

INTELLIGENZA ARTIFICIALE E AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE: LEGALITÀ, PRE-ADATTIVITÀ E TRANSIZIONE

*Artificial Intelligence and Integrated Environmental Authorization: Legality, Pre-Adaptivity
and Transition*

EMANUELA FURIOSI

Abstract (ITA) Il contributo esamina se - e a quali condizioni - le tecnologie di intelligenza artificiale possano potenziare la dimensione pre-adattiva già presente nell'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA), traghettandola verso un titolo pienamente adattivo capace di governare la transizione ecologica permanente. L'analisi muove dal quadro normativo europeo e nazionale per individuare i principi che presiedono all'impiego dell'I.A. nell'azione amministrativa e le concrete applicazioni sui meccanismi adattativi già presenti *de lege lata*. Il passaggio al titolo pienamente adattivo resta una prospettiva *de iure condendo*, che richiederebbe interventi normativi coordinati e un bilanciamento ancora non compiutamente elaborato tra efficienza amministrativa e garanzie procedurali, nella prospettiva di un paradigma nel quale la certezza del metodo di adattamento sostituisce la certezza statica del contenuto del provvedimento.

Abstract (ENG) This article examines whether - and under what conditions - artificial intelligence technologies can enhance the pre-adaptive dimension already present in the Integrated Environmental Authorization (IEA), steering it toward a fully adaptive permit capable of governing the condition of permanent ecological transition. The analysis draws on the European and national regulatory framework to identify the principles governing the use of AI in administrative action and the concrete applications on the adaptive mechanisms already present *de lege lata*. The transition to a fully adaptive permit remains a *de iure condendo* prospect, requiring coordinated legislative interventions and a balance between administrative efficiency and procedural guarantees that has yet to be fully elaborated, in the perspective of a regulatory paradigm in which the certainty of the method of adaptation replaces the static certainty of the content of the measure as the foundation of legitimate expectations of economic operators.

Parole chiave (ITA): Autorizzazione Integrata Ambientale, Intelligenza artificiale, Amministrazione adattiva, Transizione ecologica permanente, Riserva di umanità

Keywords (ENG): Integrated Environmental Authorization, Artificial Intelligence, Adaptive Administration, Permanent Ecological Transition, Human Reserve

SOMMARIO: 1. Transizione permanente e titolo abilitativo: verso una dimensione adattiva; 2. Il perimetro giuridico dell'IA nell'azione amministrativa; 3. L'AIA come strumento pre-adattivo: potenzialità e limiti dell'integrazione algoritmica; 4. Dal titolo pre-adattivo al titolo adattivo: condizioni, limiti e prospettive.

1. Transizione permanente e titolo abilitativo: verso una dimensione adattiva

La condizione strutturale di transizione permanente¹ - ecologica, tecnologica, climatica, sanitaria - ha da tempo acclarato la necessità per il diritto amministrativo di ripensare e ridisegnare i propri strumenti, incapaci di governare con efficacia quelle realtà caratterizzate da instabilità sistemica e incertezza². Nei contesti di mutamento continuo, di transizione permanente, il titolo abilitativo ha, infatti, mostrato la necessità di evolversi, superando la tradizionale caratteristica di atto statico, definitivo, di fotografia di un determinato assetto di interessi, per accogliere una dimensione dinamica, adattiva, capace di regolare una realtà in continuo cambiamento³.

Al fine di raggiungere tale obiettivo, pare interessante verificare se l'utilizzo di tecnologie di intelligenza artificiale (I.A.) nei contesti caratterizzati da incertezza strutturale, possa rivelarsi qualcosa di più di un abilitatore tecnologico, quanto piuttosto elemento costitutivo di un nuovo paradigma regolatorio e decisionale.

Tali riflessioni pare possano essere primariamente svolte con riferimento al settore ambientale, ove l'impiego di sistemi di I.A. è già stato sperimentato⁴. Un apporto certamente rilevante, che si è rivelato

¹ La matrice teorica della transizione strutturale come condizione endemica della modernità affonda le radici nella riflessione sociologica di U. BECK, *La società del rischio*, (trad. it.), Roma, 2000 (ed. orig. *Risikogesellschaft*, Frankfurt, 1986), il quale aveva già identificato nell'incertezza sistemica il tratto definitivo della tarda modernità. Sul versante dell'epistemologia amministrativistica, il riconoscimento dei limiti della razionalità decisionale è radicato in H.A. SIMON, *The Sciences of the Artificial*, Cambridge (MA), 1969 (3^a ed. 1996) che dimostra come le decisioni pubbliche siano strutturalmente assunte in condizioni di conoscenza incompleta e variabile.

² La crisi degli strumenti tradizionali del diritto amministrativo di fronte all'instabilità sistemica è diagnosticata da E. BOSCOLO, *Introduzione*, in Id. (a cura di), *Decisioni adattive, transizione permanente e adeguamento dei titoli amministrativi*, Editoriale Scientifica, Napoli, 2026, e da M. CAFAGNO, *Amministrazione pubblica dell'ambiente come dialogo tra sistemi complessi*, in *Il diritto dell'economia*, n. 117, 2-3/2025, pp. 103 ss. Il fallimento del paradigma del *command and control* nella gestione di sistemi ecologici complessi è dimostrato da C.S. HOLLING, G.K. MEFFE, *Command and Control and the Pathology of Natural Resource Management*, in *Conservation Biology*, 1996, 10(2), pp. 328 ss.; il *mismatch* scalare tra cicli decisionali pubblici e processi sistemici è analizzato da K.N. LEE, *Greed, Scale Mismatch, and Learning*, in *Ecological Applications*, 1993, 3(4), pp. 560 ss. Sul *legal design* orientato alla resilienza v. J.B. RUHL, *General Design Principles for Resilience and Adaptive Capacity in Legal Systems - With Applications to Climate Change Adaptation*, in *North Carolina Law Review*, 2011, 89, pp. 1373 ss. In prospettiva italiana v. F. FRACCHIA, *Transizioni: il punto di vista del diritto amministrativo*, Editoriale Scientifica, Napoli, 2024.

³ Come osserva E. BOSCOLO (a cura di), *Decisioni adattive, transizione permanente e adeguamento dei titoli amministrativi*, Editoriale Scientifica, Napoli, 2026, il modello tradizionale produce decisioni «tese a disporre effetti nel tempo senza previsione di alcun momento di verifica successiva», con conseguente sistematica inadeguatezza dei risultati. Esperienze prototipali di titoli a struttura adattiva sono già presenti nell'ordinamento: la VIA, per effetto delle condizioni ambientali che la corredano e della sua rivedibilità; l'autorizzazione integrata ambientale (AIA); le autorizzazioni farmaceutiche sottoposte a farmacovigilanza; le concessioni idriche, per le quali si veda E. BOSCOLO, *Le politiche idriche nella stagione della scarsità*, Milano, 2012 ma anche i contratti di fiume per i quali si rinvia a C. LEONE, *Adaptive management e sfide ambientali*, in E. BOSCOLO (a cura di), *Decisioni adattive, transizione permanente e adeguamento dei titoli amministrativi*, Napoli, 2026 e C. LEONE, *I contratti di Fiume negli argini del diritto amministrativo*, 2024. Sul piano teorico-comparatistico, il paradigma dell'*adaptive management* quale fondamento di una nuova tipologia provvedimentale è elaborato da R.K. CRAIG e J.B. RUHL, *Designing Administrative Law for Adaptive Management*, in *Vanderbilt Law Review*, 2014, 67, pp. 1 ss.; J.B. RUHL, *General Design Principles for Resilience and Adaptive Capacity in Legal Systems*, in *North Carolina Law Review*, 2011, 89, pp. 1373 ss.; J.B. RUHL, *Regulation by Adaptive Management - Is it Possible?*, in *Minnesota Journal of Law, Science and Technology*, vol. 7, pp. 21 ss. Per la trasposizione del modello nell'ordinamento italiano cfr. E. FURIOSI, *Il procedimento amministrativo di fronte alle transizioni permanenti: spunti dalla proposta di Model Adaptive Management Procedure Act statunitense*, in E. BOSCOLO (a cura di), *op. cit.*, 2026; E. FURIOSI, *Toward an Adaptive Administrative Procedure in the Italian Legal System: Insights from the U.S. Model Adaptive Management Procedure Act*, in *CERIDAP*, 4/2025.

