

AI INGENGERIA | ETICA

L'ingegneria di fronte alla sfida della dignità umana

Una lettura critica e interdisciplinare della nuova Enciclica di Papa Leone XIV tra Intelligenza Artificiale, etica dei cantieri e responsabilità generazionale

DI VALENTINA CHIGNOLI

C'è un momento preciso in cui il ronzio costante dei server, il ticchettio delle tastiere e il frastuono metallico dei cantieri devono necessariamente cedere il passo al silenzio del pensiero critico. La nuova Enciclica di Papa Leone XIV ci impone esattamente questo momento di arresto. Non si tratta di un testo rivolto a teologi o filosofi, ma di un potentissimo manifesto programmatico che interpella in modo diretto e inequivocabile noi ingegneri. In un'epoca in cui la metrica del successo sembra ridursi alla pura potenza di calcolo e all'ottimizzazione sfrenata dei tempi di consegna, il Pontefice lancia una provocazione che scuote le fondamenta della nostra professione: *stiamo progettando un mondo per l'uomo, o stiamo lentamente adattando l'uomo alle esigenze delle nostre macchine?* L'ingegneria non è mai stata una disciplina neutrale. Ogni volta che tracciamo una linea su un CAD o compiliamo una stringa di codice, stiamo compiendo una scelta sociale. Oggi, l'Enciclica ci chiama a riscoprire il volto "sentimentale e professionale" della nostra vocazione, ponendo la dignità umana come unico vero asintoto a cui tendere. La rapidità della transizione digitale, l'avvento dell'intelligenza artificiale generativa e l'automazione dei processi decisionali stanno ridefinendo non solo gli strumenti operativi del progettista, ma lo statuto ontologico stesso della professione ingegneristica. Di fronte alle promesse di un'efficienza algoritmica totale, la l'Enciclica *Magnifica Humanitas* si pone come un pilastro di riflessione imprescindibile, costringendo l'intera sfera tecnica a interrogarsi sul confine tra ottimizzazione quantitativa e tutela della dignità umana.

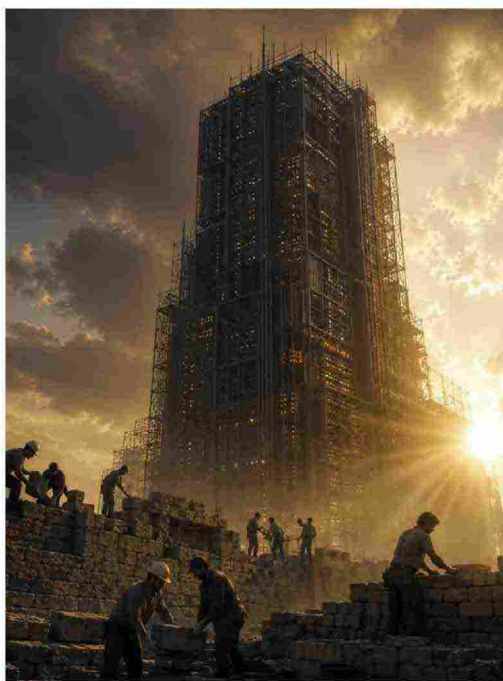
LA METAMORFOSI DELL'INGEGNERE

Siamo storicamente abituati a considerare l'evoluzione dell'ingegneria come una successione lineare di traguardi prestazionali: dalla macchina a vapore al calcolo strutturale computerizzato, fino all'attuale pervasività dei sistemi autonomi e dei modelli decisionali predittivi. Tuttavia, la fase odierna non rappresenta una semplice evoluzione incrementale. Ci troviamo immersi in un vero e proprio "cambiamento d'epoca". La pubblicazione dell'Enciclica lancia un monito formidabile a coloro che possiedono la conoscenza e le risorse per governare questi sistemi. Nel documento viene esplicitato come, per la prima volta nella

storia, l'umanità sperimenti un potere assoluto su se stessa, caratterizzato da un'asimmetria profonda: i motori dell'innovazione non sono più primariamente gli Stati sovrani, bensì attori privati transnazionali capaci di imporre standard, regole di accesso e flussi informativi che sfuggono al controllo e al discernimento etico democratico. Per l'ingegnere contemporaneo, l'Enciclica agisce come uno specchio critico; demistifica l'idea che la professione possa limitarsi all'esecuzione ottimizzata di un compito commesso da terzi, o che la tecnica sia una disciplina neutrale. Al contrario, la tecnica è un fatto intimamente e profondamente umano, legato a doppio filo alla nostra libertà e autonomia. L'ingegnere, in quanto creatore e ordinatore di flussi e strutture, è chiamato a scegliere quale modello di mondo intende edificare, uscendo dall'isolamento specialistico per abbracciare una responsabilità sistemica.

