

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Diritto Pubblico, Internazionale e Comunitario



Corso di laurea *Triennale* in Diritto e Tecnologia
A.A. 2022/2023

PARADIGMI DI RESPONSABILITÀ CIVILE E PENALE
DELLE *SELF DRIVING CARS*

Relatore:

Ch. mo Prof. RICCARDO BORSARI

Laureanda: ERICA PASA

Matricola N. 2008684

INDICE

INTRODUZIONE

CAPITOLO 1: AUTO A GUIDA AUTONOMA

Le origini dell'auto e il suo impatto economico-sociale.....	Pag. 12
Mutamenti antropologici dell'auto e la corrispondente legislazione tecnica.....	Pag. 14
Avvento delle <i>Driverless Cars</i>	Pag.17
Automazione della guida negli Stati Uniti, in Europa e in Italia.....	Pag.18
Classificazione dei veicoli automatizzati (livelli e funzionalità).....	Pag. 22
La società del futuro: <i>Smart Cities</i>	Pag. 24

CAPITOLO 2: PARADIGMI DI RESPONSABILITÀ CIVILE E PENALE

Il Codice della Strada e il dettame per la sicurezza della circolazione.....	Pag. 27
Affidabilità ragionevole dell'auto e responsabilità del produttore.....	Pag. 29
Sviluppo dei primi criteri di sicurezza, <i>from "safety doesn't sell" to "purchasing with safety in mind"</i>	Pag. 31
Responsabilità civile e penale delle parti.....	Pag. 32
Questione etica di regolamento.....	Pag. 35

CONCLUSIONE

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

INTRODUZIONE

« *The development of full artificial intelligence could spell the end of the human race. It would take off on its own, and re-design itself at an ever increasing rate. Humans, who are limited by slow biological evolution, couldn't compete, and would be superseded* ». *Stephen Hawking told to the BBC*¹.

« *Lo sviluppo di un'intelligenza artificiale completa potrebbe segnare la fine della razza umana. Si svilupperebbe da sola e si riprogetterebbe a una velocità sempre maggiore. Gli esseri umani, che sono limitati dalla lenta evoluzione biologica, non potrebbero competere e verrebbero superati* ».

Stephen Hawking ha dichiarato alla *BBC*.

Da sempre gli esseri umani hanno ritenuto che non potesse esistere organismo o entità che raggiungesse il livello di intelligenza umana. Questa caratteristica ha permesso all'uomo di interagire con un mondo che si presentava molto più grande e complesso di lui.

Il campo dell'Intelligenza Artificiale va ancora oltre, il suo obiettivo non è semplicemente capire, ma costruire e creare entità intelligenti, cioè apparecchi in grado di calcolare come agire in modo efficiente ed efficace in una varietà di nuove circostanze².

L'Intelligenza Artificiale ha una storia molto più lunga di quella comunemente intesa. La sua iterazione moderna, infatti, è attribuita ad *Alan Turing*, definito il *padre dell'informatica*. Questo filosofo e matematico britannico, durante i suoi insegnamenti presso la *London Mathematical Society*, ragionò sul fatto che gli esseri umani utilizzano le informazioni disponibili e la ragione per risolvere i problemi e prendere decisioni. Prendendo in considerazione ciò, egli si domandò quindi, perché le macchine sfruttando l'Intelligenza Artificiale, non potessero utilizzare lo stesso meccanismo. A tal proposito, nel 1950, presentò il suo programma di studi nell'articolo *Computing*

¹JONES CELLAN, RORY, *Stephen Hawking warns artificial intelligence could end mankind*, Bbc News, 2014, vedasi le osservazioni su: <https://www.bbc.com/news/technology-30290540>.

² STUART RUSSEL, PETER NORVIG, *Intelligenza Artificiale- Un approccio moderno*, Pearson, 2021.

Machinery and Intelligence, all'interno del quale propose un esperimento mentale chiamato *Test di Turing*, per determinare se una macchina fosse in grado di sostenere un dialogo con un essere umano, senza essere riconosciuta come entità non umana. Appare chiaro che realizzare una macchina in grado di superare il *test* sia un lavoro complicato e di rigorosa programmazione. Sebbene questo *test*, anche dopo la sua pubblicazione, sia stato oggetto di molte critiche, rimane un traguardo di notevole interesse nella storia e motivazione fondamentale nella teoria e nello sviluppo dell'Intelligenza Artificiale.

All'interno dell'articolo, *Turing*, affrontava anche diversi temi quali l'apprendimento automatico, l'apprendimento per rinforzo e gli algoritmi genetici, anche se, dovette contrastare diverse obiezioni in relazione alla possibilità di realizzare l'Intelligenza Artificiale e suggerì che «Sarebbe stato più facile creare Intelligenza Artificiale di livello umano sviluppando algoritmi di apprendimento e poi insegnando alla macchina, anziché programmando manualmente l'intelligenza della macchina»^{3 4}.

Successivamente, nel 1956, *John McCarthy*, uno dei più noti informatici statunitensi, definì l'espressione *Intelligenza Artificiale* durante una conferenza tenutasi al *Dartmouth College* come «La scienza e l'ingegneria della creazione di macchine intelligenti». Egli sostiene che, per ottenere degli obiettivi, la filosofia debba contribuire all'Intelligenza Artificiale esaminando in modo approfondito i temi tradizionali. Anche la psicologia, correlata alla scienza empirica e alle osservazioni sul comportamento umano e sulle strutture di pensiero, è finalizzata al perseguimento dell'Intelligenza Artificiale simile a quella umana. D'altra parte, i sostenitori razionalisti si basano su una combinazione tra ingegneria e matematica, coinvolgendo la statistica, le teorie del controllo e dell'economia. Per sviluppare un programma per computer che possa rappresentare al meglio la mente umana, è necessario comprendere quest'ultima in maniera estremamente accurata. Questo compito viene svolto dal campo interdisciplinare delle scienze cognitive, le quali intersecano tecniche psicologiche con modelli computazionali avanzati. Lo scopo di questa combinazione è quello di ottenere teorie più accurate possibili sul funzionamento della mente umana. Uno dei primi filosofi a trattare il pensiero corretto, inteso come processo inconfutabile di ragionamento, fu

³ STUART RUSSEL, PETER NORVIG *op. cit.*, I.

⁴ Vedasi le osservazioni su <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence>.

Aristotele. Egli introdusse il concetto di sillogismo secondo il quale, partendo da una premessa vera, la conclusione dedotta fosse necessariamente corretta. Un esempio classico è rappresentato da: *Socrate è umano e gli esseri umani muoiono*, portando alla conclusione che *Socrate è mortale*. La ricerca di queste leggi del pensiero ha dato origine ad un campo noto come logica.

Già nel 1965 erano stati creati programmi in grado di risolvere qualsiasi problema o quesito scritto sotto forma di linguaggio logico. La tradizione logicista, così definita nel settore dell'Intelligenza Artificiale, richiede però delle conoscenze del mondo e delle condizioni che raramente si verificano nella realtà. Ad esempio, non possiamo paragonare le regole della matematica o degli scacchi alle regole della politica o della guerra, in quanto improbabili e non definite. Per colmare queste lacune, si fa affidamento alle teorie della probabilità che consentono un ragionamento disciplinato in presenza di dati incerti, in maniera tale da creare un modello mentale razionale che permetta di comprendere il funzionamento del mondo fino alla capacità di prevedere il futuro, il tutto partendo da informazioni percettive grezze e mutevoli.

Grazie anche ai metodi basati sull'apprendimento automatico, sono stati creati agenti abili nel prendere decisioni con lo scopo di raggiungere il miglior risultato atteso, anche in condizioni di incertezza^{5 6}. Con il termine *agente*, e in particolare quello artificiale, facciamo riferimento ad un'entità che agisce, in grado di operare in maniera autosufficiente, avvertire l'ambiente esterno, adattandosi ad esso e permanere in un'attività per un lungo periodo di tempo, il tutto con lo scopo di perseguire degli obiettivi. Per fare questo, gli agenti prendono delle decisioni *giuste* che provengono dalla rappresentazione della conoscenza e dal ragionamento. Un agente razionale agisce cercando di ottenere il miglior risultato o quanto meno il miglior risultato atteso in condizioni di incertezza. Questo schema rappresenta quello che può essere definito un generale modello *standard*, al quale è però necessario apportare degli aggiustamenti considerato che l'agente opera spesso in ambienti complessi che richiedono importanti requisiti di calcolo. Il modello *standard* richiede come assunzione di base che venga fornito alla macchina uno specifico obiettivo nella sua completezza, ma quando si passa dalla teoria al mondo reale si va spesso incontro a degli ostacoli non indifferenti nella

⁵ STUART RUSSEL, PETER NORVIG *op. cit.*, 1.

⁶ JOHN MCCARTHY, *Artificial Intelligence, Logic, and Formalizing Common Sense*, vedasi le osservazioni su https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-009-2448-2_6.

definizione di un obiettivo specifico, corretto e completo. Basti pensare ad un'automobile a guida autonoma: per progettartela è doveroso tener conto che l'obiettivo dato alla macchina non può essere semplicemente quello di raggiungere la destinazione in modo sicuro; È necessario considerare il rischio che comporta un viaggio in automobile dovuto sia ai guasti meccanici ma anche agli errori e agli incidenti che possono essere causati involontariamente dagli altri guidatori, il che significa che solo lasciando l'automobile ferma in *garage* verrebbe rispettato appieno il requisito di sicurezza. Risulta quindi necessario evitare di incorrere nel rischio di incidenti e allo stesso tempo raggiungere la destinazione desiderata. In questi casi ci si trova di fronte ad un problema di allineamento dei valori dovuto al necessario raggiungimento di un accordo tra l'obiettivo che viene dato alla macchina e le reali necessità dell'essere umano.

Oggi, di conseguenza, l'approccio *standard* diventa obsoleto e inadeguato nel campo dell'IA che si sta dirigendo sempre più verso la creazione di potenti sistemi che sono in grado di operare nel mondo reale. Grazie all'aiuto dei progressi a cui abbiamo assistito negli ultimi anni in ambito di potenza di calcolo e sviluppo del *World Wide Web*, si parla oggi del fenomeno dei *Big Data*, ovvero della possibilità di creare una serie di *dataset* (insiemi di dati) che contengano migliaia di informazioni tra cui, parole di testo, immagini, file audio e video, dati sul tracciamento dei veicoli e così via. Questo fenomeno in continua crescita ha portato il campo dell'Intelligenza Artificiale a progettare una serie di algoritmi di apprendimento che vengono specificatamente sviluppati per trarre il maggior vantaggio possibile da queste enormi raccolte di dati. È possibile notare infatti come l'Intelligenza Artificiale pervade da alcuni anni il contesto socio-economico in cui ci troviamo. La incontriamo tra i servizi clienti, nei sistemi di profilazione, nei *robot* industriali, nei sistemi di riconoscimento vocale, all'interno delle automobili a guida autonoma e in molti altri dispositivi che ogni giorno abitualmente utilizziamo.

Per concludere l'analisi inerente all'ambito dell'Intelligenza Artificiale, ci si può affidare al pensiero di *Kai-fu Lee*, scienziato informatico, uomo d'affari e scrittore Taiwanese, il quale prevede che l'impatto dell'Intelligenza Artificiale supererà qualsiasi altra cosa nella storia dell'umanità⁷.

⁷ STUART RUSSEL, PETER NORVIG *op. cit.*, 1.

1.1 MACHINE LEARNING:

Al centro degli attuali successi troviamo il paradigma del *Machine Learning*, ma prima ancora dobbiamo mettere in evidenza due elementi che sono accessibili in quantità sempre maggiore e con un costo sempre meno elevato: i dati e la potenza di calcolo. Questi hanno consentito di dare avvio ad un'era d'implementazione diffusa e pervasiva di queste tecnologie nei campi più diversi.

Il mondo sta prosperando ad un ritmo esponenziale, i dati stanno diventando sempre più rilevanti e contestuali, integrando l'apprendimento automatico e in particolare l'apprendimento profondo. Per poter sfruttare tali discipline è necessario comprendere le enormi quantità di dati e trasformarli in conoscenza, conclusioni e azioni⁸.

