



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

**Dipartimento di Psicologia Generale**

**Corso di laurea in Scienze Psicologiche Cognitive e Psicobiologiche**

**Elaborato finale**

**ETICA DEL TRASPORTO AUTONOMO: UNO STUDIO  
CORRELAZIONALE SU SEI VALORI-GUIDA**

*Ethics of autonomous transportation: a correlational study on six leading values*

**Relatore:**

Prof. Andrea Spoto

**Correlatore:**

Dott. Giovanni Bruno

**Laureanda:**

Silvia Conti

**Matricola:**

1221493

**Anno accademico:**

2021-2022

# INDICE

## 1. INTRODUZIONE

<u>1.1 Il veicolo autonomo: definizione, vantaggi e svantaggi.....</u>	<u>3</u>
<u>1.2. Percezione sociale ed etica del trasporto autonomo.....</u>	<u>5</u>
<u>1.3. Il presente studio.....</u>	<u>14</u>

## 2. METODO

<u>2.1 Partecipanti.....</u>	<u>16</u>
<u>2.2 Procedura e materiali sperimentali.....</u>	<u>17</u>
<u>2.3 Analisi statistiche.....</u>	<u>17</u>
<u>2.4 Risultati.....</u>	<u>18</u>

## 3. DISCUSSIONE

<u>3.1 Discussione generale.....</u>	<u>25</u>
<u>3.2 Limiti e sviluppi futuri.....</u>	<u>28</u>
<u>3.3 Conclusione.....</u>	<u>29</u>

## 4. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

# 1. INTRODUZIONE

## 1.1 Il veicolo autonomo: definizione, vantaggi e svantaggi

Nel corso dei decenni, il progresso della tecnologia in diversi campi della quotidianità, dalla telefonia mobile agli elettrodomestici, passando dalla telemedicina alle automazioni in ambito di ingegneria spaziale, ha coinvolto anche il traffico stradale, indicando una nuova via nella direzione del trasporto di tipo autonomo. Lo sviluppo di automobili autonome (i.e., Autonomous Vehicles, AV) ha la potenzialità di ridurre il numero di incidenti stradali e l'inquinamento, aumentando le chances di mobilità autonoma di chi è impossibilitato a farlo (e.g., anziani o disabili) e soprattutto di ridurre la richiesta temporale e cognitiva legata alla attività di guida manuale. Un veicolo con guida automatizzata è un veicolo dotato di un sistema di guida avanzato (ADS, advanced driving system), ovvero dotato di un hardware e un software in grado di eseguire in modo continuativo tutta l'attività di guida (DDT, dynamic driving task) (SAE International, 2021). Non tutte le automobili autonome, tuttavia, sono *completamente* autonome: potremmo considerare l'automazione di un veicolo come un continuum che va da un livello in cui la macchina non ha nessun controllo sulle sue azioni e solo l'uomo si occupa di guidare, a un livello in cui è interamente il veicolo ad avere sotto controllo la situazione, mentre un sistema di guida avanzato, l'ADS (advanced driving system), provvede a portare a termine tutti i compiti necessari in ogni condizione, senza bisogno dell'assistenza di un guidatore umano. Questo è possibile grazie all'impiego del 5G (acronimo di 5th Generation), tecnologia che permetterà ai veicoli di comunicare non solo tra di loro, ma anche con le luci stradali, i segnali stradali e persino con le strade stesse.

All'interno di questo continuum, tra le automobili tradizionali (livello 0, "No Driving Automation") e le auto totalmente automatizzate (livello 5, "Full Driving Automation"), la SAE international (2021) definisce altri quattro livelli che variano in base all'impiego dell'ADS (advanced driving system) e la misura in cui l'auto è controllata da esso. I livelli di automazione si possono suddividere quindi in due grandi categorie, la prima, che comprende i livelli 0 ("No Driving Automation"), 1 ("Driver assistance") e 2 ("Partial Driving Automation") prevede un'attenzione costante da parte del guidatore umano, il quale è responsabile dell'intera DDT, e la seconda, che comprende i livelli 3 ("Conditional Driving Automation"), 4 ("High Driving Automation") e 5 ("Full Driving Automation") consente al guidatore di distogliere l'attenzione in alcuni tratti del DDT e prevede dei livelli di automazione crescente fino a giungere a una totale autonomia della macchina (SAE International, 2021). Questi livelli non si riferiscono solo ai veicoli, ma in generale a qualsiasi macchina con un sistema automatizzato. I veicoli che si possono definire *autonomi* sono perciò quelli appartenenti ai livelli 3, 4 e 5 di automazione. Uno degli aspetti più interessanti della tecnologia

impiegata nei veicoli autonomi è l'adaptive cruise control (ACC), un sistema in grado di adattare la velocità del veicolo in modo tale da garantire un'adeguata distanza di sicurezza dalle altre auto. Questa funzione fa affidamento sulle informazioni ottenute dai sensori posti sul veicolo e permette all'auto di compiere azioni come frenare quando avverte che si sta per avvicinare a qualche altra auto davanti a sé (Marsden et al., 2001). In alcuni livelli di automazione, quindi, come il livello 2 della classificazione SAE (Partial Driving Automation), è richiesto al conducente di tenere sotto controllo la situazione in ogni momento del DDT. Questo significa che l'auto, a sua volta, dovrà tenere sotto controllo lo stato fisiologico del conducente umano, in modo da evitare di farlo mettere alla guida in condizioni non ottimali.

A tal fine, sono stati studiati diversi sistemi per utilizzare dei sensori all'interno del veicolo che vigilino sul conducente e facciano una stima delle sue condizioni fisiologiche, come sensori che fanno monitoraggio oculare e posturale fino all'elettroencefalografia (EEG) (Chuang et al., 2017). Un altro sistema per stimare lo stato del conducente è tramite misurazioni di micro-variazioni della coppia dello sterzo che percepiscono quando le mani del conducente non sono sul volante. Questo segnale viene interpretato come una mancata presenza alla guida e come risultato viene attivato il pilota automatico (ibidem). Con dei veicoli parzialmente automatizzati si può già quindi raggiungere un migliore livello di sicurezza rispetto alle automobili a guida manuale, ma questo è solo un punto di partenza rispetto ai numerosi vantaggi che potrebbe garantire la tecnologia alla base dei veicoli automatizzati (livelli 3, 4 e 5).

In Italia, dal 1° gennaio al 30 giugno 2021, “65.116 incidenti hanno causato 1.239 morti e 85.647 feriti: in media 360 incidenti, 7 morti e 473 feriti ogni giorno. Le stime ACI-ISTAT - relative ai primi sei mesi del 2021 – evidenziano - rispetto allo stesso periodo 2020 - un incremento, di incidenti con lesioni (+31,3%), vittime (+22,3%) e feriti (+28,1%).” (Il Centauro- Rivista Ufficiale ASAPS, 2021). Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), gli incidenti stradali sono tra le prime cause di morte al mondo e si collocano al primo posto delle cause di morte dei giovani tra i 15 e i 29 anni. (OMS, 2015). Si ritiene che l'errore del conducente sia la causa principale del 90% degli incidenti (National Highway Traffic Safety Administration, 2008). Nel 2021 il numero di incidenti stradali fatali negli USA è stato di 42915, 10,5% in più rispetto al 2020, per il 5% in più dovuti all'alcool e per il 5% in più per la guida oltre i limiti di velocità (National Highway Traffic Safety Administration, 2022). Un potenziale vantaggio dei veicoli autonomi è che potrebbero garantire una maggiore sicurezza sulla strada, diminuendo il numero delle vittime di incidenti stradali poiché si presume che il software impiegato faccia un minor numero di errori rispetto agli umani. (Fagnant & Kockelman, 2015). Diminuire gli incidenti stradali potrebbe inoltre contribuire a

fluidificare il traffico tramite l'eliminazione dei comportamenti umani che causano intasamenti sulle strade, soprattutto il traffico a singhiozzo (ibidem). Un altro vantaggio possibile grazie all'impiego della guida autonoma è che persone impossibilitate a guidare (per esempio, a causa di età avanzata e disabilità) potrebbero adesso vedere implementata la loro mobilità individuale tramite l'utilizzo di questo tipo di veicoli . (Fagnant & Kockelman, 2015, Lutin et al., 2013). Spesso, infatti, i mezzi di trasporto come autobus, tram, metropolitane, filobus e treni impediscono la totale autonomia di queste categorie di persone dal momento che possiedono molte barriere architettoniche e non hanno una copertura capillare che permetta loro di arrivare ovunque, né sono disponibili a tutte le ore; spostarsi in taxi inoltre non è un'alternativa democratica dal punto di vista economico. Esistono già, tuttavia, esempi di mezzi di trasporto pubblici a guida autonoma, come i *self-driving pod* della Google e il CityMobil2, quest'ultimo parte di un progetto europeo con lo scopo di testare la fattibilità dell'utilizzo di questo tipo di mezzi come alternativa all'interno della rete urbana europea (Alessandrini et al., 2015).

Si potrebbe obiettare che neanche un veicolo a guida autonoma è un mezzo democratico dal punto di vista economico ed effettivamente al momento è così, dal momento che siamo ancora lontani da una sua commercializzazione di massa (si pensi ai primi prototipi di automobili tradizionali). Proprio i mezzi pubblici autonomi potrebbero risolvere il problema del costo delle auto private senza conducente, offrendo un'alternativa economica ma anche più sostenibile per l'ambiente. (Villagra et al., 2012). Infine, un vantaggio non meno importante con questi veicoli è quello di eliminare l'affaticamento alla guida e di dare la possibilità di dormire a tutti i passeggeri durante viaggi notturni e non, obiettivo irrealizzabile con le auto di tipo tradizionale- cioè con livello 0 di autonomia- e con le auto con livelli di autonomia 1, 2 e 3 del SAE già viste precedentemente. (Lutin, 2018). Nonostante tutti questi vantaggi, la guida autonoma non è stata ancora impiegata su vasta scala per una serie di motivi di natura etica e morale.

