



UNIVERSITÀ
CUSANO

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN INGEGNERIA INDUSTRIALE

TESI DI LAUREA

**Il contributo dell'AI al raggiungimento degli obiettivi di Sviluppo
Sostenibile dell'Agenda ONU 2030: analisi delle imprese più
innovative del settore electronics**

LAUREANDO
Gabriele Martire

RELATRICE
Prof.ssa Tamara Menichini

CORRELATRICE
Ing. Nicoletta Maria Strollo

Anno Accademico 2023-2024

*La
dedica
di questa tesi
è divisa
in sei modi:
a Laura,
a mamma,
a nonna,
a nonno,
a Lorenzo,
e a Ilaria.*

Indice

Introduzione	4
CAPITOLO 1. Obiettivi di sviluppo sostenibile dell'Agenda 2030	6
1.1. Come si è arrivati all'Agenda 2030	6
1.2. Struttura degli SDGs	7
1.3. Sintesi dei 17 SDGs	9
CAPITOLO 2. Industria 4.0	18
2.1. Smart Manufacturing	18
2.2. Tecnologie dell'Industria 4.0	19
2.3. AI come tecnologia abilitante l'industria 4.0	23
2.3.1. Breve introduzione al concetto di AI	23
2.3.2. Impatto dell'AI sul settore industriale	24
2.4. Sostenibilità e Industria 4.0	26
CAPITOLO 3. Il reporting di sostenibilità per l'analisi del contributo dell'impresa agli SDGs	28
3.1. Bilancio di sostenibilità	28
3.2. Linee guida Global Reporting Initiative Standards	30
3.2.1. Panoramica dei GRI Standards	30
3.2.2. Struttura e componenti dei GRI Standards	31
3.2.3. Linking tra SDGs e GRI Standard	33
CAPITOLO 4. Il contributo dell'AI agli SDGs nel settore elettronico	35
4.1. Framework: Contributi in letteratura tra disclosure e SDGs	37
4.1.1. Framework AI	38
4.2. Keyword	41
4.3. Obiettivo dell'analisi	42
4.4. Content analysis e tool di supporto	42
4.4.1. Content analysis quantitativa	43
4.4.2. Tool di supporto per l'analisi quantitativa	45
4.5. Selezione del campione	49
4.5.1. Ranking del BCG	52
4.5.2. Settore electronics	53
4.6. Raccolta e analisi dei dati qualitativa	54
Conclusioni	59
Bibliografia	63
Sitografia	66
Appendice	67
A. Tabella Applicazione Framework su report di Apple	67
B. Tabella Applicazione Framework su report di Samsung	71
C. Tabella Applicazione Framework su report di Sony	79
D. Tabella Applicazione Framework su report di Xiaomi	89

Introduzione

In questo elaborato verranno trattati i temi della responsabilità di rendicontare in maniera chiara le scelte in ambito dello sviluppo sostenibile e l'importanza che sta avendo l'Intelligenza Artificiale nelle scelte riguardanti l'Agenda 2030, al fine di comprendere se l'AI e le tecnologie che ne fanno uso, permettano un reale miglioramento per il raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (o SDGs) da parte delle imprese.

L'approccio metodologico che si è scelto di seguire è stata la content analysis qualitativa e quantitativa dei report di sostenibilità di alcune delle aziende, del settore Electronics, più innovative al mondo secondo il report "Most Innovative Companies 2023" del Boston Consulting Group.

Dato l'utilizzo di strumenti e concetti interdisciplinari, come le linee guida del BCG, le tecnologie relative all'Industria 4.0, e i GRI Disclosures applicati agli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell'ONU, si è resa necessaria un'adeguata contestualizzazione, che prevede approfondimenti di tali argomenti durante tutti i quattro capitoli, per procedere poi in maniera chiara con l'applicazione ad un caso reale e alle opportune conclusioni.

La tesi è strutturata in quattro capitoli, come riportato di seguito.

Nel primo capitolo viene introdotta l'Agenda 2030 e gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs) concetti intorno a cui ruota l'intera content analysis approfondita nel capitolo quattro e fondamentali per l'analisi in oggetto del presente lavoro di tesi. Essi rappresentano la concretizzazione dell'impegno dell'ONU verso il rispetto di pratiche sostenibili e responsabili, mirate a promuovere uno sviluppo economico, sociale e ambientale equo, capace di soddisfare i bisogni attuali senza compromettere le risorse per le generazioni future.

Nel secondo capitolo viene proposta una panoramica di tutte le tecnologie dell'Industria 4.0 (I4.0) che verranno valutate ed utilizzate per una stima della loro capacità di apportare benefici concreti agli SDGs, approfondendo il concetto di Intelligenza Artificiale (AI) che è a tutti gli effetti il cardine su

cui si basano gli sviluppi della quarta rivoluzione industriale argomento presente anch'esso in questo capitolo.

Il terzo capitolo tratta nello specifico di due strumenti fondamentali per una corretta valutazione delle potenzialità delle tecnologie dell'I4.0, andando a introdurre le linee guida "Global Reporting Initiative (GRI) Standards" e il framework "Linking the SDGs and the GRI Standards" che consente di mettere in relazione gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs) e i GRI Disclosure, presenti nelle liste GRI Index dei report di sostenibilità aziendali. Queste liste permettono alle aziende di specificare quali GRI Disclosure sono stati considerati e come vengono implementati nel contesto delle loro pratiche aziendali.

Il quarto e ultimo capitolo sviluppa tutti i concetti precedentemente introdotti, proponendo un primo framework concettuale, sviluppato in collaborazione con il Gruppo di Ricerca sulla Corporate Sustainability del Dipartimento Ingegneria dell'Università degli Studi "Niccolò Cusano", coordinato dalla Prof.ssa T. Menichini, e applicato a diverse pubblicazioni, utile a chiarire in che modo l'intelligenza artificiale possa influenzare il raggiungimento degli SDGs, secondo gli studi presenti in letteratura.

È presente inoltre un approfondimento su un tool web, chiamato Document Utility for Keywords Extraction, proposto per facilitare alcuni step di ricerca di keyword della content analysis quantitativa del campione di imprese prese in esame.

Successivamente il framework concettuale è stato applicato ai bilanci di sostenibilità ad alcune delle aziende più innovative al mondo - secondo il ranking BCG - ed operanti nel settore Electronics; settore di particolare interesse per questo progetto di tesi, poiché coinvolto molto più di altri settori nella rivoluzione tecnologica che le tecnologie relativi all'industria 4.0, stanno apportando a molti degli aspetti che un tempo erano considerati distanti dall'innovazione tecnologica, come tematiche sociali o etiche.

CAPITOLO 1. Obiettivi di sviluppo sostenibile dell'Agenda 2030

La mancanza di un piano d'azione mirato per garantire la pace e la prosperità, le continue sollecitazioni di gruppi di attivisti e il deteriorarsi delle condizioni di vita dei paesi poveri hanno posto la necessità di una soluzione chiara in risposta.

L'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile ne rappresenta la reale concretizzazione; puntando il proprio interesse su 5 soggetti chiave *People, Planet, Prosperity, Peace, Partnership*¹ attraverso 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (*Sustainable Development Goals* o SDGs).

I 17 SDGs sono a loro volta declinati in 169 *target*, ovvero indicatori molto specifici che permettono di descrivere e misurare in modo oggettivo le azioni intraprese, definendo una roadmap dettagliata per affrontare le sfide globali per il pianeta e le persone.

1.1. Come si è arrivati all'Agenda 2030

*"If you don't know how to fix it, please stop breaking it."*²

Impossibile parlare di quello che è considerabile come il punto di partenza dell'Agenda 2030 senza citare l'intervento dell'attivista Severn Cullins-Suzuki, tenuto nel giugno 1992, durante l'*Earth Summit* (o *United Nations Conference on Environment and Development* o *UNCED*) a Rio de Janeiro. In quell'occasione più di 178 paesi adottarono l'Agenda 21 proposta da quella che è l'attuale *Division for Sustainable Development Goals* (DSDG) dell'ONU (Organizzazione Nazioni Unite), con lo scopo di unificare gli sforzi per la costruzione di un futuro basato sulla collaborazione reciproca e la tutela dei diritti dell'uomo e dell'ambiente.

Malgrado il sito ufficiale ONU degli SDGs riporti l'*Earth Summit* come prima tappa verso l'Agenda 2030 e gli attuali SDGs, è importante e utile menzionare la *United Nations Conference on the Human Environment* tenuta a Stoccolma, nel giugno 1972, che fu la prima conferenza mondiale

¹ Persone, Pianeta, Prosperità, Pace, Partecipazione

² "Se non sapete come aggiustarlo, non rompetelo." estratto dell'intervento di Severn Cullis-Suzuki durante l'UNCED del 1992

a collocare su un piano internazionale la tutela dell'ambiente, istituendo il programma *UNEP (United Nations Environment Programme)* e presentando la Dichiarazione di Stoccolma, in cui venivano proposti 26 nuovi principi che posero le basi per un dialogo tra paesi industrializzati e paesi in via di sviluppo, su temi specifici come la qualità della vita o la protezione degli oceani.

Post-2000 seguirono ulteriori fondamentali step per il loro ruolo nel raggiungimento dell'Agenda 2030, tra i quali possiamo ricordare:

- "*Millennium Summit*" (New York, settembre 2000) in cui all'unanimità vennero elaborati gli otto Obiettivi di Sviluppo del Millennio (MDGs) da portare a termine entro il 2015; questi verranno poi utilizzati come base per gli attuali SDGs;
- "*World Summit on Sustainable Development*" (Johannesburg agosto-settembre 2002) in cui venne riconfermato l'impegno internazionale per l'Agenda 2021 e gli MDGs, inoltre fu posta maggiore enfasi sulla collaborazione di tutti gli stati partecipanti;
- "*United Nations Conference on Sustainable Development (Rio+20)*" (Rio de Janeiro, giugno 2012). In questa occasione gli Stati membri adottano il documento "*The Future We Want*" in cui si parlò per la prima volta di SDGs sulla base degli otto MDGs introdotti 12 anni prima durante il *Millennium Summit*.

L'anno successivo della conferenza *Rio+20*, l'ONU organizzò un gruppo di lavoro composto da 30 membri, con l'obiettivo di sviluppare una proposta concreta sugli SDGs; la quale arrivò nel settembre 2015, anno che fu identificato come l'inizio dell'adozione dell'Agenda 2030 da parte degli stati membri.

1.2. Struttura degli SDGs

Per approfondire la struttura degli SDGs e ciò che essi rappresentano è interessante analizzare il sesto punto della *United Nations*

Millennium Declaration stipulata durante il *Millennium Summit* nel settembre 2000.

“6. We consider certain fundamental values to be essential to international relations in the twenty-first century. These include:

- Freedom. Men and women have the right to live their lives and raise their children in dignity [...].*
- Equality. No individual and no nation must be denied the opportunity to benefit from development [...].*
- Solidarity. Global challenges must be managed in a way that distributes the costs and burdens fairly in accordance with basic principles of equity and social justice [...].*
- Tolerance. Human beings must respect one other, in all their diversity of belief, culture and language [...].*
- Respect for nature. Prudence must be shown in the management of all living species and natural resources [...].*
- Shared responsibility. Responsibility for managing worldwide economic and social development, as well as threats to international peace and security [...].”*

“6. Riteniamo che alcuni valori fondamentali siano essenziali per le relazioni internazionali nel 21° secolo, inclusi:

- Libertà: Uomini e donne hanno diritto a vivere la propria vita e a crescere i propri figli con dignità [...].
- Uguaglianza: A nessun individuo e a nessuna nazione può essere negata l'opportunità di beneficiare dello sviluppo [...].
- Solidarietà: Le sfide globali devono essere gestite in modo da distribuire i costi e gli oneri in conformità con i principi fondamentali di equità e giustizia sociale [...].
- Tolleranza: Gli esseri umani devono rispettarsi a vicenda, nelle loro diversità di fede, cultura e lingua [...].
- Rispetto per la natura: Bisogna mostrare prudenza nella gestione di tutte le specie viventi e delle risorse naturali [...].

- Responsabilità condivisa: Responsabilità di gestire lo sviluppo economico e sociale mondiale così come la gestione della pace e della sicurezza internazionale [...].”³

Lo *United Nations Millennium Declaration* pone come base principale il rispetto verso il pianeta e verso le persone, responsabilizzando nel rendere chiunque un soggetto con doveri verso la società; i 17 SDGs si basano quindi su queste premesse indicando, per estensione, l'interconnessione tra le diverse aree di sviluppo. Ogni aspetto, infatti, è in grado di ostacolare o favorire il progresso degli altri, richiedendo quindi un avanzamento costante in tutti gli ambiti, così da garantire uno sviluppo sostenibile globale.

L'importanza dei 17 SDGs (o *goal*) risulta evidente non appena si vanno ad approfondire i *target* presenti in essi; i *goal* infatti circoscrivono una specifica area di interesse strategico che racchiude al suo interno dagli 8 ai 12 *target* con rispettivi indicatori che ne permettono una misurazione oggettiva, ed è questa la particolarità che rende i 17 SDGs così importanti, cioè la possibilità di analizzare e misurare concretamente le azioni intraprese da un soggetto.

1.3. Sintesi dei 17 SDGs

Come già anticipato a inizio capitolo, l'Agenda 2030 prevede 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (Figura 1), e ne delinea le modalità di rendicontazione e di verifica, richiedendo annualmente un report sullo stato di avanzamento degli stessi per ogni singolo *target* e ogni quattro anni un report sulle revisioni degli SDGs da parte dell'assemblea generale.

La consultazione di un singolo *goal* e dei *target* contenuti al suo interno è inizialmente facilitata, come spiegato efficacemente da Bartram et al. (2018), attraverso la divisioni in due categorie, i “*target* in elenco puntato numerato” (*Outcome*) che mettono in evidenza il risultato che l'obiettivo tende a raggiungere, e “*target* in elenco puntato alfabetico” (*Means of*

³traduzione propria

Implementation) che vanno ad identificare il modo in cui conseguire i target dell'elenco puntato numerato.

Questo concetto diventa evidente analizzando e.g. l'SDG 5 che pone l'attenzione sulla gender equality; il *target* 5.2 punta come risultato atteso (*Outcome*) all'eliminazione di tutte le forme di violenza e di sfruttamento di qualsiasi tipo contro le donne, mentre il *target* 5.c stabilisce la necessità di intraprendere azioni (*Means of Implementation*) di rafforzamento di politiche valide al fine di promuovere l'emancipazione e l'uguaglianza femminile.



Figura 1: "THE 17 GOALS"

Di seguito si riporta un approfondimento sui 17 SDGs:

- SDG 1 - *End poverty in all its forms everywhere.*⁴

I target dell'SDG 1 si pongono l'obiettivo dell'eliminazione totale della povertà assoluta (identificata come il vivere sotto 1,25 dollari al giorno) entro il 2030, tramite l'introduzione di mezzi di protezione sociali adeguati e lo stanziamento di mezzi e risorse a livello internazionale tale da garantire ai paesi in via di sviluppo pari dignità economica, nonché accesso ai servizi essenziali di base e capacità di affrontare disastri sociali ed ambientali estremi.

⁴SDG 1 - Porre fine a ogni forma di povertà nel mondo

- SDG 2 - *End hunger, achieve food security and improved nutrition and promote sustainable agriculture.*⁵

I target dell'SDG 2 si pongono l'obiettivo dell'eliminazione totale della fame e della malnutrizione entro il 2030, assicurando a tutte le persone, in particolare a chi è in situazioni di povertà la disponibilità di cibo per l'intero anno, pone inoltre l'attenzione sull'efficienza agricola, sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo, tramite finanziamenti, condivisione di know-how e supervisione sul corretto funzionamento del mercato.

- SDG 3 - *Ensure healthy lives and promote well-being for all at all ages.*⁶

I target dell'SDG 3 si pongono l'obiettivo della riduzione della mortalità in tutte le forme possibili, a partire da quella materna e infantile, di proseguire l'impegno per l'eliminazione di malattie trasmissibili come AIDS o tubercolosi o di altra natura. Si pone inoltre l'obiettivo di dimezzare la mortalità da incidenti stradali e di rafforzare l'impegno contro l'abuso di stupefacenti; ed infine si pone l'obiettivo di ridurre sensibilmente la mortalità dovuta a inquinamento di ogni tipo e.g. suolo, acque e aria. Per portare avanti questi obiettivi, punta al rafforzamento dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, ad un aumento di finanziamenti per la ricerca e per la sanità, tali da garantire accesso a cure, farmaci e vaccini a tutti.

- SDG 4 - *Ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all.*⁷

I target dell'SDG 4 si pongono l'obiettivo di dare un equo accesso a tutti all'istruzione primaria e secondaria, e di garantire qualità universitaria tale da garantire competenze ed un lavoro dignitoso, e l'eliminazione della disparità di genere. Inoltre si

⁵SDG 2 - Porre fine alla fame, raggiungere la sicurezza alimentare, migliorare la nutrizione e promuovere un'agricoltura sostenibile

⁶SDG 3 - Assicurare la salute e il benessere per tutti e per tutte le età

⁷SDG 4 - Fornire un'educazione di qualità, equa ed inclusiva, e opportunità di apprendimento per tutti

impegna all'eliminazione delle disparità dovute alla mancanza di alfabetizzazione. Alla base del raggiungimento dell'SDG 4 saranno necessari finanziamenti per potenziare le strutture scolastiche e l'assunzione di personale qualificato, oltre allo stanziamento di borse di studio per i paesi in via di sviluppo.

- SDG 5 - *Achieve gender equality and empower all women and girls.*⁸

I target dell'SDG 5 si pongono l'obiettivo di eliminare tutte le forme di discriminazione e violenza nei confronti delle donne, come matrimoni precoci, o traffichi di varie nature e la piena valorizzazione di lavori fin ora non retribuiti, come il lavoro domestico, attraverso strumenti di protezione sociale al fine di garantire pari opportunità.

- SDG 6 - *Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all.*⁹

I target dell'SDG 6 si pongono l'obiettivo di garantire accesso a fonti d'acqua potabile per tutti, migliorando così anche le situazioni igieniche: in più punta al miglioramento della qualità dell'acqua dolce, riducendo al minimo il rilascio di sostanze chimiche, al fine di proteggere e ripristinare ecosistemi legati all'acqua.

- SDG 7 - *Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all.*¹⁰

I target dell'SDG 7 si pongono l'obiettivo di aumentare la percentuale di energia rinnovabile rispetto al totale mondiale, attraverso collaborazione internazionale e promuovendo ricerche e sviluppi nel settore energetico. Si pone inoltre l'obiettivo di potenziare le infrastrutture, al fine di garantire accesso a tutti a servizi elettrici sostenibili, moderni e a costi contenuti.

⁸SDG 5 - Raggiungere l'uguaglianza di genere ed emancipare tutte le donne e le ragazze

⁹SDG 6 - Garantire a tutti la disponibilità e la gestione sostenibile dell'acqua e delle strutture igienico-sanitarie

¹⁰SDG 7 - Assicurare a tutti l'accesso a sistemi di energia economici, affidabili, sostenibili e moderni

- SDG 8 - *Promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all.*¹¹

I target dell'SDG 8 si pongono l'obiettivo di garantire un lavoro dignitoso nel rispetto dei diritti umani, tutelando i diritti di tutti i lavoratori, attraverso un salario minimo garantito e parità di retribuzione senza distinzione di genere o etnia. Si pone inoltre l'obiettivo di porre fine alla schiavitù e tutte le forme di lavoro minorile, incluso il reclutamento e l'impiego di bambini soldato. Per il raggiungimento di questi obiettivi è necessario l'aggiornamento tecnologico e l'innovazione, la promozione di politiche orientate all'imprenditorialità permettendo l'accesso ai servizi finanziari.

- SDG 9 - *Build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation.*¹²

I target dell'SDG 9 si pongono l'obiettivo di un generale avvicinamento alle infrastrutture sostenibili e alla ricerca scientifica e tecnologica con l'obiettivo di una crescita economica. A tale scopo si pone l'obiettivo di semplificare l'accesso a sistemi finanziari per attività in paesi in via di sviluppo, e di migliorare l'accesso alla ricerca scientifica, all'informazione e alla comunicazione fornendo, inoltre, un accesso universale a Internet per i paesi meno sviluppati.

- SDG 10 - *Reduce inequality within and among countries.*¹³

I target dell'SDG 10 si pongono l'obiettivo di ridurre le disuguaglianze all'interno e tra i paesi, puntando a promuovere l'inclusione sociale, economica e politica di tutti e ridurre le disuguaglianze a prescindere dall'età, sesso, disabilità, etnia o religione. Si pone inoltre l'obiettivo di proporre politiche di protezione sociale, per una maggiore uguaglianza. Infine punta all'attuazione di

¹¹SDG 8 - Promuovere una crescita economica duratura, inclusiva e sostenibile, la piena e produttiva occupazione e un lavoro dignitoso per tutti

¹²SDG 9 - Infrastrutture resistenti, industrializzazione sostenibile e innovazione

¹³SDG 10 - Ridurre le disuguaglianze

politiche migratorie programmate e al fine di ottenere un processo di migrazione regolare e sicuro.

- SDG 11 - *Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable*.¹⁴

I target dell'SDG 11 si pongono l'obiettivo di migliorare le città in tutte le loro forme. Partendo dal garantire a tutti l'accesso ad un alloggio e servizi di base adeguati, dal garantire un adeguato servizio di sistemi di trasporto e migliorare la sicurezza stradale, andando anche ad evitare situazioni di aree cittadine isolate per permettere una uniformità nello sviluppo. Inoltre si pone l'obiettivo di salvaguardare il patrimonio culturale e naturale fornendo spazi verdi pubblici sicuri e di facile accesso e migliorando la qualità dell'aria al fine di diminuire le morti legate a fattori ambientali. Un ulteriore obiettivo si basa sulla riduzione dell'impatto pro capite e del potenziamento della gestione dei rifiuti

- SDG 12 - *Ensure sustainable consumption and production patterns*.¹⁵

I target dell'SDG 12 si pongono l'obiettivo di un aumento generale di consapevolezza dei consumatori: incoraggiando un uso sostenibile delle risorse naturali e diminuendo lo spreco alimentare dalla raccolta, alla produzione industriale. Un ulteriore obiettivo riguarda il miglioramento della gestione delle sostanze chimiche (diminuendo il loro rilascio in aria/acqua/suolo) o dei rifiuti (potenziando il processo di riciclaggio) al fine di minimizzare l'impatto che hanno sulla salute.

