

Le Linee Guida contengono elementi di dettaglio di tipo interpretativo o procedurale per facilitare l'utente nella dimostrazione di rispondenza ai requisiti normativi. Sono generalmente associate a Circolari. Dato il loro carattere non regolamentare, i contenuti delle Linee Guida (LG) non possono essere ritenuti di per se obbligatori. Quando l'utente interessato sceglie di seguire le indicazioni fornite nelle LG, ne accetta esplicitamente le implicazioni sul proprio impianto organizzativo da esse come risultante ed esprime il proprio forte impegno a mantenersi aderente ad esse ai fini della continua rispondenza al requisito normativo interessato. I destinatari sono invitati ad assicurare che le presenti Linee Guida siano portate a conoscenza di tutto il personale interessato.

SOSTENIBILITA' E RESILIENZA

NELLE INFRASTRUTTURE

AEROPORTUALI

LINEE GUIDA

SVILUPPATA DA:

DIREZIONE SVILUPPO E APPROVAZIONE PROGETTI

Direttore: Ing. Marco TROMBETTI

PROFESSIONISTA INCARICATO

Ing. Simona Berardi

Ing. Leonardo Maria Triaca

**EMESSA DALLA DIREZIONE CENTRALE PROGRAMMAZIONE ECONOMICA
E SVILUPPO INFRASTRUTTURE**

Direttore: Ing. Claudio EMINENTE

Sommario

Prefazione	3
Riferimenti Regolamentari	5
Applicabilità	6
1. PREMESSA E OBIETTIVI	7
2. AMBITO DI APPLICABILITA'	8
3. LINEE DI INDIRIZZO DA STRUMENTI REGOLAMENTARI	8
4. LINEE DI INDIRIZZO NELLA PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI	10
4.1 CONSIDERAZIONI GENERALI	10
4.2 INTERVENTI PER LA SOSTENIBILITA'	12
4.2.1 Edifici	12
4.2.2 Parcheggi	14
4.2.3 Altre opere in aree funzionali dell'aeroporto	16
4.2.4 Interventi per la produzione autonoma ed utilizzo razionale di energia	16
4.2.5 Energie rinnovabili emergenti e progetti pilota	18
4.2.6 Interventi per la realizzazione di reti per la mobilità sostenibile	20
4.2.7 Impianti per il recupero dei rifiuti	22
4.3 INTERVENTI PER LA RESILIENZA	22
4.3.1. Resilienza energetica	23
4.3.2. Resilienza dei sistemi critici	24
4.3.3. Resilienza funzionale degli edifici	25
5. DIGITALIZZAZIONE DI IMPIANTI E SISTEMI PER LA SOSTENIBILITA' E RESILIENZA	27
5.1 <i>Smart grid ed Internet of Things (IoT)</i>	27
5.2 <i>BIM (Building Information Modeling)</i>	28
6. CONCLUSIONI	30

SOSTENIBILITA' E RESILIENZA NELLE INFRASTRUTTURE AEROPORTUALI

PREFAZIONE

I temi della *sostenibilità* e *resilienza* applicati alle opere pubbliche e private hanno subito nel tempo una evoluzione, tanto nell'ambito di interesse sotteso a tali concetti, quanto nell'urgenza della loro applicazione, quest'ultima divenuta sempre più impellente anche a seguito di eventi di valenza mondiale inimmaginabili fino a qualche anno fa.

Dal concetto primario di *sostenibilità ambientale* si è passati a quello, più ampio, di *sostenibilità ambientale economica e sociale*, che ha inevitabilmente incluso anche i principi dell'*economia circolare*.

La recente pandemia, di cui ancora si avvertono, si spera, i soli colpi di coda, ha messo a dura prova il sistema sanitario, economico e sociale in cui abbiamo vissuto, facendoci riflettere ancor di più sulla necessità di individuare "misure di mitigazione" degli effetti prodotti da eventi inaspettati, tali da rendere l'intero sistema "resiliente", ovvero capace di adattarsi agli stessi senza scossoni significativi, preservando, nel contempo, l'erogazione con continuità di livelli di prestazione sociali ed economici adeguati.

Al pari, la guerra in corso alle porte del nostro Paese, con i conseguenti effetti sugli approvvigionamenti esteri di energia da fonti non rinnovabili, ha dato impulso ad un processo, avviato da tempo a livello europeo e nazionale, volto all'indipendenza energetica e alla decarbonizzazione, attraverso il preponderante ricorso alle fonti di energia rinnovabile e alla contestuale riduzione dei consumi energetici del Paese.

Il sistema del trasporto aereo, tassello fondamentale del più ampio sistema economico e sociale del Paese, è in questo senso coinvolto e chiamato, da protagonista, a fare la sua parte in maniera attiva.

Si parla di "sistema del trasporto aereo" nella certezza che soltanto il complessivo contributo di tutte le singole componenti "aeroporti, eli ed aviosuperfici", e della pluralità di soggetti a diverso titolo coinvolti, possa consentire di raggiungere un efficace risultato.

Le domande da porsi, pertanto, sono: *Cosa abbiamo imparato dai recenti eventi che hanno toccato e stanno toccando il settore dell'aviazione civile? Come stiamo trasferendo l'esperienza maturata nel pensare e progettare le nuove infrastrutture aeroportuali?*

Le domande sono rivolte tanto all'ENAC, Autorità dell'Aviazione Civile, quanto ai Gestori delle infrastrutture aeroportuali.

Una prima risposta da parte dell'ENAC è certamente quella di farsi promotore di un processo virtuoso di riconversione, *green* e *resiliente*, delle infrastrutture per l'aviazione civile, e ciò non solo attraverso le attività istituzionali inerenti la pianificazione/programmazione/progettazione delle opere aeroportuali. Il passo in più, proposto anche attraverso le Linee di indirizzo che in questa sede si intende presentare, è

quello di stimolare i Gestori nel perseguire, con maggior energia, obiettivi tangibili e misurabili di sostenibilità e di resilienza, pur riconoscendo l'impegno fino ad ora profuso in questa direzione.

La risposta che chiedo ai Gestori è pertanto quella di operare con approccio *open mind* alla progettazione e realizzazione delle opere aeroportuali, travalicando i livelli minimi di rispondenza normativa in materia di sostenibilità ambientale, procedendo ad un ampio ripensamento delle scelte progettuali ordinariamente proposte, in senso sostenibile e resiliente.

È necessaria un'adesione corale a tale approccio, occorre sottoscrivere un "Patto del sistema" che coinvolga in maniera fattiva tutti gli scali aeroportuali, le eli ed avio superfici, in quanto solo contribuendo all'unisono sarà possibile rendere il sistema dell'aviazione civile attore partecipante del raggiungimento degli obiettivi strategici per il Paese, ormai divenuti inderogabili.

Peraltro le azioni governative, da ultimo attraverso il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, spingono nella direzione proposta, prevedendo forme di finanziamento economico per l'attuazione di interventi orientati a principi, quali la "rivoluzione verde", la "transizione ecologica", la "mobilità sostenibile", la "promozione dello sviluppo tecnologico di soluzioni innovative", la "digitalizzazione".

In tale ottica il Sistema dell'Aviazione Civile deve dare un'immediata risposta, ponendosi come esempio virtuoso per gli altri settori economici del Paese, pronto a cogliere le possibilità derivanti dall'auspicabile estensione del PNRR al trasporto aereo.

Pierluigi Di Palma – Presidente ENAC

RIFERIMENTI REGOLAMENTARI

Direttiva 2010/31/UE, sulla prestazione energetica nell'edilizia

Direttiva 2012/27/UE, sull'efficienza energetica

D.Lgs. 48/2020, Attuazione della direttiva (UE) 2018/844 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica

Regolamento (EU) n. 1315/2013 per lo sviluppo della rete trans-europea (TEN-T Trans European Transport Network)

Direttiva (UE) 2018/2001 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili

Direttiva (UE) 2018/2002 che modifica la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica

Regolamento (UE) 2018/1999, sulla governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima che modifica le direttive (CE) n. 663/2009 e (CE) n. 715/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio, le direttive 94/22/CE, 98/70/CE, 2009/31/CE, 2009/73/CE, 2010/31/UE, 2012/27/UE e 2013/30/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, le direttive del Consiglio 2009/119/CE e (UE) 2015/652 e che abroga il regolamento (UE) n. 525/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio e s.m.i.

D.Lgs. 115/08, Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE e s.m.i.

