

UNIVERSITÀ DELLA VALLE D'AOSTA
UNIVERSITÉ DE LA VALLÉE D'AOSTE

DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE E POLITICHE

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN ECONOMIA E POLITICHE DEL TERRITORIO
E DELL'IMPRESA

ANNO ACCADEMICO 2020 - 2021

TESI DI LAUREA

2035: LA SFIDA DELL'AUTO ELETTRICA

DOCENTE 1° RELATORE: Prof. Marco Alderighi

STUDENTE: 20 G01 257, Michela Aceto

*Alla mia Nini,
Da sempre al mio fianco,
Compagna di valzer,
Con la coroncina di fiori
e la gonna di tulle!*

RINGRAZIAMENTI

Prima di procedere con la trattazione, desidero dedicare qualche riga a tutti coloro che mi sono stati vicini in questo percorso di crescita personale e professionale.

Un sentito grazie al mio relatore Marco Alderighi, oltre che per le conoscenze trasmesse durante il mio percorso universitario, per i suoi suggerimenti e per la sua disponibilità nel periodo di stesura dell'elaborato.

Ai miei genitori ed alla mia famiglia: prima o poi tutte le ansie e le preoccupazioni che vi ho gentilmente donato dovevano essere ripagate!

In particolare:

A mio fratello, che mi ha trasmesso la passione per i motori e da sempre dolce ed instancabile supporto morale. In sostanza, mi sopporta fin dalla nascita!

A mia mamma, i cui insegnamenti di puntare sempre in alto e di non arrendermi mai, mi hanno permesso di realizzare tutto ciò, nonostante le difficoltà.

A Fabio, per il suo costante sostegno ed il suo punto di vista da insider del mondo automobilistico, mio complice per il recupero di dati utili alla mia tesi.

Infinitamente grazie ai compagni di università ed ai miei amici di sempre, che hanno avuto un peso (più o meno determinante) nel conseguimento di questo risultato.

Grazie per aver ascoltato i miei sfoghi e soprattutto grazie per tutti i momenti di spensieratezza.

Lo so, non me la caverò soltanto con questa dedica... ci vorranno un po' di brindisi per ringraziarvi uno ad uno!

Insomma... Grazie a tutti per aver reso questo percorso possibile e soprattutto memorabile!

2035: La Sfida dell'Auto Elettrica

INDICE

INTRODUZIONE	1
CAPITOLO 1: IL SETTORE DELL'AUTO	
1. Il quadro generale.....	2
2. Il caso italiano.....	3
3. Le normative europee.....	6
4. Il mercato dell'auto elettrica.....	7
5. Il motore elettrico.....	11
CAPITOLO 2: LE INFRASTRUTTURE	
1. L'infrastruttura per i combustili alternativi.....	14
2. Gli aspetti critici.....	16
3. L'attuale rete di distribuzione.....	21
CAPITOLO 3: I DATI	
1. La descrizione del campione e il Green Spirit Score.....	25
2. L'analisi descrittiva.....	31
3. L'analisi multivariata.....	36
CAPITOLO 4: SFIDA ACCETTATA?	
1. La Valle d'Aosta.....	40
2. Conclusioni.....	44
BIBLIOGRAFIA	47
APPENDICE	52

INTRODUZIONE

La riduzione della CO₂ presente nell'atmosfera e l'impatto zero sull'ambiente sono temi molto dibattuti negli ultimi anni. La decarbonizzazione delle industrie e l'eco-sostenibilità delle stesse sono gli strumenti per dar vita alla cosiddetta transizione ecologica. Ovviamente questa transizione richiede tempo, investimenti ed innovazione. Il risultato? Un vero e proprio cambiamento di paradigma a livello economico, sociale ed infrastrutturale.

Con questa ricerca ho voluto approfondire ed analizzare il settore automobilistico, uno dei più colpiti per i temi sopra citati, al quale è stato richiesto dalla Commissione Europea di ridurre entro il 2035 le emissioni di gas ad effetto serra del 100% per tutti i veicoli nuovi.

Le domande mi sono sorte spontanee:

- È fattibile rispettare questa scadenza?
- L'industria dell'automotive è pronta ad offrire veicoli a emissioni zero?
- Ci sono le infrastrutture adatte a sostenere questo cambiamento?

Ecco come la mia indagine è cominciata!

Nel Capitolo 1 mi sono occupata di inquadrare il settore dell'automobile, analizzando le normative europee e il mercato dei veicoli elettrici, soprattutto sul territorio italiano.

Nel Capitolo 2 ho cercato di individuare eventuali barriere allo sviluppo del mercato dell'auto elettrica in relazione ai vincoli dettati dall'Unione Europea.

Nel Capitolo 3 ho condotto una ricerca empirica volta a verificare la percezione e la conoscenza dei consumatori in merito ai veicoli elettrici.

Nel Capitolo 4 ho tratto le mie conclusioni, verificando anche la posizione della Valle d'Aosta in questo periodo di rapido cambiamento.

CAPITOLO 1: IL SETTORE DELL'AUTO

1. IL QUADRO GENERALE

Il settore dell'automotive gioca un ruolo importante nell'industria globale e provvede a dare lavoro, mobilità, servizi, dando inoltre un grosso contributo alle entrate fiscali. In Europa assicura 13,3 milioni posti di lavoro, si produce il 20% dei veicoli in tutto il mondo e nel 2019 ha generato un PIL di 1.787.664 milioni di euro (ai prezzi di mercato). Infatti, la catena del valore dell'automotive è tra le più avanzate industrie nel mondo sia da un punto di vista economico che tecnologico. ¹

Questo settore è sempre stato caratterizzato da una marcata impronta regionale: Stati Uniti, Germania e Giappone sono ancora oggi (come trent'anni fa) i paesi cardine attorno ai quali gravitano rispettivamente il mercato nord-americano, europeo ed asiatico.

Dopo la crisi finanziaria del 2008-2009, il mondo dell'auto ha visto una forte espansione a livello globale (tasso di crescita medio annuo della produzione pari al 6%), contrariamente al biennio 2018-2019 durante il quale si è verificata una contrazione superiore al 4%, causata dalla crisi delle motorizzazioni diesel e l'avvento del segmento dei veicoli ibridi ed elettrici.

Purtroppo, con lo scoppio del Covid-19, il settore automobilistico è entrato in uno dei periodi più bui della storia. Infatti, la pandemia ha avuto conseguenze devastanti nel business delle quattro ruote, tanto che nel primo trimestre dell'anno 2020 le auto vendute nel Vecchio Continente sono state poco più di tre milioni, il 26,3% in meno rispetto allo stesso periodo del 2019.

In breve, il grafico seguente mostra l'andamento del settore negli ultimi anni e una previsione per il triennio successivo al 2020 (lo studio è stato pubblicato nel giugno 2020).²

¹ U. D. Grebe et al. (2020) *Challenges for future automotive mobility*. Springer Nature Switzerland AG

² EY, cdp, Luiss Business School (2020) *Settore Automotive e Covid-19. Scenario, impatti e prospettive*. Disponibile su https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/it_it/generic/generic-content/ey-settore-automotive-e-covid-19.pdf [Data di accesso: 27/10/2021]



Figura 1-1 Settore Automotive e Covid-19. Giugno 2020. EY, cdp, Luiss Business School

Oggi, le principali case automobilistiche vorrebbero far accelerare le proposte legislative per sostenere l'adozione di carburanti a basse emissioni di carbonio e a basso contenuto di inquinanti (come i biocarburanti), in attesa della totale transizione all'elettrico. In sostanza nei prossimi anni si vedrà una grande accelerazione nel settore green, sia dal punto di vista innovativo che di disponibilità delle stazioni di ricarica, fattore molto importante per incentivare la crescita di questo settore.³

2. IL CASO ITALIANO

In Italia, il settore dell'automotive genera direttamente un fatturato di circa 52 miliardi di euro e, se si considerano anche le attività indirette, il fatturato ammonta a 106 miliardi di euro.

L'industria dell'auto italiana è caratterizzata da polarizzazione geografica: le esportazioni italiane del comparto automobilistico vengono assorbite per il 67% dai Paesi UE. Non solo l'Italia possiede eccellenze nella produzione di vetture di alta gamma e di veicoli commerciali, ma è anche altamente specializzata nei distretti della componentistica.

³ ANFIA (2020) *L'industria automotive mondiale nel 2019 e trend 2020*. Area studi e statistiche di ANFIA. Disponibile su https://www.anfia.it/data/portaleanfia/comunicazione_eventi/comunicati_stampa/2020/Industria_automotive_mondiale_nel_2019_e_trend_2020.pdf [Data di accesso: 27/10/2021]

Secondo un'analisi realizzata facendo ricorso a matrici input-output internazionali, il 20% circa del valore aggiunto generato dal settore italiano della componentistica è indirettamente incorporato nei prodotti esportati dai partner commerciali, generando così una significativa capacità di penetrazione della nostra manifattura nei mercati internazionali.⁴

Durante il primo lockdown, l'Italia ha visto un crollo delle vendite superiore all'85% su base mensile, toccando l'apice del 98% nell'aprile 2020 (pari a circa 171mila unità).

L'Unione Nazionale Rappresentanti Autoveicoli Esteri (UNRAE), infatti, ha definito l'anno 2020 "il secondo anno peggiore degli ultimi trent'anni", con una perdita di fatturato pari a 10 miliardi di euro rispetto al 2019.⁵

Tale crisi ha anche colpito i carburanti: sempre nel 2020 il consumo del diesel è sceso del 16,6% e della benzina del 21,2%, principalmente causato da un calo delle percorrenze medie.

Al 31/12/2020 i veicoli che circolano in Italia sono oltre 38,5 milioni: il 30% di queste vetture appartiene alla categoria da Euro 0 a 3 con più di 15 anni di anzianità, alle quali si aggiungono i 10,4 milioni di Euro 4, totalizzando complessivamente il 56,4%. Quindi, più della metà del parco auto circolante in Italia è caratterizzato da auto obsolete e molto inquinanti rispetto le "sorelle" più giovani.

Dalla tabella sottostante si osserva una falsa ripresa del mercato: in crescita nei primi 3 mesi del 2021 e poi nuovamente in calo da aprile. Ad agosto il mercato dell'auto totalizza il -27,29% rispetto il 2020 (risultato in linea con agosto 2019), questo è sintomo di un vero e proprio crollo per le immatricolazioni di auto nuove. Questo risultato va in contraddizione con le previsioni fatte durante il 2020.⁶

⁴ EY, cdp, Luiss Business School (2020) *Settore Automotive e Covid-19. Scenario, impatti e prospettive*. Disponibile su https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/it_it/generic/generic-content/ey-settore-automotive-e-covid-19.pdf [Data di accesso: 27/10/2021]

⁵ UNRAE Book (2020) *Analisi del mercato autoveicoli in Italia*. XXI edizione. Centro studi e statistiche UNRAE. Disponibile su http://www.unrae.it/files/Book%20UNRAE%202020_6038d7a7636d9.pdf [Data di accesso: 27/10/2021]

⁶ Disponibile su <https://www.federauto.eu/sezione-pubblica/dati-di-mercato/> [Data di accesso: 27/10/2021]

MESE/TOTALE IMMATRICOLAZIONI IT	2021	2020	Var%
Gennaio	134.001	155.867	-14,03
Febbraio	142.998	163.124	-12,34
Marzo	169.684	28.415	+497,16
Aprile	145.033	4.295	+3.276,79
Maggio	142.730	99.842	+42,96
Giugno	149.438	132.691	+12,62
Luglio	110.292	136.768	-19,36
Agosto	64.689	88.973	-27,29
Settembre	105.175	156.357	-32,73

Tabella 1-1 Fonte Federauto. Dati di mercato

Le motorizzazioni a benzina e diesel stanno perdendo circa la metà dei volumi a favore dei motori ibridi ed elettrici (finanziati dai contributi statali), tuttavia la situazione andrà solo peggiorando in quanto l'Ecobonus stanziato dal D.L. Sostegni bis di luglio 2021 a favore delle auto elettriche pure e ibride plug-in con emissioni 0-60 g/Km CO₂ ad oggi risulta esaurito.

In conclusione, la crisi del mercato dell'auto sembra non cedere e questo vale non solo per il mercato italiano ma anche per quello europeo. Alla crisi pandemica del Covid-19 ora si va a sommare la crisi dei semiconduttori, ricambi e componenti elettronici, ormai introvabili, che sta mettendo in ginocchio il settore dell'automotive a livello mondiale.⁷

Se l'avvento nel biennio 2018-2019 dei veicoli ibridi ed elettrici ha fatto tremare il mercato dei motori tradizionali, oggi il motore elettrico rappresenta l'orizzonte tecnologico con cui tutte le principali case automobilistiche si dovranno confrontare nei prossimi anni.⁸

⁷ J. Romanelli (2021) *Crisi auto, scarseggiano semiconduttori, ricambi e componenti elettronici*. News auto. Disponibile su <https://www.newsauto.it/notizie/crisi-micrichip-componenti-auto-ricambi-scarseggiano-introvabili-spiegazione-2021-327952/> [Data di accesso: 27/10/2021]

⁸ C. Cucciatti (2021) *Mercato dell'auto, a settembre risalgono le immatricolazioni. Crollo per le macchine a benzina*. La Repubblica. Disponibile su https://www.repubblica.it/economia/rapporti/energitalia/rilevazione-mensile/2021/10/05/news/immatricolazioni_auto_settembre_2021-320697502/ [Data di accesso: 27/10/2021]

Questa novità nel mercato dell'automotive ha dato vita a processi di aggregazione e partnership: un esempio lampante è stata la nascita del Gruppo Stellantis, formato dalla fusione dei gruppi PSA e FCA.

Analizzerò nei paragrafi successivi, partendo dalle nuove normative europee sulla transizione ecologica, l'impatto del mercato dell'auto elettrica a livello economico ed ambientale.

3. LE NORMATIVE EUROPEE

“Oggi la Commissione europea ha adottato un pacchetto di proposte per rendere le politiche dell'UE in materia di clima, energia, uso del suolo, trasporti e fiscalità idonee a ridurre le emissioni nette di gas a effetto serra del 55% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990. Il conseguimento di tali riduzioni nel prossimo decennio è fondamentale affinché l'Europa diventi il primo continente a impatto climatico zero entro il 2050 e si concretizzi il Green Deal europeo. Con le proposte odierne la Commissione presenta gli strumenti legislativi per conseguire gli obiettivi stabiliti dalla normativa europea sul clima e trasformare radicalmente la nostra economia e la nostra società per costruire un futuro equo, verde e prospero.”

Ecco come esordisce il comunicato stampa della Commissione Europea pubblicato il 14/07/2021.⁹ Non è una novità che il settore dei trasporti stradali è tra quelli che emette più gas ad effetto serra nell'atmosfera: infatti, la Commissione parla nel comunicato di norme più rigorose in materia di emissione di CO₂, grazie alle quali si otterrà una riduzione del 55% a partire dal 2030 e del 100% dal 2035 per tutti i nuovi veicoli. Perciò, dal 2035 tutte le nuove auto immatricolate saranno a emissioni zero.

⁹ Commissione Europea (2021) *Green Deal europeo: La Commissione propone di trasformare l'economia e la società dell'UE al fine di concretizzare le ambizioni in materia di clima*. Disponibile su https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/ip_21_3541 [Data di accesso: 27/10/2021]

Questo richiede un profondo cambiamento a livello infrastrutturale per il quale è stata prevista una revisione del regolamento sull'infrastruttura per i combustibili alternativi, il tutto per garantire ai guidatori l'accesso ad una rete affidabile in tutta Europa per la ricarica o il rifornimento dei loro veicoli: a intervalli regolari sulle principali autostrade gli Stati saranno obbligati ad installare punti di ricarica e rifornimento ogni 60 km per la ricarica elettrica e ogni 150 km per il rifornimento di idrogeno.

Anche il sistema fiscale per i prodotti energetici presenta delle novità: la revisione della direttiva sulla tassazione dell'energia propone di allineare la tassazione dei prodotti energetici alle politiche dell'UE in materia di energia e clima, al fine di salvaguardare e migliorare il mercato unico e sostenere la transizione ecologica tramite adeguati incentivi. Questa corsa alla neutralità climatica entro il 2050 presenta, tuttavia, un sentiero pieno di ostacoli: in primis si avrà un notevole impatto a livello sociale, in quanto milioni di posti lavoro lungo tutta la filiera produttiva e assistenziale saranno persi per la minor necessità di interventi richiesti dalle auto elettriche rispetto a quelle tradizionali. In secondo luogo, per quanto si andranno a ridurre le emissioni di CO₂ delle autovetture, queste ultime – avendo un motore elettrico – saranno principalmente alimentate comunque da energia prodotta da centrali nucleari o a carbone, spostando così il problema all'interno di un'altra industria.

Fatte queste premesse ora andrò ad analizzare alcune caratteristiche di questo nuovo mercato, andando a sottolineare pro e contro del motore elettrico.

4. IL MERCATO DELL'AUTO ELETTRICA

La vendita di veicoli elettrici a livello mondiale è in continua crescita: ad oggi Tesla è al comando, seguita dal Gruppo Volkswagen e General Motors. Durante i primi sei mesi del 2021, nei volumi la Cina ha sorpassato l'Europa (1.149 unità VS 1.060 unità): a luglio 2021, le vendite delle auto elettriche rappresentano il 4,1% delle vendite globali.

Secondo i dati Jato Dynamics, ad agosto 2021 i veicoli ibridi ed elettrici hanno superato la quota di mercato mensile più alta di sempre (pari al 21% sul totale delle immatricolazioni), superando le vetture alimentate a diesel.¹⁰

Nonostante la carenza di chip e di componenti elettronici che ha bloccato l'industria dell'auto, causando ritardi nelle consegne di auto nuove o addirittura portando ritardi all'acquisto, la propensione al green non rallenta.

Inoltre, l'AIE – Agenzia Internazionale dell'Energia, organizzazione intergovernativa che si occupa delle politiche energetiche – ha osservato che le auto elettriche piacciono a prescindere dai sussidi statali.

Cosa succederà, tuttavia, quando gli incentivi termineranno?

Attualmente la produzione di veicoli elettrici è molto costosa, per questo le case automobilistiche stanno annunciando investimenti miliardari in fabbriche, software e progetti legati alle automobili a corrente al fine di ridurre i costi di produzione.

Sfruttando fondi pubblici, inoltre, le case hanno deciso di aprire in Europa le cosiddette *gigafactory*, ossia fabbriche destinate alla produzione di batterie, per preservare l'occupazione limitando l'impatto sociale. Un esempio è l'impianto di Termoli (storico impianto della Fiat per la produzione di motori termici) che ora verrà convertito in *gigafactory* su decisione del Gruppo Stellantis.¹¹

In Italia a settembre 2021 sono state vendute 8.492 auto elettriche, il 520% in più rispetto allo stesso mese di due anni fa: il merito va alla crescente sensibilità verso l'ambiente, alle agevolazioni fiscali ed alla diffusione delle colonnine di ricarica in alcune aree.

Tra le agevolazioni fiscali si identifica l'Ecobonus auto 2021: la legge di conversione del decreto Sostegni bis prevede incentivi per l'acquisto di macchine elettriche ed ibride ed anche di veicoli usati euro 6 con rottamazione. Sono stati messi a disposizione 350 milioni di euro, ripartiti in quattro diverse categorie di acquisti:

¹⁰ C. Canali (2021) *Vendita auto, ibride ed elettriche superano per la prima volta le diesel*. Il Sole 24 ore. Disponibile su <https://www.ilsole24ore.com/art/ vendite-auto-ibride-ed-elettriche-superano-la-prima-volta-diesel-AEttull> [Data di accesso: 27/10/2021]

¹¹ Al Volante (2021) Anno 23 N°9 settembre 2021. Unimedia S.r.l.

- a. 200 milioni di euro sono previsti per l'acquisto di veicoli euro 6, ibridi o elettrici, anche usati purché la compravendita avvenga tra privati;
- b. 60 milioni di euro per incentivare l'acquisto di auto elettriche;
- c. 50 milioni di euro (di cui 15 esclusivamente per veicoli elettrici) per veicoli commerciali di categorie N1, ossia autocarri e furgoni fino a 3,5 t, e M1, mezzi per il trasporto di persone con il massimo di 8 posti;
- d. 40 milioni di euro per l'acquisto di veicoli usati e di prima immatricolazione in Italia su cui non si sia beneficiato di altri incentivi, con contributi per la rottamazione che variano a seconda delle emissioni.¹²

Da notare che buona parte di questi stanziamenti si sono esauriti con la fine di agosto: ora rimangono a disposizione 57 milioni per gli extrabonus. Questa somma può essere richiesta solo da coloro che beneficiano di un Ecobonus, ciò significa purtroppo che tale stanziamento attualmente non è utilizzabile.

Si necessita, dunque, di un rapido intervento da parte del Parlamento e del Governo per un rifinanziamento dell'Ecobonus per i cosiddetti veicoli verdi: la soluzione risiede nell'utilizzo della Legge di Bilancio 2022 al fine di aiutare il mercato dell'auto italiano a rimanere in linea con le normative europee sulla transizione ecologica.¹³

L'UNRAE addirittura invita il governo a rifinanziare, senza aspettare tale legge, gli incentivi per le fasce di emissioni 0-60 g/Km CO₂ e anche quelle superiori 61-135 g/Km di CO₂ che al momento hanno consentito di ottenere eccellenti risultati per rinnovare il vecchio parco circolante.¹⁴

Il maggior utilizzo di mezzi verdi sta avendo effetti positivi sull'ambiente: sempre meno anidride carbonica viene rilasciata nell'aria: solo con le vetture immatricolate a settembre 2021 verranno risparmiate quasi 102mila tonnellate di CO₂ l'anno.

