

---

# L'etica nell'ingegneria, nella scienza e negli affari

Mauro Ugolini *Università Roma Tre*  
Edward Smith *Wokingham U3A*

Quando si concepiscono nuovi progetti, nell'Ingegneria, nella scienza o negli affari, le questioni etiche devono essere affrontate subito, per risolvere più facilmente eventuali criticità che possono presentarsi in fasi successive

**L'**Etica, nota anche come filosofia morale, è associata alla definizione, alla difesa e alla diffusione di sistemi di comportamento corretto. Il concetto di buon comportamento è antico: la formalizzazione di codici di condotta può essere ricondotta all'evoluzione delle religioni nel mondo e al lavoro dei filosofi greci del V secolo prima dell'Era Volgare [1].

I principi etici si sono modificati nel tempo e il nostro interesse si concentra proprio sulla loro evoluzione: in particolare, vogliamo cominciare analizzando in che modo le decisioni etiche permeino l'Ingegneria. È chiaro però che tali decisioni riguardano l'intero ciclo di sviluppo delle attività scientifiche e ingegneristiche e hanno impatto su un'ampia gamma di aspetti, inclusi quelli politici, sociali, economici, tecnologici e ambientali, e possono avere conseguenze legali rilevanti, specie nel mondo degli affari.

Per riflettere su questi aspetti, definiremo innanzitutto cosa si intende per "Etica" e poi analizzeremo come l'Etica si applichi alle discipline ingegneristiche e scientifiche, generalmente orientate al raggiungimento di determinati obiettivi, senza trascurare gli impatti sul mondo delle imprese e sul

mercato. Abbiamo richiamato qui esplicitamente l'orientamento agli obiettivi perché crediamo che siano necessari sforzi di tipo ingegneristico, per fornire un determinato risultato entro parametri chiaramente definiti. Sappiamo bene però che i finanziamenti dipendono dai risultati concreti anche negli ambienti scientifici, e il tema della concretezza e misurabilità dei risultati è fattore critico di successo anche per le imprese sul mercato.

Per queste ragioni, dunque, e per mostrare le conseguenze delle decisioni etiche e il loro impatto sul ciclo delle attività nei settori descritti, faremo ampio uso di esempi in cui vedremo in che modo alcune decisioni abbiano condotto a situazioni che sono rapidamente sfuggite di mano e hanno generato dilemmi etici sostanziali. Così facendo, non intendiamo esprimere giudizi, piuttosto dimostrare l'importanza di prendere molto seriamente la dimensione etica di qualsiasi decisione di tipo ingegneristico, sia in ambito scientifico, aziendale o di mercato.

L'analisi dei casi di studio inizia con tre esempi tratti dal settore delle scienze, il primo dei quali è lo scandalo sul vaccino trivalente MPR (morbillo, parotite e rosolia), in cui i risultati scientifici sono stati mal comunicati o utilizzati in modo improprio. Il secondo esempio, quello della cosiddetta fusione nucleare fredda, mostra il danno che si può causare quando il giudizio critico cessa di mantenere i livelli di oggettività scientifica. Il terzo esempio, relativo all'editing genetico su embrioni umani, mette in luce le conseguenze di un'indagine scientifica spinta in aree i cui i confini morali e legali sono stati messi in discussione.

Passando poi al settore dell'industria e degli affari, vedremo dapprima due esempi relativi a innovazioni che hanno avuto conseguenze indesiderabili e impreviste, che sono diventate visibili piuttosto rapidamente nel caso del farmaco talidomide e più lentamente nel caso dell'additivo piombo tetraeti-

le. L'esempio relativo alla vettura Ford Pinto mostrerà invece l'importanza della valutazione del rischio per la sicurezza e il suo rapporto con la regolamentazione. L'ulteriore caso, noto come *Deep Water Horizon*, descriverà una situazione operativa che ha avuto conseguenze drammatiche, è stata risolta con spese enormi, spaventose conseguenze ambientali, e notevoli costi professionali.

L'analisi si chiuderà con una attenzione particolare rivolta ad alcuni casi tipici dell'area delle Tecnologie dell'Informazione e delle Comunicazioni (ICT), il primo dei quali è quello del dispositivo di alterazione dei valori degli inquinanti nei motori diesel, il *Volkswagen Dieseltgate*, caso che ha avuto impatti finanziari e professionali assai importanti. Il successivo esempio, riguardante il Boeing 737 Max, ci porterà a considerare una situazione con comportamenti non corretti meno evidenti, ma con problemi seri relativi alla condivisione delle informazioni, al rapporto con le autorità di regolamentazione, al taglio dei costi e alle decisioni di gestione. L'ultimo esempio sarà quello del sistema *Horizon*, di British Post Offices, che utilizzeremo per mostrare come alcune decisioni ordinarie, prese a più livelli all'interno di un'organizzazione, possano avere enormi implicazioni e costi rilevanti per coloro che fanno uso quotidiano dei sistemi informatici.

Inizieremo ora le nostre valutazioni partendo da una analisi generale del ruolo dell'etica nel settore dell'Ingegneria.

## L'Etica nell'Ingegneria

Cominciamo con una visione scientifica di cosa sia l'Etica e come si applichi al mondo delle professioni ingegneristiche, passando in rassegna una serie di principi etici, secondo la visione di un'organizzazione come la Federazione Europea delle Associazioni Nazionali di Ingegneria (FEANI). Ricordiamo qui che esistono molte altre organizzazioni che aderiscono a codici di condotta e stabiliscono standard formali per la conduzione delle attività professionali (Figura 1).

FEANI affronta il tema del comportamento etico sotto tre aspetti principali [2].

- **Etica personale:** mantenere la competenza ai massimi livelli, l'integrità professionale, l'onestà intellettuale, il rispetto per la riservatezza aziendale e l'impegno attivo nelle organizzazioni professionali.
- **Etica professionale:** assumere incarichi solo nell'area di competenza dell'ingegnere, accettare la responsabilità di organizzare ed eseguire tali incarichi, lavorare con risultati ben identificati e affrontare in sicurezza eventuali problemi.



**Figura 1** Membri nazionali di FEANI, la Federazione Europea delle Associazioni Nazionali di Ingegneria - Fonte: [www.feani.org](http://www.feani.org)

- **Responsabilità sociale:** rispetto, da parte degli ingegneri, verso i soggetti per i quali lavorano e con cui lavorano, a condizione che i comportamenti di costoro siano conformi alle leggi e all'etica della loro professione. In ciò sono comprese le preoccupazioni per la natura, l'ambiente, la sicurezza e la salute. Promozione, da parte degli ingegneri, dell'interesse pubblico nella loro area di lavoro, nel rispetto dei valori tradizionali e culturali dei paesi in cui sono chiamati a lavorare.

A livello nazionale, l'*Engineering Council* del Regno Unito (UK) utilizza una Dichiarazione di Principi Etici sviluppata dall'*Engineering Council* e dalla *Royal Academy of Engineering*, che definisce uno standard a cui i professionisti dovrebbero aspirare nelle loro abitudini e relazioni lavorative. Per il raggiungimento dei più alti ideali nella vita professionale sono identificati quattro principi fondamentali: onestà e integrità; rispetto per la vita, la legge, l'ambiente e il bene pubblico; guida e indirizzo verso altri ingegneri e tecnici; accuratezza e rigore, insieme a leadership e comunicazione [3].

In Italia, il Consiglio Nazionale degli Ingegneri ha approvato un documento, noto come Codice Etico degli Ingegneri Italiani, sin dal 2006, e rilasciato l'ultimo aggiornamento nel novembre 2014 [4]. I principi enunciati in questo documento devono essere rispettati e applicati da tutti gli ingegneri, per assicurare il rispetto dei valori di legalità e responsabilità sociale, per tutelare la dignità e il decoro della professione. I capitoli del documento, dopo una parte generale, trattano dei compiti generali, dei rapporti interni ed esterni, nonché dei rapporti con l'associazione, e infine di eventuali incompatibilità nell'esercizio della professione.

Volgendo lo sguardo ai giovani, osserviamo che lo sviluppo della professionalità in connessione con solidi principi etici durante i corsi di laurea di Ingegneria si può fare esplicitamente attraverso moduli specifici, ma si può ottenere questo risultato anche implicitamente, essendo i temi dell'etica professionale affrontati in diversi momenti durante gli stessi corsi. L'attenzione va concentrata sugli studenti che dimostrano una particolare inclinazione all'impegno verso la professionalità coniugata al rigore morale, e riescono a concepire il loro lavoro in termini di ciò che deve essere fatto per fornire un progetto finito e per limitare o mitigare eventuali danni oggi e nei tempi futuri. È importante che possano a mettere in relazione i problemi che si presentano con gli scenari del mondo reale [6].