Infine l'obiettivo 12.8 tratta del concetto di sensibilizzazione e di informazione delle persone promuovendo uno stile di vita in armonia con la natura, la cultura, il turismo sostenibile e favorire prodotti locali.

¹⁴SDG 11 - Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili

¹⁵SDG 12 - Garantire modelli sostenibili di produzione e di consumo

- SDG 13 - *Take urgent action to combat climate change and its impacts.*¹⁶

I target dell'SDG 13 si pongono l'obiettivo di proporre e adottare misure urgenti per combattere il cambiamento climatico e di ridurre le conseguenze, rafforzando la capacità di adattamento alle calamità estreme e pianificando strategie internazionali. Questi obiettivi includono anche il potenziamento della sensibilizzazione e l'integrazione della questione climatica nelle agende politiche a livello globale.

- SDG 14 - *Conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources for sustainable development.*¹⁷

I target dell'SDG 14 si pongono l'obiettivo di conservare e tutelare gli oceani in tutte le forme, riducendo in modo significativo l'inquinamento marino di tutti i tipi e proteggendo gli ecosistemi marini. Questi obiettivi mirano a rivitalizzare gli oceani per mantenerli in uno stato sano e produttivo, affrontando anche gli effetti dell'acidificazione attraverso una maggiore cooperazione scientifica. Inoltre, si pone il compito di regolare efficacemente la raccolta e la pesca eccessiva, di combattere la pesca illegale, non dichiarata e non regolamentata, ed eliminare pratiche di pesca distruttive.

- SDG 15 - *Protect, restore and promote sustainable use of terrestrial ecosystems, sustainably manage forests, combat desertification, and halt and reverse land degradation and halt biodiversity loss.*¹⁸

I target dell'SDG 15 si pongono l'obiettivo di proteggere gli ecosistemi terrestri, tutelare le foreste, arrestare la deforestazione, proponendo progetti globali di riforestazione, combattere la desertificazione, fermare e invertire il degrado del suolo. Per

¹⁶SDG 13 - Promuovere azioni, a tutti i livelli, per combattere i cambiamenti climatici

¹⁷SDG 14 - Conservare e utilizzare in modo durevole gli oceani, i mari e le risorse marine per uno sviluppo sostenibile

¹⁸SDG 15 - Proteggere, ripristinare e favorire un uso sostenibile dell'ecosistema terrestre

proteggere la biodiversità, è necessario porre fine al bracconaggio e al traffico di specie di flora e fauna protette, agendo sia sulla domanda che sull'offerta, aumentando la capacità delle comunità locali.

- SDG 16 - *Promote peaceful and inclusive societies for sustainable development, provide access to justice for all and build effective, accountable and inclusive institutions at all levels.*¹⁹

I target dell'SDG 16 si pongono l'obiettivo di promuovere società pacifiche e inclusive, garantendo l'accesso alla giustizia per tutti, proteggendo le libertà fondamentali attraverso accordi internazionali (in conformità con l'eventuale legislazione nazionale).

È fondamentale eliminare abusi, sfruttamento, il traffico di esseri umani e in generale tutte le forme di violenza, promuovere lo stato di diritto a livello internazionale. Inoltre punta a ridurre i flussi finanziari illeciti e di armi, ponendo l'impegno nel ritorno dei beni rubati e combattere ogni forma di criminalità organizzata. Un altro obiettivo chiave è ampliare la partecipazione dei paesi in via di sviluppo nelle istituzioni della governance globale.

- SDG 17 - *Strengthen the means of implementation and revitalize the Global Partnership for Sustainable Development.*²⁰

A differenza dei 16 target descritti finora l'SDG 17 non ha uno specifico aspetto per lo sviluppo sostenibile ma piuttosto si concentra sulle modalità per raggiungere gli obiettivi attraverso la collaborazione internazionale.

L'SDG 17 propone una serie di aspetti chiave trasversali e pervasivi rispetto i precedenti 16, focalizzando il proprio interesse primario sui paesi in via di sviluppo, attraverso:

1. Finanziamenti: puntando ad una migliore mobilitazione di risorse finanziarie;

¹⁹SDG 16 - Pace, giustizia e istituzioni forti

²⁰SDG 17 - Rafforzare i mezzi di attuazione degli obiettivi e rinnovare il partenariato mondiale per lo sviluppo sostenibile

2. Commercio: facilitando l'accesso al mercato internazionale, e che sia regolato e non discriminatorio;
3. Costruzione delle capacità: rafforzando e supportando gli sviluppi in ambiti critici come la scienza, la tecnologia o la medicina;
4. Tecnologia: Garantendo accesso alle tecnologie e alle innovazioni;
5. Cooperazione sistemica: Rafforzando la cooperazione politica e la partnership.

CAPITOLO 2. Industria 4.0

L'errore che si poteva commettere quando il concetto di Industria 4.0 (o quarta rivoluzione industriale) fu introdotto nel 2016 da Schwab era il considerarla strettamente legata alla pura innovazione tecnologica ed industriale quando in realtà, come mai visto nelle precedenti rivoluzioni industriali, possiede profonde implicazioni sull'intero ecosistema economico. Queste implicazioni derivano dalla necessità di far fronte al mutamento della domanda da parte dei consumatori, i quali tendono a ricercare prodotti altamente personalizzati, disponibili in tempi brevi e a costi contenuti, rendendo necessario un cambiamento radicale del settore manifatturieri tradizionale.

Infatti, senza un adeguamento tecnologico, questo settore non sarebbe più in grado di competere con il mercato internazionale; adeguamento che in alcuni casi può arrivare solo dall'adozione di pratiche verso una strategia di *Smart Manufacturing* e dall'adozione di tecnologie legate all'Industria 4.0, tra cui l'Intelligenza Artificiale che si pone alla base.

2.1. Smart Manufacturing

Dalla fine del XX secolo sono emerse tecnologie che rapidamente hanno trovato un loro utilizzo all'interno dei cicli di produzione, e la sovrapposizione di queste nuove tecnologie ha fatto emergere il concetto di *Smart Manufacturing*.

Tuttavia, non è possibile dare una specifica identità o indicare un significato assoluto al concetto di *Smart Manufacturing*, è preferibile identificarne i principi presenti in letteratura; se ne riporta qui in seguito una lista individuata da Mabkhot et al. (2018), seguita da una breve descrizione:

- *Modularità*: ovvero la realizzazione di un sistema attraverso componenti separati ed intercambiabili che permettono la riorganizzazione, sostituzione o integrazione in maniera rapida o tale da rendere il sistema capace di rispondere alle necessità della domanda;

- *Interoperabilità*: capacità del sistema di comunicare tra i vari dispositivi;
- *Centralizzazione*: capacità di un sistema di prendere decisioni in autonomia, in tempo reale e in linea con gli obiettivi aziendali;
- *Virtualizzazione*: con questo termine ci si riferisce alla creazione di un ambiente virtuale che permette di monitorare e simulare processi reali, permettendo di operare su prototipi prima dello sviluppo;
- *Orientamento al servizio*: Cioè la tendenza a deviare dalla semplice vendita di prodotti, alla vendita di prodotti e servizi, prevenendo la tendenza di alcuni settori a raggiungere dopo un determinato tempo una equità sui prodotti e nei servizi proposti;
- *Reattività*: capacità di una risposta rapida ai cambiamenti richiesti dal cliente, o da circostanze interne all'azienda;

Il raggiungimento di questi concetti è possibile solo attraverso l'interpolazione di specifiche tecnologie che rendono attuabili tali caratteristiche, si pone quindi necessario introdurre il concetto di *tecnologie abilitanti l'industria 4.0*.

2.2. Tecnologie dell'Industria 4.0

È utile a questo punto una contestualizzazione storica al fine di porre l'accento sui cambiamenti messi in atto dall'ultima rivoluzione industriale, o Industria 4.0, rispetto alle precedenti tre:

- La prima rivoluzione industriale, inquadrabile in un periodo tra il 1760 e il 1820-1840 prevedeva la transizione verso una produzione basata sull'uso della potenza generata da acqua e vapore;
- La seconda rivoluzione industriale, avvenuta tra la metà del XIX secolo e l'inizio della prima guerra mondiale (1914), prevedeva linee di produzione su vasta scala e l'utilizzo dell'elettricità;
- La terza rivoluzione industriale (o Era Digitale), avvenuta tra il 1950 e il 2000, permise il passaggio all'era elettronica e l'introduzione di elaboratori, osservando la nascita degli sviluppi di strumenti digitali.

In tal caso, invece, quello che differenzia la quarta rivoluzione è un avvicinamento, ed in alcuni casi alla sostituzione totale, della tecnologia in settori finora sempre legati ad una componente umana, proponendo, cambiamenti che hanno significativi impatti non solo dal punto di vista produttivo e industriale, ma anche su ambiti sociali.

I mutamenti di mercato e l'utilizzo di nuove tecnologie sono naturalmente frutto di costanti influenze reciproche, è quindi impossibile attribuire ad uno dei due concetti, il ruolo di causa principale dell'altro. Questa interdipendenza è amplificata dalla disponibilità di molte delle tecnologie abilitanti l'industria 4.0 anche in ambito civile, come mostrato, ad esempio, in figura 2.



Figura 2: Il signor Wu Yulu alla guida di un rickshaw trainato da un robot costruito da lui in una campagna nella periferia di Pechino (fonte: Reinhard Krause, reuters.com, 2009)

Secondo il BCG (capitolo 3.2) dal punto di vista prettamente tecnologico, l'Industria 4.0 si basa su nove innovazioni tecnologiche:

1. **Big Data:** con questo termine ci si riferisce all'insieme di processi che include la raccolta di enormi quantità di dati eterogenei da piattaforme informatiche (social, app, dati di navigazione), la loro archiviazione e la successiva analisi, per usi che vanno dai processi decisionali e di marketing alla personalizzazione dell'esperienza utente, e come

approfondito da Rehman (2019) anche in modo fraudolento, esponendo il caso di Facebook-Cambridge Analytica.

2. *Additive Manufacturing* (o stampa 3D/stereolitografia): processo di produzione di oggetti partendo da modelli 3D, permettendo un alto grado di libertà nel design, eliminando la necessità di un impianto dedicato ad un singolo componente e fornendo una scala di produzione che va da micro lotti (per esempio durante la fase di R&D) a grandi quantità durante la produzione di massa;
3. *Simulation Analysis*: l'utilizzo delle simulazioni nelle operazioni di analisi permette di creare un modello virtuale in tempo reale che favorisce l'ottimizzazione e semplifica eventuali test prima della realizzazione fisica; portando netti miglioramenti ai tempi di sviluppo e evitando sprechi dovuti alla prototipizzazione;
4. *Realtà aumentata*: tecnologia di sovrapposizione di informazioni o immagini digitali al mondo reale attraverso, generalmente, smartphone o visori AR;
5. *Horizontal and Vertical System Integration*: l'integrazione di sistemi Orizzontali/Verticali identifica un sistema IT capace di un interfacciamento ed una compatibilità totale in qualsiasi fase della produzione industriale ai fini di un monitoraggio continuo;
6. *Robot Autonomi*: sistemi robotici capaci di eseguire lavorazioni complesse in modo indipendente, adattando il proprio lavoro in base a input ambientali. Il loro utilizzo è di svolgere mansioni ripetitive ed usuranti, un tempo destinate al solo lavoro dell'uomo;
7. *Internet of Things* (o IoT): l'utilizzo di questa tecnologia si basa sull'interazione, attraverso una rete internet, di diversi dispositivi "smart" e.g. sensori ambientali, illuminazione o impianti di riscaldamento/raffrescamento, che ne permette il monitoraggio e il controllo da remoto. La potenza di questa tecnologia risiede nella sua rapidità di implementazione e scalabilità, tale da essere utilizzata tanto

in ambiti industriali quanto nel settore civile (*Smart Home* o *Smart Car*). In figura 3 è presente un esempio di *IoT* in ambito agrotecnico.

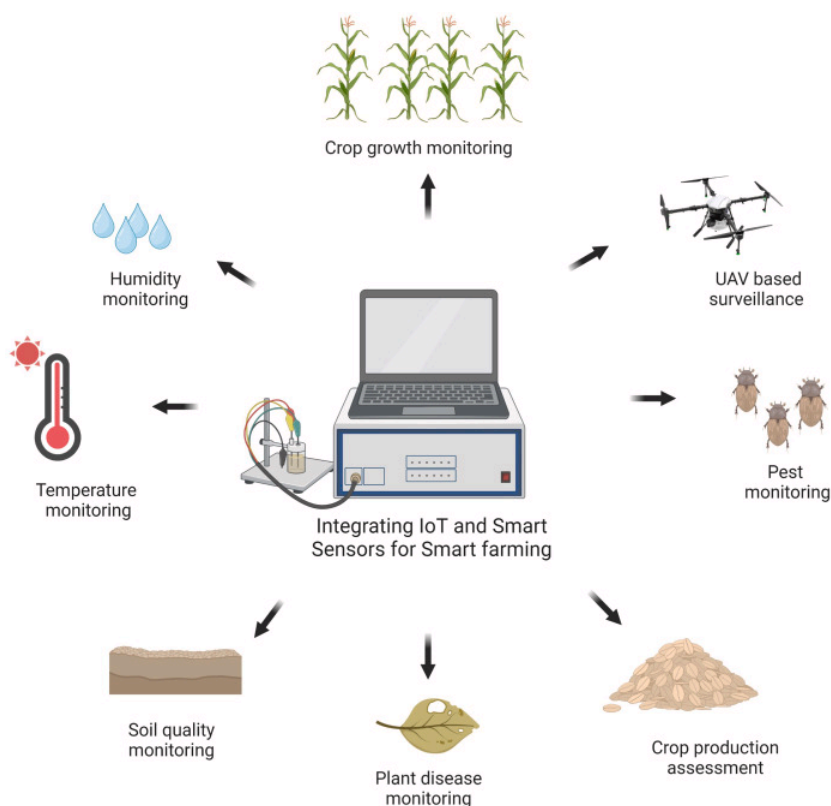


Figura 3: Esempio di Smart Farming basata su IoT (Rajak et al., 2023)

8. *Cybersecurity*: L'interconnessione tra dispositivi come visto per l'*IoT*, il sempre maggiore utilizzo quotidiano di dispositivi *smart* personali per la raccolta di dati clinici e flussi di dati come conversazioni, registrazioni di telecamere private o la geolocalizzazione, hanno reso evidente quanto sia fondamentale per aziende e privati che le proprie informazioni siano al sicuro; la *cybersecurity* è l'insieme delle tecniche e delle azioni messe in atto al fine di garantire la protezione di tutti i dati;
9. *Cloud Computing*: strumento di erogazione e conservazione di materiale multimediale o informativo, attraverso lo storage dello stesso su infrastrutture remote accessibili via internet, eliminando la necessità di una propria infrastruttura privata.

Ognuno di questi strumenti è alla base di quelle che sono le potenzialità dell'industria 4.0, individuate da Santos et al. (2018) o Cañas et al. (2021) nelle loro pubblicazioni, e cioè una grande flessibilità e scalabilità, con dispositivi che si adattano in tempo reale alle diverse situazioni, comunicando tra loro e permettendo così una riduzione di scarti, energia e risorse.

2.3. AI come tecnologia abilitante l'industria 4.0

Quando si parla di industria 4.0 e delle tecnologie che ne fanno parte si tende a concentrarsi sulle tecnologie innovative che hanno rivoluzionato il settore industriale, come i sistemi robotici automatici o la stampa 3D, portando a escludere l'AI tra queste ultime.

Ed è corretto, infatti, considerare l'AI come un elemento trasversale tale da essere *abilitante all'industria 4.0*, poiché la sua presenza è una componente fondamentale base del funzionamento di molte delle tecnologie abilitanti l'industria 4.0.

È quindi una tecnologia che non solo *abilita all'industria 4.0* in senso stretto, ma che caratterizza profondamente l'intero processo di produzione moderno, fornendo le caratteristiche necessarie per un intero ecosistema incentrato sulla flessibilità e sull'efficienza.

2.3.1. Breve introduzione al concetto di AI

Il campo dell'Intelligenza Artificiale (AI) punta alla creazione di algoritmi o modelli che permettono ad un dispositivo di apprendere e risolvere problemi in maniera autonoma, attraverso l'analisi dei *pattern* i.e. sequenze ricorrenti di blocchi di dati, andando a simulare l'intelligenza umana, con la caratteristica di poter contestualizzare e adattare le proprie risposte ed il proprio comportamento in base ad input in arrivo, anche di natura estremamente eterogenea.

Questo è possibile grazie all'utilizzo di algoritmi molto complessi come il *Deep Learning* (DL) o il *Machine Learning* (ML), che malgrado spesso

vengano utilizzati come sinonimi, hanno funzionamenti e ambiti di applicazione molto diversi.

Il ML è uno strumento particolarmente efficace con dati strutturati in modo chiaro e.g. tabelle o database (quindi non *Big Data*), richiede meno quantità di dati ed è in generale meno complesso nel funzionamento rispetto al DL, il quale invece eccelle nel trattare dati non strutturati e senza un *pattern* identificabile, come il riconoscimento degli oggetti a partire da immagini o il riconoscimento vocale, sfruttando il concetto di rete neurale che però richiede grandi quantità di dati per il *training* e per produrre risultati utili.

L'applicazione dell'AI trova spazio in innumerevoli campi, date alcune sue caratteristiche che trascendono l'ambito in cui essa viene applicata, dimostrando una generale riduzione di errori umani grazie a strumenti di analisi predittive, garantendo efficienza nell'automatizzare mansioni di carattere routinario e.g. raccolta, inserimento o analisi di grandi quantità di dati, finora impossibile per un essere umano, generando risposte a richieste anche complesse, come produrre codice nel settore IT o assistere durante procedure complesse o diagnosi nel settore medico.

Infine è particolarmente utile nel compiere compiti in ambiti pericolosi come esplorazioni marine o durante operazioni di soccorso durante disastri naturali, limitando così rischi per l'uomo.

2.3.2. Impatto dell'AI sul settore industriale

L'innovazione portata dall'AI può essere considerata quindi, dal punto di vista dell'ambito di applicazione, eterogenea. In letteratura scientifica sono molte le pubblicazioni che evidenziano come l'AI ha avuto un impatto sul settore industriale.

Di seguito si propongono alcuni esempi di come l'implementazione dell'AI o più genericamente di tecnologie che si basano sull'AI portano benefici ai loro rispettivi ambiti.

Lamberton et al. (2017) nel trattato "*Impact of Robotics, RPA and AI on the insurance industry*" spiegano come l'implementazione di sistemi RPA (i.e.

Robot Automatici di Processo), porta un team di sole quattro persone a elaborare circa 3000 segnalazioni di sinistri al giorno, i quali invece, senza l'uso di RPA, richiederebbero circa il 300% di personale in più. Questo comporta la riduzione dei tempi di elaborazione di circa il 90%, data la possibilità dei sistemi di operare sui processi senza interruzioni. Conclude affermando che questo non deve essere visto come una diminuzione di posti di lavoro ma come una possibilità di liberare risorse permettendo al personale umano di focalizzarsi su compiti più complessi e mirati con una sostanziale riduzione di errori umani nei processi.

Koricanac (2021) in *"Impact of AI on the Automobile Industry in the US"* evidenzia come l'implementazione di strumenti basati sull'AI nel settore automobilistico, favorisca una rapida rilevazione di deviazioni delle prestazioni pianificate senza alcun coinvolgimento umano; inoltre permette l'analisi automatica in tempo reale di enormi quantità di dati dei processi di produzione favorendo lo sviluppo in anticipo di piani di mitigazione dei rischi. Anche dal punto di vista logistico l'intelligenza artificiale offre un notevole vantaggio favorendo decisioni migliori o previsioni dei problemi più rapide nella *supply chain*.

Infine Ahmadi (2023) nel suo trattato *"Open AI and its Impact on Fraud Detection in Financial Industry"* approfondisce il tema dell'analisi anti frodi o operazioni fraudolente in ambito finanziario, il quale, data l'enorme quantità di dati e delle numerose variabili, risultava un compito impossibile prima dell'introduzione di sistemi basati sull'AI.

L'introduzione di algoritmi antifrode, soprattutto per i clienti più grandi, ha favorito la mitigazione di tentativi di frode grazie alla possibilità di individuare le variabili più cruciali che portano a transazioni fraudolente. Questo porta alla creazione di una banca dati storica che permette l'identificazione di possibili situazioni pericolose ancor prima che esse si verifichino.

2.4. Sostenibilità e Industria 4.0

Come menzionato precedentemente, le tecnologie legate ai concetti di Industria 4.0 e di intelligenza artificiale si distinguono dalle precedenti rivoluzioni industriali per la loro capacità di adattarsi e integrarsi anche in ambiti domestici o personali, come ad esempio le *smart home* e i dispositivi indossabili intelligenti; facendo di conseguenza emergere nuove priorità, tra cui la necessità di garantire sicurezza e sostenibilità.

Ejsmont et al. (2020) nel trattato *“Impact of industry 4.0 on sustainability”* propongono delle domande riguardo cosa l'industria 4.0 è in grado di fare concretamente dal punto di vista della sostenibilità, arrivando a concludere che la promozione di un progetto di una I4.0 sostenibile, è possibile solo con misure di sostegno e di azioni politiche specifiche; suggerendo che lo sviluppo di capacità tecnologiche possano contribuire alla competitività operativa, alla reputazione delle imprese e alle performance aziendali. Evidenziano inoltre come malgrado l'enorme contributo teorico all'Industria 4.0 alla sostenibilità, molti documenti non forniscono una visione approfondita delle implicazioni pratiche per l'introduzione di una Industria 4.0 sostenibile.

Durante il *“Databricks data and AI summit”* a San Francisco nel giugno 2024, Jensen Huang chief executive di Nvidia (3° posto nel ranking BCG 2024) parlando della sua visione dell'AI disse *“We are at the beginning of a new industrial revolution [...] Instead of generating electricity, we're generating intelligence”* riproponendo quindi il ruolo dell'AI come uno strumento che porta cambiamenti alla base di ciò che è il concetto di “rivoluzione industriale” che finora si conosceva e nell'ottica di una sostenibilità non solo ambientale, ma anche sociale e tecnologica, è importante osservare come, proprio l'uso dell'intelligenza artificiale, grazie alla sua capacità intrinseca di adattare dinamicamente il proprio comportamento in contesti anche molto eterogenei, introduce necessariamente la possibilità di un uso improprio e conseguentemente

pericoloso, non solo da un punto di vista tecnologico o legislativo, ma anche dal punto di vista etico.

