione	4	2	1	1	7	4	2
	27	Lungomare Marconi/ Via Marino Freccia	4	2	1	1	9	6	3
	28	Torrione/ Lungomare Marconi	3	1	1	0	5	4	2
	29	Torrione / Quartiere Picarielli	4	2	1	1	8	6	3
	30	Pastena /Santa Margherita	3	2	1	1	7	4	2
	31	Via Posidonia/ Madonna di Fatima	4	2	1	1	8	6	3
	32	Mercatello/ Via Trento	4	2	1	1	7	4	2
	33	Pastena / Quartiere Europa	4	2	1	1	8	6	3
	34	Pastena /Poliambulatorio /Via dei Mille	4	2	1	1	7	4	2
	35	Mercatello / Via Trento	4	2	1	1	7	4	2
	36	Mariconda / Via Premuda	3	1	1	0	6	4	2
	37	Mariconda / Parco del Mercatello	5	2	1	1	9	6	3
	38	Mercatello / Via Fornari	3	1	1	0	6	4	2
	39	Via Leucosia / Via Clark / Litorale	2	1	1	0	5	4	2
	40	Arbostella	2	1	1	0	4	2	1
	41	San Leonardo	2	1	1	0	4	2	1
	42	Stadio Arechi	1	0	0	0	2	2	1
	43	Fuorni	1	1	0	0	3	2	1
	44	Zona Periferica	0	0	0	0	1	1	0
	45	Zona Industriale	1	0	0	0	1	1	0
	46	Fratte	2	1	1	0	4	2	1
	47	S. Eustachio/Giovi	3	1	1	0	5	4	2
	48	Castello Arechi/Croce	2	1	0	0	3	2	1
	49	Ogliara /Brignano Superiore	1	1	0	0	2	2	1
	Σ	150	74	43	23	290	194	96	



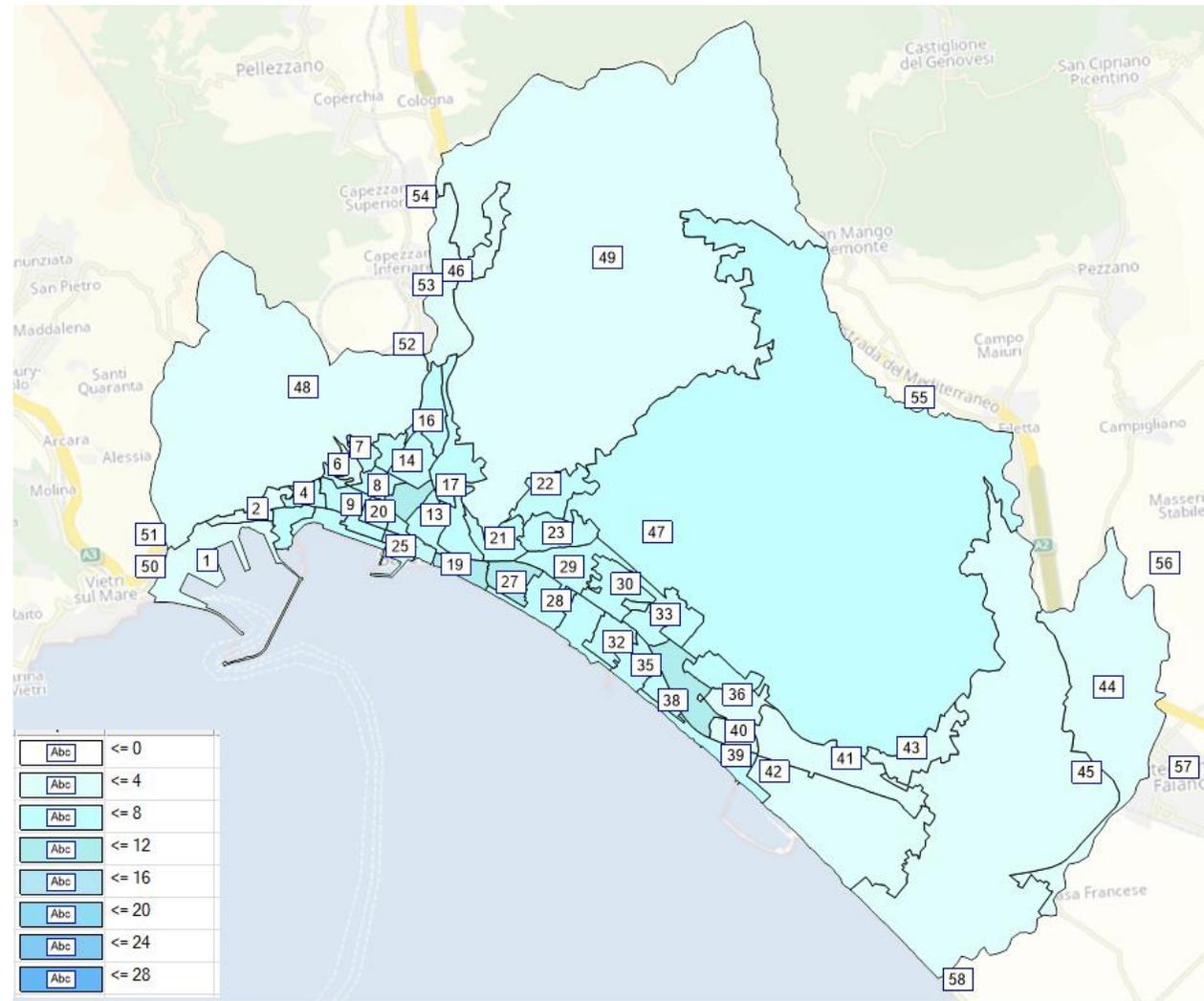


Figura 6- Distribuzione di punti di ricarica per zona di traffico al 2030 : strategia di intervento 1



7.1.2 *Strategia di intervento 2: in favore dei residenti*

La *strategia di intervento 2* fa riferimento ad un'analisi in corrispondenza delle zone di origine degli spostamenti ed è, pertanto, orientata a soddisfare le esigenze di ricarica degli utenti nelle zone di origine dei flussi di traffico. Tale strategia prevede l'installazione di 302 colonnine di ricarica, di cui, approssimando, 204 quick (22 kW) e 97 fast (43-50 kW), target da raggiungere al 2030. Sulla base delle previsioni di mercato, riguardanti il numero di veicoli elettrici da immatricolare ogni anno per raggiungere una market penetration pari al 5% dei flussi veicolari al 2030, ottenute attraverso l'applicazione del modello di diffusione di Bass, è stato stimato il numero di colonnine da installare ogni anno dal 2023 al 2030 (Tabella 35). In Figura 7 e in Figura 8 sono riportati rispettivamente il numero di installazioni per anno e l'andamento delle installazioni nel tempo.

Tabella 35 - Totale di colonnine di ricarica da installare ogni anno: strategia di intervento 2

Totale per anno - Strategia di intervento 2	
anno	Totale colonnine
2022	0
2023	156
2024	77
2025	45
2026	17
2027	5
2028	2
2029	0
2030	0

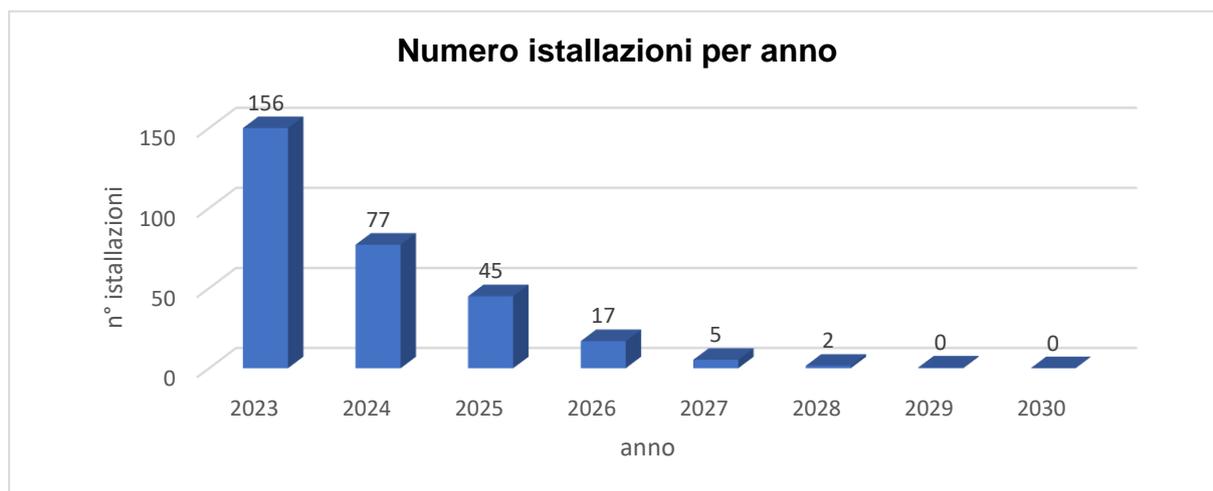


Figura 7- Numero di installazioni per anno: strategia di intervento 2

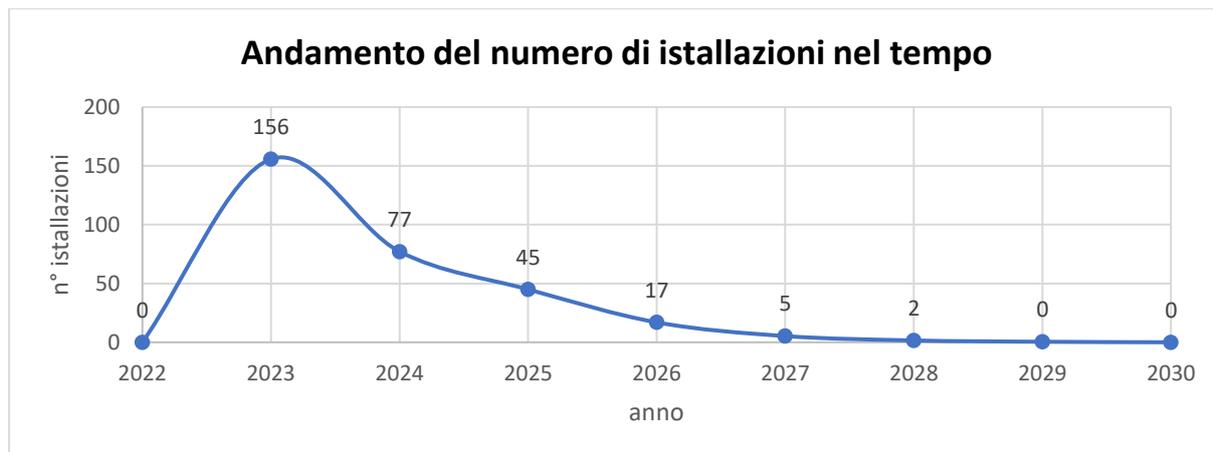


Figura 8- Andamento del numero di installazioni nel tempo: strategia di intervento 2

In Tabella 36 si riportano le **indicazioni di piano** relative alla *strategia di intervento 2*, ovvero il numero di colonnine di ricarica per ogni zona di traffico, da garantire per ogni anno, il numero di colonnine di ricarica da installare al 2030 e la relativa ripartizione tra stazioni di ricarica quick e fast, per ciascuna zona di traffico. In Figura 9 è riportata una mappa tematica relativa alla distribuzione delle colonnine di ricarica per zona di traffico al 2030.

Tabella 36- Colonnine di ricarica per zona di traffico: strategia di intervento 2

		Strategia di intervento 2: colonnine di ricarica per zona di traffico							
		Distribuzione colonnine di ricarica per anno				Obiettivo stimato al 2030			
		2023	2024	2025	2026-2030	target	quick	fast	
Zone di traffico	1	Molo Manfredi / Porto Commerciale	1	0	0	0	2	2	1
	2	Via Madonna del Monte / Via Indipendenza	3	1	1	0	5	4	2
	3	Piazza della Libertà / Villa Comunale	1	0	0	0	2	1	0
	4	Centro Storico / Via Tasso	4	2	1	1	7	4	2
	5	Via Camillo Sorgente	2	1	0	0	3	2	1
	6	Via Sichelgaita	1	1	0	0	2	1	0
	7	Via Moscato / Teatro delle Arti	1	1	0	0	3	2	1
	8	Piazza San Francesco	3	1	1	0	5	4	2
	9	Centro Storico / Duomo / Via Arce	3	2	1	1	7	4	2
	10	Via Roma / Lungomare Trieste	1	1	0	0	3	2	1
	11	C.so Garibaldi / Piazza Flavio Gioia	1	0	0	0	2	1	0
	12	Stadio Vestuti	4	2	1	1	9	6	3
	13	Cittadella Giudiziaria / Via Dalmazia	0	0	0	0	0	0	0
	14	Carmine/ Via La Francesca	6	3	2	1	11	8	4
	15	Carmine / Via Manganario	3	2	1	1	6	4	2
	16	Parco Pinocchio / Viale Antonio Gramsci	4	2	1	1	7	4	2
	17	Via Irno/ Clinica del Sole	5	3	2	1	11	8	4
	18	Via Vinciprova/ Via Settimio Mobilio	6	3	2	1	12	8	4
	19	Lungomare Clemente Tafuri/ Grand Hotel Salerno	1	1	0	0	3	2	1
	20	Piazza XXIV Maggio	2	1	1	0	4	2	1
	21	Via Belvedere / Viale delle Ginestre	4	2	1	1	7	4	2
	22	Sala Abbagnano	2	1	1	0	4	2	1
	23	Torrione Alto	4	2	1	1	8	6	3
	24	Via Diaz / Via Manzo	1	1	0	0	3	2	1
	25	Piazza della Concordia / Porto Turistico	1	1	0	0	2	1	0
	26	Stazione	1	0	0	0	2	1	0
	27	Lungomare Marconi/ Via Marino Freccia	6	3	2	1	12	8	4
	28	Torrione/ Lungomare Marconi	7	4	2	1	14	10	5
	29	Torrione / Quartiere Picarielli	1	1	0	0	3	2	1
	30	Pastena /Santa Margherita	4	2	1	1	9	6	3
	31	Via Posidonia/ Madonna di Fatima	6	3	2	1	12	8	4
	32	Mercatello/ Via Trento	7	4	2	1	14	10	5
	33	Pastena / Quartiere Europa	4	2	1	1	7	4	2
	34	Pastena /Poliambulatorio /Via dei Mille	3	2	1	1	7	4	2
	35	Mercatello / Via Trento	5	2	1	1	9	6	3
	36	Mariconda / Via Premuda	3	1	1	0	5	4	2
	37	Mariconda / Parco del Mercatello	3	1	1	0	5	4	2
	38	Mercatello / Via Fornari	4	2	1	1	7	4	2
	39	Via Leucosia / Via Clark / Litorale	0	0	0	0	1	1	0
	40	Arbostella	4	2	1	1	7	4	2
	41	San Leonardo	0	0	0	0	1	1	0
	42	Stadio Arechi	0	0	0	0	1	1	0
	43	Fuorni	1	0	0	0	1	1	0
	44	Zona Periferica	0	0	0	0	1	1	0
	45	Zona Industriale	1	0	0	0	2	2	1
	46	Fratte	3	2	1	0	6	4	2
	47	S. Eustachio/Giovi	13	7	4	2	26	18	9
	48	Castello Arechi/Croce	5	3	1	1	10	6	3
	49	Ogliara /Brignano Superiore	7	4	2	1	14	10	5
	Σ	156	77	45	24	302	204	97	



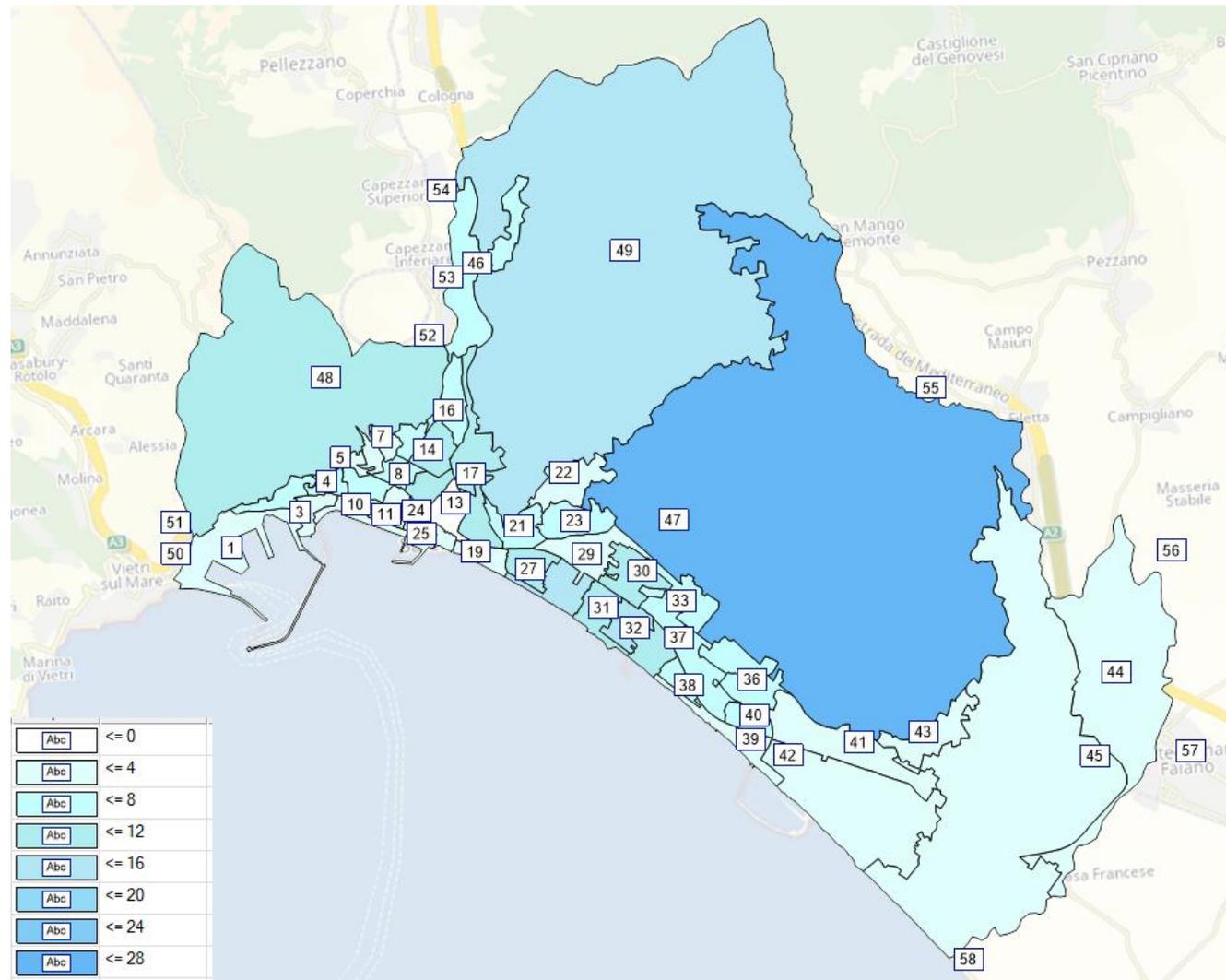


Figura 9- Distribuzione di punti di ricarica per zona di traffico al 2030 : strategia di intervento 2



File Name: PTV_Piano_P10979_SIS_PEM_RelFin_Salerno_Parte_IV_versione 2.0.docx

7.1.3 Strategia di intervento 3: in favore dei destinati e dei residenti

La *strategia di intervento 3* fa riferimento ad un'analisi di tipo "misto" ed è, pertanto, orientata a soddisfare le esigenze di ricarica sia in destinazione che in origine, ipotizzando che circa il 50% dell'utenza preferisca ricaricare in corrispondenza della propria zona di residenza e, per tale motivo, risulta essere la politica più idonea a soddisfare le esigenze di ricarica del Comune di Salerno. Tale strategia prevede l'installazione di 290 colonnine di ricarica, di cui, approssimando, 194 quick (22 kW) e 97 fast (43-50 kW), target da raggiungere al 2030. Sulla base delle previsioni di mercato, riguardanti il numero di veicoli elettrici da immatricolare ogni anno per raggiungere una market penetration pari al 5% dei flussi veicolari al 2030, ottenute attraverso l'applicazione del modello di diffusione di Bass, è stato stimato il numero di colonnine da installare ogni anno dal 2023 al 2030 (Tabella 37). In Figura 10 e in Figura 11 sono riportati rispettivamente il numero di installazioni per anno e l'andamento delle installazioni nel tempo.

Tabella 37- Totale di colonnine di ricarica da installare ogni anno: strategia di intervento 3

Totale per anno - Strategia di intervento 3	
anno	Totale colonnine
2022	0
2023	150
2024	74
2025	43
2026	16
2027	5
2028	1
2029	0
2030	0

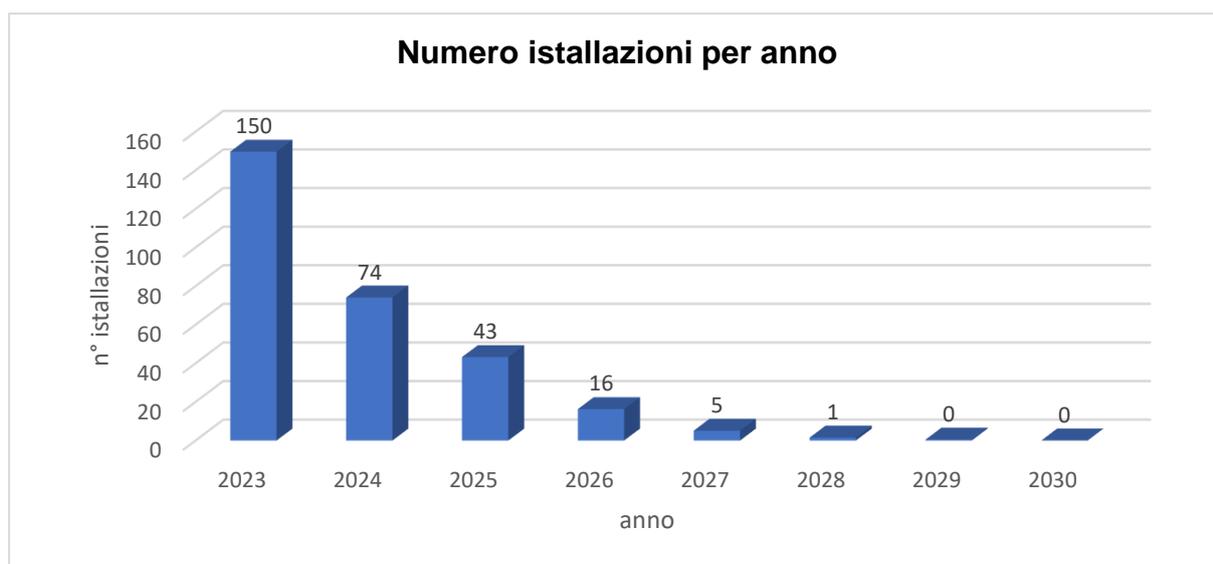


Figura 10- Numero di installazioni per anno: strategia di intervento 3

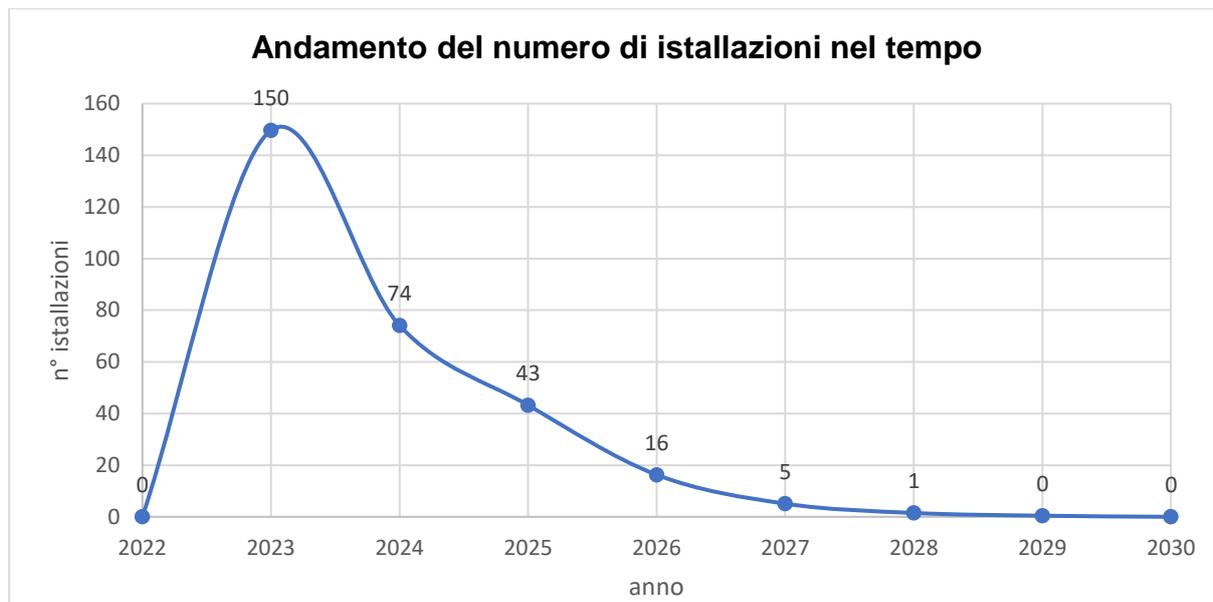


Figura 11- Andamento del numero di installazioni nel tempo: strategia di intervento 3

In Tabella 38 si riportano le **indicazioni di piano** relative alla *strategia di intervento 3*, ovvero il numero di colonnine di ricarica per ogni zona di traffico, da garantire per ogni anno, il numero di colonnine di ricarica da installare al 2030 e la relativa ripartizione tra stazioni di ricarica quick e fast, per ciascuna zona di traffico. In Figura 12 è riportata una mappa tematica relativa alla distribuzione delle colonnine di ricarica per zona di traffico al 2030.

Tabella 38- Colonnine di ricarica per zona di traffico: strategia di intervento 3

		Strategia di intervento 3: colonnine di ricarica per zona di traffico							
		Distribuzione colonnine di ricarica per anno				Obiettivo stimato al 2030			
		2023	2024	2025	2026-2030	target	quick	fast	
Zone di traffico	1	Molo Manfredi / Porto Commerciale	1	1	0	0	3	2	1
	2	Via Madonna del Monte / Via Indipendenza	2	1	1	0	4	2	1
	3	Piazza della Libertà / Villa Comunale	2	1	0	0	3	2	1
	4	Centro Storico / Via Tasso	3	2	1	0	6	4	2
	5	Via Camillo Sorgente	2	1	1	0	4	2	1
	6	Via Sichelgaita	2	1	0	0	3	2	1
	7	Via Moscato / Teatro delle Arti	2	1	1	0	5	4	2
	8	Piazza San Francesco	4	2	1	1	7	4	2
	9	Centro Storico / Duomo / Via Arce	3	2	1	1	6	4	2
	10	Via Roma / Lungomare Trieste	2	1	1	0	4	2	1
	11	C.so Garibaldi / Piazza Flavio Gioia	2	1	1	0	4	2	1
	12	Stadio Vestuti	4	2	1	1	8	6	3
	13	Cittadella Giudiziaria / Via Dalmazia	1	1	0	0	3	2	1
	14	Carmine/ Via La Francesca	5	2	1	1	10	6	3
	15	Carmine / Via Manganario	3	1	1	0	6	4	2
	16	Parco Pinocchio / Viale Antonio Gramsci	4	2	1	1	7	4	2
	17	Via Irno/ Clinica del Sole	5	2	1	1	10	6	3
	18	Via Vinciprova/ Via Settimio Mobilio	4	2	1	1	8	6	3
	19	Lungomare Clemente Tafuri/ Grand Hotel Salerno	3	1	1	0	5	4	2
	20	Piazza XXIV Maggio	3	1	1	0	6	4	2
	21	Via Belvedere / Viale delle Ginestre	3	2	1	1	6	4	2
	22	Sala Abbagnano	3	1	1	0	6	4	2
	23	Torrione Alto	4	2	1	1	7	4	2
	24	Via Diaz / Via Manzo	2	1	1	0	4	2	1
	25	Piazza della Concordia / Porto Turistico	3	1	1	0	5	4	2
	26	Stazione	2	1	1	0	5	4	2
	27	Lungomare Marconi/ Via Marino Freccia	5	2	1	1	9	6	3
	28	Torrione/ Lungomare Marconi	4	2	1	1	9	6	3
	29	Torrione / Quartiere Picarielli	3	1	1	0	5	4	2
	30	Pastena /Santa Margherita	4	2	1	1	8	6	3
	31	Via Posidonia/ Madonna di Fatima	5	2	1	1	9	6	3
	32	Mercatello/ Via Trento	5	3	2	1	10	6	3
	33	Pastena / Quartiere Europa	4	2	1	1	8	6	3
	34	Pastena /Poliambulatorio /Via dei Mille	3	2	1	1	6	4	2
	35	Mercatello / Via Trento	4	2	1	1	7	4	2
	36	Mariconda / Via Premuda	3	1	1	0	6	4	2
	37	Mariconda / Parco del Mercatello	4	2	1	1	7	4	2
	38	Mercatello / Via Fornari	3	2	1	0	6	4	2
	39	Via Leucosia / Via Clark / Litorale	1	1	0	0	3	2	1
	40	Arbostella	3	1	1	0	5	4	2
	41	San Leonardo	1	1	0	0	3	2	1
	42	Stadio Arechi	1	0	0	0	1	2	1
	43	Fuorni	1	1	0	0	2	2	1
	44	Zona Periferica	1	0	0	0	1	2	1
	45	Zona Industriale	1	1	0	0	2	2	1
	46	Fratte	3	2	1	0	6	4	2
	47	S. Eustachio/Giovi	7	4	2	1	14	10	5
	48	Castello Arechi/Croce	3	2	1	1	7	4	2
	49	Ogliara /Brignano Superiore	5	2	1	1	10	6	3
	Σ	150	74	43	23	290	194	97	



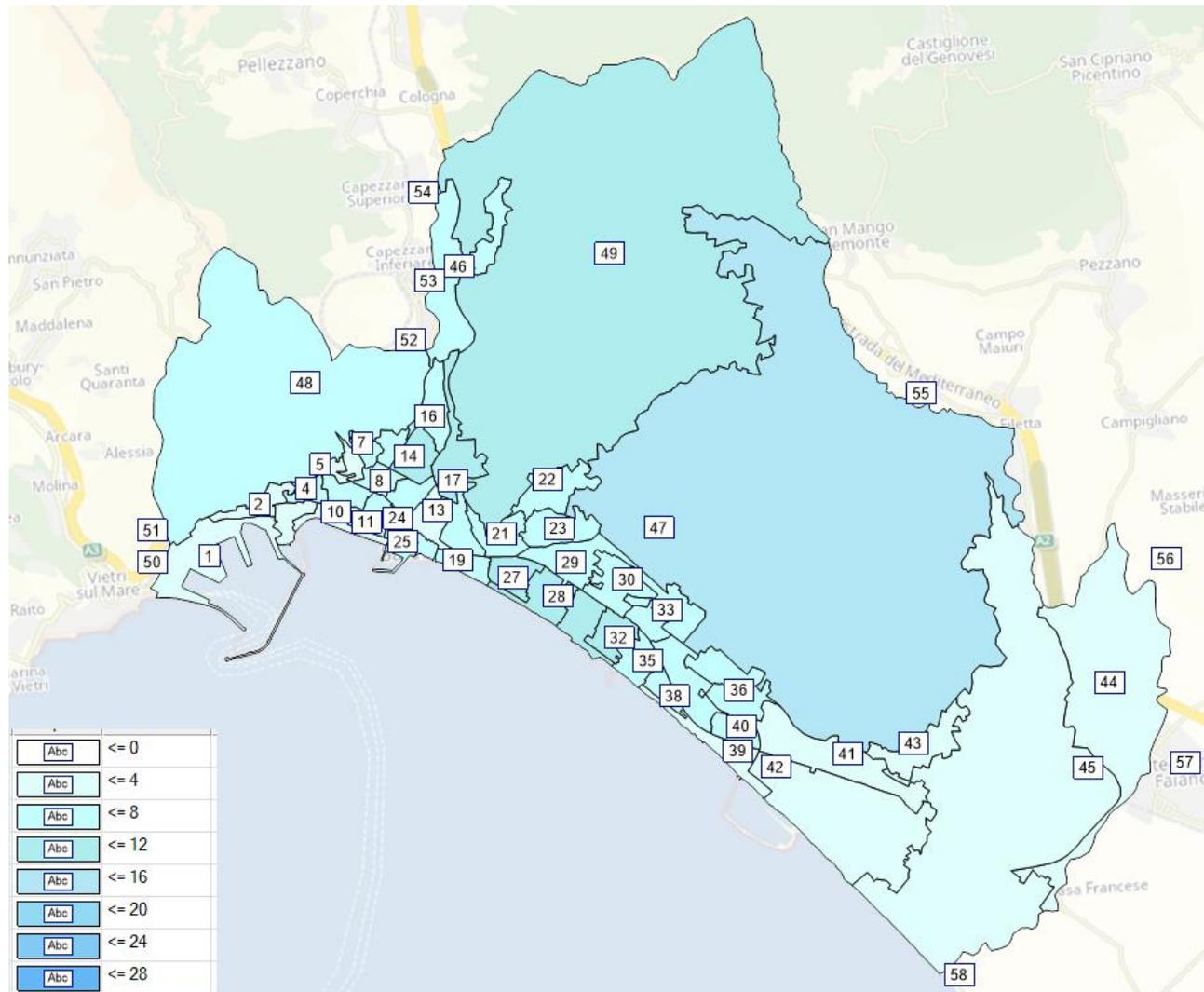


Figura 12- Distribuzione di punti di ricarica per zona di traffico al 2030 : strategia di intervento 3



File Name: PTV_Piano_P10979_SIS_PEM_RelFin_Salerno_Parte_IV_versione 2.0.docx

7.2 Colonnine di ricarica a servizio della mobilità di scambio

Per una maggiore completezza dell'analisi sull'esigenza di ricarica del Comune di Salerno, è stata considerata anche la mobilità di scambio ed è stato determinato il numero di punti di ricarica a servizio degli utenti che effettuano spostamenti da e verso la città (spostamenti interni-esterni e spostamenti esterni-interni) al 2030. I risultati ottenuti sono sintetizzati in Tabella 39, che riporta:

- distribuzione dei punti di ricarica per zona di traffico a servizio della mobilità di scambio interna-esterna, ottenuta attraverso un'analisi in origine (Figura 13);
- distribuzione dei punti di ricarica per zona di traffico a servizio della mobilità di scambio esterna-interna, ottenuta attraverso un'analisi in destinazione (Figura 14).