## 1.2. Percezione sociale ed etica del trasporto autonomo

Se la nostra responsabilità deve essere completamente affidata a un'intelligenza artificiale che prenda in mano le redini della nostra auto e, quindi, di conseguenza, delle nostre vite e di quelle delle persone che viaggiano nelle auto intorno a noi, è necessario che questi veicoli si comportino secondo un sistema di valori con i quali si trova in accordo la maggior parte delle persone. Al momento non esistono leggi che permettano di attribuire colpe in caso di incidenti tra automobili senza conducente e questa è una delle questioni più controverse che è necessario approfondire parallelamente allo sviluppo di sistemi informatici e ingegneristici alla base delle auto, per permettere una loro introduzione sul mercato. Tuttavia, in alcuni casi, non basta la semplice applicazione di leggi del

codice stradale ma si tratta di mettere in atto delle vere e proprie scelte etiche, difficili da tradurre in algoritmi che poi andranno eseguiti da computer (Lin, 2016). Per questo sono nati negli ultimi 20 anni numerosi studi sulla percezione etica e sociale dei potenziali comportamenti attuabili dai veicoli autonomi in condizioni di criticità.

L'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) si impegna a trattare equamente tutte le persone e a non incorrere in atti di discriminazione basati su etnia, religione, genere, disabilità, età, nazione di origine, orientamento sessuale, identità di genere o espressione di genere (IEEE Code of Ethics, 2020). Questo codice impone dei vincoli all'etica da adottare nei veicoli autonomi. Immaginiamo ad esempio il caso in cui un veicolo si trovi in una situazione inevitabile in cui deve sterzare a destra e uccidere una bambina o andare dritto e uccidere una persona anziana. Si potrebbe pensare che sia meglio scegliere di uccidere la persona anziana; tuttavia, questa non costituisce una scelta etica, anche a causa del vincolo del codice etico dell'IEEE. Ci troviamo di fronte a un dilemma morale. (Lin, 2016). Un altro problema etico è costituito dalla scelta tra un veicolo con un sistema morale di tipo *utilitaristico*, che prediliga cioè la protezione di un quantitativo maggiore di auto o persone rispetto alla protezione dei propri passeggeri, e un veicolo con un sistema morale *auto-protettivo*, che prediliga la protezione dei propri passeggeri a ogni costo. Bonnefon ha evidenziato che le persone in genere preferiscono per sé stessi un veicolo auto-protettivo, ma vorrebbero che gli altri scegliessero un veicolo utilitaristico per sentirsi più al sicuro (Bonnefon et al., 2016). Una soluzione più etica potrebbe essere quella di scegliere di collidere verso il mezzo riconosciuto dal veicolo come "più sicuro" (ad esempio, una Volvo SUV) piuttosto che verso un mezzo non noto per la sua sicurezza (Lin, 2016). La percezione etica dei veicoli autonomi da parte della società dipende da diversi "valori-guida", fattori che guidano le opinioni che le persone si formano e che sono cruciali per realizzare delle automobili il più possibile in linea alle aspettative dei consumatori.

I valori-guida che verranno trattati in questa tesi, e nello specifico nelle prossime sezioni, sono:

1. Autonomia dell'utente;
2. Prestazioni del veicolo;
3. Protezione informatica;
4. Privacy;
5. Sicurezza;
6. Costi.

## **1. Autonomia dell'utente**

Per “autonomia dell'utente”, si intende la facoltà da parte dell'utente di un veicolo autonomo di decidere le operazioni del veicolo; quindi, di annullarle se lo ritiene opportuno (per es. quale percorso prendere, quando riprendere il controllo), di controllarle (per es. scelta del percorso, velocità) e di decidere di attuare manovre impreviste se ritenute necessarie a suo giudizio (ad es. attraversare una linea centrale continua durante il sorpasso di un veicolo fermo).

Si è osservato come le persone che amano le auto e la guida -in particolare chi afferma di guidare in solitudine per la maggior parte del tempo e che valuta un'auto primariamente per la sua immagine e per il suo prestigio- sono coloro che desiderano maggiormente di mantenerne il controllo (Howard & Dai, 2014). Sempre secondo lo stesso studio, chi mette al primo posto la sicurezza e il controllo dell'auto nella scelta di utilizzare o meno un veicolo autonomo, sono quelle meno inclini ad acquistarle. Anche il reddito risultava essere un fattore rilevante nel dirigere le scelte delle persone: coloro che appartenevano a una fascia di reddito più alta erano più propensi a rinunciare al controllo sull'auto. Infine, si evidenzia che le donne sono più interessate ad avere il controllo del veicolo rispetto agli uomini (ibidem). Uno studio di Huff e colleghi (2019) ha raccolto le opinioni di soggetti di età superiore ai 55 anni, rilevando che la maggior parte dei partecipanti aveva delle riserve a fidarsi dei veicoli autonomi. Queste riserve derivavano in parte dal fatto che, essendo nuove tecnologie e non avendo loro le conoscenze adeguate a comprenderne il funzionamento, non si sentivano pronti a implementarne l'uso nella loro vita quotidiana; altri invece preferivano mantenere il controllo sull'auto e non ritenevano di potersi abituare al passaggio alla guida autonoma. La ricerca ha mostrato come la fiducia nei confronti della tecnologia funzioni in modo simile a quella che si prova nelle relazioni tra persone (Nass et al., 1996) e come questa aumenti quando la tecnologia è prevedibile e affidabile (Biros et al., 2004), quando cioè si può avere il controllo su di essa. Questo chiarisce perché le persone che non ritengono di avere conoscenze adeguate riguardo i veicoli autonomi non si fidano di loro e di conseguenza non si sentono pronti a utilizzarli.

Gran parte della letteratura sostiene che ci sia una relazione positiva tra il tratto di Sensation Seeking (Zuckerman, 1979) e la guida rischiosa e che questa relazione sia più forte tra gli uomini che tra le donne (Jonah, 1997): questo dato potrebbe far supporre che ci sia di conseguenza un maggior livello di autonomia dell'utente da parte degli uomini, tuttavia questa supposizione non trova riscontro in letteratura, anche dal momento che lo studio citato poc'anzi di Howard e Dai è in contraddizione con questo dato (Howard & Dai, 2014). Sentirsi, infine, in controllo dell'auto risulta essere inversamente proporzionale alla volontà di utilizzare veicoli autonomi (Zmud et al., 2016).

## **1. Prestazioni del veicolo**

Con questo costrutto si intende definire in che misura un veicolo autonomo è competitivo e funzionale (ad es. a basso consumo di carburante, veloce, facile da usare, affidabile, minimo rischio di guasti nel sistema), rispettoso dell'ambiente (ad es. elevata efficienza operativa, basse emissioni) e contribuisce ad alleggerire il flusso del traffico coordinando il suo comportamento con gli altri veicoli.

Le preoccupazioni circa le prestazioni del veicolo e la sicurezza dell'utente sono tra i fattori di rischio principali a inibire l'accettazione delle macchine autonome da parte delle persone (Benleulmi & Blecker, 2017) se per "prestazione" si intende "la possibilità del veicolo autonomo di non funzionare e di non essere performativo come era progettato e pubblicizzato e successivamente di non riuscire a portare a termine le prestazioni desiderate". In una ricerca che indagava le preferenze dei consumatori svedesi dai 18 ai 65 anni, è evidenziato che l'affidabilità e il consumo di carburante da parte delle auto venivano considerati dei fattori importanti tanto quanto la sicurezza (Johansson-Stenman & Martinsson, 2006), inoltre gli autori affermano che i consumatori tendono a cercare dei prodotti che migliorino la propria immagine. Potremmo ipotizzare che la performance in un veicolo autonomo sia un fattore di rilievo per le persone di reddito più alto dal momento che questo tipo di auto tende a rappresentare un prodotto di lusso, a causa di tutte le comodità che offre e del suo alto prezzo di mercato e quindi di conseguenza contribuisca ad aumentare il loro status.

Inoltre va ricordato che oltre alla performance dei veicoli, sarà anche la performance dei passeggeri ad aumentare: infatti, spostandosi autonomamente le auto, le persone, non più impegnate a guidare, saranno libere di dedicarsi ad attività diverse, come lavorare, soprattutto nei viaggi di lunga percorrenza. Diversi studi sull'accettazione dei veicoli autonomi (Kaur & Rampersad, 2018, Madigan et al., 2016, Madigan et al., 2017) sostengono che l'attesa di performance (performance expectancy) predica positivamente l'intenzione di utilizzare trasporto pubblico autonomo nel primo modello strutturale. Tale costrutto è derivato dall'UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology, Venkatesh et al., 2013), teoria e relativo strumento spesso utilizzati nell'ambito dei trasporti per valutare la misura in cui gli utenti accettano l'impiego di tecnologia nei veicoli.

L'affidabilità dei veicoli autonomi dipende dalla loro tecnologia e dalla loro potenza, nonostante ci siano ancora dei dubbi sulla capacità di fronteggiare eventi imprevedibili, anche a causa di incidenti di percorso durante la sperimentazione come quello avvenuto a Tempe (Arizona), dove un veicolo autonomo di Uber ha ucciso un pedone, costringendo l'azienda a interrompere la sperimentazione a Tempe, Pittsburgh, San Francisco e Toronto (New York Times, 19 marzo 2018). Le case produttrici, tuttavia, si stanno adoperando affinché vengano ridotti al minimo questi errori, facendo percorrere alle macchine chilometri e chilometri di percorsi. Un esempio invece positivo è



quello del veicolo autonomo Google che ha condotto un uomo ipovedente per tutto il tragitto, inducendo una percezione positiva dei vantaggi legati al trasporto autonomo in molte persone (Washington Post, 13 dicembre 2016). A differenza di quanto riportato precedentemente, non tutti gli studi sono d'accordo con l'affermare che la performance sia il criterio tra i più importanti nella scelta di un veicolo (Vrkljan & Anaby, 2011), inoltre sono osservabili delle differenze tra le donne di età più avanzata e gli uomini più giovani rispetto agli uomini più anziani: questi ultimi tenderebbero a dare meno importanza alle prestazioni di un veicolo rispetto ai primi (ibidem). Da una ricerca emerge che le donne sarebbero più scettiche degli uomini sui vantaggi che questa tipologia di mezzo potrebbe portare (oltre alla riduzione di incidenti, la riduzione del traffico, dell'inquinamento e un maggior comfort nei viaggi) e temono che i veicoli autonomi possano essere più pericolosi di quelli a guida manuale (Acheampong & Cugurullo, 2019).

Infine, secondo Nordhoff e Shabanpour (Nordhoff et al., 2018; Shabanpour et al., 2018) le persone che guidano più chilometri sarebbero più aperte alla tecnologia dei veicoli autonomi e sarebbero più disposte a spendere di più per comprarli, forse perché più esposti alla fatica e allo stress della guida (Golbabaie et al., 2020) e quindi desiderosi di trovare un mezzo che risponda alla loro esigenza di riposarsi. Immaginiamo dunque che questa categoria di persone sia piuttosto interessata alla performance di un veicolo.