⁴ Esperienze già consolidate di utilizzo di sistemi predittivi per la pianificazione dei controlli sulla base dell'analisi del rischio, per il rilevamento automatico di anomalie nei flussi di dati trasmessi dai gestori e per la prevenzione

capace di massimizzare l'efficacia dell'azione pubblica⁵, ma che fino ad ora pare essenzialmente limitato alla fase istruttoria del procedimento⁶.

L'applicazione di tali tecnologie, quindi, non è avveniristica ma attuale. Pare, quindi, interessante tentare di comprendere se le stesse possano fungere da catalizzatore di quell'evoluzione in ottica adattiva del provvedimento amministrativo (e correlativamente del suo procedimento).

Sicché occorre anzitutto verificare quale sia, oggi, la cornice normativa (europea e nazionale) che rende possibile l'impiego dell'I.A. in ambito ambientale e a quali condizioni.

2. Il perimetro giuridico dell'IA nell'azione amministrativa

In ambito ambientale l'impiego di sistemi di I.A. da parte delle pubbliche amministrazioni pare di particolare interesse. Lo stesso Regolamento (UE) 2024/1689 del Parlamento europeo e del Consiglio del 13 giugno 2024 - il c.d. A.I. Act - riconosce espressamente che l'I.A. possa condurre a risultati vantaggiosi sul piano ambientale. In particolare, il considerando (4) menziona il «*monitoraggio ambientale, conservazione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi, mitigazione dei*

di fenomeni di falsificazione documentale sono documentate da *Ecoscienza*, n. 4/2024, ARPAE Emilia-Romagna, *Intelligenza Artificiale e Controllo Ambientale*. Sul piano teorico-generale, il fondamento di tali applicazioni risiede nella capacità dei sistemi di IA di gestire l'attività predittiva attraverso l'apprendimento automatico (*machine learning*), che consente di identificare schemi ricorrenti nei dati e formulare previsioni a partire da basi conoscitive storiche e in tempo reale: cfr. D.-U. GALETTA E J.G. CORVALÁN, *Intelligenza Artificiale per una Pubblica Amministrazione 4.0? Potenzialità, rischi e sfide della rivoluzione tecnologica in atto*, in *federalismi.it*, n. 3/2019, pp. 8 ss. L'impiego dell'IA in funzione di supporto all'istruttoria amministrativa - senza sostituzione della decisione umana - è ritenuto ammissibile, e anzi auspicabile sul piano dell'efficienza, dalla dottrina prevalente, a condizione che siano garantiti i principi di trasparenza algoritmica, tracciabilità e non discriminazione (ivi, pp. 20-21). Sotto il profilo della governance dei dati quale presupposto necessario all'automazione si veda anche G. CARULLO, *Gestione, fruizione e diffusione dei dati dell'amministrazione digitale e funzione amministrativa*, Giappichelli, Torino, 2017.

⁵ La rilevanza dell'apporto dell'intelligenza artificiale nell'ottimizzazione dell'azione di controllo ambientale è attestata da esperienze concrete. In ambito statunitense, l'US EPA ha dimostrato che la pianificazione delle ispezioni nel settore dei rifiuti pericolosi mediante algoritmi di *Machine Learning* (tipo *Random Forest*) ha portato all'individuazione del 56% delle violazioni per campagna ispettiva, rispetto al 38% ottenuto con la programmazione tradizionale; nel settore della protezione delle acque (*Clean Water Act*), il medesimo approccio ha raggiunto una capacità di corretta previsione dell'esito dei controlli pari al 94,1% su un campione di 316.030 imprese. In Italia, il Progetto SAvaGeR sviluppato da ARPA Lombardia a partire dal 2018 per l'individuazione di depositi illegali di rifiuti mediante tecniche di *Computer Vision* applicata all'osservazione terrestre ha conseguito una precisione superiore al 94%, con un impegno di risorse umane stimato tra il 2% e il 10% di quanto necessario per la ricerca esclusivamente manuale. Cfr. P. Fimiani, G. Sgorbati, *Intelligenza artificiale ed illeciti ambientali*, studio curato per la Fondazione Vittorio Occorsio, Roma-Milano, 17 febbraio 2025, pp. 11-13 (analisi di rischio e pianificazione dei controlli), pp. 21-23 (caso Lombardia).

⁶ D.-U. GALETTA E J.G. CORVALÁN, *op. cit.*, p. 14, osservano che «*l'uso di sistemi di Intelligenza Artificiale è immaginabile (ed accettabile) soprattutto con riguardo alla fase istruttoria del procedimento amministrativo*», concernendo «*essenzialmente le attività interne alle Pubbliche Amministrazioni (c.d. back-office)*», con esclusione dell'emanazione di atti provvedimentali a rilevanza esterna; gli stessi Autori precisano che l'utilizzo di algoritmi non muta il sistema di imputabilità delle decisioni né consente di sottrarre al funzionario persona fisica le proprie competenze e responsabilità (ivi, p. 20). In giurisprudenza, nel medesimo senso, TAR Lazio, Roma, sez. III-bis, 10 settembre 2018, nn. 9224-9230, e 9 novembre 2018, n. 10828, secondo cui alle procedure informatiche va «*riservato un ruolo strumentale e meramente ausiliario in seno al procedimento amministrativo e giammai dominante o surrogatorio dell'attività dell'uomo*», con richiamo agli artt. 3, 24 e 97 Cost. e all'art. 6 CEDU. Cfr. altresì F. PATRONI GRIFFI, *La decisione robotica e il giudice amministrativo*, in *giustizia-amministrativa.it*, 28 agosto 2018, p. 8. Sul piano della gestione dei dati come presupposto tecnico dell'automazione istruttoria v. G. CARULLO, *op. cit.*

cambiamenti climatici e adattamento ad essi» tra i settori in cui l'IA può spiegare i propri effetti benefici.

Le disposizioni dell'AI Act sono, poi, integrate sul versante nazionale, dalla recente legge 23 settembre 2025, n. 132 “Disposizioni e deleghe al Governo in materia di intelligenza artificiale” e dal D.lgs. 18 luglio 2024, n. 103, “Semplificazione dei controlli sulle attività economiche”. A questi si affianca, con particolare riferimento alla tutela penale dell’ambiente, la Direttiva (UE) 2024/1203. È da tali fonti che si può ricavare la cornice giuridica di sistema, che detta condizioni, garanzie e limiti all’impiego dell’IA in tale settore.

Il quadro normativo - ancora in costruzione - ha dato vita a un dibattito dottrinale che occorre richiamare almeno nei suoi nodi essenziali, prima di esaminarne i contenuti specifici, con particolare attenzione alla regolazione ambientale.

Il primo nodo è il rapporto tra decisione amministrativa automatizzata e principio di legalità. La dottrina ha chiarito che l'impiego di algoritmi nel procedimento non è riconducibile a un mero fatto organizzativo, legittimato dalle disposizioni del CAD *sull'e-government*. Viceversa esso richiede una autonoma giustificazione sul piano del conferimento del potere, perché il ricorso all'IA introduce uno “iato” rispetto alla reingegnerizzazione meramente informativo-organizzativa dell'attività amministrativa, incidendo sulla sostanza del “calcolo decisionale” e non solo sulla sua forma esteriore⁷.

In altri termini, l'algoritmo non altera le *norme di relazione* che definiscono i diritti soggettivi e i poteri attribuiti all'amministrazione, ma incide sulle *norme di azione* che disciplinano i principi e gli *standard* del corretto esercizio di quei poteri, la cui inosservanza determina l'annullabilità dell'atto ai sensi dell'art. 21-octies, l. 241/1990, definendo una modalità di formazione del provvedimento strutturalmente diversa da quella tradizionale, che richiede autonoma disciplina.

La legalità che deve sorreggere le decisioni automatizzate è pertanto una legalità di “secondo grado”, incrementale e graduata⁸. Una norma generale permissiva - quale quella ricavabile dall'art. 14 della l.