Tabella 39- Colonnine di ricarica per la mobilità di scambio

		PUNTI DI RICARICA PER LA MOBILITÀ DI SCAMBIO		
		mobilità I-E	mobilità E-I	
Zone di traffico	1	Molo Manfredi / Porto Commerciale	0	1
	2	Via Madonna del Monte / Via Indipendenza	0	0
	3	Piazza della Libertà / Villa Comunale	0	1
	4	Centro Storico / Via Tasso	0	1
	5	Via Camillo Sorgente	0	0
	6	Via Sichelgaita	0	0
	7	Via Moscato / Teatro delle Arti	0	1
	8	Piazza San Francesco	0	1
	9	Centro Storico / Duomo / Via Arce	0	1
	10	Via Roma / Lungomare Trieste	0	1
	11	C.so Garibaldi / Piazza Flavio Gioia	0	1
	12	Stadio Vestuti	1	1
	13	Cittadella Giudiziaria / Via Dalmazia	0	0
	14	Carmine/ Via La Francesca	1	1
	15	Carmine / Via Manganario	0	1
	16	Parco Pinocchio / Viale Antonio Gramsci	0	0
	17	Via Irno/ Clinica del Sole	1	1
	18	Via Vinciprova/ Via Settimio Mobilio	1	1
	19	Lungomare Clemente Tafuri/ Grand Hotel Salerno	0	1
	20	Piazza XXIV Maggio	0	2
	21	Via Belvedere / Viale delle Ginestre	0	0
	22	Sala Abbagnano	0	0
	23	Torrione Alto	0	0
	24	Via Diaz / Via Manzo	0	1
	25	Piazza della Concordia / Porto Turistico	0	1
	26	Stazione	0	1
	27	Lungomare Marconi/ Via Marino Freccia	1	1
	28	Torrione/ Lungomare Marconi	1	1
	29	Torrione / Quartiere Picarielli	0	0
	30	Pastena /Santa Margherita	1	1
	31	Via Posidonia/ Madonna di Fatima	1	1
	32	Mercatello/ Via Trento	1	1
	33	Pastena / Quartiere Europa	1	0
	34	Pastena /Poliambulatorio /Via dei Mille	0	1
	35	Mercatello / Via Trento	0	1
	36	Mariconda / Via Premuda	0	0
	37	Mariconda / Parco del Mercatello	0	0
	38	Mercatello / Via Fornari	0	1
	39	Via Leucosia / Via Clark / Litorale	0	0
	40	Arbostella	0	0
	41	San Leonardo	0	2
	42	Stadio Arechi	0	2
	43	Fuorni	0	0
	44	Zona Periferica	0	1
	45	Zona Industriale	0	6
	46	Fratte	1	1
	47	S. Eustachio/Giovi	2	1
	48	Castello Arechi/Croce	1	1
	49	Ogliara /Brignano Superiore	1	1
	Σ	20	42	

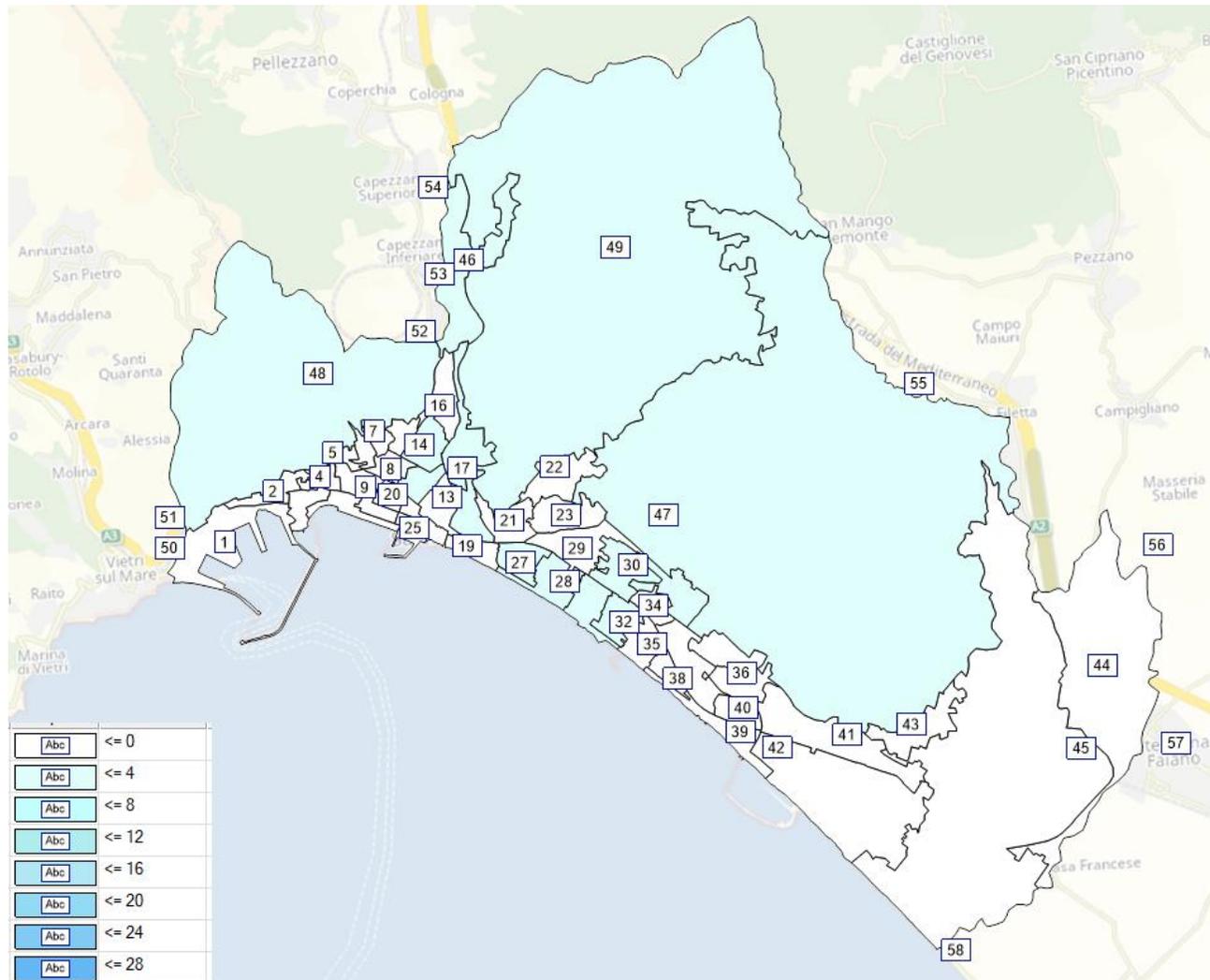


Figura 13- Colonna 4: Distribuzione di punti di ricarica per zona – Mobilità di scambio (I-E)



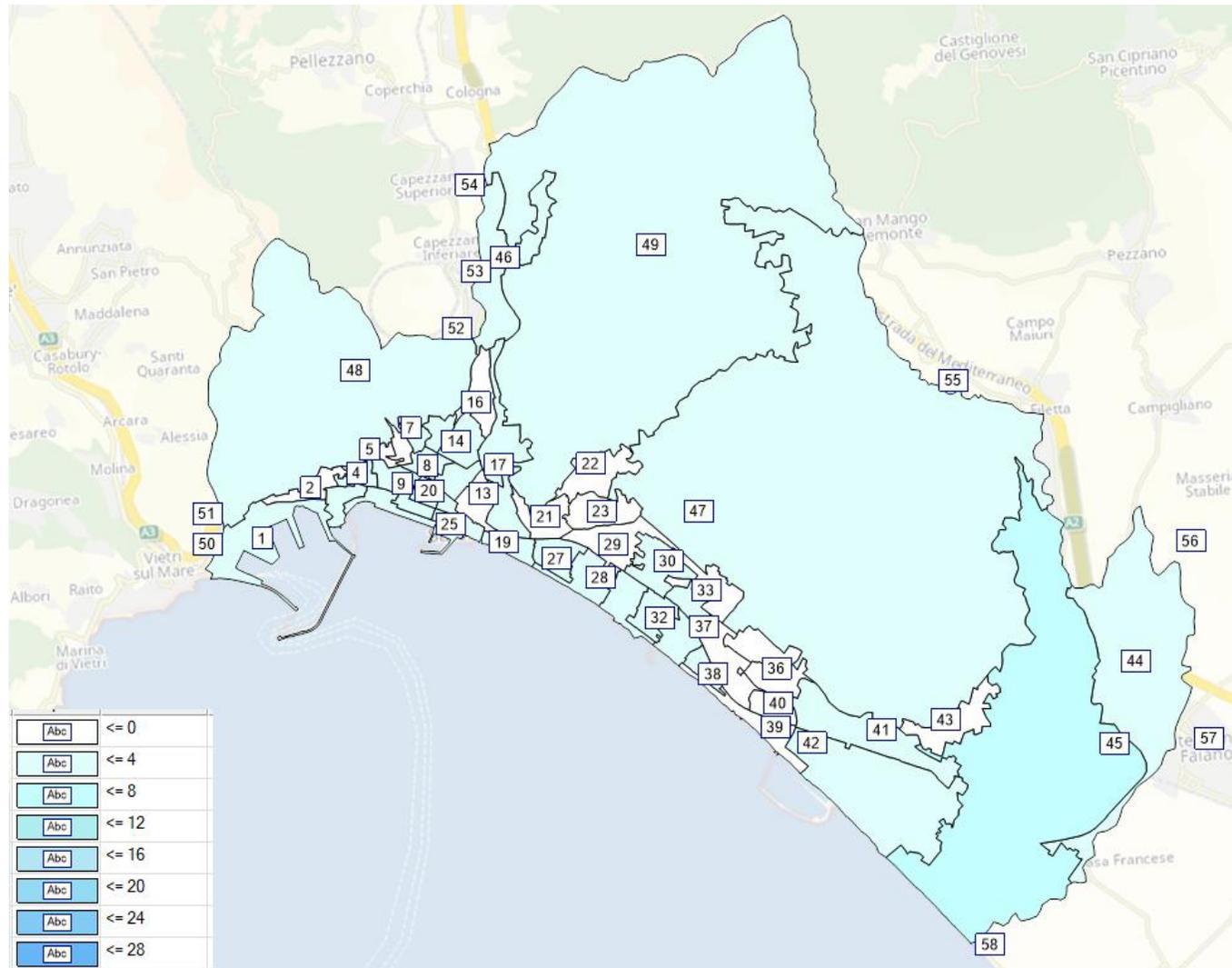


Figura 14- Colonna 5: Distribuzione di punti di ricarica per zona – Mobilità di scambio (E-I)



File Name: PTV_Piano_P10979_SIS_PEM_RelFin_Salerno_Parte_IV_versione 2.0.docx

7.3 Disponibilità attuale della rete elettrica

Lo studio preliminare condotto in collaborazione con l'azienda *e-distribuzione*, ha restituito informazioni circa il numero di colonnine a servizio della mobilità interna che possono essere realizzate sulla base dell'attuale disponibilità della rete elettrica. L'analisi preliminare prevede la possibilità di realizzare un totale di 69 punti di ricarica, ciascuno costituito da due prese, di cui 47 Quick e 22 Fast, nel rispetto del rapporto 2:1 suggerito dal PNIRE 2015. In Tabella x è riportato il numero di colonnine di ricarica per le zone di ricarica provviste di aree di sosta fuori strada e di cabina secondario in prossimità di tali aree, fondamentale per l'allaccio dei dispositivi di ricarica alla rete elettrica. La distribuzione per zona di traffico viene inoltre descritta in Figura 15.

Come si vede dalla Tabella 40, allo stato attuale, le zone che attualmente possono essere servite sono:

- zona 3 (Crescent/ Piazza della Libertà) con 48 colonnine di ricarica di cui 32 Quick e 16 Fast, da allocare in corrispondenza del parcheggio interrato sotto Piazza della Libertà;
- zona 17 (Via Irno/ Clinica del Sole) con 13 punti di ricarica di cui 9 Quick e 4 Fast, da allocare presso il parcheggio interrato Irno Center;
- zona 27 (Lungomare Marconi/ Via Marino Freccia) con 1 punto di ricarica Quick da allocare presso l'area di sosta in Via Orofino;
- zona 49 (Ogliara/Brignano Superiore) con 7 punti di ricarica di cui 5 Quick e 2 Fast, da allocare in corrispondenza del parcheggio in Via degli Etruschi.

Tabella 40- Disponibilità attuale della rete elettrica: analisi preliminare e-distribuzione

		Disponibilità aree di sosta fuori strada	Analisi preliminare e-distribuzione			
			N° colonnine	Quick	Fast	
Zone di traffico	1	Molo Manfredi / Porto Commerciale	si	0	0	0
	2	Via Madonna del Monte / Via Indipendenza	no	-	-	-
	3	Piazza della Libertà / Villa Comunale	si	48	32	16
	4	Centro Storico / Via Tasso	no	-	-	-
	5	Via Camillo Sorgente	no	-	-	-
	6	Via Sichelgaita	no	-	-	-
	7	Via Moscato / Teatro delle Arti	si	0	0	0
	8	Piazza San Francesco	no	-	-	-
	9	Centro Storico / Duomo / Via Arce	no	-	-	-
	10	Via Roma / Lungomare Trieste	si	0	0	0
	11	C.so Garibaldi / Piazza Flavio Gioia	no	-	-	-
	12	Stadio Vestuti	si	0	0	0
	13	Cittadella Giudiziaria / Via Dalmazia	si	0	0	0
	14	Carmine/ Via La Francesca	no	-	-	-
	15	Carmine / Via Manganario	no	-	-	-
	16	Parco Pinocchio / Viale Antonio Gramsci	si	0	0	0
	17	Via Irno/ Clinica del Sole	si	13	9	4
	18	Via Vinciprova/ Via Settimio Mobilio	si	0	0	0
	19	Lungomare Clemente Tafuri/ Grand Hotel Salerno	si	0	0	0
	20	Piazza XXIV Maggio	no	-	-	-
	21	Via Belvedere / Viale delle Ginestre	no	-	-	-
	22	Sala Abbagnano	no	-	-	-
	23	Torrione Alto	si	0	0	0
	24	Via Diaz / Via Manzo	no	-	-	-
	25	Piazza della Concordia / Porto Turistico	si	0	0	0
	26	Stazione	no	-	-	-
	27	Lungomare Marconi/ Via Marino Freccia	si	1	1	0
	28	Torrione/ Lungomare Marconi	si	0	0	0
	29	Torrione / Quartiere Picarielli	si	0	0	0
	30	Pastena /Santa Margherita	no	-	-	-
	31	Via Posidonia/ Madonna di Fatima	si	0	0	0
	32	Mercatello/ Via Trento	si	0	0	0
	33	Pastena / Quartiere Europa	si	0	0	0
	34	Pastena /Poliambulatorio /Via dei Mille	no	-	-	-
	35	Mercatello / Via Trento	no	-	-	-
	36	Mariconda / Via Premuda	no	-	-	-
	37	Mariconda / Parco del Mercatello	si	0	0	0
	38	Mercatello / Via Fornari	si	0	0	0
	39	Via Leucosia / Via Clark / Litorale	no	-	-	-
	40	Arbostella	si	0	0	0
	41	San Leonardo	no	-	-	-
	42	Stadio Arechi	si	0	0	0
	43	Fuorni	no	-	-	-
	44	Zona Periferica	no	-	-	-
	45	Zona Industriale	si	0	0	0
	46	Fratte	no	-	-	-
	47	S. Eustachio/Giovi	no	-	-	-
	48	Castello Arechi/Croce	si	0	0	0
	49	Ogliara /Brignano Superiore	si	7	5	2
		Σ	69	47	22	



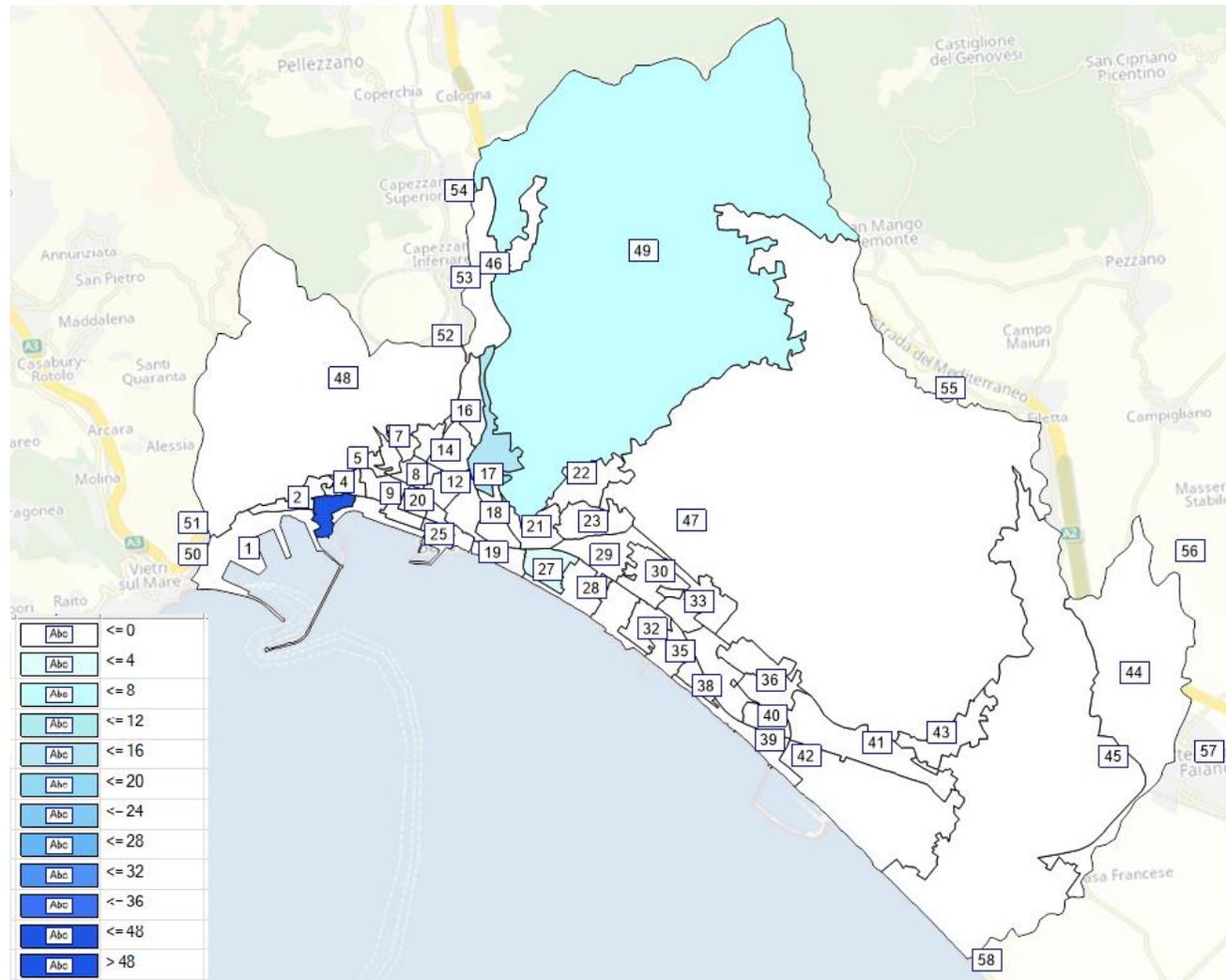


Figura 15 Colonna 5: Distribuzione di punti di ricarica per zona – e-distribuzione



File Name: PTV_Piano_P10979_SIS_PEM_RelFin_Salerno_Parte_IV_versione 2.0.docx

7.4 Previsione sulla mobilità elettrica residenziale

Viene riportata, inoltre, la stima della distribuzione di punti di ricarica sul territorio, ottenuta attraverso l'applicazione del *metodo aggregato*, illustrato nell'Appendice B del presente documento (Tabella 41). Questo metodo permette di stimare il fabbisogno di ricarica, redistribuito per zona di traffico, in proporzione alla popolazione residente, sulla base di un'ipotesi di *market penetration* dei veicoli elettrici al 2030, pari al 5% del totale dei flussi di domanda, in riferimento agli spostamenti interni-interni della matrice del PGTU. I risultati ottenuti possono essere interpretati come una previsione sulla mobilità elettrica residenziale. Con questo tipo di analisi si può prevedere che, presumibilmente, al 2030 circa 1000 famiglie si doteranno di un veicolo elettrico e necessiteranno, quindi, di circa 500 colonnine di ricarica distribuite sul territorio.

Tabella 41- Punti di ricarica per zona di traffico-Mobilità residenziale

METODI		METODO AGGREGATO	
APPROCCI DI STIMA		Stima su domanda di mobilità auto	
TIPO DI ANALISI		ANALISI IN ORIGINE	
IPOTESI		5% domanda auto PGTU	
Zone di traffico	1	Molo Manfredi / Porto Commerciale	3
	2	Via Madonna del Monte / Via Indipendenza	8
	3	Piazza della Libertà / Villa Comunale	3
	4	Centro Storico / Via Tasso	10
	5	Via Camillo Sorgente	5
	6	Via Sichelgaita	4
	7	Via Moscato / Teatro delle Arti	6
	8	Piazza San Francesco	10
	9	Centro Storico / Duomo / Via Arce	11
	10	Via Roma / Lungomare Trieste	4
	11	C.so Garibaldi / Piazza Flavio Gioia	4
	12	Stadio Vestuti	15
	13	Cittadella Giudiziaria / Via Dalmazia	0
	14	Carmine/ Via La Francesca	21
	15	Carmine / Via Manganario	12
	16	Parco Pinocchio / Viale Antonio Gramsci	13
	17	Via Irno/ Clinica del Sole	20
	18	Via Vinciprova/ Via Settimio Mobilio	20
	19	Lungomare Clemente Tafuri/ Grand Hotel Salerno	4
	20	Piazza XXIV Maggio	7
	21	Via Belvedere / Viale delle Ginestre	10
	22	Sala Abbagnano	6
	23	Torrione Alto	12
	24	Via Diaz / Via Manzo	4
	25	Piazza della Concordia / Porto Turistico	4
	26	Stazione	3

27	Lungomare Marconi/ Via Marino Freccia	17
28	Torrione/ Lungomare Marconi	22
29	Torrione / Quartiere Picarielli	4
30	Pastena /Santa Margherita	15
31	Via Posidonia/ Madonna di Fatima	19
32	Mercatello/ Via Trento	24
33	Pastena / Quartiere Europa	13
34	Pastena /Poliambulatorio /Via dei Mille	10
35	Mercatello / Via Trento	13
36	Mariconda / Via Premuda	11
37	Mariconda / Parco del Mercatello	9
38	Mercatello / Via Fornari	12
39	Via Leucosia / Via Clark / Litorale	1
40	Arbostella	12
41	San Leonardo	2
42	Stadio Arechi	1
43	Fuorni	3
44	Zona Periferica	2
45	Zona Industriale	6
46	Fratte	14
47	S. Eustachio/Giovi	43
48	Castello Arechi/Croce	19
49	Ogliara /Brignano Superiore	31
	Σ	523

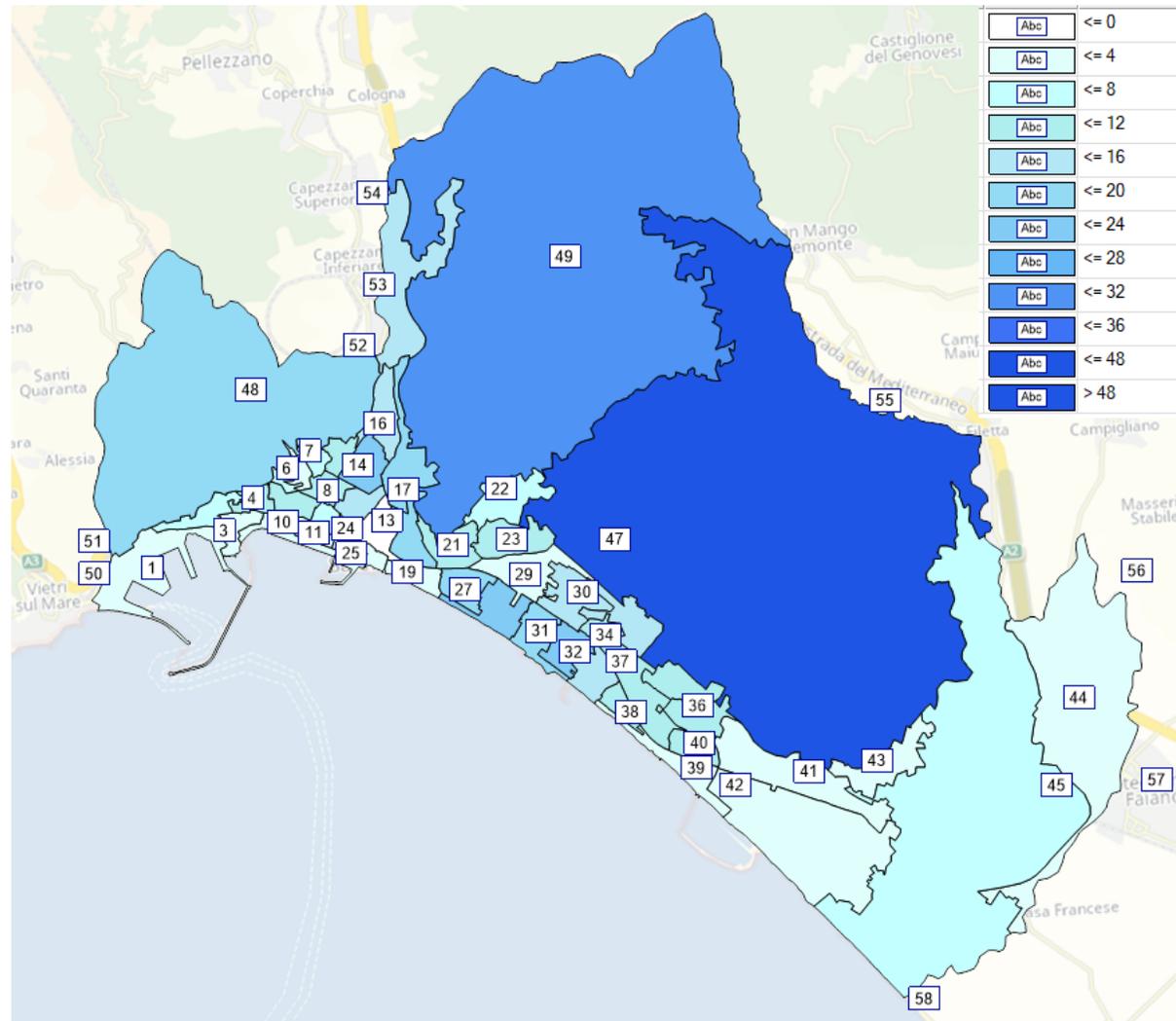


Figura 16- Distribuzione di punti di ricarica per zona – Mobilità residenziale



File Name: PTV_Piano_P10979_SIS_PEM_RelFin_Salerno_Parte_IV_versione 2.0.docx

7.5 Superfici utili per l'allocazione dei punti di ricarica: analisi qualitativa

Il presente paragrafo si propone di valutare, attraverso un'analisi qualitativa, le superfici utili per l'allocazione delle colonnine di ricarica. Sono state considerate le aree di sosta ad accesso pubblico (già individuate nella Parte III del presente documento), la cui distribuzione sul territorio è illustrata in Figura 17. Le caratteristiche di ciascuna area di sosta individuata sono desumibili, invece, dalla Tabella 42 che riporta:

- l'ID associato al parcheggio;
- la zona di traffico di appartenenza;
- l'indirizzo di ubicazione del parcheggio.