Con riferimento poi all'area delle soluzioni digitali, la cui importanza e trasversalità sono decisive

per l'innovazione, è noto che le basi dell'"etica dei computer" risalgono alla prima guerra mondiale, quando Norbert Wiener prevede le conseguenze dei sistemi di feedback delle informazioni, sebbene il termine avesse avuto origine con Walter Maner. Al centro delle argomentazioni di Wiener c'è l'equilibrio tra sicurezza e riservatezza dei dati: lo stesso tipo di equilibrio si trova ad esempio nei social media, che possono aiutare le comunicazioni, ma possono anche aumentare l'isolamento sociale [5].

Non va neppure trascurato il fatto che quando una tecnologia lascia il laboratorio, può essere utilizzata in modi imprevisi. Sono perciò necessari approcci che permettano di massimizzarne i vantaggi d'uso, riducendo al minimo il rischio di utilizzi impropri. Un quadro per la gestione di questo tipo di problemi è fornito dall'approccio alla Ricerca e Innovazione Responsabile finanziato dall'Unione Europea (UE) e dal Consiglio per la Ricerca in Scienze Fisiche e Ingegneristiche (E-PSRC) [7]. Ai ricercatori viene attribuita la responsabilità di assumere una prospettiva a lungo termine e di considerare cosa accadrà ai prodotti della loro attività una volta che si trovino al di fuori dei laboratori.

La riservatezza delle informazioni è un altro aspetto importante. Ad esempio, i professionisti ICT possono avere accesso a un gran numero di sistemi aziendali e ai dati riservati in essi conservati, potendo ad esempio visualizzare informazioni comparative su diversi aspetti sensibili (salari, ecc.). L'installazione di misure di sicurezza per gestire questo problema può essere problematica. La sicurezza, i controlli di accesso e la formazione continua offrono tuttavia una certa protezione e molte aziende adottano codici di condotta per mitigare i dilemmi etici che i professionisti si trovano quotidianamente ad affrontare [8].

Si dice infine che l'Etica sarà fondamentale per il successo dell'Intelligenza Artificiale (IA), con quadri etici applicabili che potranno variare su base nazionale. L'Unione Europea (UE) sta però valutando un approccio paneuropeo, e nel settore delle auto a guida autonoma Stati Uniti, Regno Unito e Germania sembrano voler assumere un ruolo guida. Il rischio di un approccio non coordinato e sbilanciato alla regolamentazione dell'Etica sull'IA sta nel fatto che potrebbe indirizzare le risorse e lo sviluppo verso Paesi con standard più permissivi, o dar luogo teoricamente a una situazione in cui i paesi più avanzati modelleranno gli approcci etici da seguire per lo sviluppo dell'IA [9].

Dopo questa rassegna piuttosto ampia di principi etici nel mondo dell'Ingegneria, passiamo ora a esaminare il ruolo dell'Etica, in generale, nelle aree della scienza (inclusa la Medicina), tenendo presente che anche gli scienziati possono non essere immuni a interessi e valori che, una volta perseguiti, possono compromettere le loro pretese di distacco [10].

## L'Etica nella scienza

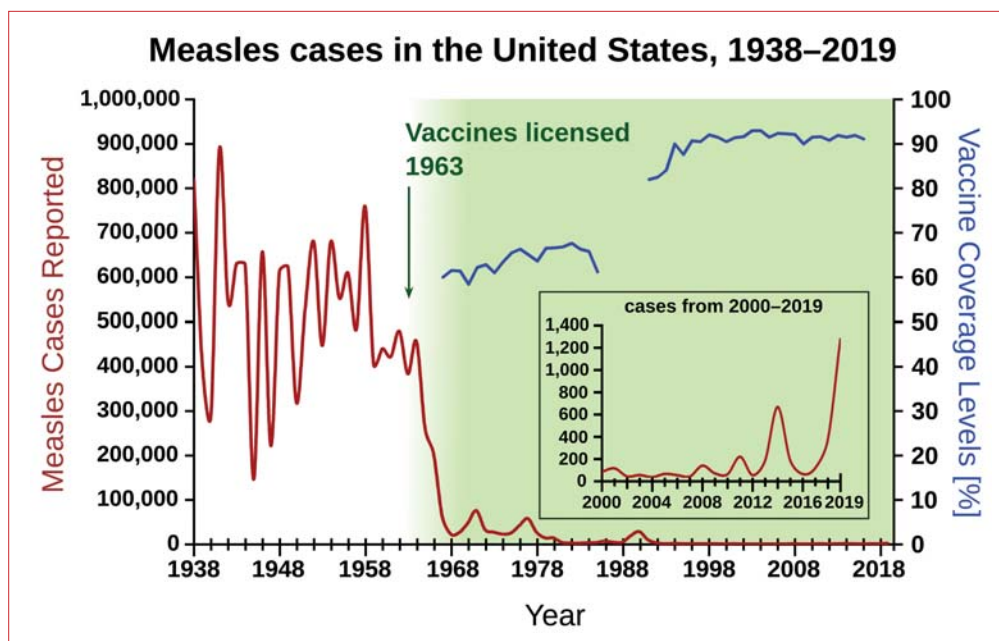
Anche nel mondo scientifico-accademico, con la pressione sempre crescente per ottenere finanziamenti per la ricerca e pubblicare, c'è una forte attenzione al conseguimento di risultati concreti. Tuttavia è importante evitare situazioni compromettenti, poiché gestire vie d'uscita da situazioni che ne possono risultare potrebbe rivelarsi piuttosto complicato. Le prescrizioni della regolamentazione possono aiutare e i governi dovrebbero a loro volta incoraggiare i comportamenti etici. L'approccio da adottare dipende anche dalla maturità del settore: ad esempio, l'architetto di un ponte può prendere decisioni etiche più facilmente rispetto a un progettista IT [11]. Premesso ciò, per l'analisi di alcuni esempi andremo a considerare un settore maturo, cioè quello dell'immunizzazione, e due settori più recenti, fusione nucleare fredda e modifiche genetiche.

Nel 1998 Andrew Wakefield pubblicò un articolo sulla rivista Lancet, suggerendo l'esistenza di un legame tra l'immunizzazione contro morbillo, parotite e rosolia (MPR), ottenuta con una singola inoculazione, e l'incidenza di problemi comporta-

mentali (autismo) e intestinali. Ciò ha portato ad una crescente resistenza verso i programmi di vaccinazione, tanto che alla fine Wakefield è stato depennato dal registro medico generale [12]. Goldacre [13] fornisce un resoconto molto dettagliato dei problemi osservati in questa situazione e conclude che gli effetti non dipesero solo da Wakefield, ma anche dall'approccio adottato da giornalisti e media. La paura maggiore si manifestò nel Regno Unito, ma sono stati osservati timori simili in tutto il mondo e tali percezioni hanno una storia che risale agli anni '30 (Figura 2).

Il flusso del ragionamento incluso nel documento di Wakefield del 1998 sembra logico, ma quando i fondamenti che sostengono l'analisi vengono esaminati criticamente, si scopre che sono fuorvianti o falsi. Il documento è stato ampiamente frainteso, poiché è scritto in modo non ottimale, non ha una chiara dichiarazione delle sue ipotesi o delle conclusioni ed è basato su un campione osservato piuttosto piccolo, solo dodici bambini. Piuttosto che stabilire un collegamento tra la vaccinazione MPR e i problemi comportamentali e intestinali, il documento è stato, nel migliore dei casi, il primo di una serie di studi in tal senso, e peraltro privo di un riferimento di controllo. Non ha confermato né smentito l'affermazione fatta dalla stampa secondo cui tre singole vaccinazioni sarebbero più sicure della trivalente MPR [13].