⁷ La tesi della valenza meramente organizzativa della scelta di affidare a un algoritmo le decisioni relative a un insieme di pratiche amministrative - secondo cui tale scelta attiene alla metodologia prescelta dall'amministrazione ai fini dell'articolazione del procedimento, alternativa rispetto a quella tradizionale - è stata elaborata da A. MASUCCI, *L'atto amministrativo informatico. Primi lineamenti di una ricostruzione*, Napoli, 1993, p. 86, ed è stata accolta, almeno come *obiter dictum*, da TAR Lazio-Roma, sez. III-bis, 22 marzo 2017, n. 3769. La sua insufficienza è dimostrata da S. CIVITARESE MATTEUCCI, «*Umano troppo umano*». *Decisioni amministrative automatizzate e principio di legalità*, in *Diritto pubblico*, fasc. 1, 2019, pp. 5 ss., spec. pp. 8-12, ove si argomenta l'esistenza di uno «iato» tra la reingegnerizzazione riferita all'aspetto informativo-organizzativo e il ricorso all'IA, poiché nel caso della decisione il ricorso alla tecnologia «*non può che riguardare la sostanza, vale a dire il “calcolo decisionale”*», rendendo necessaria un'autonoma giustificazione sul piano del conferimento del potere; nello stesso senso, con riferimento alla distinzione tra norme di relazione e norme di azione, R. CAVALLO PERIN, *Il principio di legalità nell'amministrare pubblico per algoritmi*, in AA.VV., *Diritti e doveri di cittadinanza tra Italia ed Europa*, Torino, pp. 103-109, spec. pp. 105-107. Il rifiuto giurisprudenziale della tesi organizzativa è espresso con nettezza da TAR Lazio-Roma, sez. III-bis, 10 settembre 2018, n. 9227, e confermato da Cons. Stato, sez. VI, 8 aprile 2019, n. 2270.

⁸ S. CIVITARESE MATTEUCCI, «*Umano troppo umano*». *Decisioni amministrative automatizzate e principio di legalità*, in *Diritto pubblico*, fasc. 1, 2019, pp. 5 ss., spec. pp. 8-12 e 34-40, che distingue tra legalità formale di conferimento e legalità sostanziale/tipicità del potere algoritmico, e individua nella norma generale permissiva il presupposto necessario ma non sufficiente per un ordinamento conforme alla *rule of law*; R. CAVALLO PERIN, *Il principio di legalità nell'amministrare pubblico per algoritmi*, in AA.VV., *Diritti e doveri di cittadinanza tra Italia ed Europa*, Torino, pp. 103-109, spec. pp. 105-107, che precisa come l'algoritmo non alteri le *norme di relazione* che definiscono gli elementi essenziali dell'atto (art. 21-septies, l. 241/1990) ma incida sulle *norme di azione* disciplinanti l'esercizio del potere (art. 21-octies, l. 241/1990), rendendo necessaria una norma speciale e ragionevole per ciascun procedimento automatizzato; per il raccordo con il principio di legalità come base legale

132/2025 - deve essere integrata da specifiche previsioni che definiscano, per ciascuna fattispecie di potere, presupposti, modalità tecniche e garanzie procedurali dell'automazione, con un'intensità proporzionale all'incidenza del sistema sulla determinazione finale. Il principio di legalità non si esaurisce nel conferimento del potere sostanziale ma impone che la «norma di conferimento» prenda seriamente in considerazione i valori procedurali del diritto amministrativo - trasparenza, motivazione, partecipazione, sindacabilità - adattandoli alle specificità tecnologiche del sistema impiegato, secondo l'approccio che la letteratura comparata ha definito *Administrative Law by Design*.

Il secondo nodo riguarda il perimetro dell'automazione ammissibile. Già prima della codificazione operata dalla l. 132/2025, l'ordinamento esprimeva nell'art. 97 Cost. e nelle disposizioni sul responsabile del procedimento di cui alla l. 241/1990 quello che può essere definito un “principio antropomorfo” immanente secondo cui il conferimento di potere decisionale a un apparato amministrativo implica, salvo diversa previsione espressa, la riferibilità della decisione a un atto intenzionale umano. Questo principio non ostacola l'impiego dell'IA, ma ne delimita il perimetro strutturale. L'algoritmo può operare legittimamente nei segmenti istruttori e di supporto conoscitivo del procedimento, ma non può sostituire la valutazione umana responsabile nella fase dispositiva, pena la rottura del nesso di imputazione tra la norma attributiva del potere e il soggetto cui tale potere è conferito. Questo limite, elaborato dalla dottrina come “riserva di umanità”⁹, è oggi espressamente codificato dall'art. 14, comma 2, della l. 132/2025, secondo cui l'IA opera «in funzione strumentale e di supporto all'attività provvedimentale» e il funzionario «resta l'unico responsabile dei provvedimenti e dei procedimenti» in cui sia stata utilizzata.

Il terzo nodo attiene alla qualità tecnica dell'automazione in funzione della sua controllabilità giurisdizionale. I sistemi di IA *rule-based*, nei quali l'interpretazione delle disposizioni giuridiche è tradotta a monte in un insieme di regole e criteri predeterminati dall'uomo, e i sistemi basati sull'apprendimento automatico, nei quali il metodo di addestramento e la selezione dei dati costituiscono la fonte della decisione, richiedono requisiti di trasparenza differenziati. Per i sistemi *rule-based*, la trasparenza impone di specificare il metodo di programmazione e i casi di test utilizzati per convalidare il sistema. Per quelli basati sull'apprendimento automatico, occorre invece rendere conto del metodo di addestramento e dei dati impiegati, con particolare riguardo ai criteri di inclusione e selezione. In entrambi i casi, la tracciabilità dell'*output* algoritmico - intesa come possibilità di ricostruire *ex post* l'iter logico che ha condotto alla determinazione - è la condizione affinché il materiale istruttorio prodotto dall'IA possa essere trattato come elemento del procedimento suscettibile di motivazione, verifica e contestazione in sede giurisdizionale¹⁰.

Legalità graduata, riserva di umanità, tracciabilità differenziata: questi tre nodi definiscono il quadro teorico entro cui si inserisce la proposta di integrare sistemi di IA nei meccanismi di adattamento dell'AIA. Le applicazioni ipotizzate si collocano strutturalmente al di qua del confine della riserva di

nel lessico europeo v. ID., *Ragionando come se la digitalizzazione fosse data*, in *Diritto amministrativo*, n. 2, 2020, p. 317; sul requisito della norma di conferimento specifica per fattispecie v. altresì V. D'ANTINO, *L'approccio basato sul rischio nell'AI Act*, in *Federalismi.it*, n. 18/2025, pp. 30-31.

⁹ S. CIVITARESE MATTEUCCI, op. cit., pp. 21-22 (principio antropomorfo ricavabile dalla l. 241/1990); G. GALLONE, *Riserva di umanità e funzione amministrativa*, Milano, 2023 (riserva di umanità come principio immanente con funzione giuspoietica e conformativa); A. CORRADO, I nuovi contratti pubblici, intelligenza artificiale e blockchain, in *Federalismi.it*, n. 19/2023, p. 134.

¹⁰ S. CIVITARESE MATTEUCCI, op. cit., pp. 14-15, con riferimento alle Linee guida UE per una I.A. affidabile (progetto 2018) sulla distinzione tra sistemi *rule-based* e sistemi basati sull'apprendimento e i relativi requisiti di tracciabilità differenziati.

umanità, operando sul piano istruttorio e non su quello dispositivo, e risultano compatibili con i presidi di legalità già presenti nell'ordinamento vigente, pur richiedendo, per una piena implementazione, gli interventi normativi coordinati esaminati nella sezione conclusiva.

L'*A.I. Act*, com'è noto, adotta un approccio *risk-based*¹¹, che si struttura in quattro livelli: sistemi a rischio inaccettabile (vietati *ex art. 5*); sistemi ad alto rischio (soggetti agli obblighi del Capo III); sistemi a rischio limitato (obblighi di trasparenza); sistemi a rischio minimo. La collocazione dei sistemi di I.A. utilizzati dalla pubblica amministrazione in materia ambientale in questa tassonomia non è univoca e richiede un'analisi differenziata sulla base della funzione dagli stessi svolta.

Quando il sistema di I.A. è impiegato come “componente di sicurezza” nella gestione di “infrastrutture critiche” - e in particolare nella fornitura di acqua, gas, riscaldamento o elettricità - la classificazione come sistema ad alto rischio discende immediatamente dall'Allegato III, punto 2, senza necessità di ulteriori valutazioni. Il considerando (55) chiarisce che rientrano in tale categoria i sistemi «*utilizzati per proteggere direttamente l'integrità fisica delle infrastrutture critiche ovvero la salute e la sicurezza delle persone e dei beni*», precisando che «*tra gli esempi di componenti di sicurezza di tali infrastrutture critiche possono rientrare i sistemi di monitoraggio della pressione idrica o sistemi di controllo degli incendi nei centri di cloud computing*».