¹² T. Gavi (2021) *Ecobonus auto 2021, gli incentivi nella conversione del D.L. Sostegni bis*. Informazione Fiscale. Disponibile su <https://www.informazionefiscale.it/ecobonus-auto-2021-incentivi-conversione-decreto-Sostegni-bis> [Data di accesso: 27/10/2021]

¹³ Redazione economia (2021) *Auto, l'Ecobonus non basta: immatricolazioni in calo*. Corriere della Sera. Disponibile su https://www.corriere.it/economia/consumi/21_settembre_02/auto-l-ecobonus-non-basta-immatricolazioni-calo-ad-agosto-273percento-00f71b1c-0bbe-11ec-a022-b610359699dd.shtml [Data di accesso: 27/10/2021]

¹⁴ UNRAE Book (2020) *Analisi del mercato autoveicoli in Italia*. XXI edizione. Centro studi e statistiche UNRAE. Disponibile su http://www.unrae.it/files/Book%20UNRAE%202020_6038d7a7636d9.pdf [Data di accesso: 27/10/2021]

EMISSIONI DI CO2 EVITATE

Numero di immatricolazioni e le emissioni di CO2 risparmiate mensilmente. Anno 2021

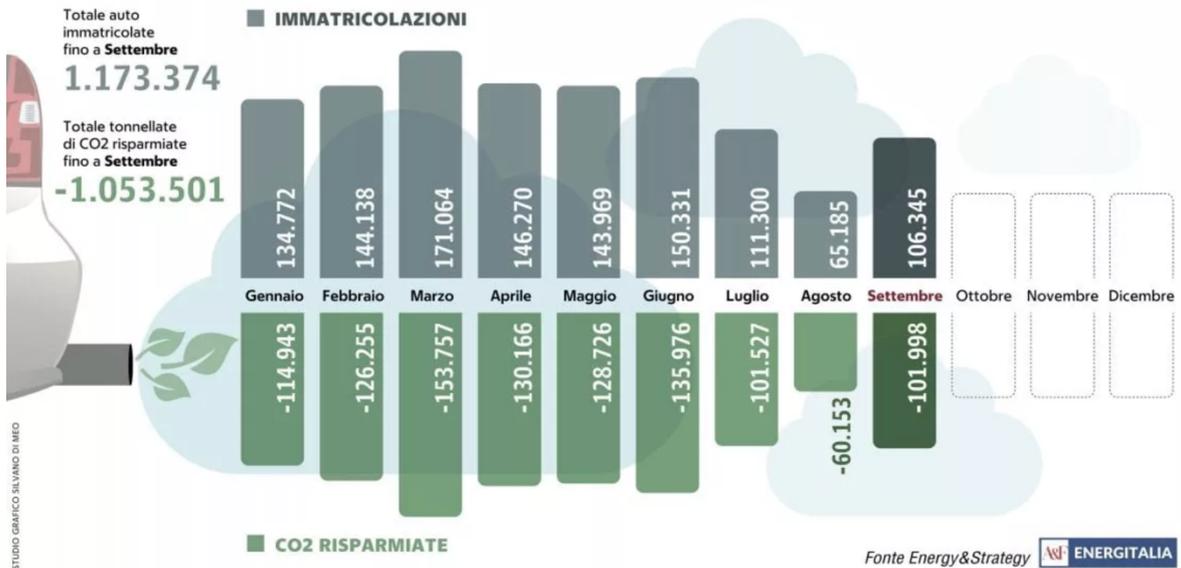


Figura 2-1 Fonte Energy&Strategy Group, Renewable Energy Report 2021

Le auto che più incidono sul risparmio totale sono le ibride (39,7%), mentre le elettriche pure pesano il 16,7%. La figura seguente mostra la ripartizione per ogni motorizzazione presente sul mercato.¹⁵

CO2, I RISPARMI DI SETTEMBRE 2021

Ripartizione % per tipo di alimentazione

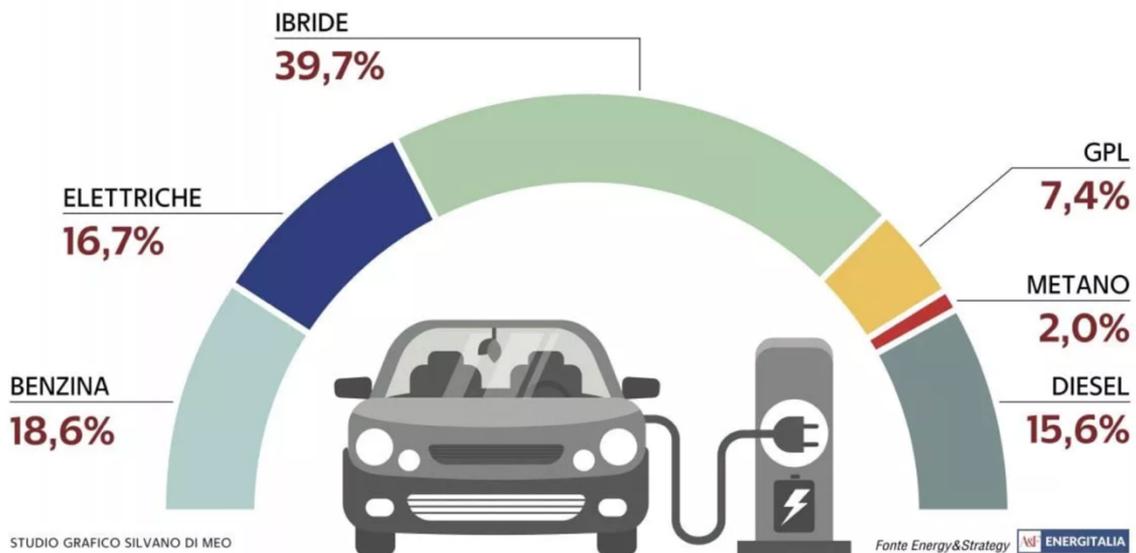


Figura 3-1 Fonte Energy&Strategy, Renewable Energy Report 2021

¹⁵ Energy & Strategy (2021) *Renewable Energy Report 2021*. Politecnico di Milano Dipartimento di Ingegneria Gestionale. Disponibile su <https://www.energystrategy.it/> [Data di accesso: 27/10/2021]

5. IL MOTORE ELETTRICO

Non è una novità degli ultimi anni quella di utilizzare l'elettricità, immagazzinata in una batteria, per sfruttarla successivamente come energia meccanica di movimento: volgendo uno sguardo al passato i primi prototipi del motore elettrico risalgono alla prima metà dell'Ottocento, periodo nel quale compare la prima carrozza elettrica ideata da Robert Anderson. Tuttavia, bisogna attendere il 1860 quando Antonio Pacinotti costruisce la macchina elettromagnetica che ha permesso di ottenere un motore elettrico un po' più efficiente: il primo prototipo di auto elettrica fu realizzato nel 1884 da Thomas Parker, anche se il rendimento era ancora basso.¹⁶

Solo grazie all'invenzione di Galileo Ferraris (1885) del motore asincrono (sistema bifase) e alla diffusione tramite brevetto del sistema trifase ad utilizzo industriale di Nikola Tesla (1888), si ottengono i primi motori elettrici, nonché i bis-nonni degli attuali motori.¹⁷

Oggi come allora, un motore elettrico è costituito da un rotore che si trova all'interno di un campo magnetico prodotto da magneti permanenti o da elettromagneti (il cosiddetto statore): quando il circuito si chiude si genera un campo magnetico che, interagendo con quello dei magneti o degli elettromagneti, fa ruotare l'armatura (legge di M. Faraday o di induzione elettromagnetica).

Altro elemento fondamentale è l'inverter: un ingranaggio che permette di trasformare la corrente continua dell'accumulatore (la batteria) in corrente alternata, al fine di inviarla al motore. L'inverter è essenziale per gestire tutti i flussi di energia e regolare le batterie.

Un ruolo molto importante è altrettanto assunto dalla batteria, ad oggi centro di studi di ottimizzazione delle principali case automobilistiche, le quali mirano ad aumentare l'autonomia del veicolo. Le odierne batterie al litio hanno un'autonomia che varia dai 200 ai 400 chilometri.

Esistono diverse tipologie di motore elettrico sul mercato:

1. Motore passo passo

¹⁶ L. Ashok Kumar, S. Albert Alexander (2020) *Power Converters for Electric Vehicles*. 1^o ed. CRC Press. ISBN: 9781000337532

¹⁷ Treccani (2021) *Motore elettrico*. Treccani enciclopedia online. Disponibile su <https://www.treccani.it/enciclopedia/motore-elettrico/> [Data di accesso: 27/10/2021]

Chiamati anche stepper, hanno applicazione per spostamenti angolari e nelle velocità di rotazione (quali robotica, telescopi e servomeccanismi in generale).

2. Motore senza spazzole

Meglio conosciuto come brushless, è un motore elettrico in corrente continua con il rotore a magneti permanenti e lo statore a campo magnetico rotante: non ha bisogno di contatti elettrici striscianti (spazzole) sull'albero motore per funzionare. Questo sistema riduce di molto la necessità di manutenzione periodica.

3. Motore universale o motore CC

Nasce come motore a corrente continua e grazie alla sua particolare struttura (statore e rotore avvolti) funziona anche a corrente alternata. Ecco perché viene definito motore universale.

4. Motore in corrente alternata

Questa tipologia funziona tramite l'alimentazione a corrente alternata.

5. Motore sincrono

È un tipo di motore elettrico in corrente alternata in cui lo statore, generalmente trifase, genera un campo magnetico rotante.

6. Motore asincrono

Anche chiamato motore ad induzione, è sempre un motore elettrico in corrente alternata nel quale tuttavia la frequenza di rotazione non è uguale o un sottomultiplo della frequenza di rete, ovvero non è sincrono.

7. 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.¹⁸

La velocità di un motore elettrico può essere calcolata tramite la seguente formula

$$f_R = \frac{f_V}{p}$$

¹⁸ I. Scordato (2021) *Motori elettrici: come funzionano e quali sono le tipologie più comuni*. Electronics Design Master. Disponibile su <https://www.edmelectronics.eu/power/motori-elettrici-come-funzionano-e-quali-sono-le-tipologie-piu-comuni/> [Data di accesso: 27/10/2021]

questa rappresenta la velocità di rotazione del motore sincrono legata alla frequenza della corrente: f_R è la frequenza del motore, f_V è la frequenza elettrica in Hz, p è il numero di espansioni polari di ogni fase presenti nel motore. In altre parole, più espansioni polari per fase ci sono più il motore gira lento, ma allo stesso tempo genera una coppia meccanica maggiore.¹⁹

Concludo questo primo capitolo facendo due considerazioni generali sui vantaggi e svantaggi del motore elettrico.

Sicuramente tra i pro, almeno per il momento in Italia, rientrano l'esenzione del bollo per i primi cinque anni (per quanto riguarda Lombardia e Piemonte l'esenzione sarà valida per sempre), i parcheggi gratuiti nelle strisce blu e l'accesso alle ZTL. A questi si aggiungono una guida silenziosa, confortevole e fluida (non ci sono strappi da parte del motore), una coppia sempre presente, un costo di ricarica più contenuto rispetto ad un pieno di benzina o gasolio ed il recupero dell'energia cinetica in frenata.

D'altra parte, si presentano degli svantaggi. In primo luogo, si ha un'autonomia limitata: se si vuole fare un viaggio di oltre 300km, bisogna programmare bene le tappe. In secondo luogo, attualmente la distribuzione delle colonnine di ricarica non è ben allocata sul territorio. Inoltre, le colonnine spesso sono inagibili per manutenzione o ancora i posti di ricarica (in particolar modo nelle città) sono occupati abusivamente. Non dimentichiamo che i tempi di ricarica sono molto variabili: se si ha a disposizione la wallbox da 3 kWh ci si può impiegare anche più di 12 ore per la ricarica, mentre se si dispone di una wallbox da 22 kWh i tempi di attesa si riducono (in due ore si riesce a fare il pieno).

¹⁹ G. Mancini (2020) *Motore elettrico, come è fatto e come funziona sulle auto*. News auto. Disponibile su <https://www.newsauto.it/guide/motore-auto-elettrica-2020-251237/> [Data di accesso: 27/10/2021]

CAPITOLO 2: LE INFRASTRUTTURE

1. L'INFRASTRUTTURA PER I COMBUSTIBILI ALTERNATIVI

Il 21 aprile 2021 il Consiglio e il Parlamento hanno raggiunto un accordo politico provvisorio sulla legge europea sul clima: come accennato nel capitolo precedente, per rispettare i rigidi paletti sulla transizione ecologica, l'Unione Europea ha previsto una revisione del regolamento sull'infrastruttura dei combustibili alternativi. Questo documento esordisce con i motivi e gli obiettivi della proposta di revisione, in cui viene evidenziata l'importanza della mobilità all'interno del nostro continente:

“La mobilità e i trasporti sono essenziali per tutti coloro che vivono in Europa e per l'economia europea nel suo complesso. La libera circolazione di persone e merci attraverso le frontiere interne dell'Unione europea è una libertà fondamentale dell'UE e del suo mercato unico. La mobilità apporta numerosi benefici socioeconomici al pubblico e alle imprese d'Europa, ma determina anche sempre maggiori ripercussioni sull'ambiente, compreso l'aumento delle emissioni di gas a effetto serra e dell'inquinamento atmosferico locale, che incide sulla salute e sul benessere delle persone.”²⁰

Il Green Deal europeo prevede, infatti, il raggiungimento per l'UE di un'economia a impatto climatico zero entro il 2050: in particolare, si auspica una riduzione del 90% delle emissioni di CO₂ per il settore dei trasporti.

Si tratta, dunque, di una mobilità *sostenibile ed intelligente* (per utilizzare due termini adottati dalla Commissione europea), la quale richiede un profondo cambiamento a livello infrastrutturale: non solo si cercherà di non più dipendere dai combustibili fossili, ma si dovrà costruire una rete di rifornimento e di ricarica lungo le vie principali di tutta Europa. In breve, questo regolamento impone agli Stati membri l'aumento della capacità di ricarica in proporzione al numero di autoveicoli venduti a emissioni zero:

²⁰ Commissione Europea (2021) *Regolamento del parlamento europeo e del consiglio sulla realizzazione di un'infrastruttura per i combustibili alternativi, che abroga la direttiva 2014/94/UE del Parlamento europeo e del Consiglio*. Disponibile su <https://data.consilium.europa.eu/> [Data di accesso: 27/10/2021]

1. Per diffondere sempre più l'utilizzo dei combustibili rinnovabili a basse emissioni di carbonio;
2. Per far fronte ai timori dei consumatori i quali, viaggiando, vogliono essere certi di poter fare rifornimento con la stessa facilità che hanno di trovare una stazione di servizio con combustili tradizionali.

Sempre nella proposta di revisione al regolamento sui combustibili alternativi, si esplicitano le seguenti carenze:

- a. La mancanza di una rete completa di infrastrutture che consenta di viaggiare senza soluzione di continuità in tutto il territorio dell'UE;
- b. La necessità di ulteriori specifiche tecniche comuni per assicurare l'interoperabilità in considerazione della comparsa di nuove tecnologie;
- c. La carenza di informazioni complete per gli utenti, di metodi di pagamento uniformi e facili da utilizzare e di una completa trasparenza dei prezzi nell'Unione.

È fondamentale che nessun territorio dell'UE rimanga escluso dallo sviluppo dell'infrastruttura per i combustibili alternativi: tutte queste direttive rientrano nei quadri strategici dei vari Stati membri. Tali Stati, infatti, nei prossimi anni (auspicabile entro il 2030) dovranno garantire un numero adeguato di punti di ricarica per veicoli elettrici e di rifornimento per i motori a idrogeno, oltre che dovranno rimanere al passo con le innovazioni del settore e informare la popolazione sulle novità di questo mercato in continua - e soprattutto - repentina evoluzione.

A causa della forte spinta verso veicoli elettrificati, sono nati diversi standard, o più nello specifico, connettori di ricarica: tuttavia, tale "dettaglio" rappresenta un grosso limite per la costruzione di adeguate infrastrutture. Per questo motivo si è intervenuti con la direttiva AFID (Alternative Fuels Infrastructure Directive) emanata dalla Commissione europea per definire standard comuni per garantire l'interoperabilità tra le diverse tecnologie presenti attualmente sul mercato.²¹ È stato previsto che i punti di ricarica debbano essere muniti

²¹ Unione Europea (2014) *Direttiva 2014/94/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 ottobre 2014 sulla realizzazione di un'infrastruttura per i combustibili alternativi*. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea.

del cosiddetto *Standard Type 2* (connettore a corrente alternata) e del sistema di ricarica combinato a corrente continua, meglio conosciuto come *Combined Charging System CCS*. Attualmente per i nuovi modelli di veicoli elettrici, i vari produttori si stanno orientando su queste due tipologie di connettori, anche se ci sono ancora dei modelli che seguono altri standard.

2. GLI ASPETTI CRITICI

Come anticipato nel primo capitolo, a causa dell'autonomia limitata i veicoli elettrici necessitano, soprattutto nei viaggi di lunga distanza, di punti di ricarica pubblici con elevate prestazioni:

1. Per diminuire i tempi di attesa per il rifornimento;
2. Per evitare che si formino code lungo le principali arterie stradali.

Nella tabella sottostante si elencano le varie tipologie disponibili sul mercato di ricarica: quelle attualmente più diffuse sono la monofase a corrente alternata (la prima) e la trifase a corrente alternata (la seconda), nonché quelle che richiedono tempi maggiori.²²

Velocità e tipologia del dispositivo di ricarica	Potenza nominale	Tempo approssimativo di ricarica*
Lento (monofase a corrente alternata)	3 -7 kW	dalle 7 alle 16 ore
Normale (trifase a corrente alternata)	11 -22 kW	dalle 2 alle 4 ore
Veloce (a corrente continua)	50 -100 kW	dai 30 ai 40 minuti
Ultra-veloce (a corrente continua)	> 100 kW	meno di 20 minuti

* Dipende anche dalla capacità della batteria e da altre variabili.

Tabella 1-2 Fonte Transport and Environment, *Recharge EU: How many charge points will Europe and its Member States need in the 2020s*, gennaio 2020

Disponibile su <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0094&from=BG> [Data di accesso: 27/10/2021]

²² Corte dei Conti Europea (2021) *Infrastrutture per la ricarica dei veicoli elettrici: vi sono più stazioni di ricarica, ma la loro diffusione non uniforme rende complicato viaggiare nell'UE*. Disponibile su <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/electrical-recharging-5-2021/en/> [Data di accesso: 27/10/2021]

È risaputo che l'infrastruttura di ricarica è fondamentale per lo sviluppo della mobilità elettrica: tuttavia, mentre aumentano le immatricolazioni di auto “alla spina”, salite nel 2020 al 4,3% del mercato, continuano a mancare le colonnine di ricarica e/o queste ultime non possiedono una capacità tale da rifornire tempestivamente gli autisti.

D'altra parte, escludendo i modelli tecnologicamente più avanzati, la maggior parte delle batterie presenti nei veicoli elettrici presenta una capacità di ricarica ancora limitata: questo significa che per quanto la colonnina abbia una potenza elevata (tempi di ricarica inferiori), la batteria oltre una certa soglia non ricarica. Qui di seguito riporto un grafico che sintetizza questo dato e lo rende più tangibile:

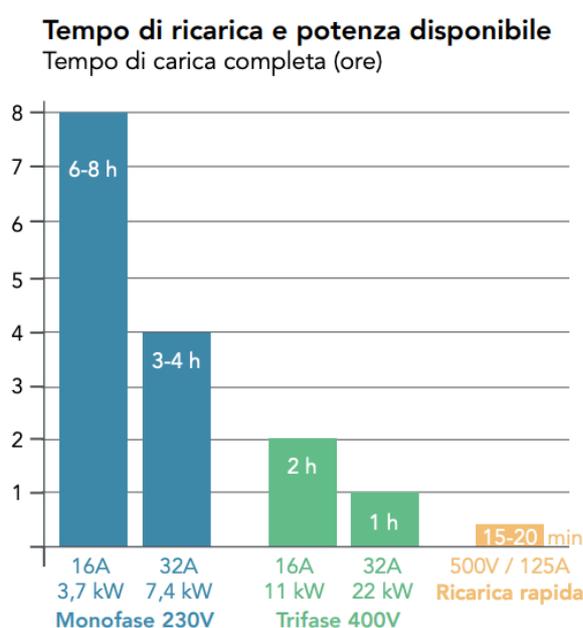


Grafico 1-2 Fonte E-mobility, Mobilità Elettrica. Il vademecum essenziale, 2018

Dal grafico emerge che, se si possiede una batteria da 16A e una colonnina di ricarica da 3,7kW, allora per fare il “pieno” si dovrà attendere dalle 6 alle 8 ore, mentre se si possiede una batteria da 32A e una colonnina da 22 kW allora si attenderà circa un’ora per avere la ricarica completa.

Naturalmente, la riduzione dei tempi di ricarica è diventata la primaria sfida tra le varie case produttrici di EV (electric vehicles), anche se questo richiede sempre più voltaggio e quindi cavi ad alta tensione elettrica.

Se si vuole avere un rapporto in termini di autonomia e attesa per il rifornimento, propongo qui sotto un altro grafico.

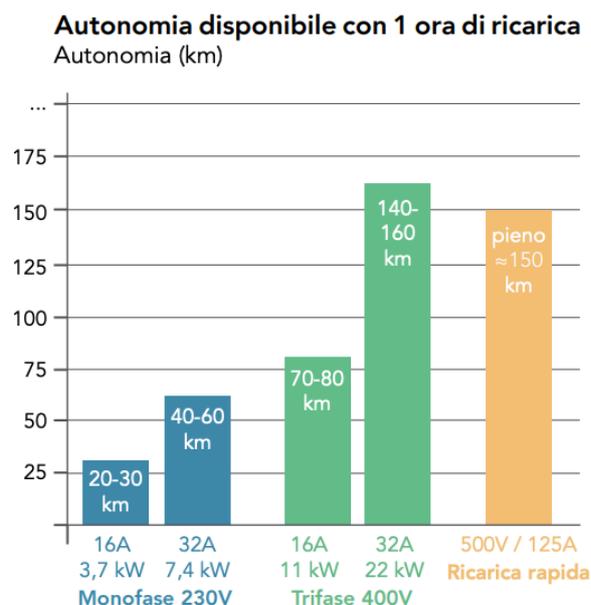


Grafico 2-2 Fonte E-mobility, Mobilità Elettrica. Il vademecum essenziale, 2018

Considerando gli stessi dati del grafico 1-2, nel primo caso si cumula un'autonomia di 20-30 km, mentre nel secondo caso un'autonomia di 140-160 km, a parità di tempi di attesa (un'ora).²³

Questo fattore rende del tutto non competitive le auto elettriche in confronto ai mezzi con motore a combustione interna, i quali richiedono pochi minuti per il rifornimento del serbatoio. Addirittura, in uno studio condotto da Hidrue et al., si è riscontrato che le persone sarebbero disposte a pagare tra i \$425 - \$3.250 per avere un risparmio di un'ora sul tempo di ricarica del veicolo.²⁴

Inoltre, vi è un enorme problema legato alla ricarica: la fornitura di corrente elettrica. Se la maggior parte delle persone ricaricasse il proprio veicolo green nelle ore di picco, si verificherebbero dei sovraccarichi alla rete elettrica (principalmente potenza instabile ed impoverimento della qualità della corrente stessa), dei danni al sistema di

²³ E-mobility (2018) *Mobilità elettrica: il vademecum essenziale*. E-mobility. Disponibile su http://e-mobility.provincia.brescia.it/wp-content/uploads/2017/10/vademecum-e_mob_2018.pdf [Data di accesso: 27/10/2021]

²⁴ M.K. Hidrue, G.R. Parsons, W. Kempton, M.P. Gardeners (2011) *Willingness to pay for electric vehicles and their attributes*. Resource and Energy Economics – Elsevier B.V. Disponibile su <https://www1.udel.edu/V2G/resources/HidrueEtAl-Pay-EV-Attributes-correctedProof.pdf> [Data di accesso: 08/11/2021]

equipaggiamento (tra cui malfunzionamenti ai sistemi di sicurezza) e conseguentemente un incremento dei costi infrastrutturali e possibili blackout generali.²⁵

Oltre alla mancanza di colonnine di ricarica ed ai relativi tempi di attesa, un altro limite alla transizione verso le auto elettriche, già citato nel paragrafo precedente, sono proprio i connettori di ricarica.

Al momento vi sono una pluralità di tipologie che seguono diversi standard e questo rappresenta un grosso problema per l'infrastruttura: non tutte le colonnine presenti lungo le arterie stradali possiedono tutti i tipi di connettori presenti sul mercato. I più diffusi attualmente sono il CCS, il CHAdeMO (Charge de Move) ed il Supercharger di Tesla, che non sono compatibili: oltretutto non si sa ancora quale di questi prevarrà o se si troverà una configurazione tale che possa renderli compatibili l'un l'altro.

Questo fattore rappresenta un forte disincentivo all'acquisto del veicolo elettrificato, in quanto il conducente non ha la certezza di poter fare rifornimento lungo il suo percorso o deve dotarsi di molteplici adattatori (nella speranza che poi funzionino con la colonnina). Alcuni auditor, avendo testato l'elettro-mobilità, hanno dimostrato che spesso ci sono problemi di comunicazione tra l'autovettura e la stazione di ricarica, nonostante entrambe utilizzino lo stesso standard CCS.²⁶

Andando oltre gli aspetti tecnici sopra riportati, si presentano ulteriori problematiche alla transizione verso i veicoli elettrificati.