L'indagine giornalistica sul caso inoltre identificò alcuni conflitti di interesse e stabili collegamenti con azioni legali in corso contro alcune compagnie farmaceutiche. L'attenzione della stampa si



**Figura 2**

Casi di morbillo negli Stati Uniti osservati prima e dopo l'introduzione del vaccino MPR

Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/MMR\\_vaccine](https://en.wikipedia.org/wiki/MMR_vaccine)

intensificò quando Wakefield pubblicò nel 2001 un documento di revisione e *follow-up* e la macchina della campagna anti-vaccinazione sostenne l'affermazione che la vaccinazione MPR fosse un problema. Goldacre osserva che le organizzazioni professionali dei medici sono state discontinue nella comunicazione con i media, finendo col far acquisire alla vicenda maggiore risalto sulla stampa di quanto non fosse dovuto. Il rifiuto del primo ministro britannico e della moglie di dichiarare se il loro figlio di diciotto mesi avesse ricevuto il vaccino MPR non giovò peraltro alla situazione.

Goldacre si spinge ad affermare che furono i resoconti della stampa e non la valutazione scientifica a essere il fattore determinante. In particolare, molte persone ritenute credibili, tuttavia prive dell'appropriato background scientifico, produssero numerosi commenti sulla vicenda e sembra inoltre che i giornalisti specializzati furono messi da parte quando la storia divenne notizia da prima pagina. In tal modo si favorì il consolidamento dell'opinione secondo cui la consulenza scientifica sia in qualche modo arbitraria e basata sulla posizione personale, piuttosto che su prove sperimentali trasparenti e attendibilmente comprese (Figura 3).

Oggi non abbiamo prove scientifiche che il vaccino MPR sia pericoloso o che ci sia un collegamento con problemi comportamentali, ma neppure ci sono prove che confermino l'opposto, ovvero che sia sicuro. Ci sono diversi ricercatori medici, contrari alle vaccinazioni, che affermano di avere prove a sostegno del collegamento, ma hanno rifiutato di pubblicarle. Troppo spesso è capi-

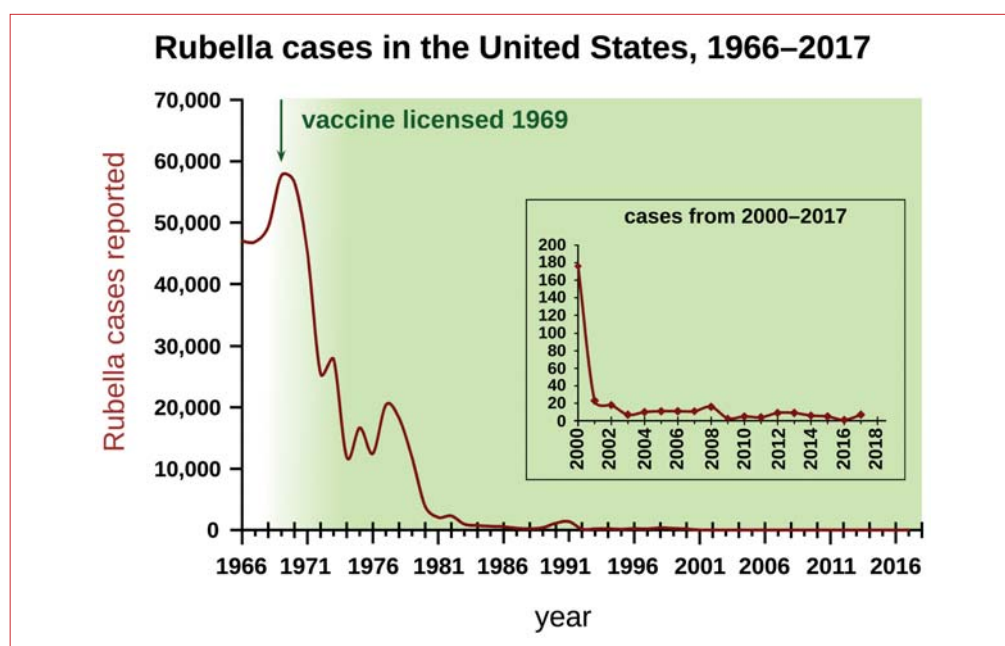
tato che il giornalismo e i media, che hanno prestato poca attenzione al lavoro scientifico che contraddice il legame tra autismo e vaccino MPR, abbiano rappresentato i mezzi per diffondere le informazioni sull'argomento, piuttosto che la letteratura scientifica fondata sul "peer reviewing" operato dagli esperti. Il risultato è stato che la diminuzione del numero delle vaccinazioni ha prodotto, entro il 2005, un significativo aumento sia dei casi di morbillo sia di parotite [13].

Ci rivolgiamo ora alla Fisica per il secondo esempio proposto (Figura 4).

Fleischmann e Pons hanno annunciato la "scoperta" dell'energia generata dalla fusione nucleare a temperatura ambiente in una conferenza stampa all'inizio del 1989. Tuttavia, i risultati descritti non hanno resistito a ulteriori verifiche, inclusi molti tentativi di replicare i loro risultati (tra cui uno recentemente finanziato da Google) e una serie di affermazioni in altre aree ai limiti della scienza accettata. Fleischmann e Pons hanno annunciato i loro risultati a marzo; a giugno erano stati ampiamente liquidati come affetti da errori o peggio. Fleischmann e Pons, all'epoca, pubblicarono i loro risultati solo in un breve articolo, di limitato dettaglio, nel *Journal of Electroanalytical Chemistry*. Questa esperienza viene spesso utilizzata come caso di studio per la capacità di autocorrezione della scienza, ma ha anche messo in luce il meglio e il peggio degli scienziati. Fleischman e Pons sono stati ridicolizzati in diverse occasioni, lasciando loro poco spazio per una ritrattazione seria [14].

**Figura 3** 

*I casi di rosolia negli Stati Uniti (US) sono diminuiti drasticamente dopo l'introduzione del vaccino MPR*

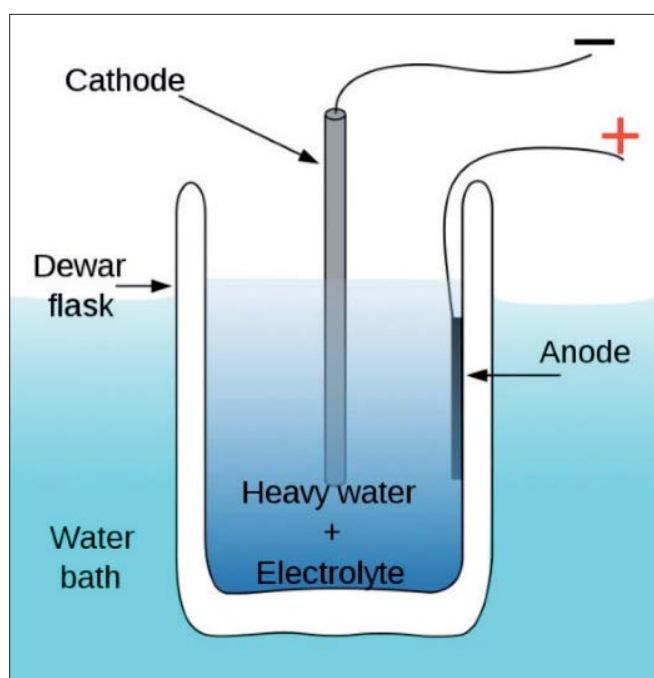


Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/MMR\\_vaccine](https://en.wikipedia.org/wiki/MMR_vaccine)

La situazione si è ulteriormente aggravata per le risposte ostili di Fleischmann ai suoi critici, che accusavano lo scienziato e Pons di avere un comportamento ostruzionistico riguardo le verifiche dei metodi utilizzati, e anche dal tentativo di breve durata della loro università di sfruttare finanziariamente la ricerca svolta. Alcuni ricercatori dovettero affrontare minacce legali per aver tentato di fare della buona scienza sul caso. In breve, gli atteggiamenti assunti dagli autori della ricerca furono divisivi e senza uno spirito tollerante e collaborativo: situazione in cui la coesione tra coloro che fanno ricerca scientifica può diminuire in modo veramente rapido [14].

Passiamo ora a considerare un terzo esempio preso dalla Genetica.