D.M. 26/06/2009, Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici

D.Lgs. 28/11, Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE

D.Lgs. 15/2011, Attuazione della direttiva 2009/125/CE relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per progettazione ecocompatibile dei prodotti connessi all'energia

D.Lgs. 04/07/2014 n. 102 e s.m.i., Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE

Decreto interministeriale 19 giugno 2017 - Piano per l'incremento degli edifici a energia quasi zero

D.Lgs. 50/2016, Codice dei contratti pubblici

PNRR (Piano di Ripresa e Resilienza), 2021

D.L. 1 marzo 2022, n. 17 Misure urgenti per il contenimento dei costi dell'energia elettrica e del gas naturale, per lo sviluppo delle energie rinnovabili e per il rilancio delle politiche industriali

D.Lgs. 48/2020, Attuazione della direttiva (UE) 2018/844 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica

APPLICABILITÀ	
APT	Gestori Aeroportuali, gestori di eli ed aviosuperfici e subconcessionari
ATM	ENAV S.p.A. Parzialmente interessato.
EAL	N.A.
LIC	N.A.
MED	N.A.
NAV	N.A.
OPV	N.A.
SEC	N.A.

1. PREMESSA E OBIETTIVI

Nel corso del tempo il concetto di sostenibilità ambientale, finalità perseguita in diversi settori dell'attività umana, ha acquisito un significato più ampio di quello originario, investendo progressivamente l'ambito sociale ed economico.

Oggi si parla di economia circolare, secondo cui ciò che si produce, alla fine del "primo" periodo di "vita utile" non va ridotto a rifiuto bensì deve essere recuperato, rigenerato e riutilizzato a beneficio dell'ambiente.

Ricondurre dunque le diverse attività umane ai principi di sostenibilità ambientale significa oggi mantenere in equilibrio l'ecosistema naturale attraverso azioni che, inserite in processi economici e sociali virtuosi, spesso innovativi, concorrono alla riduzione delle diverse forme di inquinamento e al rispetto del Pianeta.

Il settore dell'aviazione civile, nel quale gli aeroporti sono importanti consumatori di energia, è chiamato pertanto a dare il proprio contributo perseguendo un approccio "green" nelle diverse attività ad esso legate, in special modo nella realizzazione delle infrastrutture.

Per il Gestore aeroportuale il concetto di "green airport" si declina, in primo luogo, nell'applicazione di specifiche procedure gestionali nella realizzazione delle nuove opere, e nella riqualificazione di quelle esistenti, improntate alla sostenibilità ambientale, oggi anche economica e sociale.

Per garantire la massima efficienza del sistema, a fronte della minimizzazione dei consumi e dell'impatto sull'ambiente, vanno richiamati, da un lato, l'utilizzo di energia autoprodotta da fonti rinnovabili e di materiali sostenibili (di basso impatto sull'ambiente, funzionali al risparmio energetico, non tossici) e, dall'altro, l'analisi, la misurazione ed il monitoraggio dei consumi energetici di un aeroporto.

Il concetto di sostenibilità ambientale, ampliato, come detto, nell'accezione di sostenibilità sociale ed economica, apre la porta ad un concetto nuovo per l'aeroporto, il quale deve essere "green" e, al contempo, "resiliente" rispetto ad eventi singolari e di particolare impatto sul traffico aereo che potrebbero ripercuotersi sulla società e sull'economia del paese. Come noto, infatti, la pandemia di Covid-19, da ultimo, ha messo in ginocchio il settore del trasporto aereo, e conseguentemente l'economia del Paese, con la chiusura ancorché temporanea di diversi scali aeroportuali.

La sfida da traguardare è dunque quella di individuare, ed attuare, quanto necessario al settore aeroportuale per renderlo "resiliente" rispetto ad eventi critici di particolare portata, conferendo allo stesso una capacità di adattamento in grado di assicurare il suo mantenimento in esercizio nelle diverse situazioni, ancorché sfavorevoli.

Le presenti Linee Guida si propongono quale strumento di indirizzo per i gestori aeroportuali e, in diversa misura, per i soggetti che operano in aeroporto, per l'attuazione di interventi e procedure gestionali che concorrano alla realizzazione di aeroporti "green" e "resilienti", in linea con gli orientamenti dell'Unione Europea e con le direttive nazionali.

A partire dalle principali norme che disciplinano il tema della sostenibilità ambientale, in termini di riduzione delle emissioni di gas inquinanti e del consumo di fonti di energia non rinnovabili, vengono individuati possibili interventi in campo aeroportuale, per alcuni dei quali il Legislatore ha definito la

possibilità di beneficiare di incentivi economici pubblici, in funzione del raggiungimento di alcuni obiettivi fissati dall'Unione.

Gli interventi sono proposti con riferimento ad aree tematiche, in termini di sostenibilità e di resilienza dell'intero sistema aeroporto, con un particolare *focus* sugli edifici, sugli impianti e, in generale, sui sistemi di diversa natura.

Un paragrafo a parte è dedicato al tema della “digitalizzazione”, intesa come strumento da utilizzare nei processi di progettazione, di gestione e monitoraggio degli interventi, funzionale ad adattare “in tempo reale” le opere e/o i processi alle variazioni delle condizioni di utilizzo.

2. AMBITO DI APPLICABILITA'

Le presenti Linee guida si applicano agli aeroporti di aviazione commerciale ed aviazione generale, nonché aviosuperfici ed eli-idrosuperfici.

3. LINEE DI INDIRIZZO DA STRUMENTI REGOLAMENTARI

Il tema dell'attuazione di un modello economico orientato ad una maggiore sostenibilità ambientale e sociale è da tempo all'attenzione dell'Unione Europea, la quale ha operato attraverso strumenti regolamentari di diverso rango, recepiti, laddove previsto, nella normativa nazionale.

Nel corso del tempo è emersa la necessità di porre un freno al cambiamento climatico registrato nell'ultimo secolo, con lo scopo di evitare eventi catastrofici irreversibili di modifica degli ecosistemi ed il conseguente impatto socio-economico.

L'indirizzo sostanziale che emerge dai diversi atti normativi e regolamentari è la necessità di garantire la “neutralità climatica” e di procedere con uno sviluppo ambientale sostenibile delle attività economiche e non, attraverso l'abbattimento delle “emissioni clima-alteranti”.

Con la presentazione dell'“European Green Deal” nel 2019 da parte della Presidenza della Commissione Europea, è stato infatti sancito il duplice obiettivo di rendere l'Europa “il primo continente a impatto climatico zero entro il 2050” e “di ridurre le emissioni di gas a effetto serra del 55 per cento rispetto allo scenario del 1990 entro il 2030”.

Nell'ottica della “decarbonizzazione” del continente, pertanto, è stata posta l'attenzione su alcune possibili azioni che hanno riguardato principalmente il tema della gestione e del riutilizzo dei rifiuti, il ricorso a fonti alternative di energia di tipo rinnovabile, gli interventi su edifici di nuova costruzione o esistenti orientati all'efficientamento energetico, la protezione delle risorse idriche e degli ecosistemi in generale, con il ripristino di quelli alterati.

In parallelo è stata posta l'attenzione sulla digitalizzazione dei sistemi e dei processi, in quanto elemento capace di coadiuvare le scelte operate a supporto della sostenibilità ambientale e della resilienza.

Gli Stati Membri, quindi, sono stati chiamati a definire una programmazione di investimenti e riforme per il raggiungimento degli obiettivi climatici, ambientali ed energetici dell'Unione, operando, al pari, una quantificazione dei conseguenti benefici attesi in tema di riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra.

Come noto, il Governo italiano ha elaborato il Piano di Ripresa e Resilienza (PNRR), un piano di investimenti che si inserisce nel più ampio programma del Next Generation EU (NGEU), elaborato dalla Commissione Europea in risposta agli effetti della pandemia di Covid-19, con l'obiettivo prioritario, per ciascuno degli Stati membri, di "rafforzare la propria capacità di risposta a shock economici, sociali e ambientali e a cambiamenti strutturali in modo equo, sostenibile e inclusivo".

Il PNRR definisce ambiti di intervento, articolati in "Missioni" e "Componenti", volti a raggiungere obiettivi di sostenibilità e resilienza: nel merito si segnalano la "rivoluzione verde", la "transizione ecologica", la realizzazione di "infrastrutture per una mobilità sostenibile", la "promozione dello sviluppo tecnologico di soluzioni innovative" e la "digitalizzazione".

L'attuazione di interventi incardinati nelle succitate "Componenti" e "Missioni" consente di accedere a finanziamenti economici dedicati.

Benché al momento il PNRR non contempli in maniera puntuale il settore del trasporto aereo, tuttavia le tematiche in esso richiamate sono da considerarsi anche nella progettazione, realizzazione e monitoraggio degli interventi in ambito aeroportuale.

I processi succitati vanno pertanto "ripensati" secondo i criteri espressi nel PNRR, intervenendo sulle relative modalità di attuazione ed avvalendosi delle opportunità fornite oggi dalla digitalizzazione, per essere pronti a cogliere l'opportunità fornita da tale strumento regolamentare.