Nella pubblicazione “*Are We Ready for the Fourth Industrial Revolution?*” Park (2016) approfondisce quelli che sono i rischi che possono essere legati ad un uso inconsapevole di questo tipo di innovazioni, e.g. tecnologie *IoT* o strutture *Big Data*, i quali necessitano di un maggiore controllo e consapevolezza sulla protezione della privacy.

Ulteriori rischi possono derivare dall'utilizzo inconsapevole degli strumenti che restituiscono all'utente informazioni “autogenerate” (*Generative artificial intelligence*) e data la complessità intrinseca di monitorare efficacemente l'output proposto, si aprono nuove problematiche.

Se ne riporta in seguito una lista parziale:

- Assenza di diretti responsabili per i risultati generati;
- Possibilità di ereditare pregiudizi presenti nei dati di addestramento, perpetuando concetti di disuguaglianza sociale e di discriminazione;
- Aumento di disinformazione derivata da informazioni imprecise, o che derivano da fake news;
- Furto di proprietà intellettuale per modelli di generazione di materiale multimediale (e.g. *Dall-e*²¹) o di emulazione di “stili di scrittura” per articoli o post di informazione;
- Impronta ambientale dei data center;
- Forte dipendenza dall'IA Generativa che porta a problematiche di natura nozionistica o professionale, producendo e.g. in ambito IT codice vulnerabile ad attacchi informatici.

²¹*DALL·E* è un sistema basato sull'AI che può generare immagini realistiche partendo da una testo (fonte: openai.com)

CAPITOLO 3. Il reporting di sostenibilità per l'analisi del contributo dell'impresa agli SDGs

Le modalità di cui dispongono le imprese per misurare e comunicare il loro impegno verso gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile hanno reso il reporting di sostenibilità uno strumento fondamentale; un passo avanti verso la necessità di definire un quadro che semplifichi e allo stesso tempo che permetta alle aziende, di approfondire in maniera completa aspetti legati all'adempimento di pratiche in termini di contributo al raggiungimento degli SDGs; il quale, unito ai *GRI Standard*²² erogati dal *Boston Consulting Group* (BCG), permette una visione chiara delle azioni intraprese in tema di sostenibilità.

L'analisi non sarebbe tuttavia completa senza l'ausilio di un secondo strumento, il "*Linking the SDGs and the GRI Standards*" anch'esso fornito dal BCG, il quale agevola, come vedremo in seguito, la correlazione tra SDGs e *GRI Standard*.

3.1. Bilancio di sostenibilità

Il Bilancio di Sostenibilità (o BdS) nasce proprio dalla necessità di trovare uno strumento che permettesse alle aziende la divulgazione trasparente e volontaria delle loro attività e del loro impegno su aspetti di natura etica e sullo sviluppo sostenibile. Le aziende, infatti, focalizzando il contenuto su tematiche ESG²³ e in generale su aspetti non finanziari, possono approfondire le modalità e le scelte intraprese, con una implicita assunzione di responsabilità (*accountability*) verso gli *stakeholder* per le dichiarazioni presenti all'interno del report, creando parallelamente un rapporto di fiducia con i consumatori.

Lasciando un ampio margine di libertà nei contenuti e nella forma, il BdS può presentare svariati problemi al momento della sua stesura, causati spesso proprio dall'assenza di uno standard unico e dell'alta soggettività

²²i *GRI Standard* sono standard globali di *reporting*

²³*Environmental, Social and Corporate Governance*, ovvero un insieme di criteri di valutazione della sostenibilità e dell'impatto etico di un'azienda.

dell'azienda stessa. Questo può portare le aziende a sfruttare la natura etica del BdS per promuovere e migliorare la propria immagine senza però apportare cambiamenti significativi delle sue pratiche, ovvero il *greenwashing*; di cui le pratiche di H&M ne sono un esempio molto chiaro, come spiega Blesserholt (2021) nel trattato "*The Sins' of greenwashing*" in cui analizza i bilanci di sostenibilità messi a disposizione del colosso del fast fashion dal 2013 al 2019, proponendo esempi di informazioni vaghe e mai descritte in maniera dettagliata, ad esempio "*We have developed advanced systems for managing our supply chain*" senza però mai entrare nello specifico di quali siano questi "*advanced systems*"²⁴.

In risposta alle pratiche fraudolente, negli anni sono stati creati standard che aiutano la stesura del BdS e tra questi, lo standard più utilizzato a livello mondiale è il *Global Reporting Initiative Standards* (i.e. *GRI Standard*) che rappresenta il miglior strumento di *reporting* pubblico; il quale abbraccia temi con impatto in ambito economico, ambientale e sociale, argomento approfondito nel paragrafo successivo.

L'utilizzo del bilancio di sostenibilità da parte delle aziende come principale strumento di pubblicazione del proprio operato, ha portato la creazione di strumenti di standardizzazione che hanno promesso di rendere i report non solo più leggibili, ma anche come fonte di spunti per aziende più piccole che possono prendere decisioni sulla base di quanto riportato da aziende più strutturate. L'importanza che il BdS ha assunto negli anni ha fatto sì che l'Unione Europea decidesse di imporre l'obbligatorietà della pubblicazione dal 2024, per enti di interesse pubblico e per aziende quotate con almeno 500 dipendenti e ricavi netti superiori ai 40 milioni euro o attivo di stato patrimoniale superiore ai 20 milioni euro.²⁵

²⁴"*sistemi avanzati*"

²⁵fonte: eur-lex.europa.eu

3.2. Linee guida Global Reporting Initiative Standards

Il *Global Reporting Initiative* (o GRI) è un ente internazionale che si occupa di fornire strumenti alle aziende per semplificare il loro avvicinamento ad un piano di sostenibilità. Una prima stesura di quelli che sarebbero poi diventati i *GRI Standard* fu presentata nel 2000, chiamata *GRI Guidelines* (o G1) con l'obiettivo di gettare le basi per un meccanismo di responsabilizzazione delle aziende verso una condotta ambientale responsabile.

Alle *GRI Guidelines* seguirono, negli anni, diverse revisioni: G2 nel 2002, G3 nel 2006, G3.1 nel 2011 e G4 nel 2013 dato l'interesse che multinazionali, governi ed anche piccole/medie imprese dimostravano nei confronti dei loro prodotti; un interesse tale che portò all'apertura di diverse sedi in tutto il mondo e alla pubblicazione nel 2016 del primo documento standard globale di reporting di sostenibilità, i *GRI Sustainability Reporting Standards* (chiamato più comunemente *GRI Standard*).

Arrivando a fine 2022, in cui quasi l'80% delle 250 più grandi aziende per redditività hanno adottato i *GRI Standard* per le loro pratiche di *reporting* di sostenibilità.

3.2.1. Panoramica dei GRI Standards

Come introdotto in precedenza, le linee guida *GRI Standard* sono uno strumento messo a disposizione per imprese o organizza, che permette loro di comprendere e rendicontare il loro impatto sugli ambiti ESG, mantenendo criteri di uniformità e trasparenza, aspetti fondamentali per *stakeholder* e ponderare le scelte verso gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile. Un aspetto chiave problematico dei *GRI Standard* è la loro adozione su base volontaria che, se da un lato la mancata adozione potrebbe essere percepita dalle parti interessate come una mancanza di trasparenza e una possibile perdita di credibilità per l'azienda, dall'altro lato può sorgere il problema della scelta selettiva delle informazioni al momento della stesura del report, decidendo di omettere informazioni su pratiche che non si vuole

rendere pubbliche. Per questo motivo è importante che all'atto della redazione del report e dell'applicazione dei *GRI Standard*, pur restando un'autodichiarazione del proprio livello di *reporting*, si venga affiancati da consulenti esterni, per la sicurezza di attenersi a criteri presenti nei *GRI Application Levels*.

3.2.2. Struttura e componenti dei GRI Standards

I *GRI Standard* sono strutturati in maniera modulare, attraverso sottolivelli identificati da un numero progressivo, che permettono alle aziende di adottare criteri più pertinenti alle loro esigenze di rendicontazione, che possono variare per settore e/o dimensione aziendale. Negli anni sono state molte le rivisitazioni dei *GRI Standard*, che come è lecito pensare seguono cambiamenti globali in ambito di sostenibilità, proposte del *Global Sustainability Standards Board* (GSSB), un ente indipendente ed internazionale con il compito di sviluppare e supervisionare i *GRI Standard*, che saranno poi accettati a livello globale per quanto riguarda il *reporting* di sostenibilità.

Tra il 2016 e la fine del 2022, il BCG propone la prima versione dei *GRI Standard*, prevedendo una divisione in due categorie.

Per questo lavoro di tesi, sono stati presi in considerazione Bilanci di Sostenibilità relativi all'anno 2022, e conseguentemente sono stati utilizzati i *GRI Standard* 2016-2022, approfonditi qui di seguito:

- *Universal Standards*:
 - *GRI 101 Foundation*: il punto di partenza dove si elencano i requisiti per la conformità ai *GRI Standard*, come accuratezza e verificabilità delle informazioni, in più vengono introdotti i 10 principi fondamentali dei *GRI Standard* e vi è la possibilità di specificare gli aspetti che hanno un impatto più significativo sulla propria attività;
 - *GRI 102 General Disclosures*: contiene i dettagli e le informazioni dell'organizzazione, delineando un profilo

aziendale, inoltre include approfondimenti sulla governance, sull'etica ed altre informazioni utili per contestualizzare l'impegno e le politiche intraprese dall'azienda;

- *GRI 103 Management Approach*: fornisce una linea guida attraverso la scelta delle tematiche da trattare del report e quelle più di interesse per consumatori, dipendenti e più in generale per gli *stakeholder*;
- *Topic-specific Standards*: questa sezione permette di aggiungere informazioni specifiche su tutti gli argomenti che possono avere un impatto in tema di sostenibilità. La numerazione è organizzata come segue.
 - *GRI 201-207*: contenente informazioni in tema "*Economic*";
 - *GRI 301-308*: contenente informazioni in tema "*Environment*";
 - *GRI 401-419*: contenente informazioni in tema "*Social*".

Nel gennaio 2023 il BCG rilascia un aggiornamento dei *GRI Standard*, proponendo una divisione in tre categorie, inserendo quindi una nuova sezione ma non andando a variare in modo significativo gli standard già presenti. Si riporta di seguito la nuova struttura:

- *Universal Standards*, identificabili da un codice ad 1 cifra, si applicano a tutte le organizzazioni:
 - *GRI 1*: sostituisce il GRI 101 del 2016;
 - *GRI 2*: sostituisce il GRI 102 del 2016, ma vede l'eliminazione della possibilità di riportare le informazioni in maniera parziale (*Core*) in favore di un obbligo di completezza nella rendicontazione (*Comprehensive*)²⁶;
 - *GRI 3*: sostituisce il GRI 103 del 2016;
- *Sector Standards*: identificabili da un codice a 2 cifre, presenti solo in questa nuova versione del 2023, contengono al loro interno

²⁶fonte: FAQs *GRI Universal Standards 2021* (2022)

indicazioni che permettono di approfondire in maniera completa la coerenza del report e di focalizzarsi sugli aspetti ESG più rilevanti;

- *Topic Standards*: invariata rispetto alla versione del 2016.

La scelta che porta un'impresa a pubblicare un Bilancio di sostenibilità può avere diversi aspetti positivi che vanno al di là di un discorso di trasparenza, poiché la stesura di un report comporta necessariamente una rilettura delle pratiche aziendali che possono risolvere o portare alla luce rischi finora non affrontati o non individuati e può comportare un miglioramento concreto nelle politiche o nei processi nel momento in cui si individuano metodologie che allontanano dagli standard proposti; questo porta ad una conseguente diminuzione di eventuali problemi in ambito di sostenibilità che possono, nel futuro, ledere l'immagine pubblica.

Infine una rendicontazione standard del proprio operato permette un confronto con altre realtà e favorisce un costante miglioramento in vista di una situazione di diretta concorrenza.

Gli standard sono a loro volta suddivisi in “*disclosure*”, i.e. concetti che circoscrivono uno specifico tema, i quali possono essere “*Requirements*” ovvero indicazioni obbligatorie per rispettare i riferimenti di conformità con i *GRI Standard*, o solo “*Recommendations*”, quindi semplici indicazioni che non sono obbligatorie al fine della conformità.

3.2.3. *Linking tra SDGs e GRI Standard*

L'adozione globale di standard di rendicontazione aziendale e di normative in tema di sostenibilità (e.g. gli SDGs) ha reso necessario lo sviluppo di uno strumento che permettesse il collegamento tra queste due tipologie di report.

A tale scopo il *Global Reporting Initiative* mette a disposizione il framework “*Linking the SDGs and the GRI Standards*”, un documento presente sul loro sito che mappa tra loro i *GRI Standard* e i 17 SDGs, andando ad associare ad ogni di essi i relativi *GRI disclosure*, al fine di valutare le scelte verso gli

Obiettivi di Sviluppo Sostenibile attraverso l'uso di uno standard a livello internazionale. La versione utilizzata per questo lavoro di tesi è del maggio 2022 precedente quindi alla nuova versione di *GRI Standard* presentata nel 2023.

Un ruolo fondamentale, e la vera potenzialità del documento di *Linking*, si osserva nel momento in cui una società necessita di rendicontare obiettivi relativi a tematiche sociali come i diritti²⁷ o la salute²⁸ dell'uomo.

La natura onnicomprensiva degli SDGs fa sì che tematiche di questo tipo non siano facilmente associabili a un solo ambito ESG ma che invece possano prevedere interconnessioni tra loro. Un esempio di quanto detto può essere osservato per l'SDG 3 che tratta il tema della riduzione di mortalità di qualsiasi natura, che sia per malattia, incidenti o inquinamento; andando ad analizzarlo sul documento di *Linking* si osservano, come anticipato, collegamenti per tutte e le macro aree dei *disclosure*:

- *Economic:*
 - *GRI 203 Indirect Economic Impacts 2016;*
- *Environment:*
 - *GRI 305 Emissions 2016;*
 - *GRI 306 Waste 2020;*
- *Social:*
 - *GRI 401 Employment 2016;*
 - *GRI 403 Occupational Health and Safety 2018.*

L'utilizzo di questo strumento è stato fondamentale per lo studio dei bilanci di sostenibilità delle quattro aziende prese in considerazione, poiché la rendicontazione avviene attraverso tabelle "*GRI Index*" che associano paragrafi o pagine del report a *disclosure*, ma non facendo un chiaro riferimento agli SDGs.

²⁷SDG 10 - Ridurre le disuguaglianze

²⁸SDG 3 - Assicurare la salute e il benessere per tutti e per tutte le età

CAPITOLO 4. Il contributo dell'AI agli SDGs nel settore elettronico

In qualunque fase storica di grande sviluppo, come visto per le rivoluzioni industriali precedenti a quella che stiamo vivendo, sono state le nuove tecnologie e le realtà in cui è stato possibile applicarle che hanno dato l'opportunità di portare una concreta innovazione, e nella quarta rivoluzione industriale, l'AI sta permettendo la nascita di strumenti che trovano la loro applicazione in campi estremamente eterogenei.

Nel "report *Reaching New Heights in Uncertain Times*" di maggio 2023, il *Boston Consulting Group*²⁹ offre una panoramica sulle 50 aziende più innovative del 2023 ("*companies built for the future*"), osservando diversi fattori comuni per ognuna di esse, i quali danno a queste aziende la capacità di affrontare i cambiamenti e di proseguire su un percorso basato sull'innovazione, mantenendo però una competitività di mercato nonostante l'attuale crisi economica; al contrario di altre aziende che per vari motivi, tra cui l'incapacità di adattarsi ai cambiamenti tecnologici o la mancanza di una visione strategica chiara, stanno perdendo rilevanza e non riescono a soddisfare le esigenze in continua evoluzione dei clienti.

Sempre secondo il report del BCG, a livello globale quasi il 60% delle aziende considera l'innovazione un tema prioritario, ed infatti una percentuale simile (61%) ha investito nell'AI nel corso del 2023. Nonostante questi dati, emergono due osservazioni interessanti: solo il 20% di queste ultime possiede il *know-how* necessario per sfruttare appieno i vantaggi dei sistemi basati sull'AI, e che meno del 40% ottiene concretamente dei benefici. Questo introduce un ulteriore fattore cruciale, ovvero la capacità delle aziende di saper massimizzare le potenzialità dell'AI al fine di ottenere un miglioramento di performance, piuttosto della semplice propensione all'investimento, il BCG lo sintetizza con "*The question isn't whether AI can*

²⁹il Boston Consulting Group, successivamente abbreviato con BCG, è una multinazionale in attività dal 1963, opera nel settore della consulenza per il management delle aziende.

have an impact. It's whether companies are implementing AI for use cases with the potential to drive business value."

La causa, spesso, è una mancanza di volontà da parte della *leadership* di investire in maniera sufficientemente appropriata, che si ripercuote nell'assenza di formazione, portando ad una generale difficoltà di implementazione ed utilizzo di questi strumenti.

Appare quindi evidente che un importante indicatore di successo sta nelle capacità, e spesso nelle volontà, di investire in modo efficace, dato evidenziato dagli alti vantaggi ottenuti da quelle aziende che investono in almeno 4 prodotti basati sull'AI, rispetto a chi sfrutta meno tecnologie di questo tipo.

Di seguito si riporta un grafico (figura 4) proposto dal BCG riguardo il concetto del divario che si osserva tra il solo stanziamento di risorse per implementare prodotti basati sull'AI e il loro effettivo impatto:



Figura 4: Differenza tra implementazione e reale impatto dell'AI in vari ambiti di applicazione (fonte: Reaching New Heights in Uncertain Times, 2023)

4.1. Framework: Contributi in letteratura tra disclosure e SDGs

In letteratura sono presenti molti esempi che mettono in luce i contributi che l'AI può apportare al raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile, come vedremo qui di seguito in tabella 1.

Da una prima analisi delle pubblicazioni prese in esame, non sorprende che aspetti come crescita economica³⁰ o innovazione delle infrastrutture³¹ siano fortemente impattati; così come non sorprende che l'AI risulta di scarsa utilità per aspetti di gender equality³² o più in generale per ridurre situazioni di ineguaglianza sociali³³, quindi aspetti distanti da ambiti *tech* in cui non ci si aspetterebbe di notare un impatto degno di nota.

Inoltre, è interessante osservare come aspetti non facilmente associabili ad ambiti *tech*, come la riduzione della fame nel mondo³⁴ secondo *Ghallab (2019)*, o ancora, aspetti legati alla giustizia³⁵, come riportato da Peng (2023) vengono, impattati in maniera positiva. Tuttavia, è comunque utile osservare l'assenza di un SDG considerato universalmente impattato positivamente grazie a tecnologie basate sull'AI.

Nella tabella 1, si riportano schematicamente le 6 pubblicazioni prese in esame in relazione ai 17 SDGs, indicando sinteticamente quali sono impattati positivamente dall'implementazione di tecnologie basate sull'AI.

³⁰SDG 8 - Crescita economica, piena occupazione e un lavoro dignitoso per tutti

³¹SDG 9 - Infrastrutture resistenti, industrializzazione sostenibile e innovazione

³²SDG 5 - Uguaglianza di genere ed emancipare tutte le donne e le ragazze

³³SDG 10 - Ridurre le disuguaglianze

³⁴SDG 2 - Porre fine alla fame

³⁵SDG 16 - Pace, giustizia e istituzioni forti

Report	Sustainable Development Goals o SDGs																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Vinuesa et al. (2020)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Peng (2023)								•	•							•	•
Ghallab (2019)		•	•			•			•			•	•				•
Chutcheva et al. (2022)							•	•					•		•		
Isabelle and Westerlund (2022)												•	•	•	•		
Sætra (2021)	•			•		•	•	•	•		•			•	•		

Tabella 1: Riferimenti SDGs in relazione all'AI in letteratura scientifica (elaborazione propria)

4.1.1. Framework AI

La tabella 2 del framework proposto, offre una versione più dettagliata rispetto alla tabella 1, evidenziando come l'intelligenza artificiale possa contribuire al raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile. Questa tabella mette in relazione i contributi dell'AI con i vari *disclosure*, aiutando a identificare quali di questi, secondo il documento “*Linking the SDGs and the GRI Standards*”, apportano un valore significativo agli SDGs. Tale framework è stato realizzato in collaborazione con il Gruppo di Ricerca sulla Corporate Sustainability, del Dipartimento Ingegneria dell’Università Niccolò Cusano” coordinato dalla Prof.ssa T. Menichini.