## **2. Protezione informatica**

Per protezione informatica si intende la prevenzione dei veicoli da attacchi hacker, ovvero l'accesso alle informazioni personali degli utenti o alle informazioni cloud del veicolo da parte di hacker che potrebbero manipolare molte funzioni del veicolo (es. spegnere i dispositivi di sicurezza) e prendere il suo controllo da remoto.

La sicurezza elettronica è un argomento che sta a cuore non soltanto ai futuri utilizzatori dei veicoli autonomi, ma anche ai loro produttori e a coloro che si occupano di decidere le politiche dei trasporti poiché i veicoli autonomi e in generale tutti i sistemi di trasporto intelligenti potrebbero essere il bersaglio facile di hacker, impiegati insoddisfatti di una qualche azienda informatica, organizzazioni terroristiche o nazioni ostili, causando incidenti e interruzioni del traffico stradale. Secondo Fagnant & Kockelman (2015), nel caso peggiore un virus potrebbe essere programmato per diffondere dapprima un programma inattivo tra le auto per un periodo di una settimana, infettando virtualmente tutti i mezzi degli Stati Uniti e successivamente portare tutti i veicoli autonomi ad accelerare a 112.65 km/h e infine svoltare a sinistra. Per quanto catastrofica questa possibilità possa sembrare, dal momento che ogni macchina autonoma è un punto d'accesso - seppur difficilmente - raggiungibile per questi sistemi, è praticamente impossibile progettarne un esemplare con 'rischio

zero' di attacchi informatici. Esistono tuttavia delle difese efficaci in grado di rendere questi attacchi sempre più difficili da organizzare. Gli USA hanno dimostrato che è possibile avere un sistema di controllo delle infrastrutture nazionali e un controllo del traffico aereo efficace grazie anche al NIST (National Institute of Standards and Technology), che sta sviluppando un sistema per migliorare la sicurezza elettronica e alla NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) (ibidem). Kyriakidis e colleghi (2015) evidenziano un'associazione tra paesi ad alto reddito e la preoccupazione della divulgazione dei propri dati personali a terzi come compagnie assicurative, autorità fiscali e organizzazioni dei trasporti e questa preoccupazione potrebbe portare le persone ad avere riserve sull'utilizzo o meno di mezzi di trasporto autonomi. Si ipotizza quindi che le persone appartenenti a un reddito alto siano maggiormente interessate alla protezione dei dati personali.

### **3. Privacy**

Il costrutto della privacy in questo studio si riferisce a quanto sia importante che il veicolo autonomo richieda informazioni sul conducente per poter funzionare (ad es. attraverso sensori corporei o riconoscimento facciale/vocale), che il veicolo non divulghi a terzi informazioni personali sui suoi utenti (es. identità, caratteristiche, abitudini, comportamento di guida, geolocalizzazione ecc.) e infine quanto sia importante che il veicolo non invii informazioni personali degli utenti per migliorare il proprio servizio.

Il problema della privacy è piuttosto controverso, dal momento che i sistemi informatici, almeno nel caso dei mezzi di trasporto autonomi, richiedono dei dati ai passeggeri per restituire in cambio un miglioramento del servizio. Ad esempio, dal momento che è probabile che la responsabilità in caso di incidenti dei veicoli completamente autonomi (livello 5) sarà dei produttori, è verosimile che i dati di un eventuale incidente vengano detenuti o vengano resi disponibili a loro, posto che il veicolo sia nel torto. Problemi di privacy tuttavia possono emergere se è un umano a guidare nel momento dell'incidente (pensiamo alle auto semi-autonome, come quelle di livello 2, 3 e 4), poiché potrebbe essere necessario utilizzare il registratore dati dell'auto contro di lui.

A prescindere dagli ipotetici incidenti, fornire dati di viaggio, come itinerari e destinazioni a sistemi centralizzati, è moralmente discutibile, soprattutto se i dati sono registrati e conservati dalle case produttrici o dallo Stato, pertanto è necessario regolamentare le leggi stradali nazionali e internazionali su queste problematiche. Allo stesso tempo, tuttavia, la diffusione e l'uso responsabile di questi dati potrebbero aiutare i gestori e i progettisti della rete di trasporto a migliorare i sistemi della gestione del traffico, inoltre i profitti commerciali provenienti dalla pubblicità potrebbero abbassare i prezzi delle auto a guida autonoma. (Fagnant & Kockelman, 2015).

Lo studio già citato di Kyriadis et al. (2015) evidenzia come i paesi post-industrializzati temano maggiormente la trasmissione dei dati personali a differenza di quelli più poveri; non emerge invece una differenza di genere per quanto riguarda l'importanza attribuita alla privacy. Potremmo azzardare una simile correlazione tra le persone con un reddito più alto all'interno di uno stesso paese post-industrializzato e la preoccupazione per la trasmissione dei dati personali.

Secondo Zmud e colleghi (2016), più una persona si preoccupa delle questioni legate alla privacy, meno questa sarà intenzionata a utilizzare un veicolo autonomo. Questo rende la privacy un problema cruciale nella progettazione e nella realizzazione di veicoli autonomi e richiede attenzione anche a coloro che si occupano di creare delle leggi apposite per tutelare i dati personali di coloro che possiedono questo tipo di mezzi.

#### **4. Sicurezza personale**

Il valore "sicurezza personale" si focalizza su quanta importanza viene assicurata alla protezione dei passeggeri di un veicolo autonomo e degli altri utenti della strada, assicurandosi che non siano feriti o esposti a potenziali rischi, e quanta importanza venga data al fatto che il veicolo venga progettato per massimizzare la protezione dei suoi passeggeri seppur riducendo al minimo i danni ad altri utenti della strada e infrastrutture.

Come già affermato precedentemente, la sicurezza stradale è uno degli obiettivi che hanno spinto maggiormente lo sviluppo delle macchine autonome, a causa dell'alto tasso di incidenti stradali provocati da comportamenti umani (distrazione, stanchezza, guida in stato di ebbrezza, guida oltre i limiti di velocità permessi), i quali, con l'utilizzo di questa tecnologia verrebbero pressoché eliminati o comunque ampiamente ridotti in quanto i comportamenti del veicolo sarebbero scevri da influenze individuali e atti imprevisti. Sebbene, tuttavia, la sicurezza sia uno dei punti di forza nella vendita dei veicoli autonomi (Fagnant and Kockelman, 2015), per le persone il rischio associato all'idea di insicurezza, perdita di controllo e pericolo non è trascurabile (Kyriakidis et al., 2015). Secondo quest'ultima ricerca, le persone abituate a guidare molti chilometri tenderebbero a essere più aperti a questa tecnologia, forse dal momento che sono più esposti alla stanchezza della guida e quindi desiderano investire in un'auto che permetta loro di riposarsi (ibidem). Questo dato potrebbe indicare che coloro che guidano di più diano molta importanza alla sicurezza personale in un veicolo autonomo, dal momento che sono maggiormente interessati a tutelarsi da eventuali incidenti dovuti ad esempio alla stanchezza e allo stress.

Anche se la guida tradizionale è un'attività altamente rischiosa, dal momento che nei veicoli autonomi le persone devono affidare a un sistema automatizzato la loro sicurezza, esse pretendono

maggiori assicurazioni di quanto non chiedano ai veicoli a guida manuale (Waycaster et al., 2018). Uno studio di Liu (Liu et al., 2019) ha trovato, infatti, che le persone ritengono che un veicolo a guida autonoma debba essere quattro volte più sicuro di un veicolo a guida manuale: questo significa che se le persone non si sentono adeguatamente sicure in questa nuova modalità di spostamento, non si può richiedere loro di accettare e adottare le macchine autonome. Secondo lo stesso studio, non c'erano differenze di genere significative per quanto riguarda l'importanza attribuita alla sicurezza personale. Come già affermato precedentemente, tuttavia, c'è largo accordo nella comunità scientifica sul fatto che gli uomini siano più predisposti ad avere un comportamento rischioso alla guida (Buss, 2004), che dimostrino una minor motivazione a seguire le regole della strada e che considerino le violazioni come meno gravi e pericolose (Yagil, 1998). Queste idee vengono confermate anche da uno studio di Oltedal e Rundmo (2006) e da un'altra ricerca che evidenzia come gli uomini sono meno propensi ad allacciare la cintura di sicurezza rispetto alle donne (Lerner et al., 2001); secondo la stessa ricerca anche chi aveva uno status socioeconomico basso era meno incline a indossare la cintura. Per quanto questi studi si riferiscano ai veicoli a guida manuale, ipotizziamo una situazione analoga per quanto riguarda il genere e il reddito anche per i veicoli autonomi.

In uno studio in cui degli studenti sperimentavano direttamente l'esperienza di un veicolo autonomo (Xu et al., 2018), la sicurezza percepita prediceva positivamente la loro intenzione di usare le macchine autonome e di riprovare l'esperienza dell'esperimento. In particolare, le persone che considerano la sicurezza e il controllo come i fattori più importanti nella scelta di implementare o meno l'utilizzo delle macchine autonome nei loro spostamenti quotidiani, sono meno inclini a volerle comprare rispetto ad altri (Howard & Dai, 2014).

## **5. Costi**

Infine, un fattore sicuramente importante è quello di valutare se il veicolo sia economicamente sostenibile e conveniente per il consumatore (ad es. che abbia ridotti costi di produzione, riparazione e aggiornamento), rendendo la guida autonoma una realtà a disposizione di tutti e non solo di una piccola élite.

