



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II
FACOLTÀ DI INGEGNERIA



DOTTORATO DI RICERCA IN INGEGNERIA DELLE COSTRUZIONI
XVIII CICLO
COORDINATORE PROF. ING. FEDERICO M. MAZZOLANI

INDIRIZZO RECUPERO EDILIZIO E INNOVAZIONE TECNOLOGICA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA EDILE

TESI DI DOTTORATO DI RICERCA

UNA GUIDA ALLA GESTIONE DEGLI INTERVENTI DI
MANUTENZIONE IN UN CONTESTO AEROPORTUALE
MILITARE: IL CASO STUDIO DI GROSSETO

TUTOR

PROF. ING. RENATO IOVINO
PROF. ING. MAURIZIO NICOLELLA

DOTTORANDO

ING. FRANCESCO GRAVINA

NOVEMBRE 2002 - OTTOBRE 2005

Indice

0. Introduzione

pg. 1

1. Il quadro storico aeroportuale: dalla genesi all'avvento della propulsione aerea

1.1 La genesi e l'evoluzione del concetto di infrastruttura aeroportuale.

pg 5

1.2 La costruzione di un aeroporto: analisi delle problematiche generali ai tempi dei primi allestimenti.

pg. 10

1.3 I primi metodi e processi di pianificazione degli aeroporti italiani.

pg 15.

1.4 La configurazione delle aree di volo: i primi approcci secondo metodi matematici.

pg. 29

1.5 Il rapporto tra la conformazione del sedime e l'organismo edilizio nell'infrastruttura aeroportuale della prima metà del '900.

pg. 31

1.6 L'evoluzione delle infrastrutture aeronautiche dal dopoguerra sino ai moderni aeroporti militari.

pg. 37

2. Analisi dell'Aeroporto di Grosseto – 4° Stormo

2.1 La storia.

pg. 41

2.2 Analisi generale dell'infrastruttura aeroportuale.

pg. 44

2.3 Le nuove esigenze operative: ingresso in linea del nuovo Eurofighter 2000.

pg. 47

3. Analisi Urbanistica dell'Aeroporto di Grosseto – 4° Stormo

3.1 Ubicazione

pg. 49

3.2 Morfologia dell'impianto aeroportuale

3.2.1. Area Operativa

pg. 50

3.2.2. Area Logistica

pg. 51

3.3. Individuazione delle Tipologie edilizie

pg. 52

Gli immobili ad uso uffici

Le strutture per il ricovero e la manutenzione dei velivoli

I depositi Carburanti

I depositi Munizioni

Le strutture logistiche: alloggi, circoli e mense

4. La manutenzione programmata in edilizia

- 4.1. La manutenzione programmata in edilizia *pg. 61*
- 4.2. Evoluzione della cultura manutentiva *pg. 65*
 - 4.2.1. Le manutenzione preventive *pg. 71*
- 4.3 La manutenzione edile programmata *pg. 75*
- 4.4. La situazione normativa attuale *pg. 77*
- 4.5. I modelli e servizi di management nel campo della manutenzione *pg. 81*
 - 4.5.1. Il global service di manutenzione *pg. 83*
- 4.6 I sistemi informativi nella manutenzione del costruito *pg. 84*
- 4.7 La manutenzione dei grossi parchi immobiliari: le problematiche riscontrabili *pg. 89*

**5. La manutenzione programmata per le infrastrutture dell'4° Stormo:
un'ipotesi di guida.**

5.1 La qualità in edilizia	<i>pg. 91</i>
5.2 La patologia in edilizia	<i>pg. 95</i>
5.3 La “Guida” per la manutenzione di una infrastruttura aeroportuale: il caso del 4° Stormo	<i>pg. 101</i>
5.3.1. Sezione Anagrafica: caratteristiche generali	<i>pg. 103</i>
5.3.2. Sezione Diagnostica: caratteristiche generali	<i>pg. 104</i>
5.3.3. Sezione Clinica: caratteristiche generali	<i>pg. 106</i>
5.4 Sezione Anagrafica	<i>pg. 107</i>
5.4.1. Dati Identificativi	<i>pg. 109</i>
5.4.2. Dati Storico Patrimoniali	<i>pg. 111</i>
5.4.3. Dati Quantitativi	<i>pg. 112</i>
5.4.4. Dati Urbanistico Normativi	<i>pg. 114</i>

5.4.5. Dati Storico Amministrativi	<i>pg. 114</i>
5.4.6. Dati Tecnologici: Subsistemi Edilizi ed Impiantistici	<i>pg. 116</i>
5.5. Sezione Diagnostica	<i>pg 118</i>
5.5.1. Il rilievo dello stato conservativo	<i>pg. 119</i>
5.5.1.1. Identificazione delle anomalie ricorrenti	<i>pg. 119</i>
5.5.1.2. Definizione dei livelli di degrado	<i>pg. 125</i>
5.5.1.3. Definizione dei livelli prestazionale degli elementi tecnici	<i>pg. 127</i>
5.5.2. Schede di rilievo nel tempo	<i>pg. 131</i>
5.5.2.1. Scomposizione tecnologica degli elementi tecnici	<i>pg. 133</i>
<i>Pareti Perimetrali Verticali</i>	
<i>Infissi Esterni Verticali</i>	
<i>Coperture</i>	
<i>Balconi</i>	
5.5.3. Individuazione degli agenti e formalizzazione della diagnosi	<i>pg. 145</i>
5.5.4. Scheda Diagnostica	<i>pg. 150</i>

5.6. Sezione Clinica

pg. 152

5.6.1. Le tipologie di attività manutentive

pg. 152

Introduzione

Il presente lavoro ha come obiettivo lo studio delle installazioni aeroportuali militari, finalizzato alla redazione di uno strumento guida, per la gestione delle informazioni utili alla definizione delle attività manutentive.

In questo ambito applicativo, l'Aeronautica Militare, in qualità di committente, è da considerarsi come gestore di grossi parchi immobiliari, per i quali l'economia di scala assume un valore ancor più significativo, in ragione dei continui tagli alla spesa pubblica. In quest'ottica i metodi e processi, che portano ad un'ottimizzazione delle risorse economiche a disposizione, trovano, in questo momento storico, sempre più diffusione negli ambienti scientifici ed in quelli professionali.

La manutenzione programmata è, oggi giorno, una realtà sempre più diffusa e risulta essenziale, per procedere in tale direzione, la conoscenza del manufatto e del suo comportamento nel tempo.

La ricerca svolta in questi anni si è posta come obiettivo la definizione di un percorso metodologico che possa guidare l'operatore, presente nel generico sedime aeroportuale militare, dalla fase di rilievo, ovvero dal momento del

riconoscimento delle anomalie, attraverso l'individuazione delle causali che le hanno generate, fino alle proposte di intervento.

Il documento proposto, pertanto, nasce da una precisa volontà di fornire un contributo scientifico, quale la definizione di percorso un metodologico *cucito addosso* alle installazioni aeroportuali militari.

La ricerca svolta può considerarsi articolata in due fasi:

- la prima, dedicata agli aspetti conoscitivi delle realtà aeroportuali in generale, sotto il profilo storico, urbanistico e tipologico;
- la seconda, che nasce dallo studio precedente, vede la definizione del percorso metodologico più idoneo alla strutturazione della committenza, l'Aeronautica Militare. Ciò ha trovato una sua concreta realizzazione in un sistema informativo, finalizzato alla definizione di uno strumento per la manutenzione programmata delle infrastrutture aeroportuali.

L'articolazione dello studio, su cinque capitoli, può essere sintetizzata nel modo che segue.

Il primo capitolo si interessa della rivisitazione storica dell'installazioni aeroportuali, sotto il profilo tipologico ed urbanistico, con l'individuazione del quadro storico di riferimento, dalla genesi delle prime installazioni sino all'avvento della propulsione aerea.

Il secondo capitolo fornisce l'inquadramento relativamente al campo di applicazione dello strumento operativo, ovvero l'aeroporto di Grosseto, sede del 4° Stormo, mediante una breve dissertazione sulla storia dell'unità operativa, l'analisi generale dell'infrastruttura aeroportuale e delle nuove esigenze operative, ovvero l'ingresso in linea del nuovo aeroplano Eurofighter 2000.

Il terzo capitolo affronta la fase di Analisi Urbanistica dell'Aeroporto di Grosseto – 4° Stormo, con la disamina della morfologia dell'impianto aeroportuale (Area Operativa ed Area Logistica), l'analisi del nuovo piano regolatore aeroportuale, l'individuazione delle tipologie edilizie (immobili ad uso uffici, strutture per il ricovero e la manutenzione dei velivoli, depositi carburanti, depositi Munizioni, magazzini, le infrastrutture di volo, la viabilità e le strade), e l'analisi dei sistemi costruttivi.

Il quarto capitolo è dedicato interamente alla manutenzione programmata in edilizia, con l'analisi dell'evoluzione della cultura manutentiva, le nuove applicazioni attraverso le manutenzioni preventive, la contestualizzazione della programmazione degli interventi di manutenzione nel campo dell'edilizia, la situazione normativa attuale di riferimento, i modelli e servizi di management nel campo della manutenzione. Viene affrontata, inoltre, l'argomento del sistema informativo nella manutenzione programmata, evidenziandone l'importanza in relazione alla mole di informazioni necessarie alla gestione degli organismi edilizi.

Il quinto capitolo descrive la strutturazione, sotto il profilo concettuale, del percorso metodologico alla base del software (Sistema Informativo), dal nome G. P. M. (Gestione Programmata della Manutenzione), opportunamente creato per le applicazioni della committenza nel campo degli aeroporti italiani. Vengono esaminate, in maniera puntuale e dettagliata, le sezioni in cui è articolato il software, con la disamina della strutturazione delle schede di archiviazione delle informazioni generali dell'organismo edilizio e di quelle tecnologiche. Vengono descritte le schede per il rilievo delle condizioni d'uso delle classi di elementi tecnici, costituenti l'involucro esterno (Pareti Perimetrali Verticali, Infissi Esterni, Balconi e Logge, Coperture), con

l'analisi dei parametri prescelti per la determinazione dello stato conservativo, e quelle di formalizzazione della diagnosi, con la descrizione del percorso a supporto dell'operatore per l'associazione della causa all'effetto. A titolo di completamento del percorso metodologico viene descritta anche la fase di definizione dell'intervento, in termini di individuazione dell'attività manutentiva più idonea e di pianificazione della stessa.

Seppur incompleto, lo strumento realizzato rappresenta comunque un momento significativo verso i nuovi scenari definiti dalla programmazione delle attività manutentive, ovvero verso la creazione di uno strumento integrato, che garantisce un efficace supporto all'operatore nell'attività di valutazione delle anomalie, di individuazione delle cause, di decisione degli interventi manutentivi più efficaci e nella loro pianificazione cronologica.

Capitolo I

1. Il quadro storico aeroportuale: dalla genesi ai primi metodi di pianificazione.

1.1 La genesi del concetto di infrastruttura aeroportuale.

L'aeroporto è una imprescindibile necessità del velivolo, consentendone il volo, dalle manovre di decollo all'atterraggio ed al ricovero: esso nasce per consentire alle macchine azioni corrette, in una fase connaturale con la specificità dell'aeroplano, in qualità di assetto dotato di infiniti gradi di libertà. Attorno a questi basilari concetti prende vita l'infrastruttura aeroportuale; dalle piazze d'armi, dei primi campi fuori porta, dove si cimentarono i primi aviatori coraggiosi e impavidi, la necessità di disporre di un luogo, dove potesse avvenire l'inizio e la conclusione del volo, iniziò ad acquistare caratteri di maggiore completezza, al fine di disporre di luoghi che potessero rispondere ottimamente allo scopo.

L'evoluzione del concetto di infrastruttura aeroportuale, da semplice campo di volo, ha avuto le sue prime e significative manifestazioni in corrispondenza

del primo decennio del secolo, per poi subire un notevole impulso con i “fatti” di guerra che si susseguiranno nel decennio successivo. Il campo di volo, infatti, quasi al termine del Primo Conflitto Mondiale, acquisterà sembianze proprie di infrastruttura, dotata di immobili specificatamente costruiti per le attività di volo: l’aviorimessa con gli impianti per la chiusura dei portali, per il sollevamento e lo spostamento degli aeroplani, gli edifici per la prova banco motori, per il collaudo delle eliche, la sala freni, le platee per l’orientamento delle bussole. Inizieranno, inoltre, a prendere piede anche e soprattutto le esigenze logistiche, con l’edificazione di quelle infrastrutture, dalle caserme avieri ai magazzini, inizialmente ritenute distanti dalle più strette esigenze del volo. E’ importante segnalare come l’evoluzione dell’infrastruttura aeroportuale sia stata sempre contraddistinta da un rincorrersi, lento, di due ordini di fatti: da un lato i principi, prima, e le normative, dopo, che costituiranno i riferimenti per la genesi degli aeroporti, dall’altro lato le esperienze sul campo, che rappresentano l’unico ed imprescindibile riscontro per il modificarsi della dottrina di base. I riscontri, infatti, le osservazioni sulle esperienze infrastrutturali pregresse mostreranno come lo sviluppo e la sicurezza del volo e della navigazione aerea, intesa nella sua complessità, dipenderanno in gran parte dalla qualità del luogo di partenza ed approdo dell’aeroplano e, inevitabilmente, dal buon funzionamento di tutte i servizi necessari: da qui i primi indispensabili approcci ad una nuova cultura di pianificazione aeroportuale, che, con la sedimentazione dell’esperienza, è nel tempo, sempre più dotata di rigore tecnico scientifico¹.

¹ M. Ranisi, L’aeroporto Italiano – Dalle origini al Secondo Conflitto Mondiale, Roma, 1998.

L'aeroporto italiano segue nel tempo un percorso storico ben definito dalle epoche, dalle istituzioni, dalla conduzione tecnico amministrativa che lo realizza e lo gestisce, per gli assetti volativi a cui deve attendere, per le influenze del sistema finanziario, che condizionano l'esercizio ed il potenziamento, per l'evoluzione della tecnologia edilizia: tutti questi fattori definiscono, ciascuno con l'influenza circostanziata al loro influsso, il volto delle infrastrutture aeroportuali, tale da distinguerne differenti identità. I primi esempi di campi di volo realizzati in Italia mostrano superfici utilizzabili per aeroplani lenti e leggeri, dotati solo di qualche aviorimessa e qualche modesto fabbricato in muratura: la povertà formale, unitamente alla scarsa qualità edilizia, erano gli elementi che fortemente caratterizzarono gli elementi di fabbrica. Ma nonostante questa vistosa modestia di mezzi ed infrastrutture, l'immagine dei primi aeroporti, che risaltava rispetto al paesaggio agreste, per l'inserimento di un nuovo e profondamente diverso messaggio, identificato in modo vigoroso dall'aviorimessa, dalla manica a vento e dagli aeroplani, rappresenta una unitaria identità formale con il territorio, sotto certi aspetti irripetibile². Le prime esperienze di infrastrutture aeroportuali vedono sovrana l'esperienza atipica del volo. I contemporanei avvertivano sensazioni complesse al cospetto di un esperimento, al tempo, tanto misterioso: i campi erano intesi come immensi e sconfinati, dove ogni altra presenza era indifferente.

Le infrastrutture che distinguevano i primi campi di aviazione si limitavano generalmente a quelle strettamente indispensabili per il ricovero degli aeroplani, le officine, i magazzini, le riserve, per il ricovero delle munizioni

² M. Ranisi, L'aeroporto Italiano – Dalle origini al Secondo Conflitto Mondiale, Roma, 1998.

e il deposito carburanti. Il criterio adottato per la pianificazione dei primi insediamenti aeroportuali prevedeva la disposizione dei fabbricati sui lati del campo, in corrispondenza con l'ingresso dell'aeroporto, ubicati sulle strade di accesso. Ogni tipo di aeroplano, impiegato sul campo, costituiva un sistema d'arma a sé, con un hangar conformato alle dimensioni canoniche del mezzo che ricoverava e con una propria autonomia in termini di spazi. Era una disposizione che comportava lunghi tempi di spostamento e difficoltà in termini di operazioni. Le notizie bibliografiche non riportano l'esistenza di caserme ed alloggi, pertanto, il personale alloggiava all'esterno dell'insediamento aeroportuale, rimanendo ricoverato all'interno quello strettamente necessario per la vigilanza della base. Laddove disponibili si usufruiva di infrastrutture esistenti, per l'Ufficio Comando, gli alloggi e le mense per ufficiali e truppa, per i magazzini e per l'infermeria. Gli Ufficiali alloggiavano presso case private. In genere i campi di aviazione, specialmente quelli direttamente impegnati nei conflitti bellici, non offrivano nessuna comodità e, spesso, il luogo più comodo per i piloti era il proprio apparecchio.

Sin dai primi anni della costituzione della Regia Aeronautica, avvenuta nel 1923, l'attenzione nei confronti delle infrastrutture aeroportuali era limitata alla riqualificazione di quanto ereditato. Solo nel biennio 1928 – 1929 si avvertì un notevole impulso al potenziamento e all'ammodernamento delle infrastrutture aeroportuali. Un'analisi attenta sugli investimenti della Regia Aeronautica, nel periodo tra i due conflitti, relativamente alla ripartizione delle spese nei diversi settori di impiego, mostra come la prima metà del Ventennio sia stata caratterizzata da un prevalente interesse alla realizzazione di singole costruzioni sui campi esistenti, mentre nella seconda metà l'attenzione fu rivolta alla edificazione di nuovi insediamenti aeroportuali,

sulla scorta delle nuove dottrine, elaborate in funzione delle esperienze pregresse. Fonti bibliografiche riportano come, agli inizi del Secondo Conflitto Mondiale, la Regia Aeronautica potesse disporre di un patrimonio demaniale che comprendeva, tra aeroporti, idroscali e aeroscali, disseminati sul territorio dell'Impero, ben 526 infrastrutture aeroportuali.

L'esperienza delle genesi dei primi insediamenti aeroportuali è da considerarsi molto ragguardevole. L'aeroporto, anche se di modeste dimensioni, non è soltanto un insieme di fabbriche, disposti in maniera organica allo svolgimento della propria funzione, ma rappresenta un sistema di edifici e spazi dove trovano posto interagendo mutuamente tutto l'insieme di esigenze connesse con l'attività di volo. E' necessario, comunque, rappresentare come gli insediamenti aeroportuali acquisteranno una propria e piena identità nei secondi anni Trenta, quando l'influenza del Razionalismo, nella cultura urbanistica ed architettonica, impronerà l'assetto dei nuovi aeroporti, realizzati in grande quantità, in tutto il territorio, secondo un programma frutto di un'attenta pianificazione su scala nazionale: furono realizzati ventuno nuovi aeroporti e furono presi provvedimenti per l'ampliamento ed il potenziamento degli aeroporti esistenti. I poderosi investimenti dell'epoca trovano la più completa devastazione durante il Secondo Conflitto Mondiale, che portò danni e distruzione a gran parte del patrimonio immobiliare della Regia Aeronautica. Inoltre con il prosieguo della guerra e degli atti vandalici, interi complessi aeroportuali vennero quasi completamente distrutti, con gli edifici resi quasi inutilizzabili.

1.2 La costruzione di un aeroporto: analisi delle problematiche generali dai tempi dei primi allestimenti.

All'inizio dell'era dell'aviazione, che può coincidere con il 17 Settembre 1903, data del primo volo di un velivolo a motore effettuato dai Fratelli Wright, le mediocri caratteristiche aerodinamiche e propulsive comportavano la realizzazione di velivoli leggeri e con basse velocità di decollo, per i quali non si necessitava di particolari infrastrutture a terra. Gli insediamenti, o meglio campi di aviazione, consistevano in superfici pianeggianti di terreno, coltivate a prato, su cui trovavano sistemazione i pochi manufatti necessari alle attività di gestione del volo. La leggerezza dei velivoli, se da un lato non richiedeva particolari attenzioni alle caratteristiche portanti del terreno, rendeva gli assetti volativi stessi, particolarmente sensibili all'azione del vento. Per tale ragione i primi campi di aviazione vennero realizzati con forma circolare, onde permettere il decollo e l'atterraggio qualunque fosse stata la direzione del vento. L'evoluzione della cultura del volo e delle infrastrutture risentì di problematiche inerenti al costo di acquisizione e di manutenzione dei sedimi, stante la notevole area necessaria, da cui si maturò la convinzione di modificare la conformazione delle aree necessarie alle attività di volo, con forme geometriche, quali l'ellisse con l'asse maggiore orientato secondo la direzione del vento dominante. Queste installazioni modeste ebbero nel tempo rapida crescita, implementando in tipologia e dimensioni gli immobili, sino a raggiungere le dimensioni proprie di un nucleo urbano. Un'entità di siffatte caratteristiche presentava, pertanto, tutte le peculiarità di una città, con le stesse problematiche in ordine al rapporto col territorio (quali collegamenti stradali, impatto ambientale, etc ...) e agli impianti tecnologici necessari per il suo funzionamento (rete di distribuzione idrica, rete di smaltimento acque

reflue, etc ...). L'evolversi dei campi di volo ha da sempre richiesto l'edificazione di tutte quelle infrastrutture che, nelle loro diverse specificità, risultano essere indispensabili per la conduzione di tutte le attività connesse con l'esercizio del volo a terra, e lo sviluppo della tecnologia del volo, con la produzione di aeroplani di dimensioni sempre maggiori, con l'aumento delle velocità e dell'autonomia dei velivoli, generò, nell'organizzazione aeroportuale, nuove esigenze, che si concretizzarono nella costruzione di appositi immobili che la ricerca tecnologica rendeva disponibili nelle forme tipologiche appropriate.

Le prime realizzazioni di insediamenti aeroportuali erano costituite dalle seguenti installazioni infrastrutturali:

- opere di difesa e di controllo del sedime, costituiti da recinzione, portinerie e corpi di guardia;
- edifici per i comandi e per le direzioni;
- stazioni per il transito dei passeggeri e merci;
- aviorimesse per il riparo degli aeroplani;
- officine per la manutenzione degli aeroplani;
- cabine per la trasformazione e per la produzione di energia elettrica;
- magazzini per il materiale ordinario e speciale aeronautico;
- depositi carburante;
- riserve per il ricovero delle munizioni
- autorimesse per gli automezzi;
- parchi antincendio;
- ricoveri antiaerei per il personale e per il materiale di volo;
- stazioni aerologiche, telegrafiche, radio telegrafiche e telefoniche;

- uffici postali e doganali;
- edifici per il personale, quali alloggi, differenti a secondi dei gradi di appartenenza, mensa e trattenimento nel tempo libero;
- infermerie e locali per il pronto soccorso;
- luoghi per spettacoli teatrali e cinematografici;
- campi sportivi, scuderie e sale per la scherma.

Tutte le opere descritte sono completate dalle installazioni impiantistiche, indispensabili per il corretto funzionamento dell'aeroporto, quali la rete stradale, per la circolazione interna, con piazzali e giardini, la rete di illuminazione esterna, i serbatoi d'acqua per la riserva idrica, gli impianti di captazione delle acque, di desalinizzazione e depurazione per l'approvvigionamento idrico, gli impianti frigoriferi per la conservazione delle derrate fresche, la rete fognaria e di trattamento delle acque nere, gli impianti di riscaldamento, le reti di distribuzione idrica ed elettrica. Successivamente le installazioni aeroportuali furono completate dagli aiuti visuali luminosi, indispensabili, soprattutto nelle ore notturne, per la sicurezza delle operazioni dei velivoli nelle manovre di avvicinamento all'installazione.

E' opportuno sottolineare come, a seguito delle prime esperienze di volo, tutte le installazioni edilizie aeroportuali trovarono collocazione in due diverse categorie: la prima, che raggruppava tutti quei fabbricati la cui funzione era specificatamente connessa con l'attività di volo, la seconda dove venivano espletate le funzioni logistiche di tipo generale. Per chiarire tale distinzione basti pensare all'aviorimessa (più comunemente conosciuta ai giorni d'oggi come "Hangar"), con la sua complessa e specifica attrezzatura per la chiusura dell'edificio, per il movimento ed il sollevamento degli aeroplani, oppure gli edifici per il banco prova motore, per il collaudo delle eliche, per la

rigenerazione delle candele e per il controllo del paracadute, la sala freni mentre un magazzino o una caserma truppa possono rientrare nella categoria degli edifici logistici. Tutti gli edifici delle due diverse categorie appartenevano, comunque, ad una stessa pianificazione, ad uno stesso schema distributivo, che inevitabilmente li accomunava. In realtà anche gli edifici che, per la loro funzione potevano essere distanti da ogni influenza della tecnica aviatoria, incominciarono a presentare caratteri formali e distributivi propri, specialmente per la collocazione in un contesto ambientale particolare, quale è l'aeroporto, ove bisogna necessariamente rispondere ad un insieme di norme tecniche specifiche delle installazioni aeroportuali. Sono presenti, infatti, in ogni punto del sedime aeroportuale, condizioni di vincolo, da tenere in debito conto, che si riflettono nella genesi dell'installazione edilizia, condizionandone i caratteri distributivi. E' evidente che deve esserci una strettissima interconnessione tra le due categorie di fabbricati presenti sul sedime, giacchè la presenza dell'una influenza l'altra: il piazzale di manovra, il laboratorio fotografico, l'aviorimessa, il magazzino per il materiale di scorta, la palazzina Comando devono essere razionalmente congiunte l'una all'altra, trovando ciascuna la giusta collocazione attraverso un'attenta pianificazione. Sin dalle prime realizzazioni di installazioni aeroportuali, le infrastrutture acquistarono una propria identità formale, con caratteri specifici, che si distinguevano nel campo delle costruzioni edili per la loro peculiarità. Ciò nasce dalla funzione del fabbricato, singolare per il solo contesto dove è inserito, giacchè si svolgono attività, che a prescindere dalla specificità, riguardano l'aeroplano, una macchina che è nata per compiere evoluzioni in aria. Da ciò la necessità di distinguere, dal cielo sopra il campo di volo, l'area operativa da quella della "pura contemplazione svolta su un terrazzo

dell'aerostazione³". Risulta assolutamente indispensabile limitare gli ingombri degli edifici aeroportuali, giacchè dall'aeroplano durante le fasi di avvicinamento all'aeroporto, bisogna chiaramente individuare i punti di riferimento del terreno di atterraggio e percepire le segnalazioni connesse all'esercizio dell'attività aviatoria. Per tale ragione bisogna limitare i volumi delle installazioni aeroportuali rispetto all'area operativa di volo, poiché il ricovero, le operazioni per la manutenzione degli aeroplani richiedono spazi adeguati per i piazzali di manovra, parcheggi ed aree attrezzate ed impianti specifici. Tutto ciò condiziona inevitabilmente la conformazione plano volumetrica dell'infrastruttura aeroportuale, conferendone una precisa originalità come soluzione di una nuova tipologia edilizia che esprime un organismo con una propria e distinta individualità. Nell'ambito della progettazione delle infrastrutture aeroportuali, il Demanio Aeronautico iniziò col stabilire delle forme canoniche per installazioni tipo. La tendenza all'unificazione della tipologia riguarderà principalmente le funzioni per il comando e per la direzione d'aeroporto, per il supporto logistico, per la residenza e per il tempo libero. Per quanto attiene i caratteri architettonici, era comunque chiaro come l'edificio aeroportuale non potesse essere accomunato a quello cittadino. In generale era forte il richiamo alla fenomenologia del volo, per mezzo di una precisa simbologia, richiamante soprattutto il volatile, simbolo dell'istituzione, o quella propria della tradizione del reparto, con i significati e le attribuzioni proprie dell'operato dello stesso. La genesi e l'evoluzione dell'aeroporto italiano è da intendersi come parte integrante del sistema bellico nazionale; il suo sviluppo, pertanto, fu inevitabilmente legato

³ M. Ranisi, *L'aeroporto Italiano – Dalle origini al Secondo Conflitto Mondiale*, Roma, 1998.

alle alterne fortune delle vicende politiche che si susseguirono nel prima metà del secolo scorso, dal conflitto libico alla Seconda Guerra Mondiale.

1.3 I primi metodi e processi di pianificazione degli aeroporti italiani.

E' opportuno chiarire come, sin dalle prime manifestazioni di insediamenti aeroportuali, fu chiaro come la creazione di un aeroporto rappresentasse una grande trasformazione territoriale, con problematiche realizzative connesse di dimensioni notevoli che, ai giorni nostri, richiede, sotto il profilo tecnico professionale, uno spessore progettuale di livello eccezionale. Agli inizi dell'attività aviatoria l'attività progettuale sottintendeva alla verifica di elementi naturali ed essenziali per la realizzazione di un insediamento tanto peculiare e singolare per la sua specificità. Al periodo delle verifiche di "elementi naturali ed essenziali", con l'esperienza acquisita sul campo, maturò la necessità di prendere decisioni, sotto il profilo dell'edificazione di nuove infrastrutture aeroportuali, secondo una pianificazione che consentisse di precisare le funzioni di ciascuna fabbrica, debitamente interrelate tra loro. Iniziò a prendere forma, pertanto, il concetto di Piano Regolatore Aeroportuale, come strumento di gestione dell'insediamento aeroportuale, al fine definire, pianificare, progettare e realizzare infrastrutture tutte accomunate da un unico profilo infrastrutturale. Dalle prime valutazioni sino agli attuali processi di nascita e di controllo della crescita dell'infrastruttura aeroportuale, la prassi progettuale del piano regolatore di un aeroporto è andata continuamente evolvendosi, da quella condotta per elaborati, fino a quelle più complesse, studiate per le attuali configurazioni aeroportuali intercontinentali. L'analisi degli strumenti di pianificazione infrastrutturale aeroportuale nel tempo evidenzia come i presupposti che condizionano

inevitabilmente l'ideazione e la costruzione degli aeroporti mutuano incessantemente, il che è frutto dell'evoluzione tecnologica che impone una continua trasformazione. Per i primi insediamenti aeroportuali, ad esempio, carattere assolutamente imprescindibile era la temporaneità dell'installazione, quale condizione logica di una pianificazione accorta ed attenta.