Contributi in letteratura ³⁶	Linking SDGs / Disclosure	
	SDGs	Disclosure
- Vinuesa et al. (2020) - Sætra (2021)	• 1 No poverty	202-1, 203-2, 207-1, 207-2, 207-3, 207-4, 413-2-a
- Vinuesa et al. (2020) - Ghallab (2019)	• 2 Zero Hunger	411-1, 413-2-a

³⁶i quali illustrano il contributo positivo dell'AI agli SDGs

<ul style="list-style-type: none"> - Vinuesa et al. (2020) - Ghallab (2019) 	<ul style="list-style-type: none"> • 3 Good Health and Well-being 	203-2, 305-1, 305-2, 305-3, 305-6-a, 305-7, 306-1, 306-2-a, 306-2-b, 306-2-c, 306-3-a, 306-3-b, 306-3-c, 306-4-a, 306-4-b, 306-4-c, 306-4-d, 306-5-a, 306-5-b, 306-5-c, 306-5-d, 401-2-a, 403-6-a, 403-6-b, 403-9-a, 403-9-b, 403-9-c, 403-10
<ul style="list-style-type: none"> - Vinuesa et al. (2020) - Sætra (2021) 	<ul style="list-style-type: none"> • 4 Quality Education 	404-1-a
<ul style="list-style-type: none"> - Vinuesa et al. (2020) 	<ul style="list-style-type: none"> • 5 Gender Equality 	102-9-c, 102-10, 202-1, 203-1, 401-1, 401-1-a, 401-2, 401-3, 404-3-a, 405-1, 405-2-a, 406-1, 408-1-a, 409-1-a, 414-1-a, 414-2
<ul style="list-style-type: none"> - Vinuesa et al. (2020) - Ghallab (2019) - Sætra (2021) 	<ul style="list-style-type: none"> • 6 Clean Water and Sanitation 	303-1-a, 303-1-c, 303-2-a, 303-3-c, 303-4, 303-5-a, 303-5-b, 304-1-a, 304-2, 304-3-a, 304-3-b, 304-4-a, 306-1, 306-1-a, 306-2-a, 306-2-b, 306-2-c, 306-3-a, 306-3-b, 306-3-c, 306-5-a
<ul style="list-style-type: none"> - Vinuesa et al. (2020) - Chutcheva et al. (2022) - Sætra (2021) 	<ul style="list-style-type: none"> • 7 Affordable and Clean Energy 	302-1, 302-2, 302-2-a, 302-3-a, 302-4-a, 302-5-a
<ul style="list-style-type: none"> - Vinuesa et al. (2020) - Peng (2023) - Chutcheva et al. (2022) - Sætra (2021) 	<ul style="list-style-type: none"> • 8 Decent Work and Economic Growth 	102-7-a, 102-7-b, 102-8-a, 102-30, 201-1, 202-1, 202-2-a, 203-2, 204-1-a, 301-1-a, 301-2-a, 301-3, 302-1, 302-2-a, 302-3-a, 302-4-a, 302-5-a, 306-2-a, 401-1, 401-2-a, 401-3, 402-1, 403-1-a, 403-1-b, 403-2-a, 403-2-b, 403-2-c, 403-2-d, 403-3-a, 403-4-a, 403-4-b, 403-5-a, 403-7-a, 403-8, 403-9, 403-10, 404-1-a, 404-2, 404-3-a, 405-1, 405-2-b, 406-1, 407-1, 408-1, 409-1, 409-1-b, 414-1-a, 414-2
<ul style="list-style-type: none"> - Vinuesa et al. (2020) - Peng (2023) - Ghallab (2019) - Sætra (2021) 	<ul style="list-style-type: none"> • 9 Industry, Innovation, and Infrastructure 	201-1, 203-1
<ul style="list-style-type: none"> - Vinuesa et al. (2020) 	<ul style="list-style-type: none"> • 10 Reduced Inequality 	102-7-a, 102-7-b, 207-1, 207-2, 207-3, 207-4, 401-1, 404-1-a, 404-3-a, 405-2-a

<ul style="list-style-type: none"> - Vinuesa et al. (2020) - Sætra (2021) 	<ul style="list-style-type: none"> • 11 Sustainable Cities and Communities 	203-1, 306-1, 306-2-a, 306-2-b, 306-2-c, 306-3-a, 306-4-a, 306-4-b, 306-4-c, 306-4-d, 306-5-a, 306-5-b, 306-5-c, 306-5-d
<ul style="list-style-type: none"> - Vinuesa et al. (2020) - Ghallab (2019) - Isabelle and Westerlund (2022) 	<ul style="list-style-type: none"> • 12 Responsible Consumption and Production 	301-1-a, 301-2-a, 301-3-a, 302-1, 302-2-a, 302-3-a, 302-4-a, 302-5-a, 303-1-a, 303-1-c, 305-1, 305-2, 305-3, 305-6-a, 305-7, 306-1, 306-2-a, 306-2-b, 306-2-c, 306-3-a, 306-3-b, 306-3-c, 306-4-a, 306-4-b, 306-4-c, 306-4-d, 306-5-a, 306-5-b, 306-5-c, 306-5-d, 417-1
<ul style="list-style-type: none"> - Vinuesa et al. (2020) - Ghallab (2019) - Chutcheva et al. (2022) - Isabelle and Westerlund (2022) 	<ul style="list-style-type: none"> • 13 Climate Action 	201-2-a, 302-1, 302-2-a, 302-3-a, 302-4-a, 302-5-a, 305-1, 305-2, 305-3, 305-4-a, 305-5-a
<ul style="list-style-type: none"> - Vinuesa et al. (2020) - Isabelle and Westerlund (2022) - Sætra (2021) 	<ul style="list-style-type: none"> • 14 Life Below Water 	304-1-a, 304-2, 304-3-a, 304-3-b, 304-4-a, 305-1, 305-2, 305-3, 305-4-a, 305-5-a, 305-7
<ul style="list-style-type: none"> - Vinuesa et al. (2020) - Chutcheva et al. (2022) - Isabelle and Westerlund (2022) - Sætra (2021) 	<ul style="list-style-type: none"> • 15 Life on Land 	304-1-a, 304-2, 304-3, 304-4-a, 305-1, 305-2, 305-3, 305-4-a, 305-5-a, 305-7, 306-3-a, 306-3-b, 306-3-c, 306-5-a
<ul style="list-style-type: none"> - Vinuesa et al. (2020) - Peng (2023) 	<ul style="list-style-type: none"> • 16 Peace, Justice and Strong Institutions 	102-9-c, 102-10, 102-11, 102-12, 102-15, 102-23-a, 102-23-b, 102-26, 205-1, 205-2, 205-3, 206-1, 307-1-a, 403-4-a, 403-4-b, 403-9-a, 403-9-b, 403-9-c, 403-10, 408-1, 410-1, 414-1-a, 414-2, 415-1-a, 416-2, 417-2, 417-3, 418-1, 419-1-a
<ul style="list-style-type: none"> - Peng (2023) - Ghallab (2019) 	<ul style="list-style-type: none"> • 17 Partnerships to achieve Goals 	207-1, 207-2, 207-3, 207-4

Tabella 2: SGD e relativi disclosures ESG GRI in relazione alla letteratura scientifica (elaborazione propria)

La consultazione della tabella 2 sarà fondamentale per gli step della fase quantitativa della *content analysis*.

4.2. Keyword

Come già detto in precedenza, molte tecnologie si basano, in tutto o in parte, sull'utilizzo dell'AI; per identificare quindi, la presenza di concetti legati a questa tecnologia all'interno di un testo, è necessario raccogliere tutti i termini ad essa correlati. Una buona pratica può essere partire da una raccolta di un blocco di parole chiave (*keyword*) i.e. parole che hanno un riferimento all'AI in generale; in una pubblicazione di Li et al. (2023) è possibile trovare una collezione di parole chiave che racchiudono molti dei concetti da tenere in considerazione quando si parla di intelligenza artificiale in senso ampio, e che le aziende potrebbero prendere in considerazione quando devono rendicontare i benefici derivati dall'introduzione di tecnologie basate sull'AI.

Di seguito si riporta il blocco di parole chiave proposta da Li et al. (2023):

“Artificial intelligence, AI, business intelligence, BI, computer vision, CV, investment decision assistance systems, intelligent robots, expert system, machine learning, semantic search, biometrics, face recognition, Identity verification, unmanned driving, autonomous driving, electronic design automation, EDA, natural language processing, NLP, customer relationship management, CRM, manufacturing resource management system, EPR, enterprise resource management, ERP, production information management System, MES, Digital Control, NC, Office Automation, OA, Product Lifecycle Management, PLM, Robotic Process Automation, RPA, Enterprise Resource Management Software System, SAP, Financial System, Financial Management System, Kingdee, EAS, UFIDA, U9, intelligent, intelligent office, intelligent technology, intelligent identification, intelligent manufacturing, intelligent terminal, robot, automatic control, intelligent equipment, intelligent workshop, intelligent factory, intelligent decision-making, flexibility, integration, numerical control industrialization, fine management, industrial

intelligence, intelligent system, intelligent operation and maintenance, intelligent warehousing, technology”.

4.3. Obiettivo dell'analisi

Avendo chiaro il modo in cui l'utilizzo dell'AI e degli strumenti da essa derivati impattano sugli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (paragrafo 4.1) e come identificare al meglio questi nuovi strumenti tecnologici (paragrafo 4.2) si pone ora la necessità di un'analisi pratica per evidenziare l'uso dell'AI da parte di aziende e di come valutare in maniera concreta le loro scelte verso gli SDGs.

L'analisi prevede la creazione e l'applicazione di un framework, che permetta di andare ad analizzare i report di sostenibilità (*ESG Report* o *Sustainability Report*) messi a disposizione pubblicamente e scaricabili dai loro relativi siti, per comprendere come le aziende più innovative al mondo sfruttano l'innovazione che l'AI è in grado di apportare per il raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell'Agenda 2030, il tutto attraverso le linee guida GRI proposte dal BCG.

4.4. Content analysis e tool di supporto

La metodologia adottata per il seguente lavoro di tesi, al fine di comprendere come monitorare concretamente l'impatto dell'AI sulle decisioni aziendali, è quella della *content analysis*, ovvero l'analisi del contenuto di report aziendali.

L'applicazione del framework può essere suddivisa in due sottofasce, una conseguente all'altra: l'analisi quantitativa e successivamente l'analisi qualitativa, le quali hanno diverse funzionalità come spiegato da Ho Delve et al. (2024):

- L'analisi quantitativa si basa sulla necessità di conoscere numericamente il ripetersi di frasi o parole al fine di individuare un modello statistico significativo.

- L'analisi qualitativa approfondisce il contenuto del testo per individuare interconnessioni, considerando non solo il numero di occorrenze ma anche il contesto. Questo approccio permette di sviluppare teorie che superano la semplice frequenza delle parole al fine di valutare la loro rilevanza complessiva.

4.4.1. Content analysis quantitativa

La fase di *content analysis* quantitativa, vede come step iniziale la ricerca e l'individuazione del campione, in questo caso studio sono state selezionate le 4 aziende del settore *electronics*, e i loro relativi bilanci di sostenibilità, tra le 50 aziende più innovative riportate nel “*Reaching New Heights in Uncertain Times*” del BCG, riportate qui di seguito in tabella 3:

Azienda	Tipologia Report	Anno del Report	Conformità del report ai GRI Standard
Apple	ESG Report	2022	si ³⁷
Samsung	Sustainability Report	2022	si ³⁸
Xiaomi	ESG Report	2022	si ³⁹
Sony	Sustainability Report	2022	si ⁴⁰

Tabella 3: Aziende prese per l'applicazione del framework, più informazioni sul loro report di sostenibilità (elaborazione propria)

Il passaggio successivo è stato di trovare un metodo di ricerca che permettesse di identificare ogni riferimento al concetto di intelligenza artificiale, il quale, almeno per questa fase iniziale, non necessariamente doveva avere un contesto di rendicontazione verso gli SDGs.

Si è deciso di procedere raccogliendo un blocco di parole chiave (come già approfondito nel paragrafo 4.2) che racchiudesse ogni possibile concetto

³⁷responsibilityreports.com/HostedData/ResponsibilityReportArchive/a/NASDAQ_APL_2022.pdf

³⁸images.samsung.com/is/content/samsung/assets/global/ir/docs/sustainability_report_2022_en.pdf

³⁹xiaomi.gcs-web.com/system/files-encrypted/nasdaq_kms/assets/2023/04/26/10-13-04/2022%20ESG%20Report_ENG.pdf

⁴⁰sony.com/en/SonyInfo/csr/library/reports/SustainabilityReport2022_E.pdf

basato sull'AI; un blocco sufficientemente grande e completo che potesse evitare, quindi, la perdita di paragrafi importanti al fine del progetto di tesi.

Al termine della raccolta quantitativa dei paragrafi, effettuata mediante l'uso di un tool web programmato e proposto appositamente per questo progetto di tesi, i dati sono stati organizzati in quattro tabelle (allegato A, B, C e D). Ciascuna tabella fornisce informazioni dettagliate riguardo ai paragrafi, inclusa la pagina di riferimento, le parole chiave contenute, e la tipologia del contenuto. In particolare, è stato specificato se il contenuto del paragrafo fosse di natura quantitativa, ovvero con informazioni numeriche concrete, o puramente descrittive.

Il passaggio successivo è stata una ulteriore raccolta dati partendo dalle tabelle ESG/GRI messe a disposizione nei report (generalmente presenti nelle ultime pagine) che unite all'analisi schematizzata in tabella 2, ci hanno permesso di identificare ogni pagina in cui nei report c'è una rendicontazione degli SGD. Anche questo passaggio è stato possibile attraverso il tool web proposto, data l'implementazione della funzione di ricerca per tabelle ESG/GRI, attivabile tramite checkbox e inserendo nel box *Keywords*, la lista di disclosure di nostro interesse.

La lista di parole chiave "*disclosure*" è riportata qui in seguito:

"202-1, 203-2, 207-1, 207-2, 207-3, 207-4, 413-2, 305-1, 305-2, 305-3, 305-6, 305-7, 306-1, 306-2, 306-3, 306-4, 306-5, 401-2, 403-6, 403-9, 403-10, 404-1, 102-9, 102-10, 203-1, 401-1, 401-3, 404-3, 405-1, 405-2, 406-1, 408-1, 409-1, 414-1, 414-2, 303-1, 303-2, 303-3, 303-4, 303-5, 304-1, 304-2, 304-3, 304-4, 306-1, 306-2, 306-5, 302-1, 302-2, 302-3, 302-4, 302-5, 102-7, 102-8, 102-30, 201-1, 202-2, 204-1, 301-1, 301-2, 301-3, 306-2, 401-1, 401-3, 402-1, 403-1, 403-2, 403-3, 403-4, 403-5, 403-7, 403-8, 404-2, 405-1, 405-2, 406-1, 407-1, 408-1, 409-1, 414-1, 414-2, 201-2, 305-4, 305-5, 304-1, 304-2, 304-3, 304-4, 305-7, 306-3, 306-5, 102-11, 102-12, 102-15, 102-23, 102-26, 205-1,

205-3, 206-1, 307-1, 403-4, 403-9, 403-10, 408-1, 410-1, 414-1, 414-2, 415-1, 416-2, 417-2, 417-3, 418-1, 419-1”.

4.4.2. Tool di supporto per l'analisi quantitativa

Per evitare la ricerca manuale di una parola chiave alla volta all'interno del report, è stato proposto un tool web, chiamato *Document Utility for Keywords Extraction*⁴¹ (D.U.K.E.). Questo strumento consente di effettuare rapidamente la ricerca di una grande quantità di parole chiave, restituendo solo quelle presenti nel testo, con il conteggio delle occorrenze, e l'indicazione della pagina del PDF dove è presente la parola chiave. Ogni indicazione della pagina è contestualmente un link per la navigazione del PDF stesso che sarà mostrato in pagina sotto la lista di parole chiave trovate.

L'importazione del PDF avviene attraverso un form a che offre diverse opzioni di personalizzazione per la ricerca:

- Ricerca *case-sensitive*: distinguendo quindi tra maiuscole e minuscole;
- Visualizzazione dei risultati attraverso una formattazione che favorisce o l'esportazione o la navigazione del PDF;
- Ricerca specifica di disclosure GRI: con la possibilità di indicare la pagina in cui iniziano le tabelle ESG/GRI.

D.U.K.E. ha permesso non solo di ridurre drasticamente i tempi di ricerca di parole chiave relative all'AI e di *GRI disclosure*, ma è stato utile anche successivamente come strumento rapido di controllo nel momento in cui fosse stato riscontrato un problema durante le fasi successive. In figura 5 è mostrata la homepage del tool D.U.K.E. con il pulsante per l'importazione

⁴¹gabrielemartire.github.io/DUKE/

del report, un infobox per la notifica di eventuali nuovi sviluppi e un link verso la codebase⁴², consultabile e scaricabile da *repository github*⁴³.

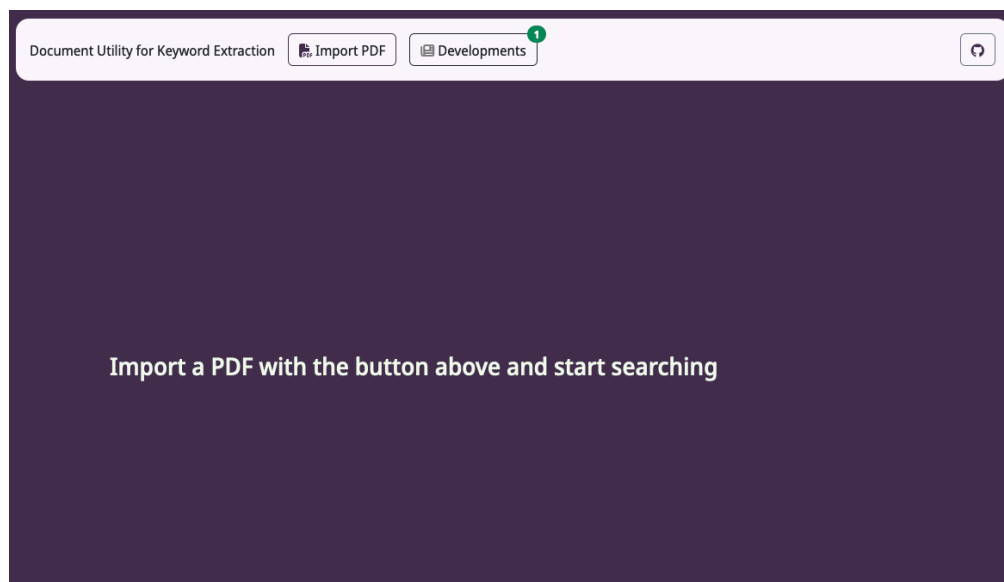


Figura 5: Home page

In figura 6 è mostrata la finestra con il form di importazione, nel caso in figura si sta ricercando il blocco di parole chiave prese in esame per questo progetto di tesi, non *case-sensitive* e mostrando i risultati come pulsanti di navigazione.

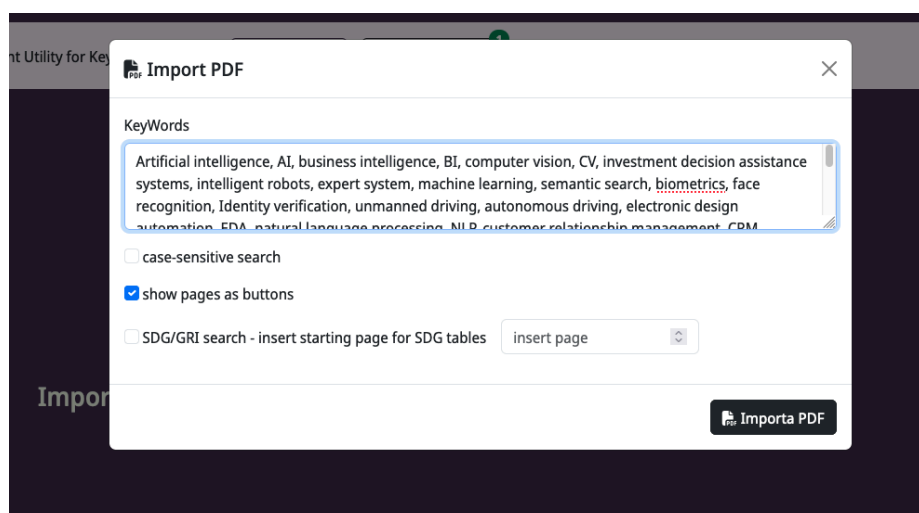


Figura 6: Form per l'import del PDF

⁴²github.com/gabrielemartire/DUKE/

⁴³Nel rispetto della privacy e della trasparenza, D.U.K.E. è open-source, non mantiene in memoria i pdf caricati né i risultati delle ricerche effettuate, non utilizza cookie né raccoglie dati di navigazione.

In figura 7 è mostrato il risultato della ricerca, mostrando anche un piccolo toolbox per la navigazione del PDF (figura 8).

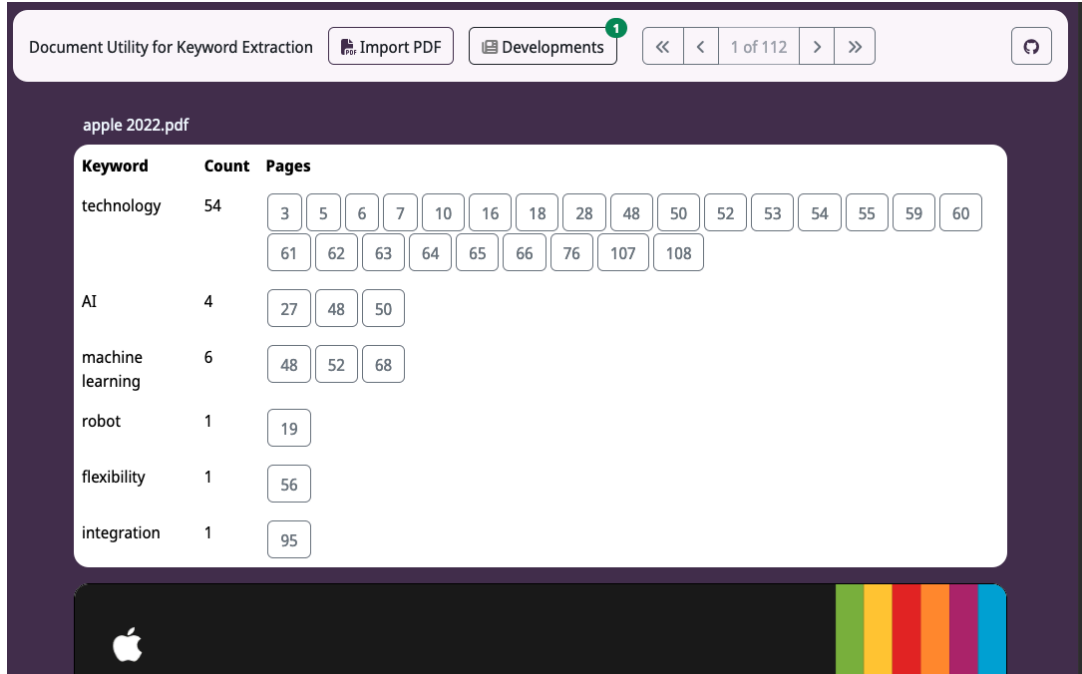


Figura 7: Risultato della ricerca per parole chiave



Figura 8: Toolbox per la navigazione del PDF

In figura 9 si ripropone una ricerca ma configurandosi come ricerca di *disclosure* nelle tabelle ESG/GRI, tramite checkbox “SDG/GRI search” e specificando la pagina (88, nel caso di Apple) come pagina di partenza delle tabelle GRI Index.

Figura 9: Modale import PDF ricerca per SDG/GRI

In figura 10 è riportato un esempio di risultato di una ricerca tramite SDG/GRI.