4. LINEE DI INDIRIZZO NELLA PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI

4.1 CONSIDERAZIONI GENERALI

Il raggiungimento della neutralità climatica, attraverso la “decarbonizzazione” del continente e l’attuazione dello sviluppo ambientale sostenibile delle attività economiche e sociali, deve investire inevitabilmente ed in maniera sostanziale il settore dell’aviazione civile.

Scendendo nel dettaglio dell’ambito di interesse del presente documento, quanto sopra si concretizza nell’attenzione che deve essere posta nella realizzazione delle opere aeroportuali in tutte le sue fasi, in termini di sostenibilità e resilienza.

La sostenibilità è un concetto noto al quale, in particolare, l’evoluzione tecnologica e la scienza dei materiali hanno fornito nel tempo un importante contributo.

Nella fase di esercizio di un’opera, la sostenibilità si traduce, in linea generale, nella riduzione dei consumi di energia funzionali allo svolgimento delle attività, nella produzione dell’energia comunque necessaria tramite il ricorso a fonti rinnovabili, nella riduzione del consumo di “beni ambientali” non rinnovabili (suolo, acqua).

Per resilienza si intende la capacità, attribuita in particolare alle infrastrutture essenziali al funzionamento dello scalo aeroportuale, di adattarsi velocemente ad eventi di disturbo al normale esercizio e di mantenersi almeno in parte in esercizio o riconfigurarsi per ridurre gli impatti negativi.

I Gestori aeroportuali sono chiamati dunque a fornire un importante contributo agli obiettivi nazionali ed europei in materia di sostenibilità e resilienza ambientale, economica e sociale, inserendo gli aeroporti italiani in un generale processo virtuoso di progettazione, realizzazione ed esercizio, sostenibile e resiliente, delle opere aeroportuali.

Punto di partenza nella realizzazione dei diversi interventi, tesi ad incrementarne la sostenibilità e resilienza, è il superamento dei requisiti minimi che le norme impongono sul tema. Occorre, quindi, preliminarmente, procedere nell’audit dello “stato energetico” dell’opera, se esistente, e nella “quantificazione” di dettaglio del risparmio economico ed ambientale atteso, in coerenza con le previsioni del Piano di tutela ambientale ed effettuando un monitoraggio dell’efficacia dell’intervento nella fase di esercizio.

L’audit energetico prevede un’analisi di dettaglio dello stato di fatto che consenta di risalire ai consumi energetici effettivi (prestazione energetica dei singoli componenti e del sistema, in caso di edificio o sistema complesso) e agli eventuali sprechi o perdite di energia (elettrica, termica), di individuare azioni migliorative sui componenti del sistema, sui flussi di energia e sui processi, nonché di valutare l’integrazione delle fonti di energia cosiddette primarie con fonti di energia prodotte da

fonti rinnovabili. Ogni azione migliorativa individuata grazie all'audit energetico deve quindi essere oggetto di valutazione di fattibilità che ne evidenzia i benefici nel breve, medio e lungo periodo¹.

Anche per il perseguimento della “resilienza” è necessario procedere per fasi, individuando prioritariamente le opere e gli impianti essenziali al mantenimento in esercizio dello scalo in caso di eventi avversi. Per ciascuna opera/impianto o sistema di opere/impianti, andranno analizzati gli scenari di crisi associati, le conseguenti misure di mitigazione e, per ciascuna di queste, la relativa fattibilità e il connesso grado di efficacia.

Le Società di gestione, dunque, devono procedere con lungimiranza in tutte le fasi inerenti la realizzazione e l'esercizio di un'opera aeroportuale, perseguendo, da un lato, l'utilizzo di eventuali risorse pubbliche correlate all'intervento, e, dall'altro, il risparmio economico ottenibile nel medio/lungo periodo, attesa la riduzione dei costi di gestione e manutenzione, tutto ciò avendo al contempo incrementato le misure di salvaguardia atte ad assicurare la continuità del servizio.

In tal senso, può rivelarsi utile il ricorso alla digitalizzazione del progetto attraverso l'utilizzo di “*metodi e strumenti elettronici specifici di modellazione per l'edilizia e le infrastrutture*”, i quali consentono di esplorare efficacemente tutte le eventuali opzioni progettuali nella direzione della sostenibilità dell'opera, di una progettazione più efficiente, dell'integrazione tra le discipline, fino alla dismissione finale. La simulazione della realtà che ne deriva, offre un positivo impatto non solo all'ottimizzazione delle scelte progettuali, ma anche alle fasi di realizzazione dell'opera, alla vita in esercizio (funzionale alla corretta programmazione degli interventi di manutenzione), fino alla dismissione con la demolizione e il riutilizzo dei materiali.

*In questa sede si intende offrire una panoramica, ancorché non esaustiva, di possibili **scelte di carattere progettuale**, che risultano funzionali al raggiungimento degli **obiettivi di sostenibilità e resilienza di uno scalo aeroportuale**, rimandando i relativi approfondimenti alla vasta bibliografia disponibile sul tema e alle novità che il costante sviluppo tecnologico propone.*

Le presenti linee di indirizzo sono da intendersi estese alle diverse tipologie di opere e di impianti aeroportuali, esistenti o di nuova realizzazione, valutandone di caso in caso l'applicabilità, nella considerazione che ogni “elemento” del sistema aeroporto (il terminal, l'hangar, la pista di volo, la viabilità perimetrale, i parcheggi, gli impianti tecnici per l'edilizia, gli aiuti visivi luminosi e altro) possa e debba fornire un sostanziale contributo al raggiungimento degli obiettivi, ancorché in diversa misura.

¹ cfr. Rapporto annuale ENEA sull'efficienza energetica dove sono riportati gli interventi di efficientamento più frequentemente individuati attraverso le analisi energetiche.

4.2 INTERVENTI PER LA SOSTENIBILITA'

4.2.1 Edifici

Il tema dell'efficientamento e della riqualificazione energetica degli edifici è da tempo oggetto di regolamentazione da parte del Legislatore, nella considerazione che le attività accolte negli edifici sono tra i principali fattori di consumo di energia e fonte di inquinamento. La Direttiva 2010/31/UE ha, infatti, sancito che *“Gli edifici sono responsabili del 40 % del consumo globale di energia nell'Unione”*.

Dal “Protocollo di Kyoto” del 1997 ad oggi si sono succedute Direttive e Raccomandazioni europee nonché norme nazionali che hanno introdotto i concetti di certificazione energetica dei fabbricati e dei requisiti minimi di prestazione energetica, nonché il concetto di “edifici a energia quasi zero” (nearly Zero Energy Building - nZEB), edifici progettati e realizzati per raggiungere un'altissima prestazione energetica ed un'efficace minimizzazione del consumo di energia legato alla vita in esercizio dell'opera.

L'aeroporto è un sistema complesso che prevede la realizzazione di differenti tipologie di edifici, alcuni particolarmente energivori sia per le funzioni in essi previste che per le dimensioni richieste.

In ausilio al processo di trasformazione degli edifici verso il concetto degli nZEB oggi sono disponibili strumenti e mezzi che, nelle fasi di progettazione, realizzazione, vita in esercizio, manutenzione e finanche dismissione delle opere, consentono di controllare il processo edilizio nella direzione del “green building”.

Si fa riferimento in particolare al *“Building Information Modeling”* che, essendo un metodo interattivo di progettazione degli edifici, consente ai diversi progettisti specialisti di simulare la realtà, creando un modello digitale dell'edificio caratterizzato da contenuti informativi di tipo complesso che vanno ben al di là di quanto rappresentabile con i sistemi tradizionali.

Al pari si sono diffusi nel tempo metodi di certificazione volontaria del livello di sostenibilità e di eco-compatibilità di un edificio, come la “Leadership in Energy and Environmental Design” - LEED o la “Building Research Establishment Environmental Assessment Method” - BREEAM. Tali metodi di certificazione, intervenendo in maniera integrata nelle fasi di progettazione, costruzione e manutenzione delle opere, con attenzione anche all'interior design, valutano e quantificano i livelli ottenibili ed ottenuti in termini di risparmio energetico ed idrico, di riduzione delle emissioni di CO₂, di “qualità ecologica” dell'interior design, ed altro ancora, a seguito dell'attuazione di precise scelte gestionali e progettuali (effettuate, ad esempio, sui materiali, sui componenti edilizi, sull'utilizzo di energia da fonti rinnovabili).

Hangar, caserme vigili del fuoco, palazzine uffici, aerostazioni passeggeri, magazzini merci e altre tipologie di edifici, esistenti o di nuova realizzazione, se progettati, realizzati o riqualificati in senso sostenibile, costituiscono l'occasione per l'intera infrastruttura aeroportuale di contribuire all'evoluzione in senso “green” del Paese, consegnandola alla collettività quale esempio virtuoso.