Elemento di assoluta importanza per un'accurata pianificazione aeroportuale è rappresentato dalla verifica dell'impatto ambientale prodotto dal nuovo intervento, allo scopo di valutare se l'intervento infrastrutturale possa determinare un'inflexione degli interessi socio economici della regione interessata dall'insediamento. Le problematiche connesse all'inquinamento acustico o le limitazioni di servitù imposte dalla sicurezza del volo hanno avuto, per i primi insediamenti aeroportuali, uno scarso rilievo. Veniva attribuito lo stesso pericolo incombente per qualche incidente alla stregua di quelli che potevano verificarsi con i mezzi di locomozioni allora in circolazione. Veniva verificato, ad onor del vero, i danni provocabili all'economia locale, con l'eliminazione delle culture agricole, aspetto sempre tenuto in debito conto per gli effetti negativi sull'economia locale. L'installazione di nuovi insediamenti aeroportuali comportava, allora come oggi, la necessità di espropriare appezzamenti ricchissimi di colture locali, che rappresentavano fonti di reddito per l'economia locale, col disappunto della popolazione. Nel periodo storico in corso, il quadro delle problematiche connesse alla pianificazione di un nuovo insediamento aeroportuale viene costantemente sottoposto a studi di fattibilità sempre più complessi, al fine di riprodurre gli effetti, in tempi lunghi, sulle aree prescelte. Nei primi casi di insediamenti, la definizione degli stessi contava su pochi elementi sufficienti a definire un modello revisionale abbastanza veritiero.

In generale la pianificazione aeroportuale, intesa nella sua totalità, parte dall'esame conoscitivo di molteplici necessità, spesso difficilmente conciliabili tra loro: basti pensare ai terreni impermeabili con le superfici estese ed impegnate da venti dominanti lungo una direzione.

La prassi progettuale della pianificazione aeroportuale vuole che i fattori, da cui dipendono tutte le operazioni di ideazione dell'insediamento, siano genericamente compresi in due categorie, rispettivamente denominate esterna ed interna alla dottrina aeronautica. Tra i fattori interni si annovera i sistemi d'arma, la capacità ed il ruolo dell'infrastruttura, le prescrizioni che riguardano la difesa dell'installazione da eventuali offese esterne, specialmente dall'alto. Tra i fattori esterni sono compresi gli elementi fisici, propri del contesto territoriali dove si deve collocare l'aeroporto, quali la natura e la capacità del terreno di sopportare le azioni imposte dai velivoli, il clima e l'influenza meteorologica, le condizioni di visibilità, di densità dell'aria e, soprattutto, il regime ventoso dominante sulla località. Tra questi fattori rientra anche il rapporto di comunicazione con gli organismi abitativi circostanti.

L'elaborazione di un piano regolatore aeroportuale è, pertanto, fortemente definita dal territorio e dallo spazio, costituendo il principale fattore esterno di influenza, richiedendo la cognizione delle caratteristiche del sottosuolo, dell'andamento piano altimetrico dell'area prescelta, l'idrografia, il manto erboso, il vento... . La ricerca dell'ubicazione riveste carattere di assoluta priorità e l'idoneità deve rispondere al riconoscimento di determinati requisiti di carattere geologico, agrario e topografico. D. A. Priolo, studioso che fu tra i primi ad appassionarsi agli insediamenti aeroportuali, riassume come segue la problematica: *“La natura e la consistenza del terreno e l'esistenza o meno i*

sorgenti o di falde d'acqua freatica a poca profondità hanno importanza fondamentale per l'efficienza dei campi di volo. Ciò essenzialmente al fine di conservare il terreno sufficientemente asciutto e resistente, assicurando un rapido smaltimento alle acque di pioggia, e per poter ottenere una buona formazione e conservazione della cotica erbosa superficiale (...) Nella ricerca di un terreno adatto occorre esaminar bene non soltanto lo strato superficiale o terreno agrario, bensì anche gli strati sottostanti che costituiscono il sottosuolo (...) Per i campi di aviazione le caratteristiche fisiche che si richiedono sono soprattutto: grande resistenza meccanica e ottima permeabilità all'acqua⁴".

Altro aspetto di assoluta importanza è quello meteorologico della località, con la conoscenza delle precipitazioni atmosferiche, della visibilità e del comportamento delle correnti aeree: questi aspetti venivano analizzati attraverso dei rilevamenti periodici effettuati dalle stazioni meteorologiche predisposte sul territorio nazionale. Era essenzialmente necessario che la zona su cui dovesse sorgere l'insediamento aeroportuale avesse buone caratteristiche di visibilità atmosferica, con precipitazioni meteorologiche non eccessive, e che le correnti aeree non fossero oltremodo frequenti ed intense. Al tempo dell'edificazione dei primi insediamenti aeroportuali, il fattore meteorologico a cui si dava la massima importanza, tra gli elementi utili a disporre correttamente l'orientamento della superficie di volo ed a stabilire un'appropriata posizione dell'organismo edilizio, rispetto al campo di volo, era il comportamento del regime dei venti a terra. Il Ministero dell'Aeronautica, infatti, avendone valutata l'assoluta ed imprescindibile

⁴ D.A. Priolo, Campi e piste di volo, Roma, 1943, p. 29.

importanza per la corretta pianificazione, stabilì un rilevamento su base scientifica, con lo studio di appositi diagrammi, che consentivano di rappresentare graficamente l'entità del fenomeno ventoso su una determinata località.

La valutazione dei fattori esterni rappresentava il momento antecedente alla redazione del progetto del piano regolatore aeroportuale, giacchè ne condizionavano, sotto certi aspetti, la forma: la valutazione ed il loro riconoscimento accertava la compatibilità del terreno. Determinati i fattori esterni si dava il via alle azioni amministrative, relative alle operazioni di esproprio dei terreni rientranti nell'ambito del sedime dell'aeroporto.

Subentrava allora la valutazione dei fattori interni, che interessavano principalmente le dimensioni fondamentali del campo di volo, quelle minime in rapporto alle necessità operative dei velivoli a terra. Tali dimensioni sono sostanzialmente definite dai percorsi di rullaggio dei velivoli, che sono variabili a seconda dell'altitudine del campo, del tipo di velivolo e delle caratteristiche del terreno. E' opportuno considerare un margine di sicurezza adeguato, per eventuali errori o per la possibilità di far eseguire manovre con più aerei in formazione, onde sopperire alla necessità di manovre improvvise di emergenza e per tener conto di nuovi e futuribili velivoli richiedenti un prevedibile maggior spazio di decollo ed atterraggio.

Risulta evidente come in un insediamento aeroportuale, le operazioni a terra di un aeroplano siano relative alle fasi di rullaggio, decollo ed atterraggio. Le dimensioni, pertanto, dei "campi di volo" devono corrispondere ai requisiti dei velivoli in termini di sollevamento ed atterramento. La bibliografia del tempo riporta che per un aeroplano medio *"la lunghezza della corsa per il decollaggio e l'angolo di salita dipendono dal*

rendimento del velivolo, dal suo carico e dalle condizioni atmosferiche della località e del momento. (...) Una grande influenza sulla lunghezza di rullaggio e sull'angolo di salita è esercitata dalla pressione dell'aria; con l'aumento dell'altitudine del campo di volo varia la lunghezza di rullaggio e diminuisce l'angolo di salita. (...) Le fasi di volo che si possono distinguere in un atterraggio sono: volo planato dalla quota di volo orizzontale fino alla vicinanza al suolo, ove avviene una graduale diminuzione, fino all'annullamento, dell'angolo di discesa; scivolata parallelamente al suolo fino al punto in cui, per graduale diminuzione della capacità del velivolo di sostenersi in volo librato, l'aeroplano tocca il suolo. (...) La lunghezza della scivolata parallela al terreno per un aeroplano da traffico varia tra i 150 e i 200 metri e la lunghezza del rullaggio fino alla fermata del velivolo è di 200-300 metri. (...) Fissando l'angolo di salita e di discesa e determinata la lunghezza del rullaggio, abbiamo immediatamente la zona che deve essere libera per le partenze e li atterraggi; sarà un tronco di cono capovolto con la base minore coincidente col campo di rullaggio, la base maggiore in alto nello spazio e le generatrici inclinate sull'orizzontale dell'angolo limite di salita o di discesa⁵".

Le forme degli organismi edilizi aeroportuali erano condizionate anche dalle prescrizioni riguardanti le servitù aeronautiche. La normativa italiana imponeva “che le costruzioni, le piantaggioni e gli altri ostacoli (pali di condutture elettriche) in elevazione”, costruite in adiacenza all'aeroporto, dovevano “essere effettuate ad una distanza, dai limiti esterni del campo di volo, non inferiore a 15 volte l'altezza dell'ostacolo”.

⁵ V. Gillardi, Aeroporti, in “Rivista Aeronautica”, n. 10, ottobre 1936 pp. 22-23.

L'analisi dei piani regolatori aeroportuali dell'epoca ha evidenziato come le prescrizioni in ordine di protezione aerea avessero un notevole peso: esse stabilivano il diradamento degli edifici ed il mascheramento e mimetizzazione, in modo da essere poco o per niente appariscenti. Tali prescrizioni dovevano attuarsi mediante il diradamento delle fabbriche e mediante l'uso di particolari finiture sugli organismi edilizi. Ciò comportava che, onde evitare che il bombardamento di un edificio potesse comportare danni ingenti a quello adiacente, si adottavano distanze notevoli tra un organismo edilizio ed un altro, a scapito anche della funzionalità operativa. L'adempimento delle prescrizioni di difesa passiva, pertanto, comportava un disegno del piano regolatore che dovesse necessariamente soggiacere al diradamento, che stabiliva, ad esempio, che le aviorimesse dovessero essere distanti almeno trecento metri, di modo che i danni di una sola bomba rimanessero contenuti in un solo fabbricato.

L'elaborazione, pertanto, di norme prescrittive che regolamentassero l'edificazione degli organismi edilizi venne formandosi in virtù dell'esperienza accumulatasi nel tempo, a seguito degli eventi bellici, osservando le condizioni di esercizio delle infrastrutture realizzate, lo sviluppo dell'attività operativa ed controllando il comportamento del pilota nelle fasi di decollo ed atterraggio. Fonti bibliografiche rendono noto come sugli antichi campi erbosi accadeva che la maggior intensità di traffico dei velivoli, nel rullaggio, distinguesse il manto superficiale che risultava particolarmente usurato lungo determinate direttrici. La configurazione più idonea per i campi di volo si otteneva rispettando il piano di intersecazione delle piste prodotte dalla scelta dei piloti, i cui tracciati non dovevano intercettare alle estremità organismi edilizi aeroportuali. In virtù di tali considerazioni si decise di individuare,

inizialmente, quali direzioni fossero quelle convenienti per il normale esercizio del volo e, successivamente, collocare l'organismo edilizio aeroportuale nelle zone non interessate dall'attività di volo. L'efficienza di un piano regolatore aeroportuale risiedeva tutta nella felice scelta dell'abito edilizio, la cui individuazione dipendeva dalla valutazione tecnica dei fattori esterni. Fu con la Regia Aeronautica che si ebbero i primi tentativi di rappresentazione grafica degli elementi progettuali di riferimento dei campi volo, attraverso la ricerca degli enti demaniali. Uno dei primi esempi era rappresentato da un campo a forma di T rovescia, che consentiva le partenze e gli atterraggi secondo tutte le direzioni offrendo, rispetto alle forme rettangolare o quadrata, una sensibile economia di superficie, mentre i fabbricati potevano essere collocati nei rispettivi angoli, oppure, secondo un'altra proposta ad L, analoga alla precedente, alloggiati in un'area dalla forma trapezoidale. Un'altra soluzione proponeva una configurazione planimetrica triangolare, che consentiva la disponibilità di sei direzioni di atterraggio, con l'organismo aeroportuale incastonato in una delle basi⁶. Pur tuttavia, eccezion fatta per esempi di insediamenti aeroportuali che insistono su terreni irregolari, le conformazioni planimetriche prevalentemente adottate, sin dai primi anni dell'attività aviatoria, saranno nelle forme rettangolari e quadrate e, in alcuni casi, triangolari. Ai fini progettuali, nei primi anni dell'aviazione, fu rivolta scarsa attenzione all'organismo aeroportuale, la cui impostazione fu curata seguendo le necessità pratiche e funzionali del momento, spesso piegate alle disponibilità di infrastrutture già esistenti sul sedime individuato. Giusta importanza fu data ai collegamenti con l'esterno,

⁶ D. A. Priolo, *Campi e piste di volo*, Roma, 1943, pp. 40-41.

alla possibilità di poter utilizzare la rete stradale esistente, ma non comunque era viva l'attenzione verso un disegno che organicamente inglobasse tutti gli organismi edilizi dei campi di volo e che rappresentasse il preludio ad un assetto tipico dell'infrastruttura aeroportuale. Per esigenze temporali, economiche, nella maggior parte dei casi, ed operative vennero privilegiati gli allestimenti seriali, dove gli edifici, dalla pianta rettangolare, venivano interconnessi tramite rapporti di prossimità, per il lato lungo, oppure con le disposizioni a corte, la cui schematizzazione adottata si ispirava, per una sorta di consuetudine, agli organismi industriali. Gli edifici erano scarni e, sotto il profilo formale, assolutamente privi di alcuna caratterizzazione. Solo negli anni venti si incomincia ad intravedersi una maggiore consapevolezza di carattere compositivo: l'organismo aeroportuale si avvierà ad assumere dei caratteri architettonici che rispondano ad una qualche prima forma di esigenza artistica, che incomincia a manifestarsi in un ambiente ancora prevalentemente interessato all'aspetto operativo della propria attività. La conseguenza di una tale mentalità era l'edificazione di organismi edilizi disposti in modo casuale, per ottemperare ai soli requisiti operativi.

Negli anni Trenta la nuova corrente architettonica razionalista condizionerà positivamente anche l'ambiente degli aeroporti nazionali, influenzando il volto degli insediamenti con caratteri architettonici rivoluzionari sul piano dei contenuti e degli aspetti formali: ciò comporterà una svolta per la conformazione dell'infrastruttura aeroportuale, che incomincerà ad assumere precisi tratti improntati ad un linguaggio d'avanguardia, che definirà un

ambiente aeroportuale dove l'aeroplano e l'infrastruttura a terra possano identificarsi secondo uno stesso codice formale⁷.

In occasione della Mostra dell'Aeronautica a Milano del 1934 fu presentato un nuovo modello di aeroporto, che racchiude i primi segni della nuova tendenza razionalista. Dalle fonti bibliografiche reperite, si rileva una soluzione alquanto singolare, segno di una evidente evoluzione della capacità progettuale dove, ad un bacino idrico, veniva accostato, tramite un piazzale a forma di molo, un grande prato per il rullaggio terrestre, entrambi con conformazione geometrica regolare, ma slittati di modo che sulla superficie risultante si potesse disporre l'organismo aeroportuale.

Un altro aspetto di indubbio interesse è l'accettazione della cultura urbanistica da parte di tecnici preposti alla pianificazione ed elaborazione dei piani regolatori aeroportuali. Il dato di fatto è che la dottrina urbanistica, all'epoca delle prime esperienze, era piuttosto flebile e non definiva, con fermezza, una prassi consolidata nella pianificazione. La cultura urbanistica era al tempo più un fatto interconnesso alla sensibilità del singolo, che ad un movimento intellettuale e la modifica del territorio è prassi culturale che non dipende da una contingente imposizioni istituzionale.

L'approccio metodologico alla redazione di un piano regolatore aeroportuale ha seguito, al tempo, sotto il profilo urbanistico, due istinti di orientamenti, i cui riferimenti sono da ritrovarsi nella cultura accademica, prima, ed in quella razionalista, dopo. Il piano urbanistico di taglio accademico trova il suo riferimento ideologico nella dottrina settecentesca, dove la conformazione geometrica è la manifestazione dell'autoritarismo e

⁷ M. Ranisi, L'architettura della Regia Aeronautica, Roma, 1991.

della rappresentazione simbolica vistosa del potere. Tale tendenza si manifesta, dal punto di vista strettamente operativo, in organismi impostati su assi ordinatori principali, su pianificazione regolari ed assiali, che conducono idealmente e fisicamente ad un luogo fulcro dell'attività. Il razionalismo conduce ad un'analisi minuta e profonda delle funzioni prevalenti, per poi circoscriverle in zone omogenee. Nella definizione degli assetti aeroportuali l'indirizzo a cui si atterrà la Regia Aeronautica è, fino ai primi anni Trenta, verso la dottrina razionale, il che pienamente deducibili dall'esame dei caratteri urbanistici dei nuovi insediamenti aeroportuali realizzati su scala nazionale alle soglie del Secondo Conflitto Mondiale ⁸.

Agli approcci concettuali con cultura urbanistica aeroportuale si affiancano le prime norme dettate dalla Regia Aeronautica in termini di pianificazione aeroportuale, che riguardano elementi puramente di carattere aeronautico, da osservare e determinati dai futuribili e possibili scenari bellici, che facevano dell'aeroporto uno dei principali obiettivi. Dalle lettura di un documento pervenuto dall'ultimo conflitto bellico si rilevano tra le prime emanazioni di norme prescrittive adottate nella progettazione degli aeroporti militari. Si riporta testualmente che *“... nei nuovi aeroporti è stata ... attentamente studiata la posizione da dare ai fabbricati aeroportuali rispetto al campo di atterraggio, giungendo a delle soluzioni assai più rispondenti rispetto a quelle che in passato venivano comunemente adottate. Occorre tenere presente che detti fabbricati costituiscono un ostacolo al volo con la loro elevazione dal piano di campagna e che perciò essi devono essere ubicati in modo da non incidere sull'efficienza del campo di atterraggio. In campi di forma*

⁸ *Ibide*, pp. 82.

rettangolare i fabbricati vengono perciò collocati in corrispondenza di uno dei lati lunghi, in modo da lasciare sgombra, per le partenze a pieno carico, la massima lunghezza disponibile del campo. Per analogo motivo i fabbricati più alti sono collocati più lontani dalla linea di volo, in modo da poter essere sorvolati, senza pericolo, dagli aerei in partenza ed in atterraggio. Nello studio di un piano regolatore per i fabbricati di un aeroporto militare occorre tener presente:

- 1°) – le distanze da dare tra un manufatto e l'altro per evitare che un bombardamento aereo possa contemporaneamente colpire più fabbricati;*
- 2°) – la destinazione di ciascun fabbricato, così da ubicarlo nella maniera più economica in relazione all'uso per il quale è destinato;*
- 3°) – l'altezza dei fabbricati in modo da ridurre al minimo l'intralcio da essi arrecato nell'esercizio del volo (...).*

Il piano regolatore nasce da un compromesso tra le diverse esigenze di cui ai primi precedenti tre comma, (le quali sono) spesso tra loro antitetiche.

Se si considerano, per esempio, le aviorimesse, è ovvio che esse:

- in relazione al primo comma dovrebbero essere tra loro distanziate di almeno 300 metri per evitare che una sola bomba possa produrre gravi danni a più d'una di esse; (...)*
- in relazione al secondo comma dovrebbero essere distanti dal campo di volo, di almeno 15 volte la loro altezza;*
- in relazione al terzo comma dovrebbero essere distanti dal campo di volo di almeno 15 volte la loro altezza.*

Dalla precedente breve analisi già si vede quali opposte necessità occorre tenere presente. Per il caso delle aviorimesse, in pratica, esse vengono disposte sul limite del campo di volo a non più di 250 m l'una dall'altra e non infrequenti sono le disposizioni a scacchiera, specie se si tratta di molte aviorimesse di piccole dimensioni ciascuna⁹”.

Un'analisi più accurata del quadro storico evidenzia che una prima testimonianza della cultura urbanistica, chiaramente visibile sulle tavole dei piani aeroportuali, si intravede con il primo decennio di vita della Regia Aeronautica, dove, come detto, la cultura accademica impone la disposizione delle fabbriche edilizie lungo direttrici assiali, pur lasciando piena autonomia al progetto ed al carattere formale dell'edificio, che assume la conformazione più idonea alla funzione che esso deve ospitare. In seguito la nuova corrente razionalista porta un'influenza che *“rifiutando molti aspetti della tradizione, elabora nuovi codici e lessici, combatte l'unicità monumentale, opta per la ripetibilità dei prototipi, per la ricerca degli standard; (...) mira all'economia, allo sfruttamento delle nuove tecniche, alla formazione delle tipologie (...); in una parola il Razionalismo accentua la fase analitica, preparatoria e preprogettuale. (...) Sarà questo corpus concettuale a precedere e sostanziare la vera e propria progettazione, a sostituire le vecchie domande, il codice passato, le tradizionali tipologie. In esso prendevano corpo quei principi che si incarnano in cellule tipo, in criteri di soleggiamento, di ventilazione, di distanza tra i fabbricati, di altezza e dimensionamento ottimale, etc.¹⁰”.*

⁹ Relazione dattiloscritta della Direzione Generale del Demanio sul progresso ed affermazione delle costruzioni demaniali nel periodo 1923-1943, pp. 33-36.

¹⁰ R. De Fusco, *Il progetto di architettura*, Bari, 1983, p. 5,

L'approccio concettuale descritto troverà spazio negli assetti aeroportuali della seconda metà degli anni Trenta, con l'approntamento di direttive contenenti l'indicazioni degli organici, per ogni tipo di reparto, ed il corrispondente grafico delle aree coperte dalle infrastrutture necessarie, completato dalle misure di ingombro dell'area in cui si iscrive il singolo edificio. Un quadro chiaro della situazione aeroportuale lo si ottiene osservando un Gruppo Caccia, uno Stormo da Bombardamento ed una Scuola di Volo, che rappresentano tre condizioni specifiche. Nelle tabelle tipologiche prescrittive l'edificio per il Comando d'Aeroporto viene riportato con due soluzioni tipologiche, con due misure di superficie, di cui la prima, di circa 672 mq (43,95 x 15,30 m) è proposta per lo Stormo e la Scuola mentre la seconda, di circa 288 mq (21,40 x 13,50 m), viene consigliata per il Gruppo. L'aviorimessa designata presenta una superficie di ricovero, non tenendo conto delle appendici, pari a 3.600 mq (100 x 36 m), corrispondente al tipo S100; proposta parimenti per il Gruppo e per lo Stormo, la sua superficie viene aumentata di una metà per la Scuola. Per quanto concerne il supporto all'attività manutentiva svolta nell'aviorimessa, l'officina ed il magazzino M.S.A., sono proposti in uno stesso fabbricato, di circa 864 mq (48,00 x 18,00 m), per le esigenze di un Gruppo e di una Scuola mentre per lo Stormo la superficie aumenta a circa 1.58 metri quadri (66,00 x 24,00 m). In uno stesso fabbricato trovano ubicazione la Centrale Elettrica ed il Servizio Carburanti e Lubrificanti, proposto nella stessa superficie di circa 323 mq (18,30 x 17,65 m) per il Gruppo e la Scuola, mentre per lo Stormo la superficie diventa di 482 mq circa (22,20 x 21,70 m). Le tabelle edilizie grafiche dell'Ufficio Centrale del Demanio si riferivano a tipologie edilizie che avevano assunto una propria configurazione unificata e la mancanza di edifici per servizi

specifici come l'infermeria, l'armeria ed i luoghi per il culto viene giustificata dalla tendenza, in questo scorcio del decennio, ad accorpare tali funzioni, come altre rientranti nella sfera dei servizi vari, nella caserma Avieri, che si proponeva come il vero e proprio baricentro dei servizi¹¹. La disposizione degli organismi edilizi descritti avverrà secondo una logica distributiva molto precisa, che si presta alla flessibilità d'uso a seconda delle caratteristiche topografiche del sedime aeroportuale. La tendenza urbanistica era quella di porre, quale edificio fulcro del sistema organizzativo aeroportuale, la sede del Comando Aeroportuale. Alla palazzina Comando si riconducono l'area di volo, con le aviorimesse a contorno, ed il principale ingresso aeroportuale; l'asse compositivo di riferimento si consolida, nei secondi anni Trenta, su tali elementi, attraverso numerose soluzioni, influenzate dalla conformazione del sedime aeroportuale e dalla posizione dell'organismo edilizio¹².

1.4 La configurazione delle aree di volo: i primi approcci secondo metodi matematici.

In corrispondenza degli anni trenta si incominciò a manifestare il passaggio da una cultura tecnica aeroportuale ancora prevalentemente empirica, ad una impostata su basi e caratteristiche scientifiche, allorché si cercò di razionalizzare in termini matematici la configurazione planimetrica dell'area di volo. Ciò prese vita allorché iniziarono a determinarsi le prime analisi di tipo costo-efficacia. Le necessità di contenimento della spesa di edificazione di un insediamento aeroportuale, mediante la realizzazione di una superficie di

¹¹ M. Ranisi, *L'aeroporto Italiano – Dalle origini al Secondo Conflitto Mondiale*, Roma, 1998, pp. 199-201

¹² M. Ranisi, *Op. cit.*, pp. 201-202.

volo che consentisse il massimo rendimento, inteso come operatività nel rispetto delle limitazioni imposte dalla sicurezza, con i minimi spazi impegnati, appassionò gli studiosi del tempo impegnati nella progettazione di aeroporti. La complessa questione trovò la soluzione attraverso la sostituzione degli elementi fisici con quelli mediati dall'analisi matematica; bisogna sottolineare, comunque, come i termini dei problemi divennero oggetto di una forma speculativa sul piano scientifico, che difficilmente trovava una risoluzione pratica.

La forma ideale di un campo di aviazione era quella circolare, con i fabbricati appoggiati su di un tratto del perimetro ed in prossimità un'arteria di grande traffico. Tuttavia apparve che la superficie circolare riservasse la possibilità di manovra alle sole strisce diametrali, che potevano ritenersi fondamentalmente quattro, non potendosi sfruttare le porzioni di terreno comprese tra le varie strisce; si ritenne conveniente, pertanto, ridurre l'area del campo, per mezzo di configurazione che consentissero una ottimizzazione delle aree necessarie ai fini operativi. Per tal motivo si fecero raffronti tra la forma circolare e quella triangolare equilatera con altezza uguale al diametro della prima. Attraverso un raffronto analitico si raggiunse la constatazione che si poteva ottenere un risparmio di circa il 26% di superficie, con la disponibilità di lunghezze per il rullaggio maggiori di quelle della forma circolare. Inoltre la conformazione triangolare offriva il vantaggio di poter disporre di aree più lunghe per l'ubicazione degli organismi edilizi.

Le proposte degli studiosi su quale fosse la conformazione planimetrica più vantaggiosa sotto il profilo costi-benefici sono state molteplici e malgrado i risultati conseguiti nel settore degli studi su quale potesse essere lo schema ideale della superficie di volo siano stati notevoli ed entusiasmanti, come, ad

esempio il caso della curva trilobata del quarto ordine dove “*il segmento di tangente alla curva, limitato all’intersezione con gli altri due rami della curva, in qualunque modo esso ruoti è di lunghezza costante*¹³”, ottenendo la possibilità di avere contemporaneità di tre piste, collocate tra loro con angoli di 120° che impegnano la minima superficie di terreno, ci si scontrava, al tempo, con la risoluzione pratica del problema, che spesso non si conciliava con le condizioni climatiche e topografiche del territorio. Secondo le fonti bibliografiche dell’epoca, negli aeroporti dove non fosse richiesta il decollo e l’atterraggio degli aeroplani in formazioni numerose, la curva trilobata trova la sua ideale applicazione. Ma alle valutazioni economiche, interessanti per il risparmio di terreno, facevano contrasto la maggiore incidenza di costi richiesti dalla complessità della realizzazione delle opere di recinzione perimetrale, con i segnali luminosi, necessari per l’individuazione dei limiti del campo, i percorsi di guardia e le strade di servizio necessarie.

1.5 Il rapporto tra la conformazione del sedime e l’organismo edilizio nell’infrastruttura aeroportuale della prima metà del ‘900.

Al fine di definire con completezza i caratteri specifici e peculiari degli insediamenti aeroportuali, risulta indispensabile analizzarne l’evoluzione storica sotto il profilo dei caratteri generali dell’infrastruttura, intesi come rapporto tra la specificità della conformazione del sedime e l’organismo edilizio generale. L’analisi dei rapporti tra contesto territoriale, sedime ed organismo aeroportuale, esaminato sotto un profilo storico, evidenzia, all’epoca delle prime installazioni, nella impostazione della problematica, un

¹³ G. Girardet, *Attrezzatura aeroportuale*, Roma, 1938.

atteggiamento professionale guidato da una sorta di empirismo, spesso casuale e superficiale; con i secondi anni Venti si ha modo di constatare, in modo graduale, un'evoluzione, in termini di professionalità, nel disporre i campi di volo. Il quadro storico evidenzia, inoltre, decisioni discutibili in ordine al rapporto tra organismo edilizio e sedime aeroportuale, anche nel periodo in cui la tecnica di progettazione può ritenersi matura, a seguito delle diverse esperienze maturate sul campo.

Nei primi esempi di insediamenti aeroportuali, la maggior parte delle infrastrutture era composta da semplici campi di aviazione, che comprendevano una installazione che, seppur dotata di un minimo di impianti, era carente sotto il profilo dell'autonomia funzionale, causa la carenza e la provvisorietà di molte funzioni tecniche e logistiche. Ad una prima analisi, l'assetto dei campi di aviazione della Grande Guerra pare regolato da un ordine, che appariva anche come una sistemazione casuale, quasi fortunosa, dell'installazione. L'ubicazione non pianificata degli organismi edilizi, lungo i lati del terreno di atterraggio e decollo, era condizionata dalle necessità operative di pronto impiego, che, con i mezzi allora a disposizione, si poteva soddisfare solo ripartendo, per ciascuna squadriglia, l'area di volo con il proprio autonomo supporto tecnico-logistico e che, al contempo, corrispondeva anche ad una specifica esigenza di difesa dalle incursioni nemiche, ottenuta con il disseminamento degli hangar su una vasta superficie. Le aviorimesse, in generale, trovavano collocazione lungo i lati del perimetro, notevolmente distanti tra loro, ciascuna con un proprio piazzale di manovra autonomo. Ogni squadriglia disponeva del proprio hangar, generalmente equipaggiata con un tipo di aeroplano, le cui dimensioni di ingombro erano commisurate alla capacità ricettiva del ricovero; la squadriglia stessa doveva

provvedere alla manutenzione delle aree di pertinenza, il che comprendeva anche il servizio di pulizia dei piazzali adiacenti. La documentazione bibliografica analizzata ha comunque evidenziato che, nella generalità dei casi, i fabbricati aeroportuali trovavano collocazione lungo i lati corti dei campi oppure venivano individuate quelle aree di sedime non interessate dai venti dominanti sull'aeroporto. Per quanto concerne i campi di volo direttamente interessati dagli avvenimenti bellici, erano presenti sino a dieci aviorimesse, distinte quasi sempre, a seconda delle dimensioni, collocate in maggioranza lungo il bordo della superficie di volo. All'altezza degli Hangar, sulla linea di volo, spesso sorgevano tettoie per mezzi, oppure baracche per il pronto soccorso. In alcuni casi la configurazione topografica era condizionata dalla presenza di limitazioni fisiche quali fiumi, accidentalità del terreno, preesistenze storiche o, più in generale, dalla particolarità geometrica del sedime disponibile¹⁴.