In questa fase, è stata portata avanti una collaborazione con l'ingegnere Alberto De Sio, Direttore Tecnico e di Esercizio dell'azienda *Salerno Mobilità*. A valle di un primo incontro e di una analisi preliminare, è stato possibile individuare le aree di sosta in corrispondenza delle quali, attualmente, sarebbe possibile allocare alcune colonnine di ricarica.

Data la criticità del territorio urbano della città di Salerno, oltre alle aree di sosta ad accesso pubblico, si è pensato di individuare ulteriori possibili soluzioni per l'allocazione delle colonnine di ricarica. Per favorire l'installazione lungo strada, sono state prese in considerazione, quindi, anche quelle infrastrutture di viabilità pubblica che presentano caratteristiche strutturali, come la larghezza della carreggiata, in grado di accogliere alcuni stalli di ricarica. Per alcune zone residenziali, invece, si è ritenuto opportuno ipotizzare di allocare i punti di ricarica in corrispondenza dei viali lungo le abitazioni o dei parchi residenziali, laddove disponibili.

Come *soluzione estrema*, invece, per le zone più critiche, per le quali non è stato possibile individuare superfici utili su suolo pubblico disponibili, si può prendere in considerazione un'ipotesi di allocazione in corrispondenza di:

- *stazioni di rifornimento di carburante*, caratterizzate da uno spazio adeguato, in grado di accogliere alcuni stalli di ricarica; solitamente si tratta di superfici private e di concessioni e si evidenzia, quindi, che andrebbe adottata una politica di incentivazione da parte del Comune;
- *garage privati*, utilizzati dagli utenti durante la giornata lavorativa; anche in questo caso andrebbe concordata una convenzione tra il Comuni e i garage stessi.

I risultati dell'analisi qualitativa appena descritta sono sintetizzati in una scheda, riportata in Tabella 43, che indica per ogni zona di traffico:

- la disponibilità di aree di sosta ad accesso pubblico;
- ID, indirizzo e posti auto delle aree di sosta ad accesso pubblico laddove disponibili;
- l'individuazione delle aree di sosta utili per l'allocazione delle colonnine di ricarica a seguito dell'incontro preliminare con *Salerno Mobilità*;
- l'individuazione dei parcheggi che attualmente possono essere serviti a valle dell'analisi preliminare sulla disponibilità della rete elettrica effettuata in collaborazione con *e-distribuzione*;
- l'individuazione di possibili soluzioni alternative alle aree di sosta fuori strada, come infrastrutture stradali, stazioni di rifornimento, garage o parchi residenziali.

7.5.1 Ipotesi di redistribuzione dei punti di ricarica per la mobilità interna: **analisi preliminare**

Per le zone di traffico sprovviste di aree di sosta fuori strada per l'allocazione dei punti di ricarica stimati da modello, dove possibile, è stata ipotizzata una redistribuzione del numero di colonnine al 2030 in corrispondenza delle zone limitrofe, in funzione del numero di posti auto disponibili per zona e del numero di stalli di ricarica necessari¹. L'ipotesi di redistribuzione è stata applicata a tutte le strategie di intervento proposte:

- *Strategia di intervento 1*: redistribuzione sintetizzata in Tabella 44;
- *Strategia di intervento 2*: redistribuzione sintetizzata in Tabella 45;
- *Strategia di intervento 3*: redistribuzione sintetizzata in Tabella 46.

Osservando le Tabelle di sintesi sopra indicate, si vede che per alcune zone non è stato possibile prevedere una redistribuzione dei punti di ricarica stimati in corrispondenza delle aree di sosta appartenenti alle zone limitrofe, in particolare:

- **zona 5**: *Via Camillo Sorgente*, per la quale si suggerisce, come soluzione alternativa, l'allocazione lungo strada in corrispondenza di Viale Ruggero Moscati (Trincerone);
- **zona 6**: *Via Sichelgaita*, per la quale, analogamente alla zona 5, si suggerisce l'allocazione lungo strada in corrispondenza di Viale Ruggero Moscati (Trincerone);
- **zona 22**: *Sala Abbagnano*, per la quale si suggerisce come soluzione alternativa l'allocazione delle colonnine in corrispondenza dei parchi residenziali;
- **zona 47**: *S. Eustachio/ Giovi*, per la quale si suggerisce l'allocazione lungo strada o in corrispondenza dei viali lungo le abitazioni residenziali.

A valle di questa ipotesi di redistribuzione, per tutte le strategie di intervento considerate, sono state evidenziate, inoltre, quelle zone, in corrispondenza delle quali il rapporto *stalli di ricarica su posti auto disponibili* risulta essere superiore al 30%. Essendo questo un valore percentuale non trascurabile, che comporta un numero di stalli di ricarica eccessivo rispetto ai posti auto disponibili, si rimanda al Comune la scelta di posizionare alcuni stalli anche sulla viabilità pubblica, oppure di incentivare l'installazione in parchi privati e aree residenziali, ove esistenti.

Si precisa che l'analisi appena descritta è di tipo qualitativo e che sarebbe pertanto necessario un ulteriore approfondimento con sopralluoghi sul territorio, da concordare con il Comune di Salerno, per verificare la reale disponibilità sia dei posti auto che delle superfici fuori strada individuate.

¹ Si ricorda, come indicato da normativa, la prescrizione secondo la quale ogni stazione di ricarica sia in grado di ricaricare due veicoli simultaneamente e che quindi sia costituita da due prese di ricarica; questo comporta, di conseguenza, che ad ogni colonnina corrispondano due stalli di ricarica.

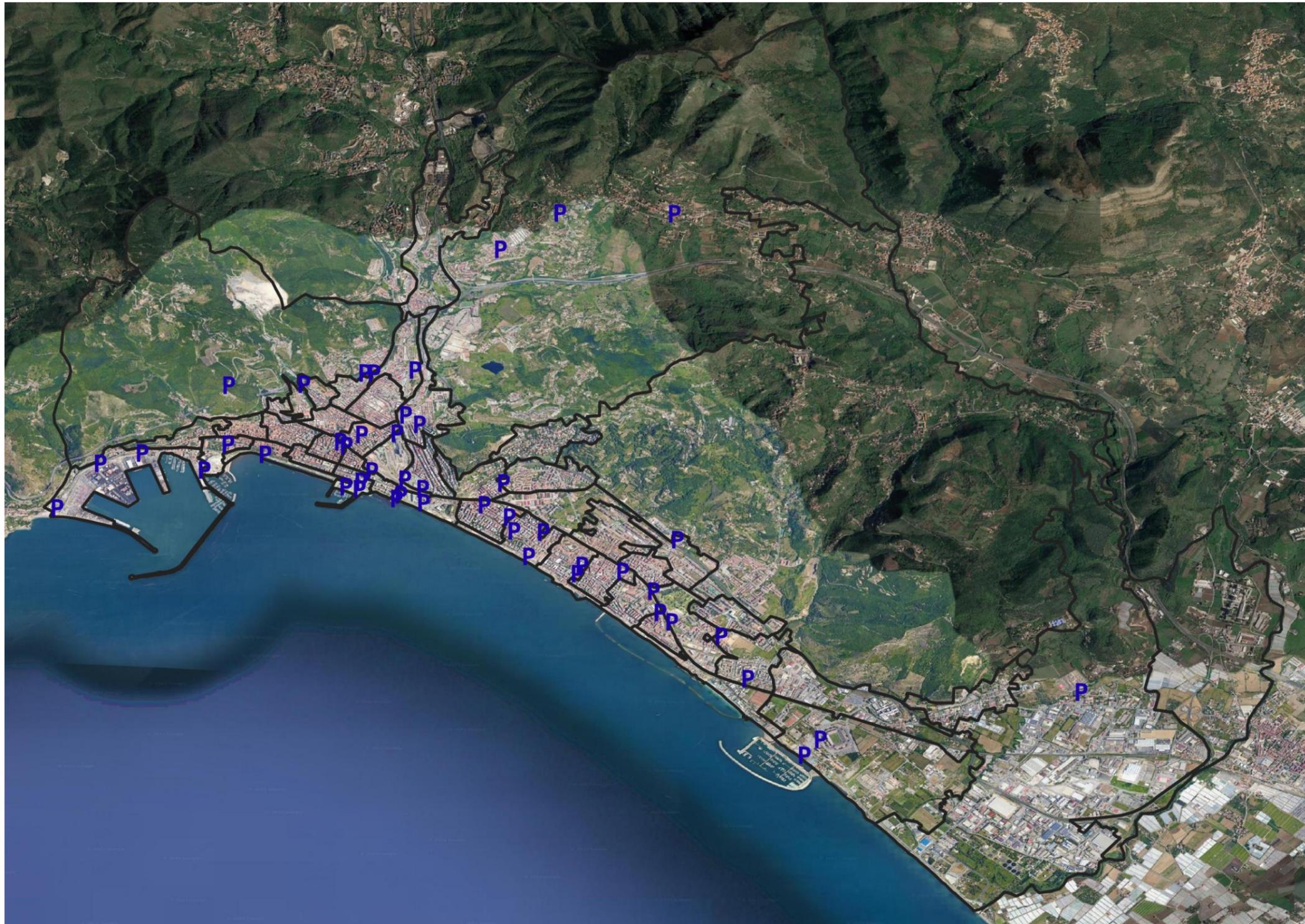
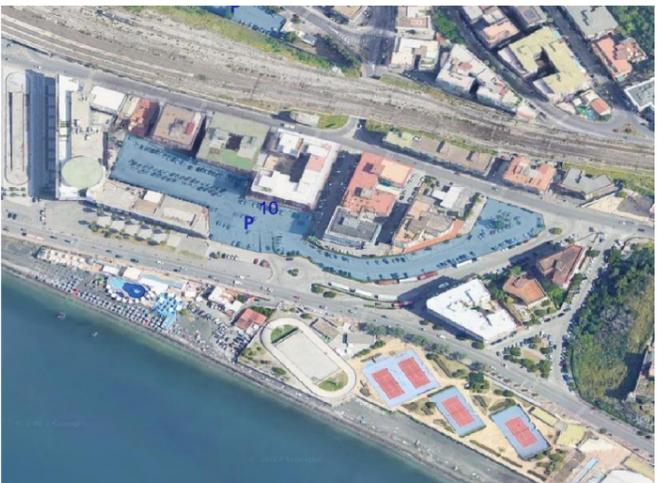


Figura 17- Aree di sosta individuate sul territorio

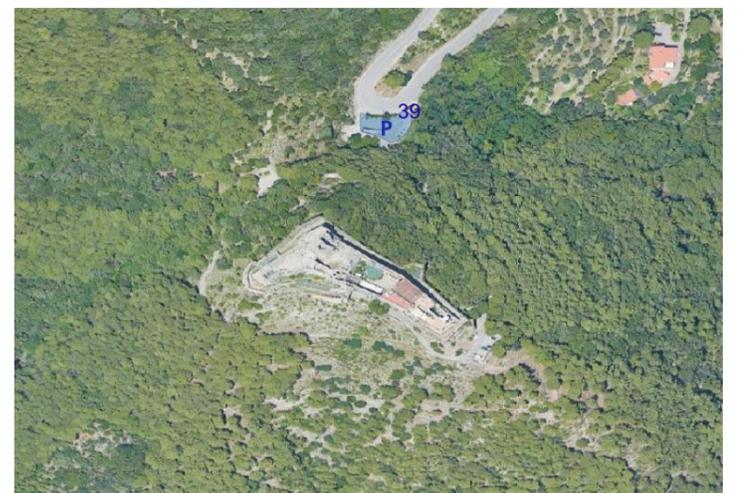
Tabella 42-Aree di sosta fuori strada ad accesso pubblico

ID: 2	Zona: 1	Via Ligea	ID: 3	Zona: 1	Via Ligea-ex mercato ittico	ID: 25	Zona: 1	Via Ligea, 114
ID: 4	Zona: 3	Piazza Amendola	ID: 21	Zona: 3	Piazza Della Libertà (interrato)	ID: 24	Zona: 7	Via Demetrio Moscato, 11

ID: 42 Zona: 10 Piazza Cavour	ID: 7 Zona: 12 Piazza Casalbore	ID: 40-41 Zona: 12 Trincerone Est- Piazza Falcone Borsellino
		
ID: 5 Zona: 13 Via Santi Martiri Salernitani	ID: 38 Zona: 13 Largo Unione delle Camere Penali Italiane	ID: 26 Zona: 16 Viale Antonio Gramsci
		
ID: 44 Zona: 16 Via Raffaele Cavallo	ID: 12 Zona: 17 Irno Center (interrato)	ID: 24 Zona: 17 Via Sergio Pacifico
		
ID: 6, 20, 48 Zona: 18 Via Vinciprova - Park Vinciprova - Via Lagatta	ID: 10 Zona: 19 Lungomare Trieste -Rotatoria Via Carella	ID: 18-19 Zona: 19 Foce Irno - Foce Irno Interrato



ID: 31	Zona: 23	Via Ottavio de Sica	ID: 14, 15, 16	Zona: 25	Piazza della Concordia-Sottopiazza della Concordia - Piazza G. Mazzini	ID: 8	Zona: 27	Via Orofino
ID: 17	Zona: 27	Via S. Robertelli	ID: 1	Zona: 28	Lungomare Marconi- Area rimozione	ID: 9	Zona: 28	Via Posidonia
ID: 32	Zona: 29	Via Francesco Galloppo	ID: 11, 12	Zona: 31	Via Flacco - Via Antonio del Baglivo	ID: 23	Zona: 32	Via Rocco Cocchia- Metro Pastena

		
<p>ID: 46 Zona: 33 Uscita tangenziale-Pastena</p>	<p>ID: 37 Zona: 37 Parcheggio Via Giovanni Paolo II</p>	<p>ID: 47 Zona: 37 Stazione metropolitana- Uscita Mercatello</p>
		
<p>ID: 22 Zona: 38 Parcheggio Via Fornari</p>	<p>ID: 34 Zona: 40 Viale delle Vittime dell'Alluvione</p>	<p>ID: 35 Zona: 40 Parco Arbostella</p>
		
<p>ID: 13, 45 Zona: 42 Stadio Arechi- Park Vinciprova - Marina d'Arechi</p>	<p>ID: 36 Zona: 45 Via Ostaglio</p>	<p>ID: 39 Zona: 48 Parcheggio Castello Arechi</p>



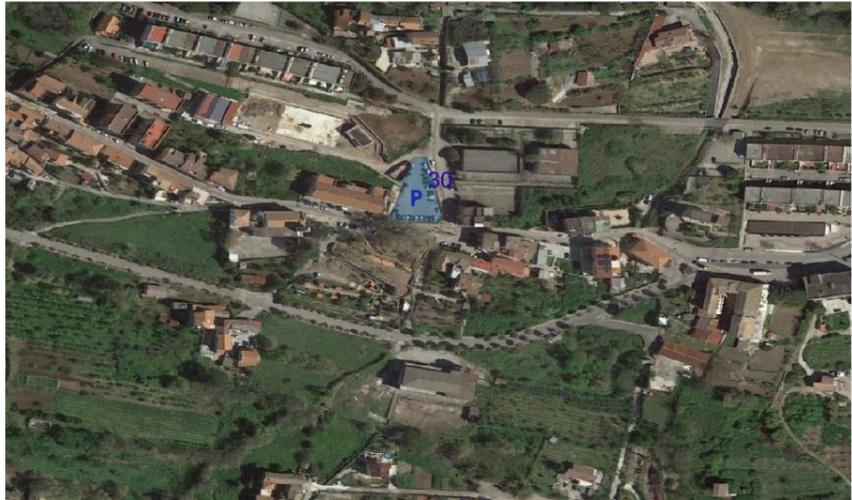
					
<p>ID: 43</p>	<p>Zona: 48</p>	<p>Via Salvatore Calenda</p>	<p>ID: 28</p>	<p>Zona: 49</p>	<p>Via Degli Etruschi</p>
					
<p>ID: 43</p>	<p>Zona: 48</p>	<p>Via Salvatore Calenda</p>	<p>ID: 28</p>	<p>Zona: 49</p>	<p>Via Degli Etruschi</p>

Tabella 43- Individuazioni delle superfici utili per zona di traffico

ZdT	Nome zona	Id_parcheggio	Indirizzo- Parcheggio	Posti auto	Posti auto totali	Disponibilità aree di sosta fuori strada	Disponibilità aree di sosta fuori strada (Salerno mobilità)	Disponibilità attuale della rete elettrica (e-distribuzione)	Disponibilità superfici utili lungo strada
1	Molo Manfredi / Porto Commerciale	2	Via Ligea	180	282	si	si	no	no
		3	Via Ligea-ex mercato ittico	88		si	si	no	
		25	Via Ligea, 114	14		si	no	no	
2	Via Madonna del Monte / Via Indipendenza		-	-	-	no	no	no	no
3	Piazza della Libertà / Villa Comunale	4	Piazza Amendola	66	666	si	no	no	Via Roma
		21	Piazza Della Libertà	600		si	si	si	
4	Centro Storico / Via Tasso		-	-	-	no	no	no	no
5	Via Camillo Sorgente		-	-	-	no	no	no	Viale Ruggero Moscati (Trincerone)
6	Via Sichelgaita		-	-	-	no	no	no	Viale Ruggero Moscati (Trincerone)
7	Via Moscato / Teatro delle Arti	24	Via Demetrio Moscato, 11	100	100	si	no	no	Stazione di rifornimento Esso e Q8 in Via Demetrio Moscato
8	Piazza San Francesco		-	-	-	no	no	no	Viale Ruggero Moscati (Trincerone)
9	Centro Storico / Duomo / Via Arce		-	-	-	no	no	no	no
10	Via Roma / Lungomare Trieste	42	Piazza Cavour	273	273	si	no	no	Via Roma
11	C.so Garibaldi / Piazza Flavio Gioia		-	-	-	no	no	no	C.so Giuseppe Garibaldi
12	Stadio Vestuti	7	Piazza Casalbore	69	206	si	si	no	no
		40	Trincerone Est	27		si	no	no	
		41	Piazza Falcone Borsellino	110		si	no	no	
13	Cittadella Giudiziaria / Via Dalmazia	5	Via Santi Martiri Salernitani	54	98	si	no	no	Viale Unità d'Italia
		38	Largo Unione delle Camere Penali Italiane	44		si	si	no	
14	Carmine/ Via La Francesca		-	-	-	no	no	no	Stazioni di rifornimento Esso in Via Prudente Francesco e in Via San Giovanni Bosco
15	Carmine / Via Manganario		-	-	-	no	no	no	Via Manganario
16	Parco Pinocchio / Viale Antonio Gramsci	26	Viale Antonio Gramsci	74	104	si	si	no	Viale Antonio Gramsci
		44	Via Raffaele Cavallo	30		si	no	no	
17	Via Irno/ Clinica del Sole	12	Irno Center	66	89	si	si	si	Stazioni di rifornimento IP, Esso e Eni Station in Via Irno
		27	Via Sergio Pacifico	23		si	no	no	
18	Via Vinciprova/ Via Settimio Mobilio	6	Via Vinciprova	125	445	si	si	no	no
		20	Park Vinciprova	250		si	no	no	
		48	Via Lagatta	70		si	si	no	
19	Lungomare Clemente Tafuri/ Grand Hotel Salerno	10	Lungomare Trieste -Rotatoria Via Carella	260	686	si	si	no	no
		18	Foce Irno	224		si	no	no	
		19	Foce Irno Interrato (Lungomare Tafuri)	202		si	si	no	
20	Piazza XXIV Maggio		-	-	-	no	no	no	Garage Piazza Malta
21	Via Belvedere / Viale delle Ginestre		-	-	-	no	no	no	All'interno dei parchi residenziali
22	Sala Abbagnano		-	-	-	no	no	no	All'interno dei parchi residenziali
23	Torrione Alto	31	Via Ottavio de Sica	51	51	si	no	no	no



ZdT	Nome zona	Id_parcheggio	Indirizzo- Parcheggio	Posti auto	Posti auto totali	Disponibilità aree di sosta fuori strada	Disponibilità aree di sosta fuori strada (Salerno mobilità)	Disponibilità attuale della rete elettrica (e-distribuzione)	Disponibilità superfici utili lungo strada (DA VERIFICARE)
24	Via Diaz / Via Manzo		-	-	-	no	no	no	Garage Manzo in Via Manzo, 56
25	Piazza della Concordia / Porto Turistico	15	Sottopiazza della Concordia	220	642	si	no	no	no
		16	Piazza G. Mazzini	162		si	no	no	
		14	Piazza della Concordia	260		si	si	no	
26	Stazione		-	-	-	no	no	no	no
27	Lungomare Marconi/ Via Marino Freccia	8	Via Orofino	21	469	si	no	si	no
		17	Via S. Robertelli	448		si	no	no	
28	Torrione/ Lungomare Marconi	1	Lungomare Marconi- Area rimozione	110	138	si	si	no	no
		9	Via Posidonia	28		si	si	no	
29	Torrione / Quartiere Picarielli	32	Via Francesco Galloppo	180	180	si	no	no	no
30	Pastena /Santa Margherita		-	-	-	no	no	no	Viali lungo le abitazioni residenziali
31	Via Posidonia/ Madonna di Fatima	11	Via Flacco	168	217	si	si	no	Via Domenico Vassalli
		33	Via Antonio del Baglivo	49		si	no	no	Stazione di rifornimento Esso presso Lungomare Cristoforo Colombo, 2
32	Mercatello/ Via Trento	23	Via Rocco Cocchia- Metro Pastena	42	42	si	si	no	no
33	Pastena / Quartiere Europa	46	Uscita tangenziale-Pastena	70	70	si	si	no	Via Gennaro Buongiorno
34	Pastena /Poliambulatorio /Via dei Mille		-	-	-	no	no	no	Via dei Mille
35	Mercatello / Via Trento		-	-	-	no	no	no	Via Raffaele Mauri/Via Piero Gobetti
			-	-	-	no	no	no	Stazione di rifornimento Eni Station in Via Trento
36	Mariconda / Via Premuda		-	-	-	no	no	no	Via Premuda
37	Mariconda / Parco del Mercatello	37	Parcheggio Via Giovanni Paolo II	24	46	si	no	no	Viali lungo le abitazioni residenziali
		47	Stazione metropolitana- Uscita Mercatello	22		si	si	no	
38	Mercatello / Via Fornari	22	Parcheggio Via Fornari	108	108	si	no	no	Via Leucosia
39	Via Leucosia / Via Clark / Litorale		-	-	-	no	no	no	Via Leucosia
40	Arbostella	34	Viale delle Vittime dell'Alluvione	72	106	si	no	no	no
		35	Parco Arbostella	34		si	si	no	
41	San Leonardo		-	-	-	no	no	no	no
42	Stadio Arechi	13	Stadio Arechi	1350	2350	si	si	no	no
		45	Marina d'Arechi	1000		si	no	no	
43	Fuorni		-	-	-	no	no	no	no
44	Zona Periferica		-	-	-	no	no	no	no
45	Zona Industriale	36	Via Ostaglio	68	68	si	no	no	no
46	Fratte		-	-	-	no	no	no	no
47	S. Eustachio/Giovi		-	-	-	no	no	no	Viali lungo le abitazioni residenziali
48	Castello Arechi/Croce	39	Parcheggio Castello Arechi	20	63	si	no	no	Stazione di rifornimento Q8 in Via Demetrio Moscato
		43	Via Salvatore Calenda	43		si	si	no	
49	Ogliara /Brignano Superiore	28	Via Degli Etruschi	68	137	si	si	si	Viali lungo le abitazioni residenziali
		29	Via S. Felice in Pastorano	54		si	no	no	
		30	Via Casa Postiglione	15		si	no	no	



Tabella 44- Ipotesi di redistribuzione: Strategia di intervento 1

ZdT	Nome zona	STRATEGIA DI INTERVENTO 1		AREE DI SOSTA FUORI STRADA				RIDISTRIBUZIONE IPOTIZZATA	STRATEGIA DI INTERVENTO 1			Disponibilità superfici utili lungo strada (DA VERIFICARE)
		Colonnine	Stalli	Disponibilità aree di sosta fuori strada	Id_parcheggio	Posti auto	Posti auto totali		Stalli	Colonnine	% stalli/posti auto	
1	Molo Manfredi / Porto Commerciale	3	6	si	2	180	282		14	7	5%	no
				si	3	88						
				si	25	14						
2	Via Madonna del Monte / Via Indipendenza	4	8	no		-	-	in zona 1	0	0	0%	no
3	Piazza della Libertà / Villa Comunale	5	9	si	4	66	666		36	18	5%	Via Roma
				si	21	600						
4	Centro Storico / Via Tasso	7	13	no		-	-	in zona 3	0	0	0%	no
5	Via Camillo Sorgente	5	11	no		-	-	allocazione lungo strada	11	5	0	Viale Ruggero Moscati (Trincerone)
6	Via Sichelgaita	4	9	no		-	-	allocazione lungo strada	9	4	0	Viale Ruggero Moscati (Trincerone)
7	Via Moscato / Teatro delle Arti	6	13	si	24	100	100		23	12	23%	Stazione di rifornimento Esso e Q8 in Via Demetrio Moscato
8	Piazza San Francesco	8	16	no		-	-	in zona 12	0	0	0	Viale Ruggero Moscati (Trincerone)
9	Centro Storico / Duomo / Via Arce	7	13	no		-	-	in zona 3	0	0	0%	no
10	Via Roma / Lungomare Trieste	6	12	si	42	273	273		19	9	7%	Via Roma
11	C.so Garibaldi / Piazza Flavio Gioia	7	14	no		-	-	in zona 10 e in zona 25	0	0	0%	C.so Giuseppe Garibaldi
12	Stadio Vestuti	9	17	si	7	69	206		34	17	16%	no
				si	40	27						
				si	41	110						
13	Cittadella Giudiziaria / Via Dalmazia	6	11	si	5	54	98		18	9	18%	Viale Unità d'Italia
				si	38	44						
14	Carmine/ Via La Francesca	7	15	no		-	-	in zona 16 e in zona 17	0	0	0%	Stazioni di rifornimento Esso in Via Prudente Francesco e in Via San Giovanni Bosco
15	Carmine / Via Manganario	5	10	no		-	-	in zona 7	0	0	0%	Via Manganario
16	Parco Pinocchio / Viale Antonio Gramsci	7	14	si	26	74	104		25	13	24%	Viale Antonio Gramsci
				si	44	30						
17	Via Irno/ Clinica del Sole	8	16	si	12	66	89		23	12	26%	Stazioni di rifornimento IP, Esso e Eni Station in Via Irno
				si	27	23						
18	Via Vinciprova/ Via Settimio Mobilio	6	11	si	6	125	445		26	13	6%	no
				si	20	250						
				si	48	70						
19	Lungomare Clemente Tafuri/ Grand Hotel Salerno	9	17	si	10	260	686		32	16	5%	no
				si	18	224						
				si	19	202						
20	Piazza XXIV Maggio	7	15	no		-	-	in zona 25	0	0	0%	Garage Piazza Malta
21	Via Belvedere / Viale delle Ginestre	7	15	no		-	-	in zona 18	0	0	0%	All'interno dei parchi residenziali
22	Sala Abbagnano	8	16	no		-	-	sono necessari punti di ricarica residenziali	16	8	0	All'interno dei parchi residenziali
23	Torrione Alto	8	16	si	31	51	51		16	8	31%	no
24	Via Diaz / Via Manzo	6	13	no		-	-	in zona 13 e in zona 25	0	0	0%	Garage Manzo in Via Manzo, 56
25	Piazza della Concordia / Porto Turistico	8	15	si	15	220	642		43	22	7%	no
				si	16	162						
				si	14	260						



ZdT	Nome zona	Colonnine	Stalli	Disponibilità aree di sosta fuori strada	Id_parcheggio	Posti auto	Posti auto totali	RIDISTRIBUZIONE IPOTIZZATA	Stalli	Colonnine	% stalli/posti auto	Disponibilità superfici utili lungo strada (DA VERIFICARE)
26	Stazione	7	15	no		-	-	in zona 19	0	0	0%	no
27	Lungomare Marconi/ Via Marino Freccia	9	17	si	8	21	469		17	9	4%	no
				si	17	448						
28	Torrione/ Lungomare Marconi	5	11	si	1	110	138		11	5	8%	no
				si	9	28						
29	Torrione / Quartiere Picarielli	8	16	si	32	180	180		30	15	16%	no
30	Pastena /Santa Margherita	7	13	no		-	-	in zona 29	0	0	0%	Viali lungo le abitazioni residenziali
31	Via Posidonia/ Madonna di Fatima	8	15	si	11	168	217		29	15	14%	Via Domenico Vassalli
				si	33	49						Stazione di rifornimento Esso presso Lungomare Cristoforo Colombo, 2
32	Mercatello/ Via Trento	7	15	si	23	42	42		15	7	35%	no
33	Pastena / Quartiere Europa	8	17	si	46	70	70		17	8	24%	Via Gennaro Buongiorno
34	Pastena /Poliambulatorio /Via dei Mille	7	14	no		-	-	in zona 31	0	0	0	Via dei Mille
35	Mercatello / Via Trento	7	14	no		-	-	in zona 38	0	0	0	Via Raffaele Mauri/Via Piero Gobetti
				no		-	-					Stazione di rifornimento Eni Station in Via Trento
36	Mariconda / Via Premuda	6	11	no		-	-	in zona 40	0	0	0%	Via Premuda
37	Mariconda / Parco del Mercatello	9	18	si	37	24	46		18	9	40%	Viali lungo le abitazioni residenziali
				si	47	22						
38	Mercatello / Via Fornari	6	11	si	22	108	108		26	13	24%	Via Leucosia
39	Via Leucosia / Via Clark / Litorale	5	9	no		-	-	in zona 40	0	0	0%	Via Leucosia
40	Arbostella	4	8	si	34	72	106		28	14	27%	no
				si	35	34						
41	San Leonardo	4	8	no		-	-	in zona 42	0	0	0%	no
42	Stadio Arechi	2	3	si	13	1350	2350		12	6	0%	no
				si	45	1000						
43	Fuorni	3	5	no		-	-	in zona 42	5	3	0%	no
44	Zona Periferica	1	2	no		-	-	in zona 45	0	0	0%	no
45	Zona Industriale	1	3	si	36	68	68		5	2	7%	no
46	Fratte	4	8	no		-	-	in zona 16 e in zona 49	0	0	0%	no
47	S. Eustachio/Giovi	5	10	no		-	-	sono necessari punti di ricarica residenziali	10	5	0	Viali lungo le abitazioni residenziali
48	Castello Arechi/Croce	3	6	si	39	20	63		6	3	10%	Stazione di rifornimento Q8 in Via Demetrio Moscato
				si	43	43						
49	Ogliara /Brignano Superiore	2	4	si	28	68	137		8	4	6%	Viali lungo le abitazioni residenziali
				si	29	54						
				si	30	15						