In un esperimento che è stato definito immorale, una donna in Cina ha dato alla luce due bambine da embrioni geneticamente modificati. Il team che ha eseguito l'operazione è stato guidato da He Jiankui della Southern University of Science and Technology of China. Gli esperti hanno ritenuto che la metodica utilizzata fosse prematura, perché non ancora definitivamente accertata la sua sicurezza. I problemi includevano la possibilità di una distribuzione di cellule modificate e non modificate in tutto il corpo, col rischio di causare una mutazione genetica indesiderabile [15]. Jiankui è stato condannato a tre anni di prigione ed è stato anche multato di 3 milioni di yuan, pari a circa 430.000 dollari. Il ricercatore e i suoi colleghi sono stati accusati di aver falsificato documenti etici di approvazione, violato le normative nazionali



sulla ricerca scientifica e sulla gestione medica e causato danni alla società. Anche due colleghi di Jiankui sono stati condannati a pene detentive e multe, e il ricercatore ha perso il lavoro nel gennaio 2019, dopo essere stato condannato per aver “condotto illegalmente ricerche al fine di ottenere fama e guadagno personale” [16].

In sintesi, gli esempi sopra descritti forniscono buona evidenza che il mondo scientifico non è esente da problemi relativi a questioni etiche e al danno diffuso che può sorgere quando questi aspetti vengono ignorati. L'integrità professionale e la reputazione sono al centro di questi argomenti ed è chiaro che il rilascio di informazioni ai media può far sì che le questioni sollevate sfuggano al controllo dei loro autori. Tuttavia, è altresì accertato che la responsabilità per i risultati non è limitata agli autori della ricerca e la condotta di altri soggetti operanti nel settore o nella stampa è un fattore determinante.

Dopo aver esaminato alcuni casi nel settore della scienza e in quello della medicina, passiamo a considerare l'area dell'industria e del mercato.

## L'Etica negli affari

Per illustrare l'impatto delle decisioni etiche sullo sviluppo di nuove tecnologie utilizzeremo lo stesso approccio, prendendo in considerazione alcuni importanti casi di studio del passato, ovvero l'uso del piombo tetraetile come agente antidetonante nella benzina, la vendita del farmaco Thalidomide e la sicurezza del serbatoio del carburante della Ford Pinto. L'analisi di tutti questi casi è strettamente collegata alle domande relative a come le organizzazioni gestiscono eventuali fallimenti e a chi paga. In molti casi, l'accertamento di eventuali responsabilità è stato complesso e protratto, soprattutto nei casi in cui chi ha inquinato sia stato chiamato a pagare, come nel caso *Deep Water Horizon* del Golfo del Messico. I fallimenti possono essere collegati alle scelte etiche nella progettazione, nella consegna, nella manutenzione, nelle pratiche commerciali, nella pianificazione ed esecuzione del progetto, nella gestione dei costi e nell'utilizzo del personale. In altre parole, ci possono essere criticità in molti elementi del ciclo di vita di un progetto e poiché in tutte le opere di Ingegneria i problemi pregressi possono essere identificati e gestiti, più efficace

Figura 4

Schema della cella elettrolitica utilizzata nell'esperimento di Pons e Fleischmann per la fusione nucleare fredda

Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/Cold\\_fusion](https://en.wikipedia.org/wiki/Cold_fusion)

è l'azione di revisione e minori saranno i costi delle criticità, ivi inclusi anche quelli relativi ai danni sulla reputazione (Figura 5).

Partiamo dal caso del piombo tetraetile. Pearce dà una chiara descrizione delle invenzioni di Thomas Midgley, che ha aperto la strada all'uso del piombo tetraetile nella benzina e all'uso del freon come refrigerante [16]. Quest'ultimo è stato uno dei primi composti ad attaccare lo strato atmosferico di ozono, ma il piombo nella benzina ha un impatto diretto sulla salute umana e può generare danni cerebrali a seguito di un'esposizione prolungata. Già all'inizio del suo utilizzo i ricercatori medici erano preoccupati per il possibile impatto sulla salute. Nel 1923, i funzionari del servizio sanitario pubblico degli Stati Uniti denunciarono un accumulo di polveri di ossido di piombo vicino a strade trafficate. Ci fu poi un impatto anche sui lavoratori coinvolti nel processo di produzione del piombo tetraetile, sebbene Midgley abbia sempre negato che il piombo avesse avuto un ruolo in questa circostanza [17]. Non dimentichiamo però che Midgley è stato presidente dell'American Chemical Society.

Abbiamo poi il caso del Talidomide. Un farmaco utilizzato tra il 1957 e il 1961 per il trattamento della nausea mattutina, che fu ritirato quando lo si identificò come causa di patologie neonatali (Figura 6). I suoi produttori affermano di aver rispettato tutti gli standard di sicurezza del tempo, ma non è chiaro cosa si sapesse allora sulla probabilità di alterazioni genetiche alla nascita e quindi non è possibile stabilire se il suo ritiro sia stato sufficientemente tempestivo [18].

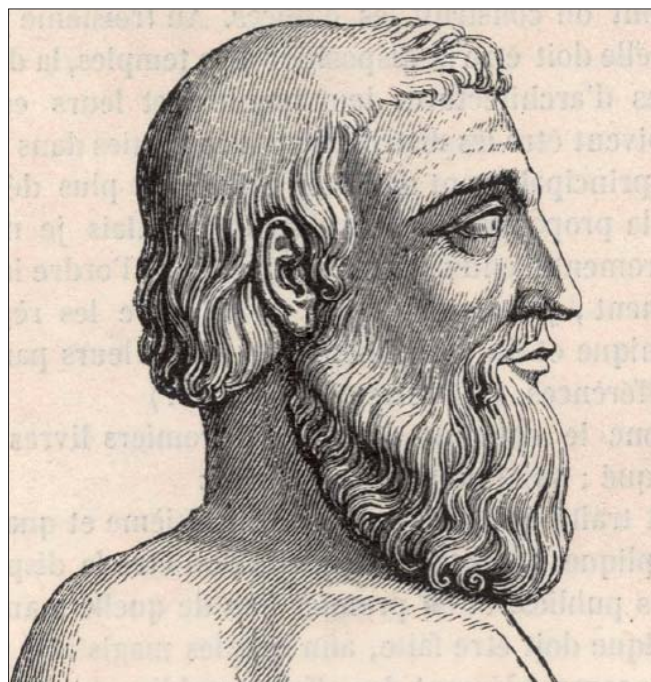
**Figura 6** ▶

*Bimbi negli anni '60 nati nati focomelici a causa degli effetti collaterali del Talidomide, il cui effetto è stato l'accorciamento o l'assenza degli arti*



Fonte: <https://helix.northwestern.edu/article/thalidomide-tragedy-lessons-drug-safety-and-regulation>

Riportiamo anche la storia della Ford Pinto, una piccola vettura lanciata sul mercato americano nel 1971 e sviluppata su una scala temporale piuttosto aggressiva di soli due anni, anziché sulla scala standard di allora, pari a circa due anni e mezzo. I prototipi non riuscirono a soddisfare gli standard di sicurezza emergenti negli USA, progettati per ridurre il rischio di incendio in caso di collisione. Ford sapeva che la Pinto era soggetta a un serio rischio di incendio quando fosse stata



**Figura 5**

*L'ingegnere civile dell'antica Roma Marco Vitruvio Pollio segnalò i possibili danni alla salute dovuti al piombo duemila anni fa*  
Fonte: [www.bbc.com/news/business-40593353](http://www.bbc.com/news/business-40593353)

tamponata, anche in caso di collisioni posteriori a bassa velocità. Piuttosto che riprogettare il veicolo, Ford decise di andare avanti con il lancio, a scapito dei rischi sulla sicurezza del veicolo, e persistette con questo orientamento per i successivi sei anni. Si era stimato erroneamente che le modifiche richieste costassero relativamente poco, e una successiva analisi interna costi-benefici condotta in modo più approfondito portò alla conclusione che i costi per le modifiche avrebbero potuto superare quelli associati al numero stimato di vittime. Questo errore alla fine costò piuttosto caro alla Ford, per due diverse ragioni: nel 1978 fu costretta a richiamare tutte le Pinto del periodo 1971-'76 per modifiche al serbatoio del carburante, in seguito all'imposizione nel 1976 di un nuovo standard sulle collisioni fino a 30 miglia all'ora (Figura 7). In secondo luogo si dovette difendere da circa cinquanta cause legali, negli anni tra il 1971 e il 1978, e in uno di questi casi, oltre a pagare oltre 3 milioni di dollari di risarcimento alle vittime di un incidente, Ford subì danni da sanzioni per una cifra pari a 3,5 milioni di dollari [19].