Nell'età successiva, con l'avvento della Regia Aeronautica, si diede vita ai primi interventi di potenziamento degli insediamenti aeroportuali, con ammodernamento degli impianti operativi affinché fossero più rispondenti, per gli aspetti tecnici, alle prospettive del progresso aeronautico; inoltre anche l'edilizia logistica conferiva, con i nuovi e vistosi caratteri architettonici esibiti, all'installazione aeroportuale, un'immagine altamente decorosa. Per quanto attiene la conformazione geometrica del sedime di una infrastruttura aeroportuale, completa sotto tutti gli aspetti, con certezza si può affermare che quella caratterizzata dal perimetro di contorno regolare era la più diffusa. Gli estensori dei piani regolatori diedero vita a diversi insediamenti aeroportuali

¹⁴ M. Ranisi, *L'aeroporto Italiano – Dalle origini al Secondo Conflitto Mondiale*, Roma, 1998, pp. 229-230

con conformazione in pianta rettangolare, con l'organismo delle fabbriche disposto su uno dei lati corti. Numerosi furono anche gli esempi di campi di volo dalla conformazione quadrangolare, con la direzione di atterraggio disposta lungo una diagonale: in questi casi l'organismo aeroportuale insisteva su uno dei vertici¹⁵. Molti insediamenti aeroportuali furono realizzati collocando gli edifici lungo un lato; tale disposizione non consentiva di avere la totalità dell'organismo sotto controllo attraverso un rapido sguardo. In altri casi venne preferita l'ubicazione in corrispondenza di un angolo ed i bracci delle fabbriche ad andamento ortogonale o parabolico; sulla bisettrice veniva collocato l'edificio Comando, in asse con l'ingresso principale. Le realizzazioni di insediamenti aeroportuali con conformazione in pianta dell'organismo aeroportuale secondo una disposizione a ventaglio, che utilizzava un vertice del sedime aeroportuale, sembrava rispondere a quanto richiesto da un preciso orientamento. Lo scopo era quello di poter concentrare in un organismo, la piazza con l'asta dell'alzabandiera, la complessità funzionale e formale di una infrastruttura. Tali disposizione era giustificata, peraltro, con l'impiego di aviorimesse aventi il fronte di apertura sul lato corto, il cui asse longitudinale si appoggiava sui raggi virtuali della conformazione a ventaglio. Laddove la conformazione del terreno imponeva la configurazione di tipo quadrangolare o triangolare, il posizionamento dell'organismo aeroportuale veniva scelto in virtù dei collegamenti esistenti e della rete stradale, al fine di ottimizzare la connessione con l'arteria più importante. Non sono rari i casi in cui le limitazioni di proprietà o il rispetto di

¹⁵ M. Ranisi, *L'aeroporto Italiano – Dalle origini al Secondo Conflitto Mondiale*, Roma, 1998, pp. 234

altre infrastrutture stradali o ferroviarie definissero sedimi aeroportuali dalla particolare configurazione geometrica.

Precedentemente è stato osservato come, nella seconda metà degli anni Trenta, nella pianificazione e nella scelta della conformazione dell'insediamento aeroportuale, si preferissero disegni regolari del tracciato perimetrale, rispondente ad una configurazione della superficie di volo che comprendesse una svariata possibilità di versi di atterraggio e decollo. L'aeroporto veniva collocato sul territorio a seguito di studi che vertevano essenzialmente sulla normativa tecnica aeroportuale, indifferenti ad ogni altra condizione di vincolo che non fosse quella aeronautica. Di certo le conformazioni ellissoidali e quelle quadrangolari trovarono maggiore diffusione, ma si ebbero anche diverse realizzazioni il cui disegno del tracciato perimetrale risultava irregolare, molto spesso per rispettare la proprietà confinante o per limitazioni dovute alla presenza di rilievi collinari, bacini marini, fiumi o organismi edilizi soggetti a vincoli. Per i campi di volo con tracciato perimetrale di tipo ellissoidale la collocazione dei fabbricati avveniva disponendo il fronte delle aviorimesse sull'arco di conica del perimetro del campo, mentre per quelli quadrangolari gli edifici venivano collocati lungo un lato.

Un notevole impulso all'attività infrastrutturale aeroportuale si ebbe nella seconda metà degli anni Trenta, allorché le necessità operative comportarono la generazione di molti aeroporti, realizzati secondo le nuove dottrine architettoniche moderne. Ciò che appare evidente dalla rivisitazione dei piani regolatori è l'identità figurativa che, in tema di urbanistica aeroportuale, l'Ufficio Centrale del Demanio aveva maturato, proponendo un'immagine dell'aeroporto indubbiamente efficace. I riferimenti assoluti del piano

prevedevano la palazzina agente da fulcro, con il suo schieramento tra le aviorimesse, con i fronti principali rispettivamente rivolti all'area di volo e all'ingresso principale; in tal modo veniva a determinarsi un asse ordinatore intorno al quale si disponevano il laboratorio fotografico, l'officina, la centrale elettrica, fino all'autorimessa ed ai servizi di guardia disposti sull'area dell'ingresso. Gli edifici logistici venivano collocati in posizione più defilata, con la caserma per la truppa e gli alloggi, circoli e mensa riservati ai Sottufficiali ed agli Ufficiali. Veniva a stabilirsi una collocazione molto decentrata degli edifici, in linea con le normative prescrittive che imponevano distanze cautelative tra i fabbricati; la configurazione aeroportuale, pertanto, risultava sempre rispettosa di una configurazione razionale, che trovava riferimenti illustri nella cultura urbanistica del tempo. Per quanto attiene i caratteri morfologici e formali delle costruzioni aeroportuali, eccezion fatta per qualche sporadico caso, tutte le infrastrutture aeroportuali presentavano riferimenti vistosi al razionalismo, che l'Ufficio Centrale del Demanio aveva imposto come norma unificatrice. La rivisitazione di tutti gli organismi edilizi collocati nella penisola conferiva una sensazione spaziale sempre identica, da aeroporto ad aeroporto. L'unità figurativa era sempre la stessa, e mutava il solo posizionamento degli elementi di fabbrica. Gli elementi formali, che fortemente caratterizzano gli organismi edilizi aeroportuali, sono la ricercata asimmetria, l'uso di elementi esterni molto sobri, definiti solo per mezzo dell'accostamento di differenti tessuti, tra l'intonaco ed il laterizio. Si definiva un ambiente aeroportuale dove l'aeroplano e l'infrastruttura si identificavano attraverso una stessa dottrina figurativa.

Sullo scorcio del ventennio si ebbe un ulteriore contributo tendente a mutare le caratteristiche più peculiari del campo di aviazione, con la decisione

di realizzare piste pavimentate per gli aeroporti con la qualifica di armati. Nonostante le prime installazioni poco incidessero sulla posizione degli edifici, per le inevitabili conseguenze della loro presenza sugli aeroporti, si diede vita ad una rivisitazione tipologica, finalizzata all'individuazione dell'area di manovra più idonea, connessa alla pista, al fine di rendere efficaci e razionali le manovre di parcheggio degli aeroplani. Se da un lato il progresso della tecnica e della scienza nel campo delle pavimentazioni aeroportuali diede un positivo impulso alla realizzazione di opere di alto livello tecnico, in linea con i risultati che la ricerca scientifica del settore aveva già prontamente iniziato, non parimenti felici furono le prime collocazioni dell'infrastruttura nel disegno dell'aeroporto esistente, giacchè dovevano essere tenute in debita considerazione valutazioni che richiedevano il supporto di una esperienza ancora tutta da costruire¹⁶.

1.6 L'evoluzione delle infrastrutture aeronautiche dal dopoguerra sino ai giorni nostri.

Dall'epoca delle prime installazioni all'entrata in linea degli aerei a reazione sino ai più moderni caccia, il quadro geo-politico di riferimento è andato profondamente mutando nel corso degli anni e con esso le esigenze di pianificazione aeroportuale. Ad una cultura urbanistica aeroportuale di primo dopoguerra, caratterizzata dalla realizzazione di grossi basi per aerobrigate, articolate su 75 velivoli, ha fatto seguito il possibile impiego dell'arma atomica come arma tattica, che ha dato vita ai criteri, leggibili dai piani

¹⁶ M. Ranisi, L'aeroporto Italiano – Dalle origini al Secondo Conflitto Mondiale, Roma, 1998, pp. 238-242.

urbanistici degli aeroporti tattici ora in uso all'Aeronautica Militare, fondati sui concetti di massima dispersione dei reparti schierati e delle relative infrastrutture e di limitazione all'essenziale di queste ultime. Nacquero le basi di Gruppo e basi di Stormo, le prime destinate ad ospitare un gruppo articolato su non più di 25 velivoli e dotate delle sole infrastrutture base, le seconde, per le quali ha sede il Comando di Stormo, che ospitano anche le infrastrutture destinate alla manutenzione dei velivoli dei Gruppi di volo che lo costituiscono.

Il veloce modificarsi delle caratteristiche geometriche dell'aeroplano e di quelle aerodinamiche, aeromeccaniche e propulsive assieme alle necessità operative di attività notturne e in qualsiasi condizioni meteorologica, ha comportato una poderosa evoluzione delle infrastrutture aeroportuali. Basti pensare che, con l'avvento dei nuovi velivoli a reazione, la necessità di superfici di volo con caratteristiche notevolmente diverse da quelle destinate agli aerei che ordinariamente solcavano i cieli nella prima metà del '900, in virtù dei notevoli carichi trasmessi, è stata sempre più incalzante: ciò ha determinato la realizzazione di opere con materiali che possano garantire performance sempre più alte, per garantire macchine sempre più sofisticate, danneggiabili dal distacco di detriti, che arrecherebbero danni gravissimi ai compressori ed alle turbine. Oppure ai moderni apparati elettronici di bordo per i quali le operazioni di messa a punto e manutenzione sono risultate sempre più delicate: da qui la realizzazione di nuove infrastrutture di supporto, quali laboratori elettronici, piazzole di calibrazione, simulatori di volo, installazioni per l'assistenza al volo. In tal modo l'insieme velivolo-aeroporto ha assunto, per le infrastrutture aeroportuali militari, quella articolata e precisa configurazione che oggi si ritrova nelle più moderne basi aeree. Oggi giorno

ogni configurazione a terra, presente nelle moderne installazioni aeroportuali, è studiata e definita per l'esercizio del volo, comprendendo, in una visione organica anche gli alloggi, le mense ed i luoghi di convegno per il personale preposto all'operatività dell'aeroplano, che assumono anch'essi il ruolo di elementi formalmente e fisicamente attinenti all'attività di volo.

Per quanto attiene l'assetto urbanistico di un'infrastruttura aeroportuale moderna, risulta evidente la differenza tra un aeroporto militare e quello civile, laddove nel secondo non è soltanto il velivolo che si rapporta alle infrastrutture ma anche i destinatari del servizio, che sono i passeggeri e le merci¹⁷. A sostegno di quanto detto, il criterio generale di pianificazione ed impostazione di un aeroporto militare è quello di allontanare la zona logistica da quella operativa, onde escludere l'attività non strettamente connessa con il volo militare. Per tale ragione la base aerea dell'Aeronautica Militare è attualmente distinta in tre aree, disposte in maniera opportuna sul sedime, denominata zona operativa, zona logistica e zona residenziale.

¹⁷ M. Ranisi, *L'Architettura dell'Aeronautica Militare*, Roma, 1992, pp. 144.

Capitolo II

2. Analisi dell'Aeroporto di Grosseto – 4° Stormo

2.1 Brevi cenni storici

“Il 4° Stormo nasce il 1 giugno del 1931 sull'aeroporto di Campoformido (UD), dalla fusione del IX Gruppo e dal neocostituito X Gruppo. Il Reparto viene costituito in occasione delle grandi manovre svoltesi durante il mese di agosto nei territori friulani. (...) Visti i notevoli risultati ottenuti nel corso delle manovre, le Autorità aeronautiche decidono di dare carattere permanente allo Stormo. Il IX Gruppo viene posto al Comando del Magg. Nicola Umberto Gelmetti; il X Gruppo del Maggiore Spadaccino; Comandante del 4° Stormo viene nominato il T. Col. Raul De Barberino. (...) Ultimate le manovre dell'agosto del '31, lo Stormo consolida la propria struttura logistica e potenzia i propri mezzi, acquisendo i primi FIAT CR Asso in sostituzione dei vecchi CR 20. Nel corso del settembre dello stesso anno i due gruppi vengono trasferiti nella sede definitiva di Merna (Gorizia). Il 10 Ottobre 1931 la costituzione dello Stormo assume carattere definitivo sotto la veste di 4° Stormo Caccia Terrestre. Come primo simbolo del Reparto viene scelto

“l'uomo alato”, che rimane in uso del Quarto sino al 1933, sostituito dal “Cavallino Rampante”, emblema che, assieme al “Grifo Rampante” contraddistingueva l'aereo di Francesco Baracca.



Figura 2.1 Stemma del 4° Stormo

Il cavallino rampante è fortemente voluto ed infine adottato dallo Stormo per la grande componente simbolica e la capacità di coesione in grado di esercitare sugli uomini del 4°. Fattore ancora più importante fu la designazione come Comandante dello Stormo del Duca Amedeo d'Aosta, che porta al reparto una forte personalità ed una grande passione per il volo. (...) Dopo aver partecipato all'occupazione dell'Albania lo Stormo venne trasferito, nel 1940, in Africa Settentrionale per iniziare una lunga serie di missioni operative. Riequipaggiato con i nuovi Macchi MC202 il 4° Stormo partecipò, nel 1941, alla Battaglia di El Alamein, per poi essere

successivamente rischierato sulle basi siciliane. (...) La chiusura del Secondo Conflitto Mondiale rappresenta il termine di un periodo difficile ma epico per gli uomini del Quarto. Per l'alto numero di abbattimenti conseguiti durante le azioni sui vari fronti del Mediterraneo il Reparto è giustamente ricordato come "Stormo degli Assi" e come tale riceverà la Medaglia d'Oro al Valor Militare alla Bandiera dello Stormo (1949). Nel 1948 lo Stormo viene spostato a Capodichino, con un netto miglioramento delle condizioni logistiche del personale. Successivamente, l'entrata dell'Italia nella N.A.T.O. comincia un nuovo periodo per la Forza Armata. A seguito della riorganizzazione dell'Aeronautica lo Stormo si trasforma in Aerobrigata e nel giugno del 1956 si trasferisce sulla base di Pratica di Mare e contemporaneamente inizia il riequipaggiamento con l'F-86 E "Sabre", all'epoca il miglior caccia a reazione disponibile. Nel novembre del 1962 la Bandiera dello Stormo viene portata dal Pratica di Mare all'Aeroporto di Baccarini in Grosseto, per diventare, con l'acquisizione dei primi F-104, il primo reparto "supersonico". Nel 1964 ha termine la transizione sull'F-104, alla guida del IV Stormo è il Colonnello Giorgio Bertolaso. Nell'estate del 1970 allo Stormo entra in linea la nuova versione dell'F-104 S, ammodernato nel motore e nell'armamento. Nuovo addestramento, nuovi impegni, nuove esercitazioni con ripetuti riconoscimenti in ambito N.A.T.O. e la conferma della collocazione del reparto tra l'élite dell'Aeronautica Militare. Negli anni '80 i velivoli F-104 subiscono un'ulteriore aggiornamento con l'introduzione nel 1987 della versione F-104 S-ASA. Giunto nel 2000, il 4° Stormo si trova attualmente ad affrontare il gravoso impegno di transitare come primo reparto di volo dall'F-104 al nuovo velivolo Eurofighter 2000 Thyphoon".

2.2 Analisi generale dell'infrastruttura aeroportuale.

In linea con i concetti postbellici in termini di pianificazione aeroportuale, il sedime 4° Stormo è caratterizzato, sotto il profilo della distribuzione funzionale, da due aree, fisicamente, distinte, che inglobano le tre zone tipiche delle infrastrutture aeroportuali militari: la zona operativa, quella logistica e quella residenziale. Oltre che per la ragione connessa con la separazione delle attività non strettamente connesse con il volo, a valle del Secondo Conflitto Mondiale, con la costituzione dell'Alleanza Atlantica e l'ingresso in essa dell'Italia, furono recepiti i più moderni criteri di massima dispersione dei reparti schierati e di tutela del personale: per tale ragione il sedime dell'Aeroporto di Grosseto è fisicamente distinto in due aree, distanti, circa 7 km, dove vengono svolte, rispettivamente, le attività strettamente connesse con il velivolo e quelle tipicamente logistiche e residenziali. Per meglio comprendere la distinzione tra tali aree riportiamo quanto presente in un testo di sinossi sulle infrastrutture aeroportuali del Col. G.A.r.n. A. Teja:

“Le infrastrutture che costituiscono la zona operativa possono suddividersi, in funzione della loro destinazione, in sei gruppi fondamentali. Le infrastrutture di volo costituite dalla pista di volo e relativo impianto per voli notturni, dalla pista di rullaggio parallela, dai piazzali di sosta, dalle vie di circolazione e dai raccordi tra le piste ed i piazzali, dalla piazzola GCA. Le infrastrutture operative comprendenti il Comando di Stormo o di Gruppo, gli shelters per i velivoli, i manufatti protetti (...), la torre di controllo, il deposito missili in linea di volo. Le infrastrutture di manutenzione, quali i piazzale di manutenzione velivoli, le aviorimesse e relative appendici, il fabbricato paracadute, il manufatto e la piazzola prova motori, il laboratorio elettronico.

Le infrastrutture di rifornimento ed alimentazione, costituite dai depositi per carburanti avio di linea e dal relativo oleodotto di collegamento, dal deposito carburanti per autotrazione, dalla rete elettrica di distribuzione e relative cabine di trasformazione, dalla riserva termoelettrica, dalla vasca di riserva idrica e relativa centrale di pompaggio e rete di distribuzione, dagli shelters per autorifornitori e per i contenitori di ossigeno liquido. Le infrastrutture di assistenza comprendenti i parco antincendi, il corpo di guardia, il pronto soccorso, l'autoreparto, il fabbricato per alloggi e mensa per il personale di turno. Le infrastrutture di viabilità e sosta, costituite dalle strade di circolazione interne e relativi piazzali di parcheggio auto e dalla strada perimetrale per il controllo della recinzione¹”.

“La zona logistica, ubicata in area decentrata a circa 7 km da quella operativa, comprende i fabbricati e le attrezzature necessarie alla vita ed al benessere del personale (...). Fanno parte di questa zona gli alloggi collettivi per ufficiali sottufficiali e truppa, le mense, i circoli e la sala convegno, i magazzini M.S.A. ed M.O., gli uffici amministrativi, l’infermeria, l’officina aeroportuale, il cinema, gli impianti sportivi, la chiesa. Completano la zona logistica le necessaria opere di urbanizzazione quali strade e piazzali e le reti idriche, elettriche, fognarie, telefoniche e di illuminazione esterna. I manufatti che ricadono in questa zona vengono progettati secondo standards approvati ed emanati dallo Stato Maggiore A.M. e raccolti in una pubblicazione denominata SMA/LOG/405/77²”.

¹ A. Teaja, Sinosi di infrastrutture aeronautiche, Firenze 1984, pp. 52.

“La zona residenziale, costituita dall’insieme degli alloggi per le famiglie degli ufficiali e dei sottufficiali, viene di norma ubicata in prossimità di quella logistica e, pertanto, decentrata di circa 7 km in prossimità di quella logistica. Anche gli alloggi per il personale con famiglia vengono costruiti secondo standards riportati sulla citata direttiva SMA/LOG/405/77³”.

Contestualizzando, quanto sopra descritto, alle infrastrutture ubicate sul sedime del 4° Stormo, si rappresenta la collocazione, nella zona operativa, del deposito per le munizioni convenzionali.

La pregressa analisi del quadro storico del 4° Stormo ha evidenziato come l’attività di volo del Reparto sia stata da sempre caratterizzata da linee di aerei che, nei diversi periodi storici, hanno rappresentato l’avanguardia. Di concerto con l’evoluzione ed il progresso delle tipologie di assetti volativi, anche sotto il profilo strettamente infrastrutturale, lo Stormo ha avuto a disposizione le più moderne installazioni, in termini di qualità edilizia e tecnologia, onde garantire la piena efficienza del velivolo; per tal ragione, anche da un’analisi infrastrutturale sommaria del sedime del 4° Stormo, si riscontra la presenza di fabbricati, o più in generale, di organismi edilizi, che nelle loro diverse specificità, hanno rappresentato il più adeguato ed idoneo supporto a terra del velivolo, garantendo la massima efficienza in tutti i molteplici campi di applicazione.

L’ammodernamento infrastrutturale dell’aeroporto ha seguito, inevitabilmente, le sorti dell’aviogetto F-104, che nelle sue diverse tipologie, ne ha segnato un periodo decisamente lungo, con una serie di rivolgimenti,

² Ibidem.

che hanno comportato la continua “rivisitazione”, prima progettuale e poi esecutiva, di tutto il parco immobiliare: dall’impiego di piste sempre più lunghe e con caratteristiche di portanza sempre maggiori, alla realizzazione di impianti di supporto visivo ai piloti, che consentano l’attività degli stessi in qualsiasi, condizioni atmosferiche, alla realizzazione di aviorimesse, attrezzate con gli impianti sempre più sofisticati, idonei a garantire, in ogni tempo, l’efficienza della macchina. La situazione infrastrutturale del 4° Stormo, pertanto, rispecchia, attualmente, quella di un velivolo, l’F-104, la cui operatività, ha richiesto degli specifici supporti a terra, tutt’ora leggibili nel parco immobiliare, o più in generale, nelle infrastrutture dello stesso.

2.3 Le nuove esigenze operative: ingresso in linea del nuovo Eurofighter 2000 “Typhoon”.

Il programma Eurofighter 2000 “Typhoon” nasce dalla necessità di Forza Armata di assicurare il servizio di difesa aerea nazionale, secondo i moderni standard di prontezza e capacità operativa. Tale attività ha interessato non solo la produzione di velivoli innovativi, dalla concezione alla realizzazione, attraverso dei programmi industriali articolati su scala europea, opportunamente predisposti, ma anche tutte le attività di supporto ed addestramento correlate alla entrata in linea del nuovo velivolo.

Il programma di ammodernamento ha interessato, pertanto, le infrastrutture aeroportuali dedicate alla gestione dell’efficienza della nuova linea volo ed alle attività operative. In tale contesto rientrano i lavori di riqualificazione delle installazioni aeroportuali dedicate all’ingresso in linea del nuovo

³ Ibidem, pp. 53.

velivolo, in primis l'aeroporto di Grosseto, sede del 4° Stormo C. I. Le caratteristiche del nuovo sistema d'arma, articolato sulla base di esigenze operative profondamente mutate, hanno comportato l'opportunità di individuare uno specifico programma di riqualificazione dell'intera base aerea, onde raggiungere, nell'arco di un quinquennio, la piena operatività del servizio di difesa aerea nazionale.

Il mutamento infrastrutturale del sedime demaniale del 4° Stormo è stato macroscopico, con interventi radicali che ne hanno modificato la conformazione planimetrica, secondo le nuove logiche di supporto a terra. Questo processo di rinnovamento infrastrutturale è stato ideato secondo i moderni metodi e processi di pianificazione, attraverso il Nuovo Piano Regolatore Aeroportuale. Tale strumento ha radicalmente modificato il parco immobiliare del 4° Stormo, con numerosi interventi di riqualificazione di infrastrutture esistenti e di nuove realizzazioni di opere necessarie all'ingresso in linea del nuovo sistema d'arma.

Le lavorazioni più macroscopiche sono:

1. riqualificazione pista di volo principale;
2. riqualificazione pista di volo parallela;
3. realizzazione nuovo deposito munizioni;
4. realizzazione nuovo deposito carburanti;
5. realizzazione nuovi fabbricati destinati ai Comandi dei Gruppi di volo;
6. riqualificazione shelters per manutenzione velivoli;
7. realizzazione nuovo hangar manutenzione.

Capitolo III

3.1 Ubicazione

Il 4° Stormo di Grosseto è articolato, come già segnalato nel Cap. 2.2, su due sedimi, di cui, quello operativo, laddove si sviluppano le attività strettamente connesse col volo, ragion d'essere dello Stormo, è ubicato a ridosso del nucleo urbano della città di Grosseto, a circa 5 Km di distanza dal centro, lungo la strada provinciale Castiglione, che ne delimita il fronte Nord; l'area logistica è collocata, invece, a circa 10 km di distanza da quella destinata alle operazioni ed è distinta in due sedimi, separati dalla strada provinciale Castiglione: nel primo, strettamente residenziale, sono collocati i fabbricati ad uso alloggi per il personale ufficiale e il circolo ufficiali, mentre l'altra area vede ubicati quelli destinati alle attività logistiche dello Stormo e gli alloggi per il personale Sottufficiale. Tale conformazione aeroportuale ricalca quella che era la visione urbanistica degli aeroporti costruiti nel secondo dopoguerra, secondo cui la base aerea dell'Aeronautica Militare debba essere distinta in tre aree, opportunamente predisposte nel sedime aeroportuale, definite con la denominazione sopra menzionata (area operativa, area logistica, area residenziale).

Nel discorrere sulla conformazione aeroportuale e sulle singole tipologie di fabbricati presenti sul sedime, distinti per tipologia, si è tenuto necessariamente in conto i comprensibili motivi di riserbo cautelativo verso quelle infrastrutture connesse all'attività del volo militare. Pertanto le informazioni che seguono hanno l'obiettivo di rendere chiaro, per quanto più è stato possibile ed in virtù di ciò che è possibile rendere noto, le caratteristiche del parco immobiliare di un aeroporto tipo dell'Aeronautica Militare, contestualizzando, per ragioni di opportunità, le osservazioni al sedime aeroportuale di Grosseto. In questo periodo storico, infatti, il 4° Stormo è interessato, dalle sostanziali modifiche infrastrutturali determinate dal nuovo aeroplano E.F.A., con l'approntamento di nuovi organismi edilizi, funzionalmente e tipologicamente diversi tra loro.

3.2 Morfologia dell'impianto aeroportuale.

3.2.1. Zona Operativa

La zona operativa presenta una conformazione in pianta irregolare, allungata in direzione Nord Sud, giacchè lungo quella insiste la pista aeroportuale. Tutte le infrastrutture, che nelle varie articolazioni lavorano per la funzionalità dell'ente, si sviluppano essenzialmente lungo la perimetrale aeroportuale, alle distanze di sicurezza dalle superfici di volo. Ad un'analisi visiva della planimetria generale aeroportuale risulta evidente la concentrazione elevata di organismi edilizi lungo il fronte Est, laddove insistono tutte le articolazioni strettamente connesse con le l'attività di volo dell'E.F.A e che vive un periodo di forte espansione infrastrutturale, con l'attuazione di ingenti piani di potenziamento destinati alla creazione delle nuove realtà infrastrutturale, necessarie per il supporto

a terra dell'attività di volo del nuovo velivolo. Il fronte Nord, delimitato, come detto, dalla Via Castiglione, vede la presenza di un nucleo di fabbricati destinati ad uso uffici, essenziali nelle caratteristiche tipologiche e costruttive. Lungo il fronte Est, nella zona prossima all'ingresso aeroportuale, sono collocati gli immobili che, per tipologia, sono destinati essenzialmente ad uffici mentre, percorrendo la perimetrale sino alla zona Sud, si riscontra la presenza di aree edificate con immobili tecnico-opertavi, superfici pavimentate per la sosta dei velivoli, aviorimesse e shelter (sarà di seguito chiarita la differenza tipologica) e depositi di varia tipologia. La zona centrale del sedime aeroportuale è impegnata dalle superfici di volo, ovvero la pista principale, quella secondaria ed i raccordi di collegamento da e verso i piazzali di sosta velivoli.

Va ricordato che la pista aeroportuale è aperta, oltre che al traffico militare, anche a quello civile e, per tale ragione, sul sedime si riscontra la presenza di un piccolo insediamento di fabbricati ed aree pavimentate destinate alla gestione, autonoma, dell'attività di volo civile.

3.2.2 Zona Logistica

La zona logistica è fisicamente distinta in due sedimi, separati dalla strada provinciale, dove sono ubicati tutto il complesso di fabbricati che tipologicamente hanno destinazioni d'uso tipicamente di supporto alla funzionalità dell'Ente, ma non strettamente e direttamente connesse con l'attività di volo. Essenzialmente si riscontra la presenza di fabbricati ad uso uffici, edilizia residenziale per alloggi per il personale, suddivisi a seconda del grado, magazzini, tettoie per il ricovero di materiale o mezzi, circoli e mensa. Dei due sedimi che identificano la zona logistica uno è

impegnato totalmente da edilizia di tipo residenziale, con fabbricati per l'alloggio del personale ufficiale, il circolo e la mensa. L'altro è interessato, in parte, da organismi edilizi destinati ad uffici, da fabbricati per alloggi del personale sottufficiale ed avieri, dalla mensa sottufficiali (attualmente non operativa), da magazzini per il ricovero di mezzi e materiali, tettoie e fabbricati di varia tipologia. Tale descrizione definisce una zona, quella logistica, caratterizzata da fabbricati tipologicamente ordinari, giacchè destinati ad un'edilizia facilmente riscontrabile anche nel campo delle costruzioni civili e per i quali l'individuazione tipologica non fornisce particolari note di rilievo né dal punto di vista tecnologico e costruttivo che da quello impiantistico.

3.3 Individuazione delle tipologie edilizie

Da un punto di vista strettamente tipologico, sul sedime aeroportuale del 4° Stormo, caratterizzato dalla presenza di un numero notevole di immobili, si riscontra la presenza di tutte quelle infrastrutture necessarie all'espletamento a terra delle attività di supporto al volo. E' ben comprensibile come queste siano tante e soprattutto diverse per funzioni e campi di applicazione, giacchè ne consegue una profonda e sostanziale differenza nella tipologia di organismi edilizi riscontrabili in Grosseto. Inoltre all'incremento del numero e della tipologia contribuisce anche e soprattutto il velivolo stesso che, nel suo naturale percorso tecnologico evolutivo, richiede attività di supporto a terra sempre più complesse, tali da richiedere i necessari interventi di potenziamento infrastrutturale. C'è da aggiungere che gli organismi edilizi sono soggetti ai naturali o non fenomeni di degrado, per i quali, a seconda del periodo di costruzione, parte del parco immobiliare è stato oggetto di

demolizione e ricostruzione, nei casi peggiori, o manutenzione, nei casi di ordinario invecchiamento. La complessità di infrastruttura aeroportuale, a differenza delle altre, è da ricercare nella sua specificità o meglio, in quel complesso sistema di organismi edilizi che, seppur tipologicamente estremamente distinti tra loro, sottintendono allo stesso risultato, ovvero l'operatività dell'Ente, che ha carattere prioritario e per i quali, pertanto, si richiede un'efficienza differente da quella che lo stesso fabbricato avrebbe, se inserito in un altro contesto. L'individuazione puntuale di ogni singola tipologia di edificio fa parte della sfera delle informazioni sensibili, ma è stato ritenuto opportuno, comunque, individuare le tipologie edilizie in termini di macrocategorie, così che fosse possibile comprendere le specificità del parco immobiliare che il pianificatore e progettista di manutenzione è tenuto a gestire e mantenere.