Diverso e più problematico è il caso dei sistemi impiegati nelle procedure autorizzatorie ambientali in senso stretto - quali VIA, VAS, AIA e concessioni idriche - nonché nelle attività di controllo e vigilanza. Tali impieghi non sono espressamente contemplati dall'Allegato III dell'AI Act come autonoma categoria applicativa. Ne consegue che la loro eventuale riconduzione al regime dei sistemi ad alto rischio non può essere affermata in via generale, ma richiede una verifica puntuale della funzione concretamente svolta dal sistema e della sua effettiva incidenza sul processo decisionale. In questa prospettiva, assume rilievo il criterio della materialità dell'influenza sull'esito della decisione: ove il sistema si limiti ad attività meramente ausiliarie, quali l'aggregazione, l'organizzazione o la strutturazione dei dati di monitoraggio, senza incidere in modo sostanziale sulle valutazioni amministrative, non ricorrono i presupposti per la qualificazione in termini di alto rischio. Diversamente, nei casi in cui l'impiego del sistema contribuisca in modo significativo all'orientamento delle determinazioni amministrative - ad esempio in sede di riesame dell'AIA o nella definizione del contenuto prescrittivo di un provvedimento di VIA - si impone una valutazione più rigorosa circa il regime applicabile e le garanzie da assicurare.

Per i sistemi classificati ad alto rischio - sia quelli rientranti nell'Allegato III, punto 2, sia quelli che superano la soglia della materialità dell'influenza decisionale nelle procedure autorizzatorie ambientali - l'*A.I. Act* impone presidi specifici. In primo luogo, la supervisione umana effettiva¹². Il Regolamento richiede che l'*output* del sistema non sia recepito come vincolo automatico, bensì sia ricondotto a una valutazione umana responsabile, capace di comprenderne limiti, margini di errore e il rischio di

¹¹ Sull'approccio *risk-based* come struttura portante dell'AI Act, v. considerando 46 e artt. 6-7 del Reg. (UE) 2024/1689, che definiscono i criteri di classificazione dei sistemi ad alto rischio. L'allegato III elenca, tra le applicazioni ad alto rischio, talune destinate alle autorità pubbliche (artt. 6 ss. e allegato III, punti 6, 7, 8). Sul raccordo tra approccio *risk-based* e diritti fondamentali, v. J. PONCE SOLÉ, *Artificial Intelligence and Interaction Between Machines and Humans: Discretionary Powers, Human Reserve in the Public Sector and the EU Regulation of 2024*, in *CERIDAP*, 2026, 1, DOI 10.13130/2723-9195/2026-1-120, § 3.

¹² Cfr. art. 14 Reg. (UE) 2024/1689. La norma impone che i sistemi ad alto rischio siano progettati in modo da permettere a persone fisiche di esercitare una supervisione effettiva durante l'utilizzo, di comprendere le capacità e i limiti del sistema e di rilevare e correggere derive, malfunzionamenti o output inattesi. Cfr. anche considerando 89.

*automation bias*¹³. In secondo luogo, la tracciabilità¹⁴, vale a dire la registrazione delle operazioni, dei dati rilevanti e degli output, *conditio sine qua non* affinché il risultato algoritmico possa essere trattato come materiale istruttorio, suscettibile di motivazione, verifica e contestazione. In terzo luogo, la qualità e robustezza del sistema¹⁵, vale a dire l'accuratezza, la resistenza agli errori e la cybersicurezza, caratteristiche ed elementi imprescindibili nel settore ambientale, ove la tenuta dell'intero procedimento dipende dall'affidabilità della catena che va dalla misurazione all'interpretazione e, infine, all'eventuale intervento pubblico.

Pare opportuno precisare che l'*A.I. Act* non contiene un divieto espresso e generalizzato di decisioni pubbliche automatizzate. Difatti sono espressamente vietate le pratiche specificamente elencate nell'art. 5, tra le quali non figura la decisione amministrativa automatizzata in quanto tale¹⁶.

A livello europeo, la Direttiva (UE) 2024/1203, che ridisegna la tutela penale dell'ambiente¹⁷, si inserisce nel medesimo contesto sistematico. Pur non disciplinando espressamente l'impiego dell'IA nelle indagini ambientali, la direttiva enfatizza la necessità di rafforzare l'efficacia investigativa e la disponibilità di evidenze solide, orientamento che trova coerenza con l'impiego di strumenti di analisi automatizzata ai fini della rilevazione tempestiva di anomalie, della correlazione di dati e della costruzione di evidenze tecniche strutturate¹⁸. Tale compatibilità sistematica non attenua le garanzie

¹³ Il rischio di *automation bias* – ossia la tendenza degli operatori umani ad affidarsi acriticamente all'*output* algoritmico senza interrogarne i presupposti – è analiticamente descritto in D. KAHNEMAN, O. SIBONY, C.R. SUNSTEIN, *Noise: A Failure of Human Judgment*, 2021. PONCE SOLÉ, *op. cit.*, § 2.2, ne sottolinea la rilevanza giuridica in termini di potenziale violazione del diritto a una buona amministrazione. Cfr. altresì C. COGLIANESE, A. LAI, *Algorithm vs. Algorithm*, in *Faculty Scholarship at Penn Law*, 2795, 2022.

¹⁴ Cfr. rtt. 12 e 13 Reg. (UE) 2024/1689. L'art. 12 impone la tenuta di log automatici per l'intera durata del ciclo di vita del sistema; l'art. 13 richiede un livello sufficiente di trasparenza che consenta agli utenti di interpretare in modo pertinente l'output prodotto. La tracciabilità costituisce, sul piano procedimentale, la condizione affinché l'output algoritmico possa essere trattato come materiale istruttorio suscettibile di motivazione e verifica in sede di sindacato giurisdizionale.

¹⁵ Cfr. art. 15 Reg. (UE) 2024/1689, che disciplina accuratezza, robustezza e cybersicurezza dei sistemi ad alto rischio. Il requisito assume rilievo peculiare in ambito ambientale, ove la catena che va dalla misurazione (o dal dato trasmesso da sensori remoti) all'interpretazione e all'intervento pubblico è condizione di tenuta dell'intero procedimento.

¹⁶ L'assenza nell'*A.I. Act* di un divieto espresso e generalizzato di decisioni pubbliche automatizzate è segnalata dalla dottrina più avvertita. V. PONCE SOLÉ, *op. cit.*, § 5: «*I think that Article 5 of the EU regulation should include a reference to the prohibition of fully automated administrative decisions*». L'Autore rileva che l'allegato III – pur utilizzando verbi come “assistere”, “valutare” o “stabilire priorità” – non rende inequivoca l'esclusione dell'automazione completa in assenza di rischio elevato ma in presenza di discrezionalità amministrativa. Il divieto è pertanto da qualificare come dato *de lege ferenda*, fondato sul principio di precauzione applicato al settore. In dottrina v. anche G. GALLONE, *Riserva di Umanità e Funzione Amministrativa*, 2023; J. PONCE, *Inteligencia artificial, Derecho administrativo y reserva de humanidad: algoritmos y procedimiento administrativo debido tecnológico*, in *Revista General de Derecho Administrativo*, 1, 2019.

¹⁷ Direttiva (UE) 2024/1203 del Parlamento europeo e del Consiglio dell'11 aprile 2024, sulla tutela penale dell'ambiente, che sostituisce le direttive 2008/99/CE e 2009/123/CE (GUUE L, 30 aprile 2024), entrata in vigore il 20 maggio 2024; termine di recepimento: 21 maggio 2026. Il rafforzamento dell'efficacia investigativa è prescritto dall'art. 13 - che impone la disponibilità di «*strumenti investigativi efficaci e proporzionati*», ivi inclusi strumenti speciali analoghi a quelli impiegati contro la criminalità organizzata - e dall'art. 18, che prevede formazione specializzata periodica per le autorità competenti. Il collegamento con l'impiego dell'IA nelle indagini ambientali è profilo di compatibilità sistematica e non prescrizione positiva del testo.

¹⁸ Sul contributo dell'IA alla costruzione di evidenze tecniche in materia ambientale, con le relative implicazioni in ordine alla spiegabilità e contestabilità dell'*output*, v. F. PASQUALE, *New Laws of Robotics: Defending Human Expertise in the Age of AI*, 2020; C. SOM, L.M. BILTY, A.R. KÖHLER, *The Precautionary Principle as a Framework for a Sustainable Information Society*, in *Journal of Business Ethics*, 85, 2009, 493-505.

applicabili: al contrario, l'impiego dell'IA come strumento di raccolta probatoria accresce l'esigenza che l'evidenza prodotta sia spiegabile, verificabile e contestabile, posto che è destinata a innestarsi su procedimenti suscettibili di incidere sul titolo abilitativo.