Tabella 45- Ipotesi di redistribuzione: Strategia di intervento 2

ZdT	Nome zona	STRATEGIA DI INTERVENTO 2		AREE DI SOSTA FUORI STRADA			RIDISTRIBUZIONE IPOTIZZATA	STRATEGIA DI INTERVENTO 2			Disponibilità superfici utili lungo strada (DA VERIFICARE)	
		Colonnine	Stalli	Disponibilità aree di sosta fuori strada	Id_parcheggio	Posti auto		Posti auto totali	Stalli	Colonnine		%stalli/posti auto
1	Molo Manfredi / Porto Commerciale	2	4	si	2	180	282		14	7	5%	no
				si	3	88						
				si	25	14						
2	Via Madonna del Monte / Via Indipendenza	5	10	no		-	-	in zona 1	0	0	0%	no
3	Piazza della Libertà / Villa Comunale	2	3	si	4	66	666		32	16	5%	Via Roma
				si	21	600						
4	Centro Storico / Via Tasso	7	15	no		-	-	in zona 3	0	0	0%	no
5	Via Camillo Sorgente	3	7	no		-	-	allocazione lungo strada	7	3	0	Viale Ruggero Moscati (Trincerone)
6	Via Sichelgaita	2	5	no		-	-	allocazione lungo strada	5	2	0	Viale Ruggero Moscati (Trincerone)
7	Via Moscato / Teatro delle Arti	3	5	si	24	100	100		18	9	18%	Stazione di rifornimento Esso e Q8 in Via Demetrio Moscato
8	Piazza San Francesco	5	10	no		-	-	in zona 12	0	0	0	Viale Ruggero Moscati (Trincerone)
9	Centro Storico / Duomo / Via Arce	7	13	no		-	-	in zona 3	0	0	0%	no
10	Via Roma / Lungomare Trieste	3	5	si	42	273	273		7	3	3%	Via Roma
11	C.so Garibaldi / Piazza Flavio Gioia	2	4	no		-	-	in zona 10 e in zona 25	0	0	0%	C.so Giuseppe Garibaldi
12	Stadio Vestuti	9	17	si	7	69	206		28	14	13%	no
				si	40	27						
				si	41	110						
13	Cittadella Giudiziaria / Via Dalmazia	0	0	si	5	54	98		3	1	3%	Viale Unità d'Italia
				si	38	44						
14	Carmine/ Via La Francesca	11	22	no		-	-	in zona 16 e in zona 17	0	0	0%	Stazioni di rifornimento Esso in Via Prudente Francesco e in Via San Giovanni Bosco
15	Carmine / Via Manganario	6	13	no		-	-	in zona 7	0	0	0%	Via Manganario
16	Parco Pinocchio / Viale Antonio Gramsci	7	14	si	26	74	104		31	16	30%	Viale Antonio Gramsci
				si	44	30						
17	Via Irno/ Clinica del Sole	11	21	si	12	66	89		32	16	36%	Stazioni di rifornimento IP, Esso e Eni Station in Via Irno
				si	27	23						
18	Via Vinciprova/ Via Settimio Mobilio	12	23	si	6	125	445		38	19	8%	no
				si	20	250						
				si	48	70						
19	Lungomare Clemente Tafuri/ Grand Hotel Salerno	3	5	si	10	260	686		9	4	1%	no
				si	18	224						
				si	19	202						
20	Piazza XXIV Maggio	4	8	no		-	-	in zona 25	0	0	0%	Garage Piazza Malta
21	Via Belvedere / Viale delle Ginestre	7	14	no		-	-	in zona 18	0	0	0%	All'interno dei parchi residenziali
22	Sala Abbagnano	4	9	no		-	-	sono necessari punti di ricarica residenziali	9	4	0	All'interno dei parchi residenziali
23	Torrione Alto	8	16	si	31	51	51		16	8	31%	no
24	Via Diaz / Via Manzo	3	5	no		-	-	in zona 13 e in zona 25	0	0	0%	Garage Manzo in Via Manzo, 56
25	Piazza della Concordia / Porto Turistico	2	4	si	15	220	642		17	8	3%	no
				si	16	162						
				si	14	260						



ZdT	Nome zona	Colonnine	Stalli	Disponibilità aree di sosta fuori strada	Id_parcheggio	Posti auto	Posti auto totali	RIDISTRIBUZIONE IPOTIZZATA	Stalli	Colonnine	% stalli/posti auto	Disponibilità superfici utili lungo strada (DA VERIFICARE)
26	Stazione	2	4	no		-	-	in zona 19	0	0	0%	no
27	Lungomare Marconi/ Via Marino Freccia	12	25	si	8	21	469		25	12	5%	no
				si	17	448						
28	Torrione/ Lungomare Marconi	14	29	si	1	110	138		29	14	21%	no
				si	9	28						
29	Torrione / Quartiere Picarielli	3	6	si	32	180	180		23	11	13%	no
30	Pastena /Santa Margherita	9	17	no		-	-	in zona 29	0	0	0%	Viali lungo le abitazioni residenziali
31	Via Posidonia/ Madonna di Fatima	12	24	si	11	168	217		37	18	17%	Via Domenico Vassalli
				si	33	49						Stazione di rifornimento Esso presso Lungomare Cristoforo Colombo, 2
32	Mercatello/ Via Trento	14	29	si	23	42	42		29	14	69%	no
33	Pastena / Quartiere Europa	7	14	si	46	70	70		14	7	20%	Via Gennaro Buongiorno
34	Pastena /Poliambulatorio /Via dei Mille	7	13	no		-	-	in zona 31	0	0	0	Via dei Mille
35	Mercatello / Via Trento	9	18	no		-	-	in zona 38	0	0	0	Via Raffaele Mauri/Via Piero Gobetti
				no		-	-					Stazione di rifornimento Eni Station in Via Trento
36	Mariconda / Via Premuda	5	11	no		-	-	in zona 40	0	0	0%	Via Premuda
37	Mariconda / Parco del Mercatello	5	10	si	37	24	46		10	5	22%	Viali lungo le abitazioni residenziali
				si	47	22						Viali lungo le abitazioni residenziali
38	Mercatello / Via Fornari	7	14	si	22	108	108		32	16	29%	Via Leucosia
39	Via Leucosia / Via Clark / Litorale	1	1	no		-	-	in zona 40	0	0	0%	Via Leucosia
40	Arbostella	7	14	si	34	72	106		26	13	25%	no
				si	35	34						
41	San Leonardo	1	1	no		-	-	in zona 42	0	0	0%	no
42	Stadio Arechi	1	1	si	13	1350	2350		2	1	0%	no
				si	45	1000						
43	Fuorni	1	2	no		-	-	in zona 42	2	1	0%	no
44	Zona Periferica	1	1	no		-	-	in zona 45	0	0	0%	no
45	Zona Industriale	2	4	si	36	68	68		5	2	7%	no
46	Fratte	6	12	no		-	-	in zona 16 e in zona 49	0	0	0%	no
47	S. Eustachio/Giovi	26	52	no		-	-	sono necessari punti di ricarica residenziali	52	26		Viali lungo le abitazioni residenziali
48	Castello Arechi/Croce	10	20	si	39	20	63		20	10	31%	Stazione di rifornimento Q8 in Via Demetrio Moscato
				si	43	43						
49	Ogliara /Brignano Superiore	14	29	si	28	68	137		35	17	25%	Viali lungo le abitazioni residenziali
				si	29	54						
				si	30	15						



Tabella 46- Ipotesi di redistribuzione: Strategia di intervento 3

ZdT	Nome zona	STRATEGIA DI INTERVENTO 3		Aree di sosta fuori strada				RIDISTRIBUZIONE IPOTIZZATA	STRATEGIA DI INTERVENTO 3			Disponibilità superfici utili lungo strada (DA VERIFICARE)
		Colonnine	Stalli	Disponibilità aree di sosta fuori strada	Id_parcheggio	Posti auto	Posti auto totali		Stalli	Colonnine	% stalli/posti auto	
1	Molo Manfredi / Porto Commerciale	2	5	si	2	180	282		13	7	5%	no
				si	3	88						
				si	25	14						
2	Via Madonna del Monte / Via Indipendenza	4	8	no		-	-	in zona 1	0	0	0%	no
3	Piazza della Libertà / Villa Comunale	3	6	si	4	66	666		31	15	5%	Via Roma
				si	21	600						
4	Centro Storico / Via Tasso	6	12	no		-	-	in zona 3	0	0	0%	no
5	Via Camillo Sorgente	4	8	no		-	-	allocazione lungo strada	8	4	0	Viale Ruggero Moscati (Trincerone)
6	Via Sichelgaita	3	7	no		-	-	allocazione lungo strada	7	3	0	Viale Ruggero Moscati (Trincerone)
7	Via Moscato / Teatro delle Arti	5	10	si	24	100	100		21	11	21%	Stazione di rifornimento Esso e Q8 in Via Demetrio Moscato
8	Piazza San Francesco	7	14	no		-	-	in zona 12	0	0	0	Viale Ruggero Moscati (Trincerone)
9	Centro Storico / Duomo / Via Arce	6	12	no		-	-	in zona 3	0	0	0%	no
10	Via Roma / Lungomare Trieste	4	8	si	42	273	273		13	6	5%	Via Roma
11	C.so Garibaldi / Piazza Flavio Gioia	4	9	no		-	-	in zona 10 e in zona 25	0	0	0%	C.so Giuseppe Garibaldi
12	Stadio Vestuti	8	17	si	7	69	206		31	15	15%	no
				si	40	27						
				si	41	110						
13	Cittadella Giudiziaria / Via Dalmazia	3	6	si	5	54	98		10	5	10%	Viale Unità d'Italia
				si	38	44						
14	Carmine/ Via La Francesca	10	19	no		-	-	in zona 16 e in zona 17	0	0	0%	Stazioni di rifornimento Esso in Via Prudente Francesco e in Via San Giovanni Bosco
15	Carmine / Via Manganario	6	12	no		-	-	in zona 7	0	0	0%	Via Manganario
16	Parco Pinocchio / Viale Antonio Gramsci	7	14	si	26	74	104		30	15	28%	Viale Antonio Gramsci
				si	44	30						
17	Via Irno/ Clinica del Sole	10	19	si	12	66	89		29	14	32%	Stazioni di rifornimento IP, Esso e Eni Station in Via Irno
				si	27	23						
				si	6	125						
18	Via Vinciprova/ Via Settimio Mobilio	8	17	si	20	250	445		29	15	7%	no
				si	48	70						
				si	10	260						
19	Lungomare Clemente Tafuri/ Grand Hotel Salerno	5	11	si	18	224	686		20	10	3%	no
				si	19	202						
20	Piazza XXIV Maggio	6	11	no		-	-	in zona 25	0	0	0%	Garage Piazza Malta
21	Via Belvedere / Viale delle Ginestre	6	13	no		-	-	in zona 18	0	0	0%	All'interno dei parchi residenziali
22	Sala Abbagnano	6	11	no		-	-	sono necessari punti di ricarica residenziali	11	6	0	All'interno dei parchi residenziali
23	Torrione Alto	7	14	si	31	51	51		14	7	28%	no
24	Via Diaz / Via Manzo	4	9	no		-	-	in zona 13 e in zona 25	0	0	0%	Garage Manzo in Via Manzo, 56
25	Piazza della Concordia / Porto Turistico	5	10	si	15	220	642		30	15	5%	no
				si	16	162						
				si	14	260						



ZdT	Nome zona	Colonnine	Stalli	Disponibilità aree di sosta fuori strada	Id_parcheggio	Posti auto	Posti auto totali	RIDISTRIBUZIONE IPOTIZZATA	Stalli	Colonnine	% stalli/posti auto	Disponibilità superfici utili lungo strada (DA VERIFICARE)
26	Stazione	5	9	no		-	-	in zona 19	0	0	0%	no
27	Lungomare Marconi/ Via Marino Freccia	9	18	si	8	21	469		18	9	4%	no
				si	17	448						
28	Torrione/ Lungomare Marconi	9	17	si	1	110	138		17	9	13%	no
				si	9	28						
29	Torrione / Quartiere Picarielli	5	10	si	32	180	180		25	13	14%	no
30	Pastena /Santa Margherita	8	15	no		-	-	in zona 29	0	0	0%	Viali lungo le abitazioni residenziali
31	Via Posidonia/ Madonna di Fatima	9	18	si	11	168	217		31	15	14%	Via Domenico Vassalli Stazione di rifornimento Esso presso Lungomare Cristoforo Colombo, 2
				si	33	49						
32	Mercatello/ Via Trento	10	21	si	23	42	42		21	10	49%	no
33	Pastena / Quartiere Europa	8	16	si	46	70	70		16	8	22%	Via Gennaro Buongiorno
34	Pastena /Poliambulatorio /Via dei Mille	6	13	no		-	-	in zona 31	0	0	0	Via dei Mille
35	Mercatello / Via Trento	7	14	no		-	-	in zona 38	0	0	0	Via Raffaele Mauri/Via Piero Gobetti Stazione di rifornimento Eni Station in Via Trento
				no		-	-					
36	Mariconda / Via Premuda	6	11	no		-	-	in zona 40	0	0	0%	Via Premuda
37	Mariconda / Parco del Mercatello	7	14	si	37	24	46		14	7	31%	Viali lungo le abitazioni residenziali Viali lungo le abitazioni residenziali
				si	47	22						
38	Mercatello / Via Fornari	6	12	si	22	108	108		27	13	25%	Via Leucosia
39	Via Leucosia / Via Clark / Litorale	3	5	no		-	-	in zona 40	0	0	0%	Via Leucosia
40	Arbostella	5	10	si	34	72	106		27	14	26%	no
				si	35	34						
41	San Leonardo	3	5	no		-	-	in zona 42	0	0	0%	no
42	Stadio Arechi	1	2	si	13	1350	2350		8	4	0%	no
				si	45	1000						
43	Fuorni	2	4	no		-	-	in zona 42	4	2	0%	no
44	Zona Periferica	1	2	no		-	-	in zona 45	0	0	0%	no
45	Zona Industriale	2	5	si	36	68	68		7	3	10%	no
46	Fratte	6	12	no		-	-	in zona 16 e in zona 49	0	0	0%	no
47	S. Eustachio/Giovi	14	29	no		-	-	sono necessari punti di ricarica residenziali	29	14	0	Viali lungo le abitazioni residenziali
48	Castello Arechi/Croce	7	13	si	39	20	63		13	7	21%	Stazione di rifornimento Q8 in Via Demetrio Moscato
				si	43	43						
49	Ogliara /Brignano Superiore	10	20	si	28	68	137		26	13	19%	Viali lungo le abitazioni residenziali
				si	29	54						
				si	30	15						

7.6 Interventi prioritari

Ai fini di fornire una priorità nella realizzazione dei diversi interventi di installazione delle colonnine di ricarica, sono stati definiti dei **criteri di priorità** che consentono di individuare le zone in corrispondenza delle quali vi è una maggiore necessità di soddisfare le esigenze di ricarica. I criteri sono stati definiti sulla base di una scala di priorità descritta in Tabella 47 e sono di seguito descritti:

- **Criterio di priorità basato sulla disponibilità di e-distribuzione:** si assegna una priorità maggiore a quelle zone in corrispondenza delle quali l'attuale disponibilità della rete elettrica consente l'installazione delle colonnine di ricarica stimate;
- **Criterio di priorità basato sui punti di ricarica:** si assegna una priorità maggiore a quelle zone che necessitano un maggior numero di punti;
- **Criterio di priorità basato sul numero di posti auto:** si assegna una priorità maggiore a quelle zone che data la disponibilità di un numero maggiore di posti auto in corrispondenza delle aree di sosta fuori strada, risultano essere maggiormente attrattive;
- **Criterio di priorità basato sugli attrattori:** si assegna una priorità maggiore a quelle zone caratterizzate dai grandi attrattori di mobilità.

Tabella 47- Scala di priorità

Scala di priorità	Valori
BASSA	0
MEDIA	1
ALTA	2

In Tabella 48 sono riportati i risultati ottenuti, valutati rispetto al numero di punti di ricarica corrispondenti all'ipotesi di redistribuzione applicata alla strategia di intervento 3, valutata come la più idonea a soddisfare le esigenze di ricarica del comune di Salerno. Si riporta inoltre un'indicazione sui grandi attrattori di mobilità e rispetto a questi ultimi, per alcune zone state fatte delle considerazioni:

- **Zona 41 - San Leonardo:** presso l'Ospedale San Giovanni di Dio e Ruggi d'Aragona, il Centro Commerciale Galleria Mediterraneo e il Carrefour Market andrebbero allocate delle colonnine di ricarica nei rispettivi parcheggi;
- **Zona 45 - Zona industriale:** è caratterizzata da aziende, Centri Commerciali, supermercati e in corrispondenza dei rispettivi parcheggi andrebbero allocate delle colonnine di ricarica su suolo privato ad uso pubblico;
- **Zona 46 - Fratte:** presso il parcheggio del Centro Commerciale Le Cotoniere andrebbero allocate delle colonnine di ricarica su suolo privato ad uso pubblico.

Tabella 48- Interventi prioritari

ZdT	Nome zona	Totale colonnine	Criterio di priorità: disponibilità di e-distribuzione	Criterio di priorità: punti di ricarica	Criterio di priorità: posti auto	Grandi attrattori	Criterio di priorità: attrattori
1	Molo Manfredi / Porto Commerciale	7	0	1	1	Porto Commerciale	1
2	Via Madonna del Monte / Via Indipendenza	0	0	0	0	-	1
3	Piazza della Libertà / Villa Comunale	15	2	2	2	Questura, Prefettura, Comune di Salerno-Palazzo di Città	2
4	Centro Storico / Via Tasso	0	0	0	0		1
5	Via Camillo Sorgente	4	0	1	0	Stazione Duomo-Via Vernieri	1
6	Via Sichelgaita	3	0	1	0		1
7	Via Moscato / Teatro delle Arti	11	0	2	1		1
8	Piazza San Francesco	0	0	0	0	ASL Salerno	1
9	Centro Storico / Duomo / Via Arce	0	0	0	0		1
10	Via Roma / Lungomare Trieste	6	0	1	1		1
11	C.so Garibaldi / Piazza Flavio Gioia	0	0	0	0	Tribunale di Salerno	2
12	Stadio Vestuti	15	0	2	1		1
13	Cittadella Giudiziaria / Via Dalmazia	5	0	1	1	Cittadella Giudiziaria	2
14	Carmine/ Via La Francesca	0	0	0	0		1
15	Carmine / Via Manganario	0	0	0	0		1
16	Parco Pinocchio / Viale Antonio Gramsci	15	0	2	1	Parco Pinocchio	2
17	Via Irno/ Clinica del Sole	14	2	2	1	Stazione Salerno Irno	2
18	Via Vinciprova/ Via Settimio Mobilio	15	0	2	2		1
19	Lungomare Clemente Tafuri/ Grand Hotel Salerno	10	0	2	2		1
20	Piazza XXIV Maggio	0	0	0	0		1
21	Via Belvedere / Viale delle Ginestre	0	0	0	0		1
22	Sala Abbagnano	6	0	1	0		1
23	Torrione Alto	7	0	1	1		1
24	Via Diaz / Via Manzo	0	0	0	0		1
25	Piazza della Concordia / Porto Turistico	15	0	2	2	Porto turistico	2
26	Stazione	0	0	0	0	Stazione di Salerno	0
27	Lungomare Marconi/ Via Marino Freccia	9	1	2	2		1
28	Torrione/ Lungomare Marconi	9	0	2	1		1
29	Torrione / Quartiere Picarielli	13	0	2	1		1
30	Pastena /Santa Margherita	0	0	0	0		1
31	Via Posidonia/ Madonna di Fatima	15	0	2	1		1
32	Mercatello/ Via Trento	10	0	2	1		1
33	Pastena / Quartiere Europa	8	0	1	1		1
34	Pastena /Poliambulatorio /Via dei Mille	0	0	0	0		1
35	Mercatello / Via Trento	0	0	0	0		1
36	Mariconda / Via Premuda	0	0	0	0		1
37	Mariconda / Parco del Mercatello	7	0	1	1	Parco del Mercatello	2
38	Mercatello / Via Fornari	13	0	2	1		1
39	Via Leucosia / Via Clark / Litorale	0	0	0	0		1
40	Arbostella	14	0	2	1		1
41	San Leonardo	0	0	0	0	Ospedale San Giovanni di Dio e Ruggi d'Aragona, Centro Commerciale Galleria Mediterraneo, Carrefour Market	2
42	Stadio Arechi	4	0	1	2	Stadio Arechi, Marina d'Arechi	2
43	Fuorni	2	0	1	0	-	1
44	Zona Periferica	0	0	0	0	-	1
45	Zona Industriale	3	0	1	1	Zona Industriale	2
46	Fratte	0	0	0	0	Centro Commerciale Le Cottoniere	1
47	S. Eustachio/Giovi	14	0	2	0	-	1
48	Castello Arechi/Croce	7	0	1	1	-	1
49	Ogliara /Brignano Superiore	13	1	2	1	-	1

7.7 Definizione degli obiettivi e degli indicatori di performance per il monitoraggio del Piano

Per il monitoraggio del Piano si realizza un'attività sistematica di raccolta e di collezione dati necessari alla definizione di indicatori di performance, in grado di fornire informazioni adeguate sullo stato di attuazione del Piano stesso e sul grado di raggiungimento degli obiettivi di Piano. Finalità specifiche dell'attività di monitoraggio sono, in sintesi:

- monitorare l'avanzamento delle misure previste dal piano;
- verificare i progressi verso il conseguimento degli obiettivi di piano;
- segnalare eventuali scostamenti tra le previsioni di piano e il reale andamento degli indicatori.

Gli elementi essenziali del modello 'circolare' di monitoraggio proposto per il Piano della Mobilità Elettrica sono illustrati sinteticamente nella in Figura 18.

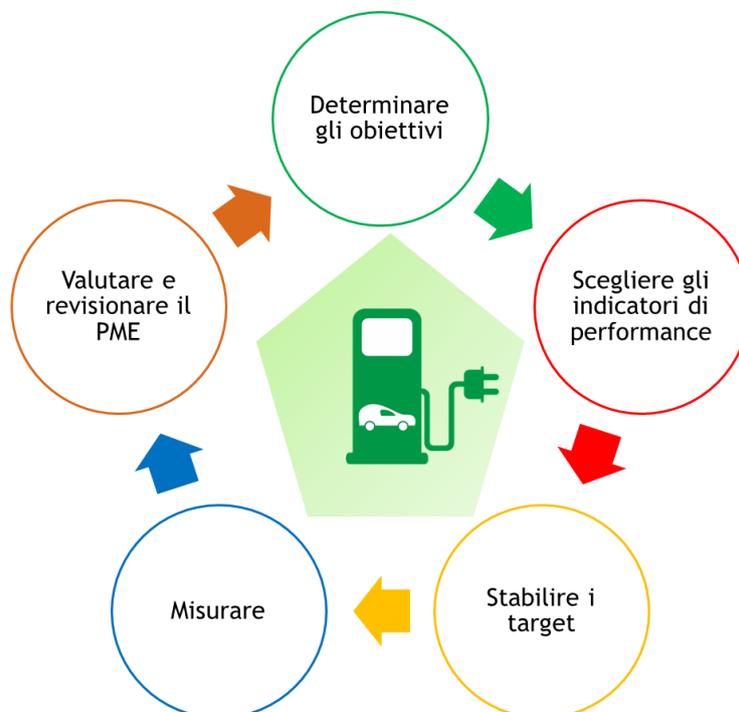


Figura 18- Meccanismo di funzionamento del monitoraggio

Per rendere operativo il modello di monitoraggio proposto si ritiene necessario mettere a punto un sistema di indicatori di performance del piano stesso, che permettano di valutare l'effettivo conseguimento degli obiettivi, le modalità ed i tempi di implementazione, nonché il grado di efficacia delle azioni individuate. Una attenta valutazione di eventuali scostamenti tra risultati/target effettivamente conseguiti e target attesi, dovrebbe permettere di rivedere ed eventualmente ricalibrare specifiche misure, al fine di raggiungere gli obiettivi di Piano in modo più efficace e nei tempi prestabiliti.

In coerenza con lo schema di Figura 18, naturalmente la scelta degli *indicatori di performance*, non può prescindere dai principali obiettivi del Piano e dalle variabili prese in considerazione per mettere a punto gli obiettivi stessi. Essi, come si è detto, riguardano in particolare il numero complessivo di punti di ricarica, stimato in 290 colonnine da allestire nei prossimi 8 anni, e la loro distribuzione sul territorio del Comune di Salerno. Queste previsioni di Piano si basano, a loro volta, su un'ipotesi di *market penetration* di veicoli elettrici pari al 5% dei flussi di traffico (1'107 veicoli elettrici circolanti). Su queste basi si è ritenuto pertanto di individuare quattro indicatori di performance fondamentali per il monitoraggio del Piano della mobilità elettrica:

1. numero veicoli elettrici immatricolati ogni anno;
2. numero di veicoli elettrici circolanti ogni anno;
3. tasso di crescita dei veicoli elettrici ogni anno;
4. numero di colonnine di ricarica da installare ogni anno.

I primi tre indicatori sono stati determinati attraverso l'applicazione del modello di Bass (introdotto nella parte III del presente documento), che consente di analizzare l'adozione e la diffusione nel tempo dei veicoli elettrici, fissandone un *valore di mercato potenziale*, valutato come il numero di veicoli elettrici, per la mobilità urbana privata, che ancora devono essere immatricolati, sulla base dei veicoli elettrici circolanti al 2021. Dai dati raccolti per Salerno è emerso che al 2021, su un parco circolante di 77'556 veicoli, solo 143 erano elettrici, per una percentuale di circa 0,18. Di conseguenza il valore di mercato potenziale, da raggiungere entro il 2030, sarebbe pari ad un totale di 964 veicoli elettrici (Tabella 49).

Tabella 49- Valore di mercato potenziale da raggiungere al 2030

5% flussi di traffico	veicoli circolanti al 2021	mercato potenziale (M)
1'107	143	964

Il modello di Bass viene applicato dal 2022, a partire dai dati reali ricavati fino al 2021, che fanno riferimento ai veicoli elettrici circolanti e ai veicoli elettrici immatricolati per il comune di Salerno tra il 2019 e il 2021 (Tabella 50).

Tabella 50- Immatricolato elettrico e parco circolante elettrico del Comune di Salerno (2019-2020)

Comune di Salerno	2019	2020	2021
EV CIRCOLANTE	16	45	143
EV IMMATRICOLATO	10	29	81

Applicando il modello di Bass, il mercato potenziale verrebbe raggiunto nel 2029, ma già a partire dal 2026 i dati cominciano ad allinearsi all'obiettivo. I risultati sono rappresentati in Tabella 51 che mostra l'andamento degli acquisti cumulativi A(t) (Figura 19) e gli acquisti di prodotto nel periodo t n(t) (Figura 20).

Tabella 51 - Applicazione del modello di Bass

Anno	A(t)	n(t)
2019	10	14
2020	29	37
2021	81	95
2022	178	183
2023	428	299
2024	710	235
2025	875	102
2026	937	33
2027	956	10
2028	962	3
2029	964	1
2030	964	0
2031	964	0
2032	964	0

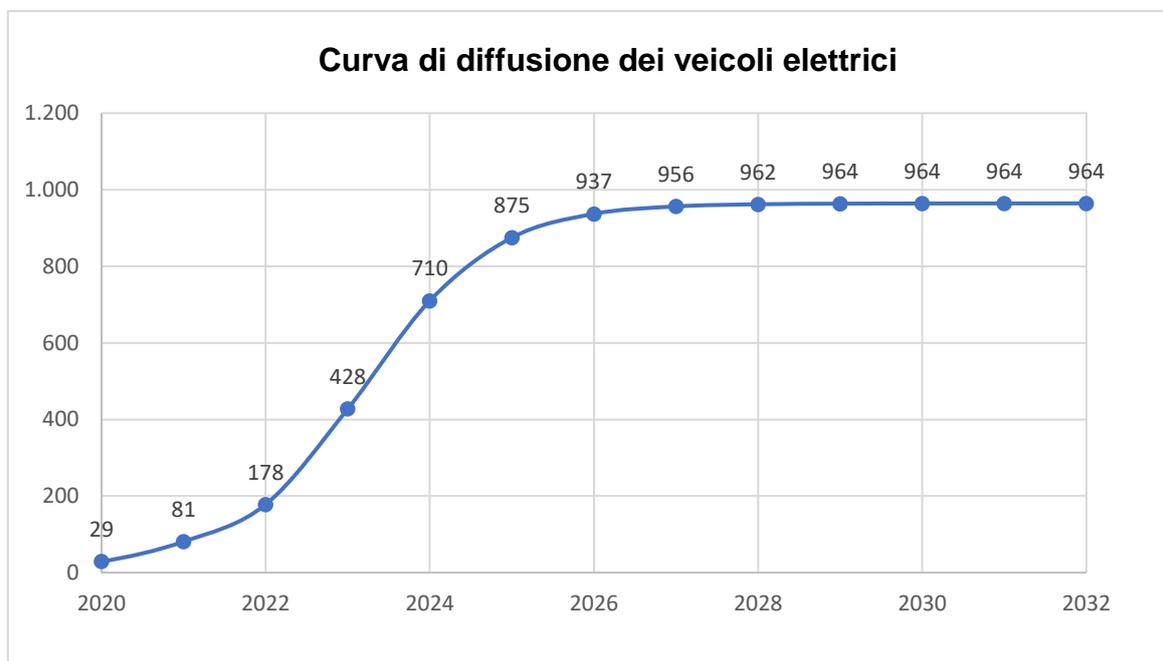


Figura 19 - Curva di diffusione dei veicoli elettrici

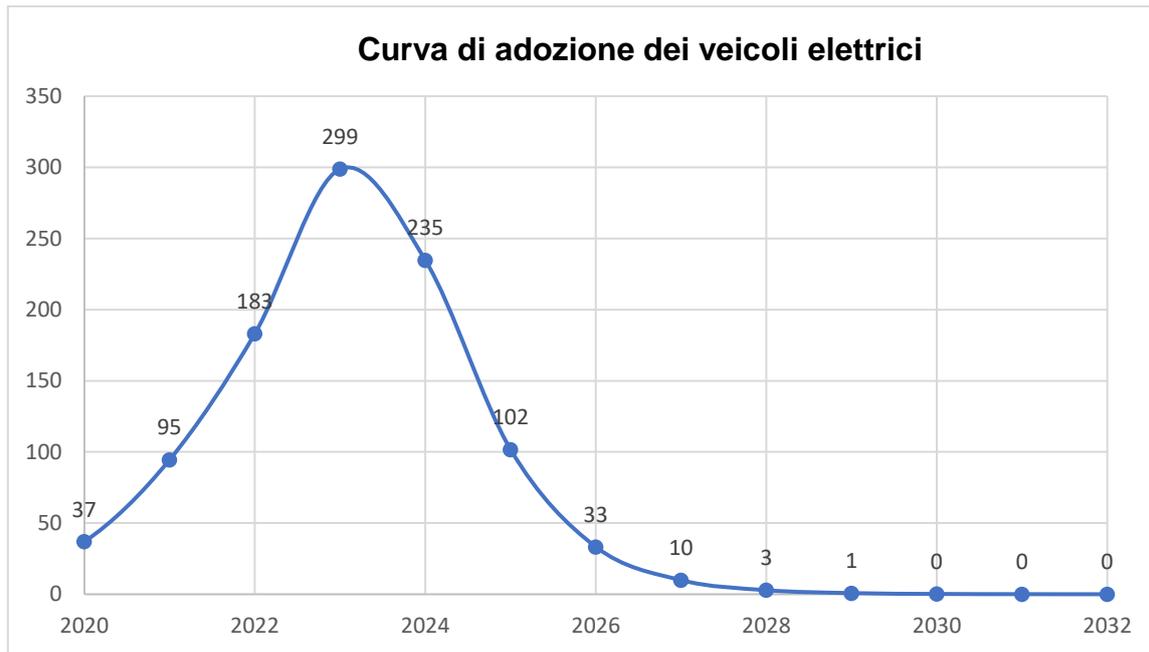


Figura 20- Curva di adozione di veicoli elettrici

Si osserva, dal grafico in Figura 20, come gli adottanti della nuova tecnologia raggiungeranno maggiore consapevolezza del nuovo prodotto nel 2023.