Document Utility for Keyword Extraction Import PDF Developments 1 << < 1 of 112 > >> 🔄

apple 2022.pdf

Keyword	Count	Pages	SDG
102-9	1	89	N/A
102-10	1	89	N/A
102-11	1	89	N/A
102-12	1	89	N/A
306-2	3	100 100 100	SDG 3, SDG 6, SDG 8, SDG 11, SDG 12
304-3	2	100 100	SDG 15, SDG 6, SDG 14
405-1	2	101 101	SDG 5, SDG 8
405-2	2	101 101	SDG 5, SDG 10, SDG 8

Figura 10: Risultato della ricerca per SDG/GRI

Come menzionato in precedenza, la tabella 2, popolata grazie alla ricerca mostrata in figura 9 e figura 10, è stata fondamentale al fine di permettere di popolare la colonna SDG per facilitare l'associazione tra *disclosure GRI* e SDGs.

Sono molti gli sviluppi che possono essere implementati al tool, e che verranno implementati prossimamente, tra i quali:

- Migliorare la gestione del blocco delle parole chiave, dando la possibilità di pulizia delle stesse, eliminando duplicati e impostando un separatore personalizzato;
- Implementare funzionalità AI che permettano di:
 - Verificare se il paragrafo contenente la parola chiave trovata è contestuale a un argomento indicato in precedenza (in un ulteriore box di testo);
 - Autogenerare un blocco di parole chiave partendo da un contesto;
- Ricerca di un set di parole chiave su più PDF contemporaneamente;
- Migliorare il toolbox per la navigazione/visualizzazione del PDF.

4.5. Selezione del campione

Dopo l'utilizzo del tool D.U.K.E. è stato possibile ottenuto un riscontro più preciso su quali parole, e con che frequenza, esse si presentavano nel testo (figura 6 e figura 7).

La tabella riportata in seguito mostra i risultati per i quattro report presi in esame:

Azienda	Parole chiave trovate	
	Parola chiave	Ripetizioni
Apple	AI	4
	Artificial Intelligence	2
	Machine Learning	8
	Robot	1
	Technology	59
	Intelligent	1
	Flexibility	1
	Integration	1

Samsung	Integration	8
	Technology	85
	AI	100
	Intelligent	4
	CV	4
	ERP	1
	MES	1
	Product Lifecycle Management	1
	PLM	1
	Machine Learning	1
Xiaomi	BI	3
	Technology	138
	Artificial Intelligence	4
	Integration	6
	AI	28
	Intelligent	13
	Intelligent Manufacturing	1
	Machine Learning	1
	Natural Language Processing	1
	NLP	2
	Robot	1
	Robots	1
	EPR	2
Sony	AI	121
	Technology	135
	Computer Vision	2

Intelligent	9
Flexibility	3
Integration	2
ERP	1
BI	1
Artificial intelligence	1
Machine Learning	3

*Tabella 4: Risultato della ricerca tramite tool D.U.K.E.
(elaborazione propria)*

I risultati ottenuti hanno permesso di poter avere raccolta di paragrafi per gli step successivi evitando la ricerca di parole chiave non presenti, (esempio sul report di Apple sono presenti 8 parole chiave su un set iniziale di circa 60). Una successiva ricerca è stata per SDG/GRI (figura 9 e figura 10) che ha permesso di ottenere una lista dei disclosures citati nelle tabelle ESG/GRI dei report e in automatico l'associazione rispetto agli SDGs.

Un terzo step della content analysis quantitativa è stato l'associazione tra la tabella contenente la lista di paragrafi con un riferimento all'AI e la tabella ESG/GRI con la lista di *disclosure*, in base ai riferimenti delle pagine presenti in entrambe le tabelle. Contestualmente è stato necessario verificare che tra il *disclosure GRI* e l'SDG corrispondente esistesse un collegamento al paragrafo correlato, il quale doveva a sua volta contenere un riferimento all'AI.

Questo ha portato alla creazione di una seconda tabella più articolata, che includeva: parola chiave, paragrafo con relativa pagina, tipologia di contenuto del paragrafo, oltre ai *disclosure* e agli SDGs di riferimento. Questo ha permesso di individuare in quali paragrafi fosse presente un legame concreto tra il contesto "AI" e le affermazioni del report riguardo la rendicontazione. L'obiettivo era raccogliere paragrafi che dimostrassero in modo tangibile come le tecnologie basate sull'AI contribuiscono al raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dichiarati nel report.

L'ultimo passaggio di *content analysis* è stato di tipo qualitativo e sarà approfondito nel paragrafo 4.6.

4.5.1. Ranking del BCG

Il BCG pubblica dal 2005 a cadenza annuale il report di *ranking* dove analizza e presenta le 50 aziende più innovative al mondo, noto come "*BCG Most Innovative Companies*", Ercis e Unalan (2015) nella loro pubblicazione sottolineano ed espongono l'importanza di questa di pubblicazione; mostrando una panoramica di come dal 2005 al 2014 (gli anni presi in esame), sia possibile identificare andamenti sempre ricorrenti. Interessante è osservare, per esempio, che per tutti gli anni presi in esame, tra le 50 aziende più innovative al mondo, almeno 25 sono USA seguite da 5 giapponesi, inglesi e tedesche; oppure ulteriormente interessante è l'andamento del settore delle 50 aziende più innovative che vede una presenza costante di circa il 30-50% per aziende *tech* o di telecomunicazione.

Il "*BCG Most Innovative Companies*" è quindi uno strumento che permette di avere una visione a 360 gradi dell'andamento delle aziende più innovative grazie anche all'introduzione di valutazioni oggettive (o *ranking*) che ne facilita la comparazione.

Il concetto di *ranking* del BCG, introdotto nel 1999, si basa sulla somma di punteggi che vengono assegnati per diversi fattori, tra i quali troviamo:

- Plusvalenze, composto da: aumento delle vendite e variazioni indici *EBITDA* (i.e. "*Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization*") che indicano gli sforzi di un'azienda per riduzione i costi, e.g. un margine EBITDA elevato, indica spese inferiori rispetto alle entrate totali;
- Flussi di cassa, composto da: rendimento dei dividendi, *Net Debt Leverage*⁴⁴ e *Share Count Change*.

⁴⁴L'indice di leva finanziaria del debito netto (*Net Debt Leverage*) è una misura finanziaria chiave utilizzata dal management per valutare la capacità di indebitamento della Società (fonte: bcg.com)

Questo approccio offre numerosi spunti per comprendere come e quali settori, siano motori fondamentali dell'innovazione globale; inoltre rappresenta una fonte preziosa per aziende che puntano a migliorare la propria competitività attraverso l'innovazione, permettendo loro di osservare e conseguentemente adattare le strategie, analizzando i fattori di successo delle aziende più avanzate.

Osservando i report del 2022 e del 2024 appare evidente quanto detto finora. Nel report del 2022 *“Are You Ready for Green Growth?”* tematiche legate alla sostenibilità (*“Climate and Sustainability”*) siano un tema fondamentale per il 65% delle aziende, le quali lo pongono come uno dei tre focus principali; mentre nel report del 2024 *“Innovation Systems Need a Reboot”* risulta di nuovo evidente, l'esistenza di trend condivisi dal 65% delle aziende più innovative, ma i topic che emergono sono legati all'innovazione e alla capacità di saperne ottimizzare i vantaggi, concetti già approfonditi in precedenza.

4.5.2. Settore electronics

Il settore *electronics*, secondo Sanchez et al. (2011), sta assumendo sempre più una connotazione di ambiente con sviluppi ad alta velocità, derivante dal tipo di domanda che permette, e allo stesso tempo richiede, alla tecnologia una continua e rapida evoluzione per far fronte, tra le altre cose, all'alto tasso di concorrenza. In tutto questo l'innovazione svolge un ruolo cruciale dal punto di vista della sostenibilità, dal momento in cui le aziende devono trovare costantemente nuove pratiche per focalizzare i propri sforzi sull'attenzione verso i consumatori e conseguentemente contribuire alle performance aziendali ma allo stesso tempo integrare pratiche innovative per soddisfare le normative ambientali e rispondere alle crescenti aspettative degli *stakeholder*.

Questo ha portato ad incentrare il progetto di tesi sul settore *electronics*, focalizzandosi sulle aziende più innovative secondo il BCG appartenenti al settore stesso.

4.6. Raccolta e analisi dei dati qualitativa

Lo step finale della *content analysis* prevede il popolamento dell'ultima colonna, quella conclusiva, delle tabelle presenti in appendice, andando a segnare con un “ • ” tutti i paragrafi che rispettati le condizioni riportate in seguito:

- Paragrafo che citasse l'AI al suo interno (ogni riferimento ricavato dal tool D.U.K.E. è stato inserito per completezza dei dati, poiché anche i paragrafi non interessati alle successive analisi indicavano il numero di volte in cui in un bilancio si citava una parola legata all'AI senza poi portare a un concreto miglioramento degli SDGs);
- un'effettiva "partecipazione" dell'AI al concetto che il paragrafo vuole esprimere;
- la presenza di una voce all'interno delle tabelle *GRI Index*, presenti in fondo ai report, che indichi che è presente una rendicontazione nella stessa pagina del paragrafo di cui sopra. Si riporta di seguito in tabella 5, un riassunto dei risultati ottenuti; è interessante notare come la distribuzione degli SDGs interessati sia molto diversa rispetto alla tabella 1 in cui si andava a riportare la presenza di citazioni degli SGD in letteratura scientifica;

Report	Sustainable Development Goals o SDGs																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Apple	•		•					•	•			•					
Samsung	•		•		•		•	•		•		•	•				
Sony				•	•		•	•		•		•	•	•	•		
Xiaomi	•	•	•		•		•	•	•		•	•	•			•	

Tabella 5: Riferimenti SDGs in relazione all'AI nei report presi in esame
(elaborazione propria)

- infine che sia presente un reale collegamento concettuale tra lo standard identificato dal *GRI disclosure* e il paragrafo identificato. N.B.: Questo non deve far pensare che *disclosure* presenti in lista non siano effettivamente rendicontati all'interno dell'intero report o

che le informazioni siano false o inesatte, ma semplicemente che l'AI non impatta al loro raggiungimento.

Numericamente parlando la quasi totalità dei paragrafi con un riferimento all'AI, che sono stati individuati tramite lo strumento D.U.K.E., presenta contenuti di natura descrittiva e molto raramente presentando dati numerici, quindi quantificabili. Osservando il grafico in figura 11, proposto in seguito, è evidente che sarà lecito aspettarsi che i paragrafi che avranno una reale rendicontazione verso gli SDGs saranno molti meno rispetto ai paragrafi trovati nei primi step della *content analysis*, data la natura degli SDGs di essere, per la quasi totalità, numericamente quantificabili.

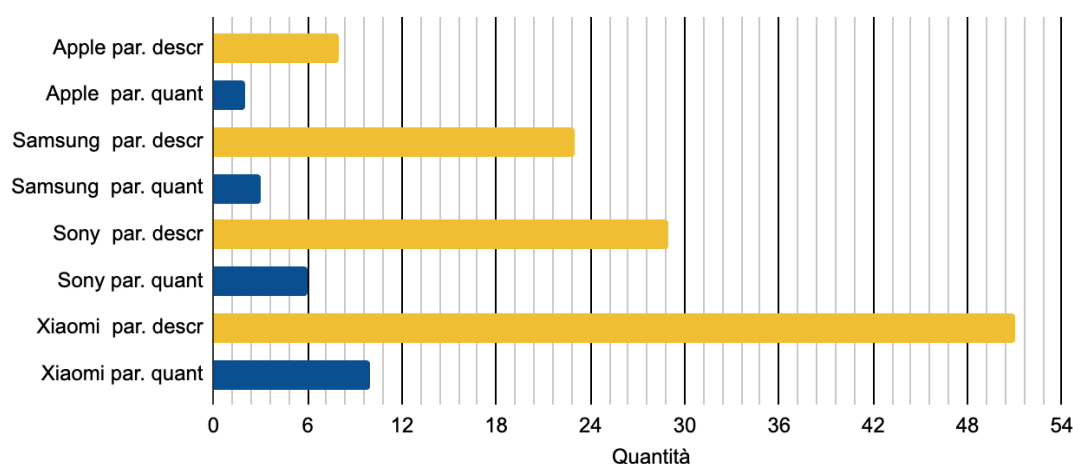


Figura 11: Comparazione Tipologia di contenuto del paragrafo (descrittivo o quantitativo), per i quattro report presi in esame. (elaborazione propria)

Si nota inoltre che tra le numerose citazioni di utilizzo dell'AI presenti nei report, verificando il concetto dietro ogni paragrafo selezionato che fosse contestuale nel parlare di AI come concreta tecnologia, si osserva che non erano presenti rendicontazioni di alcun tipo nelle pagine in questione.

Si riporta una rappresentazione grafica (figura 12) del concetto appena espresso, anche in questo caso non è corretto comparare il dato tra i diversi report, ma è interessante comparare il numero di volte in cui nel report è presente un riferimento al concetto di AI rispetto al reale vantaggio che viene associato alla sua implementazione (corrispondenza P/D).

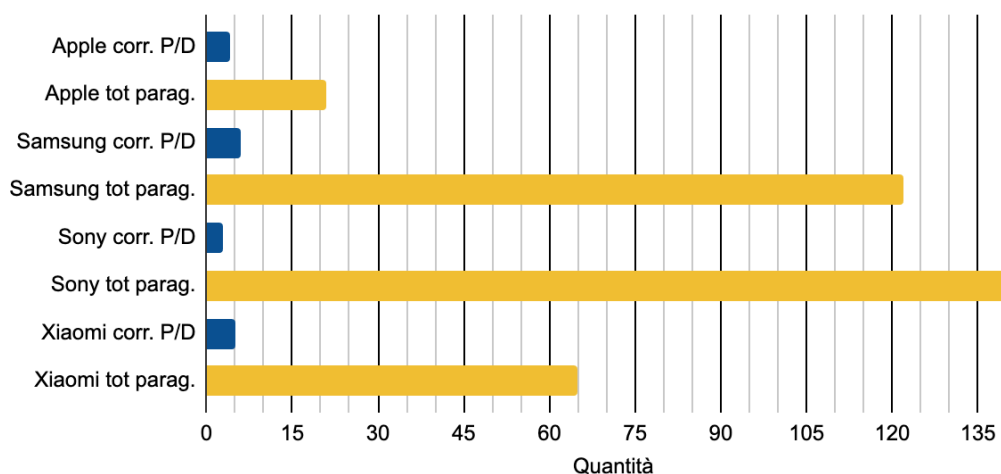


Figura 12: Comparazione paragrafi totali rispetto al numero reale di paragrafi con una reale rendicontazione verso gli SDGs, per i quattro report presi in esame. (elaborazione propria)

Un interessante approfondimento può essere osservato andando ad approfondire i risultati delle corrispondenze Paragrafo/Disclosure (P/D) trovati ed esposti in figura 12, focalizzandosi sulla tipologia di GRI Disclosure:

- GRI 100: Universal Standards;
- GRI 200: ambito *Economico*;
- GRI 300: ambito *Environment*;
- GRI 400: ambito *Social*.

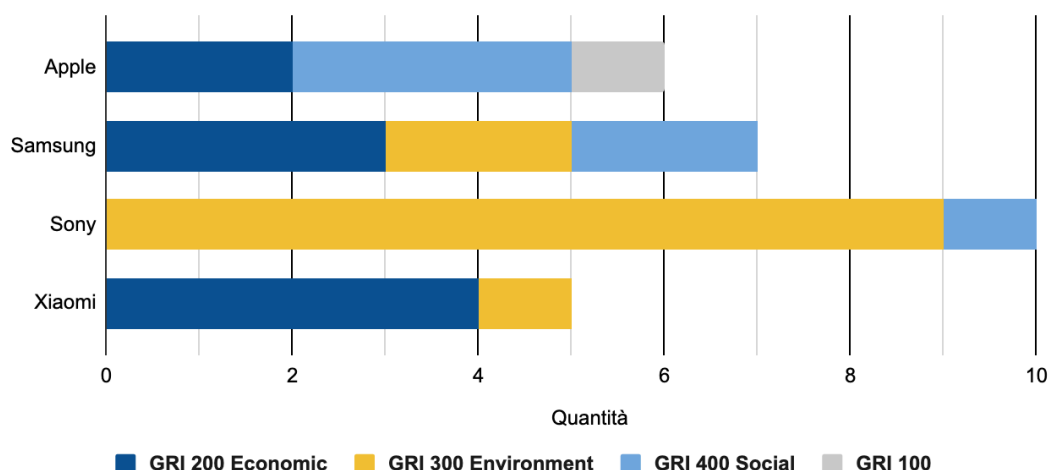


Figura 13: Comparazione Tipologia GRI Standard dei paragrafi con una relazione al Disclosure, per i quattro report presi in esame. (elaborazione propria)

I dati presenti in figura 13 mostrano una distribuzione poco omogenea tra i report presi in esame, con alcune aziende che focalizzano i propri interessi verso specifici ambiti ed ignorandone altri:

- Apple è l'unica a presentare una distribuzione relativamente bilanciata tra i tre ambiti;
- Samsung: mostra un leggero focus sugli aspetti economici ma esponendo riferimenti anche verso gli altri temi;
- Sony emerge come un'azienda orientata fortemente verso tematiche Ambientali, eliminando completamente tematiche Economiche, questo può far pensare ad una difficoltà nel rendicontare attraverso i *GRI Standard* le proprie azioni per questi tipo di obiettivi attraverso l'uso di AI;
- Xiaomi al contrario ha una forte propensione alla rendicontazione di aspetti Economici e pochi riferimenti a tematiche Ambientali e Sociali.

Tuttavia, un'alta variabilità nei risultati come quella che si può osservare in figura 13, mette in luce come l'AI può avere un impatto significativo su vari settori in ambito di sostenibilità, e come contributo agli SDGs, solo se affiancata alla capacità e volontà delle aziende di utilizzarla in modo strategico e di rendicontare in maniera efficiente l'eventuale beneficio.

Per esempio, come si può osservare in Tabella 5 è evidente come Xiaomi sia in grado di includere all'interno delle sue scelte aziendali maggiore consapevolezza nel rendicontare gli impatti dell'AI su un più ampio spettro di obiettivi, al fine di massimizzare i benefici su scala globale, dal punto di vista della sua capacità di fare scelte sostenibili. Differentemente, Apple risulta meno efficiente nell'includere all'interno del suo report, scelte che possano poi venire rendicontate attraverso i *GRI Standard*.

Questo è senz'altro legato alla natura degli strumenti basati sull'AI che ne permettono un uso trasversale e ne complicano la valutazione che va a riflettersi anche nei report di sostenibilità, dove l'AI, non necessariamente

viene associata alle azioni intraprese per il raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile.

L'analisi condotta, infatti, mostra una considerazione variabile degli SDGs tra le aziende esaminate, con alcuni obiettivi maggiormente trattati rispetto ad altri. Dalla tabella 5, emerge che diversi obiettivi come l'SDG 8⁴⁵ e l'SDG 12⁴⁶ sono tra i più impattati dall'AI, seguiti da obiettivi legati ad un ambito di natura ambientale e sociale (e.g. SDG 3, SDG 5, SDG 7); tuttavia obiettivi come l'SDG 6⁴⁷ emerge totalmente trascurato, così come l'SDG 2 e l'SDG 14.

Questo ci può suggerire che una rendicontazione dell'AI può avvenire più facilmente su obiettivi che riflettono un miglioramento di efficienza produttiva o innovazione tecnologica, mentre si complica su temi ambientali specifici, come la protezione delle risorse idriche.

⁴⁵SDG 8 - Promuovere una crescita economica e un lavoro dignitoso per tutti

⁴⁶SDG 12 - Garantire modelli sostenibili di produzione e di consumo

⁴⁷SDG 6 - Garantire la disponibilità di acqua e delle strutture igienico-sanitarie

Conclusioni

Questo progetto di tesi si è posto l'obiettivo di trovare delle risposte a specifici quesiti relativi al reporting di sostenibilità e all'adozione di tecnologie abilitanti l'Industria 4.0 e l'Intelligenza Artificiale:

- Quali Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs) sono maggiormente impattati dall'AI?
- Come vengono rendicontate le iniziative e le pratiche di innovazione delle imprese del settore *electronics* in virtù dell'importanza crescente dell'Intelligenza Artificiale nelle scelte legate all'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile?
- E' possibile individuare un approccio per la quantificazione dell'impatto che l'AI e le tecnologie che la integrano hanno ai fini del raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs)?

Per rispondere alla prima domanda, è stata condotta un'analisi approfondita della letteratura scientifica, tale da permettere di identificare i principali SDGs impattati positivamente dall'AI e di comprendere in che misura tali impatti siano evidenti nelle pratiche di rendicontazione aziendale.

L'approccio metodologico della *content analysis* ha consentito una comparazione concreta tra: il grado di rilevanza in letteratura scientifica con cui l'AI viene considerata vantaggiosa verso gli SDGs e l'effettivo riscontro ottenuto attraverso l'analisi di alcuni bilanci di sostenibilità di aziende prese in esame. La scelta del campione è avvenuta selezionando le aziende del settore *electronics*, tra le 50 aziende più innovative secondo il BCG.

Malgrado ci sia una grande quantità di pubblicazioni, che frequentemente sottolineano gli aspetti positivi dell'utilizzo dell'AI per il raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile, analizzando il campione di aziende prese in esame, i risultati ottenuti sono discordanti.

Infatti attraverso una *content analysis* quantitativa, che ha visto una selezione di paragrafi con ogni possibile riferimento al concetto di "AI" con un ampio spettro di parole chiave, e una successiva *content analysis*

qualitativa, in cui si è verificato che i report presentassero una rendicontazione dei *GRI disclosure* che includesse l'AI come fattore determinante nel contribuire allo specifico obiettivo in analisi, effettuando una verifica paragrafo per paragrafo, è emerso che la rendicontazione puntuale degli SDGs, presente nella lista *GRI index*, pone molto raramente l'AI, o le tecnologie che ne fanno uso, su un piano di diretta parte attiva nel momento in cui si specificano le azioni intraprese per raggiungere tali obiettivi.