Infine, un altro caso ben noto è quello della piattaforma petrolifera BP *Deep Water Horizon*, che ha subito un'esplosione nel Golfo del Messico il 20 aprile 2010, provocando la più grande fuoriuscita di petrolio marino della storia [20]. Una volta rilevato l'accumulo di pressione eccessiva nel pozzo, le misure di sicurezza esistenti non funzionarono correttamente e anche i successivi tentativi di controllo della situazione non ebbero successo. Il flusso di petrolio fu frenato dalle azioni intraprese da BP solo nel successivo mese

di settembre. BP e i suoi partner, ovvero Transocean e altre società, furono ritenuti responsabili per i miliardi di dollari di costi sostenuti dalle autorità statunitensi per la bonifica. A seguito del caso, l'amministrazione Obama pose una moratoria sulle perforazioni *off-shore* [20]. La BP creò un fondo di risarcimento di 20 miliardi di dollari per le persone colpite dalle conseguenze dell'evento, che danneggiò seriamente la sua reputazione e le costò oltre 40 miliardi di dollari di spese per pulizia e recupero. La squadra investigativa nominata dal governo scoprì successivamente che, sebbene l'attrezzatura difettosa fosse stata installata dal partner Halliburton, le decisioni di installazione erano state prese da BP e che BP e Transocean avevano ignorato le prime indicazioni di possibili problemi. BP, Transocean e Anadarko (socio di minoranza nel progetto, proprietaria del pozzo) furono citate in giudizio in un'azione civile, che BP chiuse pagando 7,8 miliardi di dollari. BP accettò inoltre di dichiararsi colpevole di 14 accuse penali, tra cui omicidio colposo, che è costato all'azienda altri 4,5 miliardi di dollari; si è anche scoperto che i dirigenti indussero in errore gli azionisti sulla reale entità della fuoriuscita di petrolio. La BP fu anche sospesa dalla stipula di nuovi contratti federali. Transocean dovette pagare 1,6 miliardi di dollari in sanzioni civili e penali, e per altre richieste. Halliburton dovette sostenere una sanzione di 200mila dollari per i dipendenti scoperti a distruggere le prove di quanto accaduto e dovette liquidare richieste di risarcimento per 1,1 miliardi di dollari. Individui e società sono stati perseguiti per accuse gravi come il massacro di persone. In alcuni casi le accuse



**Figura 7**

*La Ford Pinto, una vettura compatta di piccole dimensioni costruita dalla Ford Motor Company nel Nord America*

Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/Ford\\_Pinto](https://en.wikipedia.org/wiki/Ford_Pinto)



sono state ritirate, in altri sono state erogate pene con libertà vigilata, servizio alla comunità e sanzioni - anche se alla fine nessuno dei coinvolti è finito in prigione [20] (Figura 8).

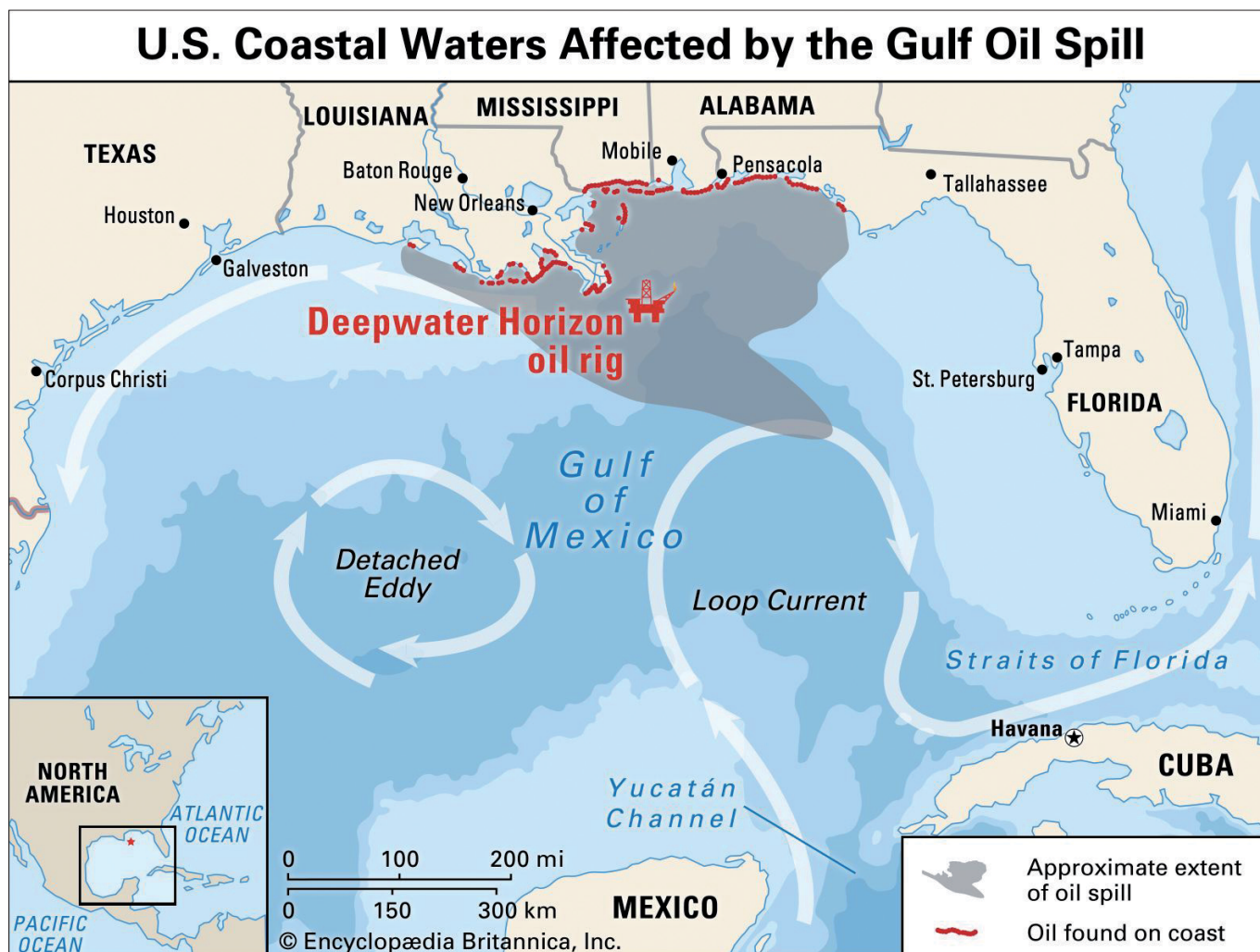
Al processo civile la BP è stata ritenuta colpevole per il 67% e dichiarata pertanto gravemente negligente. Transocean è risultata responsabile al 30% e Halliburton al 3%: entrambe le società sono state ritenute negligenti. L'accordo finale con BP, approvato nell'aprile 2016, è stato di 20,8 miliardi di dollari. Il danno ambientale e l'impatto sulla fauna selvatica sono stati tremendi e con ampia diffusione nell'ambiente.

Tutti gli esempi che abbiamo descritto hanno avuto impatti considerevoli su salute e sicurezza, oltre che enormi conseguenze finanziarie. Mostrano che l'offuscamento e il rifiuto delle prove hanno conseguenze piuttosto serie, con il contenzioso che estende il periodo di risoluzione. Ci si potrebbe aspettare che il mondo virtuale dell'ICT possa

sfuggire a tali conseguenze: questo aspetto merita però una analisi approfondita, e costituisce il tema della prossima sezione.

### L'Etica nelle Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione - ICT

Passiamo a considerare casi recenti in cui il software, piuttosto che l'hardware, ha avuto un ruolo assai importante. Per far ciò, analizzeremo prima due esempi in cui il software è stato integrato in particolari dispositivi, quello dell'inquinamento da motori diesel Volkswagen e quello della sicurezza in volo del Boeing 737, e successivamente il caso della installazione e uso del sistema informativo di filiale *Horizon* per British Post Offices (le Poste britanniche). Tutte e tre le situazioni hanno evidenziato problemi nelle funzioni legali, gestionali, di sviluppo e manutenzione, dove il comportamento etico di una vasta gamma di ruoli professionali può essere messo in discussione.