Sulla base dei risultati ottenuti attraverso il modello di Bass, è stato possibile calcolare i veicoli immatricolati per anno, il parco circolante elettrico per anno ed il tasso di crescita da garantire ogni anno per raggiungere l'obiettivo prefissato; i risultati sono sintetizzati in Tabella 52 e rappresentati in Figura 21.

Tabella 52- Immatricolazioni, parco circolante e tasso di crescita

Anno	Immatricolazioni	Parco circolante	Tasso di crescita
2019	10	16	100%
2020	29	45	181%
2021	81	143	218%
2022	178	321	124%
2023	250	571	78%
2024	283	853	50%
2025	165	1'018	19%
2026	62	1'080	6%
2027	19	1'099	2%
2028	6	1'105	1%
2029	2	1'107	0%
2030	0	1'107	0%
2031	0	1'107	0%
2032	0	1'107	0%

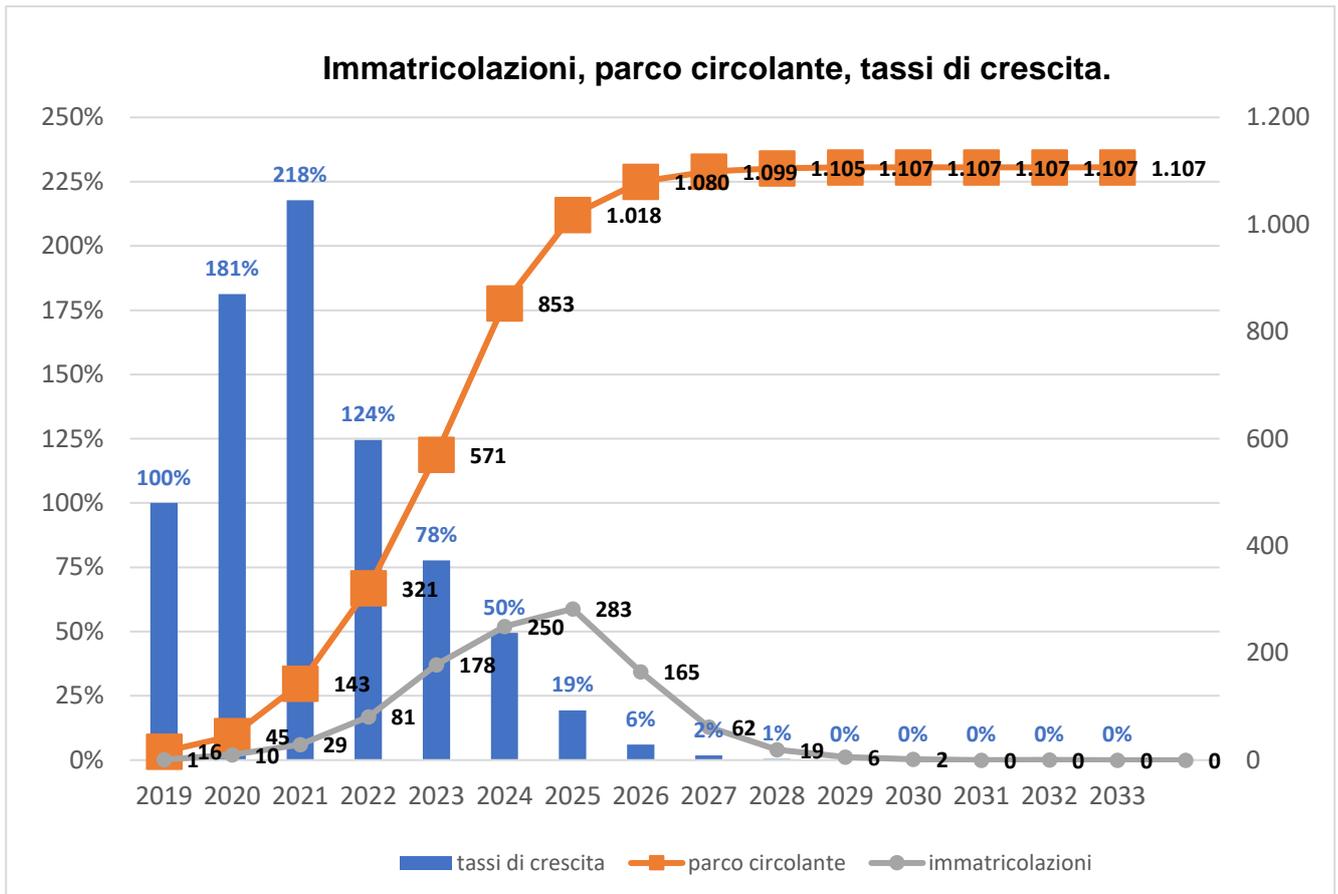


Figura 21- Andamento delle immatricolazioni, parco circolante, tassi di crescita.

Sulla base dei veicoli elettrici circolanti stimati da modello per ogni anno, è stato possibile determinare anche la dimensione temporale delle azioni di Piano, cioè il numero di colonnine di ricarica da garantire per ogni anno nel corso dell’attuazione del Piano stesso, come riportati in Tabella 53 ed illustrati in Figura 5.

Tabella 53- Numero colonnine da installare ogni anno

anno	Totale colonnine
2022	0
2023	150
2024	74
2025	43
2026	16
2027	5
2028	1
2029	0
2030	0

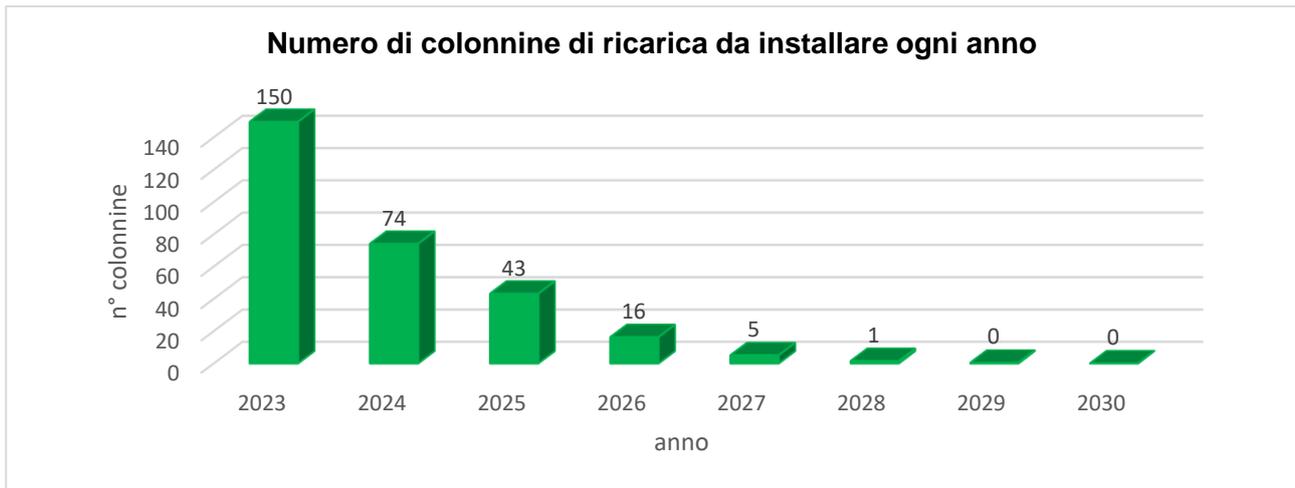


Figura 22- Numero colonnine da installare ogni anno

Nel quadro di monitoraggio, coerentemente con l'andamento degli indicatori di performance prima richiamati, si prevede che una valutazione ragionata del grado di avanzamento delle misure previste, finalizzata anche ad eventuali interventi di rettifica delle modalità di attuazione delle misure di Piano, sia svolta temporalmente in due tappe:

- *tappa intermedia: 2025;*
- *tappa finale: 2030;*

in corrispondenza delle quali sarà necessario effettuare un confronto tra gli indicatori stimati ed il loro reale andamento. Si riporta in Tabella 54, una sintesi degli indicatori di performance con i relativi valori in riferimento alle tappe temporali considerate.

Tabella 54- Indicatori di performance per il monitoraggio del piano

		Tappa intermedia	Tappa finale
		2025	2030
INDICATORI DI PERFORMANCE	n° veicoli elettrici immatricolati	875	964
	n° veicoli elettrici circolanti	1'018	1'107
	n° colonnine di ricarica	267	290

7.8 Stima del rendimento di zona in funzione delle tariffe medie di ricarica

Al fine di agevolare, nel caso di rilascio in concessione in alcune aree specifiche, la valutazione del costo sommario di una concessione, è stata portata avanti un'analisi preliminare riguardante la stima del rendimento (ricavo lordo) di ciascuna zona di traffico, in cui è stato suddiviso il territorio comunale, in base alle tariffe medie di ricarica.

L'analisi ha riguardato prettamente il numero di colonnine di ricarica riferite alla *strategia di intervento* 3, indicata come la più idonea a soddisfare le esigenze di ricarica del Comune di Salerno, e la relativa ipotesi di redistribuzione, sintetizzata in Tabella 39. A tal scopo si è fatto riferimento alle matrici origine-destinazione campionarie fornite dalla società Vem Solutions Spa, analizzate nella parte III del presente documento. Si tratta di 24 matrici che ricoprono le diverse fasce orarie di una giornata media lavorativa, e di un'unica matrice relativa agli spostamenti complessivi, riferiti all'intera giornata, di 18'514 veicoli campionati. Attraverso l'analisi delle suddette matrici, è stata valutata l'attrattività di ogni singola zona di traffico in corrispondenza di ogni ora della giornata ed è stato così possibile individuare il numero di ore in cui ogni zona risulta essere maggiormente attrattiva, ovvero quelle ore in corrispondenza delle quali la domanda di spostamento è superiore al 5%. Il numero di ore così individuato è rappresentativo delle ore in cui, presumibilmente le colonnine di ricarica corrispondenti ad ogni zona, verrebbero maggiormente utilizzate.

Per stimare il "ricavo lordo" di zona, si è fatto riferimento tariffe in €/kWh relative al costo di ricarica del veicolo. In media, si parte da un costo pari a 0,60 €/kWh per le colonnine di ricarica a corrente alternata a bassa potenza (Quick da 11 o 22 kW), fino a 0,80 €/kWh e oltre per le colonnine di ricarica rapida a potenza più elevata (Fast da 50 kW) (Tabella 55). Si precisa che le tariffe media considerate corrispondono ad un aggiornamento relativo a dicembre 2022.

Tabella 55- Tariffe medie

	Tariffe medie
	€/kWh
Quick (22kW)	0,60
Fast (50 kW)	0,80

Alla base della presente analisi è stata introdotta un'**ipotesi di massima** considerando che:

- tutte le colonnine di ricarica vengano utilizzate durante tutte le ore in cui le zone risultano essere maggiormente attrattive (ore di utilizzo);
- tutte le colonnine ricaricano a potenza costante e al massimo della potenza.

In tal modo è stato calcolato il ricavo lordo massimo, in particolare:

- il ricavo lordo giornaliero e il ricavo lordo annuo per le stazioni di ricarica quick e fast;
- il ricavo lordo giornaliero totale e il ricavo lordo annuo totale.

Si precisa che l'analisi condotta porta a risultati indicativi che possono variare a seconda delle tariffe stabilite dagli operatori privati dei punti di ricarica (CPO: Charge Point Operator).

In Tabella 56 sono riportati i risultati ottenuti.

Tabella 56- Stima del rendimento di zona in funzione delle tariffe medie di ricarica

Zone	Nome zona	Quick (22kW)					Fast (43-55 kW)				TOTALE	
		Tot colonnine	n° ore di utilizzo	n° colonnine	Ricavo lordo giornaliero	Ricavo lordo annuo	n° ore di utilizzo	n° colonnine	Ricavo lordo giornaliero	Ricavo lordo annuo	Ricavo lordo giornaliero	Ricavo lordo annuo
		-	-	-	€/g	€/anno	-	-	€/g	€/anno	€/g	€/anno
1	Molo Manfredi / Porto Commerciale	7	11	4	581	211'992	11	2	880	321'200	1'461	533'192
2	Via Madonna del Monte / Via Indipendenza	0	10	0	0	0	10	0	0	0	0	0
3	Piazza della Libertà / Villa Comunale	15	11	10	1'452	529'980	11	5	2'200	803'000	3'652	1'332'980
4	Centro Storico / Via Tasso	0	11	0	0	0	11	0	0	0	0	0
5	Via Camillo Sorgente	4	10	2	264	96'360	10	1	400	146'000	664	242'360
6	Via Sichelgaita	3	8	2	211	77'088	8	1	320	116'800	531	193'888
7	Via Moscato / Teatro delle Arti	11	11	8	1'162	423'984	11	4	1'760	642'400	2'922	1'066'384
8	Piazza San Francesco	0	14	0	0	0	14	0	0	0	0	0
9	Centro Storico / Duomo / Via Arce	0	10	0	0	0	10	0	0	0	0	0
10	Via Roma / Lungomare Trieste	6	9	4	475	173'448	9	2	720	262'800	1'195	436'248
11	C.so Garibaldi / Piazza Flavio Gioia	0	10	0	0	0	10	0	0	0	0	0
12	Stadio Vestuti	15	12	10	1'584	578'160	12	5	2'400	876'000	3'984	1'454'160
13	Cittadella Giudiziaria / Via Dalmazia	5	12	4	634	231'264	12	2	960	350'400	1'594	581'664
14	Carmine/ Via La Francesca	0	10	0	0	0	10	0	0	0	0	0
15	Carmine / Via Manganario	0	10	0	0	0	10	0	0	0	0	0
16	Parco Pinocchio / Viale Antonio Gramsci	15	10	10	1'320	481'800	10	5	2'000	730'000	3'320	1'211'800
17	Via Irno/ Clinica del Sole	14	11	10	1'452	529'980	11	5	2'200	803'000	3'652	1'332'980
18	Via Vinciprova/ Via Settimio Mobilio	15	12	10	1'584	578'160	12	5	2'400	876'000	3'984	1'454'160
19	Lungomare Clemente Tafuri/ Grand Hotel Salerno	10	11	8	1'162	423'984	11	4	1'760	642'400	2'922	1'066'384
20	Piazza XXIV Maggio	0	12	0	0	0	12	0	0	0	0	0
21	Via Belvedere / Viale delle Ginestre	0	11	0	0	0	11	0	0	0	0	0
22	Sala Abbagnano	6	8	4	422	154'176	8	2	640	233'600	1'062	387'776
23	Torrione Alto	7	12	4	634	231'264	12	2	960	350'400	1'594	581'664
24	Via Diaz / Via Manzo	0	11	0	0	0	11	0	0	0	0	0
25	Piazza della Concordia / Porto Turistico	15	12	10	1'584	578'160	12	5	2'400	876'000	3'984	1'454'160
26	Stazione	0	12	0	0	0	12	0	0	0	0	0
27	Lungomare Marconi/ Via Marino Freccia	9	10	6	792	289'080	10	3	1'200	438'000	1'992	727'080
28	Torrione/ Lungomare Marconi	9	12	6	950	346'896	12	3	1'440	525'600	2'390	872'496
29	Torrione / Quartiere Picarielli	13	10	8	1'056	385'440	10	4	1'600	584'000	2'656	969'440
30	Pastena /Santa Margherita	0	11	0	0	0	11	0	0	0	0	0
31	Via Posidonia/ Madonna di Fatima	15	12	10	1'584	578'160	12	5	2'400	876'000	3'984	1'454'160
32	Mercatello/ Via Trento	10	12	6	950	346'896	12	3	1'440	525'600	2'390	872'496
33	Pastena / Quartiere Europa	8	14	6	1'109	404'712	14	3	1'680	613'200	2'789	1'017'912
34	Pastena /Poliambulatorio /Via dei Mille	0	12	0	0	0	12	0	0	0	0	0
35	Mercatello / Via Trento	0	11	0	0	0	11	0	0	0	0	0
36	Mariconda / Via Premuda	0	12	0	0	0	12	0	0	0	0	0
37	Mariconda / Parco del Mercatello	7	11	4	581	211'992	11	2	880	321'200	1'461	533'192
38	Mercatello / Via Fornari	13	13	8	1'373	501'072	13	4	2'080	759'200	3'453	1'260'272
39	Via Leucosia / Via Clark / Litorale	0	10	0	0	0	10	0	0	0	0	0
40	Arbostella	14	12	10	1'584	578'160	12	5	2'400	876'000	3'984	1'454'160
41	San Leonardo	0	11	0	0	0	11	0	0	0	0	0
42	Stadio Arechi	4	11	2	290	105'996	11	1	440	160'600	730	266'596
43	Fuorni	2	12	2	317	115'632	12	0	0	0	317	115'632
44	Zona Periferica	0	11	0	0	0	11	0	0	0	0	0
45	Zona Industriale	3	13	2	343	125'268	13	1	520	189'800	863	315'068
46	Fratte	0	10	0	0	0	10	0	0	0	0	0
47	S. Eustachio/Giovi	14	9	10	1'188	433'620	9	5	1'800	657'000	2'988	1'090'620
48	Castello Arechi/Croce	7	13	6	1'030	375'804	13	3	1'560	569'400	2'590	945'204
49	Ogliara /Brignano Superiore	13	11	8	1'162	423'984	11	4	1'760	642'400	2'922	1'066'384
	Σ	290		194	28'829	10'522'512		96	43'200	15'768'000	72'029	26'290'512



7.9 Ipotesi dei costi delle infrastrutture di ricarica

A integrazione del Piano della Mobilità Elettrica, nel presente paragrafo si propone, a titolo indicativo, una previsione di massima dei costi ad esso connessi. La previsione si basa in particolare sulla valutazione delle differenti voci di costo che vanno considerate quando si procede all'installazione ed all'utilizzazione di una colonnina di ricarica elettrica.

A tal fine si è fatto riferimento ad uno studio di ricognizione condotto da ARERA (*Autorità di regolazione per energia reti e ambiente*) nel 2021, che riporta i costi di acquisto dei principali dispositivi di ricarica elettrica presenti sul mercato. Lo studio, "*Mercato e caratteristiche dei dispositivi di ricarica per veicoli elettrici*", permette di disporre di un *focus* di sintesi sulle diverse infrastrutture di ricarica disponibili nel mercato a quella data. Complessivamente vengono censiti ed analizzati circa 225 modelli di dispositivi per la ricarica dei veicoli elettrici, raggruppabili in 4 diverse tipologie di ricarica:

- dispositivi a ricarica lenta o "Slow", per ricariche fino a 7,4 kW;
- dispositivi a ricarica accelerata o "Quick", per ricariche fino a 22 kW;
- dispositivi a ricarica veloce o "Fast", per ricariche fino a 50 kW;
- dispositivi a ricarica ultraveloce o "Ultra-fast", per ricariche oltre i 50 kW.

L'offerta di mercato risulta particolarmente ricca con riferimento ai dispositivi Slow e Quick, di potenza non superiore ai 22kW erogata in corrente alternata. Più difficile è, invece, la situazione relativa ai dispositivi di ricarica Fast e Ultra-fast di potenza superiore ai 22kW, per i quali operano sul mercato solo 9 delle 23 aziende considerate dallo studio.

Data la grande varietà di prodotti presenti nei cataloghi, una previsione generale dei costi di attuazione del Piano, basata su una quantificazione di sintesi dei prezzi di acquisto e gestione dei diversi dispositivi di ricarica, risulta essere particolarmente complessa. E ciò anche in ragione della estrema rapidità nell'innovazione tecnologica e della più che probabile variazione nei prezzi nel corso del tempo.

Inoltre, da un'attenta osservazione di mercato si evidenzia come le aziende più piccole, presenti da meno anni e con un'offerta di prodotti più limitata, tendano a praticare prezzi mediamente inferiori rispetto alle aziende più mature e strutturate. Non è facile, tuttavia, valutare se tale maggiore economicità sia collegabile ad una effettiva maggiore efficienza aziendale o se, al contrario, la politica di bassi prezzi costituisca solo una strategia di penetrazione nel mercato, con conseguenti possibili rischi di affidabilità dei prodotti, dei costi di manutenzione e della qualità dell'assistenza.

Ad ogni modo alcune interessanti indicazioni di massima possono ricavarsi alla luce di un quadro di sintesi della struttura dei prezzi riferito ai diversi segmenti di mercato individuati nello studio.

Dispositivi Slow a ricarica lenta

Le infrastrutture di ricarica lenta/slow sono principalmente installate in ambito domestico o di micro-business.

In termini molto generali, la spesa media per acquisto e installazione domestica di una *wallbox* in grado di erogare non più di 7,4 kW è stimabile tra un minimo di 900 euro e un massimo di 1.500 euro, con un valore medio di 1.200 euro IVA inclusa. Naturalmente, anche in questo segmento, esistono soluzioni molto low-cost e soluzioni "top di gamma", con una conseguente variabilità di prezzo. Di seguito si elencano gli elementi che definiscono il costo complessivo:

- 400-600 € è il prezzo base per una *wallbox* da 3,7 kW (mono presa 16A T1), dove il range di prezzo è legato soprattutto all'eventuale inclusione del cavo di ricarica, tipicamente da 5 m (acquistabile anche separatamente e dal prezzo tipico di 200 €);
- il prezzo sale del +5/10% per passare ad una *wallbox* da 7,4 kW (mono presa 32A T2);

- l'incremento è invece del +15/20% (90-100 €) per passare da sistema monofase a trifase;
- per rendere disponibile la connettività web (con dispositivo interno o esterno), solo per misurare prelievi o anche per controllare da remoto, il prezzo sale di un +15/20% (70-120 €);
- l'incremento è di circa il +25/30% (100-200 €), se si vuole disporre anche di sistema automatico di gestione locale dei carichi (più costoso sul trifase che sul monofase);
- del +30/50% (circa 200 €) per inserimento di RFID;
- a ciò si devono aggiungere circa 300 € per i lavori di installazione; si tratta di un valore tipico ma naturalmente solo indicativo, poiché le condizioni di installazione possono risultare davvero molto diversificate, in funzione della vetustà dell'impianto elettrico, delle necessità di adeguamento o di progettazione, anche a fini di prevenzione incendi.

Dispositivi Quick a ricarica accelerata

I dispositivi di questo segmento possono avere prezzi solo di poco superiori a quelli del segmento Slow, di norma compresi tra i 700 e i 1.300 euro + IVA.

Per una colonnina con due punti di ricarica, ciascuno da 22 kW, i prezzi tipici possono invece variare tra 2.000 e 4.000€ + IVA. I dispositivi più semplici e meno costosi sono quelli utilizzabili per ricariche gratuite ad accesso libero e che quindi non necessitano né di autenticazione né di connessione internet per gestire i pagamenti. La fascia di prezzo più alta corrisponde naturalmente ai dispositivi con tutte le funzionalità.

Dispositivi Fast a ricarica veloce

In questo segmento di mercato coesistono prodotti in corrente continua (DC), prodotti in corrente alternata (AC) e prodotti bivalenti (DC+AC) e l'analisi dei prezzi non può prescindere da tale distinzione.

Ad esempio, con riferimento a prodotti in AC, nei listini dei costruttori si possono trovare colonnine mono presa da 44 kW con prezzi variabili tra 7.000 € e 9.000 € + IVA.

Con riferimento, invece, a prodotti in DC:

- per il dispositivo più tipico di questo segmento, cioè la colonnina da 50 kW, i prezzi di listino variano tra 22.000 e 29.000 € + IVA, ma i prezzi reali sul mercato paiono collocarsi soprattutto nella fascia bassa di tale forchetta;
- esistono sul mercato, inoltre, dispositivi meno prestazionali ma in ogni caso interessanti, quali ad esempio *wallbox* con una sola presa da 30 kW, venduta a soli 7.500 €+IVA, oppure colonnine da 24 kW, i cui prezzi possono indicativamente variare tra 12.000 € + IVA (per una sola presa mono standard) fino a 19.000 € + IVA (per tripla presa: CCS, Chademo e AC tipo 2).

Dispositivi Ultra-fast a ricarica ultraveloce

Si tratta di un segmento di infrastrutture caratterizzato da un intervallo molto ampio di potenze di ricarica (tutte erogate in corrente continua); è pertanto opportuno considerare un quadro dei prezzi differenziato in due fasce, riferite a potenze inferiori o superiori a 150 kW:

- per i dispositivi di potenza compresa tra 60 e 150 kW, i prezzi di listino disponibili riguardano solo 3 dei 6 dispositivi totali censiti e risultano variare tra 26.000 e 40.000 € + IVA, crescenti naturalmente con la potenza erogata;
- per i dispositivi di potenza compresa tra 150 e 350 kW, i prezzi di listino disponibili riguardano 5 degli 8 dispositivi totali censiti e risultano variare tra 54.000 e 80.000 € + IVA, crescenti con la potenza erogata.

Questo sintetico quadro consente di mettere in evidenza le peculiarità che caratterizzano ciascun segmento di mercato individuando, ove possibile, i principali fattori che contribuiscono a determinare il prezzo finale di vendita dei dispositivi di ricarica al cliente finale. Risulta ad esempio chiaro come, a parità di potenza massima di ricarica, gran parte del prezzo finale dipenda dalla componentistica necessaria per sovrintendere alle interazioni con l'utente: display, chip RFID/NFC, possibilità di controllo tramite applicazioni mobili, ecc.

Per questo motivo, l'investimento necessario per acquistare un dispositivo destinato ad offrire ricarica gratuita ad accesso libero (ad esempio presso il parcheggio di un supermercato) può risultare nettamente inferiore (tra il 30% e il 50%) rispetto a quello richiesto per acquistare un dispositivo destinato ad erogare ricarica a pagamento e inserito in un circuito interoperabile.

Dallo studio condotto da ARERA emerge peraltro chiaramente come:

1. i dispositivi in corrente continua siano in generale nettamente più costosi di quelli in corrente alternata (circa il doppio, a parità di potenza totale del dispositivo);
2. nel segmento dei dispositivi *Quick* sia possibile ottenere efficienze costruttive tali da ridurre di almeno due terzi le spese unitarie associate ai dispositivi in corrente alternata ai segmenti *Slow* e *Fast*;
3. analogamente, nel segmento dei dispositivi *Ultra-Fast* parrebbe essere possibile ottenere efficienze costruttive maggiori rispetto a quelle dei dispositivi in corrente continua del segmento *Fast*.

Sulla base di queste evidenze è stato dunque possibile ipotizzare le differenti voci di costo delle infrastrutture di ricarica, distinguendole per tipo di ricarica, potenza e segmento. Le **ipotesi di costo** sono sintetizzate in Tabella 57. Si precisa però, che tutti i costi riportati in Tabella sono da ritenersi orientativi e possono variare a seconda delle aziende e delle imprese costruttrici specializzate nei dispositivi per la mobilità elettrica. In relazione al costo di adeguamento da sistema monofase a trifase è importante conoscere la distanza dalla cabina di trasformazione più prossima; nell'ipotesi riportata si considera una distanza dalla cabina di circa 1 km. Nel costo di adeguamento, invece, non sono incluse voci aggiuntive dovute a richieste di specifiche autorizzazioni e/o a lavori di modifica alle preesistenti opere civili. I tempi di ricarica sono stati, inoltre, calcolati sulla base della capacità di un veicolo elettrico di segmento C (Nissan Leaf) ridotta del 20%.