Sul versante nazionale, la legge 23 settembre 2025, n. 132 si muove in un paradigma antropocentrico e, per l'impiego dell'IA nella pubblica amministrazione, rafforza l'esigenza di conoscibilità del funzionamento, tracciabilità dell'utilizzo e permanenza della responsabilità della persona titolare del potere¹⁹.

Tale principio non è privo di antecedente nell'ordinamento interno. Il d.lgs. 7 marzo 2005, n. 82 (Codice dell'Amministrazione Digitale, CAD) costituisce, infatti, l'infrastruttura normativa generale entro cui si iscrive l'impiego di tecnologie digitali nell'azione amministrativa, a monte tanto dell'*A.I. Act* quanto della legge 132/2025. Il CAD già prefigurava, sia pure in termini prevalentemente organizzativi e programmatici, le condizioni abilitanti per l'automazione dei processi amministrativi: l'obbligo di utilizzare le tecnologie dell'informazione garantendo l'interoperabilità dei sistemi (art. 12, comma 5), la gestione informatica del procedimento e del fascicolo documentale (art. 41), e la condivisione del patrimonio informativo detenuto dalle amministrazioni attraverso la Piattaforma Digitale Nazionale Dati (art. 50-ter)²⁰. Il raccordo tra questa cornice e i più recenti presidi imposti dall'*AI*

¹⁹ Il quadro giurisprudenziale in materia è definito da due pronunce fondamentali. Cons. Stato, sez. VI, 13 dicembre 2019, n. 8472, ha individuato quali «*elementi di minima garanzia per ogni ipotesi di utilizzo di algoritmi in sede decisoria pubblica*» la «*piena conoscibilità a monte del modulo utilizzato e dei criteri applicati*» e «*l'imputabilità della decisione all'organo titolare del potere*», precisando altresì che l'algoritmo deve essere conoscibile «*secondo una declinazione rafforzata del principio di trasparenza*» che ne consenta la comprensione anche in quanto regola espressa in linguaggio non giuridico. TAR Lazio, Roma, sez. III-bis, 10 settembre 2018, n. 9227, ha ribadito che gli istituti di partecipazione, trasparenza e accesso «*non possono essere legittimamente mortificati e compressi soppiantando l'attività umana con quella impersonale*», con conseguente *vulnus* dell'obbligo di motivazione. Tali principi sono ora codificati nell'art. 14, l. 23 settembre 2025, n. 132, che prescrive la conoscibilità del funzionamento e la tracciabilità dell'utilizzo dei sistemi di IA impiegati dalle pubbliche amministrazioni, confermando la strumentalità dell'algoritmo rispetto al potere decisionale del funzionario, unico responsabile del provvedimento. Sul raccordo con il diritto a una buona amministrazione ex art. 41 CDFUE v. GALLONE, *op. cit.*; PONCE SOLÉ, *op. cit.*, § 3. Questi principi si inscrivono nel più ampio dibattito sul sindacato giurisdizionale sulle valutazioni tecnico-discrezionali. A partire dalla pronuncia di Cons. Stato, sez. IV, 9 aprile 1999, n. 601, la giurisprudenza ha riconosciuto la sindacabilità intrinseca delle operazioni tecniche quanto a correttezza del criterio applicato e del procedimento seguito, escludendo tuttavia la sostituzione giudiziale della valutazione - il c.d. sindacato intrinseco debole. Nell'AIA questo standard trova applicazione diretta. Il rilascio, il rinnovo e il riesame dell'autorizzazione integrata ambientale implicano valutazioni tecnico-scientifiche connotate da ampia discrezionalità, sindacabili solo in caso di esiti abnormi o manifestamente illogici (Cons. Stato, sez. IV, 5 settembre 2022, n. 7706, richiamata da Cons. Stato, sez. IV, 24 febbraio 2025, n. 1568). Con riguardo specifico alla fissazione dei valori limite nel range previsto dalle *BAT Conclusions*, il sindacato giurisdizionale rimane circoscritto alla verifica di manifesta illogicità o irragionevolezza (Cons. Stato, sez. IV, 7 agosto 2024, n. 7041). Il raccordo con l'impiego dell'IA nell'istruttoria è diretto. Quando l'output algoritmico entra nel procedimento di riesame dell'AIA o nella ridefinizione delle prescrizioni tecniche, si inserisce nell'esercizio di una funzione di discrezionalità tecnica: i presidi di tracciabilità e motivazione controllabile imposti dall'*AI Act* e dall'art. 14 della l. 132/2025 sono, in questa prospettiva, la condizione affinché il materiale istruttorio algoritmico regga allo *standard* del sindacato intrinseco. Su tale raccordo, in senso generale, v. altresì Cons. Stato, sez. VI, 5 novembre 2025, n. 8608, secondo cui i giudizi connotati da ampia discrezionalità tecnico-valutativa «*devono essere sempre e comunque sorretti da un'ampia e circostanziata motivazione, dalla quale sia possibile ricostruire sia le premesse sia l'iter logico seguito nel percorso valutativo che si conclude con il giudizio finale*».

²⁰ Sul CAD come infrastruttura normativa abilitante per l'automazione dei processi amministrativi v. D.-U. GALETTA, J.G. CORVALÁN, *Intelligenza Artificiale per una Pubblica Amministrazione 4.0?*, cit., pp. 5-6; G. CARULLO, *Gestione, fruizione e diffusione dei dati dell'amministrazione digitale e funzione amministrativa*,

Act in materia di tracciabilità e conoscibilità dell'output algoritmico consente di leggere il quadro normativo vigente come un sistema stratificato ma coerente, nel quale il CAD fornisce l'infrastruttura, la legge 132/2025 il paradigma antropocentrico di *governance*, e l'*AI Act* le garanzie procedurali specifiche per i sistemi ad alto rischio.

Per i titoli abilitativi ambientali, tale principio parrebbe tradursi nell'obbligo di incardinare il sistema di I.A. entro presidi che consentano all'amministrazione di motivare in modo controllabile e all'operatore di comprendere e contestare i passaggi rilevanti del procedimento.

Un ulteriore fondamento normativo è offerto dal D.lgs. 12 luglio 2024, n. 103, che introduce la logica della vigilanza orientata al rischio nei controlli sulle attività economiche²¹. L'adozione di tale approccio *risk-based* costituisce il terreno organizzativo sul quale i sistemi di I.A. possono innestarsi in modo coerente: la profilazione del rischio, la selezione delle priorità ispettive e la rilevazione di anomalie rappresentano ambiti nei quali l'impiego di strumenti avanzati è funzionale all'obiettivo di rendere l'intervento pubblico più efficace e proporzionato. Il raccordo con l'I.A. non è di ordine meramente interpretativo, difatti l'art. 9 del decreto dispone espressamente che le amministrazioni titolari di funzioni di controllo «*adottano misure volte ad automatizzare progressivamente le proprie attività...ricorrendo a soluzioni tecnologiche, ivi incluse quelle di intelligenza artificiale, in coerenza con il principio di proporzionalità al rischio*». Il sistema di profilazione di cui all'art. 3, articolato su ambiti omogenei che includono espressamente la "protezione ambientale", costituisce pertanto il quadro organizzativo entro il quale i sistemi di IA possono operare in modo funzionalmente coerente con la logica del decreto.

In sintesi, l'utilizzo di sistemi di IA nei procedimenti e nei controlli ambientali è ammissibile a condizione che tali sistemi siano inquadrati come strumenti di supporto istruttorio, monitoraggio e gestione del rischio, e non come meccanismi di sostituzione della valutazione pubblica.

La cornice normativa europea e nazionale individua i presidi necessari: supervisione umana effettiva, tracciabilità, motivazione controllabile, contestabilità dell'output algoritmico. Questo quadro assume particolare rilevanza per i titoli abilitativi ambientali, nei quali l'impiego dell'I.A. incide direttamente sui meccanismi di monitoraggio, controllo e aggiornamento delle prescrizioni²². L'Autorizzazione Integrata Ambientale rappresenta, in tal senso, il caso paradigmatico per verificare come le tecnologie di I.A. possano interagire con un sistema autorizzativo già dotato di meccanismi di pre-adattività, potenziandone l'efficacia operativa entro il perimetro normativo vigente.