Definiti metodi, mezzi e criteri di monitoraggio utili alla realizzazione di un edificio sostenibile, appare significativamente rilevante agire sulla preliminare idea progettuale dell'edificio, da rielaborare compiutamente attraverso un “ripensamento” in senso “green”.

Questa progettazione “open mind” può procedere, ad esempio, caratterizzando le aree funzionali in cui è articolato un edificio (ed i correlati sistemi impiantistici), secondo modalità di gestione flessibili nel tempo (nell’arco della giornata, della stagione), “sezionando” ed escludendo dall’organismo edilizio “attivo” le parti che temporaneamente non sono utilizzate, ciò a beneficio di un risparmio energetico ed economico nonché a vantaggio della “resilienza”, di cui si dirà più avanti.

Operando un salto di scala, dalla configurazione distributiva generale dell’edificio, suddivisa in aree funzionali, al singolo spazio funzionale, la progettazione “open mind” dovrebbe tendere ad un utilizzo flessibile dello spazio (e dei correlati sistemi impiantistici) in un arco temporale di riferimento, in rapporto all’effettivo affollamento, nonché avvalendosi delle peculiarità climatiche esterne che, mediante accorgimenti tecnici, possono concorrere a garantire adeguate condizioni termo igrometriche e di illuminamento interne, riducendo il contributo energivoro degli impianti.

Le soluzioni tecniche sono note, anche se in continua evoluzione: la sfida è quella di saperle utilizzare in tipologie edilizie come quelle aeroportuali, dove gli aspetti operativi incidono significativamente sulle configurazioni progettuali e sull’orientamento dei corpi di fabbrica.

Per il miglioramento della prestazione energetica di un fabbricato è possibile intervenire su:

- caratteristiche prestazionali dell’involucro edilizio;
- ricorso a fonti di energia rinnovabile;
- utilizzo di impianti di climatizzazione particolarmente performanti;
- sistemi a basso consumo energetico per l’illuminazione artificiale;
- sistemi automatici di regolazione delle esigenze termoigrometriche e di illuminazione degli ambienti in rapporto all’effettivo affollamento;
- elementi passivi di riscaldamento e raffrescamento;
- sistemi di ombreggiamento;
- sistemi per il miglioramento della qualità dell’aria indoor;
- illuminazione naturale.

Si propongono di seguito alcuni elementi di riflessione.

Con riferimento all’involucro dell’edificio, fatta salva la necessità di utilizzare materiali e sistemi costruttivi che riducano la trasmittanza termica, di particolare interesse si rivela l’utilizzo di schermature mobili tali da adattarsi alle diverse condizioni climatiche interne ed esterne, concorrendo alla realizzazione di un involucro dinamico in grado di offrire spunti anche sotto il profilo architettonico.

Con riferimento agli impianti di climatizzazione, atteso il ricorso a sistemi altamente performanti in termini di prestazione tecniche, di riduzione dei consumi energetici e dell’immissione di CO₂ nell’atmosfera, appaiono di interesse gli impianti segregabili per aree funzionali, secondo quanto proposto in precedenza, nonché automaticamente adattabili, in tempo reale, alle mutevoli condizioni ambientali degli spazi interni ed, ancora, corredati di sistemi di monitoraggio del funzionamento, finalizzati a garantire un’efficace attività manutentiva che eviti “dispersioni energetiche” a causa di un non rilevato decadimento delle prestazioni.

Si raccomanda in generale l'adozione di sistemi di Energy Management (Building Energy Management System) e il monitoraggio costante dei consumi con analisi real-time delle prestazioni energetiche degli edifici.

Spunti di riflessione sono altresì offerti dalla realizzazione di “elementi passivi di riscaldamento” costituiti sostanzialmente da accorgimenti architettonici che, captando i raggi solari, accumulano calore per poi rilasciarlo nell'ambiente interno. Rientrano in tale tipologia di sistemi le “serre solari”, volumi vetrati, connessi agli ambienti interni mediante serramenti eventualmente apribili, atti ad immagazzinare il calore della radiazione solare per poi rilasciarlo verso lo spazio interno (ad esempio il muro ad accumulo, costituito da spazi vetrati accostati alla parte esterna dell'edificio).

Al pari, sono da tenere in considerazione gli accorgimenti tecnici che non si basano sull'utilizzo di sistemi impiantistici ma, bensì, contribuiscono al raffrescamento degli ambienti. Sono a favore del raffrescamento interno le schermature solari (anche riflettenti ed a geometria complessa, tali da non creare effetti di abbagliamento), i sistemi di controllo dell'inerzia termica dei componenti dell'involucro (finalizzati ad attenuare gli effetti generati dalle variazioni della temperatura esterna), i sistemi di raffrescamento a mezzo di ventilazione tramite le correnti d'aria generate da fenomeni naturali (come l'azione del vento e l'effetto camino).

Nella scelta degli accorgimenti tecnici a cui ricorrere, è necessario tenere in considerazione le peculiarità climatiche delle diverse aree del territorio nazionale.

Poiché la sostenibilità ambientale si misura anche mediante la riduzione di consumi di beni quali l'acqua, per quelle attività che non richiedono l'uso di acqua potabile è di interesse la realizzazione di impianti idrico-sanitari che prevedano l'utilizzo di acqua piovana debitamente recuperata ed accumulata.

E' da ultimo rilevante citare l'utilizzo di energia termica ed elettrica, prodotte da fonti rinnovabili non fossili, come gli impianti fotovoltaici, solare termico, geotermico, micro-eolico, integrati nell'edificio o provenienti da centrali di cogenerazione e trigenerazione separate.

La tipologia di impianti da utilizzare in aeroporto deve essere ovviamente tale da non impattare negativamente sull'operatività dell'aeroporto.

Nella progettazione funzionale degli spazi interni, laddove non esistano vincoli dettati dalla consequenzialità dei processi che si svolgono all'interno di un edificio, è possibile intervenire a favore dell'utilizzo dell'illuminazione naturale, ubicando in maniera adeguata ambienti che richiedono luce costante durante il giorno.

Altro spunto di riflessione è, nel caso dei terminal aeroportuali, la limitazione dei percorsi a piedi da parte dei passeggeri e del numero dei cambi di livello, a beneficio non solo del livello di servizio (in termini di distanze e tempi di percorrenza) ma anche della limitazione dell'utilizzo di sistemi energivori come i tapis roulant o gli ascensori.

4.2.2 Parcheggi

La realizzazione delle aree di parcheggio, particolarmente estese in land side, offre l'occasione per intervenire secondo criteri di progettazione eco-sostenibile, nella consapevolezza che tali aree risultano energivore (ad esempio per l'impianto di illuminazione e per i sistemi di controllo degli

accessi), costituiscono spazi impermeabili all'acqua che consumano suolo naturale, nonché "isole di calore" (a documento del micro-clima).

Un primo intervento in senso eco-sostenibile può prevedere la realizzazione di aree d'ombra a mezzo di pensiline integrate da pannelli fotovoltaici che determinano la riduzione del consumo di energia per l'alimentazione degli impianti di servizio, fermo restando la compatibilità con l'operatività dell'aeroporto, come approfondito nei successivi paragrafi.

Un secondo intervento è la creazione di zone d'ombra mediante piantumazione di alberi (da scegliere evitando di favorire il fenomeno della nidificazione di volatili in relazione al fenomeno del "bird strike").

Si dovrebbe quindi procedere alla limitazione di pavimentazione impermeabile a quanto strettamente e funzionalmente necessario nonché alla realizzazione di aree verdi e pavimentazioni permeabili (compatibilmente con le norme di tutela ambientale in relazione alla raccolta e smaltimento delle acque meteoriche su pavimentazioni carrabili ed in coerenza con le prescrizioni regolamentari attinenti l'accessibilità dei percorsi pedonali per persone diversamente abili).



**Figura 1 – Esempio impianto fotovoltaico su edificio aeroportuale
(Phoenix Sky Harbor International Airport)**

(Fonte immagine: ACRP Airport Renewable Energy Projects Inventory and Case Examples)



Figura 2 – Esempio impianto fotovoltaico su pensilina (Evansville Regional Airport, USA)

(Fonte immagine: ACRP Airport Renewable Energy Projects Inventory and Case Examples)

Per gli aeroporti ubicati in aree particolarmente piovose, inoltre, la raccolta delle acque meteoriche depurate dagli idrocarburi rilasciati dagli autoveicoli, potrebbe essere opportunamente raccolta ed utilizzata per l'irrigazione dei pertinenti spazi a verde.

La riduzione del consumo di suolo, a vantaggio della realizzazione di aree a verde alberate, potrebbe inoltre essere raggiunta attraverso la realizzazione di aree di parcheggio multilivello.