Queste sono:

- *Gli immobili ad uso uffici:* in questa categoria sono comprese una lunga di serie di organismi edilizi che, seppur ciascuno per una propria e ben definita specificità, sono impegnati per attività tutte riconducibili all'edilizia propriamente detta per uso uffici. Fatta questa doverosa premessa, essenzialmente questa macrocategoria rappresenta un'aliquota importante, per dimensioni e numeri, del parco immobiliare dell'aeroporto di Grosseto, giacchè per l'espletamento di qualsivoglia funzione, si necessita di un immobile dove avvenga la pianificazione, la programmazione e la gestione dell'attività in senso stretto. Dall'edificio Comando, baricentro direzionale delle attività del 4° Stormo, tipologicamente semplice ed essenziale, a quelli per tecnologia più avanzati, come i fabbricati destinati al comando, alla

gestione ed al controllo dei gruppi di volo, la caratteristica che li accomuna sono la necessità di avere spazi idonei a funzioni, differenti a seconda dei livelli, di tipo decisionale, o di supporto all'attività decisionale. Analizzando i vari tipi di organismi edilizi, i disegni di progetto, prima, e gli "as built", dopo, è stato possibile desumere che tipologicamente gli edifici ad uso uffici si caratterizzano a seconda del periodo di costruzione. La genesi dell'aeroporto è relativa agli anni '60 e, pertanto, sotto il profilo costruttivo, aspetto che verrà trattato in seguito, e quello tipologico, i fabbricati sono essenzialmente in muratura con locali di dimensioni differenti a seconda dell'utilizzo. Tra i fabbricati di spicco vale la pena evidenziare l'edificio Comando, esempio rappresentativo di edilizia tipica del periodo post bellico, con caratteri formali e figurativi che richiamano quel momento, dove si palesano interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, voluti per tenere alto il livello prestazionale del fabbricato, essendo lo stesso destinato a funzioni di altissimo livello decisionale, nell'ambito dello Stormo, e rappresentative. Esso si presenta con una conformazione in pianta regolare di circa 270 mq, definito nei prospetti da una pensilina utilizzata per la sosta dei veicoli, che conferisce al fabbricato stesso un aspetto più dinamico.

- *Le infrastrutture per il ricovero e la manutenzione dei velivoli:* una premessa sulla funzione dell'aviorimessa è doverosa, giacché, in campo militare, ne esistono di tipologie diverse a secondo dell'utilizzo strategico. Essa è essenzialmente l'infrastruttura destinata al ricovero, alla manutenzione ed alla riparazione degli aeromobili e per i velivoli

militari, in genere, nella fattispecie per quelli del 4° Stormo, presenta aspetti particolari connessi con le necessità di protezione fisica dell'aeroplano. In tal senso sul sedime del menzionato Reparto di volo dell'A.M. ritroviamo essenzialmente due tipologie di aviorimesse, differenti per quanto riguarda la difesa nel caso di eventuale offesa bellica, laddove gli obiettivi paganti definiscono necessità costruttive da quelli, invece, i cui modelli tipologici sono eguali a quelli adottati per l'aviazione civile. Sul sedime aeroportuale del 4° Stormo sono presenti quelle tipologie di aviorimesse classiche dell'Aeronautica Militare d'anteguerra, contrassegnate con la sigla S, a cui fa seguito un numero, che sta ad individuare la dimensione della campata: in particolare sono presenti due S35 ed uno S50. Di tali infrastrutture una della prima tipologia è stato oggetto di interventi di riqualificazione funzionale, finalizzati ad apportare quelle modifiche che rendessero l'infrastruttura stessa tecnologicamente idonea ad ospitare il nuovo aeroplano. Da un punto di vista strettamente tipologico, le aviorimesse tipo S del 4° Stormo sono costituite da due organismi distinte di cui il primo, tipicamente in carpenteria metallica, è destinato ad ospitare i velivoli per le operazioni di ricovero e manutenzione, completato da un complesso di fabbricati, il secondo, denominati tipicamente appendici, destinati ad ospitare gli uffici tecnici, le officine ed i magazzini. Per quanto concerne i ricoveri destinati ad ospitare i velivoli operativi, essi devono avere caratteristiche tali proteggere i velivoli stessi da eventuali incursioni nemiche, così come descritto dal Col. Teja: *“ i ricoveri per velivoli vengono dimensionati per offrire un'adeguata protezione contro un attacco portato con armi*

convenzionali. Come le altre opere previste dal programma ASM (*Aircraft Survival Measures*) hanno subito, dalla loro prima realizzazione ad oggi, modifiche notevoli in relazione alle esperienze acquisite ed alla evoluzione dei concetti di difesa passiva. L'ultima generazione di shelters ha sezione semicircolare ribassata e viene realizzata in calcestruzzo gettato su archi in lamiera ondulata di acciaio zincato aventi la funzione di evitare il distacco di pezzi di volta nel caso lo shelter venga danneggiato". Il 4° Stormo è caratterizzato dalla presenza di n° 9 Shelters, che modificano sostanzialmente la conformazione aeroportuale, giacchè devono coprire in numero il 70% dei velivoli operativi in dotazione alla base aerea ed essere ubicati con la massima dispersione compatibile con la virtuale linea di espansione delle vie di rullaggio: ciò vale a dire organismi edilizi sparsi secondo una logica frammentaria all'intero del sedime aeroportuale. Da un punto di vista strettamente tipologico, nascendo dalla necessità, prevaricante rispetto alle altre, della protezione fisica, gli shelters del 4° Stormo si presentano con una definizione formale estremamente semplice, uno schema distributivo banale, giacchè caratterizzato da un solo locale.

- *I depositi carburanti*: rappresentano una delle specificità della realtà aeroportuale, per la quale l'espletamento dell'attività d'istituto, ovvero il volo e la capacità operativa, è condizionata, inevitabilmente, dalla disponibilità sul sedime di carburante. Quelli collocati sul sedime del 4° Stormo hanno capacità di ricevimento da autocisterne di carburante, di filtrazione in ricezione, di stoccaggio, di movimentazione, di

filtrazione in erogazione ed di erogazione agli autorifornitori di carburante avio di tipo JP8 additivato e diesel. La capacità totale di stoccaggio di carburante è determinata in funzione di una serie di fattori essenzialmente legati alla capacità operativa del Reparto di volo ed all'attività di Istituto. Tipologicamente i depositi carburanti dislocati sul sedime del 4° Stormo sono tutti costituiti da serbatoi, di idonea dimensione, ad asse verticale, coperti con rilevati. Essi sono completati dal locale manovra e filtrazione in c.a., dove avviene la filtrazione e lo smistamento del carburante, da un sistema di ricezione ed erogazione costituito da apparecchiature elettriche, meccaniche e strumentali che rendono il funzionamento dell'impianto sicuro e flessibile, da un piazzale, di cui parte in pavimentazione rigida, per il parcheggio autocisterne e parte in pavimentazione flessibile per il solo transito, atto ad assicurare la ricezione delle autocisterne e collegato alla viabilità aeroportuale tramite bretelle di collegamento e da un ulteriore manufatto, sempre in c.a., adibito ad ufficio, laboratorio, officina per manutenzioni di 1° livello dei mezzi e delle attrezzature del deposito, da un locale magazzino per lo stoccaggio del materiale, nonché da un locale per il personale di turno con annessi servizi igienici e spogliatoi.

- *I depositi munizioni:* La tipologia di strutture destinate al ricovero dei munizionamenti è riconducibile all'insieme di più fabbricati funzionalmente distinti a seconda delle destinazioni d'uso. Il primo è quello destinato alla manutenzione ed allestimento del munizionamento. L'organismo edilizio è costituito da un edificio

monoplano a pianta rettangolare, con struttura portante costituita da fondazioni di tipo diretto, da pareti e pilastri in cemento armato e da un impalcato di copertura in parte costituito da lastre tralicciate in c.a. ordinario ed in parte da pannelli alveolari in cemento armato precompresso. Esso è essenzialmente costituito da: una zona tettoia aperte sui due lati, una zona centrali tecnologiche (la cabina elettrica, la centrale di condizionamento, la centrale termica ed il locale aria compressa, la centrale frigorifera), una zona servizi, uffici, corridoio, un locale destinato a magazzino, una zona lavorazione costituita da due locali deposito, da locali di disassemblaggio, assemblaggio e prova missili. Il secondo è quello cosiddetto labirinto, con struttura portante costituita da fondazioni di tipo diretto, da pareti in cemento armato e da un impalcato di copertura costituito da un solaio in latero cemento gettato in opera.

- *Le strutture logistiche – alloggi, circoli e mense:* la tipologia di strutture destinate al supporto logistico del personale dell'Amministrazione in forza al 4° Stormo ingloba organismi edilizi differenti per destinazioni d'uso e quindi per conformazione, ma al contempo tutti necessari ed indispensabile per il sostegno dei militari. Essi sono essenzialmente riconducibili in tre sotto categorie, ovvero quelli destinati all'alloggio del personale, le mense ed i circoli ricreativi. E' opportuno evidenziare che di queste tre macro categorie la prima, quella alloggiativa, presenta caratteristiche, da un punto di vista strettamente tipologico, molto varie, onde assecondare le diverse esigenze alloggiative del personale dell'Amministrazione. Le

residenze sono distribuite sul territorio aeroportuale ma anche nel contesto cittadino; a circa 1 km di distanza dalla zona operativa aeroportuale ritroviamo residenze tipologicamente destinate a personale dell'Amministrazione con famiglia, di varia quadratura, dai 50 mq ai 130 mq. Simili per destinazioni d'uso sono le residenze collocate in adiacenza all'area operativa aeroportuale, dove ritroviamo il cosiddetto Villaggio Azzurro, con abitazioni dell'Amministrazione destinate sempre a personale con famiglia. La zona logistica, invece, vede l'ubicazione di organismi edilizi tipologicamente diversi, giacchè in prevalenza si ritrovano gli alloggi per i Capitani, o più in generale, personale in servizio presso lo Stormo non accompagnato da famiglia. Sono, pertanto, locali singoli, di circa 20 mq, dotati di servizio indipendente, che presentano anche una propria espressione figurativa, giacchè al corpo di fabbrica in linea, è imposto, sulla intersezione degli assi principali, uno scarto trasversale, che va a spezzare la continuità del corridoio longitudinale ed, al contempo, i setti di chiusura esterna delle camerette ruotano verso l'esterno. Altra tipologia di alloggi è quella destinata al personale Uff.li Superiori dell'Amministrazione di passaggio presso il Reparto di volo; la palazzina, i cui caratteri figurativi, a differenza di quella per ufficiali inferiori, risultano essere semplici e regolari, presenta una conformazione in pianta rettangolare e da un punto di vista distributivo, sono collocati mini locali o bilocali, con servizi. A completare il quadro delle residenze presenti in zona logistica, bisogna ricordare due ville unifamiliari di grossa quadratura, articolate su più livelli.

Capitolo IV

4. La manutenzione programmata in edilizia.

4.1 Il concetto di manutenzione in edilizia

Il problema della manutenzione in edilizia è, ora più che mai, in un periodo di valorizzazione e riqualificazione del patrimonio edilizio esistente, al centro del dibattito e dell'attenzione degli operatori del settore delle infrastrutture. Ciò che viene attualmente ravvisato non è tanto l'esigenza di un generico incremento degli interventi quanto la necessità di una più razionale programmazione e gestione degli interventi stessi¹. La mancanza di sensibilità nei confronti di un'ottimizzazione della pianificazione degli interventi in edilizia nasceva, fondamentalmente, dalla mancanza di consapevolezza nei confronti dei vantaggi ottenibili con i diversi investimenti nella manutenzione e dallo scarso contributo, sotto il profilo della ricerca, sulle previsioni degli effetti complessivi di lungo periodo, derivabili da una scelta

¹ R. Di Giulio, presentazione al testo di R. Lee, "Manutenzione edilizia programmata: strategie, strumenti e procedure", Hoepli, Milano, 1997.

infrastrutturale manutentiva “strategica”. Ciò è riconducibile, essenzialmente, al fatto che, interessando un singolo organismo edilizio, le spese di manutenzione rappresentano solo una piccola parte dei costi globali di gestione. Se la problematica viene analizzata su scala nazionale, allora si può osservare come la manutenzione assuma un’importanza centrale, giacchè il valore complessivo del patrimonio immobiliare ammonta a circa due terzi del capitale sociale di un paese; ciò sta a significare che conservare il valore e l’efficienza dei fabbricati rappresenta un elemento di primaria rilevanza per il benessere di una nazione. Da quest’ultimo basilare concetto discende il significato della parola manutenzione, che dalla norma BS 3811 del 1964, viene definita come quella *“combinazione di attività svolte per conservare o riportare un oggetto in condizioni accettabili”*: tutte le definizioni di manutenzione sono impiegate su tale concetto, da quella riportata nella UNI 9910 (*“Una combinazione di tutte le attività tecniche ed amministrative incluse le azioni di supervisione, volte a mantenere o a riportare un’entità in uno stato in cui possa eseguire la funzione richiesta”*) ad altre di più ampio respiro (*“Il complesso di operazioni finalizzate a mantenere, ripristinare, migliorare o ricondurre in servizio ciascuna parte dell’edificio e dei suoi impianti, al livello di qualità correntemente accettato, e preservare il valore dell’edificio stesso”*)².

La nuova concezione della manutenzione è essenzialmente basata su un diverso approccio di tipo revisionale ed organizzativo, essenzialmente su principi di origine industriale:

² M. Nicoletta, Programmazione degli interventi in edilizia, UNI – Milano, 2003, pag. 3.

1. il peso della manutenzione ai fini della continuità produttiva di un'azienda;
2. l'importanza di tenerne in debito conto sin dalla progettazione ed in ogni valutazione aziendale;
3. la previsione dei comportamenti nel tempo;
4. la programmazione degli interventi;
5. la pianificazione intesa come strumento di razionalizzazione delle risorse e degli interventi.

L'applicazione delle tecniche di programmazione alla manutenzione del costruito nasce in ambito industriale, all'epoca della rivoluzione industriale, iniziando ad interessare i campi dell'edilizia solo negli anni '70. E' di quel periodo, infatti, la prima "sensibilizzazione normativa" alla problematica, con la 865/71, emanata a seguito della problematica dell'invecchiamento precoce del parco abitativo pubblico, che riconosce per prima volta la necessità di curare gli aspetti qualitativi dell'organismo edilizio, soppiantando il bisogno di quantità, che aveva dominato fino ad allora³. La cultura della manutenzione industriale ruota attorno alla natura di componenti, chiamati bistabili, che fondamentalmente prevedono due condizioni di funzionamento: il funzionamento vero e proprio, inteso come capacità di espletare a pieno le funzioni alle quali è demandato, ed il non funzionamento, ovvero la condizione per la quale il componente stesso non ottempera, per ragioni di qualsivoglia natura, alle proprie funzioni. In tal senso la verifica della componentistica industriale si muove attorno a due condizioni, il che consente un ragionevole controllo. Nel caso degli elementi edili oltre a quelli di tipo

³ T. Basificò, Il quartiere Z.E.N. 2 di Palermo, tesi di Dottorato di Ricerca, XVI Ciclo, Palermo, 2004.

bistabile, esiste la tipologia degli elementi non bistabili, caratterizzati da un graduale passaggio dallo stato di funzionamento a quello di non funzionamento. Da qui la difficoltà della conoscenza del comportamento degli elementi edilizi nel tempo.

Nell'ottica di ottimizzazione della programmazione degli interventi infrastrutturali, pertanto, riveste un ruolo fondamentale tale conoscenza, che dagli anni delle prime sensibilizzazioni, ha avuto un sostanziale impulso attraverso gli studi di diversi ricercatori del settore. Una notevole spinta è stata data da G. Ciribini che, attraverso i suoi studi, improntati sull'analisi dei processi di degradamento e di obsolescenza dei manufatti, introduce i concetti di curabilità, di affidabilità e manutenibilità⁴ e da C. Molinari, che trasferisce i consolidati concetti della manutenzione industriale al campo delle costruzioni. Dai primi studi sull'argomento, la problematica è, allo stato attuale, particolarmente diffusa, più radicata negli ambienti culturali e politici internazionali che in quelli nazionali, giacché l'aumentata velocità di deterioramento di tutto il parco immobiliare di recente costruzione, assieme all'uso di nuovi sistemi costruttivi, all'aumento, in numero, degli interventi di manutenzione, eseguiti sui fabbricati, rispetto a quelli di costruzione ex-novo, hanno determinato una maggiore sensibilità dell'opinione pubblica, del privato e dei gestori di grossi parchi immobiliari, che, per evidenti ragioni di bilancio, si vedono obbligati a ritrovare nuove economie di gestione e pianificazione di interventi e risorse. In ambito nazionale, l'approccio con la nuova cultura manutentiva risulta più complesso che in altre nazioni, giacché i gestori di grossi parchi immobiliari, perseverano nell'errore di eseguire gli

⁴ G. Ciribini, *Introduzione alla tecnologia del design*, Angeli, Milano, 1979; *Durabilità e problemi manutentivi nelle attività di recupero*, in *Recuperare*, n. 6, 1983; *La manutenzione progettata*, in *Recuperare*, n. 36, 1988.

interventi sugli organismi edilizi secondo una logica di “guasto avvenuto”, piuttosto che programmata, non rilevando, gli indubbi vantaggi derivabili da un sistema pianificato e programmato degli interventi di manutenzione. L’applicazione di un strategia manutentiva di solo “guasto avvenuto” determina la permanenza di molteplici problemi di gestione, quali l’aumento del rischio di guasti imprevedibili, con conseguenze che possono essere anche gravi, possibili guasti a catena, il cui impatto economico risulta essere quasi sempre di una certa entità, una grossa difficoltà in termini di previsione del budget e delle pianificazioni. All’estero, invece, si riscontrano, frequentemente, diverse esperienze di programmazione della manutenzione che, pur evidenziando complessi problemi di basi informative, hanno rappresentato delle alternative di grande rilievo e notevole flessibilità di gestione⁵.

4.2 Evoluzione della cultura manutentiva

I consolidati e radicati concetti relativi all’organismo edilizio, in termini di interventi di manutenzione, hanno sempre interpretato la manutenzione stessa come il bipolarismo tra quella ordinaria e quella straordinaria, associando un significato, valido ed efficace, sotto l’aspetto procedurale, civilistico e fiscale, tendente ad individuare quelle che siano, in un rapporto di locazione immobiliare, le attività manutentive, le cui spese sono da imputare al locatore (manutenzione straordinaria) o al conduttore (manutenzione ordinaria). La dottrina normativa di riferimento, in tal senso, è rappresentata dal codice civile, che attraverso gli articoli 1576 e 1609, ha dato delle definizioni

⁵ M. Nicoletta, Programmazione degli interventi in edilizia, UNI – Milano, 2003, pag. 9.

semplici al contempo molto chiare, stabilendo come il locatore debba consegnare al conduttore l'immobile in buone condizioni d'uso, impegnandosi ad eseguire tutte quelle riparazioni necessarie allo scopo, mentre il conduttore o inquilino deve farsi carico delle "riparazioni di piccola manutenzione" definite dall'art. 2764 come quelle dipendenti da deterioramenti prodotti dall'uso e non dalla vetustà o da caso fortuito.

Nel 1978 viene redatta la Legge n. 457, che all'art. 31, detta le seguenti definizioni, che, sul piano teorico, avrebbero dovuto distinguere in maniera chiara le categorie degli interventi di manutenzione:

“Gli interventi di recupero del patrimonio edilizio esistente sono così definiti:

a) interventi di manutenzione ordinaria, le opere e le modifiche necessarie per rinnovamento e sostituzione delle finiture degli edifici e quelle necessarie ad integrare o mantenere in efficienza gli impianti tecnologici esistenti;

b) interventi di manutenzione straordinaria, le opere e le modifiche necessarie per rinnovare e sostituire parti anche strutturali degli edifici, nonché per realizzare ed integrare i servizi igienico-sanitari e tecnologici, sempre che non alterino i volumi e le superfici delle singole unità immobiliari e non comportino modifiche delle destinazioni d'uso;

c) interventi di restauro e di risanamento conservativo, quelli rivolti a conservare l'organismo edilizio e ad assicurarne la funzionalità mediante un insieme sistematico di opere che, nel rispetto degli elementi tipologici, formali e strutturali dell'organismo stesso, ne consentono destinazioni d'uso con essi compatibili. Tali interventi comprendono il consolidamento, il ripristino e il rinnovo degli elementi costitutivi

dell'edificio, l'inserimento degli elementi accessori e degli impianti richiesti dalle esigenze dell'uso, l'eliminazione degli elementi estranei all'organismo edilizio;

d) interventi di ristrutturazione edilizia, quelli rivolti trasformare gli organismi edilizi mediante un insieme sistematico di opere che possono portare ad un organismo edilizio in tutto o in parte diverso dal precedente. Tali interventi comprendono il ripristino o la sostituzione di alcuni elementi costitutivi dell'edificio, la eliminazione, la modifica e l'inserimento di nuovi elementi ed impianti”.

La lettura del testo non consente, ora come allora, un'univoca interpretazione della categoria di appartenenza dell'intervento, giacchè i regolamenti edilizi emanati successivamente hanno cercato di fornire una maggiore chiarezza all'operatore, provvedendo a collegare ciascuna delle quattro categorie ad un elenco di interventi, descritti in maniera esplicita⁶.

L'evoluzione della cultura manutentiva ha significato un momento di distacco da un approccio fondamentalmente basato sull'oggetto dell'attività di manutenzione, ovvero sull'elemento edilizio sul quale si interviene, verso un altro metodo, più completo e qualificato, orientato verso la strategia che il tecnico intende, per le motivazioni più varie, applicare nei confronti dell'organismo edilizio, attuando una politica manutentiva. Le definizioni delle diverse “politiche” o meglio, strategie, manutentive applicabili sono efficacemente state dettate dall'UNI, inquadrando in maniera puntuale le diverse tipologie attuabili su un singolo edificio o su uno stock di edifici.

⁶ M. Nicoletta, Programmazione degli interventi in edilizia, UNI – Milano, 2003, pag. 5.

Seguendo l'inquadramento metodologico fornito da M. Nicolella, con riferimento alle norme UNI 9910, UNI 10147 e UNI 10366, è possibile distinguere, in via preliminare, tre tipologie di macro-categorie di interventi manutentiva:

- la manutenzione **correttiva**, che ingloba gli interventi che, per qualsivoglia ragione, vengano eseguiti dopo che il danno di sia verificato;
- la manutenzione **preventiva**, che ingloba gli interventi pianificati in maniera “preventiva” rispetto all'accadimento dell'evento dannoso e che comprende, al suo interno, quattro categorie differenti;
- la manutenzione **migliorativa**, che, come esprime la parola stessa esprime una condizione di funzionamento del componente edilizio diversa e superiore (per tal ragione migliorativa), diverso da quello iniziale, pur non comportando un incremento del valore patrimoniale.

Le tre macro-categorie possono, a loro volta, essere suddivise in:

Manutenzione CORRETTIVA

- manutenzione *a guasto avvenuto*: è quella politica per la quale l'intervento, per una precisa scelta strategica, viene attuato allorché l'evento dannoso si sia verificato;
- manutenzione di *emergenza* o *accidentale*: è quella politica per la quale la temporalità dell'intervento è condizionata dall'impossibilità di prevederne il guasto, che può verificarsi per le più svariate motivazioni;

Manutenzione PREVENTIVA

- manutenzione *ciclica* o *di soglia*: è quella politica secondo la quale gli interventi sul componente vengono effettuati secondo scadenze predeterminate, in virtù delle valutazioni sull'affidabilità dell'elemento edilizio, le conseguenze legate al possibile guasto casuale, i tempi di riparazione e/o fuori servizio⁷;
- manutenzione *predittiva*: in ambito edilizio è una politica di manutenzione di difficile applicazione, giacchè l'intervento viene programmato in virtù di valutazioni di carattere tecnico scientifico che consentono di determinare, attraverso modelli più o meno appropriati, i tempi residui prima del guasto: per i componenti edilizi, in genere, si riscontra una grande difficoltà nella determinazione e misurazione delle prestazioni caratteristiche;
- manutenzione *secondo condizione*: è quella politica per la quale l'intervento viene effettuato secondo uno specifico programma cadenzato di verifiche: in tal modo non è possibile predeterminare le tempistiche di esecuzione dell'intervento, ma solo pianificare l'attività di monitoraggio;
- manutenzione *di opportunità*: è quella politica per la quale l'intervento sull'elemento edilizio viene eseguito in occasione dell'esecuzione di altre attività manutentive, per ragioni di opportunità.

I criteri di classificazione sopra esposti fanno intendere che la pianificazione degli interventi può avvenire secondo criteri che fanno

⁷ M. Nicoletta, Programmazione degli interventi in edilizia, UNI – Milano, 2003, pag. 6.

prediligere una strategia all'altra, giacchè ciascuna politica rappresenta l'alternativa dell'altra. Ciò sta a significare che la scelta deve avvenire secondo delle precise valutazioni, eseguite dal progettista della manutenzione, che analizza la convenienza tecnico economica dell'una rispetto all'altra e/o dalla loro combinazione⁸. Va comunque sottolineato come alcune tipologie di interventi di manutenzione dovranno essere sempre presenti in un piano di manutenzione realmente efficiente e programmato, poiché l'imprevedibilità del guasto fa sì che esso accada al di fuori di qualsivoglia previsione probabilistica del suo accadimento, determinando la necessità di un intervento manutentivo di emergenza: quest'ultimo, pertanto, va sempre tenuto in considerazione anche se esula dal concetto stesso di manutenzione programmata⁹.

L'evoluzione della cultura manutentiva ha determinato una significativa reinterpretazione dell'oramai obsoleta contrapposizione tra gli interventi di manutenzione "ordinaria" e "straordinaria", attraverso una più moderna metodologia, basata su valutazioni di carattere scientifico sull'elemento, e che consenta di programmare in maniera coordinata tutti gli interventi manutentivi dal punto di vista tecnico, economico e temporale: i modelli più innovativi sono basati, infatti, su cicli di attività, organicamente programmati, ed eseguiti in virtù dei requisiti esigenziali e prestazionali prefissati per le diverse categorie di immobili.

⁸ T. Basificò, Il quartiere Z.E.N. 2 di Palermo, tesi di Dottorato di Ricerca, XVI Ciclo, Palermo, 2004.

⁹ P.N. Maggi, Qualità e sostenibilità delle soluzioni tecniche nel progetto, in Calvi G., "Progetto Qualità Edilizia", Edizioni Edilizia Popolare, Roma, 2002.

4.2.1. *Le manutenzioni preventive*

La norma UNI 9910 definisce la manutenzione preventiva come la “manutenzione eseguita a intervalli predeterminati o in accordo a criteri prescritti e volta a ridurre la probabilità di guasto o la degradazione del funzionamento di una entità”. Essenzialmente è una pratica manutentiva finalizzata alla prevenzione dei guasti, con la conseguenza di garantire il livello di efficienza minima richiesto¹⁰. Essa nasce dall’osservazione che i diversi elementi dell’organismo edilizio sono caratterizzati da processi di invecchiamento e deterioramento alquanto differenti: ciò sta a significare che una possibile politica manutentiva può nascere in virtù di una programmazione degli interventi fatta sulla base della progressiva caduta prestazionale dell’elemento. La problematica, pertanto, risiede nella conoscenza scientifica del “come avviene il progressivo invecchiamento”, in ragione di una prestazione iniziale: la determinazione della “legge matematica” consente la programmazione dell’intervento secondo una logica del “subito prima”, e non del “subito dopo”. Tale legge matematica dipende da molteplici funzioni, quali le caratteristiche dell’elemento stesso, le condizioni del contesto ambientale, ed è comunque possibile schematizzare in generale secondo i grafici della figure 7.1 e 7.2. Il valore P_0 rappresenta la prestazione iniziale che l’elemento edilizio

¹⁰ O. Tronconi A. Ciaramella, *Gestire la Manutenzione*, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma, 2003.

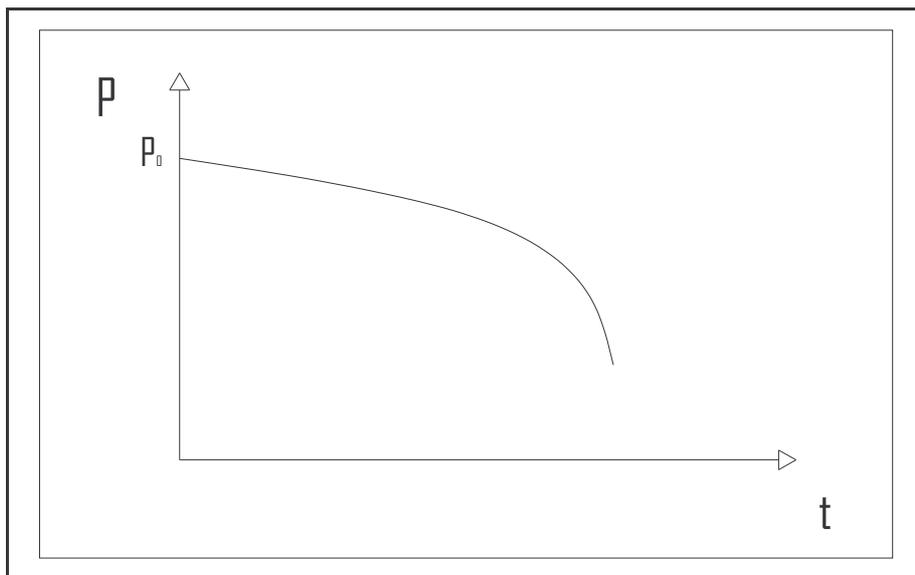


Figura 4.1 Andamento generico delle prestazioni di un elemento edilizio nel tempo

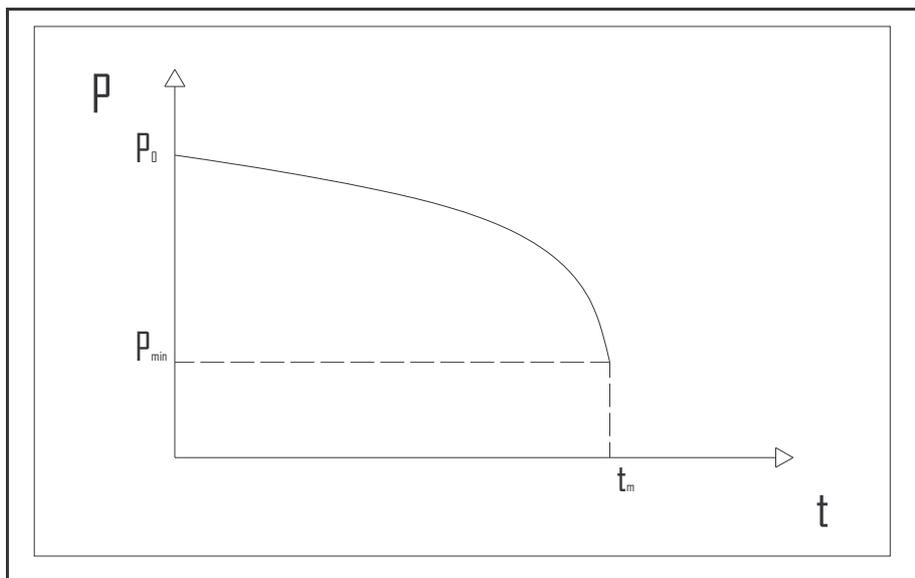


Figura 4.2 P_m rappresenta la prestazione minima richiesta al componente: allorché il componente non riesca a garantire tale prestazione al tempo t_m sarà necessario l'intervento manutentiva.

deve fornire e viene prescritta dal progettista, in virtù di specifiche esigenze manifestate dalla committenza. La curva che descrive l'andamento nel tempo della prestazione del componente prevede un valore di P che corrisponde al termine della vita utile dello stesso, o meglio la prestazione al di sotto della quale lo stesso non è ritenuto più accettabile: in tal senso l'approccio può seguire due diverse metodologie, la prima, secondo cui viene fissato il valore minimo accettabile della prestazione, tale che esso venga raggiunto in un momento specifico t_m , allorquando si provvederà alla sostituzione integrale del componente, e la seconda, che prevede la pianificazione di una serie di interventi periodici, finalizzati ad innalzare il livello di P garantito, al di sopra di un valore minimo prefissato, tra l'altro variabile nel tempo, in virtù di specifiche esigenze o richieste della committenza¹¹.