In primo luogo, non si considera che il servizio alla mobilità elettrica coinvolge una pluralità di soggetti, i quali dovrebbero comunicare tra loro: utilizzo il termine "dovrebbero" perché attualmente non vi è una gran comunicazione, anzi spesso e sovente si fa fronte a una mancata conoscenza di protocolli e procedure che variano di nazione in nazione o addirittura all'interno dello stesso paese. Tra i soggetti coinvolti già citati (consumatori finali e gestori della rete elettrica) si aggiungono gli operatori dell'infrastruttura dei punti

²⁵ L. Ashok Kumar, S. Albert Alexander (2020) *Power Converters for Electric Vehicles*. 1ª edizione. CRC Press. ISBN: 9781000337532

²⁶ Corte dei Conti Europea (2021) *Infrastrutture per la ricarica dei veicoli elettrici: vi sono più stazioni di ricarica, ma la loro diffusione non uniforme rende complicato viaggiare nell'UE*. Disponibile su <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/electrical-recharging-5-2021/en/> [Data di accesso: 27/10/2021]

di ricarica (coloro che si occupano dell'installazione e della manutenzione delle colonnine), i fornitori dei servizi di mobilità (coloro che si occupano dei prodotti e servizi da proporre ai consumatori) ed i produttori dei veicoli elettrici (le case-madri automobilistiche come Tesla o il Gruppo Stellantis). Quest'ultimi, come anticipato, dovrebbero comunicare tra loro ed intervenire negli aspetti pratici: dalla presenza di colonnine con più connettori in una stessa stazione di ricarica, a servizi unificati per agevolare il conducente durante il suo viaggio, fino alla semplificazione sulle modalità di pagamento del servizio della e-mobility. L'aspetto comunicazione diventa molto rilevante nel momento in cui si necessita di un'armonizzazione del sistema nazionale ed europeo che circonda l'auto elettrica. Un esempio lampante è l'assenza in Europa di un accordo contrattuale che permetta di usufruire di tutti i servizi legati alla e-mobility: dalle tipologie di colonnine di ricarica lungo la rete trans-europea dei trasporti (TEN-T) al costo del servizio di rifornimento. Per fortuna l'Unione Europea ha cominciato a emanare delle direttive in merito, dando anche degli obiettivi (oserei dire a breve termine) da raggiungere.

In secondo luogo, si riscontra un'ulteriore difficoltà nella comparabilità dei prezzi (da poco obbligatoria ai sensi della direttiva AFID), in quanto tali prezzi vengono espressi in più modalità a seconda della stazione di ricarica in cui ci si è fermati per fare rifornimento: euro/KWh, euro/minuto, euro/ricarica.

I consumatori finali, in questo caso i conducenti di auto elettriche, vista la diversità tra queste stazioni di ricarica, si trovano obbligati ad avere uno o più abbonamenti ai servizi di rifornimento e ad utilizzare differenti metodi di pagamento a seconda di dove si trovano. Tutto ciò produce la cosiddetta "range anxiety"²⁷, legata in particolar modo al peso della batteria e alla sua durata (la quale a sua volta dipende dai chilometri percorsi, dalla velocità, dall'uso dell'aria condizionata, dallo stile di guida e dal carico del veicolo) a cui si associa la ricerca di una stazione di ricarica e gli eventuali problemi che vi possono sussistere (compatibilità dei connettori e dei circuiti, rapporto costo-ricarica, modalità di pagamento).

²⁷ H. Shareef, M.M. Islam, A. Mohamed (2016) *A review of the stage-of-the-art charging technologies, placement methodologies, and impacts of electric vehicles*. Renewable and Sustainable Energy Reviews - Elsevier Ltd. Disponibile su <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.06.033> [Data di accesso: 08/11/2021]

Quest'ansia porta le persone a eventualmente spendere \$75 in più per avere 1 minuto extra di durata della batteria dell'auto.²⁸

Un ulteriore aspetto rilevante da considerare è il prezzo di acquisto di un veicolo elettrico. A gennaio 2021, l'auto elettrica nel mercato italiano considerata più economica è la Smart ForTwo che parte da una base di €25.056, in ogni caso volgendo uno sguardo sul segmento A (quello dei citycar) e sul segmento C (segmento maggiormente diffuso) la base si eleva ad un intervallo compreso tra i €30.000 ai €45.000 a seconda del marchio e del modello. Naturalmente i modelli Tesla hanno prezzi di listino superiori che variano da un minimo di €50.000 fino ad una base di €131.000.

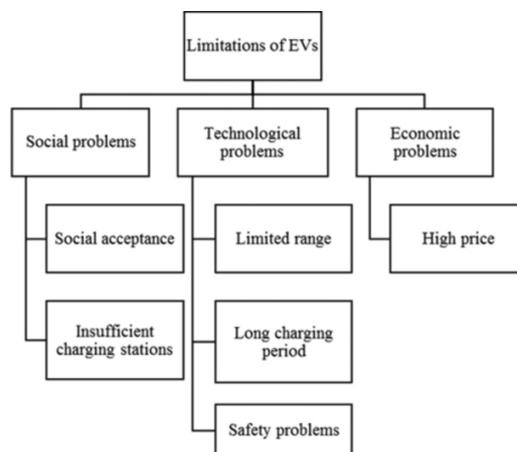


Figura 1-2 Fonte L. Ashok Kumar, S. Albert Alexander (2020) Power Converters for Electric Vehicles. 1ª edizione. CRC Press

Per concludere, non si tratta più di acquistare un veicolo e partire all'avventura (stile viaggio on the road), bensì il viaggio diventa un itinerario ben pianificato e al momento "ricco di sorprese".

3. L'ATTUALE RETE DI DISTRIBUZIONE

"Gli anni 20 saranno il decennio della transizione elettrica con la combinazione di diversi elementi. Non si dibatte più sul se, ma piuttosto sul quando e con quale velocità avverrà il cambiamento."

²⁸ L. Ashok Kumar, S. Albert Alexander (2020) Power Converters for Electric Vehicles. 1ª edizione. CRC Press. ISBN: 9781000337532

Questo è quanto dichiarato da Teodoro Lio di Automotive e Mobility Lead di Accenture Europe durante un'intervista condotta su La Repubblica.²⁹ Attualmente i paesi leader in materia di e-mobility sono Cina, Europa e Stati Uniti, in particolare la Cina sta giocando un ruolo centrale nello sviluppo di questo mercato: il governo cinese, oltre ad impegnarsi nella costruzione delle infrastrutture, sta monopolizzando la fornitura di microchip e batterie per la costruzione di auto elettriche. Questi fattori rendono la Cina il più grande mercato EV del mondo.

Steve Levine, direttore di The Electric (pubblicazione specializzata su batterie e veicoli elettrici), ha dichiarato in un articolo pubblicato sul New York Times il 10/11/2021 che gli Stati Uniti, per gli scarsi investimenti nel settore, probabilmente dipenderanno dalle forniture cinesi fino al 2030 rimanendo indietro nella corsa per il futuro.³⁰

L'Europa, a fronte di questa situazione, ha moltiplicato i suoi investimenti per lo sviluppo delle infrastrutture alla ricerca di soluzioni che non dipenderanno dal mercato cinese. La nascita della joint venture tra Stellantis ed Engie EPS porterà alla costruzione di infrastrutture di ricarica residenziali, aziendali, pubbliche e allo sviluppo della tecnologia Vehicle-to-Grid (V2G). In particolare, in Italia si sta dando vita a molteplici progetti come il polo per i veicoli elettrici nel cuore della cosiddetta Motor Valley e la più grande gigafactory d'Europa che produrrà batterie per un corrispettivo di 45 GWh entro il 2024.

Dal 20 marzo di quest'anno, su iniziativa di Acea (Associazione Europea Costruttori di Auto), sono entrate in vigore delle etichette universali in linea con le direttive UE sulla diffusione di infrastrutture per i combustibili alternativi al fine di agevolare i consumatori all'identificazione della giusta opzione di ricarica per i veicoli elettrici a batteria e ibridi-elettrici plug-in, armonizzando così tutta l'etichettatura in Europa.

Tali etichette si trovano apposte nelle stazioni di ricarica e per verificare la compatibilità con il proprio veicolo, basta consultare il libretto di circolazione o, addirittura, è sufficiente guardare vicino alla presa del connettore.

²⁹ M. Morichini (2021) *L'irresistibile ascesa dell'auto elettrica e la necessità di infrastrutture*. Motori – La Repubblica. Disponibile su https://www.repubblica.it/motori/sezioni/attualita/2021/03/25/news/elettrico_accenture_mobilita_-_293757059/ [Data di accesso: 09/11/2021]

³⁰ S. Levine (2021) *America isn't ready for the electric-vehicle revolution*. The New York Times. Disponibile su <https://www.nytimes.com/2021/11/10/opinion/electric-vehicle-climate-battery.html> [Data di accesso: 15/11/2021]

Ovviamente, a queste etichette sono stati affiancati degli opuscoli informativi, che sono disponibili online.

La situazione europea attualmente è la seguente: Montecarlo nel 2020 conta già 37 stazioni di ricarica rapida, un record mondiale, tenendo conto della esigua rete stradale che corrisponde ad una stazione di ricarica ogni 0,03 km²; vale lo stesso per Gibilterra che con 19 stazioni di ricarica, per la sua estensione geografica, raggiunge l'equivalente di una stazione ogni 0,53 km². Tra i primi paesi nella classifica del settembre 2021 si ha al primo posto l'Olanda che conta ben 47,5 colonnine di ricarica ogni 100 km, al secondo il Lussemburgo con 34,5, al terzo la Germania con 19,4, al quarto il Portogallo con 14,9 e al quinto l'Austria con 6,1 colonnine di ricarica ogni 100 km.

E l'Italia? Secondo l'UNRAE, la sua transizione alla mobilità green non sta dando ottimi risultati. Nella classifica europea è collocata a metà nel rapporto tra auto elettriche vendute e stazioni di ricarica presenti sul territorio, la quota di mercato italiana delle EV conta il 4,3% contro 11,2% francese e 13,5% tedesca, ma il dato più preoccupante sono le infrastrutture: rispetto l'Olanda sopra citata, l'Italia conta circa 5,1 colonnine di ricarica ogni 100 km.³¹

Questo dato emerge da un rapporto stilato dal consorzio Motus-E nato per promuovere la mobilità elettrica dove emerge che non solo che il 15% delle colonnine presenti sul territorio italiano non è ancora funzionante³², ma anche che vi è un forte divario tra il Nord e Sud dell'Italia: il nord conta il 57% delle infrastrutture accessibili, il centro il 23% e il sud con le isole il 20%.

Altri limiti, legati al caso italiano, sono la mancanza di colonnine di ricarica veloce e la loro quasi assenza lungo le autostrade: questo obbliga gli automobilisti a fare lunghe pause per il rifornimento e soprattutto a deviare il loro tragitto sulle strade secondarie.

Inoltre, l'elettro-mobilità è inaccessibile per i disabili: uno studio ha riportato che gli attacchi delle prese sono troppo alti, i cavi sono pesanti e vi sono molteplici ostacoli

³¹ A.E. Migliozi (2021) *Ricarica auto elettriche: il punto sulle infrastrutture in Italia*. Money.it. Disponibile su <https://www.money.it/Ricarica-auto-elettriche-il-punto-sulle-infrastrutture-in-Italia> [Data di accesso: 09/11/2021]

³² Le cause per cui il 15% delle colonnine di ricarica presenti sul territorio non risultano ancora funzionanti sono: 1) il distributore di energia non ha ancora fatto gli allacciamenti alla rete elettrica; 2) mancano le autorizzazioni necessarie a mettere in funzione l'impianto.

architettonici per le carrozzine; tutti questi elementi trasformano la ricarica di un'auto a pila in una vera e propria odissea per un disabile.³³

Nonostante il Governo nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) abbia previsto dei fondi per la mobilità elettrica e per lo sviluppo dell'infrastruttura ad essa connessa, al momento questi non hanno incentivato e accelerato il passaggio ad una mobilità più ecosostenibile. Si può solo auspicare, che in questi pochi anni a disposizione (per rispettare gli obiettivi prefissati dall'UE), dei 59 miliardi di euro a favore della transizione ecologica e della green economy, di cui 750 milioni da investire nell'infrastruttura di ricarica per le auto elettriche, vengano utilizzati entro il 2026.

D'altra parte, c'è una forte spinta verso la e-mobility da parte di operatori privati italiani. Tra questi vi è Enel X, che nel 2017 ha lanciato il suo piano nazionale per la mobilità elettrica: un progetto che prevede l'installazione di 14mila colonnine di ricarica per EV e auto ibride entro il 2022. Questa società sta distribuendo in modo capillare colonnine sia tra privati che tra soggetti pubblici, stipulando accordi e partnership con i Comuni e alcune Regioni italiane.

³³ Al Volante (2021) Anno 23 N°10 ottobre 2021. Unimedia S.r.l.

CAPITOLO 3: I DATI

1. LA DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E GREEN SPIRIT SCORE

Nel dicembre 2020 è stato proposto un questionario (qui chiamato Auto Elettrica) ad una platea di 574 individui sull'argomento dell'Automotive, nel quale si sono indagate la conoscenza, l'opinione personale e la sensibilità su tematiche legate a questo settore.

In questa sede, si analizzeranno nel particolare gli aspetti riguardanti l'auto elettrica e la sensibilità ambientale.

Ho strutturato il mio studio principalmente in due fasi: la prima è stata riorganizzare il database per condurre più agevolmente un'analisi descrittiva delle risposte ai quesiti; la seconda, invece, è basata sulla costruzione di un indice da me ideato (Green Spirit Score) e sull'analisi congiunta delle domande prese in esame.

I quesiti che sono stati analizzati sono i seguenti:

Q1 Ogni quanto ti aggiorni sulle novità del settore automobilistico?

Q2 Quanto sei d'accordo con la seguente affermazione: L'automobile per me rappresenta uno status symbol.

Q3 Quale tipo di alimentazione possiede la tua auto principale?

Q4 Hai mai guidato un'auto ibrida, elettrica o a combustione a idrogeno?

Q6 Perché non hai ancora acquistato un'auto ibrida o elettrica?

Q8 Quanto sei d'accordo con la seguente affermazione: Se tutti utilizzassero l'auto ibrida o elettrica si ridurrebbero in modo significativo le emissioni di CO2.

Q9 Quanto sei d'accordo con la seguente affermazione: Il riscaldamento globale dovrebbe essere messo ai primi posti nelle agende dei governi.

Q12 Età

Q13 Sesso

Q14 Titolo di studio

Q15 Occupazione

Q18 Quanto sei d'accordo con la seguente affermazione: Qualora acquistassi un veicolo ibrido o elettrico, avrei dei vantaggi significativi in termini economici (Ecobonus, bollo auto, carburante, spese di manutenzione, ...).

Q19 Lavoro nel settore automobilistico

Q31 Con quale mezzo di trasporto raggiungevi il tuo posto di lavoro prima dell'emergenza sanitaria (Covid-19)?

Qui di seguito, riporto una tabella riassuntiva delle variabili e delle mutabili prese in considerazione e la loro distribuzione (vd Appendice per ulteriori approfondimenti).

Quesito	Media	Dev. standard	Minimo	Massimo
Q1	1,99	1,33	1	5
Q2	2,73	1,17	1	5
Q3	2,60	0,88	1	7
Q4 – dummy	0,31	0,46	0	1
Q6P	0,09	0,10	-0,10	0,20
Q8	3,77	1,13	1	5
Q9	4,47	0,84	1	5
Q12	4,01	1,59	1	8
Q13 – dummy	0,49	0,50	0	1
Q14	3,59	1,08	1	6
Q15	4,77	1,45	1	7
Q18	3,79	0,88	1	5
Q19 – dummy	0,13	0,34	0	1
Q31	1,54	0,77	1	3
N = 574				

Tabella 1-3 Fonte Questionario Auto Elettrica. Le variabili.

Questi quattordici quesiti sono stati studiati in un primo momento singolarmente e successivamente in modo aggregato, al fine di studiare il comportamento degli individui a cui è stato sottoposto il questionario e di ricercare le preferenze/tendenze degli stessi.

Ora, per visualizzare in maniera aggregata le variabili prese in esame, riporto una matrice di correlazione: i valori azzurri-blu sono correlati positivamente (max 1), mentre quelli rosati-rossi sono correlati negativamente (max -1). Ciò significa che le due variabili possono dipendere l'una dall'altra: se positivamente entrambe vanno nella stessa direzione, se negativamente esse vanno in direzioni opposte, se il valore si aggira intorno allo zero vuol dire che le due variabili non dipendono l'una dall'altra.

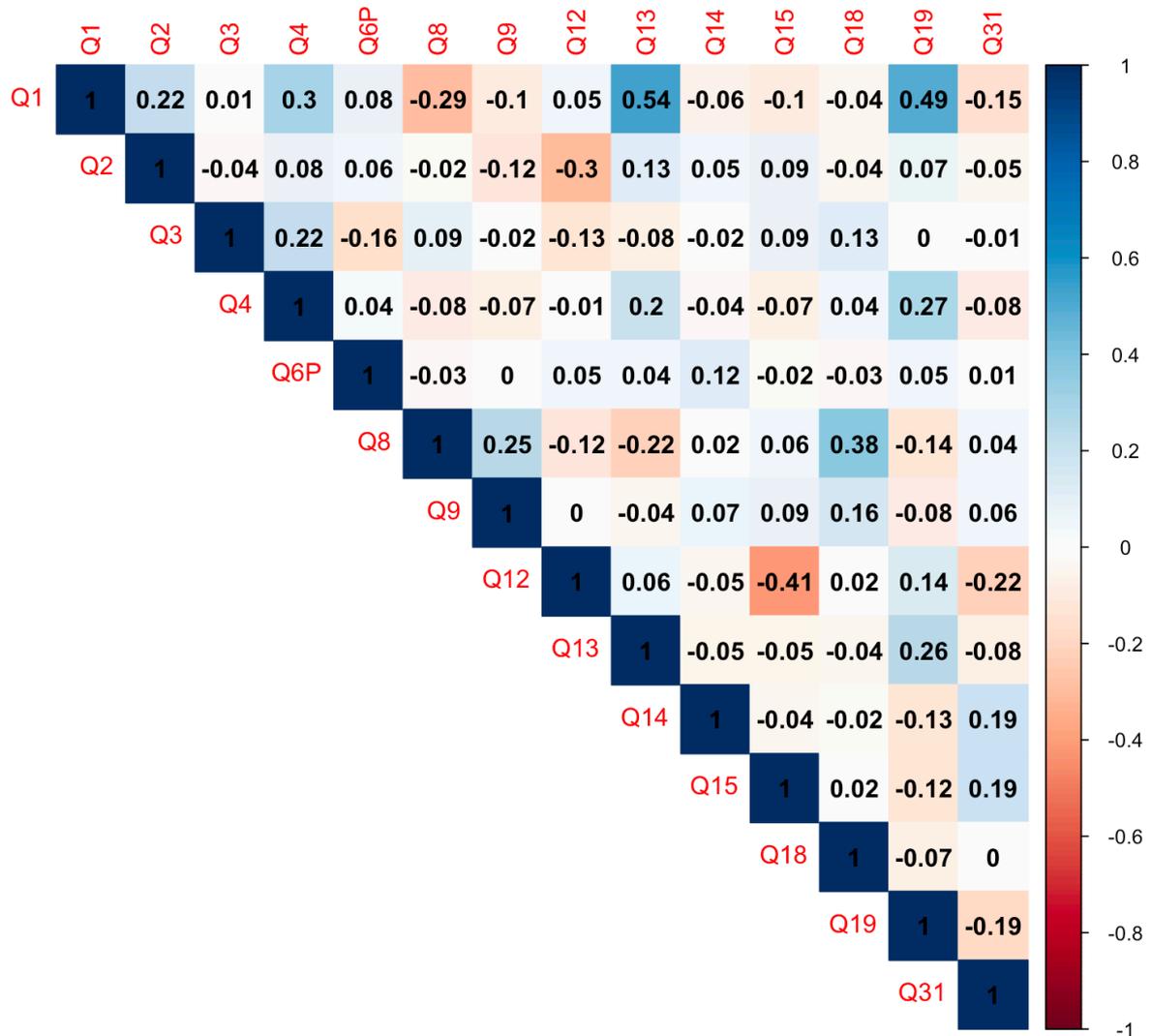


Grafico 1-3 Fonte Questionario Auto Elettrica. Matrice di correlazione variabili.

Per esempio, la correlazione tra Q1 e Q13 è di 0,54 ossia i maschi tendono ad aggiornarsi più frequentemente. Invece, la correlazione tra Q12 e Q2 è di -0,3 ossia all'aumentare dell'età si ritiene che l'auto non rappresenti uno status symbol.

Ho creato l'indicatore Green Spirit Score, utilizzando le 574 risposte ottenute nel sondaggio, per poter segmentare i rispondenti da un punto di vista ecosostenibile.

I quesiti che sono stati incorporati in questo indice sono:

Q1 Ogni quanto ti aggiorni sulle novità del settore automobilistico?

Q3 Quale tipo di alimentazione possiede la tua auto principale?

Q8 Quanto sei d'accordo con la seguente affermazione: Se tutti utilizzassero l'auto ibrida o elettrica si ridurrebbero in modo significativo le emissioni di CO2.

Q9 Quanto sei d'accordo con la seguente affermazione: Il riscaldamento globale dovrebbe essere messo ai primi posti nelle agende dei governi.

Q10_1 Hai usufruito di qualche incentivo statale per l'acquisto di uno dei seguenti veicoli green?

Q17 Quanto sei d'accordo con la seguente affermazione: Se tutti utilizzassero l'auto ibrida o elettrica si ridurrebbe in modo significativo l'inquinamento acustico.

Q24 Per quali motivi hai scelto o nell'eventualità sceglieresti di comprare un'auto elettrica o ibrida?

Q31 Con quale mezzo di trasporto raggiungevi il tuo posto di lavoro prima dell'emergenza sanitaria (Covid-19)?

L'indicatore è stato calcolato attribuendo un punteggio che varia da 1 a 5 per ogni risposta rilevante:

- Per il quesito Q3 i valori sono stati distribuiti nella seguente maniera:
 - 1 = Diesel e Metano
 - 2 = Benzina
 - 3 = Combustione ad idrogeno
 - 4 = Ibrido benzina-elettrico e ibrido diesel-elettrico
 - 5 = Puro elettrico
- Per il quesito Q8, Q9, Q17 i valori sono stati distribuiti nella seguente maniera:
 - 1 = Completamente in disaccordo
 - 2 = Abbastanza in disaccordo
 - 3 = Né d'accordo né in disaccordo
 - 4 = Abbastanza d'accordo

- 5 = Completamente d'accordo
- Per il quesito Q10_1 i valori sono stati distribuiti nella seguente maniera:
 - 1 = No
 - 5 = Sì
- Per il quesito Q24 i valori sono stati distribuiti nella seguente maniera:
 - 1 = Per questioni di risparmio (Ecobonus, bollo auto, rifornimento carburante, ...) e Per avere una vettura tecnologicamente più avanzata
 - 5 = Per la salvaguardia dell'ambiente
- Per il quesito Q31 i valori sono stati distribuiti nella seguente maniera:
 - 1 = Auto
 - 3 = Mezzi pubblici (treno, tram, metro, autobus, ...)
 - 5 = Altro (bicicletta, a piedi, monopattino, ...)