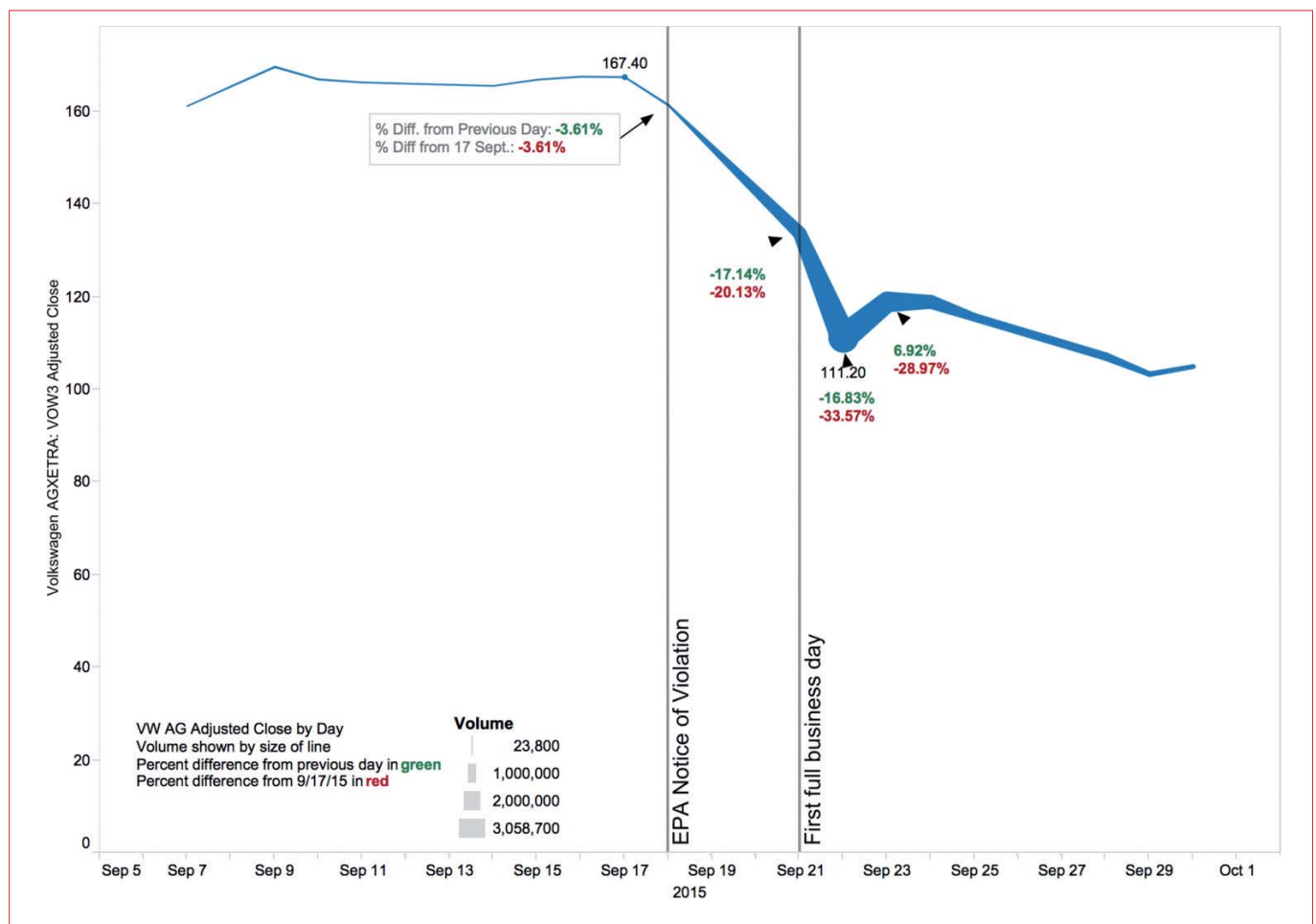
**Figura 8**  
 Il caso Deep Water Horizon del 2010: il percorso in mare della chiazza di petrolio - Fonte: [www.britannica.com/event/Deepwater-Horizon-oil-spill](http://www.britannica.com/event/Deepwater-Horizon-oil-spill)

Le operazioni della Volkswagen al tempo dello scandalo delle emissioni erano illegali negli Stati Uniti, sebbene non lo fossero nel Regno Unito: certamente non sono state etiche in entrambi [1]. Nel settembre 2015, la *US Environmental Protection Agency* (EPA) rilevò la presenza di un dispositivo di abbattimento delle emissioni inquinanti - di tipo software - nei motori diesel di molti modelli Volkswagen venduti in America. Il dispositivo era in grado di identificare le situazioni in cui un veicolo è sottoposto a test, alterando di conseguenza le prestazioni del motore, per migliorare i risultati nella misurazione delle emissioni. Una volta su strada, il motore del veicolo sarebbe tornato al normale funzionamento, emettendo livelli di ossido di azoto fino a quaranta volte superiori a quanto consentito negli Stati Uniti.

Da allora la Volkswagen ha ammesso che circa 11 milioni di automobili in tutto il mondo, di cui 8 milioni in Europa, sono dotate di tale dispositivo [22]. La tecnologia del convertitore catalitico, che è

stata molto efficace sin dai primi anni '80 nel ridurre le emissioni di ossido di azoto negli scarichi dei motori a benzina, non funziona bene per i motori diesel, che emettono fumi di ossido di azoto venti volte maggiori [23]. Volkswagen, per risolvere questo problema, ha inizialmente preso in considerazione l'acquisto dei diritti d'uso del sistema di scarico BlueTEC Mercedes di "riduzione catalitica selettiva", basato sull'urea, ma poiché lo ha ritenuto ingombrante, costoso e ad alta manutenzione, ha preferito sviluppare un proprio sistema più economico, denominato "trappola NO-x magra", una soluzione che in realtà non ha funzionato. Infatti, il test di conformità è piuttosto impegnativo e trentotto, su quaranta auto diesel di tutte le marche, non hanno superato il test sugli ossidi di azoto basato sugli standard del governo degli Stati Uniti (Figura 9).

Volkswagen ha accantonato 6,7 miliardi di euro per coprire il costo del richiamo dei veicoli "difettosi" e ha registrato la prima perdita trimestrale in



**Figura 9**

Prezzo di chiusura corretto dell'azione Volkswagen AG. Lo spessore della linea mostra il volume delle transazioni. In verde, la differenza percentuale nel prezzo di chiusura dal giorno precedente. In rosso, la differenza percentuale nel prezzo di chiusura dal 17 settembre 2015 - Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/Volkswagen\\_emissions\\_scandal#/media/File:VW\\_stock\\_price\\_after\\_emissions\\_violations.png](https://en.wikipedia.org/wiki/Volkswagen_emissions_scandal#/media/File:VW_stock_price_after_emissions_violations.png)

15 anni, pari a 2,5 miliardi di euro a fine ottobre 2015, con il prezzo delle azioni conseguentemente in calo. Il richiamo ha riguardato 8,5 milioni di automobili in Europa, di cui 2,4 milioni in Germania e 1,2 milioni nel Regno Unito, e 500.000 negli Stati Uniti. Il prezzo delle azioni della società si è ulteriormente ridotto. È stato affermato che almeno trenta persone fra i dirigenti Volkswagen erano a conoscenza dell'inganno da anni, circostanza che Volkswagen ha negato nel 2015. Dopo aver affermato inizialmente che i problemi erano dovuti a problemi di collaudo, Volkswagen è stata costretta a riconoscere il ruolo del dispositivo di abbattimento emissioni quando si è confrontata con le prove raccolte dall'EPA. Il Ceo Martin Winterkorn si è dimesso e alcuni altri membri del consiglio sono stati sospesi.

Nell'aprile 2016 Volkswagen ha contabilizzato un costo di 16,2 miliardi di euro per la soluzione dei problemi legati alle emissioni ed è stata multata di altri 2,8 miliardi di dollari dai tribunali statunitensi. Al 1° giugno 2020 lo scandalo per Volkswagen ha raggiunto la cifra complessiva di 33,3 miliardi di dollari in multe, sanzioni, accordi finanziari e costi di riacquisto [23]. Lo scandalo ha inoltre creato una maggiore consapevolezza dei livelli di emissioni dovute ai motori diesel e ha favorito una revisione più approfondita degli standard di emissione. Un effetto collaterale per Volkswagen è stato quello di accelerare il passaggio alla propulsione elettrica, ma ciò è stato in parte finanziato a scapito dei livelli occupazionali.