Le nuove culture manutentive sono essenzialmente improntate sulla possibilità di pianificare l'intervento prima che la prestazione dell'elemento raggiunga il valore minimo, ma è ben comprensibile come, i vantaggi derivabili da questo tipo di approccio, siano legati essenzialmente alla possibilità di prevederne in maniera quanto più attendibile l'inevitable invecchiamento. Essi sono fondamentalmente legati alla sensibilità, supportata dall'esperienza, dei gestori, nel campo della manutenzione, di grossi patrimoni immobiliari, in qualità di redattori del piano manutentivo. E' comunque indubbio come una programmazione ideale, da un punto di vista strettamente strategico, per risultare efficace

¹¹ M. Nicoletta, Programmazione degli interventi in edilizia, UNI – Milano, 2003, pag. 11.

sotto il profilo tecnico economico, debba essere elaborata in funzione di una giusta commistione di più politiche, il che consente una grande flessibilità, necessaria per fronteggiare situazioni spesso difficilmente prevedibili. Quanto detto è il risultato delle esperienze reali seguite agli studi teorici; esse hanno dimostrato che il modello da perseguire deve contemplare la presenza di più politiche manutentive, pianificate secondo un ordine ben definito, che riesca ad ottemperare alle diverse esigenze e necessità della committenza e dell'utenza.

E' comunque evidente che, tra le tutte le strategie manutentive, quella che riveste il carattere più innovativo è, senza dubbio, quella preventiva, che prende vita dalle pregresse e consolidate esperienze di altri settori della produzione, come quello industriale.

Come sottolineato da M. Nicoletta, *“le peculiarità ed i vantaggi di questo tipo di strategia trovano in edilizia una loro caratterizzazione. Può affermarsi che la manutenzione preventiva nel settore edile riesce a conseguire vantaggi sotto i seguenti punti di vista: garantisce un livello fruitivo sempre almeno al di sopra della soglia minima prefissata, e dunque innalza la qualità media del singolo elemento o dell'intero edificio nell'arco della vita utile (...), evita l'insorgere di stati di guasto che potrebbero, all'improvviso, causare compromissioni della sicurezza e dell'agibilità o maggiore danno futuro, assicura un prolungamento delle vita utile dell'elemento edilizio (...), riduce i disagi dell'utenza, potendo i lotti di intervento programmati essere mirati ad individuare periodi ricorrenti con assenza di azioni manutentive,(...) consente di pianificare budget di spesa attendibili, dato che gli interventi di emergenza diventano spesso di peso percentuale ridottissimo, facilita*

una gestione automatizzata indirizzabile verso consistenti economie di scala, il che comporta rilevanti vantaggi soprattutto per edifici complessi o patrimoni immobiliari di una certa consistenza¹²". Risulta opportuno sottolineare che i vantaggi economici indotti dalle manutenzioni preventive sono valutarsi non solo con riferimento al "costo di produzione", bensì relativamente al cosiddetto "costo globale", non trascurante dei costi della fase iniziale (promozione e progettazione) e finale (dismissione).

4.3 La manutenzione edile programmata.

Ci si è più volte soffermati sulla complessità dell'applicazione del concetto di programmazione alla manutenzione in edilizia, giacché l'organismo edilizio è costituito da un insieme di sistemi, sub-sistemi e componenti aventi tempi e modalità di invecchiamento differenti che, pertanto, possono essere oggetto di interventi secondo un programma che, temporalmente, assecondi tali caratteristiche. Tale complessità, inoltre, viene ulteriormente incrementata dalla esistenza di elementi non bistabili che presentano, all'interno delle condizioni di funzionamento – guasto, una vasta gamma di stati difficilmente determinabili in preventiva. L'approccio metodologico, pertanto, pur tenendo in debita considerazione gli stati prestazionali dell'elemento edilizio, deve muoversi verso la direzione che consenta di individuare la strategia e la politica, ovvero verso quelli che sono i macro-fattori tecnico-economico-operativi, che vanno ad influenzare sostanzialmente la pianificazione degli interventi. Il perseguimento, infatti, dell'obiettivo di codifica e definizione

¹² M. Nicoletta, Programmazione degli interventi in edilizia, UNI – Milano, 2003, pag. 13.

degli strati prestazionali tutti dei componenti edilizi comporterebbe una ricerca lunga che, purtroppo, non risulta essere allo stato attuale supportata dai risultati sperimentali. In altri termini, la redazione di un piano di manutenzione deve avvenire secondo un approccio pragmatico ed efficace, finalizzato *“alla preliminare individuazione del numero e del tipo di attività manutentive da apportare sullo specifico componente nell’ambito del piano stesso¹³”*.

Da un punto di vista logico ed operativo, a ciascuna attività dovrà essere associata l’operazione di individuazione delle condizioni di conservazione, da cui scaturisce la necessità dell’intervento (individuazione della prestazione) ed il tempo di accadimento delle suddette condizioni di conservazione, secondo un connessione metodologica, descritta, come segue, dal Nicolella:

PRESTAZIONI <-> TEMPI <-> INTERVENTI

Sempre il Nicolella individua essenzialmente cinque classi o categorie di interventi in edilizia, tra le quali, a seconda della soglia temporale e, di conseguenza, del livello prestazionale deve individuarsi l’intervento sull’elemento edilizio, che dovrà essere inserito all’interno del piano di manutenzione. Tali classi sono di seguito elencate in ordine crescente di intensità:

- **Ispezione e monitoraggio:** è quella tipologia di intervento finalizzato alle operazioni di verifica del comportamento del componente edilizio, per l’individuazione di eventuali anomalie;

¹³ Ibidem, pag. 18

- **Pulizia/intervento superficiale:** è quella tipologia di intervento epidermico applicato su parti di finitura, che non risulta essere invasivo;
- **Riparazione:** è quella tipologia di intervento applicato allorché si riscontrino sul componente anomalie nel rispetto delle condizioni iniziali, da eseguire nell'ottica di allungare la vita media della parte fino all'intervento di sostituzione totale;
- **Sostituzione parziale/integrazione:** è quella tipologia di intervento che prevede la sostituzione di una parte dell'elemento, del sottosistema o del sistema, giacché non sono possibili più interventi di pulizia superficiale o separazione per l'eliminazione dell'anomalia;
- **Sostituzione totale:** è l'intervento da applicare in coincidenza col termine della vita utile dell'elemento, identificando il "ciclo di vita".

Alle cinque categorie sopra esposte, che rappresentano l'insieme degli aspetti **tecnologici** di un piano di manutenzione, ovvero le modalità di esecuzione degli interventi manutentivi, vanno associati le valutazioni che interessano gli aspetti **cronologici**, vale a dire quel procedimento finalizzato all'individuazione delle soglie temporali di intervento, il "quando" eseguire l'intervento.

4.4. La situazione normativa attuale

E' indubbio che la prima forte spinta legislativa, che ha rappresentato un momento significativo per l'evoluzione della cultura manutentiva, è stata la pubblicazione della nuova legge-quadro sui lavori pubblici, che all'art. 16 ("Attività di progettazione") stabilisce: *"(...) il progetto esecutivo deve essere altresì corredato da un apposito piano di manutenzione dell'opera e delle sue*

parti da redigersi nei termini e con l modalità, i contenuti e la gradualità stabiliti dal regolamento”. Il regolamento di attuazione, poi, definisce gli strumenti di attuazione del cosiddetto piano di manutenzione¹⁴, per mezzo dei “documenti operativi”: Manuale d’Uso¹⁵, Manuale di Manutenzione¹⁶,

¹⁴ Il D.P.R. 554/99 all’art. 40 definisce il Piano di Manutenzione come “il documento complementare al progetto esecutivo che prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi effettivamente realizzati, l’attività di manutenzione dell’intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l’efficienza ed il valore economico”, che “assume contenuto differenziato in relazione all’importanza e alla specificità dell’intervento”.

¹⁵ Il D.P.R. 554/99 definisce Manuale d’Uso come quel documento che deve essere prodotto con riferimento “all’uso delle parti più importanti del bene, ed in particolare degli impianti tecnologici. Il Manuale contiene l’insieme delle informazioni atte a permettere all’utente di conoscere le modalità di fruizione del bene, nonché tutti gli elementi necessari per limitare quanto più possibile i danni derivanti da un’utilizzazione impropria, per consentire di eseguire tutte le operazioni atte alla sua conservazione che non richiedono conoscenze specialistiche e per riconoscere tempestivamente fenomeni di deterioramento anomalo al fine di sollecitare interventi specialistici. In Manuale d’uso contiene le seguenti informazioni:

- a) la collocazione nell’intervento delle parti menzionate;
- b) la rappresentazione grafica;
- c) la descrizione;
- d) le modalità d’uso corretto”.

¹⁶ Il D.P.R. 554/99 definisce Manuale di Manutenzione come quel documento che deve essere prodotto con riferimento “alla manutenzione delle parti più importanti del bene ed in particolare degli impianti tecnologici. Esso fornisce, in relazione alle diverse unità tecnologiche, alle caratteristiche dei materiali o dei componenti interessati, le indicazioni necessarie per la corretta manutenzione nonché per il ricorso ai centri di assistenza o di servizio. Il Manuale di Manutenzione contiene le seguenti informazioni:

- a) la collocazione nell’intervento delle parti menzionate;
- b) la rappresentazione grafica;
- c) la descrizione delle risorse necessarie per l’intervento manutentiva;
- d) il livello minimo delle prestazioni;
- e) le anomalie riscontrabili;
- f) le manutenzioni eseguibili direttamente dall’utente;
- g) le manutenzioni da eseguire a cura di personale specializzato”.

Programma di Manutenzione¹⁷. L'importanza di tale norma sta nel fatto che il legislatore ha assunto coscienza della rilevanza strategica assunta dalla programmazione, progettazione ed esecuzione di una corretta attività manutentiva, finalizzata al mantenimento nel tempo di livelli qualitativi adeguati all'interno di prefissate disponibilità economiche. Altra azione di carattere normativo fu intrapresa dal legislatore con la pubblicazione del D.L. 494/96, poi modificato dal D.L. 528/99, che all'art. 4 stabilisce l'obbligo di redazione del *"fascicolo dell'opera"*, ossia *"un fascicolo contenente le informazioni utili ai fini della prevenzione e della protezione dai rischi cui sono esposti i lavoratori, tenendo conto delle specifiche norme di buona tecnica e dell'allegato II al documento UE 26/05/93", predisposto dal coordinatore per la progettazione ed aggiornato dal coordinatore per l'esecuzione*. E' da sottolineare la fortissima connessione che esiste tra la redazione di questo elaborato e la pianificazione degli interventi di manutenzione ai fini della individuazione dei rischi connessi al fine di prevedere i dispositivi di sicurezza da predisporre. Il tempo ed i devastanti eventi luttuosi di cronaca, con dissesti e crolli di fabbricati verificatisi negli ultimi anni hanno sensibilizzato ulteriormente l'ambiente e l'opinione

¹⁷ Il D.P.R. 554/99 definisce Programma di Manutenzione come quel documento che *"prevede un sistema di controlli e di interventi da eseguire, a cadenze temporalmente o altrimenti prefissate, al fine di una corretta gestione del bene e delle sue parti nel corso degli anni. Esso si articola secondo tre sottoprogrammi:*

a) il sottoprogramma delle prestazioni, che prende in considerazione, per classe di requisito, e prestazioni fornite dal bene e dalle sue parti nel corso del suo ciclo di vita;

b) il sottoprogramma dei controlli, che definisce il programma delle verifiche e dei controlli al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita del bene, individuando la dinamica della caduta delle prestazioni aventi come estremi il valore di collaudo e quello minimo di norma;

c) il sottoprogramma degli interventi di manutenzione, che riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione, al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione del bene".

pubblica verso la conoscenza approfondita delle condizioni del patrimonio immobiliare dal punto di vista della sicurezza (statica e impiantistica): in tale direzione ritroviamo le prime applicazioni del “fascicolo del fabbricato” sino al più recente “registro storico-tecnico-urbanistico dei fabbricati”. Come evidenziato dal Molinari, *“questa dinamica legislativa, abbreviando forzatamente i tempi delle trasformazioni comportamentali, sta determinando una condizioni di crescente preoccupazione e disagio per l’assenza di strutture e conoscenza in grado di sopportare i processi di adeguamento al nuovo sistema di vincoli e prescrizioni¹⁸”*.

L’orientamento settore scientifico è andato, pertanto, verso la direzione che consentisse di definire le prime tracce operative per i tecnici del settore delle costruzioni e della gestione degli immobili, per ricercare in un campo che, allo stato delle prime esperienze, lasciava profondi vuoti in termini di conoscenza e capacità operative. In tal senso sicuramente un riferimento assoluto attualmente è rappresentato dall’UNI che, dall’anno delle prime sottocommissioni “Manutenzione dei patrimoni immobiliari”, nel 1995, ha lavorato in maniera significativa ed efficace, stabilendo i primi concetti assoluti di riferimento in un campo tanto inesplorato. A tal proposito si ricordano le UNI 10147/93, 10224/93, 10366/93, fondamentali per lo sviluppo della cultura manutentiva e quelle del 1997, UNI 10604/97 “Criteri di progettazione, gestione e controllo dei servizi immobiliari di manutenzione degli immobili” (norma quadro), la UNI 10584/97 “Sistema informativo di manutenzione”, la UNI 10874/2000 “Criteri di stesura dei manuali d’uso e

¹⁸ C. Molinari, Il nuovo quadro di riferimento tecnico normativo, a cura di Curcio S., Manutenzione dei patrimoni immobiliari, Maggioli, 1999.

manutenzione”, UNI 10951/2002 “Sistemi informativi per la gestione della manutenzione dei patrimoni immobiliari. Linee guida”.

4.5 I modelli e servizi di management nel campo della manutenzione edilizia.

L’evoluzione delle metodologie di pianificazione degli interventi manutentivi in edilizia nasce da una complessità di fondo legata ai componenti dell’organismo edilizio, per i quali si necessita di moderni sistemi di gestione, che consentano l’adeguato trattamento del notevole flusso di informazioni generate dalle attività eseguite sui patrimoni immobiliari.

Vale a dire che le strategie di pianificazione e gestione degli interventi di manutenzione devono essenzialmente basarsi, attraverso idonee forme contrattuali, su strutture in grado di operare secondo una visione a sistema e sulla terziarizzazione ad un unico soggetto dei servizi *non core-business*, sino alla possibilità di forme di affidamento totale dei servizi.

Attualmente tutte le formule di affidamento dei servizi sono articolate essenzialmente attorno a quattro ambiti gestionali:

- *Building Management*: letteralmente gestione dell’edificio, riguarda la tenuta in efficienza del sistema “organismo edilizio” in tutti i suoi aspetti tecnologici. Comprende tutte le attività necessarie per il corretto funzionamento e per la conservazione fisica e funzionale degli immobili;
- *Facility Management*: letteralmente gestione dei servizi di supporto, riguarda la gestione integrata dei servizi che interessano la conduzione degli edifici (come la gestione delle pulizie, del giardinaggio, delle

piccole manutenzione), di cui si necessita per la funzionalità e fruibilità quotidiana dell'edificio;

- *Property Business Management*: letteralmente gestione della proprietà, si tratta della tutela della proprietà e della gestione amministrativa, legale ed economica e commerciale per edifici con locazioni significative, che necessitano di gestione di articolate forme contrattuali;
- *Assett Management*: letteralmente gestione del patrimonio immobiliare, riguarda l'amministrazione di grossi parchi immobiliari¹⁹.

Per quanto attiene le modalità di realizzazione dei servizi di manutenzione, sotto il profilo organizzativo, possiamo distinguere tre modelli:

- *House – Keeping*: quando la struttura aziendale è tale da poter esplicare i servizi di manutenzione con proprie capacità interne;
- *Partnership*: quando la gestione e l'esecuzione dei servizi di manutenzione è affidata ad esterni l'azienda o amministrazione, laddove questi ultimi si riservano il controllo totale dell'attività, mediante proprie strutture di carattere interno. Alla base di questa modalità di esecuzione dei servizi di manutenzione c'è una forte interattività tra la stazione appaltante e l'appaltatore;
- *Outsourcing*: è quella modalità di gestione dei servizi di manutenzione attuata da amministrazioni o aziende che, per loro struttura, non hanno figure tecniche con capacità gestionale sotto il profilo manutentiva.

¹⁹ T. Basiricò, Il quartiere Z.E.N. 2 di Palermo, tesi di Dottorato di Ricerca, XVI Ciclo, Palermo, 2004.

Un'applicazione dell'*Outsourcing* è il *Global Service*: vengono concordati in fase preventiva i risultati con la committenza, che, per ragioni di opportunità, non entra nel merito delle scelte strategiche e delle modalità esecutive, valutando, attraverso idonei sistemi di verifiche, al controllo degli esiti conseguiti.

4.5.1. Il Global Service di Manutenzione.

Secondo la norma UNI 10685 “Criteri per la formulazione di un contratto basato sui risultati” IL Global Service Manutentivo è “*il contratto di manutenzione basato sui risultati*”, o meglio è un appalto di “*una pluralità di servizi sostitutivi delle normali attività di manutenzione con piena responsabilità sui risultati da parte dell’assuntore²⁰*”. Attraverso questa modalità di esecuzione dei servizi di manutenzione la Stazione Appaltante, per mezzo di un contratto, le cui forme verranno di seguito definite, si avvale di un assuntore di servizi per l’espletamento delle attività manutentive: ciò sta a significare che le strategie da applicare, con piena decisionalità e responsabilità, sono a cura dell’Appaltatore, come la contabilità dei lavori. La forma contrattuale di *Global Service* nasce fissando tutte quelle che sono le attività da affidare a terzi e che rappresentano gli obiettivi che l’Appaltatore deve perseguire. Si configura, pertanto, un rapporto chiaro tra le due figure chiave di un contratto di Global Service: da un lato, la Committenza che, affidando per un predeterminato lasso temporale la manutenzione del bene, ne richiede, essenzialmente, il mantenimento

²⁰ UNI 10685, Manutenzione – Criteri per la formulazione di un contratto basato sui risultati, Marzo 1998.

nello stato di conservazione richiesto, e dall'altro l'Appaltatore, che è responsabile delle scelte di progetto, programmazione ed attuazione del piano di interventi manutentiva. È fondamentale sottolineare l'elemento fortemente caratterizzante i contratti di Global Service, per i quali vale il principio del compenso secondo risultati: ciò si trasforma in un interesse diretto dell'Appaltatore che, nel raggiungimento quantitativo e qualitativo degli obiettivi prefissati, persegue il duplice "traguardo" della tutela degli interessi propri e dell'Appaltatore.

Gli elementi costitutivi del contratto di Global Service sono:

- il capitolato tecnico;
- il progetto di "global service" di manutenzione.

Con il capitolato tecnico il committente definisce i beni oggetto dei servizi di manutenzione, le prescrizioni sull'attività dell'Appaltatore e sugli obiettivi attesi, i modi per verificare il soddisfacimento delle richieste, i criteri con cui trattare, le eventuali variazioni quantitative e qualitative dei beni, le eventuali variazioni della disponibilità a produrre e/o espletare il servizio richiesto, gli effetti delle migliorie apportate, mentre con il progetto di "global service" di manutenzione vengono definite dall'Appaltatore le strategie di manutenzione da applicare, i piani di manutenzione e l'organizzazione generale delle attività.

4.6 I sistemi informativi nella manutenzione del costruito.

L'aspetto probabilmente più complesso nel campo della manutenzione del costruito è la gestione del notevole volume di informazioni che devono essere raccolte, al fine di poter governare, quanto più in tempo reale, gli eventi di guasto. Tale necessità è andata concretizzandosi per mezzo di un'efficace

evoluzione, in generale dei sistemi a supporto dell'attività manutentiva, rappresentando una svolta sotto il profilo operativo ed organizzativo. Come evidenziato già nell'aprile del 1994 dalla norma UNI 10366 "Criteri di progettazione della manutenzione", *"a supporto della manutenzione è (...) necessario un sistema informativo che permetta una corretta gestione delle risorse necessarie alla realizzazione del piano gestionale, ma si in particolare finalizzato alla gestione del miglioramento continuo rivolto a tutti gli aspetti di efficacia della manutenzione"*.

Un contributo determinante per lo sviluppo di tali sistemi informativi è stato dato dalla Norma UNI 10584 "Sistema Informativo di Manutenzione": essa definisce in maniera chiara il quadro di riferimento degli strumenti di supporto, che siano in grado di fornire tutte *"informazioni necessarie per l'impostazione, la gestione ed il controllo dell'attività manutentiva"*. Parimenti, l'importanza dei sistemi informativi nelle attività di gestione della manutenzione viene ribadita dalla norma UNI 10604 del marzo 1997 che afferma l'importanza di strumenti di supporto funzionali *"alla complessità dell'attività esercitata"* e che *"in funzione dell'entità e della complessità del patrimonio, la gestione dovrebbe essere informatizzata al fine di agevolare la pianificazione, l'attuazione e il controllo"*. Nel definire le caratteristiche principali di un Sistema Informativo di Manutenzione (S.I.M.) la Norma evidenzia l'importanza dei seguenti parametri:

- la registrazione della *storia prestazionale e tecnica* degli organismi edilizi, mediante una scomposizione degli stessi in singoli elementi oggetto di manutenzione;

- la definizione degli interventi manutentivi basilari, mediante l'individuazione, per singola attività, dell'impegno di risorse necessarie in termini di mano d'opera, materiali, attrezzature e spese;
- la registrazione delle informazioni degli *interventi eseguiti* e delle *decisioni* assunte;
- il ritorno delle informazioni, onde costituire le serie storiche e statistiche necessarie all'analisi dei risultati ed utili allo scopo della conoscenza del comportamento del componente.

L'ottimizzazione degli aspetti gestionali legati agli interventi manutentivi in edilizia, a cui contribuisce in maniera determinante l'utilizzo di S.I.M., ha avuto un impatto efficace, i cui risultati sono stati già da subito evidenti con una riduzione dell'ordine del 10-25% dei budget di manutenzione²¹; la chiave di lettura di questo dato è il contenimento delle risorse, il che impone l'utilizzo di strumenti, quali i S.I.M., *“che consentano decisioni tempestive per la pratica operativa al fine di tendere in termini teorici, come chiaramente denunciato nella norma UNI 10366/94, alla progettazione della manutenzione produttiva: zero guasti, zero difetti²²”*.

E' indubbio come l'ottimizzazione dei processi di gestione degli interventi manutentivi avvenga soprattutto per mezzo della conoscenza, ossia del maggior numero di informazioni contestuali disponibili sull'elemento, giacchè solo in tal modo, possono crescere le capacità previsionali e di controllo, determinando un'evoluzione delle strategie di programmazione della

²¹ Molinari C., Rigamonti E., Il sistema informativo di manutenzione, in Di Giulio R., “Qualità edilizia programmata, strumenti e procedure per la gestione della qualità nel ciclo di vita utile degli edifici”, Hoepli, Milano, 1991.

²² T. Basiricò, Il quartiere Z.E.N. 2 di Palermo, tesi di Dottorato di Ricerca, XVI Ciclo, Palermo, 2004.

manutenzione, che vanno dalla razionalizzazione degli interventi alle forma più evolute di manutenzione preventiva. La specificità dei Sistemi Informativi sta proprio nella capacità di raccolta, prima, e gestione, dopo, dei dati, gestione finalizzata al trasferimento in termini di conoscenza del flusso informativo.

Secondo quanto prescritto dalla norma UNI 10584/97, atteso il grande “patrimonio” di informazioni relative all’organismo edilizio, risulta opportuno la gestione dei dati mediante delle schede, costituenti degli archivi, di duplice tipologia:

- Schede Anagrafiche o Tecniche: contengono le informazioni di natura “*quantitativa*”, ovvero quelle che consentono di determinare l’entità dei fabbricati, alla loro ubicazione ed allo stato patrimoniale, e di natura “*qualitativa*”, relative alle caratteristiche tecniche degli edifici e dei loro componenti, agli aspetti dimensionali, agli standard di prestazione e di funzionamento, alla documentazione grafica di progetto e di realizzazione;
- Schede Diagnostiche: raccolgono le informazioni relative alle patologie²³, alle modalità di guasto e, laddove possibile, alle previsioni durabilistiche e affidabilistiche. Tali dati costituiscono l’*Archivio Diagnostico*;

²³ Disciplina che studia “i processi umani, ambientali, tecnici, tecnologici, fisici, clinici (fattori di disturbo), i meccanismi interattivi che portano in tempi anormalmente ravvicinati ad alterazioni di tipo fisico o di tipo prestazionale di un elemento tecnico del sistema edilizio (...) Si ha patologia laddove i decadimenti (fisici o prestazionali) si sviluppano in termini di invecchiamento naturale, istituito dal livello di sviluppo tecnologico del momento progettuale o costruttivo: definizione di PATOLOGIA della Commissione W86 del CIB (acronimo che stava inizialmente per *Conseil International du Batiment*, poi *International Council for Building*, oggi per

- Schede Cliniche: raccolgono le informazioni relative agli eventi di guasto ed agli interventi effettuati. Tali dati costituiscono l'*Archivio Clinico*.
- Schede Operative: raccolgono le informazioni relative alle modalità ed alle frequenze degli interventi, alle risorse tecniche, umane, economiche. Tali dati costituiscono l'*Archivio Operativo*.

La compilazione di tali schede o come definite nella norma UNI “*Schede Funzionali*²⁴”, consente l’aggiornamento costante del sistema informativo, preposto all’attività di gestione degli interventi manutentivi: in tale direzione è la conoscenza del patrimonio immobiliare in tutte le sue direzioni che garantisce il miglioramento dei piani di manutenzione futuri sotto il profilo tecnico ed economico. In funzione della quantità di informazioni che il SIM dovrà gestire è opportuno che lo stesso si avvalga di un mezzo informatico, proporzionato in relazione alla dimensione ed importanza dell’organismo o del sistema da gestire, dal quale sia possibile estrapolare le informazioni in

International Council for Research and Innovation and Construction, è l’organizzazione che supporta l’ISO nello studio preliminare e nell’emanazione delle norme tecniche).

²⁴ Secondo quanto prescritto dalla norma UNI 10584/97 le aree di funzione dei “SIM” sono tre, ovvero pianificazione, gestione e controllo delle attività manutentive, a cui vengono associate una serie di “moduli funzionali”:

- Anagrafica (dati anagrafici, ubicazione dell’organismo edilizio, dati tecnici e dimensionali degli elementi);
- Schedatura degli interventi;
- Piano di Manutenzione;
- Programmazione e gestione delle risorse;
- Richieste di intervento;
- Ordini di lavoro;
- Controllo dello stato di avanzamento dei lavori;
- Gestione magazzino e controllo ricambi;
- Rapporti di spesa;
- Archivio storico;
- Ispezioni monitoraggio;
- Analisi delle modalità di guasto (consente, mediante la lettura dei dati di ritorno, l’aggiornamento della conoscenza dei comportamenti dei componenti, al fine di prevederne il comportamento stesso nel tempo).

modo efficace ed immediato per la compilazione di altri strumenti (es. fascicolo del fabbricato).

4.7 La manutenzione dei grandi parchi immobiliari: le problematiche riscontrabili.

Una prima osservazione, che consente di comprendere quanto sia essenziale la gestione programmata degli interventi manutentivi, soprattutto nel campo dei gestori di grossi parchi immobiliari, nasce dall'analisi delle statistiche relative al settore delle costruzioni nel periodo degli anni '90. Si riscontra, infatti, un dato fortemente a favore della manutenzione, circa il 60% del valore della produzione dell'attività edilizia, e, più in generale, della riqualificazione del patrimonio immobiliare esistente. Il mercato ha stabilito nuovi equilibri, spostando il baricentro degli interessi lontano dalla nuova produzione abitativa, che negli '60 – '70, rappresentava il 70-80% dell'intero mercato, oggi ridotta la meno del 17%.

Ciò comporta l'evoluzione dei modelli di previsione di comportamento dei componenti edilizi, dai quali si rileva, unanime, un dato assolutamente di riferimento sotto il profilo manutentivo: *“trascorsi i 40 di vita il prodotto edilizio necessita di una serie di interventi di ristrutturazione per mantenere gli standard qualitativi di base²⁵”*.