Dopodiché ho stabilito uno score finale attraverso una media ponderata a seconda del peso attribuito a ciascuna risposta (ogni risposta è stata ponderata a seconda della rilevanza di quest'ultima nell'indicatore finale):

Q3	20%
Q8	15%
Q9	15%
Q10_1	10%
Q17	10%
Q24	20%
Q31	10%

Tabella 2-3 Fonte Questionario Auto Elettrica. Ponderazione GSS.

Infine, attraverso la tecnica di normalizzazione (segue la formula), ho ottenuto una serie di dati omogenei e comparabili:

$$\frac{x_i - \min(x)}{[\max(x) - \min(x)]}$$

Ho suddiviso tale indicatore in tre categorie:

1. GSS1 è composto solo dai quesiti Q3, Q10_1, Q24 e Q31 e rappresenta le azioni di fatto green, come il possedere un veicolo ibrido o elettrico oppure aver usufruito di un incentivo per l'acquisto di un veicolo green o ancora l'utilizzo di mezzi ecosostenibili per andare al lavoro;
2. GSS2 è composto dai quesiti Q8, Q9 e Q17 e rappresenta l'opinione personale attenta alle tematiche ambientali come la sensibilità alla riduzione delle emissioni di CO₂, all'inquinamento acustico e l'importanza data al riscaldamento globale nei dibattiti internazionali;
3. GSST, invece, rappresenta la tendenza green degli individui ed è una media ponderata dei due indici sopra: il GSS1 vale il 60% ed il GSS2 vale il 40%.

Di seguito, riporto una tabella riassuntiva che riprende i principali valori dei tre indicatori:

Indice	Media	Dev. standard	Minimo	Massimo
GSS1	0.434	0,160	0,200	0,867
GSS2	0,815	0,144	0,200	1,000
GSST	0,586	0,128	0,200	0,900

Tabella 3-3 Fonte Questionario Auto Elettrica. Tabella GSS.

Le persone hanno una tendenza green maggiore se il valore si avvicina a 1. È interessante notare nella tabella 3-3 che chi effettivamente ha intrapreso qualche azione ecosostenibile ha un green spirit inferiore rispetto a chi esprime solo un'opinione sulle tematiche ambientali (media GSS1 < media GSS2). Questo significa che gli individui sono ancora restii nell'intraprendere delle azioni concrete in ambito green.

Anche per il Green Spirit Score, propongo una matrice di correlazione per vedere come interagiscono tra loro le variabili all'interno di questo indice.

Dal grafico sottostante si denota come il possedere una certa motorizzazione di auto (benzina, diesel, elettrico, ...) è correlato negativamente con l'aver usufruito di qualche incentivo statale per l'acquisto di un veicolo green (Q10_1 con Q3 = -0,21), mentre vi è un forte legame positivo tra il ritenere che utilizzando un'auto elettrica si ridurrebbero sia le emissioni di CO₂ che l'inquinamento acustico (Q17 con Q8 = 0,42).

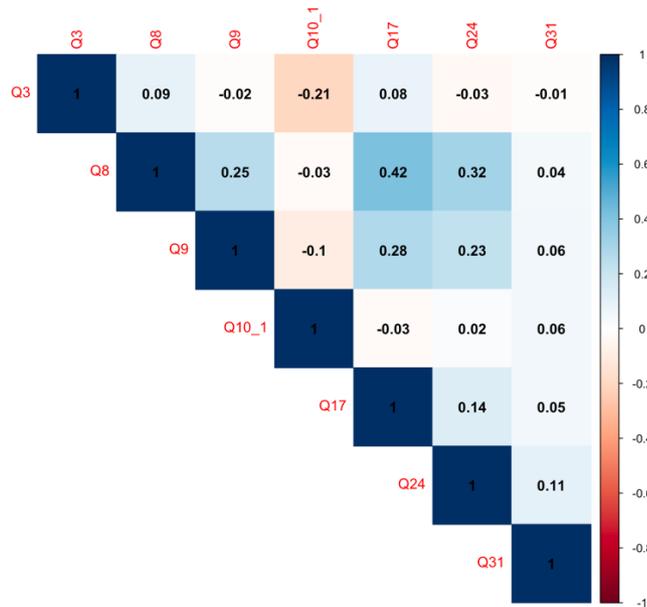


Grafico 2-3 Fonte Questionario Auto Elettrica. Matrice di correlazione GSS.

2. L'ANALISI DESCRITTIVA

Per meglio visualizzare la distribuzione di alcune delle variabili citate nella Tabella 1-3, propongo dei grafici e i relativi commenti:

- Da questo grafico emerge che la maggior parte delle persone nel campione a disposizione non si aggiorna sulle novità del settore automobilistico o al massimo lo fa nella media ogni 2-3 volte al mese e lo si denota dal fatto che la mediana si trova in corrispondenza del valore 1 (~ non mi aggiorno).

Q1: Ogni quanto ti aggiorni sulle novità del settore automobilistico

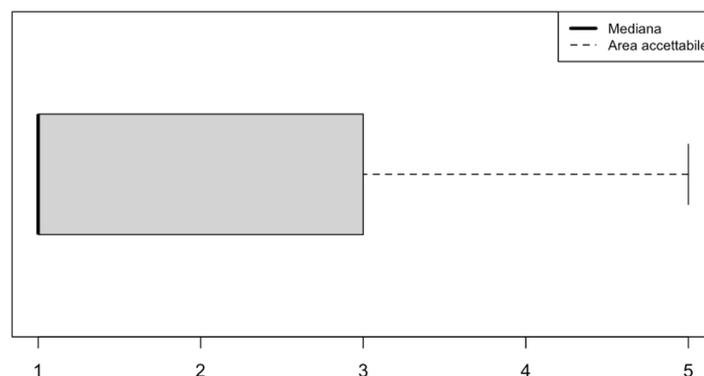


Grafico 3-3 Fonte Questionario Auto Elettrica. Boxplot Q1.

2. Salta subito all'occhio che la maggior parte degli individui esaminati possiede un'auto con motore a benzina o a diesel. Ritengo molto interessante il fatto che nel campione vi sia comunque un 5,8% che possiede un veicolo green (a dicembre 2020).

Q3: Quale tipo di alimentazione possiede la tua auto principale

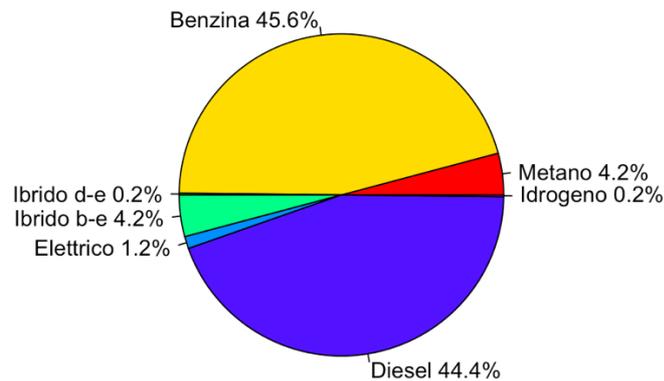


Grafico 4-3 Fonte Questionario Auto Elettrica. Grafico a torta Q2.

3. Da questo grafico emerge che mediamente le persone tendono a non acquistare un veicolo green a causa di aspetti tecnici: per la precisione autonomia limitata, mancanza di colonnine, tempi lunghi di ricarica e prezzo elevato (vd Appendice per un ulteriore approfondimento).

Q6: Motivi del mancato acquisto

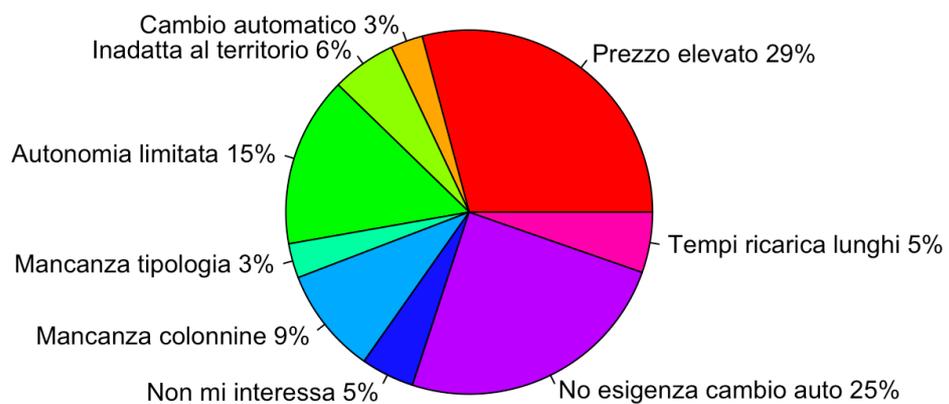


Grafico 5-3 Fonte Questionario Auto Elettrica. Grafico a torta Q6.

4. La maggior parte del campione appartiene alla fascia di età 18-25, infatti la mediana cade esattamente nella fascia 36-45 (lo si evidenzia meglio nel boxplot in Appendice in corrispondenza del valore 4).

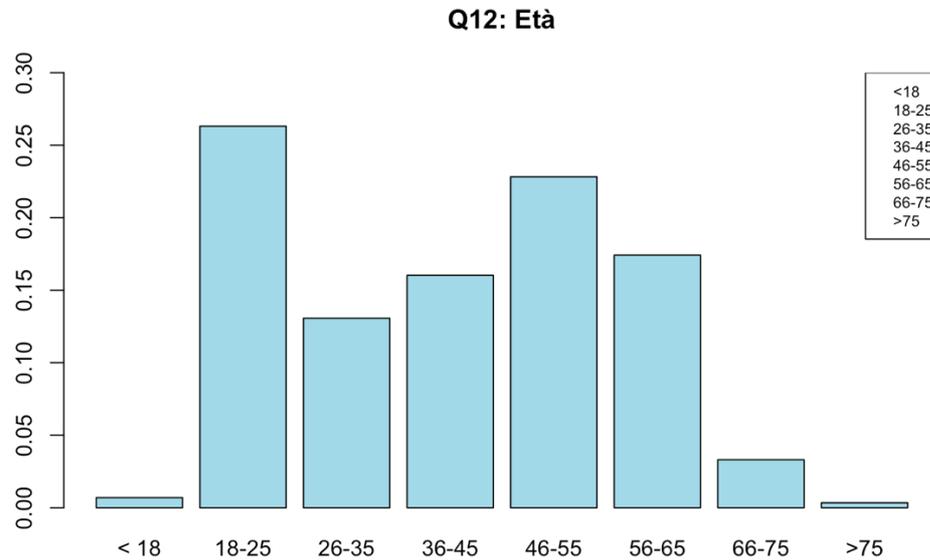


Grafico 6-3 Fonte Auto Elettrica. Grafico a barre Q12.

5. Da questo grafico emerge che il campione esaminato è composto dal 51% di femmine (293) e dal 49% di maschi (281), quindi tale dato è distribuito equamente.



Grafico 7-3 Fonte Questionario Auto Elettrica. Grafico a barre Q13.

6. Chiaramente, da questo grafico emerge che la maggior parte delle persone esaminate non ha mai lavorato nel settore automobilistico.

Q19: Lavoro nel settore automobilistico

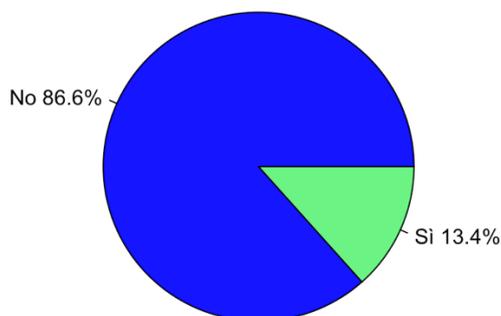


Grafico 8-3 Fonte Questionario Auto Elettrica. Grafico a torta Q19.

A seguire, propongo dei grafici e delle tabelle che mostreranno alcune tendenze che si evidenziano all'interno del campione analizzato.

Dalla tabella sottostante si evidenzia come il Green Spirit Score varia di molto a seconda della fascia di età e della tipologia di indice che si considera. Il GSST, l'indice generico, parte da un valore alto per i giovani e continua calando con l'aumentare dell'età. Il GSS1, l'indice delle azioni di fatto, invece, ha una tendenza a U, ovvero ha valori alti sui giovani poi cala nella fascia intermedia tra i 36-45 per poi risalire di poco nelle fasce successive e nuovamente tende a diminuire dai 66 anni in su. Il GSS2, l'indice della opinione personale, ha un valore pressoché costante lungo tutte le fasce d'età.

Età	GSST	GSS1	GSS2
Inferiore a 18	0,635	0,517	0,813
18 - 25	0,622	0,486	0,826
26 - 35	0,589	0,430	0,827
36 - 45	0,554	0,380	0,814
46 - 55	0,578	0,427	0,805
56 - 65	0,575	0,423	0,803
66 - 75	0,572	0,407	0,818
Superiore a 75	0,430	0,200	0,775
Media complessiva	0,569	0,409	0,810

Tabella 4-3 Fonte Auto Elettrica. Tabella GSS - Età.

Il grafico a barre seguente mostra come il Green Spirit Score si distribuisce tra le femmine ed i maschi. Si denota come mediamente le femmine abbiano sia nel generale che nel particolare una maggiore propensione al green rispetto ai maschi. Anche qua vi è una evidente discrepanza tra GSS1 e GSS2.

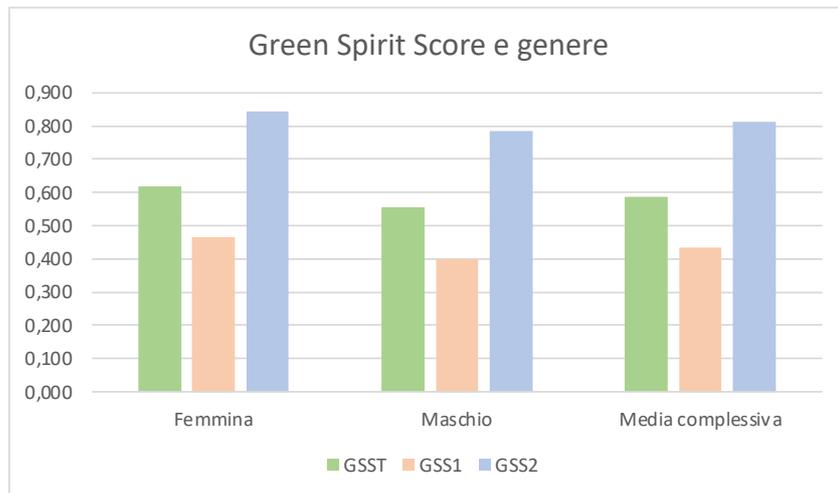


Grafico 9-3 Fonte Questionario Auto Elettrica. Grafico Green Spirit Score - Genere.

Come si può notare, il grafico sottostante indaga il Green Spirit Score associato al titolo di studio. Ciò che emerge per tutti e tre gli indici è lo stesso andamento, evidenziato dalla linea nera tratteggiata. Nello specifico si osserva che chi ha almeno il diploma di maturità o una laurea di I o II livello ha valori più elevati di green. Inoltre, come già è emerso nelle analisi sopra, si tende ad avere una maggiore sensibilità ambientale nell'opinione personale che non nelle azioni.

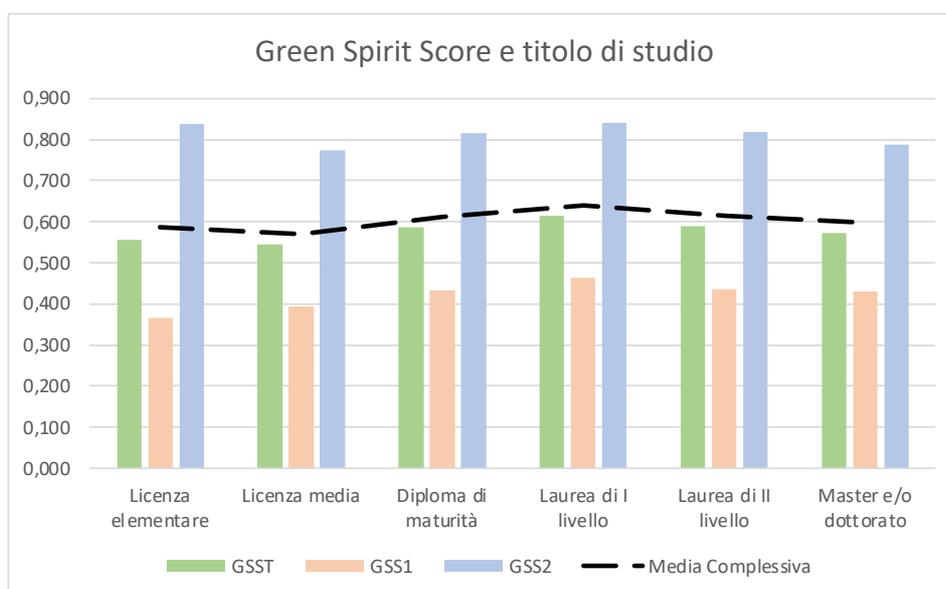


Grafico 10-3 Fonte Questionario Auto Elettrica. Grafico Green Spirit Score – Titolo di studio.

Nella tabella seguente si è rapportato il GSST con quanto si ritiene che l'auto rappresenti uno status symbol e se si lavora nel settore automobilistico. È emerso che il GSST è più basso tra chi lavora nel settore rispetto a chi non ci lavora. Molto interessante è anche che i lavoratori all'interno di questa industria, difficilmente ritengono che l'auto rappresenti uno status symbol. Le stesse tendenze emergono anche con il GSS1 e il GSS2 (vd Appendice per ulteriori approfondimenti).

GSST Auto Status Symbol	Lavoro nel settore automobilistico		Media complessiva
	No	Si	
Completamente d'accordo	0,607	0,476	0,541
Abbastanza d'accordo	0,579	0,497	0,538
Né d'accordo né in disaccordo	0,587	0,523	0,555
Abbastanza in disaccordo	0,606	0,575	0,591
Completamente in disaccordo	0,623	0,525	0,574
Media complessiva	0,600	0,519	

Tabella 5-3 Fonte Auto Elettrica. Tabella GSS – Auto Status Symbol e Lavoro nel settore automobilistico.

3. L'ANALISI MULTIVARIATA

In quest'ultimo paragrafo, presenterò dei modelli predittivi che andranno a rilevare delle regolarità nei valori ed eventuali loro andamenti. All'interno delle tabelle si troveranno dei dati abbinati a dei simboli, i quali indicano la significatività dei dati stessi, ovvero la probabilità che quel dato sia dovuto dal caso:

- '***' c'è una probabilità;
- '**' c'è una probabilità dell'1% che sia dovuto dal caso – ha una significatività del 99%;
- '*' c'è una probabilità del 5% che sia dovuto dal caso – ha una significatività del 95%;
- '+' c'è una probabilità del 10% che sia dovuto dal caso; quindi, ha una significatività del 90%;
- se non c'è alcun simbolo, non vi è relazione statistica significativa;

I modelli riassunti nelle tabelle sottostanti sono delle regressioni lineari costruiti secondo questa formula:

$$Y = \alpha + \beta_j x_i + \varepsilon$$

dove $Y = Q3$ e le X_i sono Q6P, GSS2, Q24, Q13, Q12.f, Q14.f.

In parole semplici, Y è la variabile dipendente ovvero la variabile risposta, mentre le X_i sono le variabili indipendenti ossia le variabili esplicative.

In particolare, le variabili del sesso, età e titolo di studio sono le cosiddette variabili di controllo, cioè variabili che non sono oggetto principale d'analisi (ed è per questo motivo che nelle tabelle sono rappresentate da delle \checkmark).

Modelli con variabile dipendente Q3: Quale tipo di alimentazione possiede la tua auto

	Modello 1	Modello 2	Modello 3	Modello 4	Modello 5	Modello 6
Intercetta	2,726***	2,374***	2,458***	2,598***	2,854***	2,705***
Q6P: Motivi del mancato acquisto EV	-1,445***	-1,434***	-1,437***	-1,413***	-1,469***	-1,535***
GSS2		0,430+	0,566*	0,503+	0,509+	0,476+
Q24: Motivo di eventuale acquisto EV			-0,080	-0,093+	-0,121*	-0,120*
Q13: Sesso				\checkmark	\checkmark	\checkmark
Q12.f: Età					\checkmark	\checkmark
Q14.f: Titolo di studio						\checkmark

Tabella 6-3 Fonte Auto Elettrica. Modelli da 1 a 6.

In questa prima tabella si nota come i motivi del mancato acquisto di un veicolo green rimangano sempre significativi e quindi spiegano molto bene i modelli, mentre il Green Spirit Score 2 non rappresenta un fattore determinante. La particolarità del motivo di un eventuale acquisto di un EV si identifica in un miglioramento della significatività all'aumentare dei controlli.

In sostanza, il Modello 6 fa una previsione abbastanza buona su che tipo di alimentazione di auto è posseduta dal campione, utilizzando come fattori esplicativi il mancato acquisto di un EV, il GSS2 e il motivo dell'eventuale acquisto di un EV.

Modelli con variabile dipendente Q3: Quale tipo di alimentazione possiede la tua auto

	Modello 7	Modello 7.1	Modello 8	Modello 8.1	Modello 9	Modello 9.1	Modello 10	Modello 10.1
Intercetta	2,726***	2,827***	2,236***	2,524***	2,702***	3,038***	2,458***	2,705***
Q6P: Motivi del mancato acquisto EV	-1,445***	-1,544***					1,437***	-1,535***
GSS2			0,448+	0,303			0,566*	0,476+
Q24: Motivo di eventuale acquisto EV					-0,041	-0,092+	-0,080	-0,120*
Q13: Sesso		√		√		√		√
Q12.f: Età		√		√		√		√
Q14.f: Titolo di studio		√		√		√		√

Tabella 7-3 Fonte Auto Elettrica. Modelli da 7 a 10.1.

In quest'altra tabella, invece, considerando le stesse variabili, ho costruito dei modelli che stimano i valori di una variabile alla volta e poi la stessa insieme ai controlli. Nei modelli 10 e 10.1 vi sono tutte le variabili insieme senza e poi con i controlli.

Nei modelli 7 e 7.1, si evidenzia come la significatività del mancato acquisto diminuisce con i controlli, mentre nei modelli 8 e 8.1 il GSS2 diminuisce, anzi perde quel poco di significatività. Nei modelli 9 e 9.1 il motivo dell'eventuale acquisto aumenta di significatività coi controlli.

In breve, il modello 7.1 è ottimale per spiegare il tipo di auto posseduta tramite i motivi del mancato acquisto di un EV; mentre i modelli 8 e 9 non rappresentano una buona previsione per spiegare l'auto posseduta. Tuttavia, come risultava già nella tabella 6-3, nei modelli 10

e 10.1 si evidenzia come le variabili prese tutte assieme senza e soprattutto con i controlli migliorano le rispettive significatività e quindi rendono i modelli stessi abbastanza buoni.

In conclusione, grazie alle analisi effettuate si può dedurre la tipologia di veicolo posseduta da un individuo (se benzina, diesel, ibrido o elettrico) a seconda di alcune sue caratteristiche quali i motivi che lo spingono a non acquistare un'auto ibrida o elettrica, i motivi che eventualmente lo spingerebbero ad acquistare un veicolo "verde" e il Green Spirit Score 2 (l'indice dell'opinione personale sulle tematiche ambientali).