4.2.3 Altre opere in aree funzionali dell'aeroporto

Da un punto di vista impiantistico è auspicabile prevedere interventi di efficientamento che riguardino le utenze maggiormente energivore. Si raccomanda in particolare l'ottimizzazione e l'efficientamento dei sistemi BHS (motori ad azionamento controllato e gestito da inverter), oltre che l'impiego di sorgenti luminose (AVL ed illuminazione piazzali) con tecnologia LED, dotati di sistemi di monitoraggio automatizzati che permettano un'efficace gestione della manutenzione preventiva. Interventi meritevoli di attenzione sono inoltre quelli mirati al miglioramento della qualità dell'aria (interna, esterna, compresa la decontaminazione da agenti patogeni microbiologici) ed alla compensazione del rumore.

4.2.4 Interventi per la produzione autonoma ed utilizzo razionale di energia

Possono rientrare in questa categoria tutti gli interventi mirati al raggiungimento dell'indipendenza energetica rispetto alla rete pubblica di distribuzione dell'energia elettrica o termica.

La progettazione di interventi per la produzione autonoma di energia varia da Regione a Regione, essendo fortemente dipendente dalle disponibilità di approvvigionamenti locali e, talvolta, dalle condizioni climatiche.

Ai fini del raggiungimento dell'obiettivo di indipendenza energetica si potrà valutare anche la stipula di accordi con fornitori/distributori di energia su territorio che, a loro volta, possano garantire l'approvvigionamento di combustibile in maniera sostenibile (ad esempio accordi con distributori di gas, idrogeno, biometano).

A titolo esemplificativo possono essere considerati gli interventi di seguito riportati.

- Impianti di cogenerazione - Impianti che consentono di generare simultaneamente elettricità e calore, con un risparmio di combustibile rispetto ad una produzione distinta dei due vettori che si traduce in un vantaggio economico e ambientale. I sistemi di cogenerazione permettono di recuperare il calore prodotto e disperso durante il processo di generazione dell'energia elettrica, utilizzandolo per coprire il fabbisogno di riscaldamento.
- Impianti di trigenerazione - Sistemi che, oltre a generare elettricità e calore per il riscaldamento, utilizzano una parte del calore residuo come energia per alimentare il sistema di raffrescamento.
- Impianti fotovoltaici su specifiche aree funzionali.

In ambito aeroportuale la tecnologia fotovoltaica riveste un particolare interesse in quanto può essere impiegata in luoghi non utilizzati normalmente per attività aeronautiche o per sviluppi alternativi, così come le coperture di edifici o di aree coperte destinate a parcheggio, come descritto precedentemente.

L'installazione di impianti fotovoltaici su sedime, o nei dintorni di un aeroporto, richiede studi specifici atti a verificare l'assenza di fenomeni di abbagliamento a carattere infastidente per gli operatori in torre di controllo e per i piloti. Esistono diverse tecnologie di produzione da fotovoltaico, tra queste gli impianti solari con pannelli in silicio tendono ad essere la tecnologia che offre ad oggi il miglior compromesso tra rendimento e vincoli imposti dall'operatività aeroportuale.

In linea generale, il solare fotovoltaico con pannelli in silicio offre i seguenti vantaggi:

- ha un profilo basso e un design modulare, compatibile con le superfici di limitazione degli ostacoli e con il sedime aeroportuale, consentendo di sfruttare tetti e spazi a terra negli aeroporti e nei dintorni;
- è progettato per assorbire la luce solare (piuttosto che rifletterla), riducendo al minimo i potenziali impatti dell'abbagliamento;
- non attira la fauna selvatica, che rappresenta un pericolo critico per la *safety* in ambito aviazione.

In ambito aeroportuale le installazioni fotovoltaiche possono essere riassunte tipologie di seguito riportate.

- Installazioni su tetto o pensiline - I tetti rappresentano una soluzione ottimale per i pannelli solari perché di solito ricevono un'esposizione al sole senza ostacoli. I tetti possono anche fornire una struttura di supporto già pronta, ovviando alla necessità di installare strutture complesse. Gli edifici aeroportuali hanno spesso sia tetti piani (ad es. terminal) che richiedono una struttura di supporto generica, sia tetti inclinati (ad es. hangar) che possono richiedere soluzioni minimali in termini di supporti meccanici.

Le pensiline di parcheggi coperti si presentano particolarmente adatte per questo tipo di applicazioni.

- Installazioni a terra - L'installazione di pannelli solari a livello del suolo richiede un terreno pianeggiante o leggermente ondulato con vista libera tipicamente verso sud. I sistemi montati a terra richiedono un'analisi geotecnica per confermare la stabilità a lungo termine dei terreni che li supportano. Generalmente gli impianti sono realizzati con strutture metalliche portanti alle quali sono fissati meccanicamente i moduli fotovoltaici. Esse sono direttamente ancorate al terreno per mezzo di sistemi di fondazione a secco o per mezzo di zavorre in calcestruzzo prefabbricato.
- Sistemi ad inseguimento - I sistemi ad inseguimento solare utilizzano meccanismi idraulici o motorizzati per spostare i pannelli in modo che siano continuamente perpendicolari al sole, massimizzando il loro potenziale di generazione elettrica. I pannelli possono muoversi in due direzioni per ottimizzare il contatto con il sole. Una direzione si adatta verticalmente alla posizione stagionale del sole nel cielo, per cui l'angolo del pannello rispetto al suolo aumenta o diminuisce. La seconda direzione è un movimento orizzontale che segue il percorso quotidiano del sole dall'alba al tramonto. Se il sistema utilizza uno di questi sistemi di tracciamento, viene indicato come un sistema "ad asse singolo". Se utilizza entrambi, utilizza il tracciamento "doppio asse".
- Edifici con pareti vetrate - Le facciate fotovoltaiche hanno il vantaggio di sfruttare le pareti esterne dell'edificio per produrre energia pulita, formando in genere una sorta di "controparete esterna" dell'edificio. Si pensi, per esempio, ai "palazzi di vetro". Le pareti fotovoltaiche, anche se hanno orientamento e inclinazione dei moduli non ottimali, riescono ad avere buoni rendimenti grazie alle loro estensioni.

4.2.5 Energie rinnovabili emergenti e progetti pilota

In ambito aeroportuale è possibile promuovere l'impiego di energie rinnovabili emergenti, sia in relazione agli spazi disponibili che ai molteplici casi d'uso applicabili allo scopo.

*Considerato che il tema delle energie da fonti rinnovabili è in continua evoluzione, è necessaria da parte dei Gestori una particolare attenzione a **soluzioni tecnologiche innovative** che possono trovare ambiti di sperimentazione presso gli aeroporti. A tal fine, previa condivisione con ENAC, è possibile anche prevedere **progetti pilota**, eventualmente finalizzati ad attività di ricerca e sviluppo.*

Ad oggi tra le tecnologie in via di evoluzione si segnalano l'idrogeno, la geotermia, lo sfruttamento del moto ondoso e l'impiego di fuel cells.

Tra le energie rinnovabili emergenti occorre citare sicuramente l'idrogeno, fonte sulla quale, a luglio 2020, la Commissione Europea ha proposto una specifica strategia allo scopo di velocizzarne lo sviluppo, considerandolo un elemento chiave per raggiungere la neutralità climatica entro il 2050.

I motivi che fanno dell'idrogeno un ottimo combustibile alternativo sono:

- il suo utilizzo come fonte energetica non emette gas serra (l'acqua è l'unico derivato del processo);
- può essere usato per produrre altri gas, come i combustibili liquidi;
- le infrastrutture esistenti (stoccaggio e trasporto dei gas) possono essere riconvertite a idrogeno;
- la sua densità energetica è maggiore di quella delle batterie, e può quindi essere utilizzato per trasporti a lunga distanza e merci pesanti.

Al momento, l'idrogeno gioca un ruolo marginale nella filiera energetica a causa di elevati costi in termini di competitività, della scala di produzione, delle esigenze infrastrutturali e della sicurezza percepita.

La problematica principale dell'idrogeno consiste nel processo di produzione dello stesso (elettrolisi dell'acqua o reforming di idrocarburi), procedimento che richiede anch'esso energia.

Esistono infatti vari "tipi di idrogeno", suddivisi in base al processo di produzione e alle emissioni di gas serra prodotte. L'idrogeno pulito ('idrogeno rinnovabile' o 'idrogeno verde') viene prodotto dall'elettrolisi dell'acqua che, utilizzando energia elettrica da fonti rinnovabili, non emette gas serra durante le fasi di produzione.

Allo stato attuale l'idrogeno rappresenta una soluzione promettente per i trasporti pesanti, dove, insieme ai biocarburanti, potrebbe andare a sostituire progressivamente il diesel, mentre risulta meno vantaggioso per trasporti leggeri, ove l'elettrico si sta dimostrando la soluzione più competitiva e difficilmente sostituibile.