Prima di concludere, ritengo importante menzionare alcuni aspetti legati alla consultazione dei report di sostenibilità, che sono interessanti e talvolta indicativi della volontà di semplificarne o non semplificarne la fruizione:

- In molti report le pagine del PDF sono sfalsate rispetto a quelle indicate, rendendo la consultazione del documento complessa e costringendo a scorrere tra le varie pagine;
- Esistono abbastanza riferimenti tra SDGs e paragrafi (una volta identificato il paragrafo interessato), ma pochi di questi sono quantitativi;
- Le pagine che rendicontano un SDG, indicate nelle tabelle ESG/GRI spesso sono blocchi di numerose pagine, senza un'indicazione più chiara alla specifica pagina o paragrafo, come il numero del capitolo (sempre assente) o il titolo del paragrafo;
- Spesso la colonna "rendicontazione" presenta un link esterno, indicando indirettamente che quel *disclosure* non è citato nel testo.

Confrontando i risultati presenti nelle varie tabelle del paragrafo 4.6, possiamo osservare che le aziende del campione preso in esame, mostrano una distribuzione non omogenea tra gli ambiti economici, ambientali e sociali. Xiaomi e Samsung sembrano dare priorità agli indicatori economici, mentre Sony concentra la propria attenzione su quelli ambientali e sociali. Apple, invece, mantiene un approccio più bilanciato.

Questo suggerisce che, sebbene vi sia una crescente integrazione delle tecnologie abilitanti l'Industria 4.0 nelle pratiche aziendali e dell'utilizzo dell'AI come componente trasversale ad esse, l'attenzione alla rendicontazione potrebbe variare significativamente in base alle strategie aziendali e alle capacità di fornire un'adeguata informativa; che sia sufficientemente dettagliata ed esaustiva per dimostrare come l'AI contribuisca in maniera concreta al raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile.

Questo limite potrebbe essere derivante da errori di comunicazione da parte dell'azienda nel riportare in modo corretto le proprie iniziative o i risultati ottenuti, piuttosto che dalla reale mancanza di azioni rilevanti; il che porta ad ostacolare una comunicazione trasparente e una possibile valutazione completa del reale impatto dell'AI sugli SDGs.

Queste conclusioni, senza ulteriori approfondimenti o l'utilizzo di campione più ampio, potrebbero impedire una facile applicazione dei risultati per altre aziende o settori, introducendo uno dei limiti di questo lavoro di tesi; infatti, a questo affiancano ulteriori limitazioni di ricerca, tra cui il numero relativamente ridotto di campioni di letteratura scientifica e il numero limitato di report reali analizzati. Relativo a ciò un fattore che può essere considerato critico è rappresentato dalla dimensione del campione analizzato poiché una quantità di dati più ampia avrebbe potuto fornire una visione più esaustiva e rappresentativa dell'impatto che l'Intelligenza Artificiale ha sugli SDGs.

Inoltre, malgrado questo settore sia di particolare rilevanza rispetto a molti altri per pratiche di adozione di tecnologie per l'Industria 4.0, la scelta di concentrarsi sul settore *electronics* potrebbe limitare la generalizzabilità dei risultati, rispetto ad un'analisi estesa ad altri settori, la quale potrebbe evidenziare differenti dinamiche di applicazione.

Per quanto riguarda il framework e l'approccio metodologico proposto, questi potrebbero facilmente essere applicati per studiare l'impatto di altre

tecnologie abilitanti dell'Industria 4.0, come l'*Internet of Things (IoT)* o la *cybersecurity*; permettendo di ampliare considerevolmente il campo di ricerca e ottenere una visione più completa su come l'utilizzo di queste diverse tecnologie possano influenzare il raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile.

Tra il 2022 e il 2023, i finanziamenti verso l'intelligenza artificiale sono diminuiti, da \$117.16 miliardi nel 2022 a \$80.61 miliardi nel 2023, un rallentamento del 31.2%, in virtù dello stato attuale dell'AI, un ulteriore possibile sviluppo futuro potrebbe riguardare la proposta di una nuova *content analysis* applicata ai report di sostenibilità delle imprese più innovative per l'anno 2023 al fine di osservare i cambiamenti rispetto ai risultati ottenuti in questa tesi.⁴⁸

Tuttavia, è fondamentale ricordare che l'intelligenza artificiale rappresenta uno strumento capace di progressi significativi in tempi molto ridotti, rendendo imprevedibili gli sviluppi futuri nei prossimi anni.

Possibili ulteriori sviluppi futuri dell'attività di ricerca possono quindi riguardare l'evoluzione del reporting dell'impiego delle tecnologie I4.0, oltre all'AI oggetto del presente lavoro di tesi, analisi che è destinata ad assumere una rilevanza crescente in considerazione dell'obbligatorietà della rendicontazione di sostenibilità che condurrà ad un contesto di maggiore regolamentazione a livello globale.

⁴⁸fonte: finance.yahoo.com

Bibliografia

1. Ahmadi, S. (2023). Open AI and its Impact on Fraud Detection in Financial Industry. *Sina, A.(2023). Open AI and its Impact on Fraud Detection in Financial Industry. Journal of Knowledge Learning and Science Technology ISSN, 2959-6386.*
papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4684331
2. Bartram, J., Brocklehurst, C., Bradley, D., Muller, M., & Evans, B. (2018). Policy review of the means of implementation targets and indicators for the sustainable development goal for water and sanitation. *NPJ Clean Water*, 1(1), 3.
nature.com/articles/s41545-018-0003-0
3. Blesserholt, J. (2021). *The Sins' of greenwashing: A content analysis of greenwashing's role in the fast fashion industry.*
diva-portal.org/smash/get/diva2:1562569/FULLTEXT01.pdf
4. Cañas, H., Mula, J., Díaz-Madroñero, M., & Campuzano-Bolarín, F. (2021). Implementing industry 4.0 principles. *Computers & industrial engineering*, 158, 107379
sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360835221002837
5. Chutcheva, Y., Kuprianova, L., Seregina, A., & Kukushkin, S. (2022). Environmental management of companies in the oil and gas markets based on ai for sustainable development: an international review. *Frontiers in Environmental Science*, 10.
doi.org/10.3389/fenvs.2022.952102
6. Ejsmont, K., Gladysz, B., & Kluczek, A. (2020). *Impact of industry 4.0 on sustainability—bibliometric literature review.* *Sustainability*, 12(14), 5650.
mdpi.com/2071-1050/12/14/5650
7. Ercis, A., & Unalan, M. (2015). Analysis of the world's most innovative companies on the basic of industry: 2005-2014. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 195, 1081-1086
sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815036319

8. Ghallab, M. (2019). Responsible ai: requirements and challenges. *Ai Perspectives*, 1(1).
doi.org/10.1186/s42467-019-0003-z
9. Isabelle, D. and Westerlund, M. (2022). A review and categorization of artificial intelligence-based opportunities in wildlife, ocean and land conservation. *Sustainability*, 14(4), 1979.
doi.org/10.3390/su14041979
10. Koricanac, I. (2021). Impact of AI on the Automobile Industry in the US. *Available at SSRN 3841426*
papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3841426
11. La quarta rivoluzione industriale di Klaus Schwab (Autore) 2016
12. Lamberton, C., Brigo, D., & Hoy, D. (2017). Impact of Robotics, RPA and AI on the insurance industry: challenges and opportunities. *Journal of Financial Perspectives*, 4(1).
papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3079495
13. Mabkhot, M. M., Al-Ahmari, A. M., Salah, B., & Alkhalefah, H. (2018). Requirements of the smart factory system: A survey and perspective. *Machines*, 6(2), 23.
mdpi.com/2075-1702/6/2/23
14. Park H. A. (2016). Are We Ready for the Fourth Industrial Revolution?. *Yearbook of medical informatics*, (1), 1–3.
doi.org/10.15265/IY-2016-052
15. Peng, Y. (2023). Riding the waves of artificial intelligence in advancing accounting and its implications for sustainable development goals. *Sustainability*, 15(19), 14165.
doi.org/10.3390/su151914165
16. Rajak, P., Ganguly, A., Adhikary, S., & Bhattacharya, S. (2023). Internet of Things and smart sensors in agriculture: Scopes and challenges. *Journal of Agriculture and Food Research*, 14, 100776 (per img agri-farma)
sciencedirect.com/science/article/pii/S2666154323002831

17. Santos, B. P., Charrua-Santos, F., & Lima, T. M. (2018, July). Industry 4.0: an overview. In Proceedings of the World Congress on engineering (Vol. 2, pp. 4-6). IAEN, London, UK
iaeng.org/publication/WCE2018/WCE2018_pp415-420.pdf
18. Sánchez, A., Lago, A., Ferràs, X. and Ribera, J., 2011. Innovation management practices, strategic adaptation, and business results: evidence from the electronics industry. Journal of technology management & innovation, 6(2), pp.14-39.
scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-27242011000200002&script=sci_arttext
19. Sætra, H. S. (2021). A framework for evaluating and disclosing the esg related impacts of ai with the sdgs. Sustainability, 13(15), 8503.
doi.org/10.3390/su13158503
20. ur Rehman, I. (2019). Facebook-Cambridge Analytica data harvesting: What you need to know. Library Philosophy and Practice, 1-11.
digitalcommons.unl.edu/libphilprac/2497/
21. Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., Balaam, M., Dignum, V., Domisch, S., ... & Fuso Nerini, F. (2020). The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. Nature communications, 11(1), 1-10.
nature.com/articles/s41467-019-14108-y

Sitografia

1. aics.gov.it/settori-di-intervento/obiettivi-di-sviluppo-sostenibile-sdgs
2. bcg.com/publications/2024/annual-value-creators-rankings
3. delvetool.com/blog/is-content-analysis-qualitative-or-quantitative
4. eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=celex%3A32014L0095
5. finance.yahoo.com/news/investors-growing-increasingly-wary-ai-150014120.html
6. forbes.com/advisor/in/business/software/what-is-ai/
7. globalreporting.org/how-to-use-the-gri-standards/gri-standards-english-language/
8. medium.com/@shreenath_i/gri-standards-2016-vs-2021-1-0-gri-standards-2016-vs-2021-shreenath-shreenath-esg-december-20-4ac68d22939c
9. nexteco.it/gri-standards-cosa-cambia-dal-2023/
10. ohchr.org/en/instruments-mechanisms/instruments/united-nations-millennium-declaration
11. openai.com/index/dall-e-2/
12. sdgs.un.org/goals
13. sdgs.un.org/goals#history
14. sdgs.un.org/2030agenda
15. un.org/en/conferences/environment/stockholm1972

Appendice

Nota per la consultazione della colonna *Disclosure / SDGs*: se in una stessa pagina sono presenti riferimenti a più disclosure, ma non c'è nessuna coerenza tra paragrafo e SDG, la riga *Disclosure / SDGs* risulterà barrata (~~404-2: SDG 8~~) e sarà presente una nota a piè di pagina che approfondirà il motivo dell'esclusione alla rendicontazione finale.

A. Tabella Applicazione Framework su report di Apple

Paragrafo (pagina)	Parola chiave	Disclosure / SDGs	Tipo	P/D
Rotational programs: We also have a number of programs for new graduates to learn through a combination of training and on-the-job work experience. Over a two-year period, participants rotate through multiple teams to gain a breadth of experience and exposure to various projects to help discover their strengths and passion. Upon successful completion of the program, participants will often transition into a non-rotating role within Apple. Our Services, Finance, Operations, and AI/ML functions all offer these types of programs. (p. 27)	AI	- 404-2: SDG 8 - 102-8: SDG 8	des	•
Our approach [...] Our human rights due diligence (see page 10) helps us identify and manage salient human rights risks across our current portfolio, as well as look ahead to fast-evolving areas like machine learning and artificial intelligence (AI). Responsibility for integrating privacy, accessibility, inclusion, education, and health into our products and services cuts across many teams, including Hardware Engineering, Software Engineering, Hardware Technologies, Machine Learning and AI, and Environment, Policy and Social Initiatives. Because we care about our customers, we also have programs in place to understand and support their needs. (p. 48)	AI	- 301-3: SDG 8, SDG 12	des	

<p>Job creation</p> <p>Apple supports millions of jobs in countries around the world [...]. We support 2.8 million jobs across all 50 states through direct employment, spending with U.S. suppliers and manufacturers, and the iOS app economy. In April 2021, Apple announced an acceleration of its U.S. investments, with plans to make new contributions of more than \$430 billion and add 20,000 new jobs across the country over the next five years. This includes a new North Carolina campus, which will create at least 3000 new jobs in machine learning, artificial intelligence, software engineering, and other cutting-edge fields. (p. 48)</p>	Artificial intelligence		qnt	
<p>Our approach</p> <p>[...] Our human rights due diligence (see page 10) helps us identify and manage salient human rights risks across our current portfolio, as well as look ahead to fast-evolving areas like machine learning and artificial intelligence (AI). Responsibility for integrating privacy, accessibility, inclusion, education, and health into our products and services cuts across many teams, including Hardware Engineering, Software Engineering, Hardware Technologies, Machine Learning and AI, and Environment, Policy and Social Initiatives. Because we care about our customers, we also have programs in place to understand and support their needs. (p. 48)</p>	Artificial intelligence	- 301-3: SDG 8, SDG 12	des	
<p>Our approach</p> <p>[...] Our human rights due diligence (see page 10) helps us identify and manage salient human rights risks across our current portfolio, as well as look ahead to fast-evolving areas like machine learning and artificial intelligence (AI). Responsibility for integrating privacy, accessibility, inclusion, education, and health into our products and services cuts across many teams, including Hardware Engineering, Software Engineering, Hardware Technologies, Machine Learning and AI, and Environment, Policy and Social Initiatives. Because we care about our customers, we also have programs in place to understand and support their needs. (p. 48)</p>	machine learning	- 301-3: SDG 8, SDG 12	des	

<p>Privacy governance</p> <p>To keep privacy at the center of our work, we maintain rigorous privacy standards for both customer and employee data. Our Chief Privacy Officer reports to Apple's Senior Vice President and General Counsel, who chairs Apple's Privacy Steering Committee. The Committee sets privacy standards for teams across Apple and addresses or escalates privacy compliance issues. Its members include Apple's Senior Vice President of Machine Learning and AI Strategy and Senior Vice President of Software Engineering, and a cross-functional group of senior representatives from across the business. (p. 50)</p>	AI	- 403-7: SDG 8	des	
<p>Vision</p> <p>Our features for blind and low-vision users include VoiceOver, an industry-leading screen reader that describes exactly what's happening on your device, and Zoom, a screen magnifier that lets you enlarge the content you see on your device [...]. The People Detection feature in Magnifier uses camera, LiDAR Scanner, and on-device machine learning to help support health and safety for users who are blind or have low vision and need to maintain social distancing. (p. 51)</p>	machine learning	- 403-7: SDG 8	des	•
<p>In May 2022 [...]. Using advancements across hardware, software, and machine learning, people who are blind or low vision can use their iPhone and iPad to navigate the last few feet to their destination with Door Detection; users with physical and motor disabilities who may rely on assistive features like Voice Control and Switch Control can fully control Apple Watch from their iPhone with Apple Watch Mirroring; and the Deaf and hard of hearing community can follow Live Captions on iPhone, iPad, and Mac. Read more here. (p. 52)</p>	machine learning	- 403-7: SDG 8	des	•

<p>Inclusive design</p> <p>[...] All across Apple there is a sustained commitment to making products more inclusive for a wide range of diverse groups. [...] We're also taking steps to ensure equity in our cameras' automatic person recognition features so that everyone can have the same extraordinary experience, no matter the photographic subject's skin color, age, or gender. As a result, the machine learning models used in camera technology must show similar performance across various age groups, genders, ethnicities, skin tones, and other attributes. We've also published research on this work to help others learn from it. (p. 52)</p>	<p>machine learning</p>	<p>- 403-7: SDG 8</p>	<p>des</p>	
<p>Job creation</p> <p>Apple supports millions of jobs in countries around the world, [...] In April 2021, Apple announced an acceleration of its U.S. investments, with plans to make new contributions of more than \$430 billion and add 20,000 new jobs across the country over the next five years. This includes a new North Carolina campus, which will create at least 3000 new jobs in machine learning, artificial intelligence, software engineering, and other cutting-edge fields. (p. 68)</p>	<p>machine learning</p>	<p>- 201-1: SDG 8, SDG 9 - 203-2: SDG 1, SDG 3, SDG 8</p>	<p>qnt</p>	<ul style="list-style-type: none"> •

B. Tabella Applicazione Framework su report di Samsung

Paragrafo (pagina)	Parola chiave	Disclosure / SDGs	Tipo	P/D
IoT-Based Infrastructure We monitor our energy consumption through IoT and AI-based HVAC system for better efficiency and control. Operation data from the central air conditioning system and individual air conditioning units is analyzed every minute to set the optimal control value, which is adjusted based on algorithms. [...] to reduce energy consumption by 11-13% per year. (p. 27)	AI	- 302-4: SDG 7, SDG 8, SDG 12, SDG 13	qnt	•
Home Appliances SmartThings Energy is our AI-based solution that allows more energy-efficient use of connected home appliances. The solution monitors ¹⁾ the energy consumption of smart home appliances, including refrigerators, washers, dryers, and air conditioners. (p. 29)	AI	- 302-5: SDG 7, SDG 8, SDG 12, SDG 13	des	•
CS Chatbot We offer around-the-clock troubleshooting through our AI-based chatbot service developed in 2017 by Samsung Research. As of 2021, this service is available in six countries including Korea, the US, and the UK. (p. 34)	AI		des	
Samsung Junior SW Academy Samsung Junior SW Academy trains teachers who provide software education at elementary and junior high schools. [...] In 2021, the curriculum was redesigned to an AI-focused course. Teachers are trained using AI-related content developed in association with experts in the field, and students are provided with programs and kits for hands-on training. (p. 42)	AI		des	
the Da-tective [...] enables automatic image masking of photos using AI technology before they are uploaded online. This prevents damage from the leakage of personal information included in photos. (p. 42)	AI		des	

INTERVIEW - "We must help children prepare themselves for the future amid this whirlwind of changes." Thanks to the media's continued coverage of AI and related technologies, children today are well aware of the importance of developing their capabilities to solve problems based on data, regardless of their field of interest and expertise. (p. 42)	AI	- 203-2: SDG 1, SDG 3, SDG 8	des	•
Samsung SW Academy for Youth [...] offers a year of theoretical and practical training to help youth foster their capabilities and competitiveness as professional software developers [...] followed by an advanced course focused on cultivating competencies to effectively harness Fourth Industrial Revolution technologies including AI and IoT. A total of 2,785 trainees from the first through fifth entrance classes have graduated from SSAFY. Among them, 2,326 have succeeded in landing jobs in diverse fields including IT and finance, recording an employment rate of 84% as of April 2022. In 2022, about 1,700 trainees of the sixth and seventh entrance classes are being trained at SSAFY. (p. 43)	AI	- 203-2: SDG 1, SDG 3, SDG 8	qnt	•
Developing Youth Skills for the Future Samsung Innovation Campus [...] The program contributes to nurturing workplace capabilities in youth by offering theoretical and hands-on IT training for programming, AI, IoT, and big data. [...] A total of 39,182 students in 28 countries received technological training in 2021. In Turkey, in particular, 86% of Samsung Innovation Campus graduates succeeded in being recruited, and some started their own businesses. (p. 43)	AI	- 203-2: SDG 1, SDG 3, SDG 8	qnt	•
Interview with the Program Manager "Samsung Innovation Campus focuses on not only delivering knowledge but also offering guidance for youth on how to grow and achieve their aspirations and dreams. It is always a great joy to witness youth being inspired by state-of-the-art technologies such as AI and IoT. (p. 43)	AI	- 203-2: SDG 1, SDG 3, SDG 8	des	
We strive to fulfill our corporate, social, and ethical responsibilities in relation to our expansion in the field of AI, while also seeking	AI		des	

ways to reinforce the accessibility of our products and services. Additionally, we focus on moving the balanced use of digital devices for consumers. (p. 49)				
We verify the validity of our solutions through regular simulation tests. We strive to provide the optimal security system by combining our world class mobile security expertise with big data analysis and AI technology. (p. 52)	technology		des	
We are ready for the future. We verify the validity of our solutions through regular simulation tests. We strive to provide the optimal security system by combining our worldclass mobile security expertise with big data analysis and AI technology. (p. 52)	AI		des	
AI Ethics for Bixby AI ethics is incorporated into every aspect of Bixby's design and operation. We take necessary measures in advance to prevent possible biases. We ensure compliance with the Sensitive Language Policy that reflects individual countries' laws, regulations, social norms, and consumer sentiment, while also developing and implementing the Sensitive Language Database and Sensitive Recognition Engine. (p. 55)	AI		des	
AI Ethics [...] The development and implementation of AI technology in our products and services presents our efforts to bring positive change to society. Our vision for AI is based on the themes of "User Centric", "Always There", "Always Safe", "Always Helpful", and "Always Learning". This embodies our determination to create user-centric AI-based products and services that are easily accessible, safe, helpful, and continuously evolving through learning. (p. 55)	AI		des	
Principles of AI Ethics With AI expected to bring groundbreaking changes to society, we believe it is critical to take an inclusive and ethical approach to AI technology in order to make contributions to humanity.(p. 55)	technology		des	

Partnerships for AI Ethics We closely cooperate with various stakeholders to enhance the public's understanding of the social impacts of AI and ways to utilize AI technology in a responsible manner. [...] We are sharing in society's efforts to ensure the responsible use of AI and striving to create best practices regarding AI technology. (p. 55)	technology		des	
Principles of AI Ethics - Fairness: - We will apply the values of equality and diversity in AI throughout its entire life cycle - We will not encourage or propagate negative or unfair bias - We will endeavor to provide easy access to all users Transparency: - Users will be aware that they are interacting with AI - AI will be explainable for users to understand its decision or recommendation to the extent technologically feasible - The process of collecting or utilizing personal data will be transparent Accountability: - We will apply the principles of social and ethical responsibility to AI - AI will be adequately protected and have security measures to prevent data breach and cyberattacks - We will work to benefit society and promote corporate citizenship through the AI (p. 55)	AI		des	