Questo dato lascia riflettere sulle condizioni del patrimonio immobiliare italiano: a seguito del boom edilizio del dopoguerra, il panorama dell'edilizia ha subito numerose modificazioni, con la realizzazione di un numero notevole di interventi ex novo, circa 350.000, che tra la fine degli anni '80 e gli inizi

²⁵ T. Basiricò, Il quartiere Z.E.N. 2 di Palermo, tesi di Dottorato di Ricerca, XVI Ciclo, Palermo, 2004.

degli anni '90 compiono 40 anni, come accadrà successivamente per le 500.000 nuove opere realizzate negli '60 e le 550.000 degli anni '70. La lettura di tali dati lascia comprendere le ragioni per le quali al grande boom dell'edilizia del dopoguerra, seguirà il boom della manutenzione dei nostri tempi. All'avanzare del degrado, pertanto, bisogna contrapporre delle politiche di programmazione e gestione tecnico economica della manutenzione, che consentano il superamento della pratica basata sul compromesso tra le esigenze manutentive e le disponibilità di risorse economiche, che porta all'intervento solo quando l'abbassamento dei livelli prestazionali di un componente si è trasformato in avaria.

L'aspetto da tenere in debita considerazione nel quadro della gestione degli interventi di manutenzione non è solo quello del mantenimento nel tempo della prestazione del componente, e quindi della qualità tecnologica dell'organismo edilizio, bensì l'ottimizzazione delle strategie di utilizzo e mantenimento del bene e della gestione dei costi nel corso del ciclo di vita.

“Tra le difficoltà di attuazione della gestione della manutenzione programmata per i gestori dei grandi patrimoni immobiliari è essenziale sottolineare gli aspetti amministrativi ed organizzativi, tra cui la distribuzione della proprietà sul territorio, e quelli tecnologici ed operativi, tra cui la programmazione ed organizzazione degli interventi, la possibilità di accedere ai dati, onde stabilire gli interventi sulla base delle convenienze tecnico – economiche²⁶”

²⁶ C. Molinari, Rigamotni E., op. cit.

Capitolo V

5. La manutenzione programmata per le infrastrutture dell'4° Stormo: un'ipotesi di guida.

5.1 La qualità in edilizia.

Secondo quanto definito dalla norma UNI 10838, “Terminologia riferita all’utenza, alle prestazioni, al processo edilizio ed alla qualità edilizia”, la *qualità edilizia* è “*l’insieme delle proprietà e delle caratteristiche dell’organismo edilizio o di sue parti che conferiscono ad essi la capacità di soddisfare, attraverso prestazioni, esigenze espresse o implicite*”. Lo scopo dell’attività manutentiva è quello della conservazione nel tempo della qualità edilizia dell’immobile, al di sopra di uno standard minimo, che assicuri lo svolgimento delle funzioni per le quali è stato progettato. La progettazione dell’organismo edilizio, e quindi di tutte le sue parti, nasce dalle esigenze della committenza, che risulta essere il fattore chiave per la determinazione della quantità dei lavori di manutenzione da eseguire.

Sempre la norma UNI 10838 definisce l'esigenza dell'utenza come *ciò che di necessità si chiede per il corretto svolgimento di un'attività (...) o di una funzione tecnologica*: da ciò nascono i requisiti da soddisfare con l'edificazione dell'organismo edilizio, con la definizione di tutti i suoi componenti e delle prestazioni da richiedere a ciascuno di essi. I requisiti rappresentano la *traduzione di un'esigenza in fattori atti a individuarne le condizioni di soddisfacimento da parte di un organismo edilizio o di sue parti spaziali o tecniche, in determinate condizioni d'uso e/o di sollecitazione* mentre la prestazione edilizia è definita come *il comportamento reale dell'organismo edilizio e/o delle sue parti nelle effettive condizioni d'uso e di sollecitazione*.

Mentre la definizione di alcuni requisiti, come la stabilità strutturale, hanno un'applicata assoluta e generale, gli altri devono essere determinati sulla base di valutazioni di carattere economico e sociali, in virtù delle esigenze della committenza. J. A. Robertson elenca alcuni dei fattori da prendere in considerazione:

- Fattori politici;
- Fattori legali e finanziari;
- Previsioni di future attività;
- Condizioni di mercato;
- Costo della Manodopera.

Per quanto concerne il comportamento del componente nel corso della vita utile, esso è caratterizzato da una prestazione che, nel tempo, decade secondo modalità essenzialmente dipendenti dalle caratteristiche fisico chimiche, dal contesto ambientale, da quello sollecitante e dall'utilizzo.

L'elemento edilizio è, pertanto, soggetto, egualmente al corpo umano, al fenomeno di invecchiamento, che si differenzia in due tipologie:

- Invecchiamento fisiologico o naturale;
- Invecchiamento patologico.

Il primo è generato da fattori o agenti di tipo climatico, ambientale, morfologico e tecnologico d'uso mentre il secondo da errori di progettazione, costruzione o manutenzione: elemento discriminante tra le due tipologie di invecchiamento è la possibilità di prevedere, per quello fisiologico, i tempi di decadimento delle prestazioni e le relative modalità con cui si manifesta. In tal senso risulta perseguibile l'obiettivo di indagare il degrado naturale dei componenti, giacchè sono prevedibili gli agenti e gli effetti che su di essi possono essere indotti: da ciò ne consegue la possibilità di poter disporre di un progetto di manutenzione programmata, definendo:

- le procedure di controllo;
- le procedure di intervento
- i tempi da programmare per controlli ed interventi.

Nel caso dell'invecchiamento patologico è possibile, in senso più stretto, pianificare le procedure di accertamento diagnostico¹ delle causali che hanno prodotto la situazione di difetto².

Come sottolinea il Nicolella, nella pratica professionale corrente, *“quando il tecnico è chiamato a formulare un giudizio su un'anomalia che si è rivelata, per un certo componente x per il quale è rilevabile nell'edificio una certa soluzione tecnica conforme y, egli ha la possibilità di operare per confronto*

¹ La diagnostica è la disciplina che si occupa dell'apparato strumentale, metodologico, procedurale, di guida e controllo del processo diagnostico, Commissione di lavoro W86 – Building Pathology del CIB.

² M. Nicolella, op. cit.

fra la situazione rilevata ed un data-base di casi che deriva dalla sua personale esperienza o dalla letteratura. Il confronto fra questo repertorio e l'anomalia che egli rivela lo porta a formulare la diagnosi e ad inserire anche in una scala di priorità il problema individuato, che lo guiderà verso due distinte possibili decisioni:

- l'intervento da attuare urgentemente, nei casi maggiore gravità o impellenza;*
- il controllo con la programmazione di un nuovo rilievo dell'anomalia, nel caso in cui si riscontri la possibilità e/o l'opportunità di rinviare l'intervento ad un momento più appropriato, eventualmente anche per verificare se il fenomeno sia in "progress³".*

A tale scopo risultano essenziali gli strumenti di supporto alla diagnosi, che consentano la gestione delle conoscenze acquisite e l'attuazione di un programma diagnostico secondo procedure codificate, strumenti, tecniche di rilievo ed interpretazione. L'ottimizzazione degli strumenti di supporto suddetti deve avvenire in campi tematici specifici, quali:

- la conoscenza del componente (dati anagrafici, dati di progetto, di costruzione e di manutenzione);
- la conoscenza dello stato conservativo (rilievo);
- la diagnosi delle casuali dei degradi;
- la costituzione dell'archivio dati.

In tal contesto risulta essenziale sottolineare quanto già definito chiaramente nella UNI 10874: l'ottimizzazione dei processi di gestione degli interventi manutentivi nasce dalla ricostruzione dello stato di fatto

³ Ibidem.

dell'organismo edilizio interessato dall'attività di manutenzione, mediante un' "attività progressiva e sistematica di rilevamento, di raccolta e di archiviazione dei dati anagrafici e dei dati diagnostici, derivanti dal rilievo dello stato di degrado, tesa a fornire una descrizione dell'immobile e dei suoi componenti tecnologici adeguati agli obiettivi della politica manutentiva".

5.2 La patologia in edilizia.

Dalla differenziazione tra le forme di invecchiamento (naturale o fisiologico e patologico) emerge, con evidenza, un carattere assolutamente specifico delle forme che comportano un decadimento di natura patologica, ovvero la presenza, nella soluzione tecnica adottata, di difetti o fattori di disturbo, che alterano il ciclo di vita del componente, abbreviandone la durata⁴.

Va inoltre ricordato come nel campo della patologia edilizia sia codificato un terminologia a livello internazionale riconosciuta, che non induce ad equivoci e fraintendimenti in un campo di applicazione già di per sé complesso tanto quanto indeterminato. Le definizioni di seguito riportate sono state emanate dal CIB W86 ("Building Pathology"):

- *Agente*: entità che provoca un determinato effetto mediante la propria azione;
- *Anomalia*: manifestazione inattesa percepibile visivamente o strumentalmente, più o meno evidente; può avere rilevanza sintomatica (esantema) o meno per l'individuazione del difetto; può essere lo

⁴ S. Croce, La patologia in edilizia: prevenzione e recupero, in Manuale di Progettazione Edilizia, vol. III, Hoepli, Milano, 1994.

stesso difetto e lo stesso guasto. L'indagine diagnostica ha il compito di stabilirne la rilevanza rispetto al degrado riscontrato;

- *Degrado*: progressivo deterioramento, più o meno grave ed evidente, dell'integrità fisica (alterazione) ovvero dell'efficienza prestazionale (decadimento prestazionale). Ogni oggetto è soggetto a degrado: il degrado può essere patologico o meno.
- *Difetto*: inadeguatezza di uno o più elementi costituenti un sistema edilizio; esso costituisce un fattore di disturbo capace di generare un guasto o un degrado: può dipendere da errori genetici, di costruzione, di uso, di manutenzione. Il difetto per poter provocare un degrado o un guasto richiede l'intervento di un agente scatenante (o di attivazione).
- *Guasto*: deterioramento che rende inutilizzabile o non più rispondente alla sua funzione un elemento tecnico o una sua parte. Anche il guasto può derivare da una condizione patologica o da fatti connessi al normale invecchiamento: la discriminante tra le due condizioni è la temporarizzazione dell'evento;
- *Sintomo*: interpretazione di un'anomalia o di un segno come segnale o manifestazione di uno stato morboso o di un difetto.

Come riporta il Nicolella, esiste un percorso logico che lega le definizioni sopra elencate, di cui alla figura 5.1⁵.

In generale un sistema codificato che consenta la gestione e la prevenzione dei degradi e dei guasti è legato ad un numero notevole di variabili, appartenenti a molti ambiti specifici dalla durabilità alla manutenibilità ed alla manutenzione. Solo la conoscenza accurata del comportamento nel tempo dei

⁵ M. Nicolella, op. cit.

sistemi edilizi e costruttivi impiegati può consentire la definizione delle strategie manutentive più idonee. L'attenzione rivolta dalla ricerca scientifica a tale problematica è molto alta ed in Europa, come in tutti gli istituti a livello mondiale, vengono condotti studi sulle cause dei guasti e degradi rilevabili in corso d'opera, con la creazione di metodi statistici di prevenzione e di strumenti di raccolta di informazioni. Il BRE (Building Research Establishment), nel raccogliere dati ed informazioni sulle cause della non qualità in edilizia, ha sottolineato come il 90% delle patologie in edilizie nasce in tutto o in parte da errori di progetto o di costruzione, facilmente individuabili, che avrebbero potuto essere facilmente evitabili. In generale le cause si possono attribuire a:

- *Inadeguata programmazione*: in tal senso la pianificazione degli interventi può contenere previsioni di costo poco conformi alla realtà o trascurare dati importanti circa le caratteristiche funzionali del fabbricato.
- *Errori nelle scelte progettuali*: possono essere di varia natura, riassumibili essenzialmente
- Inosservanza dei criteri di buona progettazione nella scelta dei sistemi strutturali o dei materiali;
 - scarsa conoscenza delle proprietà fisiche dei materiali;
 - impiego di tecnologie non sufficientemente sperimentate;
 - errori di valutazione sulle condizioni ambientali e di utilizzo alle quali i materiali saranno sottoposti;
 - errori derivanti dalla carenza nello scambio di informazioni tra progettista ed impresa.

- *Errori di costruzione*: possono essere di varia natura, riassumibili essenzialmente
 - mancanza di controllo dei materiali: non è raro il caso in cui non venga effettuato il controllo di qualità sui prodotti da utilizzare in cantiere;
 - dalla mancanza di coordinamento tra progettista ed impresa, può nascere un errore di interpretazione di quest'ultimo delle specifiche di progetto;
 - mancanza di controllo durante le fasi esecutive dell'opera;
 - scarsa competenza delle maestranze;
 - scarsa informazione tecnica prima della messa in opera di materiali innovativi.
- *Attività dell'utenza*: in questo contesto rientrano le modalità d'uso dei componenti edilizi e la corretta conoscenza, ma anche comportamenti diversi quali l'incuria o il vandalismo. Inoltre alcuni inconvenienti sono legati alle abitudini ed alle condizioni economiche dell'utente: ad esempio molto spesso i fenomeni di condensa dipendono dalla somma spesa per il riscaldamento e per la ventilazione degli ambienti e dal modo in cui il fabbricato viene utilizzato⁶.
- *Attività manutentiva*: in tal senso la corretta diagnosi del difetto comporta la scelta di una metodologia di intervento efficace e risolutiva. Viceversa se la causa non viene individuata correttamente, la riparazione relativa non solo non si rivelerà efficace ma potrà anche peggiorare le condizioni generali del fabbricato. Ciò ci consente di

⁶ R. Lee, op. cit.

comprendere l'importanza dell'utilizzo di una strategia manutentiva programmata che consenta di individuare tempestivamente le problematiche e di rallentare lo sviluppo dei processi di degrado con interventi preventivi.

L'insieme di questi fattori rende il degrado patologico imprevedibile con conseguente impossibilità di programmazione degli interventi riparativi e pertanto ad essi si è costretti far fronte esclusivamente con interventi "a guasto avvenuto". L'azione preventiva coincide, in tale circostanza, con la valutazione di tutte le possibili cause delle forme patologiche di degrado e sulla pianificazione di programmi ispettivi che consentano l'individuazione tempestiva sin dalle prime manifestazioni di un processo patologico.

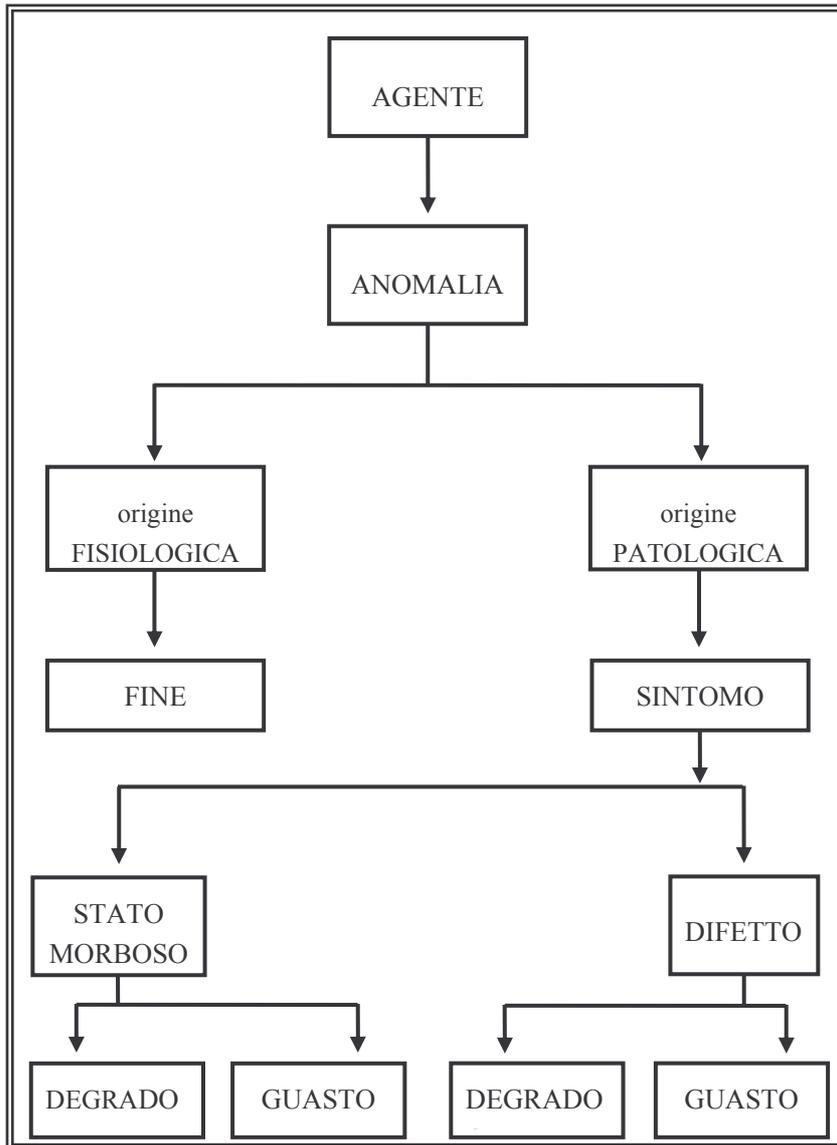


Figura 5.1: flow-chart che lega l'agente con l'anomalia

5.3 La guida per la manutenzione di un'infrastruttura aeroportuale: il caso del 4° Stormo.

La problematica degli interventi manutentivi gestiti secondo una logica di programmazione e gestione funzionale non può prescindere dalle possibilità di avere a disposizione tutte le informazioni ed i riferimenti, continuamente aggiornati, sull'organismo edilizio. Quanto detto trova conferma nella norma UNI 10366 "Criteri di progettazione della manutenzione", che evidenzia come *"il fattore emergente del panorama manutentivo sia il notevole volume di informazioni che devono essere raccolte e scambiate, in tempo reale, fra produzione e manutenzione per poter governare, possibilmente in tempo reale, gli eventi di guasto"*.

La gestione programmata degli interventi, pertanto, necessita di un sistema informativo capace di offrire tutte le informazioni, continuamente aggiornate, riguardanti le condizioni tecnico prestazionali dei componenti edilizi, il loro comportamento nel tempo, le procedure di intervento ed i loro esiti tecnico economici. Nel panorama delle Amministrazioni che sono demandate, per finalità di istituto, alla gestione di grossi parchi immobiliari, quali l'Aeronautica Militare, che comprende organismi tipologicamente differenti per le numerose destinazioni d'uso, distribuiti su scala nazionale, la possibilità di gestire tutte le informazioni ed i riferimenti di un generico componente edilizio durante la sua vita utile, assume un'importanza di valore assoluto, giacchè consente di controllarne le condizioni d'uso in relazione alla prestazione.

Nell'ambito applicativo descritto, il presente lavoro si pone come obiettivo quello di stabilire un primo contatto con la gestione programmata degli interventi manutentivi su scala aeroportuale, mediante la messa a punto

di una guida che rappresenti l'interfaccia tra il sistema informativo e l'esecuzione degli interventi. E' essenziale tenere a mente che nella realizzazione di un sistema informativo di gestione dei dati relativi agli immobili patrimoniali, il sistema, nella sua interezza, deve essere strutturato in relazione alle caratteristiche della struttura tecnica destinata all'utilizzo dello stesso. In tal senso, in una logica di assoluta standardizzazione e regolarizzazione del sistema che porta alla conoscenza dell'organismo edilizio, il percorso metodologico definito col presente lavoro ha come obiettivo principale quello di mettere a disposizione del progettista degli interventi manutentivi un'informazione globale del fabbricato, che va dalla costruzione sino alle condizioni d'uso dei componenti. E' essenziale che il percorso metodologico tenga in considerazione anche gli interventi eseguiti sull'immobile, in modo da monitorare anche i flussi economici che hanno interessato lo specifico organismo edilizio nel corso della sua vita utile.

Nell'organizzazione dello strumento operativo si sono assunti a riferimento i criteri contenuti nelle normative cogenti, ossia le UNI 10366/94 "*Criterio di progettazione della manutenzione*" e UNI 10604/97 "*Criteri di progettazione, gestione e controllo dei servizi di manutenzione di immobili*". La ricerca, pertanto, si può considerare articolata in tre sezioni, che definiscono il percorso metodologico dell'operatore, dalla raccolta dei dati caratteristici dell'organismo edilizio, alla valutazione dello stato manutentivo sino alla individuazione delle tipologie di intervento. Esse sono:

1. Sezione Anagrafica: contiene le informazioni generali relative all'organismo edilizio, quali l'ubicazione, la denominazione, la destinazione d'uso, le superfici, i volumi, le specifiche tecniche del fabbricato sino ai componenti edilizi, secondo la logica di definizione

gerarchica stabilita dall'UNI (unità tecnologica, elemento tecnico, componente – materiale);

2. Sezione Diagnostica: contiene le schede di supporto diagnostico, indispensabili all'operatore per il rilievo, sul campo, del degrado del singolo componente e quelle diagnostiche, in senso stretto, destinate alla raccolta, all'individuazione delle potenziali cause del degrado del componente tecnico ed all'archiviazione del dato;

3. Sezione clinica: individuazione delle tipologie di intervento.

5.3.1. Sezione Anagrafica: caratteristiche generali

La Sezione Anagrafica è quella fase dello strumento informativo destinata alla raccolta delle informazioni e dei riferimenti dell'organismo edilizio, secondo una logica che parte dalle caratterizzazioni generali, che consentono di inquadrare il bene all'interno del patrimonio immobiliare, per poi scendere in una definizione puntuale dello stesso, secondo la metodologia codificata e normata di scomposizione del complesso⁷. I dati anagrafici raccolgono i riferimenti generali del manufatto, quali la denominazione, il numero identificativo di planimetria generale, la destinazione d'uso, le informazioni di carattere storico patrimoniale, la descrizione dell'organismo edilizio relativamente a dati dimensionali (superfici, volumi, etc...). Una sezione specifica è stata creata per i lavori eseguiti sul manufatto, in modo che sia sempre possibile ripercorrere la storia degli interventi manutentivi e non eseguiti sul manufatto durante la sua vita utile.

⁷ Si fa riferimento alla norma UNI 8290/81 che permette una suddivisione gerarchica dell'edificio in classi di unità tecnologiche, unità tecnologiche, classi di elementi tecnici, elementi e componenti.

La sezione anagrafica viene completata con la raccolta delle specifiche tecniche attraverso il sistema di classificazione della UNI 8290/81 (classi di unità tecnologiche, unità tecnologiche elementi tecnici, classi di elementi tecnici, elementi e componenti).

Volendo riassumere le sottocategorie di informazioni contenute all'interno della sezione anagrafica possiamo distinguere:

- Dati Generali;
- Dati Storico Patrimoniali;
- Dati Quantitativi;
- Dati Urbanistici;
- Dati Storico Amministrativi;
- Dati Tecnologici: sub-sistemi edilizi;
- Dati Tecnologici: sub-sistemi impiantistici.

Ciascuna di questa sottocategoria è contenuta in una o più schede, a seconda del formato, le quali, insieme, definiscono tutte le informazioni utili ad una caratterizzazione tipologica, funzionale e materica dell'organismo edilizio. Si rappresenta, inoltre, come il sistema informativo creato consente la gestione di immagini e file di disegno necessari per una definizione, nella sua interezza, dell'organismo edilizio.

5.3.2. Sezione Diagnostica: caratteristiche generali

La Sezione Diagnostica è quella fase dello strumento informativo a cui è demandata la raccolta delle informazioni sulle condizioni d'uso del componente edilizio durante la sua vita utile. Essenzialmente il percorso metodologico, definito dalla bibliografia, per l'individuazione dello stato

manutentivo prevede una prima fase di rilievo della condizione d'uso per poi procedere alla formalizzazione della diagnosi.

Al fine di eseguire il rilievo della condizione d'uso del componente sono state predisposte delle schede di rilievo, articolate in modo da consentire all'operatore una valutazione del degrado attraverso dei parametri opportunamente definiti, in modo tale da ridurre i fattori di soggettività.

Eseguite le operazioni di rilievo, viene espresso dall'operatore stesso un giudizio sul livello prestazionale dell'elemento tecnico, attraverso un sistema di valutazione sintetico a 5 livelli, corrispondenti ciascuno ad un diverso livello della prestazione fornita. I livelli sono: LIVELLO 0, LIVELLO 1, LIVELLO 2, LIVELLO 3, LIVELLO 4, ed a ciascuno corrispondono rispettivamente condizioni d'uso sinteticamente definibili in Degrado Assente, Degrado Leggero, Degrado Medio, Degrado Pesante, Degrado Massimo. Viene poi, per ragioni di opportunità, stabilita una corrispondenza tra le condizioni d'uso del componente, secondo i livelli prestazionali definiti e le tipologia di azioni, a seconda che siano di controllo o interventi manutentivi.

Il rilievo è stato effettuato su uno stock di fabbricati del parco immobiliare di Grosseto, individuati come campioni, al fine valutare l'applicabilità di metodo e riscontrarne eventuali difetti.

A questo punto sulla base della ricerca bibliografica e dell'esperienza, per ogni degrado riscontrato sono state individuate le possibili cause finalizzate all'individuazione dell'intervento più appropriato (Formalizzazione della diagnosi). Per l'archiviazione di tali informazioni, sono state predisposte delle schede di facile consultazione

(schede di Formalizzazione della Diagnosi) ed utili per le informazioni di ritorno.

5.3.3. Sezione Clinica: caratteristiche generali

La sezione clinica è costituita da schede contenenti una descrizione degli interventi manutentivi, le modalità di esecuzione, le soglie temporali: tali informazioni sono state attinte sulla base di una ricerca bibliografica, al fine di stabilire anche la frequenza ed il tipo di intervento.

Le azioni manutentive, in virtù del livello di degrado si dividono essenzialmente in due categorie:

- Controlli
- Interventi (pulizia, ripristino, sostituzione parziale, sostituzione totale).

Lo strumento messo a punto per parte del parco immobiliare del 4° Stormo, contiene dati ed elaborazioni complete riguardanti la sezione anagrafica e la sezione diagnostica, mentre quella clinica è stata eseguita una esemplificazione al fine di indicare il percorso metodologico nella sua completezza.

Il completamento della guida, pertanto, è condizionato alla definizione ed alla pianificazione degli interventi connessi ai diversi livelli di degrado e, comunque, all'estensione ad altre classi di elementi tecnici al di fuori di quelli costituenti l'involucro esterno, già oggetto del presente studio.

La guida messa a punto, pertanto, non ha l'ambizione di costituire uno strumento nella sua completezza, ma può rappresentare un punto di partenza

necessariamente da integrare, onde farne acquisire tutte le caratteristiche, in termini di capacità di gestione, proprie del sistema manutenzione, come prefigurato dalla UNI 10604.

Lo strumento, definito attraverso il percorso metodologico descritto, è stato concretizzato in Sistema Informativo, per la raccolta di tutte le informazioni utili alla gestione dell'organismo edilizio. Tale S. I., dal nome G. P. M. (Gestione Programmata della Manutenzione), semplifica la ricerca e la consultazione dei dati, aiuta ad eseguire confronti, consente, inoltre, un semplice flusso delle informazioni di ritorno essenziali per una corretta gestione, sia di carattere tecnico che economico.

5.4. Sezione anagrafica

La Sezione Anagrafica raccoglie tutte le informazioni riguardanti l'intero complesso immobiliare, utili alla caratterizzazione completa dell'organismo edilizio dall'inizio della sua vita utile. Il sistema informativo si basa sulla compilazione di schede, che consentono la raccolta dei dati anagrafici, semplificando la ricerca e la consultazione delle informazioni. Le informazioni vengono raccolte secondo dei livelli di conoscenza, accorpando le stesse secondo macrocategorie che garantiscono una semplice ed efficace ricerca e consultazione delle stesse.

I dati raccolti sono i seguenti:

- *Identificativi* del fabbricato: denominazione del sedime di appartenenza, denominazione dell'immobile, numero identificativo dell'immobile nel contesto della planimetria generale aeroportuale (è anche il numero identificativo della scheda, giacchè su di uno specifico sedime demaniale, qual è l'aeroporto di Grosseto, al numero 1 di

- Planimetria Generale corrisponde uno solo immobile), la collocazione (se è ubicato, ad esempio nel caso del 4° Stormo, nella zona operativa o in quella logistica), la tipologia del fabbricato;
- *Quantitativi*: superficie di proiezione, superficie utile, altezza massima dell'edificio, n° piani fuori terra (n° massimo e n° minimo), n° piani entro terra, numero scale, volume entro terra, volume fuori terra, n° e destinazioni d'uso delle unità immobiliari, superficie totale, superficie edificata;
 - *Urbanistici Normativi*: eventuali regimi vincolistici;
 - *Storico Amministrativi*: raccoglie tutte le informazioni relative ai lavori eseguiti sull'immobile, quali l'identificazione dell'appalto, il bando di gara, il numero di programma, il contratto, l'importo dei lavori, il ribasso, la ditta esecutrice, i tempi contrattuali, il direttore dei lavori, l'inizio dei lavori, la fine dei lavori;
 - *Dati Tecnologici - Sistemi Edilizi*: contiene le informazioni relative alle caratteristiche dei componenti edilizi dell'organismo edilizio, secondo la logica di scomposizione definiti dalla UNI 8290/81; per ciascuna classe di componente edilizio sono stati elencate le tipologie più diffusamente rilevate nel contesto aeroportuale del 4° Stormo, così da costituire una prima banca dati di riferimento, comunque integrabile a seconda delle casistiche rilevate sul campo;
 - *Dati Tecnologici - Sistemi Impiantistici*: contiene le informazioni relative alle caratteristiche dei componenti impiantistici dell'organismo edilizio, secondo la logica di scomposizione definiti dalla UNI 8290/81; per ciascuna classe di componente edilizio sono stati elencate le tipologie più diffusamente rilevate nel contesto

aeroportuale del 4° Stormo, così da costituire una prima banca dati di riferimento, comunque integrabile a seconda delle casistiche rilevate sul campo.