Al fine di sviluppare l'impiego di tale tecnologia, la Commissione Europea ha stabilito una road map per favorire gli investimenti e stimolare la domanda nei settori d'uso finale.

In una prima fase può essere adottato in tempi brevi per usi vincolati, quali navette, flotte commerciali (ad esempio di taxi) o alcuni tipi di *ground support equipment* per aeromobili. Le stazioni di rifornimento di idrogeno possono essere alimentate da elettrolizzatori locali, ma la loro realizzazione dovrà essere preceduta da un'attenta analisi del fabbisogno del parco veicoli e delle diverse esigenze dei mezzi leggeri e pesanti.

Nel lungo periodo il settore dell'aviazione potrebbe contemplare anche l'utilizzo di idrogeno quale combustibile per gli aeromobili, il che imporrebbe la realizzazione di infrastrutture per lo stoccaggio e la gestione di tale carburante alternativo.

In ultimo, in base alla collocazione geografica dello scalo, è possibile prevedere progetti pilota con impiego di tecnologie a fonte rinnovabile, quali quelli di seguito riportati:

- Impianti geotermici – Impianti progettati per sfruttare la temperatura costante sotto la superficie del suolo nel tentativo di limitare la domanda di riscaldamento e raffreddamento di un terminal o di un altro edificio aeroportuale. I componenti dell'impianto di un impianto geotermico possono essere progettati e realizzati in locali tecnici dell'aeroporto o sotto terra, senza presentare problemi per la sicurezza dello spazio aereo. Il grande vantaggio della

tecnologia geotermica è l'efficienza costante nel tempo, ottenuta grazie alla stabilità delle condizioni di temperatura del sottosuolo.

- Energia elettrica da moto ondoso - Impianti che sfruttano l'energia cinetica del moto ondoso. Attualmente esistono tecnologie che permettono di sfruttare il moto imposto dalle onde su elementi mobili (quali ad esempio pale di turbine) o elementi galleggianti, o anche la variazione di livello di una colonna d'acqua in un corpo cilindrico. Tali impianti sono particolarmente interessanti per utenze in prossimità del mare e per l'affidabilità e prevedibilità della resa energetica. Per questo tipo di tecnologie vanno parimenti valutati i vincoli imposti dall'impatto ambientale, sia in termini di inquinamento acustico e visivo che di conseguenze sull'ecosistema marino locale.
- Impiego di fuel cells in luogo di accumulatori tradizionali - Le celle a combustibile sono sistemi elettrochimici capaci di convertire l'energia chimica di un combustibile direttamente in energia elettrica. Durante il processo, non si ha l'intervento intermedio di un ciclo termico: questo permette di avere rendimenti di conversione più elevati rispetto a quelli delle macchine termiche tradizionali.

Dal momento che la produzione di energia elettrica avviene attraverso un processo elettrochimico, il funzionamento avviene finché viene fornito combustibile al sistema (ad esempio idrogeno) ed un ossidante (ossigeno oppure aria). In breve, una Fuel Cell non immagazzina energia, ma la converte finché vi sono reagenti sufficienti. Tutte le celle a combustibile hanno lo stesso principio di funzionamento: un sistema di conversione di energia che avviene attraverso una reazione in cui si consumano idrogeno ed ossigeno, con produzione di acqua e passaggio di corrente elettrica nel circuito esterno. Esistono diverse tipologie di Fuel Cell, che si differenziano per il tipo di elettrolita impiegato e per la temperatura operativa. Con l'avanzare delle tecnologie le celle a combustibile utilizzano sempre più l'idrogeno. Come il solare, sono una tecnologia modulare che può essere dimensionata per l'uso appropriato. Le celle a combustibile utilizzate per alimentare i veicoli di trasporto sono dimensionate per adattarsi a un'auto o un autobus.

Man mano che le celle a combustibile a idrogeno diventano fonti più fattibili di generazione di energia, crescono le opzioni per fornire energia indipendente dalla rete per luoghi critici come data center, ospedali e aeroporti. Attualmente, tuttavia, l'applicazione delle celle a combustibile a idrogeno è principalmente limitata a veicoli (bus, navette, GSE, ecc.)

4.2.6 Interventi per la realizzazione di reti per la mobilità sostenibile

Rientrano tra questi interventi quelli mirati allo sviluppo di un trasporto locale più sostenibile, non solo ai fini della decarbonizzazione degli scali, ma anche come leva di miglioramento complessivo della qualità della vita (riduzione inquinamento dell'aria e acustico, diminuzione congestioni e integrazione di nuovi servizi).

A livello Europeo particolare attenzione è stata dedicata alla realizzazione di **infrastrutture per carburanti alternativi** (*AFIR Alternative Fuel Infrastructures*), quale misura complementare per raggiungere gli obiettivi del Green Deal (*Fit for 55 package*).

Tra i progetti che possono rientrare in questo obiettivo vi sono:

- revisione del parco mezzi a favore di veicoli ibridi, elettrici o ad idrogeno;
- realizzazione di stazioni di ricarica per il rifornimento contemporaneo di mezzi elettrici in area *landside* (parcheggi lunga sosta, breve sosta, ecc.);
- realizzazione di stazioni di ricarica o colonnine puntuali per la ricarica dei mezzi impiegati in area *airside*;
- realizzazione di infrastrutture di terra per la fornitura di energia elettrica ed aria condizionata agli aeromobili in sosta.

Uno degli interventi a maggior impatto sulla decarbonizzazione globale degli scali è rappresentato dalla revisione delle flotte di veicoli impiegati per l'operatività aeroportuale in area *landside* ed *airside*, e la contestuale realizzazione di infrastrutture per la ricarica di veicoli ibridi o elettrici.

Come esposto ai punti precedenti, allo stato dell'arte la soluzione più competitiva risulta l'energia elettrica (impiego di batterie), seguita dall'alimentazione ad idrogeno.

Capitolo a parte merita l'utilizzo dell'idrogeno quale vettore energetico per gli aeromobili, aspetto che non viene trattato nello specifico in queste linee guida ma che richiede un approfondimento per quanto riguarda la realizzazione di infrastrutture per rendere disponibile il carburante alternativo presso l'aeroporto.

Per quanto riguarda la realizzazione di infrastrutture di ricarica in aree pubbliche si raccomanda un approccio di "sistema" e non mirato a risolvere situazioni contingenti, in modo tale da non incorrere in problemi di capacità complessiva della rete elettrica aeroportuale.

Si segnala a tal proposito la possibilità di esplorare soluzioni di ricarica bidirezionale, ovvero quelle tecnologie, sempre più frequenti sul mercato, atte a consentire lo sfruttamento dell'energia accumulata nelle batterie in caso di veicolo fermo per lunghi periodi.

La diffusione di massa di veicoli elettrici richiederà inevitabilmente un lavoro coordinato tra il Gestore aeroportuale, i subconcessionari e le compagnie di distribuzione dell'energia elettrica. Il collegamento sempre più frequente alla rete elettrica farà sì che ci sarà un aumento sensibile della potenza richiesta e un numero di carichi collegati che, se non affrontato nel modo corretto, potrebbe produrre delle distorsioni alla forma d'onda della rete con tutte le conseguenze del caso.

In ultimo, da un punto di vista di risparmio energetico, particolare rilievo assume la fornitura di energia elettrica ed aria condizionata agli aeromobili in sosta direttamente dal terminal, soprattutto nell'ottica di evitare il ricorso a mezzi mobili con impiego di combustibili fossili.

In particolare, per gli aeroporti appartenenti alle reti transeuropee TEN-T *core* e *comprehensive*, la revisione delle recenti Direttive Europee in materia di trasporti intermodali prevede degli obblighi temporali di implementazione per gli Stati Membri, con scadenze fissate al 2025 per gli stand a contatto con il terminal ed al 2030 per stand remoti.

4.2.7 Impianti per il recupero dei rifiuti

Un aeroporto è un sistema complesso, assimilabile ad un particolare ambito urbano per numero e qualità delle attività umane che lo stesso accoglie nonché per numero di persone che, per lavoro o per viaggio, transitano presso lo scalo. È inevitabile, pertanto, la produzione di una importante quantità di rifiuti di diversa tipologia che, allo stato attuale, vengono stoccati nelle isole ecologiche, laddove presenti, per il successivo smaltimento presso le pubbliche discariche.

Il concetto di economia circolare, ormai associato a quello di economia sostenibile, prevede il riciclo di alcune tipologie di materiali per rinnovarne l'utilizzo, richiedendo l'implementazione delle infrastrutture per la raccolta differenziata e per il successivo trattamento dei rifiuti, con particolare attenzione ai "rifiuti" elettrici ed elettronici, alla carta, al tessile e alla plastica.

In ambito aeroportuale può essere valutata la possibilità di dare impulso alla gestione e al riutilizzo dei rifiuti, rispetto a quanto ordinariamente previsto, mediante la realizzazione di impianti innovativi per lo stoccaggio e il recupero delle diverse tipologie di materiali.