<p>Principles of AI Ethics</p> <p>With AI expected to bring groundbreaking changes to society, we believe it is critical to take an inclusive and ethical approach to AI technology in order to make contributions to humanity. Under the aim of ensuring compliance with related laws, and fulfilling our corporate, social, and ethical responsibilities, we have set forth the Principles of AI Ethics (fairness, transparency, and accountability) that are reflected in every aspect of our business activities.</p> <p>AI Ethics Training for Employees</p> <p>We distribute our Guidelines on AI Ethics and promote compliance with them throughout the entire process of designing, developing, releasing, distributing, and operating AI-based products and services. The guidelines are aimed at helping our employees follow the Principles of AI Ethics in their everyday business activities. In 2021, we produced new model cards and data cards, which are templates designed for entering information about AI-based models, service development, and evaluation processes as well as related data. (p. 55)</p>	AI		des	
<p>Partnerships for AI Ethics</p> <p>We closely cooperate with various stakeholders to enhance the public's understanding of the social impacts of AI and ways to utilize AI technology in a responsible manner. We joined the Partnership on AI (PAI) in 2018, an international nonprofit coalition to advance positive outcomes for people and society through AI, and we have actively participated in its discussions and activities. We are sharing in society's efforts to ensure the responsible use of AI and striving to create best practices regarding AI technology. We also take part in the Public-Private Council on the Protection of Users in Intelligent Information Society in Korea and engage in active communication with users, specialists, and related corporations to set the direction for the protection of users of intelligent information service. (p. 55)</p>	AI		des	

<p>“As AI regulations are being reinforced around the world and issues concerning AI ethics continue to emerge, we thought AI ethics training was necessary. We focused on helping trainees more effectively incorporate AI ethics into their everyday business activities.”</p> <p>- Kim Hyeon-wu (Training Planner) – “With greater AI technology comes greater responsibility. I hope this online training program will provide momentum for our AI researchers to become more aware of AI ethics issues.”</p> <p>– Kim Su-jin (Training Planner) – “Although us developers are aware of AI ethics and share the latest changes among ourselves, we need more systematic exposure to such matters. This training program offers us much-anticipated opportunities to prepare ourselves for handling ethical issues.”</p> <p>– Lee Sang-ho (Trainee) – (p. 56)</p>	AI		des	
<p>“Our company offers a wide range of products and services. An AI-based feature developed by one team can be incorporated into a product developed by another or one AI-based feature can be applied into multiple products. In order to better realize such AI-based features in accordance with the traits and conditions of individual products and services, it is essential to facilitate the transparent sharing of AI-based model information among planners and developers.”</p> <p>– Lyu Dug-in (Model Card and Data Card Planner) – (p. 56)</p>	AI		des	
<p>“AI is demonstrating rapid growth and increasingly far-reaching impacts, but it also poses many risks. We must remain alert and strive to find ways to prevent technological development from adversely affecting individuals and society using AI ethics as our foundation.”</p> <p>– Lee Ju-hyeong (Vice President and Head of the AI Ethics Council) – (p. 56)</p>	AI		des	

<p>“It is never easy to deal with the complexity of AI ethics in product planning and development. For example, it may be considered safer to block the recognition of children’s speech for certain products and services. However, it may also be viewed as an act of discrimination. AI ethics is not mathematics, and there is no single correct answer for each issue.”</p> <p>– Kim Tae-hyung (Software Quality Engineering Manager, SE Team) – (p. 56)</p>	AI		des	
<p>AI Ethics Council - The AI Ethics Council is an organization that supports and trains development process/ tools for developers aligned with the Principles of AI Ethics and guidelines for ethical AI development. Launched in April 2021, it is comprised of experts from Samsung Research and the Compliance Team. The very first project was the creation of the model cards and data cards that contain information about our AI-based models and their data. Transparent recording of AI models is the first step toward AI ethics, and we are also adopting the form in line with global trends. Previously, such records were kept by our developers in non-standardized manner. The new templates have helped our developers archive information more systematically and with a greater focus on ethical matters. The model cards and data cards have been introduced to developers through our AI ethics training program. With the continued expansion of AI-based products and services, the council identified the need for developer training on AI ethics and designed the curriculum. The training program deals with the latest global trends in AI regulation, the Principles of AI Ethics, and the Guidelines on AI Ethics, in addition to the use of the model cards and data cards. The council has also worked to collect and share the opinions and ideas of both the government and industry through in-depth discussions with various government agencies and organizations. However, even in the company, AI ethics is still a concern. We face more and more challenges as AI is being implemented to a wider range of products. (p. 56)</p>	AI		des	

<p>Career Development Training</p> <p>All of our employees are given opportunities to design their career development path under the guidance of the heads of their respective organizational units and select corresponding career development programs. For software developers, for example, we provide training on AI/Data, algorithms, software architecture, and code review as well as lectures and training from outside experts and partners. (p. 73)</p>	AI	<p>- 404-3: SDG 5, SDG 8, SDG 10</p> <p>- 404-2: SDG 8</p>	des	•
<p>We also operate programs that have been optimized for different local communities in cooperation with stakeholders.</p> <p>Activities: [...]</p> <p>· Participating in the government-private council in the AI ethics sector (p. 87)</p>	AI		des	

C. Tabella Applicazione Framework su report di Sony

Paragrafo (pagina)	Parola chiave	Disclosure / SDGs	Tipo	P/D
Using AI to analyze and process images reduces the amount of data uploaded to the cloud, while also addressing security and privacy concerns and enabling a reduction in power consumption. (p. 7)	AI		qnt	
<i>tabella con elenco puntato (p. 7)</i>	AI		des	
Contributing via Technological Development Intelligent Vision Sensors "IMX500": [...] Nomad Go is an American company that creates computer vision technology. With the aim of finding a solution to that issue, it utilized the IMX500 and Microsoft's Azure AI to effectively develop an intelligent building solution. Computer vision technology detects whether people are present in a commercial space and, if so, how many for how long. It precisely adjusts the room air conditioning as necessary, reducing energy use and the associated greenhouse gas emissions. (p. 19)	technology		des	
Contributing via Technological Development Intelligent Vision Sensors "IMX500": [...] Nomad Go is an American company that creates computer vision technology. With the aim of finding a solution to that issue, it utilized the IMX500 and Microsoft's Azure AI to effectively develop an intelligent building solution. Computer vision technology detects whether people are present in a commercial space and, if so, how many for how long. It precisely adjusts the room air conditioning as necessary, reducing energy use and the associated greenhouse gas emissions. (p. 19)	computer vision		des	
Contributing via Technological Development Intelligent Vision Sensors "IMX500": Edge AI Solutions That Help Solve Social Issues In May 2020, Sony Semiconductor Solutions Corporation (SSS) announced the commercial release of its IMX500 intelligent vision sensors, the first image sensors in the world to be equipped with AI processing functionality. [...] The logic chip is equipped with SSS's original DSP (Digital Signal Processor) dedicated to AI signal processing, and embedded memory for the AI model. The spread of the IoT has made cloud AI processing systems commonplace. However there is a concern that this will lead to increased CO2 emissions as IP traffic and data	AI		des	

center electricity consumption rise due to higher data volumes from a growing number of IoT devices. Edge AI processing addresses these problems by employing IoT devices that process and analyze data. [...] The issue being tackled is that most commercial buildings currently keep their heating, ventilation and air conditioning systems running whether people are present or not. [...] With the aim of finding a solution to that issue, it utilized the IMX500 and Microsoft's Azure AI to effectively develop an intelligent building solution. Computer vision technology detects whether people are present in a commercial space and, if so, how many for how long. (p. 19)				
IoT for a Sustainable Society: Sony's Earth MIMAMORI platform In order to realize a sustainable society, it is necessary to constantly protect various regions such as mountain forests, satoyama (woodlands surrounding rural settlements), rivers, and coasts. [...] Sony has a range of technologies to realize these systems. • IMX500, intelligent vision sensor equipped with AI processing functionality • Low-power edge AI devices such as SPRESENSE™ that offer advanced sensing in a battery-powered device [...] The data from such sensing can be collected by low-orbit satellites and the necessary information relayed to human society via AI processing. Sony calls this concept "MIMAMORI" and is engaged in research and development to make this mechanism to change human behavior patterns a reality. (p. 19)	AI		des	
Research & Development R&D [...] Prioritizing technologies that are expected to have applications in a variety of businesses, Sony will focus on areas of technology such as the "3R Technologies" of Reality, Real-time and Remote, as well as AI, sensing and security. Corporate R&D carries out various research and development activities in collaboration with multiple R&D organizations located in Japan, China, India, Europe and the United States, utilizing the different characteristics and strengths of each area. (p. 21)	AI		des	
Sony AI Inc. Sony AI was established with the mission to "unleash human imagination and creativity with AI." It aims to accelerate AI research and development, and to combine it with the Sony Group's imaging and sensing technologies, robotics technologies, and entertainment assets [...] to drive transformation across business	AI		des	

domains and contribute to the creation of new ones. In the long-term, Sony AI also envisions helping to solve global-scale issues beyond Sony's business domains. Recognizing the power and influence that AI can have on society, Sony AI aims to contribute by developing AI that is responsible, fair and transparent. (p. 21)				
<p>Priority Initiatives to Achieve New Targets</p> <p>[...] One example is the new Fab5 building at the Nagasaki Technology Center for image sensor production, which commenced operations in April 2021. Here, AI-assisted advanced control technology has been employed in semiconductor production to operate clean-room chillers and boilers, along with a system to recycle waste heat from production equipment to drive boilers, resulting in clean-room energy consumption efficiency being improved by 30% compared to the FY2015 level. [...] Specifically, Sony is exploring investment opportunities in startups working on technology for the environment, mainly through the Sony Innovation Fund: Environment, a corporate venture capital fund established in 2020, as well as through making proposals to national governments and industry associations worldwide. (p. 23)</p>	technology		qnt	
<p>Priority Initiatives to Achieve New Targets</p> <p>[...] One example is the new Fab5 building at the Nagasaki Technology Center for image sensor production, which commenced operations in April 2021. Here, AI-assisted advanced control technology has been employed in semiconductor production to operate clean-room chillers and boilers, along with a system to recycle waste heat from production equipment to drive boilers, resulting in clean-room energy consumption efficiency being improved by 30% compared to the FY2015 level. (p. 23)</p>	AI		qnt	

Creating and Expanding Business Opportunities [...] Sony has already increased the energy efficiency of many of its products. [...] One example of this is the development of IMX500, an intelligent vision sensor with AI processing functionality in its image sensor logic chip. We expect it to be used in IoT fields. (p. 34)	AI	- 302-4: SDG 7, SDG 8, SDG 12, SDG 13 302-3: SDG 7, SDG 8, SDG 12, SDG 13 302-1: SDG 7, SDG 8, SDG 12, SDG 13 201-2: SDG 13 305-3: SDG 3, SDG 12, SDG 13, SDG 14, SDG 15 ⁴⁹	des	•
High Efficiency Energy Systems for Factories Sony Semiconductor Manufacturing Corporation's Nagasaki Technology Center (Nagasaki TEC) aimed to be the most energy efficient factory in the semiconductor industry upon construction of the Fab 5 building. In the refrigerators and boilers that control the temperature and humidity of clean rooms used for semiconductor manufacturing, AI is utilized, and advanced control technology operates the refrigerators at minimum power, while another system reuses the production equipment exhaust heat to power the boiler. These innovations improved clean room energy efficiency by approximately 30% compared to fiscal year 2015. Sony Device Technology (Thailand) Co., Ltd (SDT). installed an energy efficient air conditioning system when it reconstructed its clean room for semiconductor production. The system requires less airflow than conventional air-conditioning systems to keep the work area clean, enabling it to reduce its annual CO2 emissions by approximately 2,700 tons, a 67% reduction compared to the previous system. (p. 47)	technology		qnt	
High Efficiency Energy Systems for Factories [...] AI is utilized, and advanced control technology operates the refrigerators at minimum power, while another system reuses the production equipment exhaust heat to power the boiler. These innovations improved clean room energy efficiency by approximately 30% compared to fiscal year 2015. [...] The system requires less airflow than conventional air-conditioning systems to keep the work area clean, enabling it	AI	- 302-3: SDG 7, SDG 8, SDG 12, SDG 13 - 302-4: SDG 7, SDG 8, SDG 12, SDG 13	qnt	•

⁴⁹a pagina 34, secondo le tabelle a fine report, vengono rendicontati anche altri SDGs ma solo il disclosure 302-4 tratta concretamente il tema dell'efficienza energetica, per maggiore chiarezza sono stati barrati gli altri *disclosure*.

to reduce its annual CO2 emissions by approximately 2,700 tons, a 67% reduction compared to the previous system. (p. 47)				
Using AI-Based Data Analysis to Improve Heat Source System Efficiency Sony's headquarters building is using CALC™, a suite of technologies developed by Sony Computer Science Laboratories that uses AI to analyze large-scale data sets. The tool is being used to improve energy efficiency by analyzing data from the building's heat source system and identifying factors that increase efficiency. [...] Sony's headquarters building utilizes sewage heat energy supplied from the nearby Shibaura Water Reclamation Center for its HVAC systems, which significantly reduces electricity consumption. Using CALC revealed the potential to improve the operation of sewage waste heat pumps, which led to adjustments in the operational controls and the realization of further energy savings. (p. 48)	AI	- 302-3: SDG 7, SDG 8, SDG 12, SDG 13 - 302-4: SDG 7, SDG 8, SDG 12, SDG 13 - 305-1: SDG 3, SDG 12, SDG 13, SDG 14, SDG 15 - 305-2: SDG 3, SDG 12, SDG 13, SDG 14, SDG 15 - 305-4: SDG 13, SDG 14, SDG 15 - 305-5: SDG 13, SDG 14, SDG 15 ⁵⁰	des	
Talent Acquisition [...] Sony ensures diversity, equity and inclusion in hiring and works with external organizations to promote hiring of minorities. In Japan, Sony is strengthening the recruitment of international talent of diverse nationalities for R&D departments and Sony AI Inc. in order to drive progress on advanced technologies and businesses, while also increasing the hiring of talented university graduates and mid-career professionals from around the world. Under its Global Internship Program, Sony welcomes talented university students from a variety of countries/regions, including Japan and other Asian countries, Europe, and North America, to offices in its major business fields. (The entry wage at Sony Group Corporation is established at an equal level for both men and women and is set adequately higher in comparison to the legal minimum wage in each part of the country. (p. 67)	AI	202-1: SDG 1, SDG 5, SDG 8⁵¹ - 405-1: SDG 5, SDG 8	des	•

⁵⁰il disclosure 305-x rendiconta le emissioni e il disclosure 302-x rendiconta il consume energetico, a pagina 48 pur citando il tema della riduzione delle emissioni e dei consumi non vi è nessun tipo di approfondimento o quantificazione necessario per la rendicontazione dei due *disclosure*.

⁵¹202-1 rendiconta una retribuzione che segue le regole di salario minimo, di cui non si fa menzione nel paragrafo incluso nell'analisi.

There is a wide range of content, including lectures by employees to explore Sony's diverse businesses in depth, roundtable discussions where employees share their work-related experiences and thoughts on their job, lectures to get people to think about their career, groups to discuss work styles in remote environments, AI-related workshops, lectures on career development, and discussions of topical books. Sony provides active support so that employees can keep these activities going. (p. 72)	AI	- 404-1: SDG 4, SDG 8, SDG 10 - 405-1: SDG 5, SDG 8 - 404-3: SDG 5, SDG 8, SDG 10	des	
Technology Training Courses [...] Sony develops the basic skills of its new recruits by offering them general technological training designed by its leading engineering experts, as well as specialized training programs developed by each of Sony's business units, which are designed to familiarize the trainees with technologies specific to each business. In fiscal year 2021, 90% of all training was held online and the AI and cloud-related educational content was enhanced. (p. 73)	AI	- 404-1: SDG 4, SDG 8, SDG 10	des	
timeline (p. 86)	AI		des	
Prevention or Mitigation of Potential Negative Impact on Human Rights The human rights impact assessment carried out in 2020 identified the following as potential human rights risk areas: • Human rights risks related to workers in the electronics industry supply chain, including the procurement of raw materials • Potential human rights risks in new technologies such as AI (p. 88)	AI	- 406-1: SDG 5, SDG 8	des	
Responsible AI Initiatives Sony aims to use AI technology in its products and services in a manner that will enrich people's lives and contribute to the advancement of society. In 2018, Sony was one of the first companies to establish AI Ethics Guidelines to ensure that AI development and usage would be aligned with our values, including fairness, transparency, privacy, and stakeholder engagement. (p. 89)	technology		des	
3. Responsible Development and Use of Technologies Responsible AI Initiatives Sony aims to use AI technology in its products and services in a manner that will enrich people's lives and contribute to the advancement of society. In 2018, Sony was one of the first companies to establish AI Ethics Guidelines to ensure that AI development and usage would be aligned with our values, including fairness,	AI	- 406-1: SDG 5, SDG 8	des	

transparency, privacy, and stakeholder engagement. (p. 89)				
Timeline (p. 100)	AI		des	
Responsible AI In accordance with the Sony Group AI Ethics Guidelines, Sony established an internal document stipulating requirements to be complied with in the commercialization process of electronics products and services, and in July 2021 started to include AI ethics assessments in the product development life cycle. (p. 104)	AI		des	
New global privacy laws continue to emerge, raising the bar for privacy compliance across the world. Rapidly evolving cloud-based solutions and social media platforms, smartphones and other mobile devices, Big Data and transformative technologies such as AI, means Sony faces new privacy challenges and risks every day. To be able to respond to these changes and to ensure Sony continues to earn stakeholders' trust, Sony maintains a robust global privacy program. (p. 104)	AI		des	
Stakeholder Dialogue and External Collaboration [...] In May 2017, Sony became the first Japanese company to join the Partnership on AI to Benefit People and Society (PAI), a non-profit organization created to contribute to solutions for some of humanity's challenging problems, including advancing the understanding of AI and addressing ethics surrounding AI technology. One of the most common issues in AI ethics is that of fairness, transparency, and accountability, abbreviated as "FTA." [...] (p. 126)	technology		qnt	
Trusted R&D for AI Sony pursues R&D for AI that is trusted and backed by solid technologies, and is engaged in technical initiatives related to AI ethics. As a solution for securing FTA, Sony equipped its AI development tool Neural Network Console with eXplainable AI (XAI) to make it easy to use. XAI is a technology that enables people to understand the logic behind AI decision-making, an area often called the "black box" since it is not always immediately apparent. (p. 126)	technology		des	
Framework for AI Ethics Initiatives Through the utilization of artificial intelligence (AI), Sony aims to contribute to the development of a peaceful and sustainable society while delivering kando [...] to the world. At the same time, Sony understands that the influence of AI on society is multi-faceted and can have	Artificial intelligence		des	

unintentional consequences. Sony established the Sony Group AI Ethics Guidelines in September 2018 to guide all Sony officers and employees to utilize AI and/or conduct AI-related R&D in a manner that conforms with our values and emerging social norms. (p. 126)				
<p>Responsible AI</p> <p>Framework for AI Ethics Initiatives</p> <p>Through the utilization of artificial intelligence (AI), Sony aims to contribute to the development of a peaceful and sustainable society while delivering kando [...] to the world. At the same time, Sony understands that the influence of AI on society is multi-faceted and can have unintentional consequences. Sony established the Sony Group AI Ethics Guidelines in September 2018 to guide all Sony officers and employees to utilize AI and/or conduct AI-related R&D in a manner that conforms with our values and emerging social norms. The guidelines were subsequently revised to align with Sony's Purpose established in January 2019 to "fill the world with emotion, through the power of creativity and technology." In December 2019, Sony established the Sony Group AI Ethics Committee and since that time has been strengthening its initiatives and framework for AI ethics. In 2021, the AI Ethics Office was established to provide subject matter expertise on AI ethics to all Sony business units. In addition, Sony has established a notification system for AI utilization in products, services, and internal operations in Sony Group's business units, to share information on AI ethics risks. In March 2021, in accordance with the Sony Group AI Ethics Guidelines, Sony established an internal document stipulating requirements to be complied with in the commercialization process of electronic products and services, and in July 2021 started conducting AI ethics assessments in the product development life cycle. Sony uses e-learning tools to promote an understanding of AI ethics among its employees and invites speakers from outside the company to discuss this issue at lectures and symposia. (p. 126)</p>	AI		des	
<p>Stakeholder Dialogue and External Collaboration</p> <p>[...] In May 2017, Sony became the first Japanese company to join the Partnership on AI to Benefit People and Society (PAI), a non-profit organization created to contribute to solutions for some of humanity's challenging problems, including advancing the understanding of AI and addressing ethics surrounding AI technology. One of the most common issues in AI ethics is</p>	AI		des	

that of fairness, transparency, and accountability, abbreviated as “FTA.” Sony utilizes knowledge it has gained from its AI and robotics related research, development, and business ventures and contributes to a number of working groups addressing this issue. Sony chaired the Social and Societal Influences of AI Working Group, which focuses on the social impacts of AI, and currently serves as an expert advisor for PAI’s strategic planning. Sony also serves on the steering committee for ABOUT ML,* an initiative to improve the transparency of machine learning. Sony also serves as an expert advisor to the Explainability Research Project and Diversity and Inclusion Research Project. Sony’s Global Head of AI Ethics is also one of the General Chairs of the 2022 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency (FAccT), the premier conference on sociotechnical algorithmic systems. Sony is also involved with Japanese initiatives to establish principles and guidelines that promote the utilization of AI for social good. These initiatives include the AI Utilization Strategy published by Keidanren (Japan Business Federation) in February 2019 and the Social Principles of Human-centric AI published by Japan’s Cabinet Office in March 2019. Sony is currently a member of the Conference toward AI Network Society, a group within the Ministry of Internal Affairs and Communications whose goal is the comprehensive study of the social, economic, ethical, and legal factors involved in the promotion of AI networks throughout society as a whole. Additionally, Sony is a participant in the Global Partnership on AI, an initiative launched in June 2020 to promote the development and utilization of AI based on human-centric principles, and serves as a member of the AI and Pandemic Response Subgroup, a working group that aids the development of responsible AI solutions for epidemics of infectious disease such as COVID-19. (p. 126)				
Trusted R&D for AI Sony pursues R&D for AI that is trusted and backed by solid technologies, and is engaged in technical initiatives related to AI ethics. As a solution for securing FTA, Sony equipped its AI development tool Neural Network Console with eXplainable AI (XAI) to make it easy to use. XAI is a technology that enables people to understand the logic behind AI decision-making, an area often called the “black box” since it is not always immediately apparent. Sony has also released its machine learning fairness library and	AI		des	

Responsible AI XAI source code as open source software. Additionally, Sony provided its Prediction One predictive analysis tool with the ability to visualize the predictive reasoning. In 2021, Sony also launched the AI ethics flagship within Sony AI with projects to conduct cutting-edge research on the challenges faced in the development of AI products and services, including ethical data collection and algorithmic fairness. Taking advantage of its position as a company that extends across a wide range of industries, Sony will put fair and transparent AI into practice, leveraging its global and diverse perspective. (p. 126)				
Stakeholder Dialogue and External Collaboration [...] One of the most common issues in AI ethics is that of fairness, transparency, and accountability, abbreviated as “FTA.” Sony utilizes knowledge it has gained from its AI and robotics related research, development, and business ventures and contributes to a number of working groups addressing this issue. (p. 126)	robotics		des	
Stakeholder Dialogue and External Collaboration [...] Sony also serves on the steering committee for ABOUT ML,* an initiative to improve the transparency of machine learning. [...] * ABOUT ML stands for “Annotation and Benchmarking on Understanding and Transparency of Machine Learning Lifecycles.” (p. 126)	machine learning		des	
Trusted R&D for AI [...] Sony has also released its machine learning fairness library and Responsible AI XAI source code as open source software. Additionally, Sony provided its Prediction One predictive analysis tool with the ability to visualize the predictive reasoning. In 2021, Sony also launched the AI ethics flagship within Sony AI with projects to conduct cutting-edge research on the challenges faced in the development of AI products and services, including ethical data collection and algorithmic fairness. (p. 126)	machine learning		des	
Framework for AI Ethics Initiatives The guidelines were subsequently revised to align with Sony’s Purpose established in January 2019 to “fill the world with emotion, through the power of creativity and technology.” In December 2019, Sony established the Sony Group AI Ethics Committee and since that time has been strengthening its initiatives and framework for AI ethics. (p. 126)	technology		des	

D. Tabella Applicazione Framework su report di Xiaomi

Nota per la consultazione dei risultati del report: Xiaomi presenta il proprio Bilancio di Sostenibilità 2022 utilizzando i *GRI Standard 2023*; per questioni di uniformità è stata utilizzata la seguente tabella 6 di conversione:

	GRI Standards 2023	GRI Standards 2016
Foundation	GRI 1	GRI 101
General Disclosures	GRI 2	GRI 102
Management Approach	GRI 3	GRI 103

*Tabella 6: Correlazione tra GRI Standards 2016 e GRI Standards 2023.
(elaborazione propria)*

Analizzando i *GRI Standard 2016* e i più recenti *GRI Standard 2023* è evidente come la tabella 6 proposta sia sufficiente alle necessità del lavoro di tesi.