Come abbiamo visto, un veicolo autonomo, per essere appetibile al pubblico deve essere un mezzo sicuro, con un'adeguata sicurezza informatica, con una buona prestazione ma anche un mezzo confortevole, dove i passeggeri possono dedicarsi ad altre attività in totale sicurezza (e.g., riposarsi, lavorare, etc.). Per garantire tutte queste caratteristiche, che in un veicolo autonomo sono essenziali, in quanto distinguono fondamentalmente questa tecnologia dalle precedenti, sono necessarie delle spese ben maggiori rispetto a quelle che la maggior parte delle persone sarebbero disposte a pagare per un mezzo tradizionale. Secondo uno studio condotto su 412 guidatori francesi, i partecipanti erano

effettivamente disposti a pagare 1624€ in più in media per i veicoli autonomi (Payre et al., 2014). Lo studio già citato di Kyriakidis e colleghi (2015) condotto su 5000 partecipanti da 109 paesi evidenziava invece che il 22% non voleva comprare nessun veicolo autonomo mentre c'era un 5% del campione che era disposta a pagare più di 30.000\$. Kyriakidis evidenzia anche che le persone di genere maschile sarebbero disposte a pagare di più per un veicolo nuovo e che lo stesso vale per chi è di estrazione sociale medio-alta e per chi è abituato a guidare più chilometri. Dello stesso avviso sono Nordhoff e Shabanpour (Nordhoff et al., 2018; Shabanpour et al., 2018) secondo i quali chi guida di più sarebbe disposto a spendere di più per un veicolo autonomo. Alla luce di questi dati, ci aspettiamo dei risultati analoghi anche nel presente studio per quanto riguarda genere, reddito e frequenza di guida.

La situazione è quindi molto variegata e cambia in base a fattori anagrafici diversi, tra cui il ceto di appartenenza, l'età, l'esperienza di guida, il numero di incidenti vissuti, il genere e la nazionalità. Ad esempio, dalla ricerca di Abraham e colleghi (2017) su 3034 americani, emerge che con l'avanzare dell'età diminuiva la volontà di utilizzare macchine autonome e le persone erano disposte in misura minore a spendere denaro per comprare questo tipo di tecnologia. Negli USA gli americani spendono in media 40000\$ per comprare un'auto nuova e circa 27300\$ per acquistarne una usata (Experian State of the Automotive Finance Market, Q4 2021). Al momento non ci sono veicoli autonomi sul mercato, tuttavia la messa in vendita di questa tecnologia non è molto lontana dall'avvenire, e apparentemente non sarà così economica da affrontare per gli stakeholders.

Infine, siccome le preoccupazioni relative al costo delle auto a guida autonoma sono condivise dalla maggior parte delle persone, potremmo ipotizzare che, se tutte le altre barriere all'utilizzo di questa tecnologia che abbiamo preso in considerazione venissero meno e il costo fosse l'unico problema, un eventuale abbassamento del prezzo potrebbe far aumentare la richiesta d'acquisto in modo omogeneo da parte di tutte le fasce economiche, favorendo così una diffusione in larga scala di questo prodotto e di conseguenza rendendolo un mezzo di utilizzo comune quasi come le auto tradizionali. D'altra parte, tuttavia, il costo è solo uno degli ostacoli all'acquisto dei veicoli autonomi, dal momento che questi pongono le persone di fronte a un dilemma sociale. Scegliere tra un'auto utilitaristica- un'auto che minimizzi il numero di vittime in caso di incidente- e una che protegga i suoi passeggeri a ogni costo è difficile. Per quanto i consumatori vorrebbero che gli altri utilizzassero veicoli autonomi con un sistema morale utilitaristico per sentirsi più al sicuro, allo stesso tempo per loro stessi sceglierebbero un veicolo con un sistema morale auto-protettivo. (Bonneton et al., 2016). Per questo motivo, la regolarizzazione dei veicoli autonomi dovrebbe tenere in considerazione questo problema, dal momento che se venisse consentita la circolazione sia delle macchine utilitaristiche sia

di quelle auto-protettive, ciò potrebbe comportare una rinuncia all'acquisto di questa tecnologia da parte delle persone, perdendo l'occasione preziosa di ottenere tutti i vantaggi che essa garantisce (per citarne uno, la diminuzione degli incidenti stradali dovuti ai comportamenti umani a rischio), dei quali si è già discusso (ibidem).

Legislatori e case produttrici, pertanto, dovrebbero trovare delle soluzioni sia al problema dei costi che al problema della fiducia nel sistema morale dei veicoli per permetterne una vasta produzione e adozione.

### 1.3. Il presente studio

L'intento di questo studio è quello di indagare, tramite un questionario, quali sono i valori che dovrebbero guidare la futura programmazione e costruzione di un mezzo di trasporto autonomo. A tal fine, i 6 valori appena descritti sono stati individuati come tra i più importanti in tale programmazione, e investigati tramite un apposito questionario e valutati individualmente. Alla luce della letteratura consultata, per ogni valore sono state prefissate delle ipotesi sperimentali legate a tre principali variabili sociodemografiche e comportamentali: genere, reddito e frequenza di guida. Date queste premesse, ipotizziamo:

In termini di autonomia dell'utente:

- Un effetto non significativo del genere;
- Un effetto significativo del reddito, con minore autonomia richiesta da individui appartenenti a fasce di reddito più alte (Howard & Dai, 2014);
- Un effetto significativo della frequenza di guida, con maggiore autonomia richiesta da individui che percorrono più di 20.000 chilometri l'anno (Howard & Dai, 2014).

In termini di prestazioni del veicolo:

- Un effetto significativo del genere, con maggiori prestazioni del veicolo richieste dagli individui di genere maschile rispetto a quello femminile (Acheampong & Cugurullo, 2019);
- Un effetto significativo del reddito, con maggiori prestazioni del veicolo richieste da individui appartenenti a fasce di reddito più alte (Johansson-Stenman & Martinsson, 2006);
- Un effetto significativo della frequenza di guida, con prestazioni del veicolo più alte richieste da individui che percorrono più di 20.000 chilometri l'anno (Nordhoff et al., 2018; Shabanpour et al., 2018).

In termini di protezione informatica:

- Un effetto non significativo del genere;
- Un effetto significativo del reddito con maggiori richieste di protezione informatica da parte di individui appartenenti a fasce di reddito più alte (Kyriakidis et al., 2015);
- Un effetto non significativo della frequenza di guida.

In termini di privacy:

- Un effetto non significativo del genere;
- Un effetto significativo del reddito con richieste di privacy più alte da parte di individui appartenenti a fasce di reddito più alte (Kyriakidis et al., 2015);
- Un effetto non significativo della frequenza di guida.

In termini di sicurezza personale:

- Un effetto significativo del genere con maggiore sicurezza richiesta da individui di genere femminile (Lerner et al., 2001; Oltedal & Rundmo, 2006 ; Yagil, 1998; Buss, 2004);
- Un effetto significativo del genere con maggiore sicurezza richiesta da individui appartenenti a fasce di reddito più alte (Lerner et al., 2001);
- Un effetto significativo della frequenza di guida con maggiore sicurezza richiesta da individui che guidano più di 20.000 chilometri l'anno (Kyriakidis et al., 2015).

In termini di costi:

- Un effetto significativo del genere con maggiore importanza attribuita ai costi da parte degli individui di genere femminile (Kyriakidis et al., 2015);
- Un effetto significativo del reddito con maggiore importanza attribuita ai costi da parte degli individui appartenenti a fasce di reddito più basse (Kyriakidis et al., 2015);
- Un effetto significativo della frequenza di guida con minore importanza attribuita ai costi da parte degli individui che guidano più di 20.000 chilometri l'anno (Kyriakidis et al., 2015; Nordhoff et al., 2018; Shabanpour et al., 2018).

Inoltre, per quanto riguarda lo studio correlazionale sulle valutazioni date ai valori singoli, esploriamo potenziali correlazioni positive tra i valori:

- Protezione informatica e Privacy, per motivazioni di natura pratica: senza Protezione informatica non può esserci Privacy ;
- Costi e Prestazioni del veicolo, dal momento che le funzionalità che consentono a un veicolo autonomo di funzionare dipendono da quanto il consumatore è disposto a spendere.





## 2. METODO

### 2.1. Partecipanti

83 partecipanti sono stati reclutati per svolgere il presente studio (42 donne, 1 genere non specificato). Per motivi metodologici, il soggetto di genere non specificato è stato rimosso dall'analisi dei dati, in modo da lavorare solo su due livelli della variabile genere. Prima di compilare il questionario i partecipanti hanno dato il proprio consenso al trattamento dei dati personali per la ricerca, la cui partecipazione era volontaria e non remunerata.

Inoltre, ognuno di essi ha generato un CUI (Codice Unico di Identificazione) costituito da due lettere e quattro cifre. In questo modo è stato possibile assicurarsi in primo luogo che il questionario non venisse compilato più di una volta e inoltre al partecipante è stata garantita la confidenzialità delle sue informazioni personali e la possibilità di recuperare i propri dati grezzi laddove richiesto. L'età media del campione è di 36 anni (Deviazione Standard=14.93; Range= 19-77), il 40% dei partecipanti si dichiara studente universitario, un altro 40% è lavoratore dipendente. Inoltre, il 47,56% dichiara di possedere un reddito nella media nazionale (n=39), considerando come valore di riferimento il reddito netto familiare medio annuo in Italia nel 2020 (30.590€), mentre il 28% comunica un reddito sotto la media (n=23) Quasi la totalità del campione (92,68%) possiede la patente di guida di tipo B (n=76), ed il 65,85% dichiara di utilizzare l'automobile come principale mezzo di trasporto (n=54). Il 40,24% dei partecipanti (n=33) dichiara di guidare per più di 20.000 km ogni anno, mentre il 26,82% guida tra i 10 e i 20 km all'anno. Un dato interessante è che 51 partecipanti su 82 considerano sé stessi più come guidatori che come passeggeri (62,19%) e che solo il 39,02% dei partecipanti dichiara di sapere aver già sentito parlare di automobili autonome (n = 32).

### 2.2. Procedura e materiali sperimentali

Il questionario online è stato progettato e somministrato tramite il software Qualtrics e distribuito attraverso un metodo di campionamento casuale "a palla di neve" tramite social media e canali di comunicazione istituzionali accademici. La ricerca presentata all'interno del presente elaborato si inserisce all'interno di un progetto più ampio, che ha quindi richiesto l'inserimento all'interno del questionario, di ulteriori misure oltre quelle di interesse precedentemente descritte. Il tempo impiegato dai partecipanti per completare l'intero questionario è stato in media di 17.63 min (Deviazione Standard= 7.05 min). Per limitare la variabilità dei dati, è stato richiesto di completare lo studio tramite l'utilizzo esclusivo del PC (fisso o portatile) (Krebs & Höhne, 2021).

Nella prima sezione del sondaggio venivano richieste delle informazioni di tipo anagrafico e riguardo le abitudini di guida, poi venivano somministrate due scale psicologiche: la scala del modello di accettazione della tecnologia (TAM) e la scala di autoefficacia generale (GSE). Tali scale non verranno prese in considerazione nello specifico di questo elaborato.

Successivamente venivano presentati dei brevi video, per fini di ricerca riferibili allo studio generale.