Tabella 57- Ipotesi dei costi dei dispositivi di ricarica dei veicoli elettrici

IPOTESI DEI COSTI												
Tipo di ricarica	Segmento	Potenza	Tempi di ricarica	Costo d'acquisto	Costo trasporto e installazione	Costo set RFID card, hardware & software, modem GPRS, lettore e programmatore di carte RFID	Costo adeguamento da sistema monofase a trifase	Costo tot di investimento	Costo monitoraggio	Costo manutenzione annuale	Costo totale di gestione	COSTO TOTALE
-	-	kW	h	€	€	€	€	€	€	€	€	€
AC Monofase 16 A	slow	3.7	9.2	5'000	1'000	5'000	-	11'000	500	1'000	1'500	12'500
AC Monofase 32 A		7.4	4.6	6'000	1'000	5'000	-	12'000	500	1'000	1'500	13'500
AC Trifase 16 A	quick	11	3.1	7'000	1'500	5'000	3'000	16'500	500	1'000	1'500	18'000
AC Trifase 32 A		22	1.5	8'000	1'500	5'000	3'500	18'000	500	1'000	1'500	19'500
DC	fast	50	0.7	22'000	2'000	5'000	-	29'000	500	1'500	2'000	31'000
	ultra-fast	60	0.6	26'000	2'500	5'000	-	33'500	500	2'000	2'500	36'000
		150	0.2	50'000	2'500	5'000	-	57'500	500	2'000	2'500	60'000
		350	0.1	80'000	2'500	5'000	-	87'500	500	2'000	2'500	90'000

7.10 Interoperabilità delle infrastrutture di ricarica

7.10.1 Attori coinvolti nella realizzazione e nella gestione del servizio di ricarica

All'interno del mondo della mobilità elettrica pubblica, ai fini di una progettazione *smart* della rete di ricarica, è importante effettuare una distinzione fondamentale tra gli attori coinvolti nella realizzazione dell'infrastruttura di ricarica e nella gestione del servizio di ricarica. Le principali figure professionali che agiscono all'interno dell'ecosistema di ricarica dei veicoli elettrici sono il *Charge Point Operator* (CPO) e l'*Electric Mobility Service Provider* (EMSP).

Per *Charge Point Operator* (CPO), "Operatore del punto di ricarica" si intende il proprietario dell'infrastruttura di ricarica, ovvero quel soggetto che si occupa dell'installazione, manutenzione e gestione dell'infrastruttura di ricarica attraverso i propri sistemi informatici, ma che non necessariamente gestisce il servizio di ricarica rivolto agli utenti finali.

Per *Electric Mobility Service Provider* (EMSP), "Fornitore di servizi per la mobilità elettrica", si intende, invece, quel soggetto che gestisce il servizio di ricarica e che si interfaccia con gli utenti finali fornendo informazioni utili come la posizione e la disponibilità della postazione di ricarica, oltre alle funzionalità di pagamento; può, in effetti, essere paragonato ai noti gestori della telefonia mobile. Gli operatori EMSP non possiedono una propria infrastruttura di ricarica, ma si appoggiano, per offrire il servizio, all'infrastruttura di ricarica del CPO. Ciascun EMSP può sviluppare un proprio sistema di gestione che permette all'utente di avviare e fermare la ricarica, nonché di effettuare il pagamento tramite la propria carta di credito, bancomat o circuito PayPal direttamente dal proprio smartphone. Il servizio di pagamento viene fornito attraverso app, che consente all'utente di registrarsi creando un profilo con i propri dati personali e il sistema di pagamento scelto, e di identificarsi presso la stazione di ricarica per avviare il processo di ricarica.

La maggioranza degli operatori CPO però, oltre ad occuparsi dell'installazione fisica delle colonnine di ricarica, offre anche il servizio di ricarica agli utenti. Si può individuare così un ulteriore attore coinvolto all'interno del settore: CPO&EMSP. A questa categoria appartengono quelle aziende che operano sia come CPO che come EMSP.

Per usufruire della ricarica pubblica a pagamento, l'utente ha a disposizione diversi punti di ricarica distribuiti sul territorio, che però, a seconda dell'operatore, prevedono tariffe e condizioni di offerta anche diverse tra loro. Infatti, utilizzare un CPO o un CPO&EMSP, e quindi la sua app per ricaricare il proprio veicolo, permette all'utente di beneficiare di un costo per kWh inferiore ma, il numero di colonnine associate a queste app, è necessariamente limitato. In questi casi, l'utente è, quindi, costretto a ricaricare il proprio veicolo solo in corrispondenza dell'infrastruttura di ricarica associata al CPO o CPO&EMSP con il quale ha stipulato un contratto, utilizzando l'app di riferimento e potendo, così, usufruire di un numero limitato di punti di ricarica. D'altro canto, utilizzare un'app di un EMSP, per effettuare una ricarica, nella maggioranza dei casi prevede un rincaro dei prezzi del kWh. Ciò è dovuto dal fatto che il provider, non avendo una propria infrastruttura di ricarica usufruisce delle colonnine di uno o più CPO. Il vantaggio, in questo caso, è la possibilità di poter fare affidamento su numero maggiore di colonnine a disposizione e quindi su una mappa distributiva più ampia e capillare.

7.10.2 Interoperabilità del servizio di ricarica

Per poter agevolare la diffusione della mobilità elettrica è importante fornire un servizio di ricarica che permetta all'utente di usufruire di punti di ricarica distribuiti su tutto il territorio, indipendentemente dal gestore dell'infrastruttura. Per tale motivo è fondamentale, per le infrastrutture di ricarica che forniscono un servizio a pagamento, la loro *interoperabilità*. L'interoperabilità è, in generale, la capacità di due o più sistemi, reti, applicazioni o componenti, di scambiare informazioni tra loro e di essere poi in grado di utilizzarle.

L'evoluzione del mercato ha portato, infatti, ad accordi di *interoperabilità* in cui i diversi operatori e provider, stringono accordi commerciali tra loro per poter integrare, all'interno delle proprie app, anche i punti di ricarica di altri operatori e permettere così, all'utente di ricaricare scegliendo tra un numero maggiore di colonnine a disposizione, garantendo così una disponibilità più ampia di infrastrutture di ricarica. In sintesi, grazie all'interoperabilità del servizio, l'utente ha il vantaggio di poter ricaricare il proprio veicolo presso colonnine di ricarica di differenti circuiti attraverso un'unica app sul proprio smartphone e stipulando quindi un unico contratto con il provider.

La diffusione dell'interoperabilità può essere assicurata attraverso *piattaforme di e-Roaming*, che hanno lo scopo di semplificare la gestione dei contratti stipulati tra gli EMSP e i CPO. Nello specifico, ogni EMSP che utilizza una piattaforma di e-Roaming ha la possibilità di accedere alle reti dei differenti CPO. In questo modo l'EMSP non andrà a versare in autonomia il corrispettivo dovuto al CPO ma sarà la piattaforma di e-Roaming ad occuparsi di ciascuna operazione di rimborso. Questo consente una più agevole diffusione dell'interoperabilità tra circuiti, permettendo all'utente finale di caricare la propria auto in una rete più ampia di punti di ricarica pubblici, senza dover firmare altri contratti oltre a quello con il proprio EMSP. In sintesi, quando gli operatori dei punti di ricarica (CPO) e i fornitori di servizi di mobilità elettrica (EMSP) stipulano un accordo commerciale, creano una rete di roaming che consente ai conducenti di veicoli elettrici di ricaricare le proprie auto al di fuori della rete del proprio fornitore di servizi di ricarica, con un solo account cliente.

In Figura 23 viene sintetizzato lo schema relativo all'interoperabilità delle infrastrutture di ricarica.

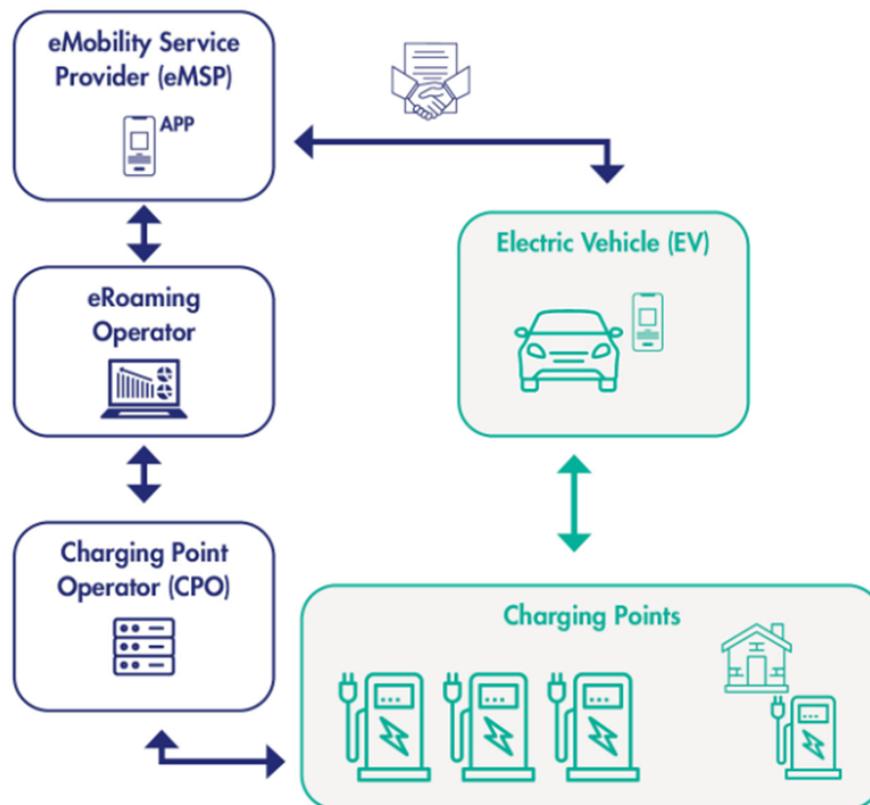


Figura 23- Sistema di interoperabilità del servizio di ricarica e attori coinvolti nel sistema- Fonte: Thales group

Come si vede, è possibile individuare un ulteriore attore coinvolto nel settore della ricarica dei veicoli elettrici, ovvero il *Roaming Network Operator* (RNO), “Operatore di rete roaming” che, in sostanza, ha il compito di gestire la piattaforma per lo scambio di dati di ricarica tra l’operatore del punto di ricarica (CPO) e il fornitore di servizi (EMSP).

In particolare, esistono principalmente due tipologie di roaming, come mostrato in Figura 24:

- **Peer-to-peer (P2P) roaming:** si tratta di una connessione diretta che permette alle due entità coinvolte di connettersi senza alcun tramite. I fornitori di servizi stipulano accordi di roaming individuali e stabiliscono una connessione separata per ciascuno di essi. La tecnologia alla base del roaming peer-to-peer si chiama *Open Charge Point Interface* (OCPI), un protocollo che consente una connessione bilaterale tra CPO ed EMSP. Questo tipo di roaming è più costoso da gestire e meno conveniente;
- **Hub roaming:** i fornitori di servizi di ricarica si connettono ad un hub, ovvero ad un unico “epicentro” di altri fornitori di servizi, collegandoli istantaneamente a più partner di roaming e di mobilità elettrica. In pratica a differenza della tipologia precedente, si prevede l’esistenza di una terza entità, chiamata appunto *roaming hub* che svolge il ruolo di intermediario alla connessione.

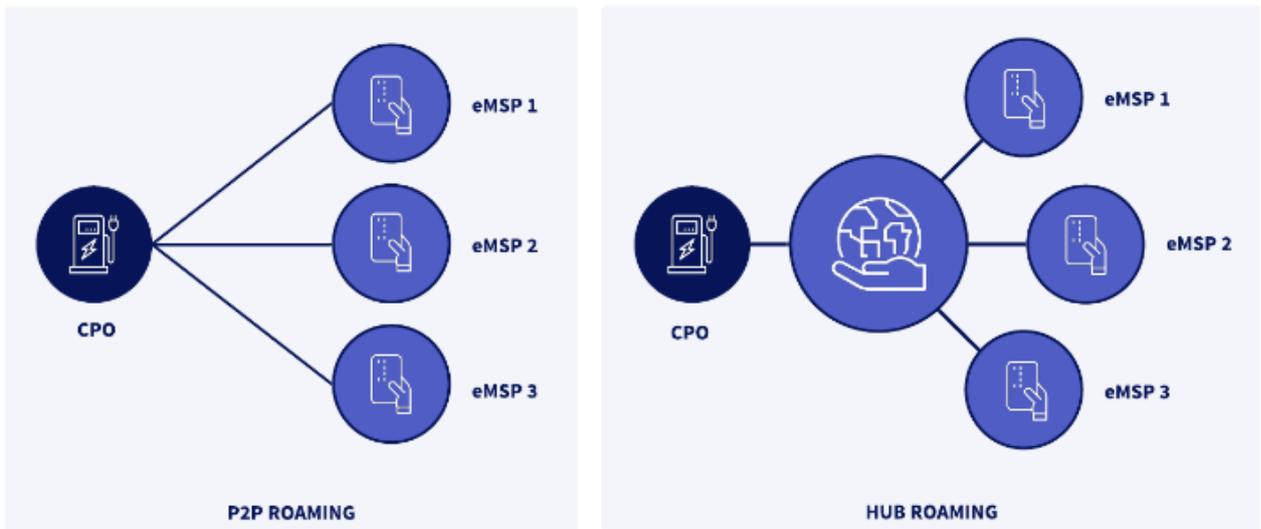


Figura 24- Tipologie di roaming

8 Bus elettrici per il TPL: Vademecum

8.1 Autobus elettrici a batterie (BEB)

L'autobus elettrico è un veicolo alimentato esclusivamente da un motore elettrico (EM) che funziona grazie all'energia immagazzinata all'interno della batteria. Il motore elettrico trasforma l'energia elettrica in ingresso, applicata ai morsetti di alimentazione, in energia meccanica in uscita resa disponibile sull'asse motore.



Figura 25- Motore elettrico

Il funzionamento basato sul powertrain è schematizzato in Figura 25. Per alimentare il motore elettrico c'è bisogno di un pacco batterie che ne permette la trazione.

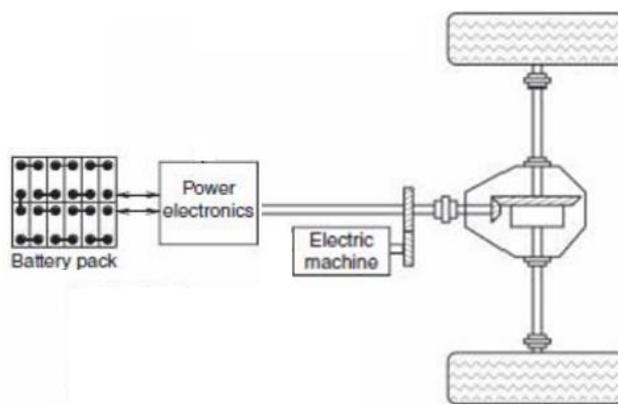


Figura 26- Configurazione del bus elettrico a batterie (BEB)

Il veicolo elettrico è costituito da tre sottosistemi principali (Figura 26):

1. Sistema di propulsione elettrico: costituito dall'inverter, dal motore elettrico, dalla trasmissione meccanica e dalle ruote.
2. Sistema di accumulo dell'energia: costituito dagli accumulatori, dal sistema di gestione (EMS, Energy Management System) e dal caricabatteria.
3. Sistema ausiliario: costituito dal servosterzo elettrico, dal gruppo clima e dagli altri organi ausiliari.

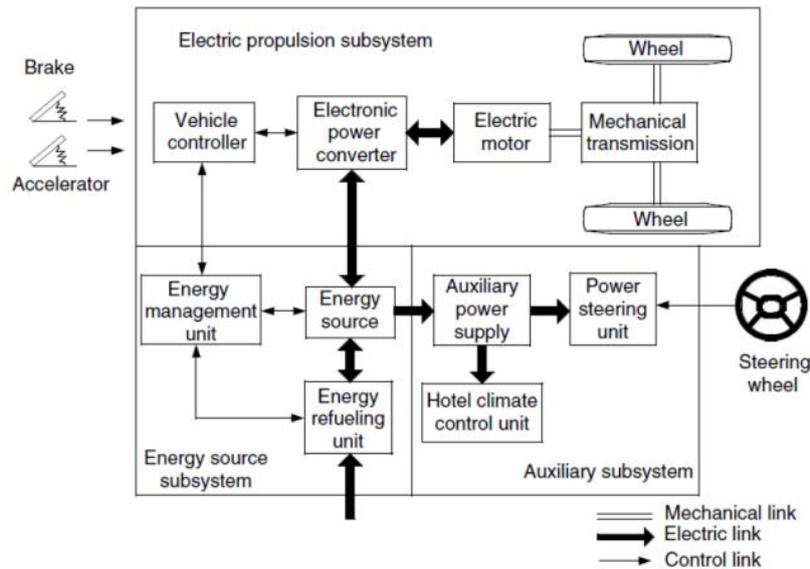


Figura 27- Configurazione generale dei veicoli elettrici

I collegamenti elettrici, in Figura 27, sono rappresentati dalle frecce grandi mentre i collegamenti di controllo dalle frecce piccole. Sulla base degli input forniti dai pedali del freno e dell'acceleratore, il controller elettronico fornisce i segnali atti alla gestione del convertitore di potenza, il quale ha la funzione di regolare il flusso di potenza tra il motore elettrico e le batterie. Il sistema di gestione (EMS), invece, ha funzioni multiple, tra le quali le più importanti sono:

- collaborare con il controller elettronico, in modo da recuperare la massima quantità di energia in frenata;
- interagire con la batteria per controllare la ricarica e monitorare l'usabilità del dispositivo di accumulo. Infine, l'alimentazione ausiliaria fornisce la potenza a tutti i sistemi ausiliari come servosterzo e clima, con diversi livelli di tensione.

8.1.1 Il motore elettrico

Un motore elettrico è costituito solo da due unità principali: lo statore che è la parte fissa del motore e il rotore che è la parte mobile. Lo statore è composto da un conduttore (fili di rami) che generano campi magnetici variabili opposti a quelli generati dal rotore. Il rotore è dotato di campi magnetici permanenti. La coppia (T) è generata dall'interazione tra i due campi magnetici di statore e rotore.

Una spira rettangolare di filo conduttore rigido, montata su un asse sul quale è libera di ruotare, è immersa in un campo magnetico uniforme perpendicolare all'asse di rotazione, generato per esempio dai poli di un magnete.

Quando la spira è percorsa da corrente elettrica l'azione del magnete produce una coppia di forze che la costringono a ruotare.

La spira ruota di 90° prima di fermarsi: quando infatti il piano della spira è perpendicolare al campo magnetico, la forza esercitata sulla spira è nulla e questa si ferma; ma, per effetto dell'inerzia, la spira percorre in realtà un angolo leggermente superiore a 90° e la coppia di forze prodotta dal campo magnetico nella nuova posizione, opposta alla precedente perché si sono invertite le direzioni delle correnti nei due rami verticali della spira, la costringerebbe a tornare indietro. Se a questo punto, mediante uno speciale dispositivo detto collettore, si inverte il senso della corrente nella spira, viene invertita anche l'azione delle forze e la spira continua la rotazione nello stesso senso. La rotazione della spira viene trasmessa ad un albero girevole e può far funzionare un apparecchio elettrico.

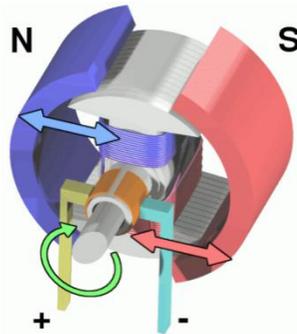


Figura 28- Funzionamento del motore elettrico

I motori elettrici si distinguono in:

- **Motore in corrente continua:** questo motore è alimentato con una rete o altra fonte che rilascia o genera corrente continua. Questi motori sono molto eterogenei, in quanto esistono molte configurazioni, che sono caratterizzate da funzionamenti non sovrapponibili. Tra le tipologie di motori in corrente continua distinguiamo:
 - **Il motore tradizionale:** è costituito da uno statore (che avvolge il rotore) a campo magnetico stazionario, il quale è caratterizzato dalla presenza di una o più coppie polari (calamite, elettrocalamite, ecc.), mentre il rotore (che ruota immerso nello statore) è del tipo avvolto, composto da fili di rame, il quale crea un campo elettromagnetico al passaggio di corrente. L'interazione tra questi due campi magnetici tra loro concentrici induce alla rotazione del rotore, in quanto il campo magnetico del rotore tende ad allinearsi a quello dello statore analogamente a quanto avviene per l'ago della bussola che si allinea col campo magnetico terrestre. Durante la rotazione il sistema costituito dalle spazzole e dal collettore commuta l'alimentazione elettrica degli avvolgimenti del rotore in modo che il campo magnetico dello statore e quello del rotore non raggiungano mai l'allineamento perfetto, in tal modo si ottiene la continuità della rotazione. Questo motore è alimentato a corrente continua e grazie al sistema delle spazzole assieme al collettore settoriale si garantisce una posizione costante del campo magnetico, in quanto il collettore essendo diviso in settori i quali sono connessi ognuno al corrispettivo avvolgimento del rotore, alimenta in modo selettivo i corrispettivi avvolgimenti. Durante la trasformazione, una modesta parte dell'energia viene dispersa per l'effetto Joule. Dato il principio di funzionamento, un motore elettrico fa sempre muovere l'albero motore di moto rotatorio; si può ottenere un moto lineare alternato utilizzando un glifo oscillante, componente meccanico che converte appunto il moto rotatorio in rettilineo oscillante. Tale motore può essere usato in maniera reversibile anche come generatore elettrico, che assorbe energia meccanica. Questo senza

subire alcun cambiamento nella sua struttura, permettendo così una sua versatilità molto ampia, che gli consente di passare da un funzionamento all'altro, velocemente e senza accorgimenti esterni rivolti al motore se non il cambio di configurazione.

- **Il motore passo-passo:** I motori passo-passo, chiamati anche step o stepper, sono considerati la scelta ideale per tutte quelle applicazioni che richiedono precisione nello spostamento angolare e nella velocità di rotazione, quali la robotica, le montature dei telescopi e i servomeccanismi in generale. Tuttavia, ultimamente, per le applicazioni high-end, vengono spesso sostituiti da motori brushless (senza spazzole, in cui la commutazione è controllata elettronicamente) o da attuatori voice-coil.
- **Motore brushless:** Il motore brushless (senza spazzole) è un motore elettrico in corrente continua con il rotore a magneti permanenti e lo statore a campo magnetico rotante. Non ha quindi bisogno di contatti elettrici striscianti (spazzole) sull'albero motore per funzionare. La commutazione della corrente circolante negli avvolgimenti dello statore, e quindi la variazione dell'orientamento del campo magnetico da essi generato, avviene elettronicamente. Ciò comporta una minore resistenza meccanica, elimina la possibilità che si formino scintille al crescere della velocità di rotazione, e riduce notevolmente la necessità di manutenzione periodica. I motori brushless si usano molto nel modellismo dinamico.
- **Motore universale o motore CC ad eccitazione separata:** Si tratta di una particolare forma di macchina a corrente continua, che grazie all'uso di statore e rotore avvolti, permette il suo uso anche con correnti alternate, rendendo di fatto la macchina universale, in quanto può funzionare sia con correnti continue che alternate, senza subire alcuna modifica. Questa macchina permette anche un grande e facile controllo delle sue caratteristiche operative di funzionamento, rendendola ideale per l'uso in trazione; infatti, pur peccando di una resa massima più contenuta rispetto ad altre macchine, permette una resa media maggiore, oltre che una flessibilità operativa maggiore.
- **Motore in corrente alternata:** questo tipo di motore funziona tramite alimentazione in corrente alternata e tra questi ricade anche il motore universale che è un motore in corrente continua adattato tramite avvolgimento statorico alla linea alternata. Tra le tipologie di motori in corrente alternata distinguiamo:
 - **Motore sincrono:** È un tipo di motore elettrico in corrente alternata in cui lo statore, generalmente trifase, genera un campo magnetico rotante del tipo permanente. La sua velocità è costante indipendentemente dal carico. È una macchina doppiamente eccitata perché il suo avvolgimento di campo è eccitato da una sorgente CC separata. Nel rotore è presente un campo magnetico (generato da un magnete permanente o un avvolgimento alimentato in continua) che è attirato dal campo magnetico rotante dello statore, generando la coppia motrice.
 - **Motore asincrono:** Il motore asincrono è un tipo di motore elettrico in corrente alternata in cui la frequenza di rotazione non è uguale o un sottomultiplo della frequenza di rete, ovvero non è "sincrono" con essa, non è in pratica

“agganciato” alla frequenza di rete. Il motore asincrono è detto anche motore ad induzione in virtù del suo principio di funzionamento.

- **Motore lineare:** Qualora il raggio del rotore fosse fatto tendere all'infinito, questo diventerebbe una retta (centro del raggio all'infinito) e la macchina assumerebbe una geometria lineare: praticamente lo statore e il rotore vengono come *srotolati* sul piano. Questo motore è chiamato motore sincro lineare e trova applicazione sia nella trazione ad alta velocità (treno a levitazione magnetica, JR-Maglev) che nella movimentazione di carichi e di pezzi per applicazioni robotizzate e per la realizzazioni di attuatori lineari.

8.1.2 Le Batterie

La batteria è un componente fondamentale dei bus elettrici, in grado di influenzare le performance del mezzo e anche il suo costo d'acquisto. La capacità di produzione delle batterie è aumentata nel tempo molto più velocemente della domanda, e, di conseguenza, i prezzi al kWh delle batterie sono diminuiti in maniera importante.

8.1.2.1 Generalità

Il metodo applicato al principio con cui rendere funzionante una batteria è fondato essenzialmente sulla trasformazione dell'energia chimica in energia elettrica. Da un punto di vista terminologico è importante differenziare e specificare alcuni termini impiegati quali pila, batteria, accumulatore, poiché anche se vengono usati indifferentemente ovvero sinonimi, in realtà hanno diverse caratteristiche:

- La **pila** è un generatore elettrochimico primario, ovvero non ricaricabile;
- L'**accumulatore** è un generatore elettrochimico secondario, cioè ricaricabile. Sia l'una che l'altra tipologia di generatori è composta da uno o più elementi in serie che compongono ciò che viene comunemente individuata come batteria.
- La **batteria** è un dispositivo capace di accumulare energia mediante un processo chimico che può essere descritto in modo sintetico come lo scambio di ioni fra due elettrodi immersi in un elettrolita; se poi, questi vengono connessi a un circuito esterno, allora si scambiano elettroni dando origine ad una corrente elettrica. Tipologie di accumulatori ne esistono di diverso tipo, per capacità elettriche, composizione chimica, forma e/o dimensioni.

8.1.2.2 Caratteristiche tecniche

La conoscenza delle caratteristiche tecniche consente un'adeguata progettazione in termini di dimensionamento elettrico, ambientale ed economico. Nell'elenco che segue sono riportate le fondamentali caratteristiche.

1. **Tensione** (V): valore nominale di un elemento moltiplicato per il numero degli elementi del pacco batteria;
2. **Capacità** (Ah): quantità di elettricità scaricabile con modalità specificate; in certe batterie viene consigliato di utilizzare solamente una certa percentuale della capacità;
3. **Contenuto di energia** (kWh): quantità di energia immagazzinabile dalla batteria; dipende dalla corrente di scarica;

4. **Energia specifica** riferita al volume (Wh/m^3) o riferita al peso (Wh/kg): è la quantità di energia espressa in wattora fornibile dalla batteria, messa in relazione o allo spazio occupato dalla stessa o dal suo peso;
5. **Resistenza interna** ($\text{m}\Omega$): esprime la resistenza delle parti interne della batteria; varia in funzione dello stato di carica (SOC) e della temperatura; esso può influire sulla variazione di tensione durante la scarica e sulla densità di potenza;
6. **Stato di carica** (SOC): è una misura relativa alla quantità di energia immagazzinata in una batteria, definita come il rapporto tra la quantità di carica estraibile dalla cella in un determinato momento e la capacità totale;
7. **Efficienza energetica**: è il rapporto tra l'energia scaricata e l'energia necessaria per riportare la batteria al suo stato iniziale di carica;
8. **Efficienza di capacità** (efficienza-Ah): è il rapporto tra la scarica (espressa in Ah) e la carica necessaria per riportare la batteria al suo stato iniziale di carica; Il valore percentuale dell'efficienza energetica è più basso rispetto a quello dell'efficienza-Ah, dal momento che la tensione durante la scarica è minore rispetto alla tensione durante la carica. Queste quantità sono fundamentalmente diverse e non andrebbero mai confrontate tra loro;
9. **Fattore di carica** (%): è l'inverso dell'efficienza-Ah e dà un'indicazione della carica extra che viene iniettata nella batteria durante la fase finale di carica;
10. **Ciclo di vita** (numero di cicli): un ciclo è una carica seguita da una scarica della batteria; il ciclo di vita si considera terminato quando la capacità della batteria scende al di sotto di un valore prestabilito.

8.1.2.3 Caratteristiche di ricarica

Approfondire meglio le caratteristiche di ricarica, ci farà capire come influiscono sia i tempi di ricarica, sia gli eventuali fenomeni di "memoria" sulle batterie. Infatti, numerose ricariche a bassa intensità e lunghi periodi di inattività degradano l'efficienza di una batteria. Secondo dati sperimentali, la durata si riduce fino al 90%.

- **Durata**: Per durata della batteria, si intende il numero di cicli di carica-scarica che una batteria è in grado di sostenere prima che la sua capacità si riduca sotto un valore soglia per il suo corretto funzionamento. Questo valore di solito varia tra il 70-80% della capacità nominale. Una batteria può considerarsi esaurita, e quindi da sostituire, se non riesce a sostenere una carica superiore all'80% della propria capacità nominale. La vita di una batteria è un parametro incerto, in quanto fortemente condizionato dalle varie condizioni di esercizio quali la temperatura di funzionamento, la profondità delle scariche, le modalità di ricarica, ecc. La durata della batteria è, però, un parametro molto importante, in quanto si riflette direttamente sui costi di esercizio del veicolo elettrico.
- **Impatto ambientale**: Per approfondire questa caratteristica c'è bisogno di un'analisi completa del ciclo di vita di una batteria. Si procede quindi per mezzo di life cycle analysis. Queste analisi saranno utili per capire meglio come smaltire le batterie e il loro impatto ambientale.
- **Costo**: Il costo di una batteria è uno dei contributi principali nella fase di analisi dei costi. Questo perché la batteria è di fondamentale importanza per il funzionamento di un veicolo elettrico. Il costo deve permettere alla produzione di stimare un prezzo finale competitivo, in modo da produrre veicoli che possano avere mercato contro i motori tradizionali.

8.1.2.4 Tipologie di batterie

Le batterie al litio rappresentano la principale novità nel campo delle soluzioni per accumulo energetico, grazie alle prestazioni decisamente superiori rispetto a quelle tradizionali ed alla maggiore facilità di utilizzo. Con la generica dizione di batterie al litio si indicano 6 differenti tipologie, in funzione dei materiali impiegati per fabbricare gli elettrodi.

A seconda della diversa combinazione dei metalli, si hanno le seguenti categorie:

- Litio cobalto;
- Litio manganese;
- Litio ferro fosfato (LFP);
- Litio nickel cobalto alluminio (NCA);
- Litio nickel manganese cobalto (NMC);
- Litio titanato.

Queste diverse tipologie si differenziano per proprietà e caratteristiche, in funzione della composizione della struttura interna, con riferimento alla potenza specifica (Watt/Kg), alla densità di energia (Wh/kg o litri), alla stabilità termica, ai cicli di ricarica, alla prestazione ed infine, al profilo di costo e di vita utile attesa.