Gli algoritmi utilizzati dai sistemi elettronici permettono di trasformare dati grezzi in azioni intelligenti, si parla di *Machine Learning* (apprendimento automatico), la scienza che « Si occupa di come costruire programmi informatici che migliorino automaticamente con l'esperienza » (*Mitchell*, 1997). Questo campo ha origine in un contesto nel quale i dati disponibili e la potenza di calcolo si evolvono in maniera sincrona, che a sua volta hanno sviluppato metodi statistici in grado di analizzare enormi *dataset*⁹. Per esporre al meglio questo concetto, conviene illustrare la nozione di «algoritmo», che prende il nome dal matematico persiano *Muhammad Ibn Musa Al-Khwarizimi*¹⁰. Con questo termine si fa riferimento ad un elenco di istruzioni che eseguono azioni specifiche passo dopo passo.

Premesso che:

- Nessuno *step* di procedura richiede inventiva o intuitività;
- Al termine di ogni *step* è evidente quale sia quello immediatamente successivo;
- Il raggiungimento di un risultato è assicurato da un numero finito di passaggi.

Si tratta quindi di un processo basato su mosse semplici, ben definite ed esplicite.

⁸ BRETT LANTZ, *Machine Learning con R- Conoscere le tecniche per costruire modelli predittivi*, APOGEO.

⁹ Vedasi le osservazioni su https://www.researchgate.net/profile/Vladimir-Nasteski/publication/328146111_An_overview_of_the_supervised_machine_learning_methods/links/5c1025194585157ac1bba147/An-overview-of-the-supervised-machine-learning-methods.pdf.

¹⁰ STUART RUSSEL, PETER NORVIG *op. cit.*, 1.

Mentre gli algoritmi tradizionali vengono programmati da un utente manualmente, quelli caratterizzati dal *Machine Learning* sono in grado di imparare il programma in maniera automatica, partendo dalla mera osservazione dei dati e delle informazioni. Il termine *imparare* va inteso come metafora, nel senso che i computer non hanno la capacità di trasformare in via artificiale l'evoluto programma di pensiero presente nel sistema cognitivo umano, ma piuttosto sono in grado di perfezionare la loro prestazione in seguito allo svolgimento di osservazioni sulla realtà.

Emergono numerosi benefici connessi a questo tipo di tecnica, tanto da dover considerare che chi programma la macchina non è in grado di prevedere le possibili varianti con cui l'agente potrebbe interagire e non può prevedere i mutamenti di una situazione specifica nel corso del tempo¹¹.

Gli algoritmi di *Deep Learning* (apprendimento profondo) sono in grado di elaborare dati non strutturati, eliminando una parte di dipendenza dall'essere umano, i quali vengono considerati parte integrante della *Black Box*, cioè scatola nera, che sta ad indicare la complessità dei passaggi che il sistema ha generato in seguito ad una serie di calcoli e che nemmeno i programmatori sono in grado di decifrare in modo sicuro e corretto, non essendo a conoscenza delle informazioni che la macchina ha deciso di processare autonomamente. Risulta quindi possibile individuare la soluzione fornita dal sistema ma non risalire a come sia riuscito ad ottenerla. Questo fenomeno genera un problema di intellegibilità di tali sistemi che assumono rilievo quando vengono utilizzati per operazioni di *decision-making*. Tra i rami più comuni figurano il *design* di *microchip* e l'interpretazione di immagini mediche¹². Nel 1997 fu realizzato un computer programmato per giocare a scacchi che riuscì per la prima volta a vincere una partita contro il campione del mondo: *Deep Blue*. L'anno successivo, il campione *Kasparov* chiede la rivincita ma *Deep Blue* vince per la seconda volta in maniera sconvolgente, durante le sei partite l'umano prima compie banali errori, poi prova ad ingannare l'agente artificiale facendo delle mosse scaltre e inusuali, fino ad invocare il complotto. La comunità scacchistica umana non è dunque in grado di allinearsi alla sempre maggiore potenza di calcolo dei computer, e sulla base di queste scoperte, alcuni hanno sostenuto che gli operatori umani saranno sostituiti dai computer o agenti artificiali, soprattutto nel

¹¹ BRETT LANTZ *op cit.*, 5.

¹² Vedasi le osservazioni su: <https://www.ibm.com/topics/deep-learning>.

settore della tecnologia dell'informazione, nello stesso modo in cui le macchine hanno sostituito i cavalli e le catene di montaggio. In fondo, con lo sviluppo dei *super computer*, anche la tecnologia su cui si basava *Deep Blue* è diventata obsoleta: oggi persino uno smartphone può generare un motore scacchistico più potente e raffinato¹³.

D'altro canto, è vero anche che nonostante le macchine siano così abili e avanzate, permane una percentuale in cui si rivelino relativamente limitate nel comprendere a pieno un problema reale, non sono all'altezza di estrapolare in modo flessibile informazioni al di fuori di schemi rigidi e non conoscono il buonsenso. Si tratta di un ammasso di potenza intellettuale ma che non ha alcuna direzione e sono dipendenti dell'intervento umano affinché le loro analisi e funzioni possano essere trasformate da risultati ad azioni significative.

Uno degli eminenti casi che rispecchia le caratteristiche sopracitate, in termini di capacità di comprensione, fu un episodio del 1994 di *The Simpson* che raffigurava un'imitazione ironizzata del tablet *Apple Newton*. Si tratta di uno dei primi sistemi di riconoscimento di scrittura che *Apple* aveva immesso nel mercato ma che aveva riscontrato diverse critiche e fallimenti. L'episodio mostrava la difficoltà del dispositivo nel raggiungere il suo scopo, la frase « Beat up Marthin » fu intesa dalla macchina come « Eat up Martha »¹⁴.



Con il passare degli anni e con l'avanzamento dei sistemi di comprensione, l'elaborazione automatica del linguaggio ha riscontrato molti miglioramenti, tanto che *Apple*, *Google* e *Microsoft*, hanno offerto altri servizi dotati di assistenza ad attivazione vocale come *Siri*, *Cortana* e *Alexa*. Ciononostante, questi sistemi intelligenti molto spesso rispondono a stento anche a domande relativamente banali, oppure non riescono a tradurre parole

¹³ ANDREA CASSINI, *Storia della sfida tra uomo e computer a scacchi*, vedasi le osservazioni su <https://www.ultimouomo.com/storia-della-sfida-tra-uomo-e-computer-a-scacchi/>.

¹⁴ L'immagine, tratta da Twitter, raffigura *Hey Dolph, take a memo on your Newton: Beat up Martin*.

comprensibili anche ad un bambino perché non hanno la capacità di immedesimarsi e comprendere il contesto¹⁵.

Si può dunque esplicitare che siano proprio le accurate proprietà dei dati da cui apprende il *Machine Learning* a definirne la sua qualità. Qualora il computer si trovi in una situazione in cui i dati di *input* non provengono da un contesto esplicito, questo cercherà di elaborare il concetto secondo i limiti delle sue conoscenze pregresse, alla pari di un essere umano. Nei casi in cui il *Machine Learning* genera errori è dovuto al fatto che viene utilizzato in modo vago e impreciso, tanto che un processo semplice e innocuo potrebbe rivelarsi fatale e condurre a conseguenze imprevedibili. La morale ci insegna che è opportuno applicare dei sani principi e del buonsenso prima di utilizzare alla rinfusa i risultati di analisi che coinvolgono l'uso del *Machine Learning*, in particolare quando si tratta di dati sensibili che riguardano la persona. Molto spesso accade che nascano liti e controversie legali dovute al fatto che le macchine e gli algoritmi generano risultati idonei a penalizzare una certa razza, etnia, religione o altro tipo e di conseguenza è come se la macchina imparasse a discriminare. Al fine di evitare che nascano certe questioni, sono stati iniettati dei principi etici fondamentali all'interno delle fasi di processo di estrazione delle informazioni. L'obiettivo è quello di ridurre al minimo i rischi, generando uno *standard* di settore che garantisca una maggiore corrispondenza, comprensibilità giuridica e fiducia da parte dei consumatori: il *GDPR* (Regolamento generale sulla protezione dei dati personali). Questo regolamento di matrice europea nasce da precise occorrenze, come l'urgente necessità di trovare una risposta alle sfide poste dal progresso tecnologico e dai nuovi paradigmi di crescita economica, senza dimenticare le esigenze di tutela della *privacy* e dei dati personali dei cittadini della Comunità Europea. Gli studiosi hanno dimostrato come sia possibile creare un *adversarial attack*, cioè un attacco pianificato ai danni di un modello di *Machine Learning* che ha l'obiettivo di raggirarlo in modo tale da ottenere un vantaggio per l'aggressore, costituendo una minaccia alla creazione di modelli sicuri. Ad esempio, è possibile distorcere in modo subdolo un'indicazione stradale permettendo ad un *cracker* di indurre un veicolo a guida autonoma ad interpretare in modo non corrispondente un segnale di *Stop*, provocando potenzialmente un sinistro stradale. È importante quindi sottolineare un obiettivo etico fondamentale con riferimento agli addetti al *Machine*

¹⁵ BRETT LANTZ *op cit.*, 5.

Learning e al fatto che gli algoritmi non siano utilizzati in modo abusivo nel mondo reale¹⁶. Mentre il cervello umano è capace di apprendere in modo naturale fin dalla nascita, la macchina necessita di *input* e condizioni che siano rese esplicite, ma le fasi del procedimento di apprendimento sono del tutto indipendenti. Ci sono quattro fasi che ci aiutano a comprendere al meglio il modo in cui la macchina processa dati grezzi per ottenere dei risultati: archivio dati, astrazione, generalizzazione e valutazione.

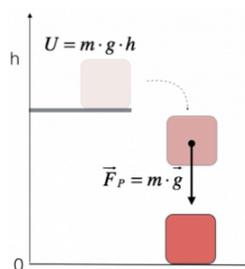
La prima fase di apprendimento consiste nell'archiviazione dei dati *input* come base per lo sviluppo di un ragionamento avanzato, la sua funzione principale è quella di classificare le informazioni rispondendo alle istanze dovute. I dati memorizzati dalla macchina sono visivamente privi di significato perché raffigurano come stringhe di numeri zero e uno, ma in realtà sono stati combinati secondo un ordine logico di *bit* e se inseriti all'interno di un contesto, la macchina li interpreta in un certo modo.

La seconda fase consiste nel processo di astrazione, un processo di descrizione complesso di elementi basilari. L'attività di descrizione deve condurre ad una connessione astratta che sia alla base della rappresentazione della conoscenza, per fare ciò deve essere allo stesso tempo accurata e ragionevolmente concisa. Durante un processo artificiale di rappresentazione della conoscenza, la macchina racchiude i dati grezzi in un modello, cioè il risultato di una descrizione esplicita dei dati. Ne costituisce un rinomato esempio la scoperta della forza di gravità inferita da *Sir Isaac Newton*, il quale ha espresso il concetto di gravità, che è sempre esistito, ma non è mai stato riconosciuto fino a quando non fu espresso come concetto astratto che mette in relazione diverse componenti di dati¹⁷. I modelli sono astrazioni che spiegano i dati osservati:

OSSERVAZIONI:



DATI:



MODELLO:

$$\vec{P} = m\vec{g}$$

¹⁶ GLORIA MARCHETTI, *Le fake news e il ruolo degli algoritmi*, vedasi le osservazioni su <https://www.medialaws.eu/wp-content/uploads/2020/03/1-2020-Marchetti.pdf>.

¹⁷ BRETT LANTZ *op cit.*, 5.