Al termine della sessione video, al partecipante si chiedeva di attribuire un valore da 1 (non importante) a 100 (molto importante) a ognuno dei sei criteri già citati, ovvero Autonomia dell'utente, Sicurezza, Protezione Informatica, Privacy, Prestazioni del veicolo e Costi, nella progettazione dei veicoli autonomi. La valutazione richiesta era una valutazione oggettiva su quanto importante fosse prendere in considerazione ognuno dei sei valori presentati in fase di programmazione dei veicoli autonomi.

### 2.3. Analisi statistiche

Le analisi statistiche sono state svolte tramite il software RStudio (versione 2022.07.0-548). Esse si sono focalizzate dapprima su uno studio correlazionale fra coppie di valori, e successivamente su potenziali differenze di valutazione mediate dal genere, dal reddito e dalla frequenza di guida dei partecipanti. Come prima cosa, dunque, è stata utilizzata la funzione *rcorr* (pacchetto Hmisc di R) per ottenere una matrice di correlazione dei sei valori-guida con il metodo di Pearson e i rispettivi P-value per ogni coppia.

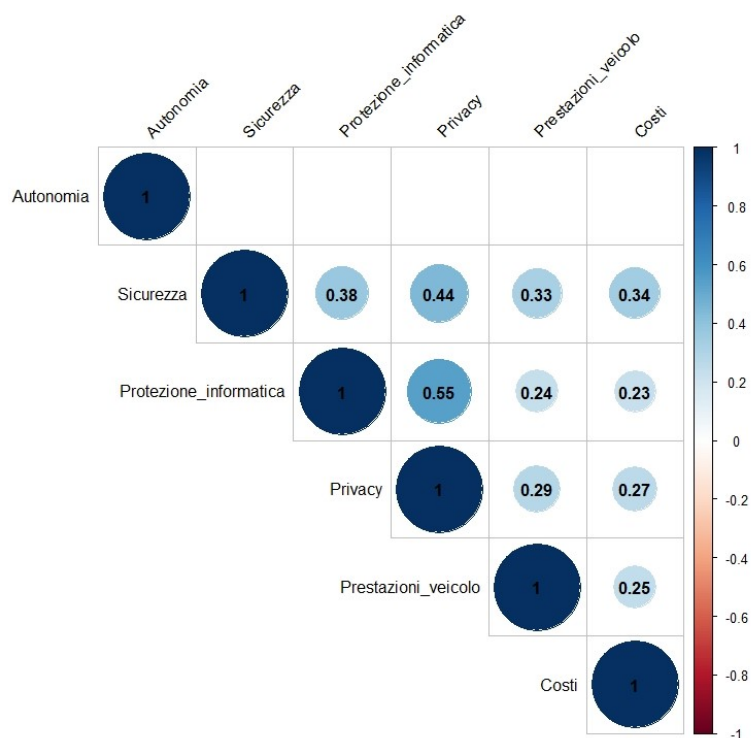
Successivamente sono state analizzate le variabili Genere, Fascia di Reddito e Frequenza di guida come predittori di sei analisi della varianza (ANOVA), ciascuna delle quali considerava uno specifico valore investigato. Non sono stati investigati effetti di interazione. Per gli effetti risultati statisticamente significativi, sono state svolte delle analisi post-hoc (emmeans), usufruendo del metodo di Tukey. La variabile di Genere presentava inizialmente tre livelli, “donne”, “uomini” e “genere non specificato”. Considerata la bassa numerosità campionaria di quest'ultimo livello ( $n = 1$ ), la variabile è stata trattata con soli due livelli. La variabile Reddito era invece costituita da tre livelli, “sotto la media”, “nella media” e “sopra la media” (considerando come valore di riferimento il reddito netto familiare medio annuo in Italia nel 2020 (30.590€), ed anche la variabile Frequenza di guida era costituita da tre livelli, caratterizzati dal numero minimo di chilometri percorsi all'anno: “meno di 10.000 km/anno”, “tra i 10.000 km e i 20.000 km” e “più di 20.000 km/anno”.

## 2.4. Risultati

Come ipotizzato, è stata osservata una correlazione positiva tra i valori Protezione Informatica e Privacy ( $r=0.55$ ,  $p=0.00$ ) mentre sono emerse correlazioni deboli seppur significative tra i valori Prestazioni del veicolo e Sicurezza personale ( $r=0.32$ ,  $p=0.00$ ), Costi e Prestazioni del veicolo ( $r=0.25$ ,  $p=0.025$ ) e Costi e Sicurezza personale ( $r=0.34$ ,  $p=0.00$ ). È stata evidenziata inoltre una ulteriore correlazione positiva e significativa che non era stata ipotizzata, tra i valori Privacy e Sicurezza personale ( $cor=0.55$ ,  $p=0.00$ ). (Tab.1 e fig.1).

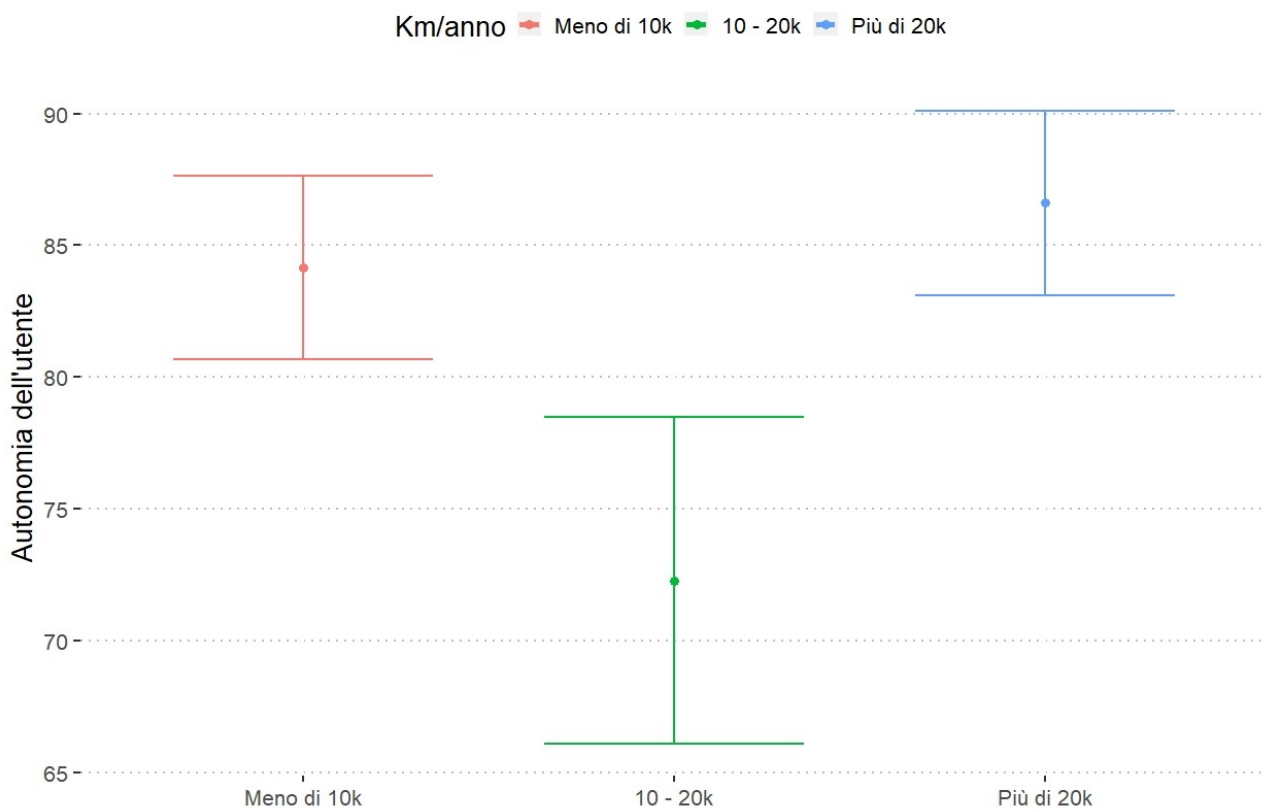
**Tab.1.** Matrice di correlazione di Pearson dei sei valori-guida

	Autonomia dell'utente	Sicurezza personale	Protezione informatica	Privacy	Prestazioni del veicolo	Costi
Autonomia dell'utente	1.00	0.13	0.02	0.09	0.06	-0.07
Sicurezza personale	0.13	1.00	0.37	0.44	0.32	0.34
Protezione informatica	0.02	0.37	1.00	0.54	0.23	0.22
Privacy	0.09	0.44	0.54	1.00	0.28	0.26
Prestazioni veicolo	0.06	0.32	0.23	0.28	1.00	0.24
Costi	-0.07	0.34	0.22	0.26	0.24	1.00