CAPITOLO 4: SFIDA ACCETTATA?

1. LA VALLE D'AOSTA

A partire dal 2013 la Regione Autonoma della Valle d'Aosta, cofinanziata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, si è impegnata nell'attuazione del Progetto E.VdA, che consiste nella realizzazione di una vera e propria rete di ricarica, tra le principali a livello nazionale in termini di densità dei punti di ricarica.

Grazie a tale progetto sono state installate 35 colonnine di ricarica lungo tutta la via principale che attraversa la regione (11 solo nella città di Aosta), nelle vallate laterali di maggior rilievo turistico e nelle zone di confine con l'estero.

Tutte queste colonnine sono costituite da due prese Type 2, ad eccezione di cinque che hanno anche il Tipo 3A per i motocicli e i quadricicli leggeri elettrici.

Questo servizio³⁴ prevede tre differenti modalità di pagamento:

1. tramite App, con la possibilità di prenotare la ricarica e attivare/disattivare il servizio;
2. tramite SMS, il cui costo ammonta a 2,50€ per ogni ora di ricarica effettuata;
3. tramite carta prepagata ricaricabile con Paypal (consegnata a casa con corriere nelle 24h successive dalla richiesta), dove il servizio permette di
 - (a) avere un costo forfettario mensile di 30€ (IVA inclusa) con tetto massimo di 1.880kWh erogati;
 - (b) avere un costo calcolato sul consumo di energia di circa 0,32 euro/kWh.

L'appalto è stato aggiudicato alla società Duferco Energia S.p.a. di Genova, la quale si è occupata dell'installazione e della relativa manutenzione per la durata di tre anni (luglio 2017 – giugno 2020).³⁵

³⁴ Disponibile su <https://www.lovevda.it/it/banca-dati/4/distributori-carburante/saint-vincent/colonnina-per-la-ricarica-dei-veicoli-elettrici/6584> [Data di accesso: 30/11/2021]

³⁵ Disponibile su https://www.regione.vda.it/energia/mobilita_elettrica/colonnine_di_ricarica_bando_evda_i.aspx [Data di accesso: 30/11/2021]

La Regione Valle d'Aosta prevede alcuni vantaggi per i possessori di un veicolo elettrico quali l'esenzione per 5 anni dal pagamento della tassa di circolazione (negli anni successivi l'importo annuale sarà ridotto del 75%) ed in particolare nel Comune di Aosta il parcheggio per questi veicoli è gratuito nelle zone blu e sono esentati dal pagamento delle tariffe per gli accessi nelle ZTL.³⁶

La Giunta Regionale il 21/04/2020 ha deliberato l'approvazione del Progetto E.VdA2, nonché la prosecuzione di quanto sopra esposto: si sono quindi installate tre nuove colonnine fast-charge e si è affidata ad una nuova gestione la manutenzione delle due colonnine di proprietà comunale a suo tempo realizzate nel progetto City-Porto Aosta. Una di queste è stata collocata nel centro città (in via Piave) ed inserita nella rete di ricarica regionale con la finalità di uniformare il servizio su tutto il territorio valdostano: il cofinanziamento è ammontato a 75 mila euro.³⁷

Inoltre, un grande passo verso una mobilità più pulita è stato condotto da CVA Energie S.r.l. (società controllata al 100% da CVA S.p.a.) che offre servizi di vendita di energia "pulita, rinnovabile e sostenibile" – per utilizzare alcuni termini del loro slogan.

Questa società, negli ultimi mesi, non solo si è impegnata nell'installazione di quattro colonnine a ricarica rapida per le E-bike, ma anche nell'attivazione e posa di nuove colonnine di ricarica per i veicoli elettrici: tali parchi sono riforniti totalmente da energia 100% rinnovabile prodotta dagli impianti del Gruppo CVA e sono distribuiti su tutto il territorio valdostano (da Gressoney-Saint-Jean a Courmayeur, passando per la valle centrale a quelle laterali come Valtournenche e Rhêmes-Notre-Dame ed infine quelle di confine come la valle del Gran San Bernardo e La Thuile).

Attualmente, di proprietà della CVA, si contano 33 colonnine di cui 3 fast-charge: tra queste si trovano sia quelle dotate di prese Type 2 che le CHAdeMO e CCS. Un'altra loro particolarità consiste nel sopportare delle temperature comprese tra i -30°C di minima e

³⁶ Disponibile su <https://mobility.dufercoenergia.com/Vda> [Data di accesso: 30/11/2021]

³⁷ Disponibile su <https://www.aostainforma.it/www/index.php/ita/articolo/9/2121/notizie-dalla-giunta---21-aprile-2020> [Data di accesso: 30/11/2021]

+55°C di massima, garantendo così una miglior operatività d’esercizio. Per quanto riguarda il pagamento del servizio la società si appoggia all’App di Be Charge.³⁸

Tra le colonnine di ricarica attualmente presenti sul territorio valdostano, se ne contano 113 appartenenti a Enel X (società del Gruppo Enel), di cui la maggior parte detiene prese Type 2 e la restante tra le CHAdeMO e CCS.

All’autoporto di Aosta, inoltre, c’è un parco dedicato firmato Tesla Motors che per circa tre anni (dal 2015 al 2018) è stata la stazione di ricarica più grande d’Europa con 14 supercharger: “È una zona strategica fondamentale per gli utenti, che potranno facilmente ricaricare l’auto per affrontare lunghi viaggi verso l’Italia, ma anche Francia e Svizzera”, questo è quanto stato dichiarato all’inaugurazione del parco da Khobi Brooklyn, direttore della Global Communications di Tesla Motors.

I residenti in Valle d’Aosta, infatti, risultano avere un forte Green Spirit e in particolare la popolazione femminile. Questo dato è emerso dall’analisi che ho condotto tramite il questionario sull’auto elettrica, al quale hanno risposto ben 215 valdostani su un totale di 574.

Nel grafico sottostante, riporto l’andamento medio del Green Spirit Score suddiviso per fascia di età e genere: la particolarità che si osserva è che la popolazione maschile tende ad avere valori molto elevati agli estremi (inferiore ai 18 anni e 66-75 anni), mentre le femmine presentano valori più o meno costanti. In generale, l’andamento segue una forma a V, ossia valori maggiori agli estremi e valori inferiori al centro.

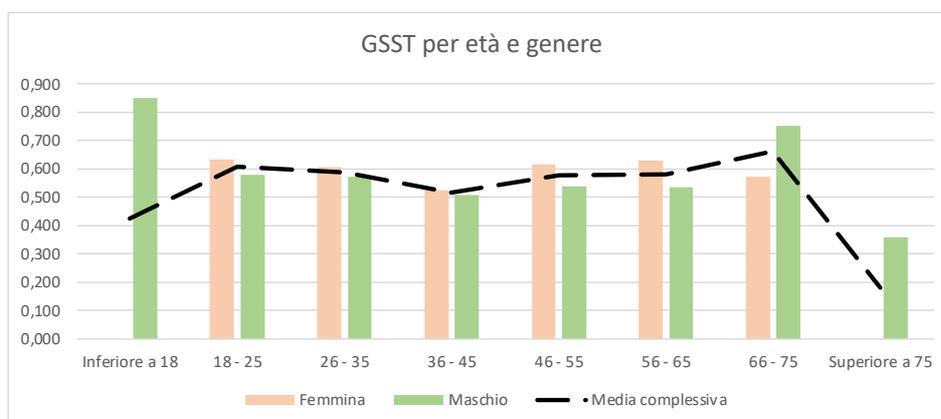


Grafico 1-4 Questionario Auto Elettrica. GSST - Età e Genere.

³⁸ Disponibile su <https://www.cvaenergie.it/blog/e-mobility?nid=1245> [Data di accesso: 30/11/2021]

Ora riporto qualche informazione (sempre tratta dalla mia analisi sull'auto elettrica) in merito ai motivi del mancato acquisto di un veicolo green da parte della popolazione valdostana.

Dal grafico 2-4 emerge che sono gli aspetti tecnici (rappresentati dai valori sull'asse delle ordinate che tendono al valore 1) a prevalere: prezzo elevato, autonomia limitata, tempi lunghi di ricarica e mancanza di colonnine. Soprattutto è il genere maschile a riscontrare questi limiti e dalla linea nera tratteggiata si nota come questi aspetti si accentuino nelle fasce d'età comprese tra i 46 ed i 65 anni per entrambi i sessi. È interessante notare come i giovani fino ai 45 anni, invece, abbiano molte meno riserve su tali aspetti.

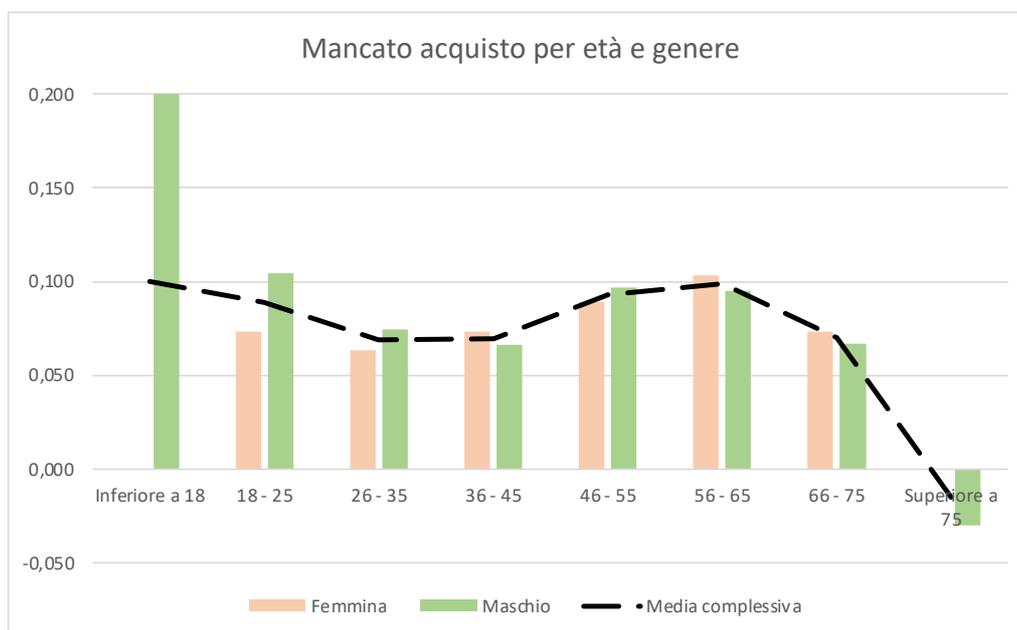


Grafico 2-4 Questionario Auto Elettrica. Mancato acquisto per età e genere.

Questa tendenza ad avere maggiore attenzione alle tematiche ambientali da parte delle valdostane si rispecchia anche nella tipologia di auto posseduta: infatti, per un totale di 123 residenti in Valle d'Aosta, che possiedono un'auto ibrida o elettrica, 78 sono di proprietà delle donne, ovvero il 63,41%. Altro aspetto, che ritengo sia molto importante da evidenziare, è proprio la quantità di veicoli green che circolano in questa regione, nonostante gli aspetti tecnici sopra citati: su 215 intervistati 123 hanno un'auto verde, ossia il 57,21%, anche se il 6,98% ritiene che le auto verdi siano inadatte alle aree montane (dato a dicembre 2020).

Nel complesso, si deduce che la Valle d'Aosta ed anche i suoi residenti siano pronti ad affrontare la sfida del 2035: attualmente la rete di colonnine di ricarica è ben distribuita su tutto il territorio e si possono trovare le tipologie di prese più diffuse, comprese le fast charge. Altro aspetto positivo è dato dal comportamento della popolazione valdostana: alcuni cittadini hanno già investito in un veicolo verde ed i giovani (che rappresentano il futuro) non trovano troppo limitanti gli aspetti tecnici relativi alle auto ibride o elettriche. La Valle d'Aosta, dunque, dimostra di essere un territorio dal forte Green Spirit e decisamente proiettata nel futuro.

2. CONCLUSIONI

Un Green New Deal globale porterebbe non solo ad un miglioramento della qualità dell'aria (evitando molte malattie respiratorie legate ai particolati atmosferici e alle polveri sottili), ma risolverebbe molti problemi come il cambiamento climatico (per la sovrabbondanza di gas ad effetto serra nell'atmosfera).³⁹ In questo programma si potrebbero includere il risparmio ed il riciclo di particolari sostanze come i metalli preziosi ed alcune tipologie di minerali, ormai sempre più utilizzate per la produzione di pannelli solari, turbine eoliche e batterie.

Come è già stato fatto presente nei precedenti capitoli, il settore dell'automobile oggi è in piena rivoluzione.

Per quanto riguarda l'Unione Europea, l'industria dell'automotive si sta adoperando per rispettare le normative di "breve" termine e per adeguare i processi dell'industria stessa; tuttavia, la situazione attuale non è delle migliori.

Al momento componenti fondamentali per la costruzione di batterie per le auto (e non solo) scarseggiano e questo sta bloccando la produzione, provocando la chiusura di molte fabbriche.

³⁹ N. Chomsky, R. Pollin (2020) *Climate crisis and the global Green New Deal. The political economy of saving the planet*. Verso. ISBN: 9781788739870

I prezzi delle EV sono elevati, rendendo questo prodotto assolutamente non competitivo rispetto alle motorizzazioni tradizionali e rimanendo quindi un prodotto solo per persone con reddito alto.

Un problema non indifferente è legato alle infrastrutture che circondano questo mercato, come le stazioni di ricarica: l'Europa al momento non è ben collegata né a livello transfrontaliero né a livello nazionale. L'Italia, in particolare, non ha stazioni sufficienti lungo le autostrade e soprattutto scarseggiano quelle con *fast charge*.

Il limite più grande, però, è attualmente rappresentato dalle batterie per le auto: queste sono costruite con metalli pesanti e sostanze chimiche molto tossiche e che una volta esauste devono essere stoccate in centri appositi. Inoltre, presentano autonomie limitate.

Insomma, saremo pronti per il 2035?

A mio parere, guardando la situazione attuale non lo siamo.

I costi risultano essere più alti dei benefici:

- a) i consumatori devono adeguarsi ad una nuova tipologia di guida e di viaggio che attualmente non dà garanzie (se non si pianifica tappa per tappa, si rischia di rimanere a piedi);
- b) a livello sociale, ci sono disordini e scioperi generali per la chiusura delle fabbriche;
- c) lo sfruttamento minorile nelle miniere per l'estrazione dei metalli e dei minerali utili per la costruzione delle batterie è un altro costo sociale non indifferente;
- d) la richiesta di energia elettrica aumenterà, e come verrà prodotta?

Da fonti rinnovabili non c'è da porsi il problema. Tuttavia, attualmente in programma, si vedranno nascere nuove centrali nucleari e centrali a carbone per soddisfare la domanda: questo significa che le emissioni di CO₂ o la produzione di altri inquinanti non diminuiranno, anzi si sposterà soltanto il problema sul settore energetico⁴⁰;

- e) altro aspetto legato all'industria dell'energia è l'implementazione delle linee elettriche, le quali avranno necessità di passare cavi ad alta tensione. Queste

⁴⁰ F. Li, S. Kanemitsu, J. Zhang (2019) *From vehicles to grid to electric vehicles to green grid. Many a little makes a miracle*. World Scientific Publishing Company. ISBN: 9789811206986

dovranno sopportare picchi senza peggiorare la qualità di flusso energetico ed evitare black-out generali;

- f) la maggior richiesta di energia elettrica porterà conseguentemente ad un aumento dei prezzi.

Dopo aver analizzato tutti gli aspetti inerenti al cambiamento previsto per il 2035, ritengo che la nostra società non sia pronta per questo cambio di paradigma, né da parte dei consumatori né da parte delle infrastrutture.

Anzi, concludo ponendo un'ulteriore domanda: per vincere tale sfida, saremo davvero economicamente e soprattutto socialmente disposti a sostenere tutti questi costi?

BIBLIOGRAFIA

Al Volante (2021) Anno 23 N°9 settembre 2021. Unimedia S.r.l.

Al Volante (2021) Anno 23 N°10 ottobre 2021. Unimedia S.r.l.

ANFIA (2020) *L'industria automotive mondiale nel 2019 e trend 2020*. Area studi e statistiche di ANFIA. Disponibile su

https://www.anfia.it/data/portaleanfia/comunicazione_eventi/comunicati_stampa/2020/Industria_automotive_mondiale_nel_2019_e_trend_2020.pdf [Data di accesso: 27/10/2021]

L. Ashok-Kumar, S. Albert-Alexander (2020) *Power Converters for Electric Vehicles*. 1° ed. CRC Press. ISBN: 9781000337532

C. Canali (2021) *Vendita auto, ibride ed elettriche superano per la prima volta le diesel*. Il Sole 24 ore. Disponibile su <https://www.ilsole24ore.com/art/vendite-auto-ibride-ed-elettriche-superano-la-prima-volta-diesel-AEttull> [Data di accesso: 27/10/2021]

N. Chomsky, R. Pollin (2020) *Climate crisi and the glogal Green New Deal. The political economy of saving the planet*. Verso. ISBN: 9781788739870

Commissione Europea (2021) *Green Deal europeo: La Commissione propone di trasformare l'economia e la società dell'UE al fine di concretizzare le ambizioni in materia di clima*. Disponibile su

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/ip_21_3541 [Data di accesso: 27/10/2021]

Commissione Europea (2021) *Regolamento del parlamento europeo e del consiglio sulla realizzazione di un'infrastruttura per i combustibili alternativi, che abroga la direttiva*

2014/94/UE del Parlamento europeo e del Consiglio. Disponibile su <https://data.consilium.europa.eu/> [Data di accesso: 27/10/2021]

Corte dei Conti Europea (2021) *Infrastrutture per la ricarica dei veicoli elettrici: vi sono più stazioni di ricarica, ma la loro diffusione non uniforme rende complicato viaggiare nell'UE*. Disponibile su <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/electrical-recharging-5-2021/en/> [Data di accesso: 27/10/2021]

C. Cucciatti (2021) *Mercato dell'auto, a settembre risalgono le immatricolazioni. Crollo per le macchine a benzina*. La Repubblica. Disponibile su https://www.repubblica.it/economia/rapporti/energitalia/rilevazione-mensile/2021/10/05/news/immatricolazioni_auto_settembre_2021-320697502/ [Data di accesso: 27/10/ 2021]

E-mobility (2018) *Mobilità elettrica: il vademecum essenziale*. E-mobility. Disponibile su http://e-mobility.provincia.brescia.it/wp-content/uploads/2017/10/vademecum-e_mob_2018.pdf [Data di accesso: 27/10/2021]

Energy & Strategy (2021) *Renewable Energy Report 2021*. Politecnico di Milano Dipartimento di Ingegneria Gestionale. Disponibile su <https://www.energystrategy.it/> [Data di accesso: 27/10/2021]

EY, cdp, Luiss Business School (2020) *Settore Automotive e Covid-19. Scenario, impatti e prospettive*. Disponibile su https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/it_it/generic/generic-content/ey-settore-automotive-e-covid-19.pdf [Data di accesso: 27/10/2021]

T. Gavi (2021) *Ecobonus auto 2021, gli incentivi nella conversione del D.L. Sostegni bis*. Informazione Fiscale. Disponibile su <https://www.informazionefiscale.it/ecobonus-auto-2021-incentivi-conversione-decreto-Sostegni-bis> [Data di accesso: 27/10/2021]

U. D. Grebe et al. (2020) *Challenges for future automotive mobility*. Springer Nature Switzerland AG

M.K. Hidrue, G.R. Parsons, W. Kempton, M.P. Gardeners (2011) *Willingness to pay for electric vehicles and their attributes*. Resource and Energy Economics – Elsevier B.V. Disponibile su <https://www1.udel.edu/V2G/resources/HidrueEtAl-Pay-EV-Attributes-correctedProof.pdf> [Data di accesso: 08/11/2021]

S. Levine (2021) *America isn't ready for the electric-vehicle revolution*. The New York Times. Disponibile su <https://www.nytimes.com/2021/11/10/opinion/electric-vehicle-climate-battery.html> [Data di accesso: 15/11/2021]

F. Li, S. Kanemitsu, J. Zhang (2019) *From vehicles to grid to electric vehicles to green grid. Many a little makes a miracle*. World Scientific Publishing Company. ISBN: 9789811206986

G. Mancini (2020) *Motore elettrico, come è fatto e come funziona sulle auto*. News auto. Disponibile su <https://www.newsauto.it/guide/motore-auto-elettrica-2020-251237/> [Data di accesso: 27/10/2021]

A.E. Migliozi (2021) *Ricarica auto elettriche: il punto sulle infrastrutture in Italia*. Money.it. Disponibile su <https://www.money.it/Ricarica-auto-elettriche-il-punto-sulle-infrastrutture-in-Italia> [Data di accesso: 09/11/2021]

M. Morichini (2021) *L'irresistibile ascesa dell'auto elettrica e la necessità di infrastrutture*. Motori – La Repubblica. Disponibile su https://www.repubblica.it/motori/sezioni/attualita/2021/03/25/news/elettrico_accenture_mobilita_-293757059/ [Data di accesso: 09/11/2021]

Redazione economia (2021) *Auto, l'Ecobonus non basta: immatricolazioni in calo*. Corriere della Sera. Disponibile su https://www.corriere.it/economia/consumi/21_settembre_02/auto-l-ecobonus-non-basta-immatricolazioni-calo-ad-agosto-273percento-00f71b1c-0bbe-11ec-a022-b610359699dd.shtml [Data di accesso: 27/10/2021]

J. Romanelli (2021) *Crisi auto, scarseggiano semiconduttori, ricambi e componenti elettronici*. News auto. Disponibile su <https://www.newsauto.it/notizie/crisi-micrichip-componenti-auto-ricambi-scarseggiano-introvabili-spiegazione-2021-327952/> [Data di accesso: 27/10/2021]

I. Scordato (2021) *Motori elettrici: come funzionano e quali sono le tipologie più comuni*. Electronics Design Master. Disponibile su <https://www.edmelectronics.eu/power/motori-elettrici-come-funzionano-e-quali-sono-le-tipologie-piu-comuni/> [Data di accesso: 27/10/2021]

H. Shareef, M.M. Islam, A. Mohamed (2016) *A review of the stage-of-the-art charging technologies, placement methodologies, and impacts of electric vehicles*. Renewable and Sustainable Energy Reviews - Elsevier Ltd. Disponibile su <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.06.033> [Data di accesso: 08/11/2021]

Treccani (2021) *Motore elettrico*. Treccani enciclopedia online. Disponibile su <https://www.treccani.it/enciclopedia/motore-elettrico/> [Data di accesso: 27/10/2021]

Unione Europea (2014) *Direttiva 2014/94/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 ottobre 2014 sulla realizzazione di un'infrastruttura per i combustibili alternativi*. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea. Disponibile su <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0094&from=BG> [Data di accesso: 27/10/2021]

UNRAE Book (2020) *Analisi del mercato autoveicoli in Italia*. XXI edizione. Centro studi e statistiche UNRAE. Disponibile su http://www.unrae.it/files/Book%20UNRAE%202020_6038d7a7636d9.pdf [Data di accesso: 27/10/2021]

Disponibile su <https://www.aostainforma.it/www/index.php/ita/articolo/9/2121/notizie-dalla-giunta---21-aprile-2020> [Data di accesso: 30/11/2021]

Disponibile su <https://www.cvaenergie.it/blog/e-mobility?nid=1245> [Data di accesso: 30/11/2021]

Disponibile su <https://www.federauto.eu/sezione-pubblica/dati-di-mercato/> [Data di accesso: 27/10/2021]

Disponibile su <https://mobility.dufercoenergia.com/Vda> [Data di accesso: 30/11/2021]

Disponibile su <https://www.lovevda.it/it/banca-dati/4/distributori-carburante/saint-vincent/colonnina-per-la-ricarica-dei-veicoli-elettrici/6584> [Data di accesso: 30/11/2021]

Disponibile su https://www.regione.vda.it/energia/mobilita_elettrica/colonnine_di_ricarica_bando_evd_a_i.aspx [Data di accesso: 30/11/2021]

APPENDICE

Database Questionario

Importo il database composto dalle risposte al questionario chiamato Auto_elettrica.

```
library(readxl)
Auto_elettrica <- read_excel("~/Desktop/Auto_elettrica.xlsx")
View(Auto_elettrica)
```

Dato che le risposte sono quasi tutte dei character, le ho trasformate in scale numeriche o in variabili dummy.