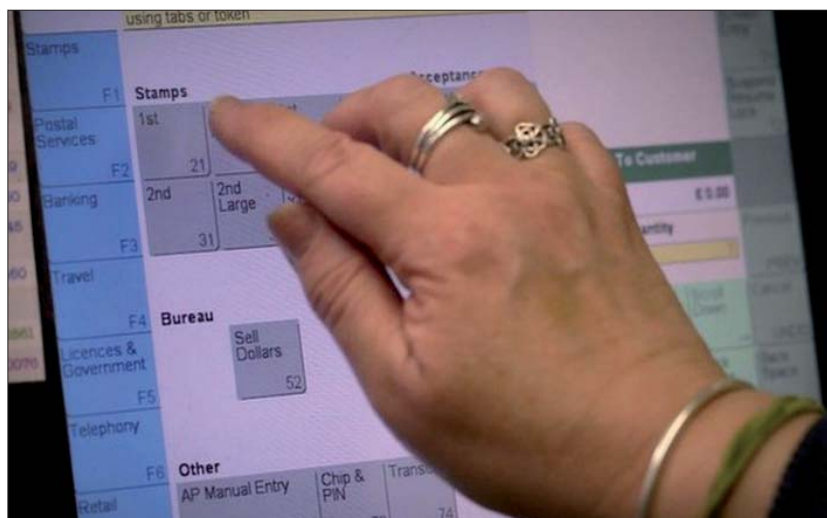
Il secondo esempio è quello del Boeing 737 MAX, messo a terra nel marzo 2019 dopo due incidenti, in Indonesia ed Etiopia, che hanno provocato la morte di 346 persone [24]. Un'indagine del Congresso USA durata 18 mesi evidenziò che questi incidenti furono parzialmente dovuti alla riluttanza dell'azienda alla condivisione di dettagli tecnici, insieme a difetti nel sistema di regolamentazione, amministrato dalla *Federal Aviation Administration* - FAA.

Il rapporto rilevò una serie di guasti nella progettazione dell'aereo, combinati con un rapporto troppo stretto tra Boeing e il regolatore federale, che aveva compromesso la procedura di conseguimento della certificazione di sicurezza. Boeing fu oggetto di critiche anche per la riduzione dei costi di progetto e per errori di gestione. La FAA fu ritenuta colpevole di "conflitti di interesse intrinseci" e "supervisione gravemente insufficiente".

Si scoprì che il *Maneuvering Characteristics Augmentation System* - MCAS, un sistema di sicurezza progettato per contrastare automaticamente la tendenza del 737 MAX a beccheggiare verso l'alto, aveva avuto un peso importante in entrambi gli incidenti. La sua esistenza era stata nascosta ai piloti e Boeing aveva cercato di convincere i regolatori a non richiedere l'addestramento al simulatore, che avrebbe comportato costi aggiuntivi, per i piloti 737 MAX. Dopo gli incidenti, è stata avviata un'attività di revisione e le autorità di regolamentazione in Europa e negli Stati Uniti sono oggi relativamente vicine alla ricertificazione dell'aereo.

Il British Post Office [25] è l'organizzazione coinvolta nel terzo caso, che è stato al centro di un'indagine sull'accusa e sul licenziamento di diversi vicedirettori di uffici postali, per motivi di irregolarità contabili rilevate dal sistema informatico *Horizon* (Figura 10). Il sistema, sviluppato dalla società giapponese Fujitsu, è stato implementato nel 1999 e registra le transazioni finanziarie nelle filiali [26]. Sin dalle prime fasi sembra che abbia avuto difetti all'origine della errata registrazione di transazioni con somme di denaro anche ingenti. Infatti, successivamente all'introduzione di *Horizon* nel 1995, ci sono stati alcuni casi in cui il denaro derivante dalla vendita di bolli, bancomat e terminali per le lotterie non rifletteva i dati registrati via computer. Gli utenti del sistema allora erano oltre 78.000, ed elaboravano più di sei milioni di transazioni ogni giorno [27].

Le Poste presero allora provvedimenti contro 900 degli allora 11.500 vicedirettori, che erano contrattualmente obbligati a



**Figura 10**  
Il sistema Horizon è stato progettato per registrare le transazioni finanziarie effettuate negli uffici postali del Regno Unito - Fonte: [www.bbc.com/news/uk-scotland-54339004](http://www.bbc.com/news/uk-scotland-54339004)

compensare qualsiasi discrepanza tra il denaro mancante in filiale e le registrazioni informatiche. È stato difficile per i vicedirettori contestare gli errori perché non potevano accedere alle informazioni sul software che avrebbero loro consentito di farlo. Alcuni di essi persero il lavoro, altri dichiararono fallimento e altri ancora furono messi in prigione. In un certo numero di casi, l'accusa di furto fu ritirata solo dopo che l'accusato ebbe accettato di dichiararsi colpevole di falso in bilancio.

Una società di contabili forensi fu successivamente incaricata di esaminare le accuse di difetti nel sistema informatico, che le Poste avevano dichiarato essere affidabile. I contabili forensi scoprirono che in molti casi le Poste non erano riuscite a identificare la causa principale delle carenze, prima di intraprendere azioni contro i vicedirettori, e si erano sempre rifiutate di fornire la documentazione necessaria per le indagini [28]. I contabili inoltre identificarono inadeguatezze nella formazione degli utenti e nell'integrazione con altre infrastrutture (obsolete), osservando che interruzioni di corrente e problemi di comunicazione avevano aggravato i problemi in maniera significativa [27].

I rapporti evidenziarono che c'era un team di manutenzione di trenta persone sempre occupate nella gestione di errori e difetti. Si diceva che non esisteva un difetto software (bug) che facesse *“semplicemente sparire il denaro”* e che *“qualsiasi filiale si fosse imbattuta in questo tipo di problemi avrebbe certamente avuto contabili corrotti”*. In un caso, ben 30.611 sterline erano state dichiarate scomparse. Un rapporto di audit prodotto da Ernst and Young, inviato ai direttori degli uffici postali, avvertì che alcuni membri del personale IT avevano *“accesso illimitato”* agli account *Horizon* dei direttori di filiale, il che avrebbe potuto portare *“all'elaborazione di transazioni non autorizzate o errate”*. Il rapporto di audit del 2011 segnalava che le Poste fossero a conoscenza del possibile accesso da remoto a dati sensibili del sistema [29].

Una sentenza dell'Alta Corte ha invece rilevato che il sistema informatico *Horizon* non era *“sufficientemente robusto per l'uso in collegamento remoto”* e, anche se successivamente migliorato, presentava un numero significativo di difetti [30]. Il caso avrebbe dovuto essere deferito agli Uffici del Procuratore Capo a seguito delle prove fornite dai dipendenti di Fujitsu, che ha sviluppato e fatto manutenzione per il sistema *Horizon*, in precedenti casi giudiziari.

Le Poste britanniche continuano tuttora a negare qualsiasi illecito e insistono asserendo che i difetti riscontrati nel sistema sono stati risolti e che il sistema *Horizon* sia oggi solido [31]. Nel frattempo però le Poste hanno negoziato un accordo di risarcimento del valore di 57,8 milioni di sterline, anche se la maggior parte di questo denaro servirà a coprire le spese legali per le azioni giudiziarie intraprese in passato [32].

## Conclusioni

L'Etica è una disciplina piuttosto antica, e tuttora un'area di studio molto importante, con impatti su tutte le fasi del ciclo di sviluppo di soluzioni ingegneristiche, scientifiche e di mercato. Quando vengono concepiti nuovi progetti, nell'Ingegneria, nella scienza o nel mondo degli affari, gli aspetti etici del progetto devono essere affrontati fin dall'inizio. Prima si affrontano questi aspetti, più è facile risolvere eventuali successive criticità.

In molti casi descritti in questo lavoro, le aziende che si sono trovate in situazioni difficili hanno sofferto non poco per non aver riconosciuto i problemi etici in fase iniziale. L'offuscamento e l'occultamento delle prove di comportamenti non corretti hanno aumentato le conseguenze negative per tutte le parti interessate, aziende incluse. È perciò evidente che sia gli individui, sia le aziende, devono organizzarsi per gestire i loro contributi di settore in modo etico. Nel caso degli individui, le organizzazioni professionali hanno prodotto linee guida chiare sugli standard di comportamento richiesti e le ricerche scientifiche hanno suggerito metodi efficaci per promuovere l'adozione di approcci eticamente corretti.