Il passo successivo del processo di apprendimento riguarda la fase di generalizzazione, cioè sfruttare la conoscenza astratta per concretizzarla in un'azione futura. Il sistema di apprendimento è responsabile di diminuire i *pattern* che ha identificato, ossia gli schemi, al fine di realizzare i suoi compiti futuri. Gli algoritmi di *Machine Learning* sono in grado di compiere tale processo utilizzando sistemi che riducono l'area di ricerca e per fare ciò, impiegano dei metodi euristici, vale a dire uno sviluppo di tentativi casuali, veloci e intuitivi che permettono di approssimare i dati in modo rapido ma non sempre corretto. Questo tipo di apprendimento viene comunemente utilizzato anche dagli esseri umani, i quali utilizzano la cognizione che è presente in tutto il corpo (sistema nervoso, immunitario). La capacità umana di prendere decisioni non sempre si basa sulla logica del ragionamento ma piuttosto su *euristiche emozionali* che possono condurre a decisioni illogiche. Molti individui esprimono la loro paura di viaggiare in aereo preferendo l'automobile, anche se statisticamente le automobili sono più pericolose degli aerei. Questo però non si limita all'essere umano, anche l'algoritmo di *Machine Learning* infatti, influenzato dall'euristica, porta a conclusioni errate. Quando l'algoritmo sbaglia in modo sistematico, viene definito *bias*, si tratta di un errore prevedibile, dovuto ad assunzioni errate durante il processo di apprendimento automatico. In particolare, questo tipo di errore può essere posto in qualsiasi fase di apprendimento: a partire dall'adozione di un *dataset* non adeguato fino ad una scorretta interpretazione dei risultati^{18 19}. Un caso famoso di *bias* algoritmico è stato riscontrato nel *software* americano *COMPAS* (*Correctional Offender Management Profiling for Alternative Sanctions*), sviluppato da un'azienda privata chiamata *Equivant*, è stato presentato come « Capace di prevedere il rischio che un imputato commetta nuovamente un reato. Funziona attraverso un algoritmo, coperto da brevetto, che prende in considerazione alcune risposte date a un questionario di 137 domande »²⁰. Questo sistema fu affidato qualche anno fa ad alcuni giudici americani per supportarli nelle decisioni inerenti alla quantificazione della pena da imputare ai condannati. Tale algoritmo incorporava pregiudizi nei confronti degli afroamericani a causa di un *dataset* non bilanciato nei confronti delle diverse etnie,

¹⁸ BRETT LANTZ *op cit.*, 5.

¹⁹ GIULIA RIZZI, MARIA TERESA CIMMINO, *Bias negli algoritmi: come le macchine apprendono i pregiudizi dagli esseri umani*. Vedasi le osservazioni su <https://ibicocca.unimib.it/bias-negli-algoritmi-come-le-macchine-apprendono-i-pregiudizi-dagli-esseri-umani/>.

²⁰ YONG ED, *A che servono gli algoritmi nei tribunali statunitensi*, The Atlantic, Stati Uniti.

portando alla conclusione che gli afro-americani avevano quasi il doppio delle possibilità di essere etichettati come cittadini ad alto rischio di criminalità rispetto ai bianchi.

Possiamo notare dunque che non esiste un tipo di algoritmo superiore agli altri ma ogni strategia di apprendimento è caratterizzata da dei punti deboli, pertanto, la fase finale di questo processo consiste nel valutare il suo successo e stimare le prestazioni malgrado i suoi *bias*. Vale la pena sottolineare che gli errori sono quasi inevitabili, un modello non sarà mai perfettamente generalizzabile ad ogni singolo caso possibile. Tali errori possono essere causati da problemi di qualità degli input, problemi causati da individui, problemi legati a errori di misurazione non precisi influenzati da sensori non accurati, oppure talvolta si innescano *bias* talmente complessi o poco noti che rimangono sconosciuti perché casuali ²¹ ²².

Non esiste quindi un algoritmo di apprendimento perfetto e universale, tutti gli algoritmi hanno punti di forza e punti di debolezza, sta a noi aggiungere una nota di conoscenza e saper individuare quale sia l'algoritmo più appropriato e che faccia al caso nostro. Forse un giorno i computer saranno in grado di avvalersi di noi umani proprio come noi ci siamo serviti delle loro capacità per svolgere compiti che non siamo in grado di risolvere in modo agevole e istantaneo.

²¹ BRETT LANTZ, *op cit.*, 5.

²² MICROSOFT, *Impedire l'overfitting e lo sbilanciamento dei dati con Machine learning automatizzato*, 2022.

CAPITOLO 1

1.1 Le origini dell'auto e il suo impatto economico-sociale

L'industria automobilistica, in particolare quella italiana, ha origini più antiche rispetto a quella di altri paesi europei. Al centro di queste industrie fu ideato il concetto che ora abbiamo di *automobile*, intesa come un *Veicolo a quattro ruote, mosso da un motore, adibito al trasporto su strada di un limitato numero di persone*. Durante il Medioevo, i trasporti terrestri, che allora si basavano su carri trainati da cavalli e altri animali, furono quelli più sfruttati malgrado fossero particolarmente lenti e dispendiosi. In Europa, infatti, i territori presentavano modalità di spostamento particolarmente inefficienti, principalmente caratterizzate da strade disastrose legate alla mancanza di un sistema di manutenzione idoneo. Con la sottrazione della responsabilità di manutenzione stradale alle parrocchie e l'affidamento a società private, le quali percepivano un pedaggio dai passanti, un po' come avviene nelle moderne autostrade, si arrivò, all'inizio del XIX Secolo, alla vera rivoluzione del sistema stradale mediante la realizzazione da parte di ingegneri e operai di vie di comunicazione (strade) più solide e compatte²³. È con l'avvento della prima rivoluzione industriale (1750-1850) che si iniziarono ad osservare nel concreto i primi passi di quella che poi sarà la vera industrializzazione dei trasporti, concretizzatasi nella seconda metà dell'Ottocento grazie a invenzioni e miglioramenti delle vie di comunicazione stradali. La prima auto che fu costruita in Francia venne denominata *Carro di Cugnot*²⁴ che prende il nome dal costruttore parigino *Nicolas Joseph Cugnot*. Si trattava di un mezzo dotato di motore a vapore che raggiungeva poco più di cinque km/h, pesava circa quattro tonnellate. Il primo prototipo però non risultò particolarmente efficiente perché, non essendo dotato di sterzo, andò a impattare contro un muro. Gradualmente i costruttori perfezionarono i veri modelli portando, nel 1892, *Rudolf Diesel* a brevettare un nuovo tipo di motore, che ancora oggi porta il suo nome.

²³ ENNIO DE SIMONE, *Storia Economica*. Milano: Franco Angeli, 2014.

²⁴ La foto sotto riportata è una rappresentazione del Carro di Cugnot del 1796, Francia.



L'affidamento della manutenzione stradale a società private, permise di creare un tessuto urbano adatto a condurre la vita quotidiana, che per il primo periodo del XX secolo rimase però circoscritto a una *élite*. Negli Stati Uniti, la prima fase di affermazione della motorizzazione di massa fu introdotta dalla genialità di grandi imprenditori come *Henry Ford*, il quale trasformò l'automobile da bene riservato a una classe borghese ad un mezzo accessibile a tutte le classi della popolazione. Il punto di svolta a livello industriale arrivò con la standardizzazione dei processi di fabbricazione attraverso la catena di montaggio e le tecniche di produzione di massa, che rese possibile la realizzazione di auto in serie e a condizioni economiche accessibili a tutti. L'obiettivo di *Ford* era quello di *mettere il mondo su ruote* producendo un veicolo a buon mercato per il grande pubblico e nel 1908 raggiunse il suo scopo grazie alla realizzazione dell'auto *Model T*. Si tratta di un prodotto rapido da assemblare, facile da utilizzare e semplice da manovrare su qualsiasi suolo urbano. Egli ha creato la prima vettura del mercato di massa al mondo con il desiderio poi di produrre il maggior numero di auto possibile dal *design* lineare ed elegante. Si modifica dunque la struttura sociale e si iniziano a plasmare i comportamenti delle persone in ogni ambito della loro vita: i nuovi veicoli erano in grado di soddisfare molteplici esigenze lavorative e di svago. Con l'accesso a questo tipo di prodotto anche da parte delle classi minoritarie, l'auto, in certi termini definita *User-friendly* diventa un elemento fondamentale che orienta l'opinione pubblica verso l'idea dell'auto come strumento *User-essential*. L'esempio della storica *Ford Model T* con la quale si scatenò un radicale e repentino mutamento dei *suburbus*, può essere rappresentato mediante le due fotografie della *Fifth Avenue di New York* sotto riportate: la prima fu scattata nel 1900 e ritrae una sola auto circondata da carrozze trainate da cavalli; la seconda, invece, fu

scattata 13 anni dopo, nel 1913, in una situazione quasi opposta in cui la *Fifth Avenue* appare congestionata dal traffico veicolare.



In questo scenario, la diffusione dell'automobile costituì quindi il presupposto per l'implementazione di plurimi settori dell'economia, tanto che nella prima metà del 1920 circa 15 milioni di auto circolavano negli Stati Uniti.

1.2 Mutamenti antropologici dell'auto e la corrispondente legislazione tecnica

In Italia, i conflitti dispendiosi della Prima e della Seconda Guerra Mondiale permisero al settore industriale automobilistico italiano di studiare e applicare le scienze tecnologiche straniere ai propri mezzi. Di conseguenza, anche nel dopo guerra, e in particolare negli anni del *miracolo economico*, 1953-1958, l'industria dell'auto si impose come colonna portante dell'economia italiana, migliorando lo stile di vita dei cittadini. Si sviluppò, quindi, una concezione di auto come *status symbol* del cambiamento sociale e non più come *oggetto*. Si passa da un uso lavorativo e militare riservato a una cerchia ristretta di persone, ad un manufatto utilizzabile da chiunque quotidianamente e per qualunque attività. Negli anni '50 e '60 il governo favorì la realizzazione di infrastrutture per collegare un'Italia sempre più *motorizzata*, dando vita alle prime autostrade di nuova concezione, dopo quelle realizzate durante il periodo fascista, come la *Milano-Napoli* e l'*Autostrada del Sol*. L'industria automobilistica italiana acquisì sempre più notorietà e conobbe un entusiasmante periodo di espansione, trainata dall'eccellenza del *design* e dalle auto sportive *Made in Italy*. Infatti, dalla fine degli anni '40, l'auto iniziò ad entrare nel mercato italiano e mondiale, ancora oggi simbolo di eccellenze sportive, tecniche e stilistiche, come Ferrari e Lamborghini, nati per iniziativa di facoltosi industriali e

grandi appassionati che volevano cimentarsi in un settore in continua espansione.²⁵ Negli ultimi due decenni del 900, tra alti e bassi, il settore dell'automobile fu così importante che la produzione di auto immatricolate raggiunse le 84.141.209 fabbricazioni. L'importanza sociale dell'automobile non poteva essere sottovalutata, in quanto era la seconda voce più costosa della spesa domestica dopo la casa nei paesi industrializzati. Nel primo decennio degli anni 2000, infatti, la domanda di automobili nelle economie più sviluppate diminuì a causa di apparenti debolezze strutturali: anzitutto per ragioni demografiche, vista la diminuzione della domanda di auto a causa della stabilizzazione della popolazione a livello numerico, in secondo luogo a causa di un mercato in cui la concorrenza globale aumentò così come le pressioni competitive.²⁶ Nel 2002 molte funzioni aziendali furono esternalizzate, portando ad un processo di espansione del mercato in tutta Europa e anche oltre oceano, per sfruttare i bassi costi e le opportunità in terre straniere. Per realizzare prodotti sempre più avanzati, dotati di attrezzature sempre più innovative, si iniziò anche ad investire molto denaro nei settori di ricerca e sviluppo. Malgrado ciò, tutte queste speranze e progetti subirono una fase di declino con la crisi del 2008 in Italia, in cui si iniziarono a notare cambiamenti di comportamenti da parte dei consumatori, i quali iniziano a comprendere meglio il rapporto prezzo/valore. « La gente ha cambiato il proprio comportamento all'acquisto, stiamo vedendo segni di persone che risparmiano di più e spendono meno e ci attendiamo che questo trend continui anche in futuro » spiega il responsabile del *marketing* di *Toyota*²⁷. Un altro fattore che ridusse la domanda di veicoli fu il miglioramento della qualità degli stessi: a differenza delle fabbricazioni del ventesimo secolo, le auto evolute non si usuravano e si danneggiavano con molta meno frequenza, perciò trascorreva molto più tempo prima di acquistarne un nuovo modello. A partire dal 2010, furono immesse nel mercato nuove aziende automobilistiche produttrici che, con i loro *design* e servizi, svilupparono modelli con funzionalità diverse, più adatte a soddisfare le esigenze dei consumatori. Di conseguenza, tutto il settore subì una massiccia trasformazione, gran parte della quale fu guidata dall'Industria 4.0 e dalla continua digitalizzazione dell'intera catena del valore. Sono quattro le principali tendenze tecnologiche che impattarono

²⁵ LUCA MARCHETTI, *Evoluzione industria automobilistica in Italia*, vedasi le informazioni su: <https://sites.google.com/site/tesinalucamarchetti/evoluzione-industria-automobilistica-in-italia>.