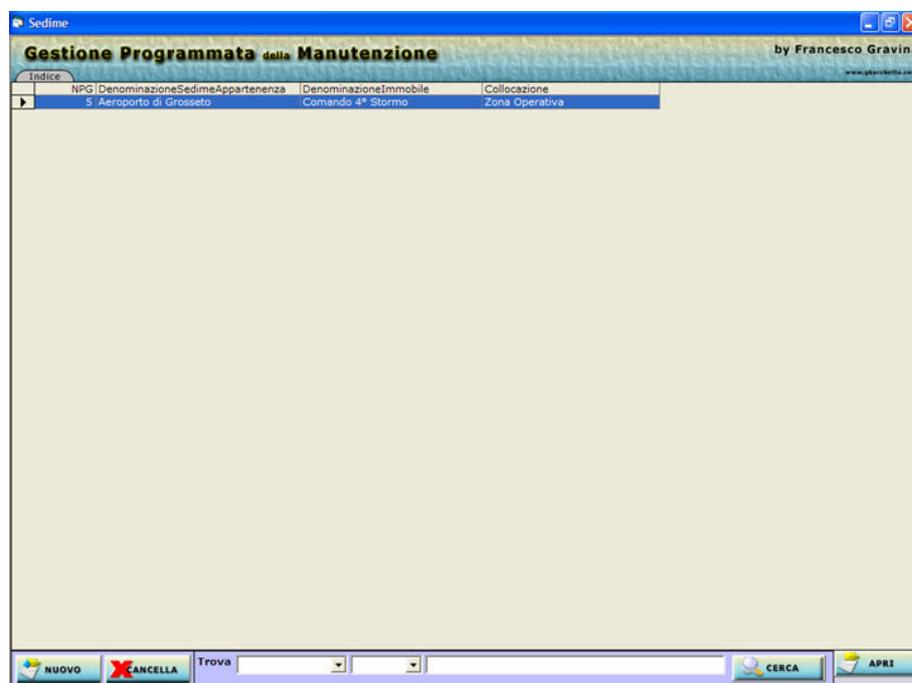


Figura 5.2 – Immagine di apertura del software

5.4.1. Dati Identificativi

- Denominazione Sedime di Appartenenza: individuazione dell'Ente, Reparto o Stormo dell'Aeronautica Militare che opera su quel sedime;

- Denominazione Immobile: nome identificativo dell'edificio (es. Hangar "Nervi");
- Numero di planimetria Generale: è il numero identificativo dell'immobile nell'ambito della planimetria generale dell'area demaniale (associando sedime e numero si individua in maniera univoca l'organismo edilizio – es. 4° Stormo Grosseto, n° 1 di P.G. Chiesa Aeroportuale);
- Collocazione: individua la collocazione dell'immobile nell'ambito delle aree demaniali (es. il 4° Stormo insiste su aree distinte e distanti circa 10 km, zona logistica e zona aeroportuale; è fondamentale definire su quale area insiste l'immobile);
- Tipologia Fabbricato: individua la destinazione d'uso dell'organismo edilizio, nell'ambito delle specificità del parco immobiliare dell'Aeronautica Militare; le categorie individuate in fase di ideazione del sistema informativo sono le seguenti: Alloggio per famiglie/ Alloggio Ufficiali/ Alloggio Sottufficiali/ Alloggio Truppa/ Hangar/ Ufficio/ Officina/ Deposito Carburanti/ Deposito Munizioni/ Tettoia/ Scuola/ Cabina Elettrica/ Magazzino/ Servizi/ Impianti/ Altra tipologia.

The screenshot shows the 'Dati Generali' form in the Sedime application. The left sidebar contains a tree view with sections like 'SEZIONE ANAGRAFICA', '1.1-Dati Generali', '1.2-Dati Quantitativi', '1.3-Dati Storico Amministrativi', '1.4-Dati Tecnologici: Subsistemi Edilizi', '1.5-Dati Tecnologici: Subsistemi Impianti', 'SEZIONE DIAGNOSTICA', and 'SEZIONE CLINICA'. The main form area is titled 'Dati Generali' and contains the following fields and options:

- DATI GENERALI**
 - DENOMINAZIONE SEDIME DI APPARTENENZA: Aeroporto di Grosseto
 - DENOMINAZIONE IMMOBILE: Comando 4° Stormo
 - NUMERO DI PLANIMETRIA GENERALE: 5
 - COLLOCAZIONE: Zona Operativa
 - CODICE PRIORITA': 1
- TIPOLOGIA FABBRICATO**
 - alloggio per famiglia
 - alloggio ufficiali
 - alloggio sottufficiali
 - alloggio truppa
 - Hangar
 - Ufficio
 - Magazzino
 - Impianti
 - officina
 - Deposito Carburanti
 - Deposito Munizioni
 - Tettoia
 - Scuola
 - Cabina elettrica
 - Servizi
- altra tipologia:** (empty text box)
- ARCHIVIO IMMAGINI:** (empty text box with 'IMG4' visible)
- ARCHIVIO FILE DWG:** (empty text box)

Figura 5.3 - Dati Generali

5.4.2. Dati Storico Patrimoniali.

- Anno di Costruzione: anno di realizzazione dell'immobile;
- Anno di Acquisizione: qualora l'immobile sia stato acquisito dall'Amministrazione dell'Aeronautica Militare, è necessario individuare l'anno di acquisizione;
- Provvedimenti di dismissione: qualora l'immobile sia stato dimesso, indicare i provvedimenti che hanno definito l'esecuzione dell'intervento di dismissione;
- Co-uso: qualora l'immobile venga utilizzato da un'Amministrazione statale o non in corso con quella dell'Aeronautica Militare, indicare il nominativo.

The screenshot shows a software window titled "Sedime" with a sub-window "Dati Storico Patrimoniali". On the left is a tree view under "SEZIONE ANAGRAFICA" with sub-items like "1.1-Dati Generali", "1.2-Dati Quantitativi", "1.3-Dati Storico Amministrativi", "1.4-Dati Tecnologici: Subsystemi Edilizi", and "1.5-Dati Tecnologici: Subsystemi Impiari". The main area is for "Idg: 4" and contains a form with the following fields:

- ANNO DI COSTRUZIONE: CERTA: 1999, PRESUNTO: (empty)
- ANNO DI ACQUISIZIONE: (empty)
- PROVVEDIMENTO DI DIMISSIONE: (empty text area)
- CO-USO: (empty text area)

Figura 5.4 - Dati Storico Patrimoniali

5.4.3. Dati Quantitativi.

- Superficie di proiezione: indicazione dell'area occupata dall'edificio, considerando eventuali variazioni di forma e dimensione ai piani in elevazione;
- Superficie utile: indicazione della superficie utile dell'immobile;
- Altezza massima dell'edificio: indicazione dell'altezza massima dell'immobile;
- Numero di piani fuori terra: indicazione del numero di piani fuori dell'immobile, con individuazione del numero massimo e minimo;
- Numeri piani entro terra: indicazione del numero di piani entro terra dell'immobile;

- Numero di scale: indicazione del numero di scale, incluso quelle di sicurezza;
- Volume entro terra: indicazione del volume lordo entro terra dell'immobile;
- Volume fuori terra: indicazione del volume lordo fuori terra dell'immobile;
- N° e destinazioni d'uso delle unità immobiliari: indicazione del numero e delle destinazioni d'uso dell'immobile, specificando i casi di differenti destinazioni d'uso ed il numero di unità per ciascuna;
- Superficie totale: rappresenta la superficie complessiva, come risultante dalla somma delle superfici coperte e scoperte;
- Superficie edificata: rappresenta la superficie lorda complessiva, come risultante dalla somma delle superfici lorde delle singole unità immobiliari.

The screenshot shows the 'Sedime' software interface. The left sidebar contains a tree view with the following sections:

- Idg: 4
- N.P.G.: N°_5_PG
- SEZIONE ANAGRAFICA
 - 1.1-Dati Generali
 - Dati Generali
 - Dati Storico Patrimoniali
 - 1.2-Dati Quantitativi
 - Dati Quantitativi
 - Dati Urbanistici Normativi
 - 1.3-Dati Storico Amministrativi
 - Dati Storico Amministrativi
 - 1.4-Dati Tecnologici: Subsystemi Edilizi
 - 1.4.1-Strutture
 - 1.4.2-Chiusure Verticali
 - 1.4.3-Manti di copertura
 - 1.4.4-Interni
 - 1.4.5-Sistemi di collegamento
 - 1.5-Dati Tecnologici: Subsystemi Impiari
 - 1.5.1-Impianti Meccanici
 - 1.5.1.1-Impianto Elettrico
 - SEZIONE DIAGNOSTICA
 - Archivio Schede di Diagnosi
 - SEZIONE CLINICA
 - Archivio Schede

The main area is titled 'Dati Quantitativi' and contains the following fields:

- Idg: 4
- Superficie di proiezione: 310 (Indicare l'area occupata dall'edificio (considerare eventuali variazioni di forma e dimensione ai piani in levazione).)
- Superficie utile: 262 (Indicare nell'eventualità di altezze diverse dell'edificio quella massima.)
- Altezza massima dell'edificio: 4
- Numero piani fuori terra: 1 (N° minimo) / (N° massimo)
- Numero piani entro terra: (Include scale di sicurezza.)
- Numero scale: (Indicare il volume lordo in mc.)
- Volume entro terra: (Indicare il volume lordo in mc.)
- Volume fuori terra: 1240 (Indicare il volume lordo in mc.)

Below these fields, there is a section for 'N° e destinazioni d'uso delle unità immobiliari:' with a note: 'nel caso di destinazioni d'uso differenti nello stesso immobile specificare il numero di unità per ciascuna destinazione.' A text area contains '8 unità immobiliari con destinazione d'uso uffici'.

At the bottom, there are two summary fields:

- Superficie totale Mq.: 310 (rappresenta la superficie complessiva, come risultante dalla somma delle superfici coperte e scoperte.)
- Superficie edificata Mq.: (rappresenta la superficie lorda complessiva, come risultante dalla somma delle superfici lorde delle singole unità immobiliari.)

Figura 5.5 – Dati Quantitativi

5.4.4. Dati Urbanistici Normativi

- Regime vincolistico: indicazione di regimi vincolistici a cui è soggetto l'immobile, quali il D. Lgs 490/99 art. 2, D. Lgs 490/99 art.139, Idrogeologico, Archeologico.

5.4.5. Dati Storico Amministrativi

- Lavoro: individuazione del lavoro eseguito;
- Numero di Programma: indicazione del numero di programma, nell'ambito del Piano Impiego Fondi di Forza Armata (consente di definire l'anno in cui è nata l'esigenza);

- Bando di Gara: numero del bando di gara con cui è stato appaltato il lavoro;
- Capitolo di Spesa: indicazione del capitolo di Forza Armata su cui grava la spesa del lavoro eseguito;
- Contratto: numero del contratto del lavoro eseguito;
- Ditta Esecutrice: ditta che ha eseguito i lavori per conto dell'Amministrazione;
- Importo lordo dei Lavori: Importo dei lavori a base di gara;
- Ribasso: Valore del ribasso, espresso in percentuale, di aggiudicazione della gara di appalto;
- Tempi contrattuali: durata dei lavori così come previsto nel contratto;
- Direttore dei Lavori: Ufficiale, Sottufficiale del Genio Aeronautico o professionista che ha espletato l'incarico di Direttore dei Lavori per conto dell'Amministrazione;
- Inizio dei lavori: Data di redazione del verbale di consegna dei lavori;
- Fine dei lavori: Data di redazione del verbale di ultimazione dei lavori.

Figura 5.6 - Dati Storico Amministrativi

5.4.6. Dati tecnologici: Sub-sistemi Edilizi ed Impiantistici

Come rappresentato al punto 8.4.6. le schede tecnologiche raccolgono le informazioni relative agli elementi tecnici in cui è stato scomposto l'edificio. La scomposizione tecnologica delle insulae è stata eseguita sulla base dell'articolazione definita dalla norma UNI 8290/81, in classi di unità tecnologiche, unità tecnologiche e classi di elementi tecnici quindi è proceduto ad una ulteriore scomposizione, individuando le tipologie di componenti più diffuse. Il fabbricato è stato analizzato nella sua interezza, di modo che sia possibile eseguire una prima individuazione tipologica dei componenti. A qualsiasi livello, pertanto,

sarà possibile specificare l'elemento individuato ed, ove mai non fosse già contemplato, il software consente, mediante un apposito campo, l'implementazione delle casistiche.

Sedime
Idg: 4
N.P.G.: N° 5_PG

SEZIONE ANAGRAFICA

- 1.1-Dati Generali
 - Dati Generali
 - Dati Storico Patrimoniali
- 1.2-Dati Quantitativi
 - Dati Quantitativi
 - Dati Urbanistici Normativi
- 1.3-Dati Storico Amministrativi
 - Dati Storico Amministrativi
- 1.4-Dati Tecnologici: Subsistemi Edilizi
 - 1.4.1-Strutture
 - Fondazioni**
 - Strutture Verticali
 - Strutture Orizzontali - 1^ parte
 - Strutture Orizzontali - 2^ parte
 - Strutt. colleg. verticali
 - 1.4.2-Chiusure Verticali
 - Chiusure esterne
 - Infissi Esterni
 - Finiture Esterne
 - 1.4.3-Manti di copertura
 - Manti di copertura
 - 1.4.4-Interni
 - Partizioni
 - Infissi Interni
 - Finiture Interni
 - 1.4.5-Sistemi di collegamento
 - Sistemi di collegamento
- 1.5-Dati Tecnologici: Subsistemi Impiar
 - 1.5.1-Impianti Meccanici
 - 1.5.1.1-Impianto Idraulico
 - 1.5.1.2-HVAC (Climatizzazione)
 - 1.5.1.1-Sistema di protezione da
 - 1.5.1.1-Impianto Elettrico

- SEZIONE DIAGNOSTICA
- Archivio Schede di Diagnosi
- SEZIONE CLINICA
- Archivio Schede

Dati Tecnologici: Subsistemi Edilizi

Idg: 4

Fondazioni

Profonde

- su pali trivellati in c.a.
- su pali battuti in c.a.
- su pali in acciaio con sezione H
- su pali in legno trattati
- su pali cls prefabbricati
- su pali in legno non trattati
- su pali cls pretesi

altra tipologia: _____

Lunghezza dei pali di fondazione: _____ ml

Superficiali

- plinti isolati in c.a.
- plinti collegati in c.a.
- travi rovesce in c.a.
- platea in c.a.
- platea nervata in c.a.
- continue in muratura
- muri di fondazione in cls prefabbricati
- muri di fondazione in blocchi cementiti
- muri di fondazione in pietra

altra tipologia: _____

Profondità del piano di posa: _____ ml
differenza di quota con il piano di campagna (nel caso di quote diverse indicare a quale ci si riferisce e il piano posa delle fondazioni)

Tipologia del terreno di fondazione: sabbia argilla

altra tipologia: _____

Figura 5.7 - Dati Tecnologici: Subsistemi Tecnologici – Strutture/Fondazioni

5.5 Sezione Diagnostica

Definita dall'UNI come *“l'insieme della attività finalizzate alla conoscenza dello stato e delle condizioni di funzionamento dell'edificio e delle sue parti”*, la Diagnostica è la disciplina mediante la quale si controllano i dati e le informazioni necessarie per l'individuazione delle cause del degrado dei componenti, al fine di prevenire in futuro l'insorgere di guasti e programmare gli opportuni interventi manutentivi.

Oggetto della ricerca è stata la strutturazione di un percorso metodologico che potesse guidare l'operatore di una “qualsivoglia” installazione aeroportuale nell'attività di intervento su un generico edificio, presente all'interno del sedime di un aeroporto militare.

La metodologia è essenzialmente articolata su due fasi:

1. rilievo dello stato conservativo;
2. formalizzazione della diagnosi.

E' opportuno rappresentare che il presente studio ha essenzialmente interessato solo gli elementi costituenti l'involucro esterno del manufatto, ovvero secondo quanto definito dalla UNI 8290/90, gli elementi appartenenti alle classi di elementi tecnici ovvero pareti perimetrali verticali, infissi esterni verticali, solai su spazi aperti, coperture, per i quali gli strumenti di supporto sono stati elaborati nella loro completezza.

La scelta di tali elementi nasce da ragioni di opportunità, per la più agevole campionatura ed osservazione dei fenomeni di degrado. Si tratta, inoltre, di elementi per i quali i fattori di influenza per quanto numerosi non risentono di ulteriori variabili difficilmente governabili, quali l'uso. L'opportunità, inoltre, di analizzare tali elementi trova riscontro nel fatto che essi costituiscono

l'insieme di quelle parti di edificio sulle quali si concentra una notevole parte dell'attività di manutenzione, giacchè trattasi di unità tecnologiche ed elementi tecnici esposti all'azione degli agenti di degrado la cui durata dipende dalla corretta pianificazione delle ispezioni e dei controlli, da un lato, e dagli interventi manutentivi eseguiti, dall'altro.

Per quanto parziale, lo strumento creato rappresenta un momento significativo ed utile per fornire una consistente base di informazioni utili alla programmazione degli interventi manutentivi più diffusi.

5.5.1. Il rilievo dello stato conservativo.

Il rilievo dello stato conservativo è articolato in tre fasi, l'una strettamente connessa all'altra:

1. identificazione delle anomalie ricorrenti;
2. definizione e valutazione dei livelli di degrado;
3. definizione dei livelli prestazionali degli elementi tecnici.

5.5.1.1. Identificazione delle anomalie ricorrenti

La prima azione intrapresa è consistita nella ricerca bibliografica, prima, e nel riscontro sul campo di applicazione, dopo, dei segni di degrado o delle anomalie ricorrenti al fine di poterne, a seguito di una prima analisi, evidenziare quelle di natura patologica e continuare, dopo, il rilievo delle cause dei degradi naturali, gli unici, per i quali è possibile prevedere i tempi di decadimento ed operare strategie di manutenzione programmata.

Da tale lavoro ne è scaturita una classificazione alfabetica, che consente di individuare le tipologie di anomalie, potenzialmente

riscontrabili sul componente oggetto di analisi, mediante una descrizione oggettiva, non interpretata.

PPV Pareti Perimetrali Verticali	
<i>Localizzazione:</i>	Rivestimento - Parte Basamentale
Anomalia	<i>Descrizione</i>
Distacco	Distacco della pellicola di tinta e dell'intonaco
Erosione	Erosione localizzata nella parte bassa del rivestimento
Macchie	Alterazione che si manifesta con pigmentazione accidentale e localizzata della superficie
<i>Localizzazione:</i>	Rivestimento - Parte in Elevazione
Annerimento	Annerimento localizzato della facciata
Deposito superficiale	Deposito e fissaggio di pulviscolo atmosferico in modo variato tra pareti di tamponamento e telaio in c.a.
Distacco	Distacco strato di finitura
Distruzione dei dispositivi di coprigiunto	Distruzione e dislocazione dei dispositivi di giunto tra pareti perimetrali verticali
Efflorescenza	Efflorescenza
Esfoliazione	Esfoliazione della pittura
Fessurazione tra struttura e muratura	Fessure in corrispondenza dell'attacco tra muratura di tamponamento e struttura intelaiata
	Fessurazione all'attacco tra muratura e struttura nei corpi a sbalzo

Fessurazione della muratura	Quadri fessurativi diffusi sull'intera facciata
	Fessurazioni laterali o d'angolo nel parapetto in muratura di balconi e finestre
Mancanza	Mancanza (strato supporto, intonaco)
Microfessurazioni	Microfessurazioni dell'intonaco
Rigonfiamento	Rigonfiamento della finitura
Dilavamento	Scollatura o dilavamento
Patina	Scoloritura pittura di facciata

*Tabella 5.8 Identificazione delle anomalie ricorrenti per l'elemento
Parete Perimetrale Verticale*

INFV Infissi Verticali	
<i>Anomalia</i>	<i>Descrizione</i>
Distacco	Distacco strato di vernice nell'imbotte e/o telaio fisso
	Distacco strato di vernice del telaio mobile
	Distacco tra infisso e muratura
Alterazione cromatica	Scolorimento della vernice di finitura effettuata a opera finita
Corrosione	Corrosione degli organi di manovra
	Corrosione galvanica del metallo nei punti di ancoraggio alla muratura
Opacizzazione dei vetri	Condensa nell'intercapedine dei vetri
Degradamento delle guarnizioni	Guarnizioni deteriorate
Degradamento degli organi di manovra	

*Tabella 5.9 Identificazione delle anomalie ricorrenti per l'elemento
Infissi Verticali Esterni*

COP Coperture	
<i>Anomalia</i>	<i>Descrizione</i>
Distacchi	Distacchi del manto impermeabile
Sviluppo di vegetazione	Sviluppo di vegetazione agli angoli
	Formazione di muschi e licheni tra i giunti delle lastre di rivestimento
Macchie	Macchie sulla superficie della pavimentazione
	Ristagno Acqua piovana
Microfessurazioni	Microfessurazioni membrana impermeabile posta nei giunti tra i corpi di fabbrica

Tabella 5.10 Identificazione delle anomalie ricorrenti per l'elemento Coperture

BAL Balconi e Loggie	
<i>Localizzazione:</i>	Struttura Portante
Anomalia	<i>Descrizione</i>
Alterazione cromatica	Scolorimento della vernice di finitura effettuata a opera finita
Distacchi	Distacchi della pittura
Fessurazioni	Stato fessurativo dell'intradosso dell'elemento portante
Lacune con esposizione dei ferri armatura	Esposizione di ferri di armatura in corrispondenza dell'intradosso dell'elemento portante
Lacune con esposizione e rottura dei laterizi	Esposizione dei laterizi e possibili riscontro della rottura degli stessi
Macchie	Macchie e distacchi localizzati sull'intradosso del solaio del balcone

*Tabella 5.11 Identificazione delle anomalie ricorrenti per l'elemento
Balconi e Logge*

5.5.1.2. Definizione dei livelli di degrado

Requisito essenziale per la valutazione dell'andamento reale dei processi di degrado dei componenti è la standardizzazione delle procedure di rilievo secondo dei parametri misurabili e dei criteri oggettivi di valutazione dei livelli di degrado. La valutazione delle condizioni d'uso di un generico componente edilizio deve avvenire attribuendo ad ogni degrado una valenza correlata essenzialmente a tre fattori:

1. l'estensione e la diffusione del degrado;
2. il grado di urgenza;

che fanno essenzialmente riferimento a tre differenti aspetti del degrado:

1. l'incidenza del degrado sulla qualità complessiva dell'edificio;
2. lo stato di avanzamento del degrado connesso alla tipologia di interventi manutentivi⁸.

Grado di urgenza.

Il criterio fissato per la valutazione dell'intensità e/o gravità del degrado è stato assunto sulla scorta di quelli adottati dal Di Giulio⁹ relativamente alla "valutazione dell'incidenza dei difetti sulle condizioni delle unità tecnologiche"¹⁰ e alla classificazione adottata dal Macelli

⁸ T. Basiricò, Il quartiere Z.E.N. 2 di Palermo, tesi di Dottorato di Ricerca, XVI Ciclo, Palermo, 2004.

⁹ Di Giulio R., Manuale di manutenzione edilizia. Valutazione del degrado, programmazione ed interventi di manutenzione, Maggioli, Rimini, 2003.

¹⁰ Che individua tre tipologie di difetti: seri, minori, gravi in base al soddisfacimento di requisiti tecnici, funzionali e di aspetto.

nelle “schede di analisi delle patologie”. Secondo la UNI 10604 l’analisi del *comportamento reale dell’organismo edilizio e/o delle sue parti nelle effettive condizioni d’uso e di sollecitazione* sottintende la verifica delle prestazioni e, pertanto, il criterio di valutazione della gravità del degrado non può prescindere dalle prestazioni stesse dell’elemento tecnico e dai requisiti da cui discendono. Dalla lista dei principali requisiti attribuibili ad un sistema tecnologico per l’edilizia residenziale secondo la norma UNI 8290 sono state individuate tre classi di requisiti in base alle relative principali esigenze:

- benessere;
- sicurezza;
- aspetto.

In relazione al rapporto che lega il degrado al soddisfacimento di queste classi di requisiti sono stati fissati due gradi di gravità.

I danni che determinano una caduta della prestazione del componente strettamente connessa ai **requisiti dell’aspetto** e che non pregiudicano le sue prestazioni relative al benessere ed alla sicurezza hanno **grado di urgenza 1**.

Viceversa i danni che determinano una caduta prestazionale in termini di **benessere e sicurezza** hanno **grado di urgenza 2**.

Dalle definizioni dei livelli di degrado si comprende come essi vengano stabiliti a priori per ogni degrado riscontrato nei vari elementi tecnici oggetto di analisi.

Estensione e diffusione del degrado.

L'estensione del degrado è un altro parametro essenziale ai fini della valutazione globale del degrado onde valutarne l'incidenza sulla qualità complessiva dell'edificio.

Disponendo delle informazioni metrologiche relative agli elementi tecnici da esaminare si può stabilire la diffusione del fenomeno di degrado in percentuale sul totale delle superficie con un valore variabile da 0 a 100. Il valore della diffusione in percentuale del degrado si ottiene dal rapporto tra il numero dei m/mq/n dei singoli elementi considerati che presentano le stesse tipologie di degrado con la stessa gravità ed il numero totale ispezionabile dell'elemento nella sua totalità¹¹.

5.5.1.3. Definizione dei livelli prestazionale degli elementi tecnici.

La valutazione del livello prestazionale degli elementi tecnici dipende dal degrado complessivamente raggiunto dall'elemento tecnico, ovvero dall'influenza che tutti i difetti di diverso tipo hanno sulla sua capacità di svolgimento delle funzioni caratteristiche originarie. I parametri di gravità, estensione e grado di urgenza rappresentano la terna individuata nell'ambito del presente percorso metodologico, attraverso cui valutare in maniera quanto più oggettiva possibile il livello di degrado.

Sulla base di tali parametri, che esprimono quindi il livello del guasto, viene definita l'entità e la tipologia degli interventi manutentivi da farsi.

Questo criterio di valutazione prende spunto dai metodi di stima rapida del degrado, i quali, ad analisi visive e dirette degli elementi

¹¹ T. Basicò, Il quartiere Z.E.N. 2 di Palermo, tesi di Dottorato di Ricerca, XVI Ciclo, Palermo, 2004.

tecnici dell'edificio, fanno seguire un'attribuzione di un punteggio in scala a 5 livelli (da 0 a 4) corrispondenti ad un differente livello prestazionale. La necessità di definire più livelli in termini di prestazione del componente nasce dal fatto che i componenti stessi in edilizia hanno un comportamento non bistabile, per i quali, infatti, è assolutamente indispensabile definire dei livelli intermedi tra la prestazione iniziale e quella finale (la minima prefissata in funzione delle esigenze della committenza). Ciò sta a significare far corrispondere a ciascun livello di degrado una tipologia di intervento, tanto più radicale quanto più avanzato è il degrado del componente stesso.

All'aumentare del livello di degrado diminuisce il corrispondente livello prestazionale. Al fine di minimizzare gli effetti di soggettività di interpretazione dell'operatore, i livelli prestazionali individuati sono 5, come detto poc'anzi e corrispondono:

- stato 0: buono stato o assenza di degrado (per cui sono previsti solo interventi di ispezione e monitoraggio al fine di riscontrare eventuali anomalie che precludono ad imminenti compromissioni di sicurezza, igiene, agibilità in generale);
- stato 1: degrado leggero (in cui permane ancora la funzionalità dell'elemento e sono sufficienti solo interventi superficiali di pulizia);
- stato 2: degrado medio (in cui l'elemento, pur ancora funzionante, non risponde più alle prestazioni iniziali e quindi con interventi di riparazione si mira alla eliminazione delle anomalie e al ripristino delle condizioni iniziali);

- stato 3: degrado pesante (per cui si rende necessaria la sostituzione parziale o l'integrazione dell'elemento);
- stato 4: degrado massimo (per cui cessa la vita utile dell'elemento e si necessita della totale sostituzione).

A ciascun stato sono stati associati in maniera sintetica le tipologie di intervento:

- stato 0: Tipologia di intervento – **Ispezione;**
- stato 1: Tipologia di intervento – **Pulizia;**
- stato 2: Tipologia di intervento – **Ripristino;**
- stato 3: Tipologia di intervento – **Sostituzione parziale;**
- stato 4: Tipologia di intervento – **Sostituzione totale.**

La bibliografia scientifica riporta sull'argomento diverse pubblicazioni, che hanno consentito di associare, per ciascun elemento tecnico oggetto dell'analisi, agli stati del degrado le tipologie degli stessi¹², in ragione delle ricorrenza, dell'estensione e della gravità:

¹² Per ragioni operative e di opportunità in questa sede scientifica si riportano i soli degradi dovuti all'invecchiamento naturale.

Pareti Perimetrali Verticali	
<i>- Rivestimenti di facciata con intonaco</i>	
Stato 0	Assenza di apprezzabili alterazioni
Stato 1	Deposito superficiale, annerimento, incrostazione, efflorescenze, esfoliazione, patina, dilavamento
Stato 2	Microfessurazione diffuse, rifonafamenti e/o distacchi della tinta che interessano zone limitate (10)%
Stato 3	Distacco dell'intonaco per zone limitate (<30%)
Stato 4	Distacco dell'intonaco per zone estese (>30%)
<i>- Elemento portante</i>	
Stato 0 -1	Assenza di Fessure e/o fessure stabilizzate
Stato 2	Microfessure dovute ad assestamenti lievi
Stato 3	Fessure in corrispondenza dell'attacco struttura tamponatura
Stato 4	Mancanza di parti strutturali
Infissi Esterni Verticali	
Stato 0	Assenza di apprezzabili Anomalie
Stato 1	Vernice degradata in alcuni punti
Stato 2	Vernice degradata sulla maggior parte della superficie
Stato 3	Difficoltà di manovra dell'infisso, con guarnizioni deteriorate, tenuta all'aria e all'acqua parziale
Stato 4	Corrosione degli organi di manovra e del metallo nei punti di ancoraggio alla muratura
Coperture Continue Piane	
Stato 0	Assenza di apprezzabili anomalie

Stato 1	Problemi limitati di ristagno, degrado della superficie della pavimentazione
Stato 2	Scollamenti dei risvolti e sollevamenti del manto impermeabile
Stato 3	Discontinuità e scollamenti diffusi con problemi puntuali di infiltrazioni negli ambienti sottostanti
Stato 4	Fessurazioni per l'intero spessore dello strato di rivestimento con problemi di infiltrazioni diffuse negli ambienti sottostanti
Balconi e Logge	
Stato 0	Assenza di apprezzabili anomalie
Stato 1	Macchie
Stato 2	Efflorescenza e/o efoliazioni
Stato 3	Distacco dell'intonaco
Stato 4	Permeazione idrica

Tabella 5.12 Schema riepilogativo degli prestazionali per ciascun tipologia di elemento tecnico

5.5.2. Schede di rilievo sul campo

Stabilita la metodologia sono state predisposte specifiche schede di rilievo sul campo per effettuare il rilievo dello stato di degrado dei vari elementi tecnici dell'involucro di uno stock del parco immobiliare del 4° Stormo di Grosseto.

Le schede sono state predisposte per gli elementi tecnici costituenti l'involucro esterno e sono:

- Pareti Perimetrali Verticali;

- Infissi Esterni Verticali;
- Coperture;
- Balconi e Logge.

La scheda prevede un'intestazione con l'indicazione del sedime aeroportuale su cui insiste il fabbricato in oggetto, il numero di planimetria generale, che individua in maniera univoca il fabbricato e la denominazione tipica dell'immobile e viene archiviata con un codice identificativo, che segue una numerazione progressiva.