LA SINDROME DI BABELE E L'ILLUSIONE DELLA NEUTRALITÀ TECNICA

Uno dei passaggi più stringenti e innovativi dell'Enciclica è la formulazione della *"Sindrome di Babele"* applicata alla rivoluzione tecnologica odierna. Il Santo Padre ricorre all'icona biblica della torre per descrivere il rischio di un'ingegneria che assolutizza l'efficienza pura, l'idolatria del profitto e l'omologazione forzata. Babele è il progetto di un'unica lingua, un'unica tecnologia e un'unica direzione, dove la complessità e la diversità antropologica vengono rase al suolo in nome di una standardizzazione totalizzante che riduce il mistero della persona a una serie ordinata di dati e prestazioni computazionali. Da ingegneri, dobbiamo operare un severo esame di coscienza sull'illusione della neutralità della tecnica. Un sistema informativo, un algoritmo di ottimizzazione logistica, una matrice di calcolo per la stabilità di un'infrastruttura o un piano di automazione industriale non sono semplici strumenti passivi. Ogni artefatto tecnico reca intrinsecamente in sé i valori, le priorità e i pregiudizi di chi lo ha pensato, programmato, finanziato e regolamentato. Ciascuna scelta ingegneristica stabilisce cosa deve essere misurato e cosa ignorato, chi deve essere privilegiato e chi classificato come sacrificabile all'altare della performance o della riduzione dei costi. Se un software di intelligenza artificiale per lo screening dei candidati lavorativi o per l'allocazione del credito bancario ottimizza i profitti escludendo aprioristicamente de-



LA TECNOLOGIA PUÒ CURARE, CONNETTERE, EDUCARE, CUSTODIRE LA CASA COMUNE; MA PUÒ ANCHE DIVIDERE, SCARTARE, GENERARE NUOVE INGIUSTIZIE. IN ASTRATTO, ESSA NON È DI PER SÉ UNA SOLUZIONE AI PROBLEMI DELL'UMANITÀ, COME NON È DI PER SÉ UN MALE; MA, CONCRETAMENTE, NON È NEUTRALE, PERCHÉ ASSUME IL VOLTO DI CHI LA PENSA, LA FINANZIA, LA REGOLA, LA USA

Leone XIV, *Magnifica Humanitas*, n. 9

terminate fasce sociali vulnerabili, quel codice non è neutrale: esso introduce una distorsione strutturale che lede la dignità inalienabile e genera nuove forme di emarginazione. L'ottimizzazione cieca, svincolata da un fine antropocentrico, rischia di trasformare l'eccellenza ingegneristica nell'ennesimo mattone di una Babele digitale destinata alla frammentazione sociale e alla perdita dell'ascolto reciproco. Il problema non è astratto: un algoritmo di selezione del personale addestrato su dati storici aziendali può finire per riprodurre le esclu-

sioni del passato, premiando profili simili a quelli già presenti nell'organizzazione e penalizzando percorsi non lineari, carriere discontinue o provenienze sociali meno rappresentate. Analogamente, un sistema di *credit scoring* può trasformare condizioni territoriali, occupazionali o patrimoniali in indicatori impliciti di affidabilità, confondendo la probabilità statistica con il valore della persona e con la sua concreta capacità di riscatto.

I SETTORI DELL'INGEGNERIA ALLA PROVA DELL'ETICA

La necessità di ricentrare la progettazione sulla persona non riguarda esclusivamente l'ambito delle tecnologie dell'informazione, ma attraversa in modo trasversale l'intera sfera ingegneristica, manifestandosi con sfumature peculiari in ciascun macro-settore.