Gli impianti, vecchi e nuovi, oggetto essi stessi di realizzazione o riqualificazione secondo procedimenti costruttivi atti a renderli strutture energeticamente sostenibili, sotto il profilo funzionale potranno essere progettati in modo da costituire punto di differenziazione e stoccaggio di rifiuto "pregiato" sotto il profilo della possibilità di riutilizzo. Dall'impianto aeroportuale i rifiuti differenziati potrebbero essere direttamente "ceduti" alle società che si occupano della relativa rigenerazione, con "alleggerimento" del sistema di smaltimento pubblico dei rifiuti e incremento delle quantità di materiale globalmente riciclato.

4.3 INTERVENTI PER LA RESILIENZA

La realizzazione di interventi che concorrano a creare una rete nazionale aeroportuale resiliente è strettamente correlata ad una progettualità che abbia come obiettivo primario la capacità dei sistemi di assorbire i disturbi e prevedere un recupero veloce a seguito di eventi esterni causati da condizioni climatiche, politiche e sociali inattese.

Gli interventi rientranti in tale ambito dovranno pertanto porsi come obiettivo:

- la resilienza energetica;
- la resilienza dei sistemi critici;
- la resilienza funzionale degli edifici.

4.3.1. Resilienza energetica

La resilienza energetica è intesa quale creazione di “comunità locali” in grado di svincolarsi gradualmente dalla dipendenza dalle fonti fossili attraverso una strategia di "transizione" che possa rendere le comunità stesse autonome rispetto all'approvvigionamento energetico esterno. L'aeroporto costituisce un particolare esempio di “comunità locale” assimilabile ad un ambito urbano per complessità e molteplicità di attività in esso svolte e, pertanto, deve essere interessato da misure volte a progettare e realizzare la resilienza energetica.



Figura 3 – Principali ambiti di impiego dell’energia in aeroporto

(Fonte immagine: ACRP Airport Renewable Energy Projects Inventory and Case Examples, 2020)

I passi da compiere per progettare sistemi energetici, intesi come l’insieme di processi ed infrastrutture, ad alta resilienza sono i seguenti:

- conoscere il profilo e l'architettura energetica dello scalo, mediante assessment;
- stabilire i requisiti di continuità del servizio dei singoli sistemi, identificando i livelli di prestazione minimi e le priorità di alimentazione elettrica degli stessi;
- analizzare l'affidabilità del sistema, identificare i punti di vulnerabilità, intesi come assenza di ridondanza o impiego di componenti a bassa resilienza;
- redigere un piano di generazione autonoma di energia in sito, sia in condizioni ordinarie che di emergenza, mediante impiego di fonti rinnovabili, sistemi di accumulo statici o dinamici (quali ad esempio UPS rotanti);
- redigere un piano di adeguamento dei sistemi critici volto ad aumentarne l'affidabilità, agendo sulla ridondanza dell'architettura e sulla resilienza dei componenti;
- elaborare piani di manutenzione preventiva efficaci sui sistemi critici, che prevedano la simulazione di scenari "degradati" con ricorso al funzionamento di sistemi ed impianti "in isola".

Una delle soluzioni che si sta maggiormente affermando è quella della creazione di *smart energy hub* intesi quali soluzioni di gestione del fabbisogno dell'infrastruttura mediante ricorso a sistemi con più vettori energetici (ad esempio energia solare, metano, biogas, biometano, idrogeno).

4.3.2. Resilienza dei sistemi critici

Ad oggi l'operatività aeroportuale e l'erogazione dei servizi all'utenza si basano sull'impiego predominante di sistemi IT (*Information Technology*) che presentano elementi di criticità se non correttamente indirizzati sin dalla fase di progettazione.

Mentre per alcuni sistemi, come ad esempio gli impianti di climatizzazione, una sospensione di breve durata dell'alimentazione elettrica non genera impatti di rilievo, sui sistemi IT può avere notevoli conseguenze sull'operatività dello scalo. In questo senso la progettazione dei tali sistemi deve porsi come obiettivo il raggiungimento di un elevato grado di resilienza finalizzato a garantire idonei livelli di continuità del servizio all'utenza in termini di affidabilità dei sistemi IT.



Figura 4 – Applicazioni sistemi IT in ambito aeroportuale (Dubai Airport)

(Fonte immagine: e.huawei.com/it/case-studies)

In tale ottica la resilienza dei sistemi IT può essere affrontata con interventi mirati a:

- progettare Data center in continuità operativa, utilizzando come parametro di progettazione la “disponibilità” dei sistemi in termini di ore o minuti annui di indisponibilità (impiegando ad esempio architetture *TIER compliant*).
- garantire la tutela delle informazioni del sistema aeroportuale e dei passeggeri
- raccogliere ed elaborare informazioni ed eventi, simulando scenari ordinari o “degradati” mediante intelligenza artificiale;
- implementare la *cyber intelligence* con l’obiettivo di prevenire eventuali attacchi, mediante creazione del gemello digitale dello scalo per simulare attacchi e studiare le opportune modalità di reazione.

È, inoltre, importante tenere conto dei tempi di riavvio di alcuni componenti, almeno nei casi in cui eventuali ritardi nel ripristino dei livelli ottimali possano incidere negativamente sulle prestazioni.

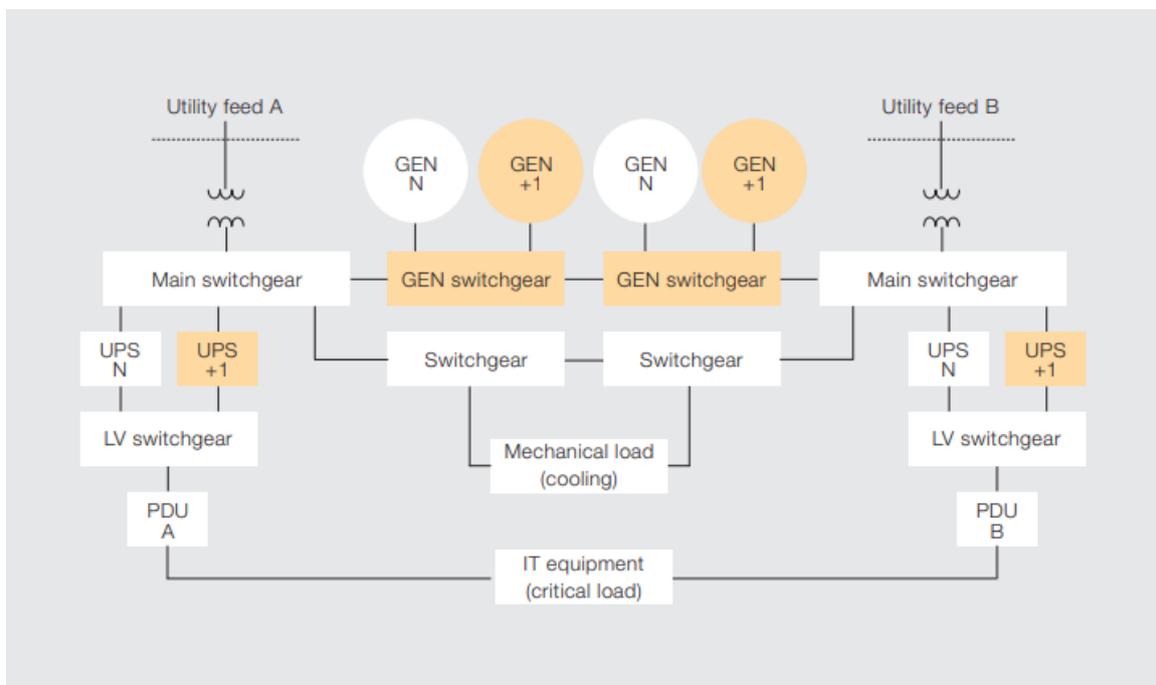


Figura 5 – Esempio di architettura Tier IV compliant

(Fonte immagine: ABB review, ABB Group R&D and Technology, 2013)

4.3.3. Resilienza funzionale degli edifici

Un aspetto di fondamentale rilevanza per un aeroporto è la resilienza degli edifici aeroportuali essenziali ai fini della continuità del servizio di trasporto commerciale, del trasporto delle merci (in particolare dei beni di prima necessità), della gestione dell'emergenza ai fini della protezione civile.

In aeroporto le vigenti norme in materia di progettazione strutturale individuano gli edifici "strategici" in relazione alle attività di protezione civile che devono risultare "resilienti", in particolare sotto il profilo del comportamento della struttura in caso di sisma.

Il concetto di resilienza, tuttavia, va esteso anche a specifiche esigenze di operatività che richiedono un "adattamento" degli spazi (in termini di ampliamento o riduzione) in caso di eventi come le emergenze sanitarie, da cui consegue una progettazione funzionale di spazi che devono risultare flessibili.