²⁶ OICA: *Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles*, Parigi.

²⁷ La citazione è tratta da EDWIN HEATHCOTE, *Financial Times*, *The thrill is gone*, 2009.

sull'industria automobilistica: *Internet of Things*, *Cloud Computing*, *Cybersecurity* e Intelligenza Artificiale. L'obiettivo era quello di ottenere risultati che si rafforzassero a vicenda, come l'auto a guida autonoma, la mobilità connessa (comprensione tra veicoli e infrastrutture diverse), l'alimentazione elettrica e la mobilità condivisa. Sfruttando la potenza delle tecnologie digitali e fisiche combinate e connesse, le aziende diventarono più efficienti e reattive²⁸. Restano, tuttavia, sfide importanti da affrontare, tra le quali la differenziazione dei carburanti. Le auto alimentate a benzina o *diesel*, oltre a fare troppo affidamento sul mercato degli idrocarburi, hanno grosse implicazioni dal punto di vista ambientale e sanitario. La sfida principale è il « ritorno all'elettrico », che ha preso piede negli ultimi anni. Basti pensare che, a livello globale, i veicoli elettrici o ibridi hanno rappresentato meno dell'1% delle nuove immatricolazioni di auto nel 2016 e l'8,6% nel 2021. Nel nostro Paese il dato per il 2021 è del 9,3%, inferiore alla media europea del 19%²⁹. I veicoli elettrici, o *e-Mobility*, si riferiscono a tutti i veicoli che utilizzano l'elettricità come fonte di energia primaria al posto dei tradizionali combustibili fossili e del petrolio. Questa non è una novità ed è in circolazione già da 15 anni. La prima auto elettrica è stata prodotta negli Stati Uniti, e nel 1996 *General Motors* l'ha presentata al Salone dell'Auto di *Detroit*: l'*EV1*, un'auto dalle caratteristiche rivoluzionarie, progettata e costruita appositamente per risolvere i problemi legati alle emissioni e all'inquinamento. Queste auto sono state rese disponibili al pubblico solo attraverso una specifica forma di noleggio e, a lungo termine, sono diventate simbolo di *Status Ecologico*. Nel complesso, la maggior parte delle aziende dell'ecosistema automobilistico sta investendo molto nell'innovazione dei prodotti e dei processi produttivi per stare al passo con i rapidi sviluppi tecnologici e prepararsi alle nuove sfide del futuro.

La forza dirompente di questo nuovo strumento tecnico è stata in grado di modificare anche le modalità della circolazione e dei trasporti tradizionali. Infatti, nel corso di alcuni decenni ha dato luogo a fenomeni di omologazione e di armonizzazione globale che non è dato ravvisare in nessun altro contesto. La capacità umana di leggere l'ambiente che lo circonda in funzione delle immagini e di come il corpo le affronta fisicamente, viene

²⁸ INDUSTRIA 4.0, *Quando innovazione e industria si incontrano*, vedasi le informazioni su: <https://top-engineer.it/automotive-4-0-quando-innovazione-e-industria-si-incontrano/>.

²⁹ *Breve storia dell'automobile dai primi prototipi ai giorni nostri*, vedasi le informazioni su: <https://www.geopop.it/breve-storia-dellautomobile-dai-primi-prototipi-ai-giorni-nostri/>, 2022

circoscritta nei limiti delle reti stradali in cui i tragitti, le regole e gli spazi si trasformano in un marchio visivo standardizzato e armonizzato chiamato *landmarks*. Si tratta di un disegno precostituito, che genera un'omologazione della vista e dei movimenti, dando la possibilità di intraprendere itinerari personali. Il legislatore, quindi, interviene mediante una serie di norme funzionali a far sì che la circolazione faccia il suo corso in condizioni di sicurezza ammissibili, cercando di determinare un ragionevole compromesso tra l'esigenza di assicurare la massima diffusione dei veicoli e l'esigenza di garantire la circolazione degli stessi in condizioni di sicurezza. Si rende necessario il miglioramento degli *standard* di affidabilità delle automobili dal punto di vista della loro capacità di evitare/prevenire gli incidenti (sicurezza attiva) e di proteggere gli occupanti dalle loro conseguenze (sicurezza passiva)³⁰. Si è così passati da un modello di comportamento in cui è dovere generale agire in modo ragionevole e con la diligenza di una persona comune, a un modello di comportamento completamente procedurale, basato su norme legali rivolte alla standardizzazione dei comportamenti e della prudenza. In definitiva, quindi, l'avvento dell'auto ha innescato un processo di interscambio tra tecnica e diritto. Questa profonda mutazione sarà destinata ad affrontare un'ulteriore evoluzione con la diffusione dei veicoli *driverless*. Le regole affidate prima al guidatore diverranno poi oggetto di un programma al quale sarà affidata la responsabilità del rispetto delle regole della circolazione.

1.3 Avvento delle Driverless Cars

Di tutte le tecnologie legate alla robotica e all'Intelligenza Artificiale in corso di sviluppo negli ultimi anni, quella delle auto a guida autonoma è, senza dubbio, una delle più promettenti, nonché colme di conseguenze sociali, economiche e, inevitabilmente, anche giuridiche. Il termine *Self Driving Car* fa riferimento ad un'auto a guida autonoma o ad un'auto senza conducente, anche detta *Driverless Car*. Si tratta di un veicolo che utilizza la tecnologia e, in particolare, la combinazione di sensori, telecamere, radar e Intelligenza Artificiale per sostituire il conducente con i sistemi di sicurezza e per monitorare le condizioni della strada in modo autonomo. Questo fenomeno costituisce l'emblema di una molteplicità di progressi tecnologici che nel loro complesso hanno dato avvio a un

³⁰ GUIDO CALABRESI, ENRICO AL MUREDEN, *Driverless Cars, Intelligenza Artificiale e futuro della mobilità*, il mulino, 2021.

processo di trasformazione della mobilità caratterizzato dall'automazione della guida e della connessione tra veicoli e infrastrutture. Per essere considerato completamente autonomo, un veicolo deve essere in grado di muoversi verso una destinazione predeterminata, su strade che non sono state adattate al suo utilizzo e senza l'intervento umano. La capacità del veicolo di eseguire in modo indipendente delle operazioni di guida tradizionalmente effettuate dal pilota, rappresenta solo una componente di un complesso sistema che presuppone coordinamento tra veicoli capaci di comunicare tra di loro e di essere messi in connessione anche con le infrastrutture circostanti. I sistemi di guida connessa, infatti, sembrano strutturati per essere concepiti a partire da un unico presupposto fondamentale: condividere grandi quantità di dati, il cui utilizzo è essenziale sia per il funzionamento dell'infrastruttura, sia per il funzionamento del *software* che regola la guida autonoma³¹. In questo contesto, si pone una questione fondamentale, ovvero la predisposizione di strumenti adeguati alla protezione dei dati personali e l'attuazione della cosiddetta *Cybersecurity*. Le normative delineate dal *World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations 2020* rappresentano un *forum* informativo e procedurale che si applicherà ad auto, furgoni, camion e autobus a partire da gennaio 2021. Questi regolamenti stanno gradualmente assumendo una diffusione planetaria a partire dall'Europa fino ad arrivare al continente Asiatico. Essi diverranno obbligatori negli Stati Europei per tutti i nuovi tipi di veicoli a partire da luglio 2022³²
³³.

1.4 Automazione della guida negli Stati Uniti, in Europa e in Italia

Tra le aziende che stanno sviluppando e/o testando auto autonome ci sono *Audi, BMW, Ford, Google, General Motors, Tesla, Volkswagen e Volvo*. In effetti, i progetti di ricerca e sviluppo avviati in materia sono moltissimi, al punto da essere difficilmente quantificabili. *CB Insight*, nel settembre 2018, contava ben 46 *corporations* al lavoro su tali tecnologie. Si tratta di un'importante azienda di *analytics* che opera principalmente nel settore dell'industria tecnologica.

³¹ ENRICO AL MUREDEN, GUIDO CALABRESI *op.cit.*, 17..

³² UN Regulation of Cybersecurity and Cybersecurity Management Systems. 4 marzo 2021. Vedasi le informazioni su: <https://unece.org/sites/default/files/2021-03/R155e.pdf>.

³³ UN Regulation on Software Updates and Software Updates Managements S. 30 Gennaio 2017. Vedasi le informazioni su: <https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/2017/R141e.pdf>.

Tra i progetti più noti al grande pubblico troviamo *Google Car*, ora conosciuto come *WAYMO*, la sua missione è rendere sicuro e facile per le persone e le cose arrivare dove sono dirette. Il progetto *Waymo di Google* è un esempio di auto *driverless car* quasi completamente autonoma in quanto richiede comunque la presenza di un guidatore umano, ma solo per aggiustare il sistema quando necessario. Non è una guida autonoma nel senso più puro del termine, ma può guidare da sola in condizioni ideali. Esistendo quindi un alto livello di autonomia, il *Waymo driver* ha acquisito esperienza grazie a oltre dieci milioni di chilometri di dati, sfruttando i quali, ha imparato a riconoscere tutto ciò che lo circonda e persino ad ascoltare ciò che proviene da qualsiasi direzione: auto, pedoni, marciapiedi, semafori. Il *Waymo Driver*, attraverso queste capacità, può migliorare l'accesso alla mobilità in tutto il mondo, salvando migliaia di vite oggi perse a causa di sinistri stradali. Nel mondo si contano circa 1,35 milioni di morti a causa di incidenti automobilistici ogni anno, 36,096 morti per incidenti stradali negli Stati Uniti nel 2019 e 94% degli incidenti comporta un errore umano. Infatti, sono loro che in *primis* hanno permesso la sperimentazione su strada di questi veicoli a guida autonoma^{34 35}.

Più il sistema guida, più dati può incorporare nei suoi algoritmi di apprendimento profondo, consentendogli di fare scelte di guida più mirate e sicure. Il software di Intelligenza Artificiale nell'auto è collegato a tutti i sensori e raccoglie *input* da *Google Street View* e dalle videocamere all'interno dell'auto. L'intelligenza artificiale simula i processi percettivi e decisionali umani utilizzando il *deep learning* e controlla le azioni dei sistemi di controllo del conducente, come lo sterzo e i freni. Il *software* dell'auto consulta *Google Maps* per conoscere in anticipo punti di riferimento, segnali stradali e semafori. Molte delle auto oggi disponibili per i consumatori hanno un livello di autonomia inferiore rispetto a *Waymo di Google*, ma sono comunque dotate di alcune funzioni di guida autonoma. In particolare, le più utilizzate nel 2022 sono:

- La guida a mani libere;
- Il controllo adattivo della velocità di crociera che mantiene automaticamente una distanza di sicurezza tra l'auto del conducente e l'auto che precede;

³⁴ ALBERTO CAPPELLINI, *Diritto penale contemporaneo*. Rivista trimestrale, Editore Gian Luigi Gatta, Milano 2019.

³⁵ WAYMO, *An Approach for a Requirement Analysis for an Autonomous Family Vehicle*, 2018, vedasi le informazioni su: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8813882>.

- Lo sterzo con centraggio della corsia che interviene quando il conducente supera le linee di demarcazione della corsia, spingendo automaticamente il veicolo verso la linea di demarcazione della corsia opposta;
- La frenata di emergenza nel caso in cui il veicolo si dovesse avvicinare in maniera eccessiva al veicolo di fronte³⁶.