Giappichelli, Torino, 2017. Sul raccordo tra art. 3-bis L. 241/1990 e digitalizzazione del procedimento v. già GALETTA-CORVALÁN, *ivi*, p. 5.

²¹ D.lgs. 12 luglio 2024, n. 103, recante «Disposizioni in materia di riordino della disciplina dei controlli sulle attività economiche», G.U. n. 172 del 24 luglio 2024. Il decreto introduce, in attuazione dell'art. 27-*quater* l. 24 novembre 2000, n. 340, una logica di vigilanza proporzionata al profilo di rischio del soggetto controllato e dell'attività svolta. Il collegamento tra tale approccio e l'impiego di sistemi di IA per la profilazione del rischio ispettivo non è esplicitamente disciplinato dal decreto, ma risulta coerente con la sua *ratio* teleologica.

²² Per una ricostruzione sistematica del paradigma dell'autorizzazione ambientale a struttura "aperta" e adattiva, v. A. BARONE, *Amministrazione del rischio e intelligenza artificiale*, in *European Review of Digital Administration & Law – ERDAL*, 2020, 1, 67; F. FREDIANI, *La clausola condizionale nei provvedimenti ambientali*, Bologna, 2019; R. D'ERCOLE, *Le prescrizioni nelle autorizzazioni ambientali: verso una progressiva erosione?* in *Riv. quad. dir. amb.*, 2020, 213. In materia di AIA come provvedimento a struttura adattiva, cfr. E. FURIOSI, *Il procedimento amministrativo di fronte alle transizioni permanenti: spunti dalla proposta di Model Adaptive Management Procedure Act statunitense*, in E. BOSCOLO (a cura di), *Decisioni adattive, transizione permanente e adeguamento dei titoli amministrativi*, Editoriale Scientifica, Napoli, 2026, p. 14.

3. L'AIA come strumento pre-adattivo: potenzialità e limiti dell'integrazione algoritmica

L'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA), disciplinata dalla Parte Seconda, Titolo III-*bis*, del d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152, pare un caso paradigmatico per valutare le potenzialità trasformative dell'IA.

L'A.I.A., infatti, fondata sull'approccio integrato e sull'adozione delle *Best Available Techniques* (BAT), prevede riesami periodici obbligatori, un Piano di Monitoraggio e Controllo (PMC) quale componente strutturale del provvedimento e la possibilità di aggiornare le prescrizioni al mutare delle condizioni tecniche e ambientali²³.

Il rapporto tra amministrazione e gestore nell'A.I.A. non si esaurisce con l'adozione del titolo ma si sviluppa nel tempo attraverso l'attuazione e il controllo delle prescrizioni, secondo la logica del "si condizionato" che caratterizza la decisione in materia ambientale²⁴. Sicché il sistema contiene, già *de lege lata*, un principio di adattività procedimentalizzata. Tuttavia, tale adattività resta largamente inespressa a causa di limiti strutturali che il contesto della transizione ecologica rende particolarmente evidenti. Si pensi, ad esempio, ai riesami obbligatori scanditi da tempistiche rigide, ai Sistemi di Monitoraggio delle Emissioni (SME) strutturalmente discontinui²⁵, vulnerabilità al *performance bias*, procedimenti di modifica onerose anche per varianti non sostanziali. Si assiste così a un disallineamento strutturale tra il mutamento delle condizioni ambientali e la regolamentazione amministrativa²⁶.

Come s'è accennato, il settore ambientale già conosce l'impiego di sistemi di IA, che tuttavia si colloca esclusivamente a valle del titolo abilitativo, principalmente nell'attività di istruttoria e/o di controllo e vigilanza. Alcune agenzie ambientali - tra le quali, ad esempio, ARPAE Emilia-Romagna²⁷ - utilizzano algoritmi di *machine learning* per costruire modelli predittivi del rischio di inadempimento al fine di massimizzare le risorse ispettive sui soggetti a maggiore rischio. Pare di interesse anche il Progetto SAvaGeR di ARPA Lombardia, che ha applicato tecniche di *computer vision* all'osservazione terrestre per l'individuazione di depositi illegali di rifiuti con livelli di precisione superiori al 94%²⁸. Si

²³ Art. 29-sexies, commi 1 e 4, e art. 29-octies, comma 4, d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152. Le BAT sono definite dalla Commissione europea attraverso i *BAT Reference Documents* (BREF) e sintetizzate nelle *BAT Conclusions*, che fissano i livelli di prestazione ambientale associati alle migliori tecniche disponibili. Sul modello AIA v. G. DE GIORGI, *Le procedure integrate*, in R. FERRARA, M.A. SANDULLI (a cura di), *Trattato di diritto dell'ambiente*, Giuffrè, Milano, 2014, 212; F. Fracchia, *I procedimenti amministrativi in materia ambientale*, in AA.VV., *Diritto dell'ambiente*, Laterza, Roma-Bari, 2013, 213 ss.

²⁴ Sul "si condizionato" quale regola provvedimentale nelle autorizzazioni ambientali v. R. D'ERCOLE, *Le prescrizioni nelle autorizzazioni ambientali: verso una progressiva erosione?* in *Rivista quadrimestrale di diritto dell'ambiente*, 2020, 213 ss.; F. SALVIA, *Ambiente e sviluppo sostenibile*, in *Rivista giuridica dell'ambiente*, 1998, 235 ss. Sul carattere "duttile, plasmabile e dinamico" dell'AIA v. altresì Corte cost., 9 maggio 2013, n. 85.

²⁵ Allegato VI alla Parte Quinta del d.lgs. 152/2006, punto 3.4: l'indice minimo di disponibilità mensile degli SME è fissato all'80%, con obbligo di comunicazione del guasto solo se superiore a 48 ore continuative; le verifiche con metodi di riferimento hanno cadenza annuale.

²⁶ Il *mismatch* tra cicli decisionali pubblici e processi sistemici di mutamento ambientale è analizzato da K.N. LEE, *Greed, Scale Mismatch, and Learning*, in *Ecological Applications*, 1993, 3(4), 560 ss. Il fallimento del modello del *command and control* nella gestione di sistemi ecologici complessi è dimostrato da C.S. HOLLING, G.K. MEFFE, *Command and Control and the Pathology of Natural Resource Management*, in *Conservation Biology*, 1996, 10(2), 328 ss. In prospettiva italiana v. E. BOSCOLO (a cura di), *Decisioni adattive*, cit., Introduzione.

²⁷ L'esperienza di ARPAE Emilia-Romagna è documentata in *Ecoscienza*, n. 4/2024, ARPAE Emilia-Romagna, numero monografico *Intelligenza artificiale e controllo ambientale*. Il quadro metodologico europeo è rappresentato dalla metodologia IRAM (Network IMPEL) e dalla metodologia SSPC, approvata dal Consiglio Federale del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente con deliberazione 63/CF del 15 marzo 2016. Il raccordo tra approccio *risk-based* e d.lgs. 12 luglio 2024, n. 103 è disciplinato dall'art. 9 del medesimo decreto.

²⁸ V. *supra* nota 5.

tratta, tuttavia, di strumenti che incidono sulla funzione di controllo, non sull'architettura interna del provvedimento A.I.A. né sui suoi meccanismi di aggiornamento delle prescrizioni. Allo stato attuale, infatti, l'IA supporta l'istruttoria e la pianificazione ispettiva, ma non è integrata nei meccanismi adattativi del titolo.

La questione che il presente contributo intende affrontare si colloca pertanto sul piano della proposta *de iure condendo*: verificare se e a quali condizioni normative le tecnologie di IA potrebbero essere integrate nei meccanismi interni del titolo abilitativo, potenziandone la pre-adattività già presente nella struttura dell'AIA.

Tale prospettiva non implicherebbe l'introduzione di un paradigma estraneo al sistema autorizzativo, né la sostituzione della struttura provvedimentale con un automatismo decisionale, come probabilmente richiederebbe una piena implementazione della gestione adattiva. Nell'utilizzo ipotizzato, infatti, l'IA interverrebbe sui meccanismi di adattività già esistenti – riesami, PMC, prescrizioni integrative – rendendoli più efficaci, tempestivi e calibrati sul contesto reale.