Il concetto di flessibilità sopra richiamato si concretizza, da un lato, attraverso la possibilità di parzializzare gli spazi sotto il profilo energetico e funzionale per adattarli ad eventuali drastici cali del traffico passeggeri, rendendo la struttura comunque economicamente ed energeticamente sostenibile per il gestore aeroportuale. Dall'altro lato, gli stessi spazi funzionali devono essere progettati in maniera flessibile per poter guadagnare spazio aggiuntivo in caso, ad esempio, di attuazione di misure sanitarie di distanziamento fisico tra le persone, correlandosi con impianti di trattamento dell'aria efficaci ai fini di una pressoché istantanea sanificazione.

5. DIGITALIZZAZIONE DI IMPIANTI E SISTEMI PER LA SOSTENIBILITA' E RESILIENZA

Le linee di indirizzo dei programmi europei per la digitalizzazione (quali ad esempio il programma *Digital Europe*), alcune delle quali riprese dal PNRR, rappresentano un'occasione per l'accelerazione del processo di digitalizzazione delle infrastrutture in ambito aeroportuale. Il Piano si inserisce infatti in una più ampia strategia europea di trasformazione digitale ed ha come obiettivo quello di favorire l'impiego delle tecnologie a servizio di sostenibilità e resilienza.

5.1 *Smart grid* ed *Internet of Things* (IoT)

Un esempio concreto di tecnologia applicata alle infrastrutture è rappresentato dall'impiego di sistemi di supervisione basati su tecnologie IoT (*Internet of Things*), quali ad esempio l'installazione di sensoristica real time e di sistemi di analisi e monitoraggio dinamico dei parametri di fabbisogno delle infrastrutture.

In linea generale rientrano in questa casistica le soluzioni che prevedono l'interazione di reti di informazione e reti di distribuzione elettrica, tali da gestire la rete elettrica in maniera "intelligente" ovvero in maniera efficiente per la distribuzione di energia elettrica e per un uso più razionale dell'energia (cd. *Smart grid*).

Tali soluzioni possono prevedere la presenza di un'unica generazione alternativa concentrata o l'insieme di più sistemi di generazione distribuita, anche di piccola taglia, ubicata nei nodi periferici delle reti di distribuzione.

Una rete "digitalizzata", basata sull'integrazione delle tecnologie in campo, permette di rispondere alle seguenti esigenze:

- rilevare i problemi prima che abbiano impatto sul livello di servizio;
- favorire la comunicazione veloce tra tutti i nodi del sistema (utilizzando, ad esempio, tecnologia 5G);
- permettere azioni tempestive che riportino il sistema ad uno stato di stabilità dopo eventuali interruzioni o disturbi di rete;
- adattarsi velocemente a condizioni variabili interne o esterne al sistema;
- ridurre l'impatto ambientale.

Una Smart Grid è in grado, ad esempio, di inviare il surplus di energia di determinate aree ad altre zone in un momento in deficit, il tutto in tempo reale e in modo dinamico. Si deve inoltre sottolineare che, rispetto all'attuale rete di distribuzione in cui il flusso di potenza è unidirezionale (da produttore a consumatore), in una smart grid, oltre alla promozione della diffusione delle fonti rinnovabili, si rendono i consumatori parte attiva nel processo di fornitura dell'energia, grazie anche alla generazione distribuita.

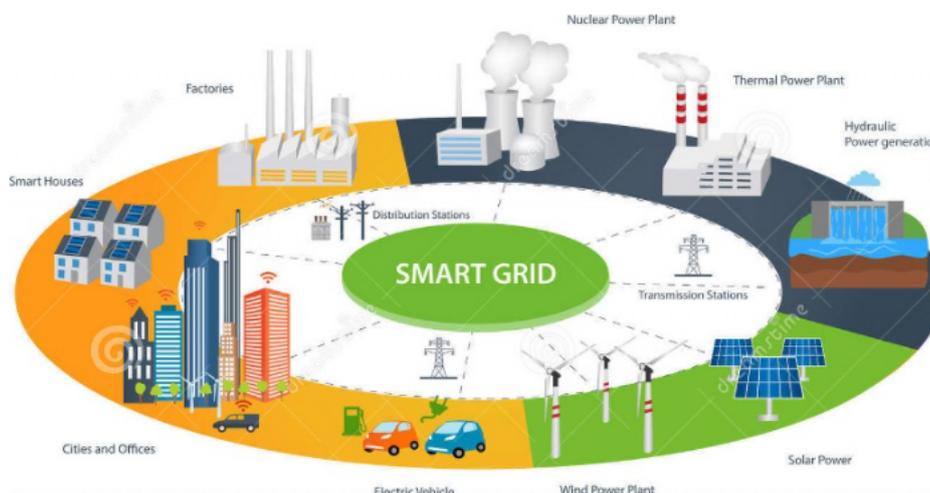


Figura 6 – Esempio Smart Grid energetica

(Fonte immagine: www.miaenergia.it)

5.2 BIM (*Building Information Modeling*)

Tra le forme di digitalizzazione emergenti si sta affermando il *Building Information Modeling*, ossia la “modellazione informativa delle costruzioni”. Consiste in una rappresentazione digitale e tridimensionale delle opere edili e dei relativi servizi, in grado di gestire un’elevata mole di dati, informazioni e documenti.

La correlazione tra digitalizzazione, sostenibilità e resilienza è data dalla grande potenzialità di strumenti *BIM based*, ovvero la possibilità di disporre, su un’unica piattaforma, di una trasposizione digitale del modello (*digital twin*) e di un quantitativo di informazioni organizzate a livello gerarchico che, se opportunamente aggiornate, accompagnano le opere infrastrutturali nel corso dell’intero ciclo di vita operativa.

I modelli, se sostenuti da un’adeguata rete IoT (*Internet of Things*), ovvero di sensoristica che in *real time* alimenta il modello, permettono una gestione ottimale dell’infrastruttura che, attraverso specifici applicativi, può coinvolgere anche gli utilizzatori dell’edificio.

L’interoperabilità di sistemi e software basati su metodologia BIM permette infatti di poter simulare scenari legati alla gestione degli asset, all’occupazione degli spazi, all’analisi dei flussi di passeggeri in condizioni ordinarie ed in caso di eventi imprevisti.

Il Decreto “semplificazione” (D.L. 77 del 31 maggio 2021) ha fornito una spinta in più a livello legislativo, riproponendo il BIM come elemento premiale adottato nei progetti del PNRR, con la clausola dell’utilizzo di piattaforme interoperabili e di formati aperti non proprietari.

Il Decreto (art. 48, comma 6) prevede la possibilità, per le stazioni appaltanti e per determinate tipologie di appalti, di assegnare un punteggio premiale per l’uso nella progettazione dei metodi e

strumenti elettronici specifici, definiti successivamente con il recente D.M. n. 312 del 02.08.2021 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e della Mobilità Sostenibile.

Il D.M. n. 312 del 2021, che ha aggiornato il D.M. 560/2017 (cd. “Decreto BIM”), ha infine definito modalità e tempi di progressiva introduzione dei metodi e degli strumenti elettronici di digitalizzazione delle infrastrutture con metodologia BIM oltre che invitato le stazioni appaltanti alla programmazione degli adempimenti obbligatori preliminari, quali:

- adozione di un piano di formazione del personale;
- definizione di un piano di acquisizione o di manutenzione degli strumenti hardware e software;
- assunzione di un atto organizzativo.



Figura 7 – Applicazione della metodologia BIM in ambito aeroportuale

(Fonte immagine: www.buildingsmartitalia.org)

6. CONCLUSIONI

In relazione a tutto quanto sopra rappresentato, nella certezza che l'intero settore del trasporto aereo possa farsi attore trainante di altri settori economici nel processo di salvaguardia ambientale, economica e sociale del nostro “vivere quotidiano”, è chiesto ai gestori un impegno fattivo nella direzione che queste Linee di indirizzo hanno inteso tracciare costituendo *limen* da oltrepassare piuttosto che meramente da raggiungere.

Le linee di indirizzo intendono fornire una “*Vision* comune” per stimolare una rivisitazione dell’approccio alla progettualità delle opere infrastrutturali con gli obiettivi contemporanei di decarbonizzazione, risparmio energetico, digitalizzazione e connettività aerea.

È auspicabile che gli attori del sistema siano parte attiva del processo di transizione tuttora in corso in ambito Europeo e che, a partire dalla *Vision* comune, adottino quanto prima una *Policy* che abbia come missione lo sviluppo di scali del futuro che privilegino sostenibilità, innovazione tecnologia, intermodalità ed un sempre maggiore alle tecnologie digitali mirate al miglioramento del livello di servizio percepito dal passeggero.