La scheda è suddivisa in tre sezioni principali che sono:

- Sezione "I": vengono raccolti i dati relativi alla localizzazione del componente e delle informazioni dimensionali dello stesso;
- Sezione "II": vengono raccolte le informazioni relative ai materiali componenti l'elemento tecnico, secondo la scomposizione tecnologica di seguito descritta;
- Sezione "III": vengono raccolte le informazioni relative alle condizioni d'uso del componente, in virtù del rilievo del degrado e del suo stato definito in virtù dei prefissati parametri di gravità, estensione ed urgenza di intervento, i possibili degradi antropici riscontrabili, il livello prestazionale dell'elemento in esame, secondo la classificazione nei 5 livelli da 0 a 4 prefissati nella fase di valutazione del degrado.

La scheda viene completata da un'articolazione dedicata alle annotazioni varie mentre un'ulteriore parte è dedicata ai documenti fotografici. La documentazione fotografica relativa a vedute d'insieme e particolari, atti a documentare lo stato di conservazione e di degrado deve essere codificata in modo da agevolare la raccolta e la consultazione. Ogni fotografia viene

indicata singolarmente attraverso un codice di ripresa cioè un numero con cui è individuata.

5.5.2.1. Scomposizione tecnologica degli elementi tecnici

Pareti Perimetrali Verticali

Per l'elemento in oggetto, si deve necessariamente riferire l'analisi ai tre sistemi costitutivi principali, più o meno complessi, a loro volta scomponibili in ulteriori strati ed elementi funzionali:

- **Supporto** – Può essere elemento strutturale oppure a sua volta solo di tamponamento. La sua funzione consiste:
 - se è *portato*, nel separare e proteggere l'ambiente interno da quello esterno, isolandolo termicamente ed acusticamente, nel sopportare i carichi dovuti al peso degli strati ad esso vincolati, i sovraccarichi dovuti alla pressione e depressione del vento ed i carichi dovuti agli urti accidentali che si possono produrre sull'interno o sull'esterno della parete stessa;
 - se è *portante*, oltre alle funzioni precedenti deve avere funzioni statiche rispetto all'equilibrio complessivo dell'edificio, deve cioè sopportare i carichi propri e di esercizio statici e dinamici complessivi della costruzione.
- **Sistema di ancoraggio** – E' l'elemento o l'insieme degli elementi e dei dispositivi che hanno la funzione di assicurare il fissaggio dei diversi strati tra loro e all'elemento di supporto. La progettazione dei sistemi di rivestimento, dai tipi tradizionali a quelli più innovativi, vede il suo punto centrale nel collegamento tra l'elemento di rivestimento e la struttura di supporto. Può

essere costituito da prodotti applicati a umido (malte o collanti a base di resine) e/o a secco (profili, zanche, rivetti) la cui scelta va fatta considerando le numerose variabili del sistema e tenendo presente che tutti gli elementi adottati devono essere tra loro compatibili.

- **Rivestimento** – E' l'insieme, più o meno complesso, di strati funzionali, parte integrante delle chiusure verticali, aventi come funzione primaria quelle di proteggere gli edifici dagli agenti atmosferici e dalle sollecitazioni esterne cui sono sottoposti nonché di garantire al sistema di chiusura una uniformità di aspetto con eventuale, non ultima, funzione decorativa e rappresentativa. I rivestimenti possono essere realizzati con una vasta gamma di prodotti, dai materiali lapidei ai metallici , ceramici e plastici, che oltre alle funzioni base sopra citate possono assolverne anche altre più specifiche.

La normativa UNI 8979 “Edilizia – Pareti Perimetrali Verticali – Analisi degli strati funzionali”, utilizzata nella fase di concezione e progettazione di un sistema di chiusura, individua i seguenti strati funzionali:

- Strato di barriera al vapore: tende ad impedire il passaggio del vapore d'acqua per controllare il fenomeno della condensa all'interno della parete – Materiali componenti: lamine metalliche associate a materiali bituminosi, fogli a base di polimeri, altri;
- Elemento o strato di collegamento: elemento avente funzione di assicurare il collegamento di uno strato portato all'elemento

- portante – Materiali componenti: chiodi, ganci, viti, tasselli ad espansione, zanche metalliche, malte di ancoraggio, adesivi, altro;
- Strato di diffusione o egualizzazione del vapore: impedisce la formazione di pressioni anomale all'interno della parete, conseguenti ad evaporazione di acqua occlusa – Materiali componenti: intercapedine d'aria, fogli a base di prodotti bituminosi, strati di intonaco granigliato;
 - Strato di protezione: strato collocato all'esterno della parte con funzione di protezione dagli agenti atmosferici od eventuale funzione decorativa – Materiali ceramici, lastre in vetro o fibrocemento, lamiera plastiche o metalliche, tegole bituminose, elementi di schiuma poliuretana;
 - Strato di rivestimento interno: strato avente funzione di soddisfare esigenze di aspetto all'interno della parete - Materiali componenti: intonaci cementizi, a base di gesso, fogli di materiali vinilico o carta, elementi ceramici, lastre di cartongesso, laminati plastici, pitture o prodotti vernicianti, altro;
 - Strato di isolamento termico: avente funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della chiusura – Materiali componenti: pannelli in fibra di vetro o polimeri, lamiera granulari in perlite o pomice, lamiera cellulari in schiume sintetiche o vetro o sughero, lamiera in calcestruzzo preformato o polimeri in laterizio alveolato, strati di materiali sciolti realizzati in sito come perlite, argilla espansa, materiale schiumoso come il poliuretano;

- Elemento portante: elemento avente funzione di sopportare i carichi dovuti al peso proprio degli strati ad esso vincolati ed i sovraccarichi dovuti alla pressione o depressione del vento e o carichi dovuti al urti accidentali sull'interno o esterno della parte stessa – Materiali componenti: pareti in c.a. gettate in opera, cemento armato prefabbricato, pareti in laterizio, strutture in acciaio, strutture in legno;
- Strato di regolarizzazione: strato avente funzione di ridurre le irregolarità superficiali dello strato sottostante – Materiali componenti: intonaci civili, compositi a base di gesso, strutture lignee o metalliche;
- Strato di ripartizione dei carichi: avente funzione di sopportare e trasmettere i carichi concentrati – Materiali componenti: intonaci o cementiti armati, intonaci con rete di armatura, strutture secondarie di legno o metalliche, lastre rigide, altro;
- Strato di tenuta all'aria: avente funzione di conferire alla chiusura una prefissata impermeabilità all'acqua ed alla pressione del vento – Materiali componenti: intonaci, cementiti, membrane, lastre di materiali vari, prodotti sigillanti;
- Strato di ventilazione: avente funzione di contribuire al controllo delle caratteristiche idrometriche della chiusura attraverso ricambi di aria naturali o forzati – Materiali componenti: strutture metalliche o lignee, tramezzature in gesso, paramenti in laterizio, altro;
- Strato di protezione al fuoco: avente funzione di portare al valore richiesto la resistenza globale della chiusura al fuoco – Materiali

componenti: lastre di cartongesso, intonaci miscelati con fibre di amianto su rete di supporto, grigliati portaintonaco, materiali ignifughi, altro;

- Strato di accumulazione termica: avente funzione di portare al valore richiesto le caratteristiche di inerzia termica globali della chiusura – Materiali componenti: muratura in mattoni, blocchi in laterizio, calcestruzzo.

Le pareti perimetrali nel caso in specie presentano i seguenti strati funzionali:

1. finitura interna
2. strato di rivestimento interno
3. strato termoisolante
4. elemento portante
5. strato di rivestimento esterno
6. finitura esterna

Infissi Esterni Verticali

La normativa UNI 8979 “Edilizia – Chiusura Verticali – Classificazione e terminologia dei serramenti esterni verticali” fornisce la seguente classificazione dei componenti principali:

- Anta: elemento apribile:
 - tamponamento: elemento di vetro racchiuso e sostenuto del telaio dell’anta, atto a permettere la trasmissione dell’energia radiante;
- Telaio fisso: elementi fissato direttamente alla parete o al controtelaio e sul quale sono montante una o più ante;

- montanti e traverse del telaio fisso;
 - finitura dei montanti e traverse del telaio fisso;
- gocciolatoio;
- Coprigiunto: elemento di copertura del giunto fra parete e telaio fisso (manca se il telaio fisso ha una sagoma atta a ricoprire il giunto) – (attacco tra telaio e parete);
- Accessori e guarnizioni: elementi complementari alla parte strutturali del serramento esterno che consentono funzioni specifiche (vincoli, organi di manovra, ecc);
- Schermo:
 - Persiana avvolgibile: schermo posto all'esterno del serramento, composto da un telo, che scorre entro due guide laterali, da un rullo orizzontale superiore, sul quale si avvolge il telo e dagli accessori di manovra:
 - telo
 - guide di scorrimento
 - cassonetto
 - accessori e guarnizioni

Gli infissi nel caso in specie presentano i seguenti elementi funzionali:

1. anta
2. telaio fisso
3. coprigiunto
4. finitura dei profilati
5. elementi di tamponamento
6. elementi di oscuramento esterni (avvolgibile)
7. accessori e guarnizioni

Coperture

La normativa UNI 8178 “Edilizia – Coperture – Analisi degli elementi e strati funzionali” e la normativa UNI 8089/80 ” Edilizia - Coperture e relativi elementi funzionali - Terminologia” forniscono la seguente classificazione dei componenti principali:

- Elemento di tenuta: avente funzione di conferire alla copertura una prefissata impermeabilità all’acqua meteorica resistendo a sollecitazioni fisiche, meccaniche e chimiche indotte dall’ambiente esterno e dall’uso – Materiali componenti: fogli di bitumi o polimeri, paste di mastice d’asfalto, bitumi, catrami, polimeri, altro;
- Elemento termoisolante: avente funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura – Materiali componenti: calcestruzzo alleggerito, perlite espansa, argille espanse, pannelli in fibra di vetro o polimeri, lamiere granulari in perlite o pomice, lamiere cellulari in schiume sintetiche o vetro o sughero, lamiere in calcestruzzo preformato o polimeri o laterizio alveolato, strati di materiale sciolto realizzato in sito come perlite, argilla espansa, materiale schiumoso come il poliuretano;
- Elemento portante: avente funzione di sopportare i carichi permanenti ed i sovraccarichi della copertura – Materiali componenti: soletta gettata in opera di calcestruzzo armato o precompresso, lastre prefabbricate di calcestruzzo armato o precompresso, strutture in acciaio strutture in legno, altro;

- Elemento di collegamento: avente funzione di assicurare il collegamento tra strati contigui – Materiali componenti: chiodi, rivetti, viti, adesivi, saldature, altri;
- Elemento di supporto: avente funzione di permettere l'appoggio di un elemento o di uno strato – Materiali componenti: cordoli di malta di cemento, profilati metallici, listelli di legno, tavolato di legno, soletta in calcestruzzo, argilla espansa, calcestruzzo alleggerito, pannelli di materiali isolanti termici, altro;
- Strato di barriera al vapore: avente funzione di impedire il passaggio del vapore d'acqua per controllare il fenomeno della condensa all'interno della copertura – Materiali componenti: lamine metalliche e materiali bituminosi, fogli a base di polimeri, altro;
- Strato di continuità: avente funzione di realizzare una superficie continua su uno strato discontinuo - Materiali componenti: calcestruzzo armato o no, conglomerato bituminoso, asfalto colato, fogli di materiali bituminosi, altri.
- Strato di eguaglianza della pressione al vapore: avente funzione di impedire la formazione di pressioni anomale all'interno della copertura, conseguenti ad evaporazione di acqua occlusa – Materiali componenti: fogli bituminosi rivestiti su una faccia con granuli di idonea dimensione, altro;
- Strato di imprimitura: avente funzione di modificare le caratteristiche superficiali fisico-chimiche dello strato

- sottostante – Materiali componenti: soluzione bituminosa, di catrame, di polimeri, altro;
- Strato di ripartizione dei carichi: avente funzione di permettere allo strato sottostante di sopportare i carichi previsti – Materiali componenti: fogli di elevata resistenza meccanica bitumati, strato di calcestruzzo armato o no, strato di conglomerato bituminoso, altro;
 - Strato di pendenza: avente funzione di portare la pendenza della copertura al valore richiesto – Materiali componenti: calcestruzzo alleggerito;
 - Strato di protezione: avente funzione di controllare le alterazioni conseguenti a sollecitazioni meccaniche, fisiche, chimiche e con eventuale funzione decorativa – Materiali componenti: pitture, strato di materiale in scaglie, fogli bitumati, strato di ghiaia, strato di malta, lastre di calcestruzzo gettate in opera, piastrellature, altro;
 - Strato di regolarizzazione: avente funzione di ridurre le irregolarità superficiali dello strato sottostante – Materiali componenti: malta cementizia, malta bituminosa, fogli bitumati, altro;
 - Strato di schermo al vapore: avente funzione di ridurre il passaggio del vapore d'acqua per controllare il fenomeno della condensa all'interno della copertura – Materiali componenti: fogli di bitume, polimeri, altro;
 - Strato di separazione e/o scorrimento: avente funzione di evitare interazioni di carattere fisico e/o chimico tra strati

- contigui – Materiali componenti: strato di sabbia, fogli bitumati, fogli organici sintetici o inorganici, paste bituminose o di polimeri, strato di latte di calce, altro;
- Strato di tenuta all'aria: avente funzione di ricontrollare il passaggio dell'aria dall'ambiente esterno verso gli ambienti sottostanti la copertura – Materiali componenti: fogli bitumati, fogli sintetici, elementi piani di laterizio, altro;
 - Strato di ventilazione: avente funzione di contribuire al controllo delle caratteristiche idrometriche della copertura attraverso ricambi d'aria naturali o forzati – Materiali componenti: elementi delimitanti camere d'aria realizzati in muretti e tabelloni, laterizi forati, sottotetto, altro;
 - Strato drenante: avente funzione di raccogliere e smaltire l'acqua pervenuta all'interno della copertura – Materiali componenti: argilla espansa, ghiaia, fogli bituminosi rivestiti su una faccia con granuli di idonea dimensione, altro;
 - Strato filtrante: avente funzione di trattenere materiale polvilureto, pur lasciando libero il passaggio delle acque meteoriche – Materiali componenti: fogli di poliestere, altro;
 - Strato filtrante: avente funzione di trattenere materiale polvilureto, pur lasciando libero il passaggio delle acque meteoriche – Materiali componenti: fogli di poliestere, altro;

Anche per questo elemento sono stati presi in considerazione solo gli strati principali. I primi tre strati sono sempre presenti in una copertura, mentre gli altri dipendono dalla soluzione tecnica adottata. Si possono distinguere strati principali con funzioni autonome e spesso responsabili

del soddisfacimento di un requisito, e complementari, con funzioni ausiliarie rispetto alla reale funzionalità della copertura.

Secondo la UNI 8089/80 oltre l'elemento di tenuta e l'elemento portante, ha funzione primaria l'elemento termoisolante.

Gli strati principali hanno funzione di:

1. Tenuta all'acqua
2. Barriera al vapore
3. Isolamento termico
4. Isolamento acustico
5. Assorbimento acustico
6. Portante

che sono i principali requisiti che rientrano nella classe di requisito "benessere". Dalle casistiche analizzate gli strati funzionali principali dell'elemento in oggetto sono:

1. Elemento portante o supporto
2. Tipologia di fissativo per manto impermeabile
3. Tipologia di coprigiunto/protettivo e livellante del piano di posa
4. Tipologia di strato di egualizzazione della pressione/fissaggi meccanici
5. Tipologia di strato impermeabilizzante
6. Tipologia di strato di protezione del manto/strato protettivo dell'elemento termoisolante
7. Tipologia di strato di supporto del rivestimento/strato di rivestimento

Balconi

Non esistono dei riferimenti bibliografici che consentono la disamina dell'elemento balcone nelle sue diverse articolazioni e, pertanto, una sua scomposizione per parti elementari è avvenuta per funzione e per diversa esposizione ad agenti sollecitanti, cui potessero associarsi classi omogenee di anomalie:

- Rivestimento o finitura dell'estradosso;
- Strato di compensazione;
- Strato di impermeabilizzazione;
- Strato di separazione e scorrimento;
- Strato di regolarizzazione e pendenze;
- Strato portante;
- Rivestimento intradosso e frontalino;
- Finitura intradosso;
- Finitura frontalino.

Alcune definizioni, relative a tali componenti, sono tratte dalla norma UNI 7998 "Edilizia - Pavimentazioni – Terminologia" e sono riportate di seguito:

- **Pavimentazione** – sottosistema parziale avente funzione principale di consentire alla pavimentazione predeterminate prestazioni meccaniche, chimiche, fisiche, di benessere e di sicurezza;
- **Strato di compensazione** – mono o multistrato avente la funzione di ancorare il rivestimento, di compensare le quote, le pendenze, gli errori di planarità e, eventualmente, di incorporare gli impianti;

- **Strato portante:** strato avente la funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche impresse dai carichi alla pavimentazione;
- **Strato impermeabilizzante:** strato avente la funzione di conferire alla pavimentazione o ai suoi elementi una prefissata impermeabilità ai liquidi o ai vapori;
- **Strato di scorrimento:** strato avente la funzione di rendere compatibili eventuali scorrimenti differenziati tra gli strati contigui della pavimentazione.

5.5.3 Individuazione degli agenti e formalizzazione della diagnosi

Ai fini dell'individuazione delle cause delle anomalie riscontrabili sui vari elementi tecnici, risulta efficace un'analisi preliminare dei possibili agenti.

In relazione alla presenza di quest'ultimi, esclusiva o combinata, in relazione alla propria natura ed all'intensità di manifestazione, si richiama il contenuto della norma UNI 8290 la quale, nella sua parte 3, fornisce un elenco dei principali agenti che sollecitano il sistema tecnologico così come classificato nella UNI 8290-1.

La norma richiama, infatti, una serie di agenti, con una classificazione in base alle categorie di seguito individuate:

- Agenti naturali (sono quelli legati alle condizioni ambientali esterne al sistema edilizio non legati all'intervento dell'uomo);
- Agenti artificiali (sono quelli legati alle condizioni ambientali esterne al sistema edilizio modificate dall'intervento dell'uomo);

- Agenti dovuti alla concezione degli edifici (sono quelli legati da scelte tipologiche e/o tecnologiche operative per ottenere determinati comportamenti di ambienti ed oggetti edilizi);
- Agenti dovuti alla utilizzazione degli edifici (sono quelli legati alle attività svolte nell'ambito degli organismi edilizi: uso non corretto ed impropria manutenzione);

E' essenziale sottolineare come la presenza di un agente non costituisca condizione necessaria e sufficiente per il manifestarsi dell'anomalia, ma questa insorge solo allorché il componente presenti un difetto sensibile al predetto agente. Ciascun agente è correlato ad uno o più fattori, che rappresentano il campo disciplinare di riferimento per interpretare la natura e gli effetti delle azioni stesse. Definiti gli agenti presi in considerazione ed i rispettivi fattori di degrado è possibile associare a ciascun fattore le relative azioni ed i conseguenti effetti.

Per supportare l'operatore nella fase di diagnosi, prima, e di formalizzazione della diagnosi, dopo, è stata condotta una ricerca bibliografica finalizzata alla raccolta sintetica delle più tipiche sequenze azione-effetto riscontrate in letteratura, relativamente agli elementi tecnici oggetto dell'indagine¹³.

La procedura deve, sempre e comunque, partire dalla disamina di tutti i sintomi, per poi prendere in considerazione tutte le possibili cause ed individuare per esclusione quella principale e la sua origine, onde decidere la tipologia di attività manutentiva più idonea.

¹³ La principale fonte per la menzionata ricerca bibliografica è stata il testo di M. Nicoletta, Programmazione degli interventi in edilizia, UNI – Milano, 2003, dove sono riportati per alcuni elementi tecnici la maggior parte dei fattori e le relative azioni ed effetti.

A titolo di esempio si riportano le menzionate tabelle per l'elemento tecnico PPV:

Agente	Categorie di Azioni			
	Naturali	Artificiali	Dovute alla concezione degli edifici	Dovute alla utilizzazione degli edifici
Acqua	di condensa di dilavamento ghiaccio nebbia Nebbia salina neve pioggia umidità Vapore d'acqua	di dilavamento di infiltrazione acqua usata nebbia salina	di condensa di dilavamento di infiltrazione	di condensa di rifiuto
Anidridi	Anidride carbonica	Anidride carbonica Anidride solforica Anidride solforosa	Anidride solforica Anidride solforosa	Anidride carbonica
Aria	aria in movimento moti convettivi pressione atmosferica vento	moti convettivi	aria in movimento moti convettivi	aria in movimento moti convettivi
Calore/Temperatura	ΔT Giornaliero ΔT Stagionali ΔT Annuali Irraggiamento	Irraggiamento	Irraggiamento	Irraggiamento

		ΔT Esterno - Interno	ΔT Esterno - Interno Calore dell'aria di apparecchiature	ΔT Esterno - Interno Calore dell'aria di apparecchiature
	Sbalzo termico	Sbalzo termico	Sbalzo termico	Sbalzo termico
Composti Chimici	solforati solforati	Acqua regia diluenti inquinamento solforati solforati	calce diluenti inquinamento malte e materiali da costruzione solforati solforati	Acqua ossigenata Acqua regia Ammoniaca detergenti diluenti inquinamento fumi inchiostro inquinamento sapori schiume detergenti
Vegetazione superiore	microflora	microflora	microflora	microflora
Vento	correnti d'aria	turbolenze indotte dalla conformazione	turbolenze indotte da localizzazione e tipologia di fabbricato	

Tabella 5.13: Correlazione tra fattori ed agenti

AZIONI	EFFETTI
carichi statici	fessurazioni e rotture
carichi dinamici	distacchi
urti e sollecitazioni	deformazioni e variazioni dimensionali
variazioni termiche giornaliere	alterazione cromatica
variazioni termiche stagionali	alterazione della finitura superficiale
variazioni termiche annuali	efflorescenza
irraggiamento	erosioni
gelo/disgelo	deformazioni e variazioni dimensionali
Neve	fessurazioni e rotture
Pioggia	distacchi
Vento	formazione di patine biologiche
	alterazione cromatica
esposizione ai punti cardinali	alterazione della finitura
esposizione alle atmosfere marine	efflorescenze
esposizione alle atmosfere rurali	erosioni
esposizione alle atmosfere industriali	formazione di patine biologiche
Rumore	fessurazioni
vibrazioni	
attacco di insetti	alveolizzazione
attacco di funghi, alghe e licheni	comparsa di funghi, di pellicole, di patine
vegetazione superiore	vegetali e microflora
irraggiamento solare	alterazione cromatica
	fessurazioni
variazioni di temperatura	Alterazione della finitura superficiale
DT esterno - interno	efflorescenze
calore dell'aria	erosioni
di apparecchiature	deformazioni e variazioni dimensionali
sbalzo termico	fessurazioni e rotture
irraggiamento	distacchi
calore corporeo	formazione di patine biologiche

Tabella 5.14: Correlazione tra azioni ed effetti

5.5.4 Scheda Diagnostica

La raccolta delle informazioni derivanti dalla fase diagnostica avviene per mezzo di una “scheda diagnostica”, opportunamente predisposta al fine di archiviare in maniera omogenea i dati desunti dalle ispezioni periodiche, programmate sulla base di considerazioni legate alle prestazioni del componente e a valutazioni del livello di degrado. La scheda risulta essere strutturata come di seguito descritto:

1. codice di archiviazione della scheda
2. individuazione del componente oggetto dell'ispezione
3. immagine di dettaglio dell'anomalia, con spazio dedicato per eventuali annotazioni
4. localizzazione
5. individuazione dell'anomalia con spazio dedicato alla descrizione della stessa
6. possibili cause
7. spazio riservato al compilatore

Tale strumento consente l'archiviazione del dato, che costituisce memoria storica per la disamina del comportamento del componente nel tempo e l'analisi dell'anomalia, onde individuare in maniera efficace l'attività manutentiva.

SCHEDE DI FORMALIZZAZIONE DELLA DIAGNOSI			
Classe di unità tecnologica:	Chiusura		Codice Scheda
Unità tecnologica:	Chiusura verticale		C_CV_PPV_RE_M_5_PG
Elemento tecnico:	Parete perimetrale verticale		Codice Scheda di Rilevato
Componente:	Rivestimento esterno		
			
Immagine			
Localizzazione	Prospetto Sud - in prossimità vertice fabbricato prossima a N_8_PG		
Anomalia	Descrizione Anomalia		
<i>Biracca del Rivestimento Esterno</i>	distacco diffuso del rivestimento esterno; fenomeni in stato avanzato con strati di supporto ormai a vista		
Fattore	climatica		
Azione	pioggia e variazioni termiche (giornaliere, stagionali, annuali)		
Cause individuabili	variazioni termometriche, umidità		
Estensione	<30%	Livello prestazionale	3
Note		Data	
		Rilevatore	

Tabella 5.15: Scheda di formalizzazione della diagnosi

5.6 Sezione clinica

A completamento del percorso metodologico, viene di seguito descritta la fase clinica, quella in cui, sulla base delle informazioni raccolte nelle precedenti fasi, vengono individuate le attività manutentive più efficaci.

5.6.1 Le tipologie di attività manutentive

A valle della valutazione delle condizioni d'uso del componente, si ottiene l'attribuzione di un punteggio sintetico a 5 livelli, ciascuno dei quali corrisponde ad una macro categoria di attività manutentiva.

Degrado	Prestazioni	Tipologia Interventi e Controlli
Stato 0	Livello 0	a- Ispezione
Stato 1	Livello 1	b - Pulizia
Stato 2	Livello 2	c - Ripristino
Stato 3	Livello 3	d- Sostituzione Parziale
Stato 4	Livello 4	e- Sostituzione Totale

- *Ispezione*: intervento finalizzato sia al controllo della congruenza fra previsioni di piano e effettivo comportamento in servizio, sia alla strategia di manutenzione secondo condizione: in entrambi i casi è mirato alla individuazione di anomalie che preludono ad imminenti compromissioni di sicurezza, igiene, agibilità in generale;
- *Pulizia*: intervento di tipo epidermico, o perché apportato su parti per loro natura di finitura, o perché riguardante gli strati più superficiali di parti che tali non sono. Sono interventi non invasivi, a bassissimo o nullo coinvolgimento tecnologico di altre parti;
- *Riparazione*: intervento mirato alla eliminazione delle condizioni iniziali, pur quando le prestazioni conseguite non risultano ad esse

rispondenti (ma comunque superiori al livello minimo prefissato), da eseguire nell'ottica di prolungare la vita media della parte fino all'intervento di sostituzione totale;

- *Sostituzione parziale/integrazione*: intervento nel quale una parte dell'elemento, del sottosistema o del sistema, viene rimossa in quanto non sono più sufficienti o possibili interventi superficiali o di riparazione, ovvero nel quale la rimozione dell'anomalia e/o del difetto risulta inefficace in assenza dell'aggiunta di nuove parti o comunque della modifica complessiva del sottosistema o del sistema;
- *Sostituzione totale*: coincide con la “morte” dell'elemento e dunque ne identifica il ciclo di vita: la sua totale sostituzione dà il via ad una nuova programmazione, che ne dovrà considerare nuovamente la vita media.

Ciò rappresenta l'insieme degli aspetti **tecnologici** di un piano di manutenzione, ovvero la parte dello stesso in cui si individua il “come” attuare l'attività manutentiva.

L'altro aspetto rilevante di un programma di manutenzione è quello **cronologico**, ovvero quello che tende ad individuare, per ciascuna della attività che si è prescelto di inserire all'interno del programma stesso, “quando” eseguirle.

Si riporta a titolo esemplificativo una tabella riepilogativa delle azioni manutentive in riferimento all'elemento tecnico Parete Perimetrale Verticali – Rivestimento – Intonaco¹⁴.

¹⁴ M. Nicolella, op. cit.

INTONACO			
AZIONE		DESCRIZIONE SINTETICA	FREQUENZA
Controllo	Controllo a vista	Verifica dell'uniformità cromatica e della presenza di depositi, efflorescenze, macchie croste, sfarinamenti ed altre alterazioni superficiali	2-4 anni
Controllo	Controllo a vista	Verifica della presenza di distacchi, fessurazioni, rigonfiamenti, infiltrazioni di umidità. Tali verifiche possono avvalersi di indagini a percussione, ultrasuoni e termografie, pull-out	2-4 anni
Controllo	Controllo a vista e strumentale	Verifica di eventuali danni al supporto	5-10 anni
Intervento	Pulizia	Pulizia e rimozione di macchie, incrostazioni, depositi superficiali. La pulitura può essere manuale o chimica. La scelta dipende dal tipo di finitura.	5-7 anni
Intervento	Tinteggiatura	Rifacimento dello strato di finitura ed applicazione di pittura. L'intervento deve essere preceduto da un'adeguata preparazione del supporto che in generale dovrà essere spolverato, raschiato ed, eventualmente, stuccato e levigato al fine di renderlo perfettamente complanare. La scelta della finitura va fatta in relazione alle prestazioni che si vogliono ottenere nelle specifiche condizioni di esposizione; occorre inoltre tener conto anche compatibilità dei materiali a contatto	10-15 anni
Intervento	Consolidamento dell'intonaco esistente	Nell'ipotesi di intonaci antichi o di un certo pregio è possibile prevedere un consolidamento dell'intonaco esistente mediante micro-iniezioni di adesivi	all'accorrenza
Intervento	Riprese	Sostituzione o integrazione di parti degradate con estensione limitata. Le parti degradate devono essere rimosse senza danneggiare quelle integre e previa pulizia del fondo con mezzi manuali o meccanici onde rimuovere detriti, polveri e residui delle lavorazioni precedenti; la ripresa deve essere eseguita con malte che abbiano medesime caratteristiche fisiche e meccaniche di quelle in opera e che siano eventualmente additivate per assicurare l'adesione ed evitare l'insorgere di fessurazioni tra il vecchio ed il nuovo	10-15 anni
Intervento	Ripristino parziale	Rifacimento dello strato più esterno e della finitura	15-20 anni
Intervento	Ripristino totale	Rimozione mediante spicconatura dell'intonaco degradato e rifacimento secondo le modalità e le tecnologie previste dal capitolato	20-25 anni

Tabella 5.16:

Il sistema informativo necessita, pertanto, di un'integrazione dedicata alla individuazione degli interventi, che ne consenta la programmazione sotto il profilo tecnologico e cronologico.

Il percorso metodologico definito nel presente studio si avvale, per la sezione clinica, integralmente delle pubblicazioni sull'argomento ritrovabili in letteratura, rappresentando, pertanto, un archivio di informazioni utilizzabili per la programmazione delle attività.