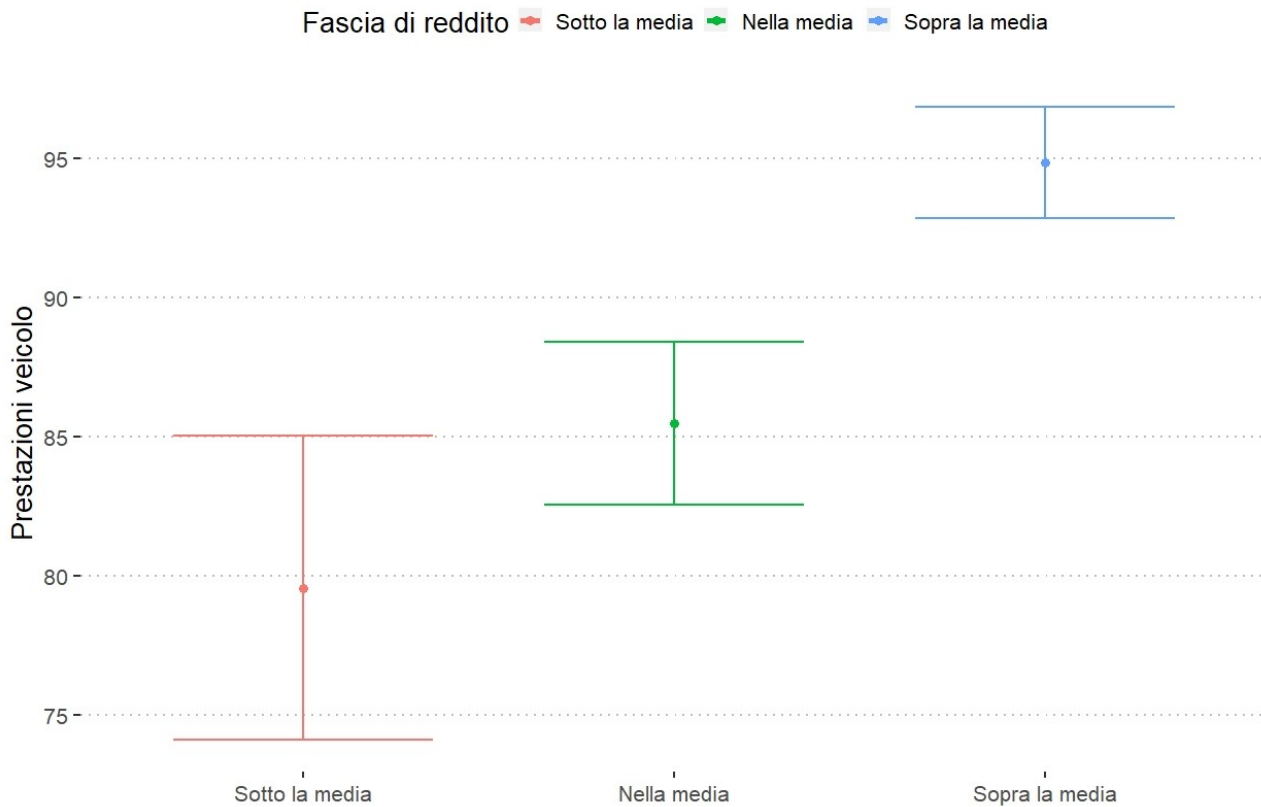
**Fig.1.** Grafico cromatico delle correlazioni tra valori-guida. Sono evidenziate, attraverso i corrispettivi valori, solo le correlazioni risultate statisticamente significative.

Passiamo ora ai risultati dell'analisi della varianza (ANOVA). I predittori Genere e Reddito si sono rivelati ininfluenti sulla variabile dipendente Autonomia dell'utente, mentre il fattore Frequenza di guida in prima analisi risultava significativo ( $F(2, 79) = 3.35, p = 0.04$ ). Attraverso analisi post-hoc è stata rilevata una differenza ai limiti della significatività tra gli individui che guidano più di 20.000 km all'anno e quelli che ne guidano tra 10.000 e 20.000 (Fig.2). Tale differenza si traduce in una maggiore importanza attribuita al valore Autonomia dell'utente da parte del gruppo che guida più di 20.000 km all'anno, riscontrabile anche dalle medie (Tab.2).



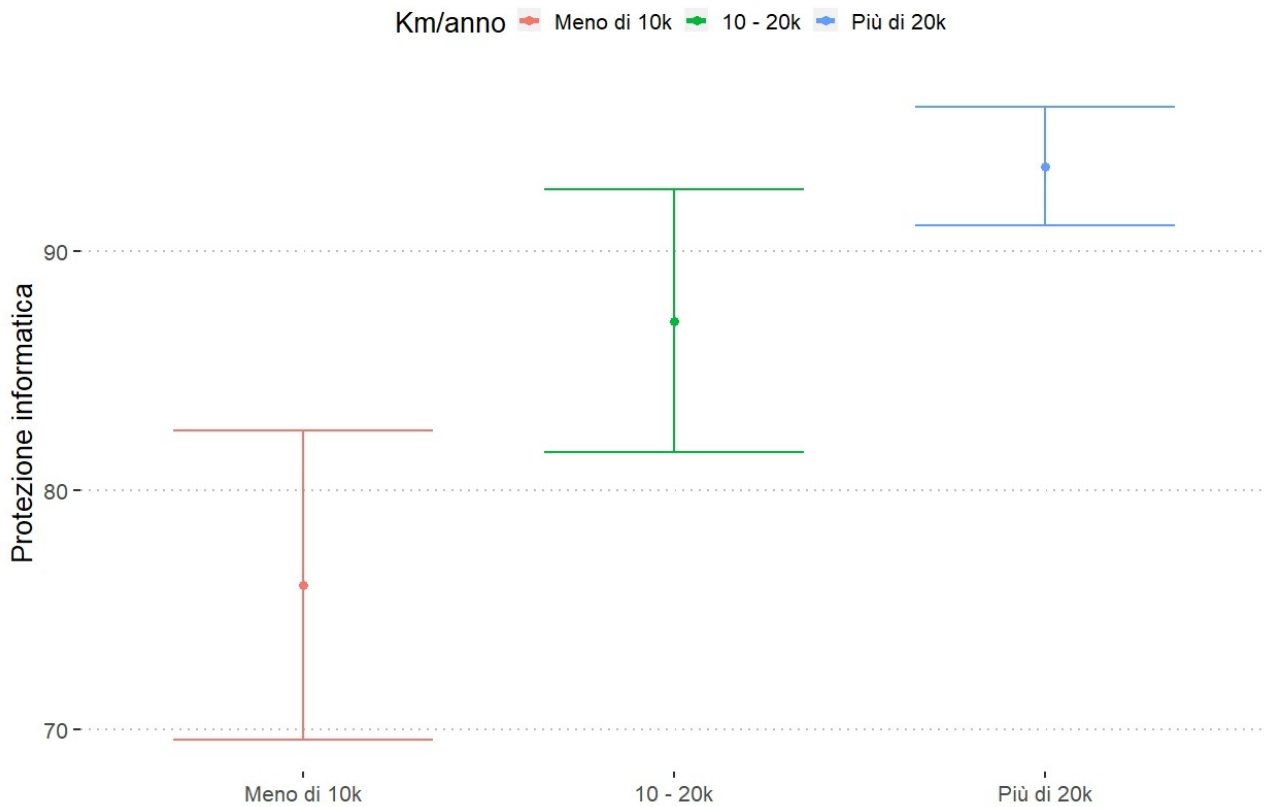
**Fig.2.** Grafico a barre di errore rappresentante media ed errore standard dei valori di Autonomia dell'utente divisi per i tre livelli della variabile Frequenza di guida

Per quanto riguarda il valore Prestazioni del veicolo, come previsto la variabile Reddito risulta significativa dall'analisi ANOVA ( $F(2, 79)=3.05, p=0.05$ ), mentre Genere e Frequenza di guida non sembrano influire sulla valutazione del valore (Genere:  $F(1, 80)=0.44, p=0.50$ ; Frequenza di guida:  $F(2, 79)=2.24, p=0.11$ ). (Fig.3)



**Fig.3.** Grafico a barre di errore rappresentante media ed errore standard dei valori di Prestazioni del veicolo divisi per i tre livelli della variabile Reddito

L'analisi post-hoc ha confermato la significatività dell'effetto rilevando una differenza tra il gruppo con fascia di reddito più alta e quello con fascia di reddito più bassa ( $p = 0.04$ ,  $M = 94.85$ ), con un effetto principale più alto per la fascia di reddito sopra la media. Contrariamente alle ipotesi formulate inizialmente, il fattore Frequenza di guida si è rivelato influente sul valore della Protezione informatica nell'analisi di ANOVA ( $F(2, 79) = 3.22$ ,  $p = 0.04$ ) e nell'analisi post-hoc con una differenza significativa tra il gruppo che percorre più di 20.000 km all'anno e quello che ne percorre meno di 10.000 ( $p = 0.04$ ,  $M = 93.57$ ), con un effetto principale maggiore per il gruppo che percorre più di 20.000 km (Fig.4).



**Fig.4.** Grafico a barre di errore rappresentante media e errore standard dei valori di Protezione informatica divisi per i tre livelli della variabile Frequenza di guida

I tre predittori si sono dimostrati non significativi sia nell'analisi del valore Privacy (Genere:  $F(1, 80)=1.21, p=0.27$ ; Reddito:  $F(2, 79)=0.28, p=0.75$ ; Frequenza di guida:  $F(2, 79)=1.59, p=0.21$ ) che del valore Sicurezza personale (Genere:  $F(1, 80)=0.81, p=0.36$ ; Reddito:  $F(2, 79)=0.45, p=0.63$ ; Frequenza di guida:  $F(2,79)=0.53, p=0.59$ ), che del valore Costi (Genere:  $F(1, 80)= 0.02, p=0.87$ ; Reddito:  $F(2, 79)=0.20, p=0.81$ ; Frequenza di guida:  $F(2, 79)=2.23, p=0.11$ ).

<i>Valore-guida</i>	<i>Dato anagrafico</i>	<i>Media</i>	<i>Deviazione standard</i>
Autonomia utente	<b>Genere</b>		
	Uomini	79.74	25.21
	Donne	85.09	18.70
	<b>Frequenza di guida (km/anno)</b>		
	Meno di 10.000	84.16	17.06

	10.000-20.000	72.28	28.36
	Più di 20.000	86.60	20.02
	<b>Fascia di reddito</b>		
	Sotto la media	78.69	23.40
	Nella media	82.84	23.37
	Sopra la media	86.30	18.05
	<b>Tot.</b>	82.51	22.10
Sicurezza	<b>Genere</b>		
	Uomini	91.48	19.20
	Donne	95.16	8.84
	<b>Frequenza di guida (km/anno)</b>		
	Meno di 10.000	91.83	12.52
	10.000-20.000	92.33	18.41
	Più di 20.000	95.24	14.38
	<b>Fascia di reddito</b>		
	Sotto la media	95.04	16.68
	Nella media	91.23	15.72
	Sopra la media	95.60	9.97
	<b>Tot.</b>	93.39	14.79
Prestazioni veicolo	<b>Genere</b>		
	Uomini	87.48	20.74
	Donne	84.83	18.90
	<b>Frequenza di guida (km/anno)</b>		
	Meno di 10.000	81.08	21.81
	10.000-20.000	89.19	15.90
	Più di 20.000	87.30	20.96
	<b>Fascia di reddito</b>		
	Sotto la media	79.56	26.18
	Nella media	85.47	18.02
	Sopra la media	94.85	8.91
	<b>Tot.</b>	86.11	19.73