Per la domanda Q1: 1 = Non mi aggiorno; 2 = 1 volta ogni 2-3 mesi; 3 = 1 volta al mese; 4 = 1 volta la settimana; 5 = Più di due volte alla settimana;

```
Q1 <- Auto_elettrica$Q1
```

Per le domande Q2, Q22, Q8, Q17, Q18, Q9: 1 = Completamente in disaccordo; 2 = Abbastanza in disaccordo; 3 = Né d'accordo né in disaccordo; 4 = Abbastanza d'accordo; 5 = Completamente d'accordo

```
Q2 <- Auto_elettrica$Q2
Q22 <- Auto_elettrica$Q22
Q8 <- Auto_elettrica$Q8
Q17 <- Auto_elettrica$Q17
Q18 <- Auto_elettrica$Q18
Q9 <- Auto_elettrica$Q9
```

Per la domanda Q4: 1 = Sì; 0 = No

```
Q4 <- Auto_elettrica$Q4
```

Per la domanda Q3: 1 = Metano; 2 = Diesel; 3 = Benzina; 4 = Ibrido (diesel - elettrico); 5 = Ibrido (benzina - elettrico); 6 = Puro Elettrico; 7 = Combustione ad idrogeno

```
Q3 <- Auto_elettrica$Q3
```

Per la domanda Q24: 1 = Per avere una vettura tecnologicamente più avanzata; 2 = Per questioni di risparmio (Ecobonus, bollo auto, rifornimento carburante, ...); 3 = Per la salvaguardia dell'ambiente

```
Q24 <- Auto_elettrica$Q24
```

Per la domanda Q21: 0 = Sì, perché è più performante; 1 = Sì, perché posso risparmiare tra le convenzioni di ricarica elettrica ed i bassi consumi di carburante

```
Q21 <- Auto_elettrica$Q21
```

Per la domanda Q32: 1 = In un parcheggio dedicato in prossimità del mio luogo di lavoro; 2 = Nella mia abitazione; 3 = Nella mia abitazione attraverso un plug - in charger estensibile; 4 = Presso una stazione di ricarica

```
Q32 <- Auto_elettrica$Q32
```

Per la domanda Q33: 1 = Più di 6 ore; 2 = 5 - 6 ore; 3 = 4 - 5 ore; 4 = 3 - 4 ore; 5 = Meno di 3 ore

```
Q33 <- Auto_elettrica$Q33
```

Per la domanda Q6_1: 1 = Prezzo elevato

```
Q6_1 <- Auto_elettrica$Q6_1
```

Per la domanda Q6_2: 1 = Mancanza di colonnine di ricarica

```
Q6_2 <- Auto_elettrica$Q6_2
```

Per la domanda Q6_8: 1 = Tempi lunghi di ricarica

```
Q6_8 <- Auto_elettrica$Q6_8
```

Per la domanda Q6_3: 1 = Autonomia limitata

```
Q6_3 <- Auto_elettrica$Q6_3
```

Per la domanda Q6_7: 1 = Inadatta alla morfologia del territorio in cui vivo

```
Q6_7 <- Auto_elettrica$Q6_7
```

Per la domanda Q6_4: 1 = Non apprezzo il cambio automatico

```
Q6_4 <- Auto_elettrica$Q6_4
```

Per la domanda Q6_5: Mancanza di una tipologia di auto adatta alle mie esigenze (furgone, fuoristrada, pick-up, ...)

```
Q6_5 <- Auto_elettrica$Q6_5
```

Per la domanda Q6_6: 1 = Non ho ancora avuto l'esigenza di cambiare l'auto

```
Q6_6 <- Auto_elettrica$Q6_6
```

Per la domanda Q6_10: 1 = Non mi interessa

```
Q6_10 <- Auto_elettrica$Q6_10
```

Indice di sintesi

```
Q6P <- Auto_elettrica$Q6P
```

Per la domanda Q16: 1 = Città - periferia; 2 = Collina; 3 = Mare; 4 = Montagna; 5 = Pianura

```
Q16 <- Auto_elettrica$Q16
```

Per la domanda Q31: 1 = Auto; 2 = Mezzi pubblici (treno, tram, metro, autobus, ...); 3 = Altro (bicicletta, a piedi, monopattino, ...)

```
Q31 <- Auto_elettrica$Q31
```

Per la domanda Q10_1: 0 = No; 1 = Sì

```
Q10_1 <- Auto_elettrica$Q10_1
```

Per la domanda Q10_2: 1 = Auto elettrica

```
Q10_2 <- Auto_elettrica$Q10_2
```

Per la domanda Q10_3: 1 = Monopattino elettrico

```
Q10_3 <- Auto_elettrica$Q10_3
```

Per la domanda Q10_4: 1 = E-bike

```
Q10_4 <- Auto_elettrica$Q10_4
```

Per la domanda Q10_5: 1 = Hoverboard

```
Q10_5 <- Auto_elettrica$Q10_5
```

Per la domanda Q12: 1 = Inferiore a 18; 2 = 18 - 25; 3 = 26 - 35; 4 = 36 - 45; 5 = 46 - 55; 6 = 56 - 65; 7 = 66 - 75; 8 = Superiore a 75

```
Q12 <- Auto_elettrica$Q12
```

Per la domanda Q13: 0 = Femmina; 1 = Maschio

```
Q13 <- Auto_elettrica$Q13
```

Per la domanda Q14: 1 = Licenza elementare; 2 = Licenza media; 3 = Diploma di maturità; 4 = Laurea di I livello; 5 = Laurea di II livello; 6 = Master e/o dottorato

```
Q14 <- Auto_elettrica$Q14
```

Per la domanda Q15: 1 = Altro; 2 = Casalingo/a; 3 = Disoccupato/a; 4 = Lavoratore dipendente; 5 = Lavoratore indipendente; 6 = Pensionato/a; 7 = Studente

```
Q15 <- Auto_elettrica$Q15
```

Per la domanda Q19: 0 = No; 1 = Sì

```
Q19 <- Auto_elettrica$Q19
```

Per la domanda Q20: 1 = Abruzzo; 2 = Calabria; 3 = Campania; 4 = Emilia - Romagna; 5 = Estero; 6 = Friuli Venezia Giulia; 7 = Lazio; 8 = Liguria; 9 = Lombardia; 10 = Piemonte; 11 = Sicilia; 12 = Toscana; 13 = Umbria; 14 = Valle d'Aosta; 15 = Veneto

```
Q20 <- Auto_elettrica$Q20
```

Analisi delle singole domande

Utilizzo la funzione `summary` per avere un quadro generale sui dati a disposizione che applicherò alle domande Q1, Q2, Q22, Q8, Q17, Q18, Q9, Q33, Q12.

Q1: Ogni quanto ti aggiorni sulle novità del settore automobilistico?

```
summary(Auto_elettrica$Q1)
```

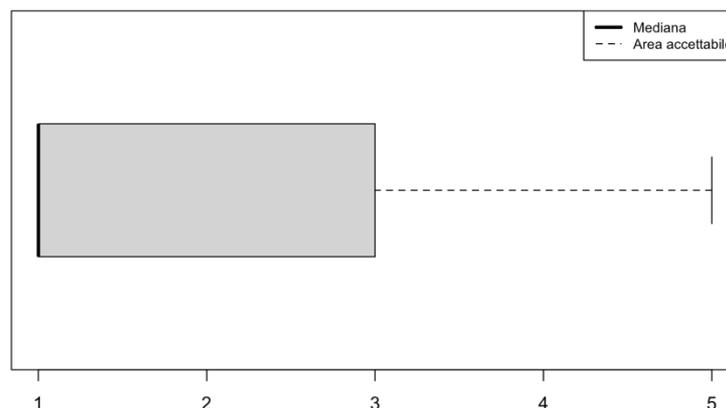
```
##      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.   Max.
##  1.000  1.000  1.000  1.993  3.000  5.000
```

Da questo `summary` emerge che la maggior parte delle persone nel campione a disposizione non si aggiorna o al massimo nella media lo fa ogni 2-3 volte al mese. Qui sotto riporto un istogramma con le frequenze per meglio visualizzare la distribuzione delle risposte.

Come grafico genero una rappresentazione della distribuzione che non presenta outlier.

```
boxplot(Q1, horizontal = T, main = "Q1: Ogni quanto ti aggiorni sulle novità del settore automobilistico", col = "lightgrey")
legend("topright", c("Mediana", "Area accettabile"), col = c("black", "black"), lwd = c(3, 1), lty = c(1, 2), cex = 0.75)
```

Q1: Ogni quanto ti aggiorni sulle novità del settore automobilistico



Q2: Quanto sei d'accordo con la seguente affermazione: L'automobile per me rappresenta uno status symbol.

```
summary(Auto_elettrica$Q2)
```

```
##      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.   Max.
##  1.00  2.00  3.00  2.73  4.00  5.00
```

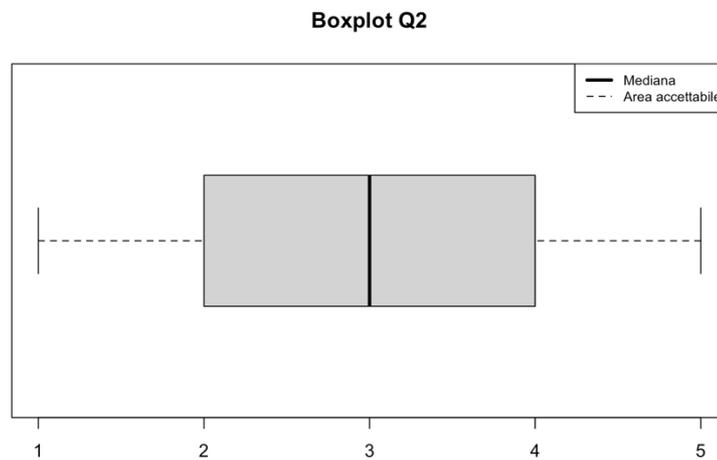
Da questo `summary` emerge che la maggior parte delle persone nel campione a disposizione tende a non essere né d'accordo né in disaccordo con l'affermazione di cui sopra.

Come grafico genero una rappresentazione della distribuzione che non evidenzia alcun outlier.

```

boxplot(Q2, horizontal = T, main = "Boxplot Q2", col = "lightgrey")
legend("topright", c("Mediana", "Area accettabile"), col = c("black", "black"), lwd = c(3, 1), lty = c(1, 2), cex = 0.75)

```



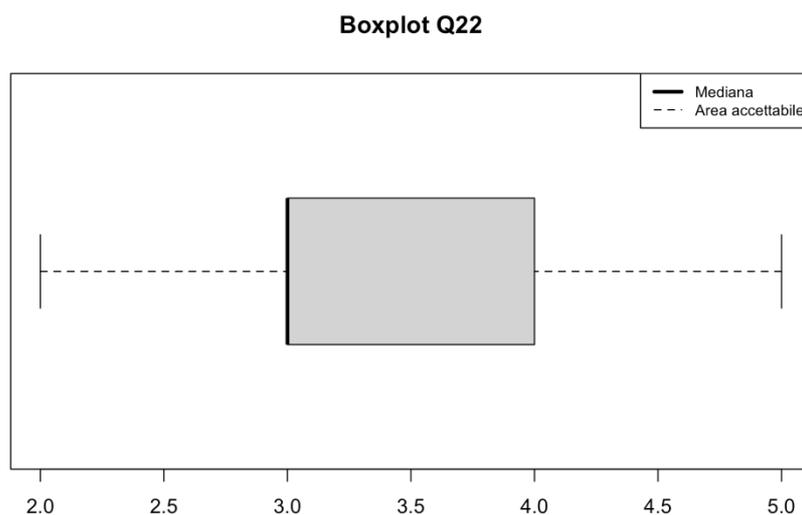
Q22: Quanto sei d'accordo con la seguente affermazione: Mi sento molto più sicuro alla guida di un'auto elettrica o ibrida.

```
summary(Auto_elettrica$Q22)
```

```
##      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.   Max.   NA's
##  2.000  3.000   3.000   3.375  4.000   5.000   542
```

Da questo summary emerge che la maggior parte delle persone nel campione a disposizione non è né d'accordo né in disaccordo con l'affermazione di cui sopra.

Dato che le risposte ricevute sono 33, la distribuzione è rappresentativa solo di questo campione. La mediana è pari a 3, osservabile nel boxplot in corrispondenza di tale valore.



Q8: Quanto sei d'accordo con la seguente affermazione: Se tutti utilizzassero l'auto ibrida o elettrica si ridurrebbero in modo significativo le emissioni di CO2.

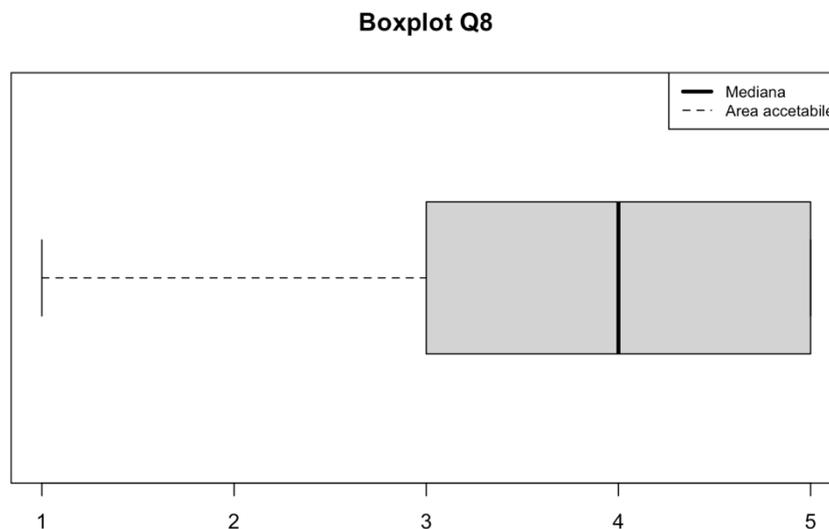
```
summary(Auto_elettrica$Q8)
```

```
##      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
##  1.000   3.000   4.000   3.768   5.000   5.000
```

Da questo summary emerge che la maggior parte delle persone nel campione a disposizione è abbastanza d'accordo con l'affermazione di cui sopra.

Come grafico genero una rappresentazione della distribuzione che non evidenzia alcun outlier.

```
boxplot(Q8, horizontal = T, main = "Boxplot Q8", col = "lightgrey")
legend("topright", c("Mediana", "Area accettabile"), col = c("black", "black"), lwd = c(3, 1), lty = c(1, 2), cex = 0.75)
```



Q17: Quanto sei d'accordo con la seguente affermazione: Se tutti utilizzassero l'auto ibrida o elettrica si ridurrebbe in modo significativo l'inquinamento acustico.

```
summary(Auto_elettrica$Q17)
```

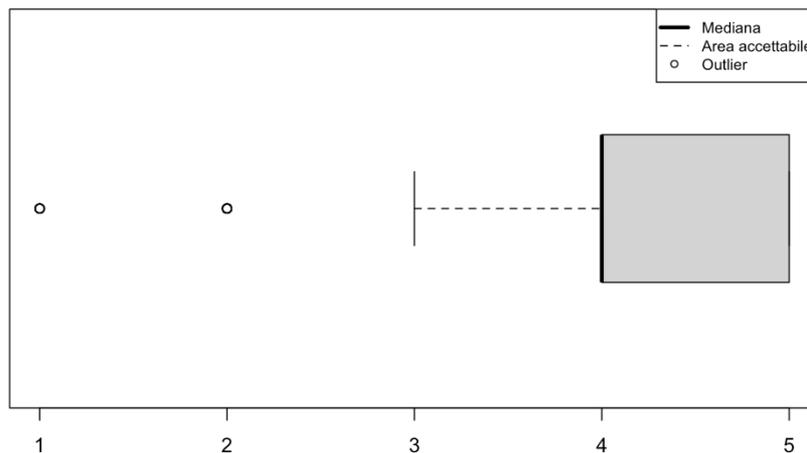
```
##      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
##  1.000   4.000   4.000   3.939   5.000   5.000
```

Da questo summary emerge che la maggior parte delle persone nel campione a disposizione è abbastanza d'accordo con l'affermazione di cui sopra.

Come grafico genero una rappresentazione della distribuzione che evidenzia due outlier.

```
boxplot(Q17, horizontal = T, main = "Boxplot Q17", col = "lightgrey")
legend("topright", c("Mediana", "Area accettabile", "Outlier"), col = c("black", "black", "black"), lwd = c(3, 1, NA), pch = c(NA, NA, 1), lty = c(1, 2), cex = 0.75)
```

Boxplot Q17



Q18: Quanto sei d'accordo con la seguente affermazione: Qualora acquistassi un veicolo ibrido o elettrico, avrei dei vantaggi significativi in termini economici (Ecobonus, bollo auto, carburante, spese di manutenzione, ...).

```
summary(Auto_elettrica$Q18)
```

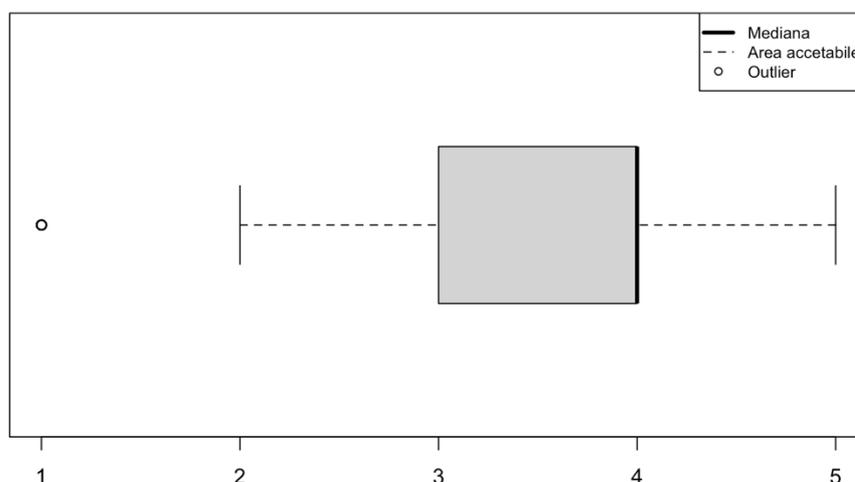
```
##      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
##      1.000  3.000   4.000   3.793  4.000   5.000
```

Da questo summary emerge che la maggior parte delle persone nel campione a disposizione è abbastanza d'accordo con l'affermazione di cui sopra.

Come grafico genero una rappresentazione della distribuzione che evidenzia un outlier.

```
boxplot(Q18, horizontal = T, main = "Boxplot Q18", col = "lightgrey")
legend("topright", c("Mediana", "Area accettabile", "Outlier"), col = c("black", "black"), lwd = c(3, 1, NA), pch = c(NA, NA, 1), lty = c(1, 2), cex = 0.75)
```

Boxplot Q18



Q9: Quanto sei d'accordo con la seguente affermazione: Il riscaldamento globale dovrebbe essere messo ai primi posti nelle agende dei governi.

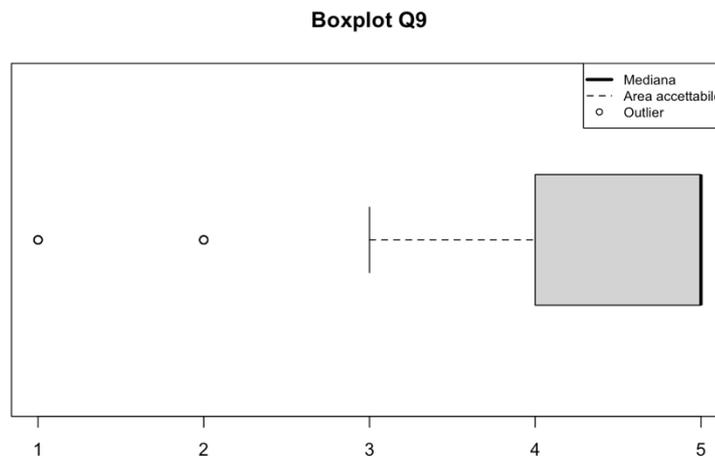
```
summary(Auto_elettrica$Q9)
```

```
##      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
##    1.000  4.000   5.000  4.472  5.000   5.000
```

Da questo summary emerge che la maggior parte delle persone nel campione a disposizione tende al completamente d'accordo con l'affermazione di cui sopra.

Come grafico genero una rappresentazione della distribuzione che evidenzia due outlier.

```
boxplot(Q9, horizontal = T, main = "Boxplot Q9", col = "lightgrey")
legend("topright", c("Mediana", "Area accettabile", "Outlier"), col = c(
"black", "black", "black"), lwd = c(3, 1, NA), pch = c(NA, NA, 1), lty =
c(1, 2, NA), cex = 0.75)
```



Q4: Hai mai guidato un'auto ibrida, elettrica o a combustione a idrogeno? A tale domanda si sono ottenute 176 risposte affermativo e lo si può osservare nel grafico che segue.