In termini di caratteristiche, la densità di energia, espressa nel rapporto Wh/Kg è più elevata nelle combinazioni litio-nickel-cobalto- alluminio (NCA), seguita da litio-nickel-manganese-cobalto (NMC) e dal litio-manganese, non a caso largamente usate per la produzione di pacchi batterie destinati al settore automobilistico. Sotto il profilo della sicurezza, pur avendo tutte le celle di nuova generazione raggiunto standard elevati, risultano maggiormente stabili le soluzioni litio-ferro-fosfato (LFP), litio-titanato e litio-nickel-manganese-cobalto (NMC).

Le batterie utilizzate per il trasporto pubblico sono le seguenti:

- **Batterie al litio con ferro-fosfato (LFP):** sono batterie con bassa resistenza che beneficiano di una miglior sicurezza e stabilità termica, oltre ad un lungo ciclo di vita. Queste batterie sono spesso utilizzate in tutte quelle applicazioni che richiedono una lunga durata in massima sicurezza. Hanno un ciclo di vita elevato ma d'altra parte una bassa densità di energia volumetrica (Wh/l).
- **Batterie al litio con ossido di cobalto-nichel-manganese (NMC):** possono avere un'elevata energia specifica oppure un'alta potenza specifica, ma non entrambe. Hanno una velocità di auto-riscaldamento molto bassa, proprietà che le rende adatte per essere impiegate nei veicoli elettrici. Sono molto utilizzate dai player europei nei bus elettrici.
- **Batterie al litio con ossido di alluminio-nichel-cobalto (NCA):** non sono comunemente impiegate nei prodotti di più largo consumo ma sono molto promettenti per l'industria automobilistica. Sono batterie ad alta energia con una buona durata; possono essere scelte per via della maggiore densità di energia, che richiede quindi meno spazio per una data dimensione del pacco.

Negli e-bus, lo spazio per localizzare un pacco batterie non è così limitato come per le auto elettriche ed è importante avere un ciclo di vita lungo, in modo da massimizzare il ritorno sul costo dell'autobus.

Il degrado della batteria dipende principalmente dalle continue reazioni chimiche che si verificano all'interno della stessa, sia indipendenti che dipendenti dall'uso, ma, ovviamente, possono essere aggravate dall'esposizione della batteria a condizioni sfavorevoli, come le alte temperature o il freddo eccessivo. La vita media attesa di una batteria è di circa sette anni. Le batterie a fine vita degli e-bus, in base al loro stato, o si riciclano o vengono utilizzate per finalità second-life, come ad esempio lo storage stazionario di impianti rinnovabili, non rappresentando quindi un costo ma una risorsa.

8.1.3 Direttiva sulle batterie a fine vita

Rettifica del regolamento (UE) 2019/1020 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 20 giugno 2019, sulla vigilanza del mercato e sulla conformità dei prodotti e che modifica la direttiva 2004/42/CE e i regolamenti (CE) n. 765/2008 e (UE) n. 305/2011.

Per far fronte alla crescente richiesta di **litio, cobalto, nichel e manganese**, materie prime fondamentali per l'industria degli accumulatori, occorrerà imparare a recuperare quantità sempre maggiori dalle batterie a fine vita. A tal fine il Parlamento europeo sta lavorando sull'aggiornamento della direttiva sulle batterie.

Il Parlamento europeo ha adottato il regolamento per il ciclo di vita sostenibile delle batterie che abroga la direttiva risalente al 2006 e modifica il regolamento del 2019 (2019/1020). Nel testo di legge sono fissati obiettivi e tassi di raccolta delle batterie più rigorosi, e nuove norme finalizzate ad aumentarne la sostenibilità:

- Introduzione di una **nuova categoria di batterie**, quelle utilizzate per alimentare i "mezzi di trasporto leggeri" come biciclette o scooter elettrici. Affiancherà quelle già esistenti, come quelle automobilistiche e quelle industriali.
- Adozione di **un'etichetta obbligatoria sull'impronta di carbonio** di ciascuna batteria. Questo indicatore servirà a rendere più trasparente l'impatto ambientale di ogni dispositivo.
- Garanzia che le nuove batterie contengano **livelli minimi di materiali riciclati**, come cobalto, piombo, litio e nichel.
- Obiettivi di **raccolta più rigorosi**, sia per le batterie portatili (il 70% dal 2025, rispetto al 65% della proposta originaria della Commissione europea; e l'80% dal 2030 invece del 70%); sia per quelle impiegate nei mezzi da trasporto leggeri (75% nel 2025 e 85% nel 2030).
- **Obbligo di raccolta** per i rifiuti provenienti da **qualsiasi tipo di batteria**, sia quelle per autoveicoli che quelle per veicoli industriali ed elettrici.
- Introduzione di un **obbligo di diligenza** per i produttori. Secondo il testo, i produttori dovrebbero essere tenuti a rispettare standard di gestione dei rischi legati all'approvvigionamento, alla lavorazione e al commercio di materie prime, sostanze chimiche e materie prime secondarie.

8.1.4 Direttiva sul riciclaggio delle batterie

Il riciclaggio delle batterie è disciplinato dalla *Direttiva europea N. 2006/66 sulle pile, accumulatori e loro rifiuti*, e il relativo *D.Lgs. Nazionale n. 188/08*.

Questa Direttiva si applica a tutti i tipi di batterie, ricaricabili e non ricaricabili, e punta a promuovere un maggiore livello di raccolta e riciclaggio delle batterie usate nonché il miglioramento delle prestazioni ambientali di tutti i soggetti interessati (produttori, distributori e utenti finali), in particolare coloro che sono direttamente coinvolti nelle attività di trattamento e riciclaggio dei rifiuti.

Il D.lgs. 188/08 ha previsto l'esistenza di un Centro di Coordinamento (Centro di Coordinamento Nazionale Pile ed Accumulatori), partecipato e finanziato obbligatoriamente dai sistemi di raccolta e riciclo, al quale è affidato il compito di armonizzare l'operato dei sistemi medesimi a garanzia di un capillare ed uniforme servizio di raccolta e trattamento sull'intero territorio nazionale.

Ai sensi dei regolamenti, infatti, sui produttori e importatori di tali accumulatori ricade una responsabilità diretta di assicurarne un corretto fine vita, dovendone garantire la raccolta ed il corretto riciclo in impianti che al momento sono solo esteri, stante l'inesistenza di impianti abilitati al loro trattamento, al momento, in Italia.

Pertanto, il produttore di un accumulatore esausto di un veicolo elettrico e/o ibrido (come ad esempio una casa automobilistica, un impianto di autodemolizione o un ricambista abilitato), si rivolge direttamente, tramite il Centro di Coordinamento, al sistema di raccolta e riciclo al quale partecipa il produttore/importatore che ha immesso su mercato quell'accumulatore, ed il sistema è obbligato a ritirarlo e ad inviarlo a riciclo.

Per qualunque soggetto produttore o detentore di rifiuti di accumulatori per veicoli e/o industriali che abbia necessità di disfarsene, il servizio di ritiro può svolgersi nelle seguenti modalità alternative:

- Rivolgersi direttamente ad uno dei Sistemi Collettivi o Individuali aderenti al CDCNPA, il quale a seconda delle quantità e della tipologia del rifiuto potrà offrire un eventuale contributo economico;
- Rivolgersi al CDCNPA, utilizzando le funzionalità messe a disposizione tramite il portale web, ottenendo il ritiro gratuito del rifiuto.

Nel caso in cui non sia possibile ottenere il ritiro dal produttore/importatore e/o dai Sistemi di Raccolta, i seguenti soggetti possono, previa comunicazione al CDCNPA e successiva iscrizione al portale, avvalersi del servizio offerto dal CDCNPA:

- Centri di raccolta comunali, presso i quali vengono ritirati rifiuti di accumulatori industriali e per veicoli raccolti in maniera differenziata nell'ambito del servizio pubblico di gestione dei rifiuti urbani: le modalità di gestione del servizio sono regolate dall'Accordo di Programma siglato tra ANCI e CDCNPA;
- Industrie ed aziende, presso le quali vengono ritirati o mantenuti accumulatori industriali utilizzati nei processi produttivi e/o nei mezzi di trasporto aziendali (muletti, veicoli a trazione elettrica);
- Grandi Utenti, presso i quali vengono ritirati o mantenuti accumulatori industriali prevalentemente utilizzati per la garanzia della continuità elettrica (Enel Telecom, ospedali, aeroporti, ecc.).

8.1.5 Report sui prezzi delle batterie

I prezzi delle batterie al litio continuano a calare. Nel giro di 10 anni, grazie anche agli obiettivi dell'automotive e del settore rinnovabili, la tecnologia a ioni di litio ha tagliato dell'89% il proprio costo. Più precisamente, si è passati dagli oltre 1.100 €/kWh del 2010 a circa 126 €/kWh di oggi (Figura 29). E in alcuni casi fortuiti, come nel segmento degli autobus elettrici cinesi, il prezzo è sceso addirittura sotto 92 euro. Un traguardo importante, quest'ultimo, a cui giungerà anche il resto del mondo nel giro di tre anni circa.

La previsione arriva da *Bloomberg New Energy Finance (BNEF)* e dal suo nuovo report. Il documento, intitolato *Indagine sui prezzi delle batterie 2020*, prende in considerazione diversi settori di applicazione. Da veicoli elettrici per passeggeri a quelli commerciali, dagli e-bus allo stoccaggio stazionario. E per ognuno di loro traccia un trend a breve termine.

Fino a poco tempo fa il taglio dei costi era legato soprattutto all'aumento delle dimensioni degli ordini, alla crescita delle vendite delle vetture elettriche e all'introduzione di nuovi "impacchettanti" per le celle, nel futuro a breve termine la differenza la faranno i prodotti chimici catodici e i minori costi di produzione (Figura 30).

Entro pochi anni vedremo la cifra media dei prezzi dei pacchi batteria scendere al di sotto dei 92 euro/kWh, come rappresentato in Figura 31.

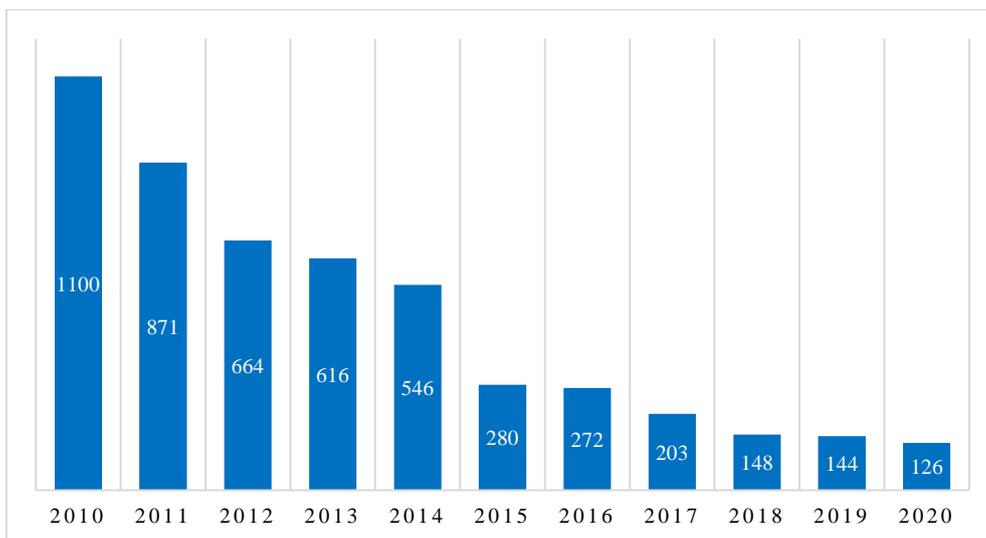


Figura 29- Evoluzione del prezzo dei pacchi batteria. Valori in €/kWh. Fonte: Bloomberg New Energy Finance

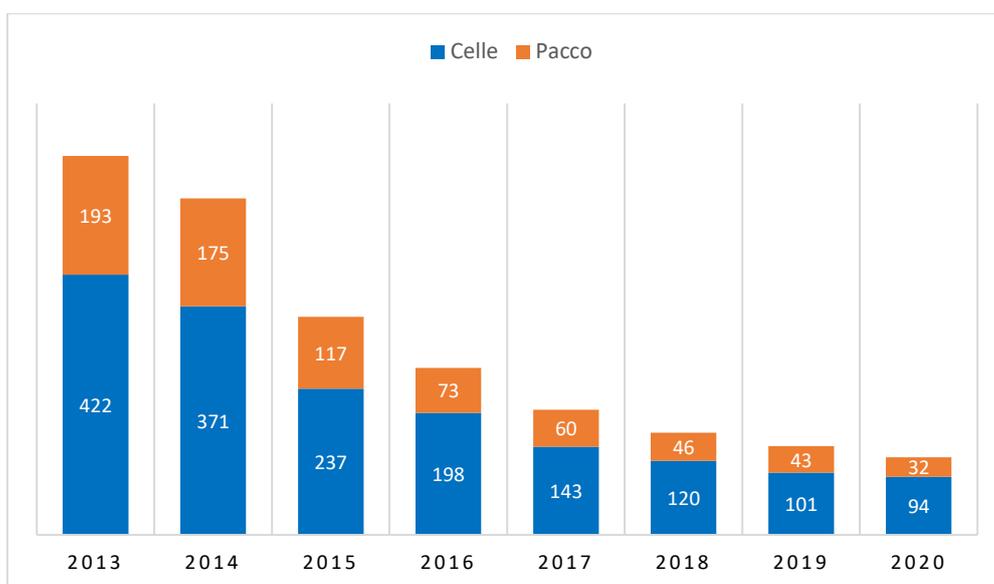


Figura 30- Costo del pacco e delle celle. Valori in €/kWh. Fonte: Bloomberg New Energy Finance

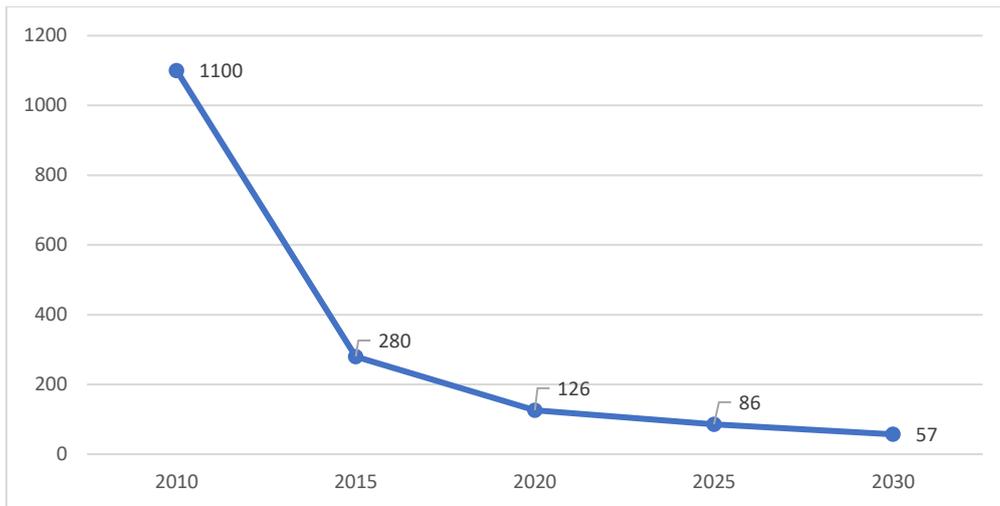


Figura 31- Evoluzione del prezzo dei pacchi batterie con proiezione del prezzo al 2030. Valori in €/kWh. Fonte: Bloomberg New Energy Finance

8.2 Autobus elettrici ibridi (HEB)

La tecnologia elettrica ibrida utilizza sia un motore a combustione interna (ICE) sia un motore elettrico (EM), in varie configurazioni, per fornire alle ruote potenza di trazione. Gli autobus ibridi sono configurati in due forme distinte: serie e parallelo.

Nella **configurazione in serie** (Figura 32) l'ICE di bordo, spesso indicato come generatore, viene utilizzato per generare elettricità che viene trasferita all'EM o conservata in un pacco batteria di bordo.

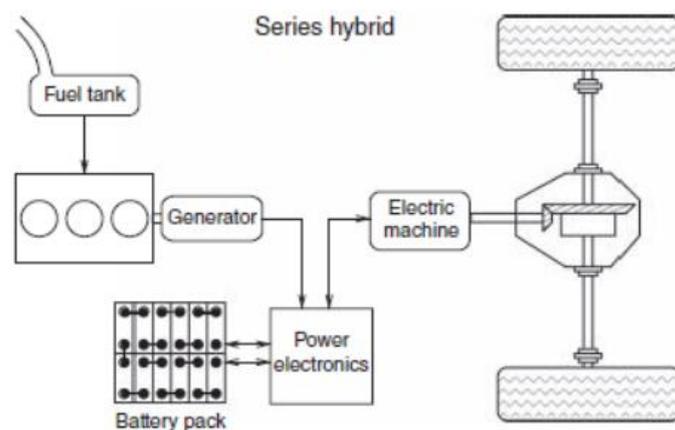


Figura 32- Configurazione in serie di un veicolo ibrido

Nella configurazione in serie l'energia prodotta nel motore termico (o a combustione) non viene direttamente impiegata per muovere il veicolo ma, mediante un generatore, viene stoccata nel pacco batterie. Soltanto la macchina elettrica è collegata meccanicamente alle ruote e quindi è la macchina elettrica che trasmette potenza al suolo. L'energia prodotta dal motore ICE attraverso un generatore viene convertita in potenza elettrica, la quale viene stoccata nelle batterie e viene prelevata per permettere il movimento del veicolo. Le principali modalità operative di un ibrido in serie vengono riportate in Tabella 58.

Tabella 58- Modalità operativa di un veicolo ibrido in serie

Modalità	Flussi
Accelerazione/salita	Durante questa fase l'energia viene fornita dal motore termico e dalle batterie
Standard	La macchina elettrica viene alimentata dal motore a combustione, che lavora in condizioni di alto rendimento
Ricarica della batteria	Il motore a combustione ha potenza in esubero, che viene utilizzata per alimentare la macchina elettrica e quindi ricaricare le batterie
Decelerazione	Può essere vista come un sottogruppo della fase di ricarica della batteria, in quanto il motore elettrico è trascinato dalle ruote e, quindi, funge da generatore e ricarica il pack batterie

Questa soluzione permette di avere sia vantaggi che svantaggi. I vantaggi sono:

- Non sono più presenti problemi di autonomia;
- La dimensione del motore termico si riduce, in quanto esso non ha funzione di trazione;
- Aumentare l'efficienza del motore, il quale lavora in un intervallo di giri più prossimo al punto di massimo rendimento;
- La posizione del motore ICE, svincolata dalle ruote, permette il posizionamento ottimale all'interno del veicolo;

Gli svantaggi sono:

- La maggiorazione del pacco batteria, con il conseguente aumento di peso;
- Il costo e il peso del veicolo aumentano a causa della presenza dei componenti elettrici;
- Tre conversioni di energia, con i loro relativi rendimenti (chimica-meccanica, meccanica-elettrica, elettrica-meccanica);

Nella **configurazione in parallelo** (Figura 33) entrambi i motori (ICE ed EM) sono collegati per spingere il veicolo. La potenza di trazione potrebbe essere derivata indipendentemente dall'ICE e dall'EM, oppure tramite una combinazione di entrambi.

Un ibrido parallelo è dotato di due powertrain connessi meccanicamente tra di loro. Mediante questo tipo di configurazione entrambi i PWT sono connessi all'albero di trasmissione e quindi possono fornire, in maniera indipendente e/o combinata, la potenza alle ruote necessaria per muovere il veicolo. Affinché si possano sommare le coppie e le potenze, a differenza di quanto avveniva nei PWT serie c'è bisogno di un cambio di velocità e di una o più frizioni. In queste architetture il motore elettrico non viene usato per sostituire il motore ICE, ma piuttosto per compensarne le mancanze, come lo spunto a basso regime o il recupero dell'energia cinetica in frenata. La caratteristica più importante per questo tipo di architetture è la possibilità, a seconda delle richieste, di muoversi solo in elettrico o solo in termico oppure in maniera combinata.

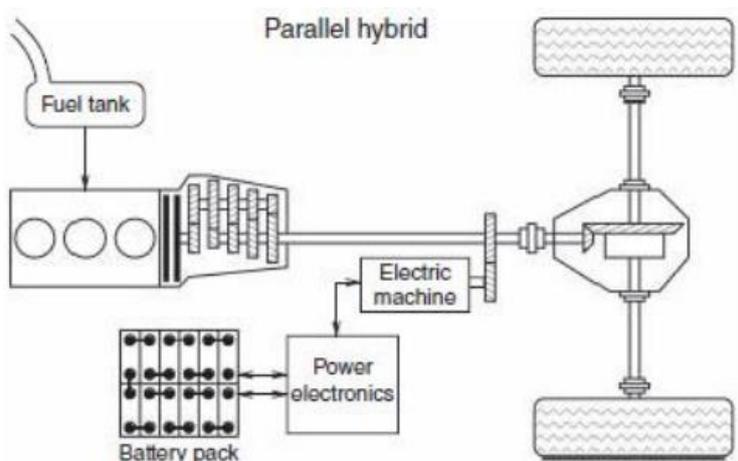


Figura 33- Configurazione in parallelo di un veicolo ibrido

In Tabella 59 si riportano le principali modalità operative di un veicolo ibrido in parallelo:

Tabella 59- Modalità operativa di un veicolo ibrido in parallelo

Modalità	Flussi
Accelerazione/salita	Durante questa fase l'energia viene fornita dal motore termico e dal motore elettrico. L'ICE in questo caso viene utilizzato, a differenza dell'architettura serie, nella linea operativa ottimale
Modalità puramente termica	L'energia necessaria per la propulsione viene generata solo dal motore termico, ed in questo caso il veicolo ibrido si può considerare come se fosse un veicolo tradizionale.
Modalità puramente elettrica	L'energia necessaria per la propulsione viene fornita solo dal motore elettrico, ed in questo caso il veicolo ibrido si può considerare come se fosse un veicolo ZEV (Zero Emission Vehicle)

Modalità ibrida	L'energia necessaria per la propulsione viene fornita da entrambi i motori, ovviamente se la richiesta di potenza lo consente, il motore ICE viene fatto lavorare in condizioni di massima efficienza
Decelerazione	Durante la fase di decelerazione, il motore elettrico funge da generatore convertendo una parte dell'energia cinetica, che si genera durante la frenata, in energia da stoccare nelle batterie. In questa fase il motore elettrico può essere spento.

Anche in questo caso si hanno vantaggi e svantaggi. I vantaggi sono:

- Grazie alla presenza del motore elettrico, a parità di prestazione, è permessa l'installazione di un motore ICE più piccolo;
- L'energia prodotta dal motore termico viene immediatamente utilizzata per permettere il movimento del veicolo e quindi non si hanno delle conversioni di energia con le relative perdite che ne conseguono.
- Maggiore flessibilità nella fonte di potenza che genera il moto;
- Pack batterie più ridotte che, seppur diminuiscono la capacità, diminuiscono anche il peso ed il costo finale del veicolo.
- L'utilizzo di frizioni elettromagnetiche permette un'elevata flessibilità di accoppiamento tra i due motori: tali dispositivi integrano meccanicamente i due motori permettendo loro, se necessario, di non essere vincolati alla velocità di rotazione delle ruote del veicolo.

Gli svantaggi sono:

- Maggiore complessità del sistema e del sistema di gestione dell'energia;
- Riduzione dell'efficienza del motore ICE in quanto il suo punto di lavoro varia con le richieste dell'utilizzatore e quindi non lavora più in condizioni di ottimo.

8.3 Autobus elettrici a celle a combustibile ad idrogeno (FCEB)

La tecnologia delle celle a combustibile è un metodo alternativo per l'elettificazione degli autobus che si basa sull'alimentazione del motore elettrico con elettricità generata da combustibili fossili. A differenza dell'ICE convenzionale per cui il carburante viene bruciato per generare movimento dinamico, la tecnologia delle celle a combustibile genera elettricità dal carburante attraverso un processo elettrochimico. Questo processo converte l'energia chimica immagazzinata nelle celle a combustibile in energia elettrica.

Gli autobus a idrogeno contengono una cella a combustibile che combina l'idrogeno e l'ossigeno preso dall'aria per produrre energia elettrica a bordo del bus. Gli unici sottoprodotti che si ottengono dai FCEB sono vapore acqueo e calore. Questa tipologia è caratterizzata da un motore elettrico e da celle a combustione interna alimentate a idrogeno.

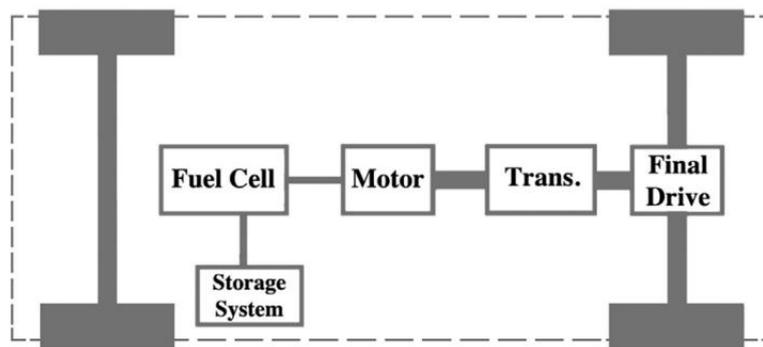


Figura 34- Configurazione del bus elettrico a celle a combustibile (FCEB)

Per poter recuperare l'energia cinetica del veicolo durante le frenature e per aiutare le Fuel Cell durante le partenze e i picchi di potenza massima richiesti dal guidatore, ad esempio, per accelerazioni rapide o in salita, sono anche presenti dei pacchi batterie al Litio, come riportato in Figura 35. Tuttavia, ai fini della pura estensione dell'autonomia, la loro presenza è del tutto marginale. Infatti, l'energia contenuta in esse sarebbe in grado di garantire solamente circa 50 km di percorrenza prima di esaurirsi, contro i 200-250 km garantiti dalle Fuel Cell.



Figura 35- Elementi che costituiscono l'autobus a fuel cell (FCEB)

L'idrogeno è un vettore energetico flessibile, con potenziali applicazioni in tutti i settori dell'energia. Inoltre, si tratta di uno dei pochi vettori energetici potenzialmente a zero emissioni, insieme all'elettricità e ai biocarburanti avanzati.

L'idrogeno è generalmente classificato con colori diversi sulla base del processo con il quale viene prodotto:

- **Grigio**, prodotto generalmente dal processo di stream reforming del metano (SMR) o dalla gassificazione del carbone, con elevate emissioni di anidride carbonica;
- **Blu**, prodotto dallo SMR o dalla gassificazione del carbone in presenza di sistemi di abbattimento delle emissioni inquinanti di anidride carbonica quali le tecnologie di cattura e utilizzo o confinamento della CO₂ (CCUS);
- **Verde**, prodotto attraverso elettrolizzatori alimentati con energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili.

8.4 Specifiche tecniche per BEB urbani

Viene effettuata una distinzione tra le diverse tipologie di autobus attualmente presenti sul mercato in termini di specifiche tecniche, distinguendo tra autobus piccolo, medio e grande e quindi rispettivamente di 8 m, 12 m e 18 m.

Tabella 60- Specifiche tecniche di autobus urbani elettrici di 8 m e 12 m

Autobus	Elettrico	Elettrico	Elettrico	Elettrico
Urbano				
Modello di autobus	BYD k7	E-80	eCitaro a 2 porte	eCitaro G a 3 porte
Azienda di produzione	BYD	Rampini	Mercedes	Mercedes
Tipo di alimentazione	Elettrica	Elettrica	Elettrica	Elettrica
Tipo di motorizzazione	BYD-TYC90A	DANA TM4	ZF AVE 130	ZF AVE 130
Potenza max del motore (kW)	180	218	2x125	2x125
Configurazione del motore	Impianto elettrico	Impianto elettrico multiplex	Motori elettrici in corrispondenza dei mezzi ruota	Motori elettrici in corrispondenza dei mezzi ruota
Capacità max (posti a sedere/posti in piedi)	21/28	13/34	29/56	45/57
Peso netto (kg)	13.000	12.000	20.000	30.000
Tipo di batterie	Litio-ferro-fosfato	Litio ferrite	NMC livello 1	NMC livello 2
Capacità batterie (kWh)	165	200	292	396
Velocità massima (km/h)	70	70	80	80
Lunghezza (mm)	8.700	7.790	12.135	18.125
Larghezza (mm)	2.470	2.200	2.550	2.550
Altezza (mm)	3.400	3.250	3.400	3.400

Tabella 61- Specifiche tecniche di autobus urbani elettrici di 12 m

Autobus	Elettrico	Elettrico	Elettrico
Urbano			
Modello di autobus	MAN Lion's City 12 E	e-Way 12	e-Ata 12
Azienda di produzione	MAN	Iveco	Karsan
Tipo di motorizzazione	Elettrico	Elettrico	Elettrico
Configurazione del motore	Motore centrale elettrico	Motore elettrico sincrono	Motore elettrico Hub
Potenza max del motore (kW)	160	160	250
Tipo di batteria	Ioni di litio	NMC (Nickel Manganese Cobalto)	LTP (Litium Polimer Battery)
Capacità batteria (kWh)	480	350	449
Peso netto (kg)	19.000	19.000	19.000



Capacità max (posti a sedere/posti in piedi)	41	27	40
Velocità massima (km/h)	80	80	80
Lunghezza (mm)	12.200	12.060	1220
Larghezza (mm)	2.550	2.550	2550
Altezza (mm)	3.320	3.350	3250

Tabella 62- Specifiche tecniche di autobus urbani elettrici di 18 m

Autobus	Elettrico	Elettrico	Elettrico
Urbano			
Modello di autobus	MAN Lion's City 18 E	Crealis 18	e-Ata 18
Azienda di produzione	MAN	Iveco	Karsan
Tipo di motorizzazione	Elettrico	Elettrico	Elettrico
Configurazione del motore	Due assi motori, due motori elettrici centrali	Motore di trazione a 6 poli asincrono	Motore elettrico Hub
Potenza max del motore (kW)	320	250	500
Tipo di batteria	Ioni di litio	LTO (Litio-Ossido Titanato)	LTP (Litium Polimer Battery)
Capacità batteria (kWh)	640	168	599
Peso netto (kg)	30.000	30.000	29.000
Capacità max (posti a sedere/posti in piedi)	45	49	52
Velocità massima (km/h)	80	80	80
Lunghezza (mm)	18.100	18.395	18.300
Larghezza (mm)	2.550	2.500	2.550
Altezza (mm)	3.320	3.556	3.250

8.5 Infrastrutture di ricarica per BEB

L'autobus elettrico necessita di essere ricaricato tramite corrente elettrica: per questo ha un'autonomia ben definita. Una volta esaurita l'autonomia, il bus richiede una nuova ricarica per muoversi. Esistono numerose postazioni pubbliche per ricaricare la batteria dei BEB, ossia le cosiddette colonnine di ricarica.