In alcuni degli esempi analizzati, abbiamo evidenziato che un comportamento non etico non è necessariamente illegale. Abbiamo inoltre dimostrato che i problemi possono verificarsi nei settori delle professioni e delle Scienze, nonché nel mondo degli Affari. L'impatto di queste criticità è significativo sia nei settori tradizionali, sia in quelli emergenti, come le Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione (ICT). In tutti i casi presi in esame è stato ampiamente riscontrato che il corso intrapreso dalle aziende che hanno assunto atteggiamenti eticamente non corretti ha avuto un impatto negativo sugli azionisti, per poi ritorcersi contro le aziende stesse. La storia del sistema *Horizon* delle Poste britanniche è esemplare: pur avendo avuto impatti su un numero relativamente contenuto di individui, l'effetto è stato davvero pesante, sul piano sociale, e la stampa quotidiana è piena di storie personali drammatiche. Vor-

remmo far riflettere sul fatto che non è insolito per un sistema software nuovo avere un certo numero di difetti (*bug*), ma ciò che contraddistingue l'esempio proposto è la modalità con cui le Poste hanno scelto di gestire la situazione.

In altre circostanze sono stati gli aspetti finanziari a determinare il comportamento aziendale, a scapito dei risultati sociali e ambientali. Invece nei casi di Volkswagen, BP, Boeing e Ford, è stata la mancanza di attenzione sugli aspetti non finanziari che in ultima analisi ha avuto impatti finanziari e commerciali molto significativi.

L'Etica ha dunque un peso importante sulla società nel suo insieme e sui consumatori in particolare. La responsabilità etica è avvertita in un'ampia gamma di aspetti delle attività ingegneristiche e scientifiche,

e in un altrettanto largo spettro di quelli relativi ad attività aziendali e di mercato. Per esaminare questi concetti, abbiamo scelto deliberatamente esempi distribuiti su un lungo periodo di tempo, per sottolineare che la questione non è nuova, ma è da molti anni un fattore importante per l'Ingegneria e per la scienza. Il miglioramento si concretizzerà quando i governi, le istituzioni scientifiche, le aziende e, in ultima analisi, i singoli professionisti, considereranno le proprie aspirazioni e il proprio modo di operare, con l'obiettivo di esaminare dove intendono (o vorrebbero) arrivare realmente. La motivazione derivante dall'apparente successo delle organizzazioni o dei soggetti in competizione può fornire uno stimolo per "infrangere le regole", ma, come mostrato dallo studio dei casi esaminati in questo lavoro, può portare ad aggravare i problemi, con risultati catastrofici per tutti.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] <https://en.wikipedia.org/wiki/Ethics>
- [2] [www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/003-private-act.pdf](http://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/003-private-act.pdf)
- [3] UK-SPEC: UK Standard For Professional Engineering Competence, *Third Edition*, 2013.
- [4] [www.cni.it/images/CODICE\\_DEONTOLOGICO\\_e\\_Circolare\\_CNI\\_n.\\_375\\_del\\_14\\_maggio\\_2014.pdf](http://www.cni.it/images/CODICE_DEONTOLOGICO_e_Circolare_CNI_n._375_del_14_maggio_2014.pdf)
- [5] I.A. Ibrahim: Nigeria's Ethical Issues in the Use of ICT, *ITNOW*, 2018, pp. 12-13.
- [6] P. Brooke, T. Pickett, S. Keogh, D. Bowers: Becoming Professional - A University Perspective, *ITNOW*, 2018, pp. 16-17.
- [7] M. Nulli, B. Stahl, C. Ten Holter, M. de Heaver: Responsible Research in IT, *ITNOW*, 2018, pp. 14-15.
- [8] W. Evans: When Ethics and IT Collide, *ITNOW*, 2018, pp. 20-21.
- [9] C. Walker-Osborn, C. Hayes: Ethics and AI - A moral Conundrum, *ITNOW*, 2018, pp. 46-47.
- [10] S. Bruce: Sociology - A Very Short Introduction, *Oxford University Press*, 1999.
- [11] L. Floridi: Don't be Derailed by the Trolley Problem, *ITNOW*, 2018, pp. 6-10.
- [12] B. Goldacre: I Think You'll Find It's a Bit more Complicated than That, *London, Harper Collins*, 2014, pp. 357-358.
- [13] B. Goldacre: Bad Science, *London, Harper Collins*, 2008, pp. 273-314.
- [14] P. Ball: Lessons from Cold Fusion - 30 Years on, *Nature*, 27 maggio 2019 - [www.nature.com/articles/d41586-019-01673-x](http://www.nature.com/articles/d41586-019-01673-x)
- [15] M. Le Page, A. Klein: World's First Gene-Edited Babies Announced by a Scientist in China, *New Scientist*, 26 novembre 2018 [www.newscientist.com/article/2186504-worlds-first-gene-edited-babies-announced-by-a-scientist-in-china/](http://www.newscientist.com/article/2186504-worlds-first-gene-edited-babies-announced-by-a-scientist-in-china/)
- [16] J. Hamzelou: Scientist Behind World's First Gene-Edited Babies Sentenced to Prison, *New Scientist*, 30 dicembre 2019 [www.newscientist.com/article/2228710-scientist-behind-worlds-first-gene-edited-babies-sentenced-to-prison/](http://www.newscientist.com/article/2228710-scientist-behind-worlds-first-gene-edited-babies-sentenced-to-prison/)
- [17] F. Pearce: The One-Man Environmental Disaster, *New Scientist*, vol. 234, Issue 3129, 10 giugno 2017, pp. 42-43.
- [18] A. Coghlan: Thalidomide Maker Apologises to Those Affected by Drug, *New Scientist*, 4 settembre 2012 [www.newscientist.com/article/dn22238-thalidomide-maker-apologises-to-those-affected-by-drug/](http://www.newscientist.com/article/dn22238-thalidomide-maker-apologises-to-those-affected-by-drug/)
- [19] <https://philosophia.uncg.edu/phi361-matteson/module-1-why-does-business-need-ethics/case-the-ford-pinto/>
- [20] P. Pallardy: <https://www.britannica.com/event/Deepwater-Horizon-oil-spill>
- [21] C. Rees: Ethical Dimensions, *ITNOW*, 2018, pp. 4-5.
- [22] R. Hotten: Volkswagen: The Scandal Explained, 10 dicembre 2015 - [www.bbc.co.uk/news/business-34324772](http://www.bbc.co.uk/news/business-34324772)
- [23] [https://en.wikipedia.org/wiki/Volkswagen\\_emissions\\_scandal](https://en.wikipedia.org/wiki/Volkswagen_emissions_scandal)
- [24] T. Burridge: Boeing's 'Culture of Concealment' to Blame for 737 Crashes, *BBC*, 16 settembre 2020 [www.bbc.co.uk/news/business-54174223](http://www.bbc.co.uk/news/business-54174223)
- [25] M. Prodder: Investigators to Check Post Office Computers, *BBC*, 21 giugno 2012 - [www.bbc.co.uk/news/uk-18535354](http://www.bbc.co.uk/news/uk-18535354)
- [26] R. Alderson: Post Office Scandal: Scottish Probe into Sub-Postmasters' Convictions, *BBC*, 29 settembre 2020 [www.bbc.co.uk/news/uk-scotland-54339004](http://www.bbc.co.uk/news/uk-scotland-54339004)
- [27] Post Office IT system criticised in report, *BBC*, 9 settembre 2014 - [www.bbc.co.uk/news/uk-29130897](http://www.bbc.co.uk/news/uk-29130897)
- [28] Post Office 'Failings' over Cash Shortfall Investigations, *BBC*, 20 aprile 2015 - [www.bbc.co.uk/news/uk-32377013](http://www.bbc.co.uk/news/uk-32377013)
- [29] Postmasters Were Prosecuted Using Unreliable Evidence, *BBC*, 8 giugno 2020 - [www.bbc.co.uk/news/uk-52905378](http://www.bbc.co.uk/news/uk-52905378)
- [30] Workers Secure Fresh Victory over Post Office, *BBC*, 16 dicembre 2019 - [www.bbc.co.uk/news/business-50806745](http://www.bbc.co.uk/news/business-50806745)
- [31] J. Sweeney: 'No Evidence' of Convicted Postmaster's Theft, Panorama Learns, *BBC*, 17 agosto 2015 [www.bbc.co.uk/news/uk-33948131](http://www.bbc.co.uk/news/uk-33948131)
- [32] B. Wheeler: Post Office IT System that Ruined Lives 'Still Faulty', MPs Told, *BBC*, 10 marzo 2020 [www.bbc.co.uk/news/uk-politics-51817918](http://www.bbc.co.uk/news/uk-politics-51817918)