Ingegneria dell'informazione, IA e automazione: il bivio dell'algoretica

È il cuore pulsante delle *res novae* contemporanee. Il dibattito converge tutto qui: l'Intelligenza Artificiale. Il documento papale affronta il tema disinnescando sia l'entusiasmo cieco dei techno-utopisti, sia il terrore paralizzante dei catastrofisti. La domanda non è se l'IA cambierà il nostro mondo, ma come decideremo di governarla: opportunità o pe-

ricolo? La risposta risiede esclusivamente nell'etica di chi la progetta. I sistemi di IA, pur superando l'uomo in velocità e ampiezza di calcolo, restano legati esclusivamente al trattamento sintattico e statistico dei dati. Come sottolinea lucidamente l'Enciclica, le macchine non vivono un'esperienza corporea, non conoscono la gioia o il dolore, non maturano relazioni né comprendono internamente i concetti di responsabilità, amicizia o amore. L'algoritmo non ha pietà, non ha contesto, non ha empatia; ha solo i bias e i pregiudizi latenti nei dati con cui noi stessi lo abbiamo nutrito. La deriva critica in questo settore risiede nel riduzionismo algoritmico e nell'ideologia postumanista e transumanista, che pretendono di equiparare o superare l'intelletto umano attraverso il mero potenziamento quantitativo. Quando l'ingegneria informatica sviluppa sistemi di machine learning per stabilire il merito creditizio o valutare rischi, sta di fatto delegando il giudizio morale a una scatola nera (*black box*).

"Non è possibile dare una definizione univoca e completa dell'IA. Ciò che possiamo affermare è che occorre evitare l'equivoco di equiparare questa 'intelligenza' a quella umana. Questi sistemi imitano alcune funzioni dell'intelligenza umana. Nel farlo, spesso la superano per velocità e ampiezza di calcolo, offrendo benefici concreti in numerosi campi. E tuttavia, questa potenza resta legata esclusivamente al trattamento dei dati" (Leone XIV *Magnifica Humanitas*, n. 99).

In questo scenario, la nostra responsabilità assume contorni inediti. Il concetto di "algoretica" richiamato nel testo pontificio diventa il nostro nuovo teorema fondamentale. L'ingegnere informatico ha il dovere morale di rifiutare la delega totale delle decisioni etiche e sociali a scatole nere opache, pretendendo e implementando sistemi in cui il principio dello *human-in-the-loop* (la supervisione e il controllo umano) sia inossidabile, garantendo la massima trasparenza dei processi decisionali artificiali. L'utente, il cittadino, il lavoratore ha il diritto inalienabile di sapere come e perché una macchina ha preso una decisione che impatta sulla sua vita. Questa esigenza trova oggi un riscontro anche nel quadro normativo europeo. L'AI Act introduce un approccio basato sul rischio e prevede requisiti più stringenti per i sistemi di IA ad alto rischio, specialmente quando incidono su lavoro, istruzione, sicurezza, infrastrutture critiche, servizi essenziali e diritti fondamentali. Il GDPR, a sua volta, ricorda che la persona non può essere ridotta a un profilo automatizzato: trasparenza, proporzionalità e tutela contro decisioni esclusivamente automatizzate diventano presidi giuridici della dignità, non semplici adempimenti documentali.

Cybersecurity: la difesa digitale della persona

Questo imperativo etico si declina con urgenza assoluta nel campo dell'Information Technology, e

in particolare, della sicurezza informatica. Tendiamo spesso a raccontare la cybersecurity in termini aziendali: protezione degli asset, continuità del servizio, mitigazione del rischio finanziario. L'Enciclica ci spinge a un salto di paradigma: oggi i dati non sono semplici sequenze binarie stoccate in un cloud, ma sono l'estensione digitale della nostra stessa identità.

"Quando ogni gesto lascia tracce – spostamenti, acquisti, relazioni, preferenze – si crea un potere nuovo: quello di profilare, prevedere e orientare i comportamenti, spesso senza che le persone ne abbiano piena consapevolezza." (Leone XIV, Magnifica Humanitas, n. 171)

Costruire architetture di rete resilienti e difendere le infrastrutture informatiche significa, letteralmente, difendere la persona. Significa proteggerla dalla sorveglianza di massa, dalla mercificazione dei suoi comportamenti e dalla violazione della sua intimità. L'ingegnere informatico che blinda un database non sta solo applicando un protocollo: sta ergendo un muro a difesa dei diritti civili fondamentali, operando in prima linea per garantire che la tecnologia rimanga uno strumento di emancipazione e non di oppressione. Quando un attacco ransomware blocca i sistemi informativi di un ospedale, la questione non riguarda soltanto la perdita di dati o la continuità operativa. Prenotazioni, cartelle cliniche, referti, terapie e interventi possono subire ritardi; il pronto soccorso può essere costretto a deviare pazienti; la cura diventa più fragile proprio nel momento in cui dovrebbe essere più tempestiva. In questi casi, una vulnerabilità informatica si traduce in una vulnerabilità umana.