Il BEB è operativo in due forme: *opportunity* e *overnight*. Le differenze tra le due tipologie si basano sull'intervallo e il tempo di ricarica.

- a) **L'Opportunity BEB** ha un pacchetto batteria più piccolo che offre un'autonomia limitata (30-50 km) e la carica completa (80 –100%) può essere raggiunta entro 5–10 min.
- b) **L'Overnight BEB** contiene un pacchetto batteria più grande con un'autonomia fino a 320 km.

Esistono vari modelli di bus elettrici, le taglie più diffuse per il TPL sono quelle relative ai 12 e 18 m. Per un 12 m solitamente si ritengono sufficienti i circa 190-230 km di autonomia con una sola ricarica e con l'aria condizionata o riscaldamento in funzione. Per quanto riguarda la



potenza di ricarica si può scegliere in base a diversi fattori come ad es. il numero di ricariche da effettuare durante l'operatività giornaliera.

I BEB utilizzano i pacchi batteria per alimentare tutti i sistemi interni al bus. Non essendoci alcuna combustione i bus elettrici non hanno emissioni allo scarico. Questo significa che essi non emettono né anidride carbonica (CO₂), né alcun tipo di inquinante locale (NOX, PM₂, PM₁₀ ecc.).

Le batterie dei bus elettrici hanno una capacità generalmente compresa nell'intervallo 240-320 kWh, anche se, in futuro, si arriverà a valori ancora più elevati.

In generale, si distinguono due macro-tipi di BEB: quelli a lungo o esteso raggio e quelli a ricarica fast.

- **I BEB a lungo o esteso raggio** hanno pacchi batteria più grandi per massimizzare l'autonomia tra le ricariche e possono utilizzare batterie che favoriscono ricariche a bassa potenza. Questi autobus vengono generalmente ricaricati una o due volte al giorno. La ricarica completa di una batteria può richiedere fino a 8 ore o più, a seconda delle dimensioni della batteria del bus e della potenza erogata dal caricabatterie.

Caratteristiche di un BEB a lungo raggio:

- Capacità della batteria: 250-660 kWh;
- Autonomia in servizio: >150 km con una singola carica;
- Infrastruttura di ricarica richiesta: 50-150 kW (generalmente caricati durante la notte o a metà giornata).

- **I BEB a ricarica rapida** hanno pacchi batteria più piccoli in grado di ricaricare frequentemente e ad alta potenza. In genere si ricaricano durante il percorso più volte al giorno, e, se l'infrastruttura di ricarica (IdR) è capillare ed efficace, potrebbero anche funzionare a tempo indeterminato, senza doversi fermare per una ricarica completa.

Caratteristiche di un BEB a ricarica rapida:

- Capacità della batteria: 50-250 kWh;
- Autonomia in servizio: autonomia indefinita se l'infrastruttura di ricarica è ben progettata;
- Infrastruttura di ricarica richiesta: 150-600 kW (pantografo o caricabatterie wireless durante il percorso).

8.5.1 Tipologie di infrastrutture di ricarica per BEB

- **Ricarica in deposito (Depot charging):** L'autobus viene ricaricato in deposito durante la notte. La ricarica del BEB può avvenire sia mediante cavo solidamente collegato all'infrastruttura di ricarica, dotato di connettore plug-in CCS 2, sia per mezzo di un pantografo solitamente montato sul bus. La potenza di ricarica è tra i 25 kW e i 150 kW. Il tempo medio di ricarica tra le 5 e le 8 ore. Il veicolo è equipaggiato con sistemi di accumulo dell'energia elettrica di grandi dimensioni, idonei ad effettuare l'intero servizio programmato. Ogni caricatore è in grado di ricaricare da 1 a 3 autobus, con possibilità di ricarica sequenziale e modulabile. Può essere associato a ricariche occasionali lungo le fermate o presso i capolinea per aumentare la disponibilità del BEB.

Vantaggi:

- Minori costi per unità poiché i caricatori sono tutti concentrati in un'unica location e manutenzione più semplice;
- Soluzione scalabile per ampi parchi di veicoli;
- Design flessibile;
- I bus non sono limitati a seguire un particolare tragitto;
- I bus possono essere ricaricati durante il tempo di non utilizzo;
- Usando tariffe di ricarica notturne, non nelle ore di punta, i risparmi sul costo dell'elettricità possono essere significativi.

Svantaggi:

- Ricarica lenta;
- È richiesto molto spazio al crescere della numerosità della flotta;
- Richiedono staff per attaccare e staccare i cavi se plug-in;
- La ricarica di più mezzi in una singola location può creare picchi eccessivi della domanda; quindi, sono richiesti sistemi di gestione e ottimizzazione delle ricariche per garantire che gli autobus siano pronti al servizio per ridurre al minimo i costi dell'elettricità.



Figura 36- Infrastruttura di ricarica in deposito

- **Ricarica con pantografo ai capolinea e/o ad alcune fermate (Opportunity charging):** L'autobus è ricaricato ai capolinea e/o ad alcune fermate lungo il percorso. La ricarica è ad alta potenza con connessione automatica al tetto del veicolo, tramite pantografo. Un caricatore può servire più bus alternativamente. Il tempo di ricarica tipico varia tra i 5 e i 6 minuti, compatibile con i tempi di fermo dei bus al capolinea. La potenza di ricarica è tra i 150 e i 600 kW. Solitamente il pacco batterie del bus è contenuto e viene generalmente utilizzata la formula indicata in breve con LTO (Lithium-Titanate-Oxide), in grado di assorbire potenze elevate, al posto di quella NMC (Nichel-Manganese, Cobalto), più idonea, quest'ultima, per sistemi di ricarica overnight; Non è necessario dover ricaricare al 100% ma ad ogni passaggio ("ricarica opportunità").

Vantaggi:

- I costi totali dell'infrastruttura possono incidere meno se pochi caricatori sono utilizzati da molti mezzi;
- Integrabili a linee bus esistenti senza particolari problematiche e con eventuali modifiche sui percorsi dei bus che si rendono necessarie per questioni di disponibilità di potenza;
- Nessuna connessione manuale richiesta: il procedimento è automatico;

- Permette una durata del servizio illimitato;
- Il bus non deve restare spento per essere ricaricato;
- Gli standard UE e USA stanno puntando su questa modalità;
- Questa modalità riduce i costi dei sistemi di accumulo all'interno del veicolo, il peso, la grandezza e la complessità tecnologica dei bus;
- Maggior portata di passeggeri dovuta ad un peso delle batterie più contenuto.

Svantaggi:

- Le ricariche ad altissima potenza possono creare picchi della domanda di energia elettrica;
- Il pantografo deve essere allineato durante la ricarica;
- Il pantografo e i caricatori distribuiti nel territorio possono incrementare difficoltà di manutenzione.



Figura 37- a) Infrastruttura di ricarica con pantografo ai capolinea, b) alla fermata

- **Ricarica con pantografo ai capolinea e lungo il percorso (Flash charging):**
L'autobus è ricaricato ad alcune fermate e ai capolinea. La ricarica è ad alta potenza con connessione automatica al tetto del veicolo, tramite pantografo. Un caricabatterie può servire più bus che passano sulla linea. Il tempo di ricarica tipico varia tra 5 e 6 minuti ai capolinea e tra 20 e 30 secondi alle fermate attrezzate. La potenza di ricarica varia tra i 150 e 300 kW ai capolinea e tra 500 e 600 kW alle fermate attrezzate. Solitamente il pacco batterie del bus (composto da batterie di tipo "tradizionale" e da super capacitori) è molto più contenuto e non è necessario dover ricaricare al 100% ma ad ogni passaggio, specie alle fermate.

Vantaggi:

- I costi totali dell'infrastruttura possono incidere meno se pochi caricatori sono utilizzati da molti mezzi;
- Facilmente integrabili a linee bus esistenti;
- Nessuna connessione manuale richiesta ma automatica;
- Permette una durata del servizio illimitato;
- Il bus non deve restare spento per essere ricaricato;
- Gli standard UE e USA stanno puntando su questa modalità;
- La maggior parte degli OEMs (produttori di apparecchiature originali) preferiscono questa modalità perché riducono i costi dei sistemi di accumulo all'interno del veicolo, il peso, la grandezza e la complessità tecnologica del bus.

Svantaggi:

- Il pantografo e i caricatori distribuiti nel territorio possono incrementare difficoltà di manutenzione;
 - Le ricariche ad altissima potenza possono creare picchi della domanda di energia elettrica;
 - Il pantografo deve essere allineato durante la ricarica.
- **Ricarica induttiva wireless:** Sistema ad alimentazione discontinua nel quale l'energia, fornita da opportune stazioni fisse (punti di ricarica posizionati lungo le fermate e al capolinea), è trasferita al veicolo mediante accoppiamento induttivo (tramite piastre). Un caricabatterie serve più bus alternativamente. La potenza di ricarica varia tra i 50 e i 250 kW.

Vantaggi:

- I costi totali dell'infrastruttura possono incidere meno se pochi caricatori sono utilizzati da molti mezzi;
- Nessuna connessione manuale o parti mobili: il procedimento è automatico;
- Miglior impatto visivo ed estetico;
- Permette una durata del servizio illimitato anche in condizioni metereologiche proibitive;
- Il bus non deve restare spento per essere ricaricato ma lo fa mentre è in servizio.

Svantaggi:

- Costo del capitale e di costruzione più alto per ogni caricabatterie;
- L'efficienza di ricarica può essere differente a seconda di come il bus è allineato;
- Le azioni manutentive possono richiedere intervento sul manto stradale;
- Soluzione ad oggi poco utilizzata con rarissime applicazioni in Italia.



Figura 38- Ricarica wireless tramite sistemi interrati

Tabella 63- Caratteristiche di ciascuna tipologia di ricarica

Tipo di ricarica	Depot Charging	Opportunity Charging	Flash Charging	wireless
Potenza di ricarica (kW)	25-150	150-600	150-300 capolinea 500-600 fermate	50-250
Tempo di ricarica (min)	300-480	5-6	5-6 capolinea 0.33-0.5 fermate	-

La scelta del sistema di ricarica dipende da diversi fattori:

- Dimensione della flotta;
- Caratteristiche del percorso (velocità, pendenza, numero di fermate);
- Tabelle orarie di servizio;
- Capacità elettrica disponibile al deposito, lungo il percorso, alle fermate/capolinea e dai costi tariffari per il servizio;
- Lunghezza e durata del viaggio;
- Carico dei passeggeri;
- Temperature stagionali;
- Spazio disponibile al deposito, ai capolinea e alle fermate.

Nel caso della **ricarica in deposito**, gli operatori di trasporto pubblico si affidano a batterie con una capacità sufficiente a garantire l'autonomia per completare il servizio. Le dimensioni della batteria, tuttavia, influiscono negativamente sulla capacità di trasporto dei passeggeri, aumentando il costo e il peso del veicolo. La batteria di un autobus elettrico che utilizzi la strategia di ricarica a deposito può costare fino al 45% del costo totale del veicolo.

Nel caso della strategia di ricarica **opportunity**, con stazioni di ricarica ai soli capolinea, il veicolo deve caricare in un periodo più breve del tempo di sosta ai capolinea.

Durante i periodi di punta, quando i tempi di sosta sono più brevi, gli operatori di trasporto pubblico si trovano spesso di fronte a un dilemma: ricaricare solo parzialmente la batteria per mantenere la tabella oraria e spingere la batteria verso una scarica profonda, o abbandonare la tabella oraria per consentire una carica completa? In altre parole, se la ricarica non è abbastanza veloce o ne risente il servizio o si incrementano i costi.

In molti casi si può adottare la seguente strategia: la ricarica presso i capolinea e a deposito, ma anche lungo il percorso, ad alcune fermate, sfruttando il tempo di salita e discesa dei passeggeri. La ricarica lungo il percorso a fermate selezionate:

- Assicura che le batterie siano sempre mantenute ad un elevato stato di carica
- Riduce la necessità di lunghi periodi di ricarica
- Prolunga la durata della batteria evitando scariche profonde.

In genere nei periodi di punta e/o con traffico congestionato, il veicolo riceve la maggior parte dell'energia necessaria per il servizio alle fermate lungo il percorso, mentre durante il funzionamento nei periodi "di morbida" il veicolo si ricarica soprattutto al capolinea.

8.5.2 Norme tecniche relative alla progettazione delle infrastrutture di ricarica elettrica

Il PNire - Piano Nazionale Infrastrutturale per la Ricarica dei veicoli alimentati ad energia Elettrica, legge del 7 agosto 2012, individua le classi di infrastrutture di ricarica sulla base della capacità di erogazione dell'energia:

- Ricarica lenta (*slow charging*): fino a 7 kW;
- Ricarica accelerata (*quick charging*): superiore a 7 e fino a 22 kW;

- *Ricarica veloce (fast charging):* superiore a 22 kW (ad oggi le sperimentazioni diffuse su scala nazionale sono quelle a 43 kW in corrente alternata e 44-50 kW in corrente continua).

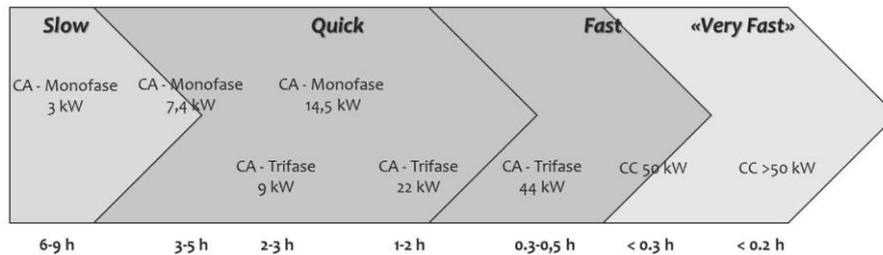


Figura 39- Tipologie di ricarica elettrica e potenza di ricarica – Fonte: PNire

Il piano identifica questa classificazione al fine di fornire un quadro più dettagliato delle reali potenzialità delle infrastrutture di ricarica:

- **Punto di ricarica di potenza standard:** punto di ricarica che consente il trasferimento di elettricità ad un veicolo elettrico di potenza pari o inferiore a 22 kW;
- **Punto di ricarica di potenza elevata:** punto di ricarica che consente il trasferimento di elettricità ad un veicolo elettrico di potenza superiore a 22 kW.

Per **stazioni di ricarica veloce** si devono intendere siti dotati di sistemi di ricarica “fast multistandard” di **potenza maggiore di 40 kW** e in grado di garantire la assoluta interoperabilità con tutti i veicoli elettrici.

I **punti di ricarica lenta** sono da considerarsi principalmente per ambiti privati e per alcuni parcheggi di interscambio.

Per quanto riguarda i **punti di ricarica accelerata**, sono da considerarsi prioritariamente adatti per le installazioni in aree pubbliche (*aree urbane, stazioni ferroviarie o di autobus, porti, aeroporti, parcheggi di interscambio*) e a quelli in aree private ad accesso pubblico (*autorimesse, parcheggi pubblici in gestione privata, oppure parcheggi aziendali*).

Un veicolo elettrico può essere ricaricato sia in corrente alternata (AC) che in corrente continua (DC).

- Per la ricarica in AC (corrente alternata) il caricabatterie è posto a bordo del veicolo elettrico (On-Board Charger) e la potenza di ricarica, variabile a seconda della tipologia di veicolo e della stazione di ricarica, parte da 3,7 kW fino a un massimo di 22 kW. Per ricaricare le batterie saranno quindi necessarie diverse ore. Questa tipologia di ricarica è ideale per veicoli che rimangono in sosta per molto tempo, ad esempio durante la notte o nei parcheggi aziendali.
- Nella ricarica in DC (corrente continua) il caricabatteria è posto fuori dal veicolo elettrico, quindi all'interno della stazione di ricarica. La potenza di ricarica può arrivare fino a 600 kW ed è possibile ricaricare le batterie anche durante soste brevi o brevissime, a seconda della tipologia di veicolo e dell'infrastruttura realizzata. Questa tipologia di ricarica è ideale per le soste brevi, ad esempio nelle stazioni di servizio o nei luoghi pubblici.

Modi di ricarica

La norma generale che regola la ricarica conduttiva dei veicoli elettrici **IEC 61851-1** classifica le modalità di connessione dei veicoli elettrici al sistema di alimentazione in quattro modi di ricarica:

- **Modo 3:** modo delle stazioni di ricarica fisse in corrente alternata. Il dispositivo di protezione e controllo è posto all'interno della stazione e comunica con il veicolo attraverso il protocollo PWM (Pulse Width Modulation);
- **Modo 4:** stazioni di ricarica in corrente continua. Questa modalità prevede la connessione con il veicolo attraverso specifici connettori, un cavo fisso e comunica con il veicolo in modalità digitale. Il caricabatterie è posto all'interno della stazione di ricarica ed è possibile caricare fino a 500A, 1000V. Per il modo 4 esistono due tipi di connettori standard CHAdeMO (standard giapponese) e CCS (standard europeo);
- **Modo 2:** apparecchiatura di ricarica in corrente alternata portatile a spina, utilizzabile sia con prese domestiche fino a 16A sia industriali fino a 32A. Questa modalità prevede la presenza di un dispositivo di protezione e controllo posto sul cavo di alimentazione (In-Cable Control and Protection Device) ed è tipicamente installato sui caricatori portatili in dotazione con il veicolo elettrico;
- **Modo 1:** collegamento diretto del veicolo elettrico alle normali prese di corrente 230/400 V fino a 16A. È tipicamente utilizzata per la ricarica di scooter e quadricicli.

Norma CEI EN 62196 per le prese e i connettori per i veicoli elettrici:

Tabella 64- Tipologie di prese e connettori per veicoli elettrici

Tipo di presa/connettore	Tipo 2 IEC/EN 62196-2  Per il modo 3 (ricarica AC)	CCS Combo 2 IEC/EN 62196  Per il modo 4 (ricarica DC)	CHAdeMO IEC/EN 62196-3 
Connettore del veicolo elettrico	Monofase/trifase max 64 A/230-400 V	Max 500 A/1000 V CC (Valori raggiunti con cavi raffreddati a liquido) Max 200 A/1000 V CC (Valori raggiunti con cavi non raffreddati a liquido)	Max 125 A/500 V CC (Valori riferiti a protocollo CHAdeMO 1.0)
Presa fissa della stazione	Monofase/trifase max 64 A/230-400 V	-	-
Nota	Il cavo può essere staccato oppure fissato alla stazione di ricarica	Il cavo è sempre fissato alla stazione di ricarica	Il cavo è sempre fissato alla stazione di ricarica

I connettori di tipo 2 sono quelli i più adeguati per i punti di ricarica di potenza standard e di potenza elevata a corrente alternata (AC) per autobus elettrici.

REGOLAMENTO DELEGATO (UE) 2021/1444 DELLA COMMISSIONE del 17 giugno 2021 che integra la direttiva 2014/94/UE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda le norme relative ai punti di ricarica per autobus elettrici.

A fini di interoperabilità i punti di ricarica per autobus elettrici sono così muniti:

- I punti di ricarica di potenza standard e di potenza elevata a corrente alternata (AC) per autobus elettrici sono muniti almeno di connettori del tipo 2 quali descritti nella norma EN 62196-2;

- I punti di ricarica di potenza standard e di potenza elevata a corrente continua (DC) per autobus elettrici sono muniti almeno di connettori del sistema di ricarica combinato «Combo 2» quali descritti nella norma EN 62196-3;
- I dispositivi automatizzati di interfaccia di contatto per autobus elettrici a ricarica conduttiva in modo 4, conformemente alla norma EN 61851-23-1, per quanto riguarda i dispositivi di connessione automatizzati (*automated connection device*, ACD) montati sull'infrastruttura (pantografo), gli ACD montati sul tetto del veicolo, gli ACD montati al di sotto del veicolo e gli ACD montati sull'infrastruttura e con connessione al lato o al tetto del veicolo, sono muniti di interfacce meccaniche ed elettriche quali definite nella norma EN 50696.

Circolare 2/2018 del 05.11.2018 - Linee guida per l'installazione di infrastrutture per la ricarica di veicoli elettrici – Ministero dell'Interno – Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile

La sola infrastruttura di ricarica delle batterie dei veicoli elettrici non costituisce attività soggetta ai controlli di Prevenzione Incendi; tuttavia, il suo inserimento all'interno di un'attività soggetta ne comporta una modifica.

Atteso che la finalità è quella di prevenire rischi di incendio/esplosione, nonché quelli di natura elettrica, l'installazione entro autorimesse soggette a controlli da parte dei Vigili del Fuoco è ammessa, purché siano rispettate alcune prescrizioni di installazione:

- 1) Gli elementi che costituiscono le stazioni di ricarica dei veicoli elettrici devono essere progettati, realizzati e mantenuti a Regola d'Arte: si considerano a Regola d'Arte le stazioni e i sistemi di connessione conformi alle norme delle serie CEI EN 61851, CEI EN 62196 e CEI 64-8/7, sezione 722;
- 2) La stazione di ricarica, al pari degli altri impianti elettrici dell'autorimessa, deve essere sottesa a comando di sgancio di emergenza, anche qualora l'alimentazione provenisse da contatore di proprietà e non relativo ai servizi comuni. Il comando di emergenza deve essere collocato in posizione facilmente individuabile e accessibile, opportunamente segnalato;
- 3) Il modo di ricarica delle batterie deve essere Modo 3 o Modo 4;
- 4) Deve essere presente un estintore portatile dedicato, idoneo per estinguere incendi su apparecchiature elettriche (quindi ad anidride carbonica - CO₂), in aggiunta a quelli già previsti in autorimessa, in ragione di 1 ogni 5 punti di connessione/ricarica, in posizione segnalata e facilmente raggiungibile e accessibile;
- 5) L'area con stazioni di ricarica deve essere segnalata con idonea cartellonistica, collocata in posizione facilmente visibile e riportante la dicitura "Stazione di ricarica per veicoli elettrici" (figura);
- 6) Se la connessione tra veicolo e stazione di ricarica è di tipo C, occorre aggiungere cartellonistica recante l'obbligo di ispezionare il cavo prima dell'utilizzo;
- 7) L'isolamento del cavo di connessione deve resistere all'usura; il cavo deve essere verificato a prima vista di ciascun utilizzo;
- 8) Se il cavo di connessione è dotato di schermatura, questa va collegata a terra.



Figura 40- Cartellonistica di segnalazione stazione di ricarica veicoli elettrici

Eventuali stazioni di ricarica preesistenti all'entrata in vigore della circolare richiamata (quindi ante 05/11/2018) devono essere adeguate secondo le indicazioni della circolare stessa. Va precisato che l'installazione di tali stazioni di ricarica deve avvenire senz'altro da parte di installatore abilitato, che dovrà rilasciare la Dichiarazione di Conformità ("DICO") ai sensi del D.M. 37/2008.

In autorimesse soggette ai controlli di Prevenzione Incendi, è necessario il progetto a firma di professionista abilitato. La DICO, unitamente ad una relazione con le caratteristiche tecniche della infrastruttura di ricarica, il numero delle infrastrutture previste, l'indicazione del proprietario (dei proprietari) e del soggetto che provvederà alla gestione e manutenzione ordinaria delle infrastrutture, devono essere tenute a disposizione per eventuali controlli, anche da parte dei Vigili del Fuoco.

In fase di rinnovo dell'autorizzazione antincendio, si notificherà al Comando VVF la presenza di tali stazioni di ricarica. Dal punto di vista dell'impianto elettrico, è opportuno segnalare che, in relazione all'assorbimento di tali stazioni (desumibile da scheda tecnica), sarà opportuno predisporre una linea dedicata e di sezione opportuna, comune o privata, comunque sottesa a sgancio generale di emergenza. Infatti, le linee già presenti in autorimessa, di norma dimensionate per gli impianti di illuminazione, potrebbero avere portata insufficiente.

8.5.3 Specifiche tecniche delle stazioni di ricarica per BEB

Tabella 65- Stazioni di ricarica accelerata a parete

Stazione di ricarica	Terra DC wallbox CCS2	Terra DC wallbox CCS2+CHAdemo
		
Tipologia	Stazione di ricarica accelerata a parete	Stazione di ricarica accelerata a parete
Modalità di ricarica	Modo 4	Modo 4
Potenza max erogata (kW)	22.5	22.5
Corrente max erogata (A)	60 c.c.	60 c.c.
Range di tensione erogata (V)	150-920 c.c. (CCS2)	150-920 c.c. (CCS2)
		150-500 c.c. (CHAdemo)
Tipologia di cavo con connettore/presa	CCS-Combo 2	CCS-Combo 2
		CHAdemo
Alimentazione	Trifase (L1, L2, L3, N, PE)	Trifase (L1, L2, L3, N, PE)
Tensione di alimentazione (Hz)	50	50
Fattore di potenza (a pieno carico)	>0.96	>0.96
Corrente max (A)	3x40	3x40
Lunghezza cavo (m)	3.5 o 7	3.5 o 7

Peso (kg)	60	60
Dimensioni di ingombro (HxLxP) (mm)	770x584x294	770x584x294
Range temperatura di impiego (°C)	Da -35 a +45	Da -35 a +45
Connettività	Rete cellulare 3G/4G o RJ45 Ethernet	Rete cellulare 3G/4G o RJ45 Ethernet

Tabella 66- Stazioni di ricarica veloce a colonna

	Terra 54 C CE	Terra 54 HV C CE
Stazione di ricarica		
Tipologia	Stazione di ricarica veloce a colonna	Stazione di ricarica veloce a colonna
Modalità di ricarica	Modo 4	Modo 4
Potenza max erogata (kW)	50 c.c.	50 c.c.
Corrente max erogata (A)	125 c.c.	125 c.c.
Range di tensione erogata (V)	150-500 c.c.	150-920 c.c.
Tipologia di cavo con connettore/presa	CCS-Combo 2	CCS-Combo 2
Alimentazione	Trifase (L1, L2, L3, N, PE)	Trifase (L1, L2, L3, N, PE)
Tensione di alimentazione (Hz)	50	50
Fattore di potenza (a pieno carico)	>0.96	>0.96
Corrente max (A)	80	80
Potenza assorbita (kVA)	55	55
Lunghezza cavo (m)	3.9	3.9
Peso (kg)	325	325
Dimensioni di ingombro (HxLxP) (mm)	1900x565x780	1900x565x780
Range temperatura di impiego (°C)	35-45	35-45
Connettività	Rete cellulare 3G/4G o Ethernet	Rete cellulare 3G/4G o Ethernet

Tabella 67- Stazioni di ricarica in corrente continua ad alta potenza

	Terra 54 HP 175 kWp C	Terra 54 HP 350 kWp C
Stazione di ricarica	 n.1 unità di conversione n.1 postazione di ricarica	 n.2 unità di conversione n.1 postazione di ricarica
Tipologia	Stazione di ricarica in corrente continua ad alta potenza	Stazione di ricarica in corrente continua ad alta potenza
Modalità di ricarica	Modo 4	Modo 4
Potenza max erogata (kW)	160 c.c.	320 c.c.

Corrente max erogata (A)	375 c.c.	500 c.c.
Range di tensione erogata (V)	150-920 c.c.	150-920 c.c.
Tipologia di cavo con connettore/presa	CCS-Combo 2	CCS-Combo 2
Alimentazione	3 fasi + PE	3 fasi + PE
Tensione di alimentazione (Hz)	50 o 60	50 o 60
Fattore di potenza (a pieno carico)	-	-
Corrente max (A)	160	320
Potenza assorbita (kVA)	-	-
Lunghezza cavo (m)	3.2	3.2
Peso (kg)	1340 unità di conversione	1340 unità di conversione
	250 postazione di ricarica	250 postazione di ricarica
Dimensioni di ingombro (HxLxP) (mm)	2092x1170x770 unità di conversione	2092x1170x770 unità di conversione
	2390x620x440 postazione di ricarica	2390x620x440 postazione di ricarica
Range temperatura di impiego (°C)	-	-
Connettività	-	-

Tabella 68- Stazioni di ricarica ad alta potenza tramite pantografo

Stazione di ricarica	Terra HVC-C Panto up	Terra HVC-C Panto down
		
Tipologia	Stazione di ricarica ad alta potenza	Stazione di ricarica ad alta potenza
Modalità di ricarica	Ricarica bus elettrici tramite pantografo montato su veicolo	Ricarica bus elettrici tramite pantografo su infrastruttura
Range di potenza per ricarica notturna (kW)	50-100-150 Ricarica sequenziale fino a 3 autobus	-
Range di potenza per ricarica a capolinea o lungo il percorso (kW)	150-300-450-600	150-300-450-600 Può servire più tipologie e marche di veicoli
Range di tensione erogata (V)	150-850	150-850
Tipologia di cavo con connettore/presa	CCS-2	CCS-2
Alimentazione	P+PE	P+PE
Tensione di alimentazione (Hz)	50 o 60	50 o 60
Corrente max (A)	166	166
Potenza assorbita (kVA)	117	117
Lunghezza cavo (m)	Fino a 15 m tra Depot Charge box e unità di conversione	Fino a 15 m tra Depot Charge box e unità di conversione
	Fino a 30 m tra 2 Depot Charge box	Fino a 30 m tra 2 Depot Charge box
Peso (kg)		
Dimensioni di ingombro (LxPxH) (mm)	1170x770x2030 unità di conversione	1170x770x2030 unità di conversione
	600x220x800 depot charge box	600x220x800 depot charge box
Range temperatura di impiego (°C)	-10 a +50	-10 a +50
Connettività	GSM/3G moderno o Ethernet	GSM/3G moderno o Ethernet

Tabella 69- Stazione di ricarica lenta a parete

Stazione di ricarica	Terra AC wallbox 
Tipologia	Stazione di ricarica lenta a parete
Modalità di ricarica	Modo 3, livello 2
Potenza nominale (kW)	Monofase fino a 7.4
	Trifase fino a 22
Corrente ingresso/uscita (A)	32
Range di tensione di alimentazione (V)	Monofase 220-240 c.a.
	Trifase 380-415 c.a.
Tipologia di cavo con connettore/presa	Cavo connettore tipo 2, presa tipo 2 con shutter
Alimentazione	Monofase/Trifase
Frequenza (Hz)	50/60
Corrente max (A)	-
Potenza assorbita (kVA)	-
Lunghezza cavo (m)	5
Peso (kg)	2 (Versione con presa)
	3.5 (versione con cavo e connettore)
Dimensioni di ingombro (HxLxP) (mm)	320x195x110
Range temperatura di esercizio (°C)	Da -35 a + 55
Range temperatura di stoccaggio (°C)	Da -40 a + 80
Connettività	Wi-Fi, Ethernet, Bluetooth 3G/4G