L'ipotizzata implementazione di tali tecnologie potrebbe agire su quattro profili in particolare. Il primo riguarderebbe il superamento dello sfasamento temporale dei riesami, con un approccio *risk-based* alimentato da *machine learning*, che consentirebbe di segnalare condizioni che giustificano un riesame anticipato, trasformando l'adempimento scadenzato in risposta calibrata su evidenze concrete²⁹. Il secondo profilo atterrebbe al superamento delle discontinuità strutturali dei sistemi di monitoraggio delle emissioni (SME), che potrebbero essere perfezionati grazie a strumenti di *anomaly detection* automatica e continua dei dati trasmessi dai gestori, trasformando il piano di monitoraggio e controllo (PMC) da strumento di verifica periodica *ex post* a sistema di sorveglianza dinamica, che alimenta costantemente l'istruttoria³⁰, che non si esaurisce con l'emissione del titolo o con il rinnovo dello stesso.

²⁹ Sul potenziale trasformativo dell'approccio *risk-based* alimentato da IA nei meccanismi di riesame periodico v. M. CAFAGNO, *Amministrazione pubblica dell'ambiente come dialogo tra sistemi complessi*, in *Il diritto dell'economia*, anno 71, n. 117 (2-3/2025), 103 ss. Sul riesame come strumento di adattività proceduralizzata nell'AIA vigente v. S.R. MASERA, in E. BOSCOLO (a cura di), *Decisioni adattive*, cit., 39-40. In sede giurisprudenziale, i presupposti e i limiti del riesame sono oggi definiti con precisione. Le ipotesi di riesame dell'AIA, con valenza di rinnovo o parziale, sono tassative: l'autorità competente non può avviare il riesame in qualsiasi momento, ma solo nei casi contemplati dai commi 3 e 4 dell'art. 29-*octies* d.lgs. 152/2006, che traspongono le ipotesi previste dall'art. 21 della direttiva 2010/75/UE. Il termine «periodicamente» di cui al comma 1 serve esclusivamente a impedire che l'AIA abbia efficacia temporale indeterminata, e va coordinato con la scadenza decennale del comma 3, lett. b) (Cons. Stato, sez. IV, 25 luglio 2022, n. 6513). Nel riesame con valenza di rinnovo *ex art. 29-*octies**, comma 3, lett. b), l'autorità competente deve tuttavia considerare tutti i nuovi elementi sopravvenuti idonei a condizionare l'esercizio dell'installazione, compresi i vincoli localizzativi introdotti da piani regionali successivi al rilascio dell'AIA (Cons. Stato, sez. IV, 24 febbraio 2025, n. 1568). Il carattere tassativo delle ipotesi di riesame è, sul piano *de iure condendo*, il limite strutturale entro cui si colloca la proposta di integrare sistemi di IA nei meccanismi di adattamento dell'AIA. Un approccio *risk-based* algoritmico potrebbe segnalare condizioni che integrano i presupposti di cui all'art. 29-*octies*, comma 4, lett. a) - inquinamento tale da rendere necessaria la revisione dei valori limite - o lett. b) - modifiche sostanziali delle BAT - senza tuttavia sostituire la valutazione dell'autorità competente circa la sussistenza dei presupposti tassativi di legge.

³⁰ Il PMC come componente strutturale dell'AIA è disciplinato dall'art. 29-*decies*, comma 3, d.lgs. 152/2006. L'infrastruttura normativa per la condivisione interoperabile dei dati tra pubbliche amministrazioni è quella di cui agli artt. 50-*ter* e 59 CAD, già richiamati *supra*, nota 16. Sulla qualità dei dati come presupposto tecnico e requisito normativo implicito per l'impiego di sistemi di IA in contesti automatizzati v. FIMIANI, SGORBATI, *op. cit.*, pp. 31-32. Sulla digitalizzazione come infrastruttura abilitante per l'adattamento in tempo reale v. M. GRIEVES, J. VICKERS, *Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems*, in F.-J. KAHLEN, S. FLUMERFELT, A. ALVES (a cura di), *Transdisciplinary Perspectives on Complex*

Il terzo riguarderebbe la riduzione del *performance bias* con l'integrazione di sistemi di IA con tecnologie *blockchain* che permetterebbe di costruire registri distribuiti e immutabili dei dati ambientali, prevenendo manipolazioni *ex post* e rafforzando la dimensione della prova digitale tracciabile valorizzata dalla Direttiva (UE) 2024/1203³¹. Il quarto profilo atterrebbe alla calibrazione dinamica delle prescrizioni sull'evoluzione del contesto territoriale grazie, ad esempio, all'integrazione con piattaforme GIS e modelli meteorologici, il che consentirebbe di valutare l'impatto cumulativo delle installazioni sul territorio, potenziando la funzione dell'approccio integrato oltre il perimetro della singola installazione³².

In tali ipotesi strumenti di I.A. potrebbero fornire dati e informazioni – vale a dire materiale istruttorio qualificato - che l'amministrazione potrebbe utilizzare per valutare, ad esempio, se ricorrano i presupposti per l'esercizio dei poteri di riesame o per l'adozione di prescrizioni integrative, non intaccando in alcun modo la fase decisionale del procedimento. Sicché la supervisione umana effettiva, la tracciabilità e la motivazione controllabile – presidi richiesti dall'*AI Act* e dalla legge 132/2025, e già consolidati nella giurisprudenza amministrativa nazionale – assicurerebbero che l'apporto algoritmico si mantenga entro un perimetro compatibile con i principi fondamentali del diritto amministrativo italiano³³.

Systems: New Findings and Approaches, 2017, pp. 85 ss. La giurisprudenza, cfr. TAR Emilia-Romagna, sez. I, 31 ottobre 2023, n. 632, ha affermato con chiarezza il rigore istruttorio e motivazionale richiesto quando i dati di monitoraggio fondano decisioni di aggiornamento delle prescrizioni: il principio di precauzione «*deve essere temperato con il principio di proporzionalità e ragionevolezza, con la conseguenza che l'Amministrazione è tenuta a condurre un'adeguata istruttoria che dimostri l'idoneità e l'adeguatezza della prescrizione imposta, considerando il rapporto tra il risultato concretamente perseguibile e i costi da sostenere per il suo raggiungimento*»; a fronte delle osservazioni del gestore che rappresenti la difficoltà di rispettare i parametri imposti, l'amministrazione «*avrebbe dovuto acquisire [...] maggiori informazioni in ordine ai fattori che determinano l'occasionale sfioramento dei limiti, alle possibilità di evitarle e ai relativi costi*». Tale principio assume rilievo diretto nella prospettiva qui esaminata: i dati rilevati in tempo reale da sistemi di *anomaly detection* algoritmici - anche laddove segnalino scostamenti rispetto ai valori attesi - non possono essere recepiti dall'amministrazione come presupposto automatico per l'aggiornamento delle prescrizioni, ma devono essere sottoposti a valutazione istruttoria autonoma, la quale sola consente di costruire la motivazione controllabile e proporzionata che il diritto vigente richiede.

³¹ Direttiva (UE) 2024/1203 del Parlamento europeo e del Consiglio dell'11 aprile 2024, sulla tutela penale dell'ambiente (GUUE L, 30 aprile 2024), art. 13. Sul contributo dell'IA alla costruzione di evidenze tecniche spiegabili e contestabili v. P. FIMIANI, G. SGORBATI, *op. cit.*, 11-13.

³² Sullo sviluppo dei sistemi informativi geografici (GIS) come infrastruttura di integrazione dei dati territoriali in funzione ambientale v. P. FIMIANI, G. SGORBATI, *op. cit.*, 18-19, con riferimento al repertorio nazionale dei dati territoriali di cui all'art. 59 del d.lgs. 7 marzo 2005, n. 82, e al d.lgs. 19 agosto 2005, n. 195, sull'accesso del pubblico all'informazione ambientale.