Nel contesto statunitense la non adesione della Convenzione di Vienna del 1968 e la conseguente assenza di una disciplina che faccia esplicito riferimento alla figura di un pilota umano che mantenga un costante controllo sul veicolo, ha consentito di ritenere che non sussistano specifici divieti alla circolazione di veicoli altamente automatizzati, nei quali il conducente può astenersi dal controllare costantemente lo sterzo, pur dovendo rimanere vigile e pronto a riassumere la guida. Nel 2014 in Nevada (USA) sono state introdotte nuove regole volte a consentire la circolazione dei veicoli a guida autonoma, pur assistita da precauzioni, tra cui la necessaria presenza di un collaudatore pilota in grado di riacquisire il controllo del mezzo ove necessario. Dal 1° novembre 2018 la California si è spinta ancora oltre, permettendo, per la prima volta, la sperimentazione nel traffico di veicoli *Google* completamente *driverless*. In quest’ottica la *NATSHA (National Highway and Transportation Safety Administration)* ha contribuito all’emanazione di numerosi *papers* e guide funzionali ad avviare un processo di emanazione di norme giuridiche in grado di rimuovere irragionevoli ostacoli al diffondersi delle nuove tecnologie³⁷. In questo senso, il *Self Drive Act* (2017) delinea il ruolo della legge federale nel promuovere la sperimentazione degli *Highly Automated Vehicles (HAV)*. In un simile contesto appare fondamentale il ruolo ricoperto dal *Department of Transportation (DOT)*, a cui riserva la competenza esclusiva nel delineare i caratteri delle *Safety Assessment Certifications* degli *Highly Automated Vehicles*, precludendo ai singoli legislatori statali la possibilità di emanare disposizioni difformi rispetto a quelle federali. Sperimentazione che postula l’imposizione in campo al fabbricante del dovere di garantire al *Department of Transportation* un costante monitoraggio che si esplica

³⁶ ENRICO AL MUREDEN, GUIDO CALABRESI *op.cit.*, 17.

³⁷ NHTSA, *National Highway Traffic Safety Administration*.

nell'obbligo di conservare e trasmettere alle competenti autorità federali tutti i dati concernenti la *cybersecurity*, la *human machine interface* e la *crashworthiness*^{38 39}.

In Europa, lo scenario normativo e ontologico cambia radicalmente. Quest'ultimo si caratterizzava inizialmente per la presenza di significativi ostacoli allo sviluppo delle *autonomus driving cars*, che scaturivano dalle previsioni della Convenzione UNECE ratificata a Vienna nel 1968, la cui originaria formulazione imponeva a *ogni veicolo in movimento od ogni complesso di veicoli in movimento di avere un conducente con delle cognizioni e l'abilità necessarie per la guida del veicolo e che mantenesse costantemente il controllo del proprio veicolo restando in ogni circostanza padrone del proprio veicolo, in modo da potersi conformare alle esigenze della prudenza ed essere costantemente in grado di effettuare tutte le manovre che gli competono*⁴⁰. Si cerca quindi di superare la concezione tradizionale della guida e creare dei presupposti per consentire un'efficace sperimentazione dei veicoli a guida automatizzata attraverso dei *reports* che coinvolgono molteplici settori collegati alla circolazione stradale⁴¹. Lo scopo dell'Unione Europea è quindi quello di stabilire regole uniformi e capaci di promuovere la sperimentazione e la successiva diffusione delle auto altamente automatizzate in un quadro giuridico armonizzato, funzionale a ridurre nella massima misura possibile le divergenze delle singole legislazioni nazionali in tutti i molteplici contesti che concorrono a regolare la circolazione dei veicoli. Questo permetterebbe di garantire l'affidabilità in tutte le circostanze in cui l'assunzione di decisioni tradizionalmente imputabili all'essere umano costituiranno il frutto di un'interazione tra esso e i meccanismi automatizzati delle *autonomus driving cars*.

In Italia i primi test su strada sono iniziati solo di recente. Il decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 28 febbraio 2018 (*Smart road*) prevede infatti che le imprese costruttrici e le istituzioni di ricerca interessati a testare i propri prototipi nel traffico possano richiedere a tal fine una specifica autorizzazione ministeriale. Il citato decreto è stato emanato in attuazione della legge di bilancio 2018, la quale ha stanziato

³⁸ SAE INTERNATIONAL, *Introduction to Highly Automated Vehicles*, vedasi le informazioni su: <https://www.sae.org/learn/content/c1603/>.

³⁹ ENRICO AL MUREDEN, GUIDO CALABRESI *op.cit.*, 17.

⁴⁰ ART. 8 COD. DELLA STRADA

⁴¹ ETSC- European Transport Safety Council, *Prioritizing the Safety Potential of Automated Driving in Europe*, vedasi le informazioni su: https://etsc.eu/wp-content/uploads/2016_automated_driving_briefing_final.pdf.

due milioni di euro, per il biennio 2019-2020, proprio per incentivare le sperimentazioni relative all'*autonomous driving* e alle *smart roads*. A maggio 2019 sono entrate in circolazione le prime auto a guida autonoma (sempre supervisionate da un collaudatore), prima a Parma e poi a Torino. Per il resto, al di là di questi speciali regimi autorizzativi, la circolazione dei veicoli a guida autonoma è da intendersi come espressamente vietata dal Codice della Strada, il quale sottolinea che ogni veicolo deve essere guidato da un agente umano che si assuma il ruolo e la responsabilità della guida. Al di fuori di questo paradigma, si verte attualmente un'area di rischio inaccettabile ⁴²
⁴³.

1.5 Classificazione dei veicoli automatizzati (livelli e funzionalità)

Alla complessità dello scenario tecnico, si aggiunge la presenza di numerosi standard, elaborati da enti di categoria a carattere nazionale o internazionale, articolati su una scala di “livelli” di automazione “complessiva” del mezzo, da utilizzare come riferimento per classificare le singole vetture. Prendiamo come punto di riferimento il diffuso *standard J3016* della *SAE International (Society of Automotive Engineers)*, stilato nel 2014 e rivisto nel 2018, il quale si articola su sei livelli, oscillanti da 0 a 5⁴⁴.

Il livello 0 denominato *No Driving Automation*, riguarda i veicoli privi di qualsivoglia sistema di assistenza alla guida.

I livelli 1, denominato *Driver Assistance*, e 2, denominato *Partial Driving Automation*, fanno riferimento a mezzi in cui l'essere umano è ancora attivamente presente, mentre la macchina è in grado di controllare autonomamente la frenata/accelerazione e lo sterzo. Tali livelli non corrispondono ancora alle *Self Driving Cars* vere e proprie, piuttosto si tratta di sistemi automatizzati già presenti in alcuni modelli di auto in commercio e il cui utilizzo può comunque considerarsi già autorizzato da parte dell'ordinamento italiano: in

⁴² ESA, *Backed autonomous driving lab set for Italy*, vedasi le informazioni su: https://www.esa.int/Applications/Navigation/ESA-backed_autonomous_driving_lab_set_for_Italy.

⁴³ ITALO DE FEO, *Autonomous vehicles law and regulation in Italy, 2020*, vedasi le informazioni su: <https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-autonomous-vehicles-avs/italy>.

⁴⁴ SAE INTERNATIONAL, *SAE Levels of Driving Automation™ Refined for Clarity and International Audience, 2021*, vedasi le informazioni su: <https://www.sae.org/blog/sae-j3016-update>.

ragione, per l'appunto, della necessaria presenza costante e attiva del guidatore umano, non sostituito ma soltanto aiutato o facilitato dal mezzo medesimo.

A partire dal livello 3, denominato *Conditional Driving Automation*, si entra, invece, nel mondo delle *self-driving cars*. A tale livello, la macchina è già capace di condursi da sola in condizioni ordinarie, pur conservando i comandi di guida e la figura del guidatore. Quest'ultimo è necessario, non tanto a operare attivamente in modo continuativo, quanto piuttosto per intervenire nel caso in cui la macchina segnali la necessità di prendere il controllo manuale del mezzo, o in altri casi di emergenza. Potremmo dunque considerarle vetture *semi-autonome*.

I livelli 4, denominati *High Driving Automation*, e 5, denominati *Full Driving Automation*, infine, si riferiscono a mezzi tecnicamente capaci di guidarsi da soli senza necessità di controllo umano costante. Al livello 4, l'auto già consente al conducente di dedicarsi ad altre attività durante gli spostamenti. Il mezzo è in grado di affrontare autonomamente la grande maggioranza degli scenari possibili, compreso il viaggio senza passeggeri: nel caso in cui si presentino circostanze non governabili dal sistema, la vettura è programmata per arrestarsi. Anche in questo scenario, tuttavia, l'auto conserva ancora i comandi manuali, per permettere a un eventuale passeggero di gestire eventuali circostanze eccezionali, non governabili dal mezzo.

Il volante e i pedali, invece, scompaiono del tutto nelle vetture con automazione di livello 5, potendo esse affrontare da sole qualunque scenario di guida che sarebbe gestibile da un operatore umano. Assieme ai comandi, scompare anche la figura del conducente. Tutti gli occupanti del veicolo, se presenti, sono dunque egualmente passeggeri: è il caso, ad esempio, dei futuribili *robotaxi*. Pertanto, si può certamente dire che i mezzi di livello 5 siano i soli davvero completamente autonomi^{45 46 47}.

È opportuno osservare, dunque, che, in riferimento a questi strumenti tecnologicamente autonomi, si renda necessario creare un luogo di circolazione affine a questo tipo di auto

⁴⁵ WILLIAMS SURDEN, *Sulla distinzione tra mezzi semi-autonomi e completamente autonomi*, 2016.

⁴⁶ GIANLUIGI TORCHIANI, *Auto a guida autonoma: cosa sono, come funzionano e la normativa in Italia*, *AI4BUSINESS*, 2022, vedasi le informazioni su: <https://www.ai4business.it/intelligenza-artificiale/auto-a-guida-autonoma-cosa-sono-e-come-funzionano/>.

⁴⁷ ALBERTO CAPPELLINI *op. cit.*, 19.

che renda possibile ai passeggeri di viaggiare in completa sicurezza e affidabilità. Le *Smart Cities*.

1.6 La società del futuro: *Smart Cities*

« Una smart city è un luogo in cui le reti e i servizi tradizionali sono resi più efficienti con l'uso di soluzioni digitali a beneficio dei suoi abitanti e delle imprese. Una città intelligente va oltre l'uso delle tecnologie digitali per un migliore utilizzo delle risorse e minori emissioni. Significa reti di trasporto urbano più intelligenti, impianti di approvvigionamento idrico e di smaltimento dei rifiuti migliorati e modi più efficienti per illuminare e riscaldare gli edifici. Significa anche un'amministrazione cittadina più interattiva e reattiva, spazi pubblici più sicuri e un migliore soddisfacimento delle esigenze di una popolazione che invecchia »⁴⁸.

Questi modelli a guida autonoma e connessa comporteranno un profondo mutamento delle infrastrutture funzionali alla circolazione, nonché del sistema di regole e norme che la governano. L'assenza del conducente, infatti, sarà compensata dalle peculiarità dell'automobile che permettono di viaggiare in autonomia, le quali dipendono dalla capacità delle stesse di comunicare tra veicoli, con le infrastrutture, i pedoni e i ciclisti. Questo nuovo scenario comporterà una sensorizzazione delle strade e dei veicoli e, di conseguenza, la necessità di attrezzare pedoni e ciclisti di dispositivi che li rendano percettibili ai sensori delle auto fondate sulle connessioni. L'attuale segnaletica stradale e la struttura delle vie di comunicazione appaiono destinate ad una rapida obsolescenza in uno scenario nel quale strumenti ormai diffusi, come smartphone e smartwatch, permetteranno di rendere visibile un pedone o un ciclista anche in contesti e in condizioni invisibili all'occhio umano, grazie alla visualizzazione e previsione dei loro percorsi e traiettorie. Anche il complesso apparato di regole contenute nel Codice della Strada costituirà oggetto di una profonda revisione per quanto concerne le norme e le modalità di accertamento della loro violazione. Tale accertamento, tradizionalmente affidato agli agenti di polizia fisicamente presenti sulle strade, appare destinato a transitare verso

⁴⁸ EUROPEAN COMMISSION, *Smart Cities*, vedasi le informazioni su: https://commission.europa.eu/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en.