Paragrafo (pagina)	Parola chiave	Disclosure 2023/ SDGs	Tipo	P/D
This year, the Board reviewed and endorsed the Greenhouse Gas (GHG) emission reduction target of Xiaomi Corporation. Please refer to the Technology for Carbon Reduction section of this Report for details. The Board also reviewed and evaluated Xiaomi's operational environmental targets for our delivery progress and the latest adjustment of these targets, and provided recommendations for changes accordingly. (p. 101)	technology		des	

We attach great importance to issues that may have significant impacts on our business, including product and service quality, exploration and accessibility of technology, data security and privacy protection, sustainable supply chain, climate action, employees, and extending our social responsibility, as well as how we contribute to addressing these issues as a company (p. 102)	technology		des	
This year, we introduced several new ESG issues including “Low carbon impact”, “Exploration and accessibility of technology”, “Inclusive technology”, and “Shared success for partners”, to better reflect our business and operation features and respond to stakeholders’ concern. (p. 105)	technology		des	
Technology Created to Better Lives Xiaomi is a consumer electronics and smart manufacturing company with smartphones and smart hardware connected by an IoT platform at its core. [...] Our fundamental approach to creating positive climate impact is unambiguous — a top-down climate strategy to guide direction, a rigorous system for Greenhouse Gas (GHG) data collection and accounting to set valid GHG emission reduction targets, and the adoption of technology-enabled solutions which turn our principles into actions. (p. 108)	technology		des	
Our Climate Strategy [...] To uphold our mission of letting everyone in the world enjoy a better life through innovative technology, we believe it is our responsibility as a global tech innovator to help avert the rapidly changing climate with solutions built upon our strength in technological innovations and operational efficiency. (p. 108)	technology		des	
Low-carbon Satisfaction [...] Now that the groundwork has been paved, we will continue to explore the use of low-carbon technology across more devices and in more scenarios, for our aspiration is to create positive climate impacts, and foster transformation towards a greener lifestyle and low-carbon society. (p. 108)	technology		des	
grafico (p. 109)	technology		des	

<p>Technology for Carbon Reduction Measuring our Carbon Footprint Greenhouse Gas Emissions Calculation</p> <p>The journey to achieving our long-term GHG emission reduction targets begins with accurate data collection, assessment, and tracking of Scope 1, 2, and 3 GHG emissions. At present, Xiaomi's entire value chain primarily relies on the power grid to supply electricity for operation. (p. 110)</p>	technology		qnt	
<p>Through more implementations and practices, we clearly understand that our progress in reducing greenhouse gas emissions depends on a variety of complex factors [...] it is our unwavering commitment to using better and cleaner technology in the way we design, make, and deliver our products and services to users. (p. 111)</p>	technology		des	
<p>Research and Development of Clean Technology and Product Application</p> <p>[...] This year, Xiaomi invested more than 50% of our total R&D expenses in clean technology research and development, and 59.7% of our total revenue was generated from the application of clean technology related patents and products.(p. 112)</p>	technology		des	
<p>R&D on Energy-efficient Technology</p> <p>[...] This year, we have made notable progress in the following areas:</p> <p>5G and Energy-saving Signal Transmission Technology</p> <ul style="list-style-type: none"> • By introducing multiple 5G energy-saving technologies into our smartphones, such as self-adaptive broadband and energy optimization technology, we are able to optimize the adaptive selection and search strategies for 5G network [...]. • With the use of a more advanced WLAN chips [...]. (p. 112) 	technology		des	
<p>Energy-efficient Display Technology</p> <ul style="list-style-type: none"> • By switching to Dark Mode [...], the energy consumption of the display can be reduced by as much as 70% [...]. • The use of energy-saving display in combination with a highly-efficient screen processor can make our display 	technology		des	

approximately 7% more efficient in screen power energy (p. 112)				
Intelligent Energy-saving Technology • The function of auto-adjust display refresh rate [...] • The intelligent audio energy-saving technology will automatically select the most fitting audio volume (p. 113)	technology		des	
Charging Technology [...] This year, we introduced our self-developed dual-charge pump battery management system to our smartphones, which marked the milestone for the full application of self-developed technologies along the entire technology chain of battery (p. 113)	technology		des	
Application of Clean Technology New Energy Products This year, we took a step forward in our New Energy product offerings by launching the portable Mijia Solar Panel, which has a high energy conversion rate thanks to the innovative Meta Wrap Through (MWT) technology.(p. 113)	technology		des	
Low-energy AI Assistant • We have optimized the self-developed algorithms of our AI Assistant, so that it can be activated by voice command now with 37% lower energy consumption. (p. 113)	AI	- 302-5: SDG 7, SDG 8, SDG 12, SDG 13	qnt	•
Energy Management Strengthening Operational Energy Management This year, [...] we have made notable progress in reducing energy consumption and GHG emissions from our operations. Together with our other energy saving measures such as the use of variable frequency control and waste heat recovery technology (p. 114)	technology		qnt	
From Smart Factory to Smart Manufacturing [...] Some of our supply chain partners have already taken on the full set of Xiaomi's smart production process and operation system to help them migrate towards a highly efficient, low-energy, and intelligent manufacturing hub. (p. 117)	intelligent manufacturing	- 201-2: SDG 13	des	•

<p>AIoT for Energy-efficient Dwellings</p> <p>AIoT platform — the combination of the IoT which provides digitalization and connectivity across systems, and the artificial intelligence to optimize system management — is our core lever to enhance system stability while improving energy efficiency. [...] we have developed over 1,000 Xiaomi and Mijia smart home products, which can be controlled and managed via the Mi Home App to optimize energy efficiency. (p. 117)</p>	artificial intelligence	- 201-2: SDG 13	des	•
<p>Technology for Low-carbon Impact</p> <p>At Xiaomi, we believe our model of optimal efficiency is enabling our partners and more scenarios to achieve faster delivery, shortened response cycle, and improved efficiency. (p. 117)</p>	technology		des	
<p>Investing into low-carbon technology</p> <p>Xiaomi has invested in a company that focuses on the R&D of Gallium Nitride (GaN) chips. Compared with conventional Silica chips, a GaN chip's carbon footprint from production to delivery is less than one-tenth of that of a Silica chip, and can reduce as much as 30% CO₂e emissions during the use phase. (p. 118)</p>	technology		qnt	
<p>Sustainable and Impact Investing</p> <p>One of our investment priorities are disruptive technologies, such as those that improve production efficiency, reduce energy consumption, minimize resource consumption, and technology or industrial process that are clean and hazardous-free to the environment. We also place particular emphasis on companies and projects that enhance accessibility to information and communication technology, provide services to vulnerable or minority group, and those with a focus on building inclusive technology. By using investment as our lynchpin, we aim to advocate Xiaomi's sustainable development philosophy more efficiently, and deepen collaboration with partners to work together towards shared growth and sustainable development goals. (p. 118)</p>	technology	- 201-2: SDG 13	des	
<p>schema (p. 119)</p>	AI		des	

grafico (p. 119)	technology		des	
Exploration and Accessibility of Technology Xiaomi considers the innovative technological core of its products and services as an important element in the sustainable business operations of the company. The development of Xiaomi's technology system began with an integrated technological innovation, soon entered into autonomous technological innovation, and continued delving into disruptive technological innovation to achieve mastery and domination of key technological links. We explored the limits of technology, pursued the optimal solution of technology and interaction, and establish an overall technical architecture with wide coverage, great span, and depth around six levels: Perception, Communication, AI, System, Computation, and Output (p. 119)	technology		des	
Exploration and Accessibility of Technology [...] We explored the limits of technology, pursued the optimal solution of technology and interaction, and establish an overall technical architecture with wide coverage, great span, and depth around six levels: Perception, Communication, AI, System, Computation, and Output. (p. 119)	AI		des	
Artificial Intelligence • Xiaomi's artificial intelligence (AI) research and development covers the entire system of technology including visual, acoustic, speech, natural language processing (NLP), knowledge graph, and machine learning. (p. 120)	machine learning	- 201-2: SDG 13	des	
Future Solutions [...] The aim is to build five research centers and one achievement transformation center covering intelligent equipment, intelligent robots, intelligent processes, intelligent manufacturing systems, and system standards, to meet the needs of the industry. (p. 120)	robots	- 201-2: SDG 13	des	

Artificial Intelligence • Xiaomi's artificial intelligence (AI) research and development covers the entire system of technology including visual, acoustic, speech, natural language processing (NLP), knowledge graph, and machine learning. (p. 120)	natural language processing	- 201-2: SDG 13	des	
Xiaomi's artificial intelligence (AI) research and development covers the entire system of technology including visual, acoustic, speech, natural language processing (NLP), knowledge graph, and machine learning. (p. 120)	artificial intelligence	- 201-2: SDG 13	des	
Human-centric Technology [...] • Xiaomi's AI Assistant has been enhanced with human empathy and emotional support functions. [...] This enables Xiaomi's AI Assistant to provide more emotional experiences in its conversation responses with users. (p. 120)	AI	- 201-2: SDG 13	des	
Artificial Intelligence • Xiaomi's artificial intelligence (AI) research and development covers the entire system of technology including visual, acoustic, speech, natural language processing (NLP), knowledge graph, and machine learning. (p. 120)	AI	- 201-2: SDG 13	des	
Artificial Intelligence • Xiaomi's artificial intelligence (AI) research and development covers the entire system of technology including visual, acoustic, speech, natural language processing (NLP), knowledge graph, and machine learning. (p. 120)	technology	- 201-2: SDG 13	des	
Future Solutions • This year, Xiaomi has collaborated with upstream and downstream enterprises, as well as universities and research institutions in the field of intelligent manufacturing, and we were the first enterprise in China to take the lead in establishing a high-level innovation consortium — the 3C Intelligent Manufacturing Innovation Consortium. The aim is to build five research centers and one achievement transformation center covering intelligent equipment, intelligent robots, intelligent processes, intelligent manufacturing systems, and system standards, to meet the needs of the industry. (p. 121)	intelligent manufacturing	- 203-2: SDG 1, SDG 3, SDG 8	des	•

<p>Interconnected, Open and Shared Technology Ecosystem</p> <p>[...] In December 2022, the monthly active user (MAU) of Xiaomi's AI Assistant reached 115 million, with cumulative interaction times reaching 215.8 billion, and is lodged in 5,312 Xiaomi products. In multi-device scenarios, Xiaomi's AI Assistant saves redundant computing, perception, and hardware devices through functions such as cooperative wake-up, unique response, and centralized control. (p. 121)</p>	AI	- 203-2: SDG 1, SDG 3, SDG 8	qnt	•
<p>Enhancing Accessibility of Technology</p> <p>Xiaomi has committed to keeping its hardware net profit margin below 5%, reducing the price threshold for many of its technological products, including smartphones. At the same time, Xiaomi has expanded its retail stores to over 70 markets worldwide, breaking economic and geographic disparities in the technology hardware sector. Xiaomi acknowledges the value of inclusivity, diversity, and equality, and upholds its mission to let everyone in the world enjoy a better life through innovative technology. Xiaomi respects personalized need and strives to make its products as equal, inclusive, friendly, and accessible as possible so that everyone can benefit from the support of Xiaomi's technology and enjoy a better life. In 2022, Xiaomi collaborated with Microsoft China and the Shanghai Youren Foundation to release the Inclusive Design Principles Handbook¹⁵ to promote the concept of inclusive design in technology and promote the development of accessible technology. (p. 121)</p>	technology		des	

<p>Interconnected, Open and Shared Technology Ecosystem</p> <p>With deep underlying technological innovation and optimal end-to-end efficiency, we continue to deliver leading and unique technology products to a wider user base. The number of Xiaomi's AIoT-connected devices reached 589 million, with 11.616 million users having five or more devices connected to Xiaomi's AIoT platform. Xiaomi has established an open and shared IoT ecosystem and a full-scenario voice control ecosystem in rich interconnection and open-sharing scenarios. In December 2022, the monthly active user (MAU) of Xiaomi's AI Assistant reached 115 million, with cumulative interaction times reaching 215.8 billion, and is lodged in 5,312 Xiaomi products. In multi-device scenarios, Xiaomi's AI Assistant saves redundant computing, perception, and hardware devices through functions such as cooperative wake-up, unique response, and centralized control. (p. 121)</p>	technology		des	
<p>Inclusive Technology</p> <p>Xiaomi has always been committed to promoting the concept of inclusive technology through technological development and application. We strive not only to enable people with disabilities to enjoy the benefits of technology, but also to provide technology experiences and tools that are more in line with the needs of users who face difficulties in life due to cognitive limitations, social exclusion, and situational disabilities¹⁷. We insist on building a Humancentric technology and seek to understand the inconveniences caused by various disabilities in life from a more diverse perspective, and constantly deepen our understanding of the needs of people with disabilities and their situational contexts. (p. 121)</p>	technology		des	
grafico (p. 122)	AI		des	
grafico (p. 122)	NLP		des	
grafico (p. 122)	technology		des	

Digital Inclusion Xiaomi Group values the importance of gender, religion, ethnics, and moral equality in the application of AI technology and strives to eliminate discrimination arising from the use of technology. We have established an AI Ethics Committee to ensure that the Xiaomi Group complies with relevant ethical guidelines and regulatory norms in the application of AI technology. (p. 123)	AI		des	
Increase the proportion of inclusive words used in Xiaomi's AI Assistant's Chinese-to-English translation function [...] In 2022, we will adjust the translation logic and targeted AI training to make Xiaomi's AI Assistant's Chinese-to-English translation function more inclusive of the translation context needs of diverse users. (p. 123)	AI		des	
Digital Inclusion Xiaomi Group values the importance of gender, religion, ethnics, and moral equality in the application of AI technology and strives to eliminate discrimination arising from the use of technology. We have established an AI Ethics Committee to ensure that the Xiaomi Group complies with relevant ethical guidelines and regulatory norms in the application of AI technology. Increase the proportion of inclusive words used in Xiaomi's AI Assistant's Chinese-to-English translation function.(p. 123)	technology		des	
Open and Transparent Data Management At Xiaomi, we hold ourselves to the highest standards to minimize the collection and retention of data, and only collect the necessary information for specific, clear, legitimate, and legal purposes. We ensure that this information will not be processed further beyond the aforementioned purposes. Our AI algorithms will not upload any user data without obtaining their permission. (p. 128)	AI	- 2-23: SDG 16	des	
Data Security and Privacy Protection Transparent data management is the foundation for building users' trust, and protecting user data privacy has always been one of Xiaomi's core values. [...] We build a trustworthy privacy management system for	artificial intelligence	- 2-23: SDG 16	des	

users and create more transparent artificial intelligence. (p. 128)				
<p>Training and Communication</p> <p>[...] This year, we provided customized training materials and activities based on the attributes of employees, including:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conducting four phishing email drills, covering all employees and interns • Providing a 2.5-hour online course on security awareness, with a 92% pass rate for all employees • Conducting 10 security technology and privacy training camps, with a total attendance of over 1,500 [...]. (p. 131) 	technology		qnt	
<p>Managing electronic waste at Xiaomi India</p> <p>Xiaomi India manages the recycling of e-waste from smartphones, smart TVs, and laptops in adherence to the Extended Producer Responsibility (EPR) requirements of India. (p. 132)</p>	EPR	- 2-23: SDG 16	des	
<p>Supplier Empowerment</p> <p>Supply Chain Finance</p> <p>Xiaomi's Supply Chain Finance serves the manufacturing economy. We aim to use our digital and technology solutions as a driving force to lead the digital transformation of Small and Medium-sized Enterprises (SMEs), aided by our strong position in the manufacturing economy. Changes will abide by two principles: first, to aid growth with technology; second, that changes must be incremental to ensure stability. [...] (p. 140)</p>	technology		des	
<p>2022 Xiaomi Technology Carnival</p> <p>[...] The Carnival also featured cutting-edge technologies, such as cloud-based gaming and web 3.0, to exhibit Xiaomi's core technological achievements, pioneering innovations, and thought leadership in hardware and software development, as well as the application of AI and IoT in unexplored fields. (p. 143)</p>	AI		des	

<p>Engineer Culture</p> <p>At Xiaomi, we are relentless to forge an Engineer Culture that focuses on innovation and optimal efficiency. We embrace differences, encourage free-minded creativity and expression, and harness the power of our diverse people to drive innovation at scale. Through events such as the Million Dollar Technology Award, Xiaomi Technology Carnival, Xiaomi Hackathon, and Data Mining Competition, we provide a platform for great ideas to clash and sprout — and in one of those events, a total of 16 patent applications were submitted for the competition. In addition, we have introduced interactive content such as the Tech Circle and I Work on Technology in Xiaomi series to enhance our engineer culture and inclusive mindset among our workforce. (p. 143)</p>	technology		des	
<p>2022 Xiaomi Technology Carnival The 2022 Xiaomi Technology Carnival, centered around the theme of Future Exploration, achieved a resounding success with more than 44,000 participants attending the event. [...] (p. 143)</p>	technology		des	
<p>We also actively collaborated with top universities and research institutes this year to invite industry experts to provide courses on AI, robotics, new materials, 5G telecommunication technology, and other related fields. With regard to building a prosperous talent pipeline for the company, we launched the Bingling Plan to provide mid- to high-level technical managers with training on strategy planning, technical leadership, and business analytical skills. (p. 145)</p>	AI		des	
<p>We also actively collaborated with top universities and research institutes this year to invite industry experts to provide courses on AI, robotics, new materials, 5G telecommunication technology, and other related fields. With regard to building a prosperous talent pipeline for the company, we launched the Bingling Plan to provide mid- to high-level technical managers with training on strategy planning, technical leadership, and business analytical skills. (p. 145)</p>	robotics		des	

<p>Supporting Education</p> <p>[...] At Xiaomi, we take pride in being a tech-based innovator and remain committed to using our knowledge and resources to support the growth of talents beyond our own ecosystem, and help them build up skills in the space of STEM, smart manufacturing, AI, and others. This year, we continued to channel our efforts, through Xiaomi Foundation, into the Xiaomi Scholarship and the new Xiaomi Young Scholar programs to support the growth and development of young talents in the tech space (p. 148)</p>	AI	<p>- 203-2: SDG 1, SDG 3, SDG 8</p> <p>- 403-7: SDG 8</p> <p>- 203-1: SDG 5, SDG 9, SDG 11</p>	qnt	
<p>Extending Our Social Responsibility</p> <p>Adhering to the mission of empowering public welfare development with technology and promoting technological innovation with public welfare, Xiaomi firmly believes in the power of technology to make the world a better place. As a starting point, we proactively engage users, communities, governments, and research institutes to understand the needs of various stakeholders across our social hierarchies, and work to use technology as a force good to support education, volunteer service, aiding the distressed and alleviating poverty, emergency disaster relief as our way to give back to society. (p. 148)</p>	technology		des	
<p>Technology risk</p> <p>Technological improvements or innovations that support the transition to a lower-carbon, energy efficient economic system</p> <p>Low impact (Above 4°C Scenario)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Minimal application of lowcarbon technology in product • Investment and the use of recycled materials are on small scale <p>High impact (Below 2°C Scenario)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wide application of low-carbon technology in product • Maximized use of electrification in production facilities • Significant reduction in PUE at data center • Early phase-out of energy inefficient equipment <p>(p. 151)</p>	technology		qnt	

info schematizzate (p. 153)	AI		des	
info schematizzate (p. 154)	AI		des	
<p>Clean technology • Rapid growth in the heat pump and air conditioning home appliances segments</p> <ul style="list-style-type: none"> • AIoT and smart houseware will largely replace traditional houseware market • Energy management and monitoring capabilities becoming mainstream for IoT devices • In 2022, Xiaomi invested more than 50% of our total R&D expenses in clean technology research and development, with a focus on more intelligent, efficient, and green production technology, as well as the development of AIoT products and solutions. <p>These include AI, IoT, smart manufacturing, new electrical appliances and battery management, recyclable secondary materials, and others (p. 154)</p>	technology		qnt	
<p>Greenhouse gas By 2026, reduce per capita GHG emissions from our self-operated campus by 4.5% as compared to the 2020 level. Completed. As of the end of 2022, we have achieved a 21.12% reduction in per capita GHG emissions. Please refer to the Technology for Carbon Reduction chapter for our renewed targets (p. 159)</p>	technology		qnt	