Protezione informatica	<b>Genere</b>		
	Maschi	88.25	22.44
	Femmine	84.21	26.70
	<b>Frequenza di guida (km/anno)</b>		
	Meno di 10.000	76.04	31.65
	10.000-20.000	87.09	25.19
	Più di 20.000	93.57	14.20
	<b>Fascia di reddito</b>		
	Sotto la media	87.91	23.55
	Nella media	83.97	25.43
	Sopra la media	88.30	25.35
	<b>Tot.</b>	19.73	24.67
	Privacy	<b>Genere</b>	
Maschi		72.05	26.48
Femmine		78.80	28.82
<b>Frequenza di guida (km/anno)</b>			
Meno di 10.000		66.87	30.91
10.000-20.000		81.23	31.40
Più di 20.000		76.81	22.73
<b>Fascia di reddito</b>			
Sotto la media		74.95	29.19
Nella media		77.55	28.15
Sopra la media		72.45	26.35
<b>Tot.</b>		75.55	27.75
Costi		<b>Genere</b>	
	Maschi	68.89	30.80
	Femmine	69.66	30.75
	<b>Frequenza di guida (km/anno)</b>		
	Meno di 10.000	59.29	26.70
	10.000-20.000	69.14	37.00



Più di 20.000	76.30	27.91
<b>Fascia di reddito</b>		
Sotto la media	67.39	35.82
Nella media	70.39	28.42
Sopra la media	69.40	29.54
<b>Tot.</b>	<b>69.29</b>	<b>30.58</b>

*Tab.2. Media e deviazione standard per ogni valore divisi per i predittori Genere, Frequenza di guida e Reddito*

### 3. DISCUSSIONE

#### 3.1. Discussione generale

Lo scopo di questo studio era quello di determinare se una serie di variabili sociodemografiche e abitudini di guida potessero avere un ruolo nella valutazione dei valori etici che dovrebbero guidare la programmazione di veicoli a guida autonoma, approfondendo, inoltre, se vi ci fossero eventuali correlazioni fra coppie di valori in termini di importanza. A tal fine, è stato chiesto direttamente ai partecipanti quanto fosse per loro importante ogni singolo valore, su di una scala da 0 (per niente importante) a 100 (assolutamente importante).

Sono state strutturate una serie di ipotesi, alcune riguardanti gli specifici valori in relazione alle variabili di genere, reddito e frequenza di guida secondo quanto ci si aspettava dalla letteratura e altre riguardanti le correlazioni tra coppie di valori, ipotizzando delle correlazioni intuibili sulla base della natura delle variabili. I risultati ottenuti hanno confermato solo in parte le ipotesi iniziali; tuttavia, le analisi hanno messo in luce aspetti di potenziale interesse.

Come era previsto, si è evidenziata una correlazione positiva tra Protezione Informatica e Privacy: questo dato suggerisce un legame tra la protezione dei dati personali e la salvaguardia informatica del veicolo, descrivendo degli individui che hanno a cuore i propri dati personali. In generale ci si aspetta che chi ha molto a cuore la propria privacy tenderà o ad avere uno scarso interesse nei confronti del veicolo autonomo (Zmud et al., 2016), o ad investire in un veicolo autonomo che abbia un efficace sistema di protezione informatica. La Protezione Informatica costituisce il mezzo *sine qua non* non può esserci privacy a bordo di un veicolo autonomo: un buon sistema di protezione dei dati personali tutela la privacy del guidatore e dei passeggeri e da qui l'inevitabile legame tra le due variabili.

Non era previsto invece che ci fosse una forte correlazione positiva tra Privacy e Sicurezza personale. Si potrebbe ipotizzare che alla base della scelta di entrambi i valori ci sia il desiderio di avere il controllo: sui propri dati personali nel primo caso e sull'auto e le imprevedibilità della strada nel secondo caso. Evidenze in letteratura descrivono in tal senso che un'importanza attribuita alla sicurezza stradale è spesso associata al desiderio di avere il controllo dell'auto (Kyriakidis et al., 2015; Howard & Dai, 2014), e la mancanza di privacy costituisce di per sé un rischio reale da tenere sotto controllo in un veicolo autonomo. Si potrebbe pensare quindi che dietro la scelta di questi due valori ci siano dei tratti di personalità in comune, come ad esempio il nevroticismo, spesso legato a un maggior disagio nella trasmissione dei dati personali (Kyriakidis et al., 2015) e il desiderio di controllo. Studi futuri potrebbero approfondire un potenziale ruolo delle caratteristiche di personalità

sulla valutazione della programmazione delle intelligenze artificiali e dei sistemi di trasporto autonomo, così da ovviare a potenziali confusioni nei risultati.

Sono state trovate inoltre correlazioni significative ma deboli tra i valori Prestazioni del veicolo e Sicurezza personale, Costi e Sicurezza personale e Costi e Prestazioni del Veicolo. Per quanto significativa, la correlazione tra Costi e Prestazioni del Veicolo non si è rivelata forte come si ipotizzava prima della somministrazione del questionario. Questo dato potrebbe essere giustificato dal fatto che le persone che danno molta importanza ai costi non sono le stesse che danno molta importanza invece alle prestazioni di un veicolo: come abbiamo visto dai risultati dell'Anova sul costruito Prestazioni del veicolo, infatti, chi apparteneva a una fascia di reddito più alta dava più importanza alle prestazioni, mentre per quanto riguarda i costi le persone di fascia di reddito alta non si sono discostate dalle altre persone nell'attribuzione di importanza a questo valore.

Le previsioni formulate riguardo il valore Autonomia dell'utente sono state sostenute dai dati per quanto riguarda il Genere, mentre non sono state confermate rispetto al Reddito: non sono stati riscontrati effetti principali né del Genere né del Reddito sulla variabile dipendente Autonomia dell'utente. Differenze si sono invece osservate per quanto riguarda le valutazioni di importanza dell'autonomia dell'utente rispetto al numero di chilometri annui percorsi. Sembrerebbe infatti che chi percorre più chilometri sia più tendente a desiderare autonomia e controllo sull'auto rispetto a chi percorre tra i 10.000 e i 20.000 km/anno. È curioso invece che non ci siano grandi differenze di Autonomia tra il gruppo che guida meno chilometri e quello che ne guida di più: si potrebbe ipotizzare che le persone che guidano meno desiderino avere il controllo dell'auto quelle poche volte in cui hanno l'opportunità di utilizzarla, oppure si potrebbe pensare che le persone che guidano poco lo facciano perché sono più ansiose nell'abbandonare la responsabilità di guida ad un sistema autonomo, desiderando quindi di avere un maggior controllo dell'auto. Queste, tuttavia, sono solo delle supposizioni e si rimanda a ricerche future per approfondire le motivazioni alla base di questi risultati.

Come atteso, le persone con un reddito sopra la media risultano attribuire una maggiore importanza alle Prestazioni del veicolo rispetto a chi appartiene a una fascia di reddito sotto la media, mentre il genere e i chilometri percorsi all'anno non sono fattori determinanti secondo l'analisi ANOVA. Le persone con disponibilità economica più elevata sono più disposte ad acquistare un veicolo autonomo (Howard & Dai, 2014) dal momento che per essere efficiente e sicuro esso necessita di numerose funzionalità e tecnologie in più rispetto a un'auto tradizionale che ne fanno aumentare inevitabilmente il prezzo. Inoltre, un veicolo con molte funzionalità come quello con un sistema automatizzato è considerabile un prodotto di lusso, in grado di enfatizzare l'immagine della

persona che lo possiede: come già affermato nel primo capitolo, le persone di reddito elevato tendono a ricercare questa caratteristica nei prodotti che acquistano (Johansson-Stenman & Martinsson, 2006).

Contrariamente alle aspettative, non ci sono differenze nei valori di Protezione informatica in base al reddito, bensì in base alla frequenza di guida: coloro che guidano di più durante l'anno sembrerebbero più interessati alla Protezione informatica rispetto a chi guida meno. Dal momento che il presente studio spinge i partecipanti ad impersonificarsi ipoteticamente alla guida di un veicolo autonomo, le persone attualmente abituate a trascorrere molto tempo in auto potrebbero aver pensato di avere bisogno di un sistema di protezione informatica efficace in futuro, per quanto al momento dimostrino di non voler abbandonare il proprio controllo sull'auto, a giudicare dagli alti livelli di Autonomia richiesti da parte di chi guida di più (vedi tab. 3, nel capitolo dei Metodi).

Il genere sembrerebbe non influire in nessuno dei valori indagati a dispetto delle ipotesi: questo sorprende soprattutto per quanto riguarda la Sicurezza personale. L'ipotesi che gli uomini siano inclini a prendersi più rischi delle donne e quindi attribuire meno importanza al valore-guida non è stata verificata, per quanto sostenuta da molti studi (Buss, 2004; Yagil, 1998; Oltedal & Rundmo, 2006; Lerner et al., 2001) già citati precedentemente. Questa mancata attinenza alle previsioni potrebbe essere spiegata da motivi diversi: la prima è che gli studi che suffragano l'ipotesi sulla Sicurezza personale si riferiscono alle auto tradizionali. Sebbene, infatti, questi studi possano essere considerati più affidabili dal momento che le auto tradizionali sono le uniche attualmente in commercio e perciò si basano sulla realtà osservata dei comportamenti umani (numero di incidenti stradali subiti e agiti, frequenza nell'utilizzo della cintura di sicurezza ecc.) e non su possibili ed eventuali scenari, essi non tengono in considerazione la portata della novità dell'arrivo dei veicoli autonomi e delle preoccupazioni che suscitano in tutta la società, a prescindere dalle differenze di genere. È provato infatti come le persone richiedano maggiori assicurazioni riguardo le automobili autonome di quante ne chiedano rispetto a quelle tradizionali (Waycaster et al., 2018). Una seconda motivazione di questo risultato potrebbe essere legata alla necessità di implementare la numerosità campionaria, il che potrebbe rilevare effetti attualmente nascosti da un numero di partecipanti non sufficiente.

Inoltre, la frequenza di guida si è anch'essa dimostrata ininfluenza nel predire il valore Sicurezza personale, il che potrebbe significare che a prescindere dai chilometri percorsi ogni anno e quindi dall'abitudine di guidare, non ci siano differenze significative nell'attribuzione di importanza a tale valore-guida. Coloro che guidano molti chilometri appaiono quindi piuttosto aperti all'idea di passare all'utilizzo di un veicolo automatizzato, senza particolari preoccupazioni in più sulla sicurezza rispetto a chi guida di meno.

Per quanto riguarda i Costi era stato ipotizzato che (i) gli uomini, (ii) le persone appartenenti ad una fascia di reddito sopra la media e (iii) le persone abituate a guidare più di 20.000 km ogni anno fossero propensi a spendere più denaro per un veicolo autonomo. Non sono emerse tuttavia differenze significative in nessuno di questi tre fattori, spingendoci quindi ad affermare che il problema dei costi dei veicoli autonomi possa essere condiviso indistintamente da tutti e che costituisce un punto di discussione importante che le case produttrici dovranno considerare per poter garantire in futuro una diffusione di questa modalità di trasporto.