Ingegneria civile, edile e della sicurezza: l'uomo al centro del cantiere

Se la dignità va difesa nel cyberspazio, essa va altrettanto tutelata nel mondo fisico. La progettazione dello spazio fisico e delle infrastrutture di trasporto o telecomunicazione determina direttamente la qualità delle relazioni umane e l'inclusione sociale. Una visione tecnocratica ed esclusivamente speculativa dell'urbanistica edifica quartieri a-

lienanti e cattedrali nel deserto che isolano gli individui invece di connetterli. Una città intelligente non è tale perché disseminata di sensori, telecamere e piattaforme digitali, ma perché consente a un anziano, a una persona con disabilità, a un bambino, a un pendolare o a chi vive in periferia di muoversi, orientarsi e accedere ai servizi senza essere escluso dalla forma stessa dello spazio urbano. Marciapiedi accessibili, illuminazione adeguata, trasporto pubblico affidabile, spazi verdi e servizi digitali realmente utilizzabili sono scelte ingegneristiche prima ancora che urbanistiche. Sul fronte della sicurezza nei cantieri, l'innovazione ha portato strumenti straordinari: droni per ispezioni, sensori IoT (*Internet of Things*) indossabili per il monitoraggio dei parametri vitali, software predittivi per il calcolo strutturale.

Ma la tutela della salute e della sicurezza (il nostro imprescindibile D.Lgs 81/08) non può essere ridotta a una dashboard illuminata su un tablet o a un mero adempimento burocratico per incrementare il margine aziendale. Immaginiamo cantieri complessi ed estremi, come l'installazione di complesse infrastrutture di telecomunicazione, reti o impianti all'interno di gallerie sotterranee o tunnel alpini. In questi ambienti ostili, umidi, dove lo spazio è confinato e i rischi di interferenza sono altissimi, l'IA può certamente segnalare un calo di ossigeno o un'anomalia in tempo reale. Ma la tecnologia è cieca di fronte alla stanchezza psicologica di un operaio, alle dinamiche di stress di una squadra a fine turno o alle micro-inefficienze organizzative. Tollerare il rischio nei turni, specialmente in condizioni complesse o notturne, significa trattare la vita del lavoratore come una variabile sacrificabile.

Il caso del *near miss* non registrato è emblematico: un carico sospeso che sfiora un lavoratore, un parapetto provvisorio rimosso per accelerare una lavorazione, un accesso non protetto, una procedura aggirata per recuperare tempo. Se l'evento viene archiviato come semplice fortuna e non come segnale organizzativo, il sistema di prevenzione abdica alla propria funzio-

La "Via di Neemia": spunti risolutivi per un'ingegneria umanistica

Riconoscere le derive critiche non deve indurre a un'inutile rassegnazione o a un rifiuto luddistico dell'innovazione. La risposta proposta da Papa Leone XIV risiede nella **Via di Neemia**, ovvero nel modello della ricostruzione condivisa, partecipativa e responsabile delle mura della convivenza civile, dove ciascun professionista si assume la responsabilità del proprio specifico tratto di muro. Per tradurre questa visione in prassi ingegneristica concreta, si propongono quattro direttrici di risoluzione metodologica e operativa:

- I. Progettazione centrata sull'uomo ed Ethical Impact Assessment:** ogni ciclo di sviluppo tecnologico o infrastrutturale deve integrare, fin dalle prime fasi di concept, una valutazione d'impatto umano, sociale ed etico obbligatorio. Occorre mappare preventivamente gli effetti del sistema sui diritti delle persone, ponendo il benessere della persona come vincolo primario di progetto.
- II. Trasparenza algoritmica e sussidiarietà tecnica:** è urgente scardinare l'opacità dei sistemi proprietari transnazionali attraverso l'adozione di protocolli aperti e verifiche indipendenti. I flussi di dati e le capacità decisionali automatizzate devono valorizzare e supportare le autonomie locali, le università e i corpi intermedi.
- III. Ecologia integrale e sicurezza sistemica come criteri di validazione:** il successo di un'opera non può essere misurato unicamente dal ritorno finanziario (ROI). Devono essere istituiti indici di validazione stringenti legati all'impronta ecologica, alla circolarità dei materiali e alla minimizzazione del rischio infortunistico, elevando la sicurezza a criterio qualitativo intrinseco dell'eccellenza aziendale.
- IV. Riforma epistemologica della formazione ingegneristica:** per formare professionisti capaci di governare la complessità, è indispensabile abbattere gli storici steccati accademici che separano le discipline scientifiche da quelle umanistiche. I percorsi di studio devono integrare in modo strutturale insegnamenti di etica della tecnologia, filosofia della scienza e sociologia industriale. L'ingegnere del futuro non deve essere un iper-specialista cieco di fronte alle ricadute sociali dei propri modelli, bensì una figura poliedrica in grado di dialogare con la complessità dei linguaggi contemporanei.

ne più alta: anticipare il danno prima che si trasformi in infortunio. *"L'obiettivo di maggiori profitti non può giustificare scelte che sacrificano sistematicamente l'occupazione, perché la persona umana è fine e non mezzo, e l'ordine economico deve rimanere sottoposto alla sua dignità e al bene comune"* (Leone XIV, Magnifica Humanitas, n. 152). Questo sacrificio del lavoratore non si esprime solo nelle metriche occupazionali, ma si riflette drammaticamente sulla sua integrità fisica, laddove la pressione sui tempi e sui costi comprime i margini di sicurezza sul campo. Nessun algoritmo potrà mai sostituire l'occhio vigile, l'autorevolezza e l'empatia di un Coordinatore per la Sicurezza sul campo. L'uomo riconosce l'uomo; la macchina conta solo i difetti. La macchina calcola il rischio, ma

è il professionista che ne assume il peso morale, garantendo che la sicurezza sia l'espressione tangibile della custodia della persona umana nel momento in cui essa esprime la propria creatività e dignità attraverso l'attività lavorativa.

Ingegneria industriale, chimica e dell'energia: l'ecologia integrale

Il modello di sviluppo industriale basato sul consumo illimitato di risorse ha mostrato la sua drammatica insostenibilità. L'Enciclica richiama espressamente il concetto di ecologia integrale, evidenziando che non esiste vero progresso industriale se esso determina la degradazione degli ecosistemi o scarica i propri costi ambientali e sociali sulle comunità più povere e sulle generazioni future.

L'ingegnere industriale e dell'energia deve superare l'ottimizzazione puramente endogena dell'impianto per considerare l'intero ciclo di vita del prodotto e l'impatto termodinamico e sociale del sistema sull'ecosistema globale, rispettando il principio della destinazione universale dei beni della terra. Anche una tecnologia formalmente "verde" può risultare socialmente ingiusta se viene progettata senza considerare l'intero ciclo di vita dei materiali, l'origine delle materie prime critiche, le condizioni di lavoro lungo la filiera, la gestione del fine vita e l'impatto sulle comunità locali che ospitano impianti, infrastrutture o processi produttivi. Comunità energetiche, recupero di calore industriale, bonifiche ambientali e progettazione circolare diventano allora strumenti concreti di un'ecologia integrale, non semplici etichette di sostenibilità.

I COSTRUTTORI DEL DOMANI

L'Enciclica di Papa Leone XIV è uno specchio in cui la nostra professione è costretta a guardarsi. Ci restituisce un'immagine chiara: la tecnologia, da sola, non ha morale. È un amplificatore eccezionale delle nostre intenzioni. Se le nostre intenzioni sono guidate solo dal profitto e dall'efficienza, costruiremo gabbie digitali e fisiche sempre più perfette. Se invece, come ci viene richiesto, porremo la persona umana al centro di ogni equazione, costruiremo ponti (reali e metaforici) verso una società più giusta. L'appello finale di Papa Leone XIV a: *"Sporcarsi le mani nel cantiere del nostro tempo"* si rivolge con forza peculiare alla comunità degli ingegneri. La nostra professione, per sua stessa natura logica e realizzativa, possiede gli strumenti per trasformare i principi teorici in prassi tangibili, le idee in strutture fisiche o codici operativi.