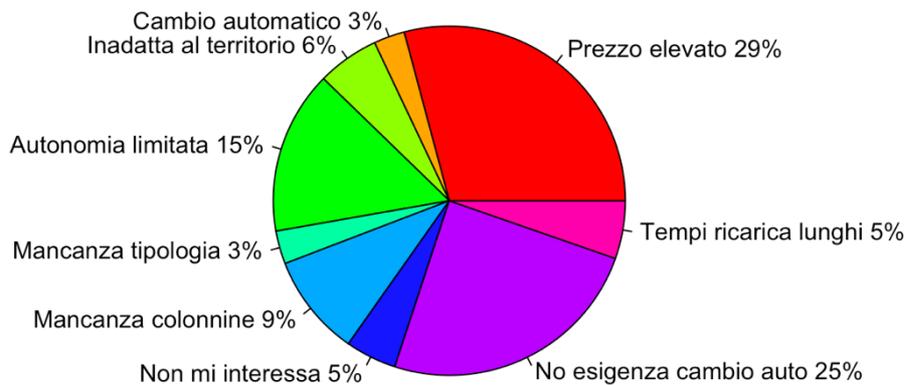
```
barplot(table(Q4), col="Lightblue", main = "Grafico Q4", names.arg = c("
No", "Si"), ylim = c(0, 450))
```



Q6: Perché non hai ancora acquistato un'auto ibrida o elettrica? A questa domanda era possibile dare un massimo di 3 risposte tra le seguenti: Prezzo elevato (Q6_1), Mancanza di colonnine di ricarica (Q6_2), Autonomia limitata (Q6_3), Non apprezzo il cambio automatico (Q6_4), Mancanza di una tipologia di auto adatta alle mie esigenze (furgone, fuoristrada, pick-up, ... - Q6_5), Non ho ancora avuto l'esigenza di cambiare l'auto (Q6_6), Inadatta alla morfologia del territorio in cui vivo (Q6_7), Tempi lunghi di ricarica(Q6_8), Non mi interessa (Q6_10). Nel seguente grafico, si osserva la distribuzione delle risposte.

```
Q6 <- read_excel("~/Desktop/Tesi/Q6.xlsx")
mQ6 <- Q6$XY
names(mQ6) <- Q6$XR
v6 <- c(266,26,52,138,28,86,43,225,49)
n6 <- c("Prezzo elevato","Cambio automatico","Inadatta al territorio","Autonomia limitata","Mancanza tipologia","Mancanza colonnine","Non mi interessa","No esigenza cambio auto","Tempi ricarica lunghi")
perc<- round(v6/sum(v6)*100)
n6 <- paste(n6, perc)
n6 <- paste(n6,"%",sep="")
pie(v6, labels = n6, col = rainbow(length(n6)),main="Q6: Motivi del mancato acquisto")
```

Q6: Motivi del mancato acquisto

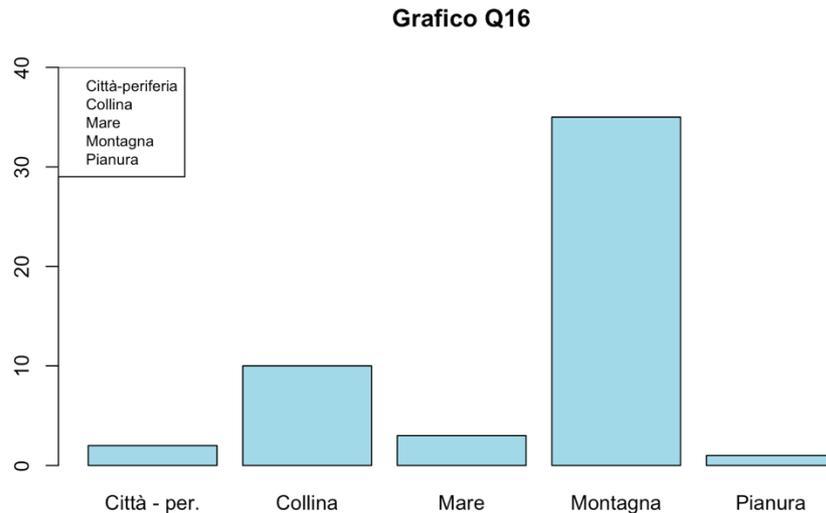


Si osserva che al primo posto si classifica il prezzo elevato (Q6_1), al secondo posto la mancata esigenza di cambiare l'auto (Q6_6) ed al terzo posto l'autonomia limitata (Q6_3).

La variabile Q6P è stata calcolata come una media ponderata tra le varie risposte ottenute: sono stati attribuiti dei valori tra -1 per le opinioni personali (come non mi interessa e non ho avuto l'esigenza di cambiare l'auto) e +1 per gli aspetti tecnici (come prezzo elevato e autonomia limitata) che sono stati sommati tra di loro e ponderati in base a quante opzioni erano state selezionate.

Q16: Se hai risposto alla precedente “inadatta alla morfologia del territorio in cui vivo”, specifica l’area in cui vivi. La scelta si suddivide in città-periferia, collina, mare, montagna, pianura.

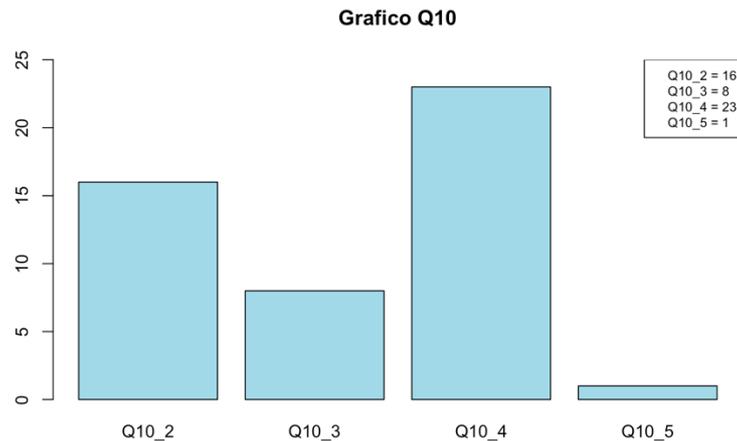
```
Q16 <- read_excel("~/Desktop/Tesi/Q16.xlsx")
mQ16 <- Q16$RY
names(mQ16) <- Q16$RX
barplot(mQ16, col="Lightblue", main = "Grafico Q16", ylim = c(0,40))
legend("topleft", c("Città-periferia", "Collina", "Mare", "Montagna", "Pianura"), cex = 0.75)
```



Sono state raccolte 52 risposte a tale domanda e si osserva che la maggior parte di queste vive in aree di montagna.

Q10: Hai usufruito di qualche incentivo statale per l’acquisto di uno dei seguenti veicoli green? Le risposte possibili erano le seguenti: No, Auto elettrica (Q10_2), Monopattino elettrico(Q10_3), E-bike (10_4), Hoverboard (10_5). Nel seguente grafico, si osserva la distribuzione delle risposte affermative (Sì): escludo i “No” per rendere più chiara la lettura del grafico stesso (529 No VS 48 Sì).

```
Q10 <- read_excel("~/Desktop/Tesi/Q10.xlsx")
mQ10 <- Q10$RY
names(mQ10) <- Q10$RX
barplot(mQ10, col="Lightblue", main = "Grafico Q10", ylim = c(0,25))
legend("topright", c("Q10_2 = 16", "Q10_3 = 8", "Q10_4 = 23", "Q10_5 = 1"), cex = 0.75)
```

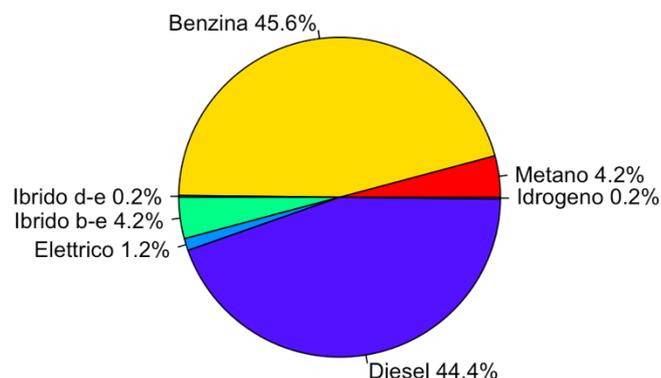


Si osserva che la maggior parte delle persone ha acquistato una E-bike (Q10_4), al secondo posto si classifica l'Auto elettrica (Q10_2) e a seguire il Monopattino elettrico (Q10_3) e l'Hoverboard (Q10_5).

Q3: Quale tipo di alimentazione possiede la tua auto principale? Le risposte possibili erano le seguenti: Metano, Diesel, Benzina, Ibrido (diesel - elettrico), Ibrido (benzina - elettrico), Puro Elettrico, Combustione ad idrogeno. Nel seguente grafico, si osserva la distribuzione delle risposte.

```
Q3 <- read_excel("~/Desktop/Tesi/Q3.xlsx")
mQ3 <- Q3$RY
names(mQ3) <- Q3$RX
vA <- c(24, 262, 1, 24,7, 255, 1)
nA <- c("Metano", "Benzina", "Ibrido d-e", "Ibrido b-e", "Elettrico", "Diesel", "Idrogeno")
perc <- round(vA/sum(vA)*100, 1)
nA <- paste(nA, perc)
nA <- paste(nA, "%", sep="")
pie(vA, labels = nA, col = rainbow(length(nA)), main="Q3: Quale tipo di alimentazione possiede la tua auto principale")
```

Q3: Quale tipo di alimentazione possiede la tua auto principale



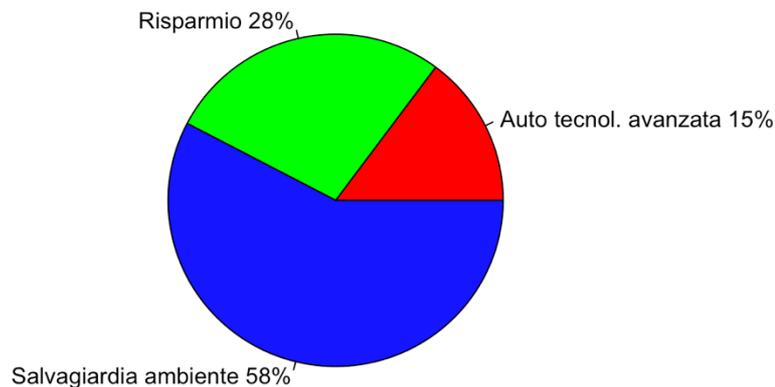
Q24: Per quali motivi hai scelto o nell'eventualità sceglieresti di comprare un'auto elettrica o ibrida? Qui di seguito riporto un grafico che mostra la distribuzione delle risposte ottenute.

```
Q24 <- read_excel("~/Desktop/Tesi/Q24.xlsx")
mQ24 <- Q24$XY
names(mQ24) <- Q24$XR

vS <- c(85, 158, 331)
nS <- c("Auto tecnol. avanzata", "Risparmio", "Salvaguardia ambiente")
perc <- round(vS/sum(vS)*100)
nS <- paste(nS, perc)
nS <- paste(nS, "%", sep="")
pie(vS, labels = nS, col = rainbow(length(nS)), main="Grafico a torta Q24")
```

Emerge che la maggior parte delle persone acquisterebbero un'auto ibrida o elettrica al fine di salvaguardare l'ambiente.

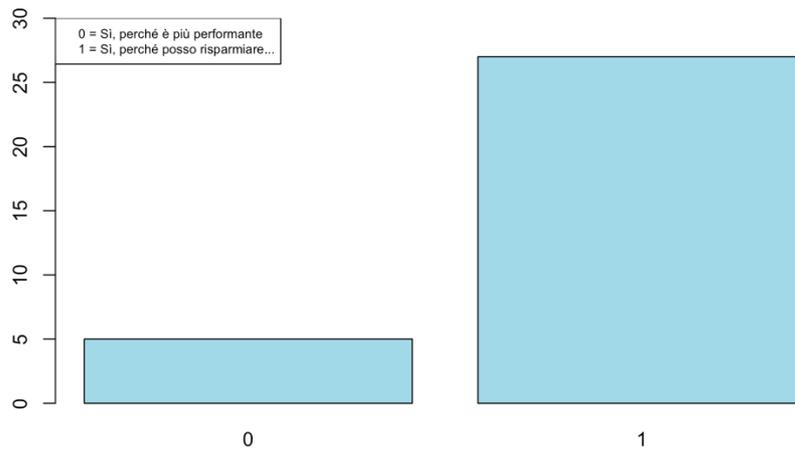
Grafico a torta Q24



Q21: Acquistaresti nuovamente una vettura ibrida? A questa domanda ha risposto un campione di 32 persone, nel quale soltanto 5 di queste riacquisterebbe un'auto ibrida o elettrica per le sue performance e la restante parte per risparmiare sul costo del "carburante".

```
Q21 <- read_excel("~/Desktop/Tesi/Q21.xlsx")
mQ21 <- Q21$YR
names(mQ21) <- Q21$XR
barplot(mQ21, col="Lightblue", main = "Grafico Q21", ylim = c(0,30))
legend("topleft", c("0 = Sì, perché è più performante", "1 = Sì, perché posso risparmiare..."), cex = 0.65)
```

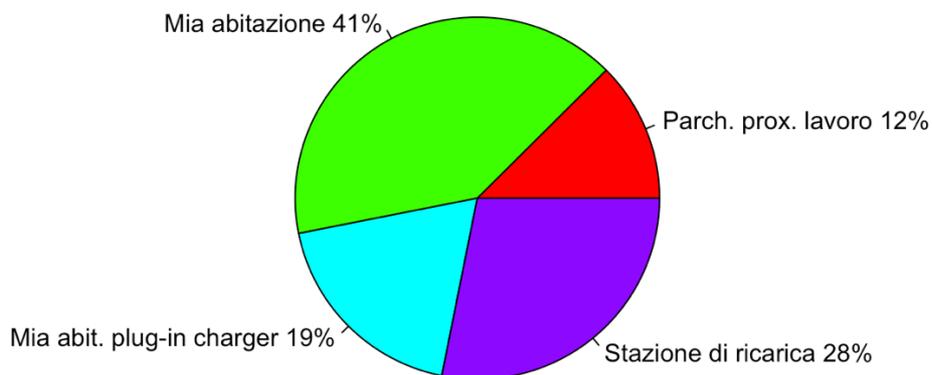
Grafico Q21



Q32: Dove alimenti solitamente la tua auto elettrica o ibrida? Sempre su un campione di 32 persone, si ottiene il seguente grafico.

```
Q32 <- read_excel("~/Desktop/Tesi/Q32.xlsx")
mQ32 <- Q32$YR
names(mQ32) <- Q32$XR
vQ <- c(4, 13, 6, 9)
nQ <- c("Parch. prox. lavoro", "Mia abitazione", "Mia abit. plug-in charger", "Stazione di ricarica")
perc <- round(vQ/sum(vQ)*100)
nQ <- paste(nQ, perc)
nQ <- paste(nQ, "%", sep="")
pie(vQ, labels = nQ, col = rainbow(length(nQ)), main="Grafico a torta Q32")
```

Grafico a torta Q32

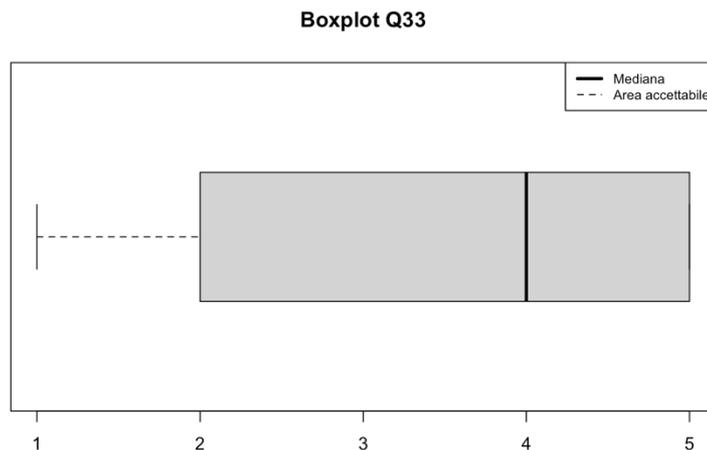


Q33: Quanto tempo impieghi a ricaricare il tuo veicolo elettrico o ibrido?

```
summary(Auto_elettrica$Q33)
```

```
##      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.   Max.   NA's  
##    1.000  2.000  4.000  3.421  5.000  5.000   555
```

Da questo summary emerge che la maggior parte delle persone nel campione è abbastanza d'accordo con l'affermazione di cui sopra.



Dato che le risposte ricevute sono 22, la distribuzione è rappresentativa solo di questo campione: la mediana è pari a 4.

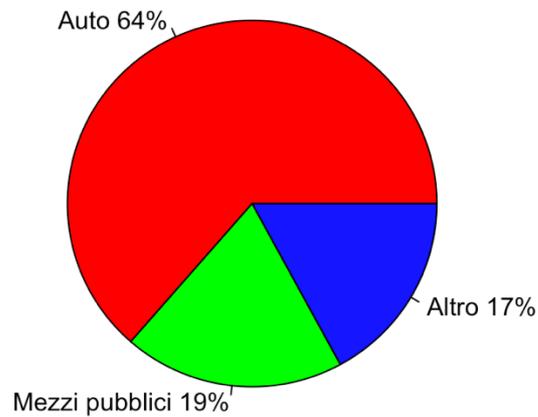
Q31: Con quale mezzo di trasporto raggiungevi il tuo posto di lavoro prima dell'emergenza sanitaria (Covid - 19)? Qui sotto presento la distribuzione delle risposte.

```
Q31 <- read_excel("~/Desktop/Tesi/Q31.xlsx")  
mQ31 <- Q31$YR  
names(mQ31) <- Q31$XR
```

Emerge che il 64% delle persone utilizza l'auto e il 36% restante opta per soluzioni più ecosostenibili.

```
vT <- c(365, 111, 98)  
nT <- c("Auto", "Mezzi pubblici", "Altro" )  
perc <- round(vT/sum(vT)*100)  
nT <- paste(nT, perc)  
nT <- paste(nT, "%", sep="")  
pie(vT, labels = nT, col = rainbow(length(nT)), main="Grafico a torta Q31")
```

Grafico a torta Q31



Q12: Età

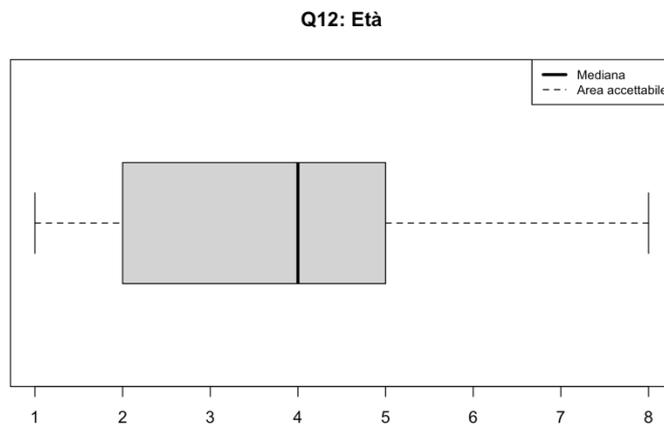
```
summary(Auto_elettrica$Q12)
```

```
##      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
##  1.000  2.000   4.000   4.012  5.000   8.000
```

Da questo summary emerge che la maggior parte delle persone nel campione a disposizione appartiene alla fascia d'età 36-45 anni.

Come grafico genero una rappresentazione della distribuzione che evidenzia gli outlier.

```
boxplot(Q12, horizontal = T, main = "Q12: Età", col = "lightgrey")
legend("topright", c("Mediana", "Area accettabile"), col = c("black", "black"), lwd = c(3, 1), lty = c(1, 2), cex = 0.75)
```



Q13: Sesso

Come si può notare dal grafico sottostante, la popolazione a cui è stato proposto il questionario è suddivisa quasi in egual misura tra maschi (281) e femmine (293).

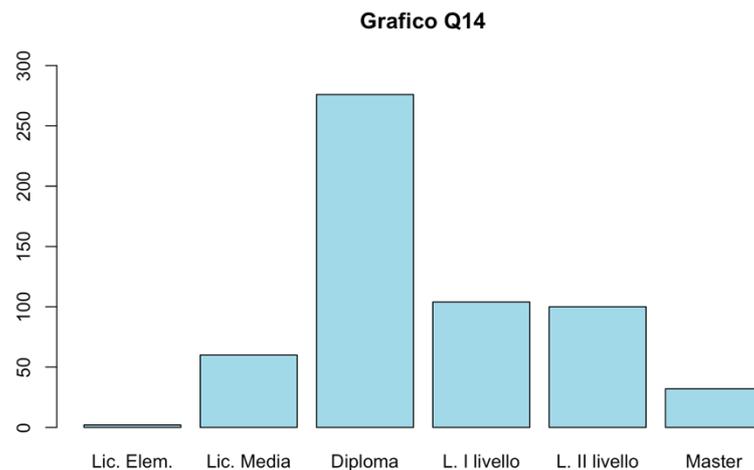
```
barplot(table(Q13), col="Lightblue", main = "Q13: Sesso", names.arg = c("Femmine", "Maschi"), ylim = c(0, 300))
```



Q14: Titolo di studio

Come si osserva dal grafico sottostante, la maggior parte delle persone possiede il diploma, la restante ha ricevuto un'istruzione superiore e soltanto una minima parte ha licenza media o licenza elementare.

```
Q14 <- read_excel("~/Desktop/Tesi/Q14.xlsx")  
mQ14 <- Q14$RY  
names(mQ14) <- Q14$RX
```

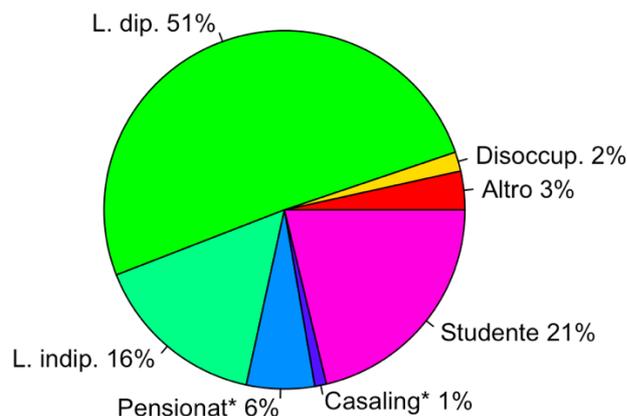


Q15: Occupazione

La popolazione in esame è rappresentata per lo più da lavoratori dipendenti, lavoratori indipendenti e studenti.

```
Q15 <- read_excel("~/Desktop/Tesi/Q15.xlsx")
mQ15 <- Q15$RY
names(mQ15) <- Q15$RX
vP <- c(20, 10, 291, 90, 35, 6, 122)
nP <- c("Altro", "Disoccup.", "L. dip.", "L. indep.", "Pensionat*", "Casaling*", "Studente")
perc <- round(vP/sum(vP)*100)
nP <- paste(nP, perc)
nP <- paste(nP, "%", sep="")
pie(vP, labels = nP, col = rainbow(length(nP)), main="Grafico a torta Occupazione")
```

Grafico a torta Occupazione

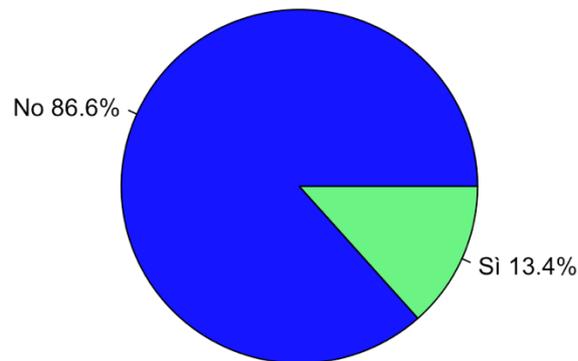


Q19: Lavoro nel settore automobilistico

Dal seguente grafico, si osserva che maggior parte della popolazione presa in esame non ha mai lavorato nel settore automobilistico

```
vL <- c(497, 77)
nL <- c("No", "Si")
perc <- round(vL/sum(vL)*100, 1)
nL <- paste(nL, perc)
nL <- paste(nL, "%", sep="")
colQ19 <- c("blue", "lightgreen")
pie(vL, labels = nL, col = colQ19, main="Q19: Lavoro nel settore automobilistico")
```

Q19: Lavoro nel settore automobilistico



Q20: Regione dove vivi

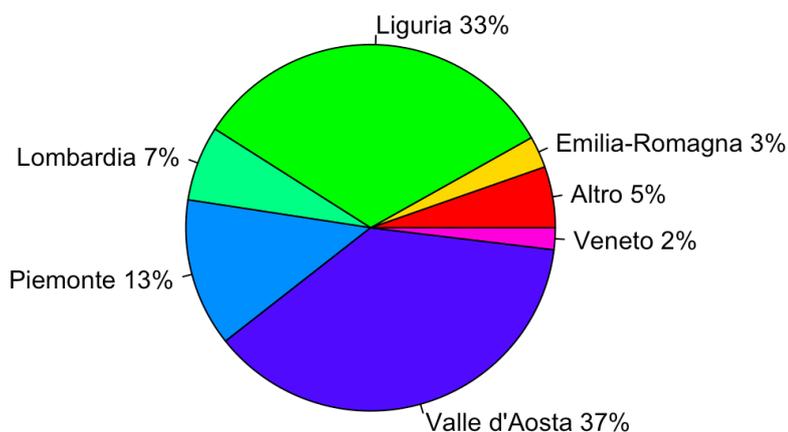
Nel grafico seguente si osserva la distribuzione: una maggiore quantità di risposte ricevute appartiene da persone che vivono in Liguria, Lombardia, Piemonte e Valle d'Aosta.

```
Q20 <- read_excel("~/Desktop/Tesi/Q20.xlsx")
mQ20 <- Q20$RY
names(mQ20) <- Q20$RX
```

Per meglio comprendere la suddivisione presento un grafico a torta, nel quale accorpo alcune regioni in quanto rappresentano una netta minoranza.

```
vR <- c(31,16, 188,38,75,215, 11)
nR <- c("Altro", "Emilia-Romagna", "Liguria", "Lombardia", "Piemonte", "Valle
d'Aosta", "Veneto")
perc<- round(vR/sum(vR)*100)
nR <- paste(nR, perc)
nR <- paste(nR, "%", sep="")
pie(vR, labels = nR, col = rainbow(length(nR)),main="Grafico a torta Reg
ione in cui vivi")
```

Grafico a torta Regione in cui vivi



Analisi congiunta e Green Spirit Score

A seguire propongo dei modelli di regressione lineare semplice e multipla, nei quali andrò a ricercare la presenza di un "fil rouge" da un punto di vista ecosostenibile.