forme di monitoraggio da remoto agevolate dalla continua tracciabilità del veicolo e dalla registrazione permanente dei suoi movimenti. Questo consentirà un minuzioso e puntuale riscontro delle infrazioni anche a distanza di molto tempo dalla loro commissione. In conclusione, l'affermarsi di un nuovo modello di mobilità che inciderà in modo così profondo sulle abitudini delle persone, costituirà il presupposto per un radicale mutamento del tessuto urbanistico e anche delle attività professionali strettamente correlate alla circolazione delle automobili. Ad esempio, la possibilità che l'auto conduca le persone nel luogo indicato come destinazione e prosegua in autonomia per un successivo percorso verso un parcheggio non necessariamente prossimo alla destinazione stessa, rappresenta un'innovazione che induce a concepire il problema della sosta durante i periodi di non utilizzo secondo modalità che si distaccano dai paradigmi tradizionali. Questo scenario, tuttavia, non può portare alla possibilità di eliminare le aree destinate al parcheggio, le quali, anche in un sistema di guida connessa e automatizzata, continueranno a rivestire un ruolo fondamentale. Persino attività per così dire *banali*, quali il rifornimento, la manutenzione, il lavaggio dell'auto potrebbero evolvere verso forme di automazione modificando notevolmente le loro caratteristiche strutturali sia dal punto di vista delle persone impegnate nel loro svolgimento, sia per quanto concerne la loro organizzazione in termini di sedi logistiche e di orari. In altri termini, pertanto, il limitato impatto ambientale determinato dal passaggio alla trazione elettrica e la maggiore fluidità dovuta alla sempre minore necessità di stazionamento dei veicoli durante i momenti nei quali non saranno utilizzati, renderanno il traffico delle città al tempo stesso più monitorato, silenzioso e rispettoso dell'ambiente, conducendo a una rivitalizzazione dei centri storici. Il venir meno dell'esigenza di occupare gran parte delle strade per la sosta dei veicoli, inoltre, libererà un considerevole spazio che condurrà verosimilmente a riprogettare uno scenario urbano sempre più ricco di ampie aree verdi e parchi pubblici. In termini generali, le innovazioni conseguenti all'affermarsi delle *driverless cars* costituiranno un'opportunità epocale per rendere il tessuto urbano maggiormente conforme agli obiettivi di sostenibilità e di transizione ecologica divenuti priorità fondamentale nell'Agenda ONU 2030, nel contesto statunitense e in quello dell'Unione Europea. Questo fenomeno di sviluppo di parti del territorio raggiungibili agevolmente grazie alle *Autonomous Cars* sembra destinato a vivere un secondo storico momento di espansione proprio in considerazione del fatto che i potenziali fruitori non saranno più

necessariamente racchiusi nell'ambito di coloro che dispongono di un'automobile e della capacità di guidarla. Così la possibilità di svolgere attività di formazione, di lavoro e di ricreazione in luoghi significativamente distanti dalla propria abitazione, finora riservata a coloro che disponessero delle capacità di condurre un mezzo o di una persona che si dedicatesse al loro trasporto, diverrà alla portata di tutti coloro che possano disporre di un'automobile capace di trasportarli in autonomia. L'avvento dell'auto driverless, quindi, consentirà ai bambini e agli adolescenti di raggiungere la scuola e i luoghi ricreativi con una flessibilità prima sconosciuta. Analogamente le persone adulte o anziane non pienamente idonee alla guida, senza dover dipendere da altri, potrebbero raggiungere i presidi medici, i cinema e i teatri, i negozi e le località turistiche, conseguendo un'autonomia sino a oggi a loro preclusa. Sotto questo profilo, dunque, l'affermazione della circolazione automatizzata e connessa appare un fondamentale fattore di sviluppo anche dell'industria turistica, soprattutto con riferimento a quei distretti che, in ragione della scarsa flessibilità del trasporto ferroviario e del trasporto pubblico in generale, hanno continuato a costituire la meta di un turismo inevitabilmente dipendente dalla disponibilità di auto e dalla capacità di condurla ⁴⁹ ⁵⁰.

⁴⁹ ENRICO AL MUREDEN, GUIDO CALABRESI *op.cit.*, 17.

⁵⁰ TOBIAS SCHRÄDER, *An Approach for a Requirement Analysis for an Autonomous Family Vehicle*, vedasi le informazioni su: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8813882>.

CAPITOLO 2

2.1 Il Codice della Strada e il dettame per la sicurezza della circolazione.

La necessità di ulteriori interventi legislativi per mitigare gli effetti negativi della circolazione stradale riguarda la questione del risarcimento delle vittime degli incidenti. L'Art. 2054 del Codice della Strada non risulta completamente adeguato rispetto all'obiettivo di garantire un effettivo risarcimento a tutti coloro che fossero coinvolti in un sinistro stradale tra veicoli. Si rese quindi necessaria l'introduzione del regime di assicurazione obbligatoria della responsabilità civile del proprietario e del conducente del veicolo⁵¹.

La Comunità Economica Europea sottolineò la fondamentale rilevanza assunta dall'introduzione di tali regole dalle legislazioni degli Stati Membri in materia di assicurazione della responsabilità civile derivante dalla circolazione di autoveicoli, quale elemento imprescindibile per la realizzazione dell'obiettivo della libera circolazione delle persone e delle merci. In questa prospettiva, la *Direttiva 72/166/CEE*, estese a tutti gli Stati Membri l'obbligo di adottare tale assicurazione dando così avvio ad un processo di armonizzazione che, nonostante significativi progressi, è tuttora in corso di sviluppo.

In Italia, le norme che attualmente governano l'assicurazione privata obbligatoria della responsabilità civile, devono osservare un *framework* di principi comuni delineati a livello Europeo dalla *Direttiva 2009/103* “concernente l'assicurazione della responsabilità civile risultante dalla circolazione di autoveicoli e il controllo dell'obbligo di assicurare tale responsabilità”⁵².

Inizialmente, l'assicurazione obbligatoria della responsabilità civile automobilistica operava in base a un sistema di risarcimento del solo danno patrimoniale. Nel tempo, l'affermazione delle norme Costituzionali della responsabilità civile ha portato la giurisprudenza a riconoscere il risarcimento del danno “biologico”, cioè il danno alla salute stessa. I dati sui danni sono particolarmente difficili da quantificare: l'attribuzione di un valore economico alle violazioni del diritto alla salute è un compito caratterizzato da un elevato grado di discrezionalità. La prospettiva infortunistica stradale evidenzia

⁵¹ LEGGE 24 DICEMBRE 1969 N. 990.

⁵² DIRETTIVA 2009/103/CE, vedasi le informazioni su: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0103>.

le rilevanti implicazioni connesse all'impossibilità di calcolare e prevedere con ragionevole approssimazione l'esito delle controversie in materia di risarcimento danni alla salute. In altre parole, in assenza di parametri oggettivi e predeterminati per formulare previsioni generali circa l'entità del danno morale, i singoli responsabili non possono prevedere l'importo da riconoscere al danneggiato. Per questo motivo si è resa necessaria la standardizzazione del risarcimento del danno alla persona, che consenta di quantificare oggettivamente il danno alla salute, consentendo così una maggiore prevedibilità nei giudizi individuali, ma soprattutto nella possibilità di valutazioni collettive.

L'aspetto complessivo sviluppa previsioni attendibili, consentendo così alle compagnie di assicurazione di svolgere le loro attività essenziali. L'insieme di questi provvedimenti legislativi incise sulla percentuale di incidenti e di vittime dovuti alla circolazione dei veicoli, la quale diminuì passando da 128 sinistri ogni 1000 veicoli negli anni Cinquanta, a 11 nella metà degli anni Settanta. Pertanto, la circolazione dei veicoli è diventata "ragionevolmente sicura", infatti, lo stato dell'infrastruttura stradale è migliorato, l'affidabilità e la sicurezza dei veicoli è aumentato, l'educazione degli utenti della strada è più approfondita, la diffusione di ispezioni e sanzioni a tutela della sicurezza pubblica ha complessivamente contribuito a tenere sotto controllo il numero degli infortuni, nonostante la significativa crescita del traffico veicolare.

Nella CEE, l'armonizzazione degli standard di sicurezza dei veicoli è progredita attraverso un accordo promosso dall'*Internal Transport Department of the United Nations Economic Commission for Europe* (UNECE) e ratificato a Ginevra nel 1958⁵³. In questo contesto, dettagliate norme standardizzate delineano il livello minimo di sicurezza richiesto affinché ciascuna vettura possa entrare nel mercato e quindi essere ragionevolmente sicura in termini di funzionalità e capacità di evitare incidenti (sicurezza attiva) nonché di resistenza strutturale e capacità di proteggere gli occupanti in caso di collisioni (sicurezza passiva). Nel settore *automotive* è iniziato un processo destinato ad espandersi in ambiti diversi, in cui le normative tecniche diventano sempre più importanti per definire la sicurezza e la qualità dei prodotti, innescando un passaggio

⁵³ COMMISSIONE ECONOMICA EUROPEA (UNECE), *Governo Italiano- Rappresentanza ONU Ginevra*, vedasi le informazioni su: <https://italiarappginevra.esteri.it/italia-e-ooii/commercio-internazionale/commissione-economica-europea-unece/>.

epocale in cui la conformità dei prodotti dipende necessariamente dal rispetto di dettagliate regolamenti standardizzati: *compliance*⁵⁴.

2.2 Affidabilità ragionevole dell'auto e responsabilità del produttore

In tutti i sistemi giuridici che adottano politiche per frenare le esternalità negative del traffico stradale, le preoccupazioni per la sicurezza includono innanzitutto la fase di prevenzione primaria, in cui vengono determinati livelli di rischio socialmente accettabili. La disciplina che regola la responsabilità per i danni causati dalla circolazione dei veicoli a terzi secondo un modello di responsabilità oggettiva particolarmente oneroso, e la generalizzata estensione degli obblighi assicurativi, rendono possibile la creazione di un sistema che possa alimentare il problema della tutela dei proprietari dei veicoli dalle vittime di incidenti⁵⁵.

Il possessore è quindi responsabile dei danni causati dal veicolo in qualità di conducente e proprietario e quindi anche dei reclami causati da persone diverse da lui o per vizi di costruzione o manutenzione del veicolo.

Il tema della responsabilità del costruttore è quindi di particolare rilevanza, soprattutto nel limitato contesto in cui si considerano i danni subiti dai proprietari dei veicoli a causa di difetti di fabbricazione, di progettazione o di informazione. La giurisprudenza in materia di responsabilità dei costruttori di autoveicoli può essere suddivisa in diversi periodi: inizialmente si basava unicamente sulla regola generale secondo cui il danneggiato poteva ottenere il risarcimento solo se provava la colpa del contraffattore, cioè la negligenza che ha causato il difetto e le condizioni non sicure del veicolo. Un'altra svolta importante nel campo della responsabilità per danni causati da vizi di sicurezza dei veicoli si è verificata con l'introduzione della *Direttiva 374/85 CEE* sulla disciplina armonizzata della responsabilità dei produttori. Attraverso questa Direttiva, i legislatori dell'Unione Europea hanno istituito un sistema uniforme di norme di responsabilità civile che è stato progettato specificamente per affrontare i difetti dei prodotti e, al fine di superare il modello di responsabilità basato sulla colpa, prevede che la responsabilità del produttore per il risarcimento dipenda dai difetti oggettivi

⁵⁴ ENRICO AL MUREDEN, GUIDO CALABRESI *op.cit.*, 17.

⁵⁵ CHRISTY BIEBER, J.D. *Strict Liability: Legal Definition & Examples*, 2022, vedasi le informazioni su: <https://www.forbes.com/advisor/legal/personal-injury/strict-liability/>.

intrinseci al prodotto stesso. Il produttore può essere ritenuto responsabile quando il danno è causato da un prodotto non conforme agli standard legislativi e quindi sia insicuro che difettoso, in mancanza di un difetto non si presume una responsabilità. Ci dobbiamo quindi soffermare sui difetti di fabbricazione del singolo esemplare, il quale si intende difettoso *se non offre la sicurezza offerta normalmente dagli altri esemplari della medesima serie*^{56 57}.