La sfida etica che ci attende non consiste nel frenare la spinta propulsiva dell'innovazione, ma nel rivendicare l'alto valore della nostra autonomia e dignità professionale. Rimanere umani nell'era dell'intelligenza artificiale significa comprendere che l'efficacia di un algoritmo o la maestosità di una struttura sono vuote e potenzialmente distruttive se non servono a far fiorire la vita delle persone, a custodire la casa comune e a includere i più fragili. Rifiutando il ruolo di burocrati dell'ottimizzazione, l'ingegneria contemporanea può farsi fiera costruttrice di una Gerusalemme moderna: una dimora comune solida, ospitale e sicura, dove il progresso si misura, finalmente, sul volto dell'uomo. In definitiva, il compito dell'ingegnere non è soltanto far funzionare il mondo, ma decidere per chi e per che cosa debba funzionare. Ogni ponte, ogni algoritmo, ogni impianto, ogni cantiere reca inciso un giudizio sull'uomo: può ridurlo a variabile di sistema oppure riconoscerlo come fine ultimo dell'opera. È qui che la tecnica diventa vocazione. È qui che il calcolo incontra la coscienza. Ed è qui che l'ingegneria, se avrà il coraggio di non ingiocchiarsi davanti all'idolo dell'efficienza cieca, potrà ancora essere una delle forme più alte della speranza.

Il ruolo delle istituzioni e uno "Starter Kit" per il futuro

Questa profonda riforma formativa ed epistemologica non può essere delegata al singolo: chiama in causa direttamente le nostre istituzioni, dal CNI agli Ordini territoriali. Di fronte a un mandato così imponente, la figura dell'ingegnere isolato non basta più. Non possiamo limitarci a timbrare progetti o a gestire i crediti formativi; l'Ordine deve farsi tempio del dibattito etico, garante di un'ingegneria che non si piega alle mere logiche del profitto a discapito dell'uomo. Questa consapevolezza, tuttavia, non si improvvisa: si costruisce dalle fondamenta, prendendo per mano le nuove generazioni di colleghi che si affacciano alla professione. È proprio per tradurre la riforma della formazione in uno strumento d'azione immediato che nasce la necessità di uno *"Starter Kit"* valoriale. Oltre ai manuali di Scienza delle Costruzioni o ai linguaggi di programmazione, abbiamo il dovere morale

di fornire ai giovani ingegneri un bagaglio di attrezzi intangibili, fatto di etica, deontologia e capacità di lettura critica del presente, che permetta loro di non smarrirsi nel labirinto della pura tecnica. I neo-iscritti devono sapere che la professione richiederà anche il coraggio morale di dire del "no": il coraggio di rifiutare una commessa se questa, pur essendo un capolavoro di efficienza ingegneristica, viola lo spirito di dignità ed equità che il Papa e la nostra stessa coscienza ci impongono. Questo *Starter Kit* dovrebbe includere laboratori su casi etici reali, simulazioni di decisioni critiche, moduli su AI Act, GDPR, sicurezza nei cantieri e responsabilità deontologica, oltre a momenti di confronto con giuristi, filosofi, sociologi, medici del lavoro e rappresentanti delle comunità coinvolte dalle opere. La formazione etica non può restare un'appendice teorica: deve diventare palestra di discernimento professionale. Dire

no può significare rifiutare una soluzione strutturale formalmente al limite ma priva di adeguati margini di sicurezza; contestare un software che profila utenti vulnerabili senza reale consenso; sospendere un'attività di cantiere quando la pressione dei tempi sta trasformando il rischio in normalità; oppure chiedere a un committente di ripensare un'opera energetica quando il beneficio ambientale dichiarato non considera i costi sociali nascosti. *"A ciascuno il suo tratto di muro: scienziati e ricercatori, imprenditori e lavoratori, educatori e legislatori, società civile, movimenti popolari e comunità di fede. Questa è la logica della sussidiarietà, che valorizza la cooperazione tra generazioni, tra popoli, tra discipline e culture come via maestra per far crescere stabilità, prosperità e pace"* (Leone XIV, Magnifica Humanitas, n. 13).