Modello A

Vado ad osservare un'eventuale correlazione tra le risposte ottenute ai quesiti Q8 e Q9:

Q8 Quanto sei d'accordo con la seguente affermazione: Se tutti utilizzassero l'auto ibrida o elettrica si ridurrebbero in modo significativo le emissioni di CO2.

Q9 Quanto sei d'accordo con la seguente affermazione: Il riscaldamento globale dovrebbe essere messo ai primi posti nelle agende dei governi.

Nomino questo modello come modA:

```
modA <- lm(formula = Q8 ~ Q9, data = Auto_elettrica)
summary(modA)

##
## Call:
## lm(formula = Q8 ~ Q9, data = Auto_elettrica)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -2.94745 -0.60806  0.05255  1.05255  2.41011
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  2.25050    0.24742   9.096 < 2e-16 ***
## Q9           0.33939    0.05438   6.241 8.46e-10 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
##
## Residual standard error: 1.092 on 572 degrees of freedom
## Multiple R-squared: 0.06376, Adjusted R-squared: 0.06212
## F-statistic: 38.95 on 1 and 572 DF, p-value: 8.464e-10
```

I risultati del summary presentano una diretta relazione tra l'affermazione sulla riduzione delle emissioni di CO2 e l'affermazione sul riscaldamento globale nelle agende dei governi. Il modello è complessivamente buono, in quanto il p-value ha un valore molto basso anche se l'R² corretto non è molto elevato (tuttavia questo dipende dall'aleatorietà dei dati tratti dal questionario).

Modello B

Vado ad osservare un'eventuale correlazione tra le risposte ottenute ai quesiti Q6_7 e Q20:

Q6_7 Perché non hai ancora acquistato un'auto ibrida o elettrica? Inadatta alla morfologia del territorio in cui vivo

Q20 Regione dove vivi

Ricordo che al quesito Q6_7 si hanno solo 52 risposte e le corrispondenti al quesito Q20 sono rappresentate per lo più dalla regione Valle d'Aosta (35) - ovvero il 67% del campione, a seguire la Liguria (8), il Piemonte (7) e in pareggio Emilia-Romagna e Veneto (1).

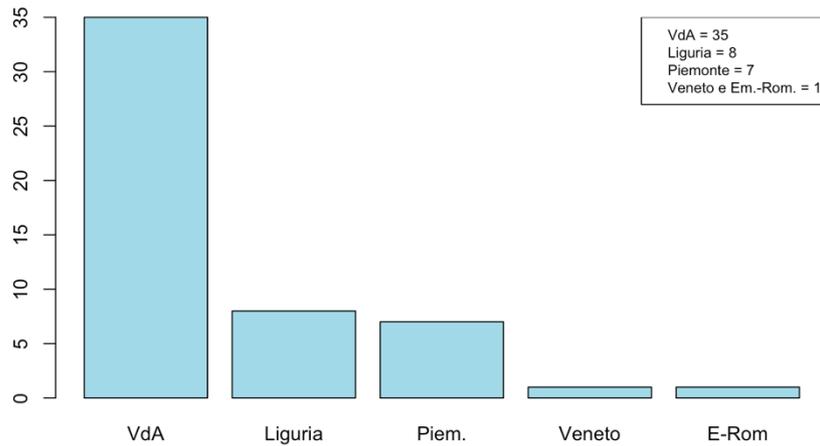
```
Q202 <- read_excel("~/Desktop/Tesi/Q202.xlsx")
Q203 <- read_excel("~/Desktop/Tesi/Q203.xlsx")
table(Q202)
```

```
##      Reg
## Q20  Em.-Rom. Liguria Piemonte VdA Veneto
## 4      1         0         0     0     0
## 8      0         8         0     0     0
## 10     0         0         7     0     0
## 14     0         0         0    35     0
## 15     0         0         0     0     1
```

```
mQ203 <- Q203$Q20
names(mQ203) <- Q203$Reg
barplot(mQ203, col="Lightblue", main = "Grafico Q203", ylim = c(0,35))
legend("topright", c("VdA = 35", "Liguria = 8", "Piemonte = 7", "Veneto
e Em.-Rom. = 1"), cex = 0.75)
```

La mia interpretazione di questo dato è che i veicoli ibridi o elettrici non vengono ritenuti adatti alle aree di montagna e lo si evince dal grafico nella pagina seguente.

Grafico Q203



Green Spirit Score

Ho creato questo indicatore, utilizzando le 574 risposte ottenute nel sondaggio, per poter clusterizzare il database da un punto di vista ecosostenibile. L'indicatore è stato calcolato attribuendo un punteggio che varia da 1 a 5 per ogni risposta rilevante. Dopodiché ho stabilito uno score finale attraverso una media ponderata a seconda del peso attribuito a ciascuna risposta (ogni risposta è stata ponderata a seconda della rilevanza di quest'ultima nell'indicatore finale). Infine, attraverso la tecnica di normalizzazione ho ottenuto una serie di dati omogenei e comparabili.

```
GSS1 <- Auto_elettrica$GSS1
GSS2 <- Auto_elettrica$GSS2
GSST <- Auto_elettrica$GSST
```

Qui di seguito riporto le tabelle del GSS1 e GSS2 in relazione al lavoro nel settore automobilistico e il ritenere l'auto uno status symbol (si veda il Capitolo 3 per il commento).

GSS1		Lavoro nel settore automobilistico		
Auto Status Symbol	No	Si		Media complessiva
Completamente d'accordo		0,458	0,333	0,396
Abbastanza d'accordo		0,420	0,330	0,375
Né d'accordo né in disaccordo		0,442	0,350	0,396
Abbastanza in disaccordo		0,447	0,400	0,424
Completamente in disaccordo		0,481	0,376	0,428
Media complessiva		0,450	0,358	

GSS2		Lavoro nel settore automobilistico		
Auto Status Symbol	No	Si		Media complessiva
Completamente d'accordo		0,830	0,690	0,760
Abbastanza d'accordo		0,817	0,747	0,782
Né d'accordo né in disaccordo		0,804	0,781	0,792
Abbastanza in disaccordo		0,844	0,838	0,841
Completamente in disaccordo		0,837	0,748	0,793
Media complessiva		0,826	0,761	

Con i seguenti comandi costruisco le matrici di correlazione:

```
MC1 <- read_excel("~/Desktop/Matrici_correlazioni.xlsx")
MC2 <- read_excel("~/Desktop/Matrici_correlazioni.xlsx", "Matrice2")

corMC1 <- cor(MC1)

corrplot(corMC1, addCoef.col = 'black', method = 'color', type = 'upper'
)

corMC2 <- cor(MC2)

corrplot(corMC2, addCoef.col = 'black', method = 'color', type = 'upper'
)
```

Tali grafici si possono visualizzare nel Capitolo 3.

Modelli di regressione lineare multipla

Primariamente trasformo in dummy le variabili di controllo quali età e titolo di studio:

```
Auto_elettrica$Q12.f <- factor(Auto_elettrica$Q12)
Auto_elettrica$Q14.f <- factor(Auto_elettrica$Q14)
```

A seguire riporto i summary dei vari modelli costruiti, il commento è nel Capitolo 3:

Modello 1

```
mod1 <- lm(Q3 ~ Q6P, data = Auto_elettrica)
summary(mod1)

##
## Call:
## lm(formula = Q3 ~ Q6P, data = Auto_elettrica)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -1.8703 -0.6030  0.2308  0.4620  4.2742
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  2.72581    0.04761  57.256 < 2e-16 ***
## Q6P         -1.44502    0.36176  -3.994 7.33e-05 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.8608 on 572 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.02714,    Adjusted R-squared:  0.02544
## F-statistic: 15.96 on 1 and 572 DF,  p-value: 7.332e-05
```

Modello 2

```
mod2 <- lm(Q3 ~ Q6P+GSS2, data = Auto_elettrica)
summary(mod2)

##
## Call:
## lm(formula = Q3 ~ Q6P + GSS2, data = Auto_elettrica)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -1.8260 -0.5894  0.1525  0.4823  4.1956
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)   2.3743     0.2100  11.306 < 2e-16 ***
## Q6P           -1.4339     0.3612  -3.970 8.11e-05 ***
## GSS2           0.4302     0.2503   1.719  0.0862 .
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.8593 on 571 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.03214,    Adjusted R-squared:  0.02875
## F-statistic: 9.482 on 2 and 571 DF,  p-value: 8.893e-05
```

Modello 3

```
mod3 <- lm(Q3 ~ Q6P+GSS2+Q24, data = Auto_elettrica)
summary(mod3)

##
## Call:
## lm(formula = Q3 ~ Q6P + GSS2 + Q24, data = Auto_elettrica)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -1.8097 -0.5857  0.1354  0.4889  4.1361
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  2.45810     0.21663  11.347 < 2e-16 ***
## Q6P          -1.43664     0.36077  -3.982 7.71e-05 ***
## GSS2          0.56549     0.26486   2.135  0.0332 *
## Q24          -0.07983     0.05160  -1.547  0.1224
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.8583 on 570 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.03619,    Adjusted R-squared:  0.03112
## F-statistic: 7.134 on 3 and 570 DF,  p-value: 0.0001038
```

Modello 4

```
mod4 <- lm(Q3 ~ Q6P+GSS2+Q24+Q13, data = Auto_elettrica)
summary(mod4)

##
## Call:
## lm(formula = Q3 ~ Q6P + GSS2 + Q24 + Q13, data = Auto_elettrica)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -1.8796 -0.5973  0.1151  0.4613  4.0855
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  2.59762    0.23304   11.146 <2e-16 ***
## Q6P          -1.41270    0.36057   -3.918  0.0001 ***
## GSS2          0.50343    0.26728    1.884  0.0601 .
## Q24          -0.09325    0.05220   -1.787  0.0745 .
## Q13          -0.11932    0.07412   -1.610  0.1080
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.8571 on 569 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.04056,    Adjusted R-squared:  0.03381
## F-statistic: 6.014 on 4 and 569 DF,  p-value: 9.602e-05
```

Modello 5

```
mod5 <- lm(Q3 ~ Q6P+GSS2+Q24+Q13+Q12.f, data = Auto_elettrica)
summary(mod5)

##
## Call:
## lm(formula = Q3 ~ Q6P + GSS2 + Q24 + Q13 + Q12.f, data = Auto_elettrica)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -2.0768 -0.5235 -0.0275  0.3714  4.0049
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  2.85378    0.48933    5.832 9.25e-09 ***
## Q6P          -1.46865    0.35694   -4.115 4.46e-05 ***
## GSS2          0.50924    0.26378    1.931  0.0540 .
## Q24          -0.12068    0.05196   -2.323  0.0206 *
## Q13          -0.10979    0.07455   -1.473  0.1414
## Q12.f2       -0.04042    0.42995   -0.094  0.9251
## Q12.f3       -0.01348    0.43432   -0.031  0.9752
## Q12.f4       -0.49558    0.43351   -1.143  0.2534
```

```

## Q12.f5      -0.12661    0.43113   -0.294    0.7691
## Q12.f6      -0.32576    0.43171   -0.755    0.4508
## Q12.f7      -0.40653    0.46664   -0.871    0.3840
## Q12.f8      -0.91724    0.73290   -1.252    0.2113
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.8431 on 562 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.08298,    Adjusted R-squared:  0.06503
## F-statistic: 4.623 on 11 and 562 DF,  p-value: 9.19e-07

```

Modello 6

```

mod6 <- lm(Q3 ~ Q6P+GSS2+Q24+Q13+Q12.f+Q14.f, data = Auto_elettrica)
summary(mod6)

##
## Call:
## lm(formula = Q3 ~ Q6P + GSS2 + Q24 + Q13 + Q12.f + Q14.f, data = Auto_
_elettrica)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -2.1730 -0.5270 -0.0320  0.3802  3.9257
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)   2.70495    0.68460   3.951 8.78e-05 ***
## Q6P           -1.53475    0.36096  -4.252 2.49e-05 ***
## GSS2            0.47580    0.26510   1.795  0.0732 .
## Q24            -0.12006    0.05199  -2.309  0.0213 *
## Q13            -0.10923    0.07449  -1.466  0.1431
## Q12.f2         -0.13963    0.45894  -0.304  0.7611
## Q12.f3         -0.08588    0.46267  -0.186  0.8528
## Q12.f4         -0.57723    0.46204  -1.249  0.2121
## Q12.f5         -0.19764    0.45891  -0.431  0.6669
## Q12.f6         -0.37771    0.45717  -0.826  0.4090
## Q12.f7         -0.48154    0.49206  -0.979  0.3282
## Q12.f8        -1.04561    0.75055  -1.393  0.1641
## Q14.f2          0.04604    0.64500   0.071  0.9431
## Q14.f3          0.33129    0.63956   0.518  0.6047
## Q14.f4          0.27560    0.64538   0.427  0.6695
## Q14.f5          0.13019    0.64408   0.202  0.8399
## Q14.f6          0.36108    0.65755   0.549  0.5831
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.8404 on 557 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.09699,    Adjusted R-squared:  0.07106
## F-statistic: 3.739 on 16 and 557 DF,  p-value: 1.354e-06

```

Modelli 7 e 7.1

```

mod7 <- lm(Q3 ~ Q6P, data = Auto_elettrica)
summary(mod7)

##
## Call:
## lm(formula = Q3 ~ Q6P, data = Auto_elettrica)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -1.8703 -0.6030  0.2308  0.4620  4.2742
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  2.72581     0.04761  57.256 < 2e-16 ***
## Q6P          -1.44502     0.36176  -3.994 7.33e-05 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.8608 on 572 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.02714,    Adjusted R-squared:  0.02544
## F-statistic: 15.96 on 1 and 572 DF,  p-value: 7.332e-05

mod7.1 <- lm(Q3 ~ Q6P+Q13+Q12.f+Q14.f, data = Auto_elettrica)
summary(mod7.1)

##
## Call:
## lm(formula = Q3 ~ Q6P + Q13 + Q12.f + Q14.f, data = Auto_elettrica)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -2.2055 -0.5214 -0.0214  0.3572  4.0718
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  2.82662     0.64459   4.385 1.39e-05 ***
## Q6P          -1.54425     0.36242  -4.261 2.39e-05 ***
## Q13           -0.09939     0.07238  -1.373  0.170
## Q12.f2       -0.09109     0.46014  -0.198  0.843
## Q12.f3       -0.01513     0.46353  -0.033  0.974
## Q12.f4       -0.49616     0.46234  -1.073  0.284
## Q12.f5       -0.13794     0.45972  -0.300  0.764
## Q12.f6       -0.32319     0.45821  -0.705  0.481
## Q12.f7       -0.40763     0.49283  -0.827  0.409
## Q12.f8       -0.90158     0.75043  -1.201  0.230
## Q14.f2       -0.06886     0.64613  -0.107  0.915
## Q14.f3        0.23955     0.64117   0.374  0.709
## Q14.f4        0.19409     0.64720   0.300  0.764
## Q14.f5        0.04760     0.64593   0.074  0.941
## Q14.f6        0.26649     0.65925   0.404  0.686
## ---

```

```
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.8439 on 559 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.08622,    Adjusted R-squared:  0.06334
## F-statistic: 3.768 on 14 and 559 DF,  p-value: 4.246e-06
```

Modelli 8 e 8.1

```
mod8 <- lm(Q3 ~ GSS2, data = Auto_elettrica)
summary(mod7)
```

```
##
## Call:
## lm(formula = Q3 ~ Q6P, data = Auto_elettrica)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -1.8703 -0.6030  0.2308  0.4620  4.2742
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  2.72581    0.04761  57.256 < 2e-16 ***
## Q6P          -1.44502    0.36176  -3.994 7.33e-05 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.8608 on 572 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.02714,    Adjusted R-squared:  0.02544
## F-statistic: 15.96 on 1 and 572 DF,  p-value: 7.332e-05
```

```
mod8.1 <- lm(Q3 ~ GSS2+Q13+Q12.f+Q14.f, data = Auto_elettrica)
summary(mod8.1)
```

```
##
## Call:
## lm(formula = Q3 ~ GSS2 + Q13 + Q12.f + Q14.f, data = Auto_elettrica)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -1.9463 -0.5194  0.0996  0.3135  4.1728
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  2.52430    0.69479   3.633 0.000306 ***
## GSS2         0.30274    0.25726   1.177 0.239786
## Q13         -0.09915    0.07488  -1.324 0.186000
## Q12.f2      -0.10839    0.46699  -0.232 0.816549
## Q12.f3      -0.03300    0.47039  -0.070 0.944094
## Q12.f4      -0.49669    0.46924  -1.058 0.290287
## Q12.f5      -0.18163    0.46646  -0.389 0.697151
## Q12.f6      -0.35739    0.46496  -0.769 0.442425
```

```

## Q12.f7      -0.41985    0.50017  -0.839  0.401587
## Q12.f8      -0.82054    0.76151  -1.078  0.281711
## Q14.f2      -0.04806    0.65604  -0.073  0.941626
## Q14.f3       0.18178    0.65056   0.279  0.780032
## Q14.f4       0.13976    0.65667   0.213  0.831538
## Q14.f5      -0.03927    0.65517  -0.060  0.952222
## Q14.f6       0.19011    0.66888   0.284  0.776340
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.8564 on 559 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.05888,    Adjusted R-squared:  0.03531
## F-statistic: 2.498 on 14 and 559 DF,  p-value: 0.001876

```

Modelli 9 e 9.1

```

mod9 <- lm(Q3 ~ Q24, data = Auto_elettrica)
summary(mod9)

##
## Call:
## lm(formula = Q3 ~ Q24, data = Auto_elettrica)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -1.6602 -0.5774  0.3398  0.4226  4.3812
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  2.70158    0.12558  21.512  <2e-16 ***
## Q24          -0.04140    0.04949  -0.836   0.403
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.8722 on 572 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.001222,    Adjusted R-squared:  -0.0005243
## F-statistic: 0.6997 on 1 and 572 DF,  p-value: 0.4032

```

```

mod9.1 <- lm(Q3 ~ Q24+Q13+Q12.f+Q14.f, data = Auto_elettrica)
summary(mod9.1)

##
## Call:
## lm(formula = Q3 ~ Q24 + Q13 + Q12.f + Q14.f, data = Auto_elettrica)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -1.9911 -0.5309  0.0628  0.3202  4.1699
##

```

```

## Coefficients:
##           Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  3.038e+00  6.660e-01   4.562 6.23e-06 ***
## Q24         -9.181e-02  5.037e-02  -1.823  0.0688 .
## Q13         -1.457e-01  7.490e-02  -1.946  0.0522 .
## Q12.f2      -1.638e-01  4.668e-01  -0.351  0.7259
## Q12.f3      -9.000e-02  4.706e-01  -0.191  0.8484
## Q12.f4      -5.746e-01  4.700e-01  -1.223  0.2220
## Q12.f5      -2.510e-01  4.667e-01  -0.538  0.5909
## Q12.f6      -4.176e-01  4.650e-01  -0.898  0.3695
## Q12.f7      -4.913e-01  5.005e-01  -0.982  0.3268
## Q12.f8      -9.621e-01  7.633e-01  -1.260  0.2080
## Q14.f2      -1.287e-02  6.554e-01  -0.020  0.9843
## Q14.f3       2.266e-01  6.501e-01   0.349  0.7276
## Q14.f4       1.883e-01  6.562e-01   0.287  0.7743
## Q14.f5      -2.026e-05  6.546e-01   0.000  1.0000
## Q14.f6       2.167e-01  6.680e-01   0.324  0.7457
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.8549 on 559 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.06212,    Adjusted R-squared:  0.03863
## F-statistic: 2.645 on 14 and 559 DF,  p-value: 0.000963

```

Modelli 10 e 10.1

```

mod10 <- lm(Q3 ~ Q6P+GSS2+Q24, data = Auto_elettrica)
summary(mod9)

##
## Call:
## lm(formula = Q3 ~ Q24, data = Auto_elettrica)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -1.6602 -0.5774  0.3398  0.4226  4.3812
##
## Coefficients:
##           Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  2.70158    0.12558  21.512 <2e-16 ***
## Q24         -0.04140    0.04949  -0.836  0.403
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.8722 on 572 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.001222,    Adjusted R-squared: -0.0005243
## F-statistic: 0.6997 on 1 and 572 DF,  p-value: 0.4032

mod10.1 <- lm(Q3 ~ Q6P+GSS2+Q24+Q13+Q12.f+Q14.f, data = Auto_elettrica)
summary(mod9.1)

```

```

##
## Call:
## lm(formula = Q3 ~ Q24 + Q13 + Q12.f + Q14.f, data = Auto_elettrica)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -1.9911 -0.5309  0.0628  0.3202  4.1699
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  3.038e+00  6.660e-01  4.562 6.23e-06 ***
## Q24          -9.181e-02  5.037e-02 -1.823  0.0688 .
## Q13          -1.457e-01  7.490e-02 -1.946  0.0522 .
## Q12.f2       -1.638e-01  4.668e-01 -0.351  0.7259
## Q12.f3       -9.000e-02  4.706e-01 -0.191  0.8484
## Q12.f4       -5.746e-01  4.700e-01 -1.223  0.2220
## Q12.f5       -2.510e-01  4.667e-01 -0.538  0.5909
## Q12.f6       -4.176e-01  4.650e-01 -0.898  0.3695
## Q12.f7       -4.913e-01  5.005e-01 -0.982  0.3268
## Q12.f8       -9.621e-01  7.633e-01 -1.260  0.2080
## Q14.f2       -1.287e-02  6.554e-01 -0.020  0.9843
## Q14.f3        2.266e-01  6.501e-01  0.349  0.7276
## Q14.f4        1.883e-01  6.562e-01  0.287  0.7743
## Q14.f5       -2.026e-05  6.546e-01  0.000  1.0000
## Q14.f6        2.167e-01  6.680e-01  0.324  0.7457
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.8549 on 559 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.06212,    Adjusted R-squared:  0.03863
## F-statistic: 2.645 on 14 and 559 DF,  p-value: 0.000963

```