Anche la questione più specifica di garantire un elevato livello di sicurezza attiva e passiva in auto è riconducibile a regole generali, secondo le quali la maggior parte delle attività possono essere svolte in maniera sufficientemente sicura senza ricorrere a divieti drastici. I progetti basati su standard dettagliati e rigorosi che richiedono ai produttori di portare sul mercato veicoli *ragionevolmente sicuri*, sono anche subordinati al superamento dei *crash test*. Ad esempio, il Regolamento n. 94 della Commissione Economica per l'Europa delle Nazioni Unite (UN/ECE), che contiene "Disposizioni uniformi per l'omologazione dei veicoli riguardo alla protezione degli occupanti in caso di collisione frontale", prevede un impatto con un ostacolo ad una velocità di 56 km/h, e una tale situazione è lontana dall'obiettivo di garantire un livello di sicurezza assoluto^{58 59}.

È importante considerare che sia nel sistema giuridico italiano che in tutti i Paesi dell'Unione europea, è consentito omologare e mettere in vendita un'automobile che può raggiungere una velocità superiore ai 200 km/h. Tuttavia, durante la circolazione, come ad esempio nelle autostrade, il limite di velocità massimo consentito è di 130 km/h. Secondo il *Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti*, sarebbero già in corso alcune valutazioni per inserire l'innalzamento dei limiti di velocità in autostrada all'interno del nuovo *Codice della Strada*, passando da un limite di 130 km/h ad un limite di 150 km/h. L'articolo 142 già prevede la possibilità che *gli enti proprietari o concessionari possono elevare il limite massimo di velocità fino a 150 km/h sulla base delle caratteristiche progettuali ed effettive del tracciato, previa installazione degli appositi segnali, sempre che lo consentano l'intensità del traffico, le condizioni atmosferiche prevalenti ed i dati*

⁵⁶ ART. 117 C. 3 COD. DEL CONSUMO

⁵⁷ DIRETTIVA 85/374 CEE. *Certificio Srl.*, 2018, vedasi le informazioni su: <https://www.certificio.com/categorie/274-news/6100-direttiva-85-374-cee>.

⁵⁸ ENRICO AL MUREDEN, GUIDO CALABRESI *op.cit.*, 17.

⁵⁹ ATTI ADOTTATI DA ORGANISMI CREATI DA ACCORDI INTERNAZIONALI, Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, 2018, vedasi le informazioni su: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:42018X0178&from=FI>.

di incidentalità dell'ultimo quinquennio. Fino ad oggi, però, nessuna azienda o governo ha usufruito di questa possibilità⁶⁰. Tali standard legislativi, pur non garantendo un livello assoluto di protezione personale, individuano un equilibrato compromesso tra una varietà di esigenze, tra cui garantire un adeguato sfruttamento dei veicoli rendendoli accessibili a un gran numero di potenziali utenti. È inevitabile dunque l'esistenza di un *gap* tra le condizioni di velocità e di traffico nelle quali la circolazione può svolgersi e quelle in cui può avvenire in modo assolutamente sicuro⁶¹.

2.3 Sviluppo dei primi criteri di sicurezza, from “*safety doesn't sell*” to “*purchasing with safety in mind*”

A partire dagli anni '60, negli Stati Uniti, diverse aziende automobilistiche iniziarono a promuovere i loro prodotti, sottolineando come potessero proteggere conducenti e passeggeri, in particolare la loro integrità fisica e sopravvivenza in caso di collisione con un altro veicolo. L'acquisto di veicoli dotati di elevati livelli di sicurezza li rende meno attraenti per i consumatori condizionati da pregiudizi cognitivi, *bias*, per i quali, quasi nessuno ritiene che gli eventi negativi, quali gli incidenti, possano riguardarlo personalmente con l'effettivo tasso di probabilità che le statistiche indicano. Di conseguenza, la percezione distorta del pericolo reale e l'inconveniente indice economico offerto al proprietario del veicolo sotto il profilo assicurativo hanno concorso a porre il problema della sicurezza in secondo piano. Il *General Manager* di Ford, Lee Iacocca, sintetizza il quadro sopracitato nel motto *safety doesn't sell*. Soltanto di recente è stata introdotta un'importante politica di educazione dei consumatori, quindi la sicurezza è diventata gradualmente un tema rilevante per prendere piede nel mercato. Non è facile per i consumatori comprendere l'importanza della sicurezza dei veicoli: ad esempio, la possibilità di evitare incidenti attraverso meccanismi di sicurezza attiva e attenuare le conseguenze con meccanismi di sicurezza passiva. Grazie allo sviluppo di diversi fattori, ha preso avvio un graduale passaggio da un modello produttivo e commerciale orientato verso la massima efficienza economica e la promozione di valori estetici e di prestazioni,

⁶⁰ ART. 142 D.LGS. 30 APRILE 1992 N. 285, CODICE DELLA STRADA.

⁶¹ ENRICO AL MUREDEN, GUIDO CALABRESI *op.cit.*, 18.

nel quale non trovava spazio l'attenzione per la sicurezza, a uno nel quale, valorizzando la tutela della persona, si assiste ad una progressiva attitudine del consumatore a prediligere prodotti affidabili e sicuri: *Purchasing with safety in mind*.

Nel contesto Europeo, i *rating* (punteggi, valutazioni) sviluppati per promuovere l'eccellenza dei prodotti e aumentare la consapevolezza del consumatore, giocano un ruolo fondamentale indicizzando la sua scelta sui veicoli più sicuri. Lo schema Europeo di valutazione delle nuove auto (*European New Car Assessment Programme*), istituito dalla Commissione europea e da altre case automobilistiche di tutto il blocco, testa dozzine di nuove auto ogni anno con metodi di prova più severi di quanto previsto nei *crash test* obbligatori per ottenere l'approvazione e la successiva immissione nel mercato. Di conseguenza, i veicoli in grado di superare i test obbligatori potrebbero non ottenere un punteggio sufficiente nei test più severi condotti da EURONCAP^{62 63}.

I *rating* effettuati hanno creato un effetto di *nudging* dove non si richiede di imporre un'azione, al contrario, si creano le condizioni idonee per influenzare le persone, il che ha portato alla necessità di rivedere i criteri di rating al perseguimento di un livello di sicurezza e qualità migliore. Dopo più di vent'anni dall'istituzione di EURONCAP, i produttori tendono ad adeguarsi spontaneamente a standard qualitativi eccellenti che costituiscono un notevole valore aggiunto al fine di ottenere un maggiore successo commerciale. È possibile immaginare che, in questa situazione, una collaborazione tra consumatori informati e aziende responsabili possa diventare il motore di un ciclo virtuoso e di un progresso nell'aggiornamento delle flotte di veicoli sempre più sicuri⁶⁴.

2.4 Responsabilità civile e penale delle parti

Il continuo impatto delle innovazioni tecnologiche che stanno rivoluzionando il trasporto veicolare porterà inevitabilmente ad un graduale periodo di transizione in cui ai veicoli tradizionali si affiancheranno sempre più veicoli autonomi con caratteristiche maggiormente simili all'automazione completa. A causa della proliferazione delle

⁶² EURONCAP, *Valutazioni di sicurezza recent*, 2022/2023, vedasi le informazioni su: <https://www.euroncap.com/it/valutazioni-e-premi/valutazioni-di-sicurezza-recenti/#?selectedMake=0&selectedMakeName=Selezione%20una%20marca&selectedModel=0&selectedStar=&includeFullSafetyPackage=true&includeStandardSafetyPackage=true&selectedModelName=Tutt>.

⁶³ AUTOMOBILE CLUB D'ITALIA (ACI), *Crash test*, vedasi le informazioni su: <https://www.aci.it/laci/sicurezza-stradale/crash-test.html>.

⁶⁴ ENRICO AL MUREDEN, GUIDO CALABRESI *op.cit.*, 17.

tecnologie di assistenza e di automazione della guida, il problema del riallineamento della relazione tra responsabilità del conducente e responsabilità del produttore può essere affrontato da diverse angolazioni corrispondenti alla transizione dal modello *driver focused* a quello *product focused*. L'ordinamento italiano esamina le problematiche poste dal passaggio da un sistema incentrato sul guidatore ad un sistema in cui diventeranno sempre più importanti le funzioni svolte da meccanismi automatici, le quali impongono di interrogarsi in primo luogo sulla perdurante adeguatezza della disciplina originariamente concepita dal legislatore nel 1942 e ancora oggi in vigore, la quale afferma che *il proprietario del veicolo e il conducente siano responsabili dei danni derivati dai veicoli di costruzione o da difetto di manutenzione del veicolo*⁶⁵.

Alla responsabilità di questi soggetti va aggiunta quella del produttore, che rispondeva secondo le norme generali codificate dall'Art. 2043 del codice civile, prima dell'introduzione della disciplina del danno da prodotto e che è soggetto alla nozione di “prodotto difettoso” da cui deriva un regime di responsabilità. Pertanto, nell'attuale contesto normativo, i produttori sono responsabili dei danni arrecati agli utilizzatori ai sensi delle norme contenute negli Artt. 114 e ss. del *Codice del Consumo*. Tale forma di responsabilità assume particolare rilevanza per i danni subiti dai conducenti di autoveicoli, i quali, prima dell'introduzione della normativa sui danni da prodotto, potevano ottenere il risarcimento solamente ricorrendo alle generali tutele previste dall'Art. 2043 del *Codice Civile*. Per dimostrare la responsabilità del produttore, l'utente finale o la persona danneggiata deve dimostrare che il prodotto era difettoso, cioè non era in grado di offrire un livello di sicurezza ragionevolmente adeguato. Tuttavia, a seconda delle circostanze, anche altri soggetti, quali il distributore/venditore, potrebbero essere chiamati in causa.

La crescente diffusione di auto dotate di dispositivi che consentono l'assistenza alla guida primaria e secondaria, determina la situazione in cui i prodotti svolgono funzioni di guida tradizionalmente svolte dal guidatore, proponendo quindi un modello di responsabilità centrato sul guidatore (*driver focused*) per giungere ad un modello centrato sul prodotto (*product focused*). Da questo punto di vista, ad esempio, un sinistro in cui un pedone è rimasto ferito mentre un veicolo parcheggiava utilizzando un *park assist*, detto anche “sistema di assistenza al parcheggio”, può non rientrare

⁶⁵ ART 2054 COD, DELLA STRADA.

nell'ambito di applicazione dell'Art. 2054 del *Codice Civile* e rientrare in diverse disposizioni in materia di responsabilità e i conseguenti costi di risarcimento sono a carico del proprietario o del produttore ^{66 67}.

L'analisi della questione è svolta con riferimento al problema nei sistemi in cui l'automazione presuppone una costante interazione con il guidatore, la cui conoscenza delle caratteristiche del veicolo, del sistema di guida automatizzato e dei suoi limiti è essenziale. Tale presupposto costituisce, infatti, un elemento imprescindibile per le più opportune misure di monitoraggio e di intervento quando richiesto. In questo nuovo contesto, quindi, le competenze dei piloti continuano ad essere di fondamentale importanza. Poiché la guida ottimale del veicolo dipenderà in gran parte dalla capacità del conducente di interagire con l'automazione, appare corretto affermare che le attuali disposizioni in materia di responsabilità del conducente per danni alla circolazione rimarranno valide in via generale ma con la prospettiva di una maggiore complementarità delle regole di responsabilità. Da questo punto di vista, quindi, le informazioni fornite dal produttore nel manuale di istruzioni e veicolate attraverso il messaggio pubblicitario sono destinate a diventare sempre più importanti. Esse, infatti, non devono essere formulate in modo tale da indurre gli automobilisti a sopravvalutare le capacità dei sistemi automatizzati e a ridurre il livello di attenzione richiesto durante la guida⁶⁸. Nel contesto dell'ordinamento Italiano i limiti sono contemplati dalle previsioni introdotte dal decreto del Ministero dei Trasporti del 28 febbraio 2018 il quale specifica le modalità di attuazione e gli strumenti operativi della sperimentazione su strada delle soluzioni di *smart road* e di guida connessa e automatica.

Attualmente, la questione della responsabilità penale viene affrontata considerando diversi aspetti. Essa può sorgere in caso di comportamento negligente o imprudente da parte del conducente umano. Se il conducente non rispetta le leggi del traffico o si impegna in azioni che causano incidenti o danni a persone o proprietà, potrebbe essere oggetto a responsabilità penale secondo le leggi vigenti. Tuttavia è importante sottolineare che le normative e le specifiche possono variare notevolmente tra i paesi. Pertanto, è essenziale fare riferimento alle leggi specifiche e alla giurisdizione del luogo

⁶⁶ ART 2054 COD. DELLA STRADA.