### 3.2 Limiti e sviluppi futuri

I risultati di questa ricerca non sono esenti da limiti di natura metodologica e di applicazione pratica.

In primo luogo, il campione statistico potrebbe essere implementato, aumentando il pool di partecipanti rispetto ai presenti 82. Inoltre, potrebbe essere di interesse sperimentale stratificare il campione in base all'età anagrafica, così da poter creare gruppi omogenei da confrontare fra di loro per poter osservare eventuali differenze legate all'età.

Inoltre, la guida autonoma è ancora poco conosciuta in Italia, infatti la maggior parte delle persone che hanno preso parte alla ricerca hanno dichiarato di sapere poco o nulla di veicoli autonomi. Potrebbe essere utile pertanto presentare il tema tramite video tutorial oppure utilizzare un approccio within subjects in studi futuri, per risolvere questo problema. Sappiamo infatti che meno si conosce una determinata tecnologia, meno questa verrà considerata affidabile (Biros et al., 2004). Dal momento che sono necessarie alla progettazione stessa dei veicoli, indagini future dovrebbero mettere quanto più possibile i partecipanti nella condizione di conoscere la tecnologia e inoltre dovrebbero rendere l'idea del veicolo autonomo quanto più realistica e vicina possibile alla loro quotidianità, prima di andare ad indagare pareri e valori, per far sì che i risultati siano affidabili.

Si rimanda inoltre a ricerche future l'implementazione di variabili psicologiche nei modelli come predittori dei valori-guida. Variabili psicologiche come Nevroticismo, Aggressività, Ansia e Sensation-seeking potrebbero essere utili anche a comprendere meglio alcune correlazioni tra valori-guida che non erano state messe in conto, come quella tra Sicurezza personale e Privacy.

### 3.3 Conclusione

L'obiettivo di questa ricerca era quello di individuare il rapporto che intercorre fra fattori (i.e., valori guida) che dovrebbero guidare la costruzione e progettazione dei veicoli autonomi basandosi sulla valutazione dei suoi futuri utilizzatori, puntando inoltre a investigare possibili effetti di genere,

reddito o abitudine alla guida. I risultati hanno evidenziato dei legami tra la Privacy e la Protezione informatica e tra la Privacy e la Sicurezza personale. Mentre era prevista una correlazione tra la prima coppia di valori, si rimanda a un maggior approfondimento della relazione tra Privacy e Sicurezza personale.

Inoltre, è stato messo in luce che le persone abituate a guidare molto mostrano livelli di Autonomia dell'utente alti e che considerano la Protezione informatica come un valore molto importante in un veicolo autonomo, più di chi guida pochi chilometri all'anno. È stato confermato che il reddito è una variabile utile a predire l'importanza attribuita alle Prestazioni di un veicolo, in particolare chi appartiene a una fascia di reddito sopra la media dimostra di dare più importanza a questo valore guida rispetto a chi appartiene a una fascia di reddito sotto la media.

Infine, il genere si è rivelato un fattore ininfluenza a predire i livelli dei valori-guida presi in considerazione in questa ricerca, nonostante le previsioni avute inizialmente nei riguardi dei valori Prestazioni del veicolo, Sicurezza personale e Costi.

Il coinvolgimento delle persone, anche nelle fasi di programmazione della tecnologia, è di fondamentale importanza dal momento che saranno loro gli utilizzatori finali dei veicoli autonomi: questo permette di mantenere una visione globale durante la strutturazione dei veicoli e la definizione dei loro comportamenti, i quali devono riflettere un'etica condivisa da tutti.

#### 4. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Acheampong, R. A., & Cugurullo, F. (2019). Capturing the behavioural determinants behind the adoption of autonomous vehicles: Conceptual frameworks and measurement models to predict public transport, sharing and ownership trends of self-driving cars. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 62, 349-375.

Alessandrini, A., Campagna, A., Delle Site, P., Filippi, F., & Persia, L. (2015). Automated vehicles and the rethinking of mobility and cities. *Transportation Research Procedia*, 5, 145-160.

Benleulmi, A. Z., & Blecker, T. (2017). Investigating the factors influencing the acceptance of fully autonomous cars. In *Digitalization in Supply Chain Management and Logistics: Smart and Digital Solutions for an Industry 4.0 Environment. Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL)*, Vol. 23 (pp. 99-115). Berlin: epubli GmbH.

Biros, D. P., Daly, M., & Gunsch, G. (2004). The influence of task load and automation trust on deception detection. *Group Decision and Negotiation*, 13(2), 173-189.

Bonnefon, J. F., Shariff, A., & Rahwan, I. (2016). The social dilemma of autonomous vehicles. *Science*, 352(6293), 1573-1576.

Buss, D. M. (2019). *Evolutionary psychology: The new science of the mind*. Routledge.

Chuang, L. L., Manstetten, D., Boll, S., & Baumann, M. (2017, September). 1st Workshop on Understanding Automation: Interfaces that Facilitate User Understanding of Vehicle Automation. In *Proceedings of the 9th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications Adjunct* (pp. 1-8).

Fagnant, D. J., & Kockelman, K. (2015). Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77, 167-181.

Golbabaei, F., Yigitcanlar, T., Paz, A., & Bunker, J. (2020). Individual predictors of autonomous vehicle public acceptance and intention to use: A systematic review of the literature. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6(4), 106.

Halsey, A., & Laris, M. (2016). Blind man sets out alone in Google's driverless car. *The Washington Post*, 13.

Howard, D., & Dai, D. (2014, January). Public perceptions of self-driving cars: The case of Berkeley, California. In *Transportation research board 93rd annual meeting* (Vol. 14, No. 4502, pp. 1-16).

- Huff Jr, E. W., DellaMaria, N., Posadas, B., & Brinkley, J. (2019, October). Am I too old to drive? opinions of older adults on self-driving vehicles. In *The 21st International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility* (pp. 500-509).
- Il Centauro- Rivista Ufficiale ASAPS. (2021). ACI-ISTAT: INCIDENTALITÀ STRADALE PRIMO SEMESTRE 2021. *Il Centauro- Rivista Ufficiale ASAPS*, 1.
- Jonah, B. A. (1997). Sensation seeking and risky driving: a review and synthesis of the literature. *Accident Analysis & Prevention*, 29(5), 651-665.
- Kaur, K., & Rampersad, G. (2018). Trust in driverless cars: Investigating key factors influencing the adoption of driverless cars. *Journal of Engineering and Technology Management*, 48, 87-96.
- Krebs, D., & Höhne, J. K. (2021). Exploring scale direction effects and response behavior across PC and smartphone surveys. *Journal of Survey Statistics and Methodology*, 9(3), 477-495.
- Kyriakidis, M., Happee, R., & de Winter, J. C. (2015). Public opinion on automated driving: Results of an international questionnaire among 5000 respondents. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 32, 127-140.
- Lerner, E. B., Jehle, D. V., Billittier IV, A. J., Moscati, R. M., Connery, C. M., & Stiller, G. (2001). The influence of demographic factors on seatbelt use by adults injured in motor vehicle crashes. *Accident Analysis & Prevention*, 33(5), 659-662.
- Lin, P. (2016). Why ethics matters for autonomous cars. In *Autonomous driving* (pp. 69-85). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Liu, P., Yang, R., & Xu, Z. (2019). How safe is safe enough for self-driving vehicles?. *Risk analysis*, 39(2), 315-325.
- Lutin, J. M. (2018). Not if, but when: Autonomous driving and the future of transit. *Journal of Public Transportation*, 21(1), 10.
- Madigan, R., Louw, T., Dziennus, M., Graindorge, T., Ortega, E., Graindorge, M., & Merat, N. (2016). Acceptance of automated road transport systems (ARTS): an adaptation of the UTAUT model. *Transportation Research Procedia*, 14, 2217-2226.
- Madigan, R., Louw, T., Wilbrink, M., Schieben, A., & Merat, N. (2017). What influences the decision to use automated public transport? Using UTAUT to understand public acceptance of automated road transport systems. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 50, 55-64.



- Marsden, G., McDonald, M., & Brackstone, M. (2001). Towards an understanding of adaptive cruise control. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 9(1), 33-51.
- Nass, C., Fogg, B. J., & Moon, Y. (1996). Can computers be teammates?. *International Journal of Human-Computer Studies*, 45(6), 669-678.
- Nordhoff, S., De Winter, J., Kyriakidis, M., Van Arem, B., & Happee, R. (2018). Acceptance of driverless vehicles: Results from a large cross-national questionnaire study. *Journal of Advanced Transportation*, 2018.
- Payre, W., Cestac, J., & Delhomme, P. (2014). Intention to use a fully automated car: Attitudes and a priori acceptability. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 27, 252-263.
- SAE International (2021), Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles. J3016\_201806
- Shabanpour, R., Golshani, N., Shamshiripour, A., & Mohammadian, A. K. (2018). Eliciting preferences for adoption of fully automated vehicles using best-worst analysis. *Transportation research part C: emerging technologies*, 93, 463-478.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS quarterly*, 425-478.
- Villagra, J., Milanés, V., Pérez, J., & Godoy, J. (2012). Smooth path and speed planning for an automated public transport vehicle. *Robotics and Autonomous Systems*, 60(2), 252-265.
- Wakabayashi, D. (2018). Self-driving Uber car kills pedestrian in Arizona, where robots roam. *The New York Times*, 19(03).
- Waycaster, G. C., Matsumura, T., Bilotkach, V., Haftka, R. T., & Kim, N. H. (2018). Review of regulatory emphasis on transportation safety in the United States, 2002–2009: Public versus private modes. *Risk analysis*, 38(5), 1085-1101.
- Xu, Z., Zhang, K., Min, H., Wang, Z., Zhao, X., & Liu, P. (2018). What drives people to accept automated vehicles? Findings from a field experiment. *Transportation research part C: emerging technologies*, 95, 320-334.
- Yagil, D. (1998). Gender and age-related differences in attitudes toward traffic laws and traffic violations. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 1(2), 123-135.

Zmud, J., Sener, I. N., & Wagner, J. (2016). Consumer acceptance and travel behavior: impacts of automated vehicles (No. PRC 15-49 F). Texas A&M Transportation Institute.