³³ Cons. Stato, sez. VI, 13 dicembre 2019, n. 8472: i requisiti minimi di garanzia per l'utilizzo di algoritmi in sede decisoria pubblica sono la «*piena conoscibilità a monte del modulo utilizzato e dei criteri applicati*» e «*l'imputabilità della decisione all'organo titolare del potere*». Cfr. altresì TAR Lazio, Roma, sez. III-bis, 10 settembre 2018, n. 9227, e TAR Lazio, Roma, sez. III-bis, 22 marzo 2017, n. 3769. Sul principio di supervisione umana effettiva come presidio strutturale v. J. Ponce Solé, *Artificial Intelligence and Interaction Between Machines and Humans*, cit., § 3; G. GALLONE, *Riserva di umanità e funzione amministrativa*, Wolters Kluwer-CEDAM, Milano, 2023. Con riguardo specifico alle valutazioni sottese al rilascio e al riesame dell'AIA, la giurisprudenza ha chiarito che esse sono connotate da ampia discrezionalità tecnico-scientifica, sindacabili nei soli casi di esiti abnormi o manifestamente illogici: in particolare, la fissazione dei valori limite nel *range* BAT è soggetta a sindacato circoscritto alla manifesta illogicità (Cons. Stato, sez. IV, 7 agosto 2024, n. 7041); le valutazioni tecnico-discrezionali richiedono motivazione circostanziata (Cons. Stato, sez. VI, 5 novembre 2025, n. 8608). Tali principi assumono rilievo diretto nella prospettiva qui esaminata: i presidi di tracciabilità e motivazione controllabile imposti dall'*AI Act* e dalla l. 132/2025 sono la condizione affinché l'output algoritmico

In sintesi, non vi sarebbe un mutamento del paradigma giuridico dell'AIA, ma un netto miglioramento della sua capacità di governare la permanente instabilità delle transizioni in atto. Ad oggi mancano però i necessari interventi normativi coordinati.

L'integrazione di sistemi di I.A. nei meccanismi adattativi del titolo pone anche questioni di responsabilità degli apparati pubblici. La supervisione umana sugli esiti algoritmici non copre l'intera attività ma opera a campione o su ricorso, per la correzione di ingiustizie o disfunzioni. Si delinea in questo quadro la categoria dell' "errore digitale scusabile" del funzionario che abbia osservato gli esiti dell'istruttoria algoritmica nel rispetto dei presidi normativi vigenti. Il principio del buon andamento ex art. 97 Cost. riceve così una declinazione nuova in cui il monitoraggio in tempo reale dei procedimenti attraverso piattaforme digitali permette di rilevare e correggere scostamenti sistemici, ma la valutazione umana resta la garanzia ultima dell'equità della decisione³⁴.

4. Dal titolo pre-adattivo al titolo adattivo: condizioni, limiti e prospettive

Sul piano della *lex lata*, come s'è detto, la cornice normativa europea e nazionale legittima già oggi l'impiego dell'IA come strumento di supporto istruttorio, monitoraggio e gestione del rischio nell'attività di controllo ambientale, a condizione che siano preservati supervisione umana effettiva, tracciabilità, motivazione controllabile e contestabilità dell'*output* algoritmico. Ciò è dimostrato dalle applicazioni concrete già in atto nell'attività di vigilanza, che non hanno richiesto particolari interventi normativi e paiono porsi nel pieno rispetto dei principi del diritto amministrativo.

Sul piano *de iure condendo*, tuttavia, la prospettiva di integrare tali tecnologie nei meccanismi interni al titolo abilitativo - ad esempio potenziando la pre-adattività già strutturalmente presente nell'AIA - solleva interrogativi che l'ordinamento non ha ancora compiutamente elaborato e che richiederebbero, questi sì, interventi normativi coordinati.

Il primo profilo è quello della riserva di legalità, poiché qualsiasi forma di adattamento algoritmico delle prescrizioni richiederebbe una *abilitatio legis* esplicita, presumibilmente attraverso modifiche alla disciplina settoriale dell'AIA contenuta nel d.lgs. 152/2006 e, in prospettiva più ampia, alla legge 241/1990, con l'introduzione di una disciplina generale dei "procedimenti amministrativi adattivi", che predetermini presupposti, modalità, limiti e garanzie³⁵.

Il secondo profilo è quello della compatibilità con l'*AI Act* e con la legge 132/2025, i quali escludono la decisione algoritmica *strictu sensu* e consolidano il principio della strumentalità dell'algoritmo rispetto alla valutazione finale del funzionario. Sicché una loro eventuale modifica in senso "adattivo-

possa reggere al sindacato intrinseco che il giudice amministrativo esercita sulle valutazioni tecniche complesse.

³⁴ R. CAVALLO PERIN, G.M. RACCA, *Le responsabilità degli enti pubblici con la trasformazione digitale*, in *Diritto amministrativo*, fasc. 4/2025, pp. 1051 ss., spec. pp. 1058-1065.

³⁵ Sul tema dell'*abilitatio legis* come condizione necessaria per l'adozione di un procedimento amministrativo adattivo cfr. E. FURIOSI, *Il procedimento amministrativo di fronte alle transizioni permanenti: spunti dalla proposta di Model Adaptive Management Procedure Act statunitense*, in E. BOSCOLO (a cura di), *Decisioni adattive, transizione permanente e adeguamento dei titoli amministrativi*, Editoriale Scientifica, Napoli, 2026, pp. 30-31, che ipotizza un'integrazione della legge 241/1990 con l'introduzione di un capo dedicato ai "procedimenti amministrativi adattivi", nel quale definire presupposti, modalità, limiti e tutele. Sul principio di legalità come parametro dell'adattività v. anche S.R. MASERA, *ivi*, pp. 39-40; sul raccordo con il principio di tipicità v. J.B. RUHL, *General Design Principles for Resilience and Adaptive Capacity in Legal Systems - With Applications to Climate Change Adaptation*, in *North Carolina Law Review*, 2011, 89, pp. 1373 ss.

automatizzato” richiederebbe un bilanciamento sofisticato tra efficienza e garanzie, che allo stato pare lontano dall’essere raggiunto³⁶.

Il terzo profilo è la responsabilità. In un sistema di adattamento algoritmico delle prescrizioni, la responsabilità amministrativa certamente non potrebbe essere posta in capo all'algoritmo, ma ben potrebbe restare imputata all'amministrazione che ne ha scelto l'utilizzo e ne ha definito le cornici operative, con eventuali profili di responsabilità omissiva, ad esempio per difetto di supervisione³⁷.

In questo quadro, il modello adattivo non promette la certezza del contenuto del provvedimento nel tempo, ma la certezza del metodo, dove la prevedibilità dei criteri di adattamento e la governabilità della loro evoluzione diverrebbero elemento per gli operatori economici su cui fare affidamento.

L'intelligenza artificiale pare quindi non configurarsi come mero abilitatore tecnologico di processi esistenti, ma come elemento costitutivo di un diverso paradigma regolatorio, nel quale la certezza del metodo di adattamento sostituisce la certezza statica del contenuto del provvedimento come fondamento dell'affidamento degli operatori economici.

Non si può che dare atto che, ad oggi, il passaggio da titolo pre-adattivo a titolo pienamente adattivo resta una prospettiva che l'ordinamento deve ancora elaborare, ma la cui traiettoria è già tracciata dalle esigenze inderogabili della transizione e dalle tecnologie oggi disponibili³⁸.

³⁶ J. PONCE SOLÉ, *Artificial Intelligence and Interaction Between Machines and Humans*, cit., § 5, segnala che l'art. 5 del Reg. (UE) 2024/1689 non contiene un divieto espresso e generalizzato di decisioni pubbliche automatizzate e prospetta tale divieto come auspicabile *de lege ferenda*, in applicazione del principio di precauzione. Sul consolidamento del principio di strumentalità dell'algoritmo rispetto alla decisione finale del funzionario v. G. GALLONE, *Riserva di umanità e funzione amministrativa*, Milano, 2023; F. PATRONI GRIFFI, *La decisione robotica e il giudice amministrativo*, in *giustizia-amministrativa.it*, 28 agosto 2018, p. 8.

³⁷ Sul sistema di imputabilità delle decisioni in caso di utilizzo di algoritmi, e sulla impossibilità di trasferire la responsabilità amministrativa sull'algoritmo, v. D.-U. GALETTA, J.G. CORVALÁN, *op. cit.*, p. 20; sul profilo della responsabilità per difetto di supervisione v. R.K. CRAIG, J.B. RUHL, *Designing Administrative Law for Adaptive Management*, in *Vanderbilt Law Review*, 2014, 67, pp. 1 ss.

³⁸ Come osserva E. BOSCOLO (a cura di), *Decisioni adattive*, cit., Introduzione, la regolazione di settori cruciali risulta «sempre meno adeguata, incapace di trattare (e governare) la dinamicità del dato materiale perché ancora affidata a strumenti che pretendono di tenere fermi nella durata assetti cristallizzati una tantum in fase di elaborazione della decisione iniziale». In prospettiva di *legal design* adattivo v. anche F. FRACCHIA, *Transizioni: il punto di vista del diritto amministrativo*, Napoli, 2024; M. CAFAGNO, *Amministrazione pubblica dell'ambiente come dialogo tra sistemi complessi*, cit., pp. 103 ss.