⁶⁷ ART 114 COD. DEL CONSUMO.

⁶⁸ DR. MICHAEL CHATZIPANAGIOTIS DR. GEORGE LELOUDAS, *Automated vehicles and third-party liability: a european perspective*.

in cui si verifica l'incidente per comprendere appieno la responsabilità penale in tali circostanze^{69 70}.

2.5 Questione etica di regolamento

L'immersione nel sistema automobilistico delle driverless cars ha sollevato questioni morali e filosofiche, in particolare il dilemma etico rappresentato dal *trolley problem*, che riguarda la scelta di sacrificare una persona o un gruppo di individui per salvare un numero maggiore di vite umane. L'Art 2045 del *Codice Civile* esprime un principio generale secondo cui l'azione di causare un danno a terzi in nome della necessità di proteggere sé stessi o altri da un imminente pericolo di lesioni gravi può essere considerata giustificata. Nel sistema legale attuale, le decisioni che implicano un tale sacrificio non sono programmate in anticipo, ma sono prese in situazioni di emergenza in cui un individuo agisce istintivamente per proteggere la propria integrità fisica e quella altrui. Con l'avvento dell'auto senza conducente, le decisioni riguardanti situazioni critiche dovranno essere programmate *ex ante* durante la fase di programmazione dei veicoli. Le situazioni di pericolo generate dal traffico stradale, che richiedevano in passato valutazioni soggettive immediate, passeranno ad un nuovo scenario in cui le stesse valutazioni potranno essere fatte in anticipo, basandosi su analisi scientifiche condotte da comitati etici che tengono conto delle prospettive individuali e collettive. Questa transizione suggerisce che tali situazioni non rientrino nel concetto di stato di necessità, ma devono essere affrontate nell'ambito delle scelte legislative che coinvolgono complessi bilanciamenti tra diritti fondamentali. L'ostacolo morale, che impedisce l'introduzione delle *self driving cars*, riguarda scelte tragiche in cui la valutazione e la gestione del rischio implicano la compressione dei diritti fondamentali come la salute, l'integrità fisica e la vita stessa per proteggere il maggior numero possibile di interessi meritevoli di tutela. Il legislatore, chiamato a operare in questo futuro scenario dominato dall'automazione della circolazione stradale, si troverà di fronte a sfide simili a quelle di

⁶⁹ Ministero delle infrastrutture e dei Trasporti, 2018, Vedasi le informazioni su: http://www.prefettura.it/FILES/AllegatiPag/1173/Decreto_Smart_Road_registrato_Prot._n._70_del_28_febbraio_2018.pdf.

⁷⁰ AVV. RICCARDO SIVIERO, *Auto a guida autonoma e responsabilità civile, i possibili scenari futuri*, 2021, vedasi le informazioni su: <https://www.internet4things.it/smart-car/auto-a-guida-autonoma-e-responsabilita-civile-i-possibili-scenari-futuri/>.

altri contesti in cui è necessario prendere decisioni che comportano inevitabilmente il privilegio di una soluzione funzionale a proteggere il maggior numero di individui, anche se ciò comporta un sacrificio per un numero inferiore di individui che subiranno danni significativi o letali⁷¹.

Gabriel Hallevy, un autore e studioso nel campo del diritto penale facente parte della letteratura di *common law*, è conosciuto per i suoi contributi nella teoria del diritto penale e nella relativa applicazione alle nuove tecnologie, come l'intelligenza artificiale. Le sue idee sono state spesso oggetto di dibattito in quanto sosteneva che non vi sono ragioni valide per negare la punibilità dei sistemi di intelligenza artificiale. L'elemento oggettivo del reato può essere attribuito direttamente al sistema di intelligenza artificiale, sia per condotte attive sia per condotte omissive, inoltre, le entità intelligenti possono manifestare forme di *mens rea*, come la negligenza e l'intenzione generale. Le macchine avanzate acquisiscono dati esterni e li elaborano, creando una rappresentazione della realtà e possono prevedere e volere un certo risultato come conseguenza delle proprie azioni, qualificandole come azioni imprudenti in caso di errori di calcolo nei processi di apprendimento. *Hallevy* sostiene che il pregiudizio antropocentrico è alla base della negazione della responsabilità penale delle entità intelligenti. Egli propone tre paradigmi di responsabilità basati sul riconoscimento della personalità giuridica delle entità intelligenti:

- *Perpetration through another*: l'uomo utilizza la macchina come strumento per compiere un atto illecito;
- *Natural probable consequence*: la macchina, a causa di negligenza o imprudenza da parte del proprietario, compie un illecito. In questo caso l'autore sarà soggetto ad una responsabilità parziale;
- *Direct liability*: responsabilità totale dell'intelligenza artificiale perché si distacca dalla volontà del proprietario.

Questa tesi è stata oggetto di obiezioni e critiche in quanto il principio colpevolezza che informa gli ordinamenti penali moderni si oppone al riconoscimento dei sistemi di

⁷¹ ENRICO AL MUREDEN, GUIDO CALABRESI, *Driverless car e responsabilità civile*, *Rivista di diritto bancario-dottrina e giurisprudenza commentata*, 2020/2021, vedasi le informazioni su: https://rivista.dirittobancario.it/sites/default/files/pdf_c/calabresi_-_al_mureden.pdf.

intelligenza artificiale come soggetti attivi del reato. Secondo l'Art. 27 della Costituzione Italiana, la responsabilità penale è personale, perciò la consapevolezza che è un presupposto logico necessario per l'applicazione della pena, richiede la libertà del volere. Tuttavia, i sistemi di intelligenza artificiale, non possiedono questa libertà poiché agiscono secondo la programmazione che li governa, anche se possono agire in modo indipendente e imprevedibile. Inoltre, la responsabilità dei sistemi di intelligenza artificiale non è ancora ben definita nella nostra coscienza morale e nella vita sociale.

La pena non può svolgere le diverse funzioni generalmente attribuite alla pena nei confronti dei sistemi di intelligenza artificiale. Essi non possono provare timore, quindi, la funzione di prevenzione generale della pena, non si applica; Non possono imparare dalla sanzione irrogata, a meno che non siano programmati per farlo.

Tuttavia esistono anche opinioni provocatorie che ipotizzano pratiche punitive di tipo penale nei confronti dei sistemi di intelligenza artificiale, che potrebbero essere sacrificati come oggetti per soddisfare la vendetta irrazionale delle vittime e ottenere un beneficio psicologico ^{72 73}.

⁷² RICCARDO BORSARI, *Intelligenza Artificiale e responsabilità penale: prime considerazioni*, vedasi le informazioni su: <https://discrimen.it/wp-content/uploads/Borsari-Intelligenza-artificiale-e-responsabilità-penale.pdf>.

⁷³ GABRIEL HALLEVY, *The Basic Models of Criminal Liability of AI Systems and Outer Circles*.

CONCLUSIONE

Nel corso di questa tesi, abbiamo esaminato gli aspetti chiave legati all'adozione di veicoli autonomi e abbiamo affrontato le questioni legali ed etiche che ne derivano. Considerando i progressi tecnologici e gli impatti sociali delle *self driving cars*, emerge la necessità di istituire un quadro normativo e regolamentare che affronti in modo efficace le questioni di responsabilità e sicurezza. Le *self driving cars* rappresentano un'opportunità significativa per migliorare la sicurezza stradale, ridurre l'impatto ambientale e migliorare l'efficienza del trasporto. È necessario però un approccio equilibrato che consideri sia i benefici che le sfide associate alla loro implementazione. La complessità degli algoritmi e la capacità di apprendimento di queste macchine rendono difficile stabilire una responsabilità diretta verso una persona umana in caso di comportamenti imprevedibili o malfunzionamenti del sistema. Tuttavia è soprattutto quando il comportamento imprevedibile dell'entità intelligente si combina con un comportamento doloso dell'essere umano che il modello di attribuzione indiretta della responsabilità umana si rivela inadeguato. Infatti, se l'utilizzatore non può essere ritenuto responsabile per un evento causato dal comportamento imprevedibile dell'entità intelligente, a meno che non sia in grado di evitarlo, ad esempio nel caso di un'automobile a guida semi-autonoma dotata di comandi per l'intervento umano in caso di emergenza, non sarà nemmeno possibile risalire sempre al programmatore o al produttore. Il rischio che ne deriva è che interessi primari rimangano privi di tutela penale di fronte a pericoli di aggressione che diventeranno sempre più gravi e diffusi. Di fronte alla mancanza di protezione penale dei nuovi sistemi di intelligenza artificiale, oltre alle possibili soluzioni civili o amministrative, ci sono due opzioni: o vietare completamente la realizzazione di tali sistemi, basandosi sul principio di precauzione, rinunciando così ai benefici sociali che questi apportano; oppure individuare un'area di rischio accettabile, attraverso complessi bilanciamenti tra l'utilità collettiva e i rischi imponderabili dei vari sistemi. Il futuro delle *self driving cars* dipenderà dalla capacità di bilanciare l'innovazione tecnologica con la tutela dei diritti e della sicurezza dei cittadini: tale innovazione sta costruendo la strada verso una nuova era di mobilità, dove l'intelligenza artificiale prende il volante e cambia la nostra percezione di guida.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

ALBERTO CAPPELLINI, *Diritto penale contemporaneo*. Rivista trimestrale, Editore Gian Luigi Gatta, Milano 2019.

ANDREA CASSINI, *Storia della sfida tra uomo e computer a scacchi*.

RICCARDO SIVIERO, *Auto a guida autonoma e responsabilità civile, i possibili scenari futuri*, 2021.

BRETT LANTZ, *Machine Learning con R- Conoscere le tecniche per costruire modelli predittivi*, Apogeo.

Breve storia dell'automobile dai primi prototipi ai giorni nostri, GEOPOP, 2022.

CHRISTY BIEBER, J.D. *Strict Liability: Legal Definition & Examples*, 2022.

DR. MICHAEL CHATZIPANAGIOTIS DR. GEORGE LELOUDAS, *Automated vehicles and third- party liability: a european perspective*.

ENNIO DE SIMONE, *Storia Economica*. Milano: Franco Angeli, 2014.

ENRICO AL MUREDEN, GUIDO CALABRESI, *Driverless car e responsabilità civile, Rivista di diritto bancario- dottrina e giurisprudenza commentata*, 2020/2021.

ESA, *Backed autonomous driving lab set for Italy*.

GABRIEL HALLEVY, *The Basic Models of Criminal Liability of AI Systems and Outer Circles*.

GIANLUIGI TORCHIANI, *Auto a guida autonoma: cosa sono, come funzionano e la normativa in Italia*, AI4BUSINESS, 2022.

GIULIA RIZZI, MARIA TERESA CIMMINO, *Bias negli algoritmi: come le macchine apprendono i pregiudizi dagli esseri umani.*

GLORIA MARCHETTI, *Le fake news e il ruolo degli algoritmi.*

GUIDO CALABRESI, ENRICO AL MUREDEN, *Driverless Cars, Intelligenza Artificiale e futuro della mobilità*, il mulino, 2021.

ITALO DE FEO, *Autonomous vehicles law and regulation in Italy*, 2020

JOHN MCCARTHY, *Artificial Intelligence, Logic, and Formalizing Common Sense.*

JONES CELLAN, RORY, *Stephen Hawking warns artificial intelligence could end mankind*, BBC NEWS, 2014.

EDWIN HEATHCOTE, Financial Times, *The thrill is gone*, 2009.

LUCA MARCHETTI, *Evoluzione industria automobilistica in Italia.*

RICCARDO BORSARI, *Intelligenza Artificiale e responsabilità penale: prime considerazioni.*

STUART RUSSEL, PETER NORVIG, *Intelligenza Artificiale- Un approccio moderno*, Pearson, 2021.

TOBIAS SCHRÄDER, *An Approach for a Requirement Analysis for an Autonomous Family Vehicle.*

WAYMO, *An Approach for a Requirement Analysis for an Autonomous Family Vehicle*, 2018.

WILLIAMS SURDEN, *Sulla distinzione tra mezzi semi-autonomi e completamente autonomi*, 2016.

YONG ED, *A che servono gli algoritmi nei tribunali statunitensi*, The Atlantic, Stati Uniti.