



Università Politecnica delle Marche  
Facoltà di Ingegneria

---

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

**La Manutenzione Aeronautica e la  
Gestione della Documentazione,  
Sviluppo e Implementazione di un  
Progetto di Transizione Digitale**

---

**Aeronautic Maintenance and Records  
Management,  
Development and Implementation of a  
Digital Transition Project**

Relatore:

**Maurizio Bevilacqua**

Tesi di Laurea di:

**Lorenzo Iacopini**

**A.A 21/22**



Università Politecnica delle Marche  
Facoltà di Ingegneria

---

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

**La Manutenzione Aeronautica e la  
Gestione della Documentazione,  
Sviluppo e Implementazione di un  
Progetto di Transizione Digitale**

---

**Aeronautic Maintenance and Records  
Management,  
Development and Implementation of a  
Digital Transition Project**

Relatore:

**Maurizio Bevilacqua**

Tesi di Laurea di:

**Lorenzo Iacopini**



## INDICE

1. INTRODUZIONE.....	1
1.1. Mecaer Aviation Group.....	1
2. ENTI E NORMATIVE DI MANUTENZIONE AERONAUTICA .....	4
2.1. ICAO.....	4
2.2. EASA .....	4
2.3. ENAC.....	7
2.4. ARMAEREO .....	7
3. MANUTENZIONE AERONAUTICA .....	9
4. FLUSSO DI LAVORO MAG.....	11
4.1. Prima Fase.....	14
4.2. Seconda fase.....	15
4.3. Terza Fase .....	18
5. TIROCINIO .....	20
5.1. Esito del Tirocinio.....	22
6. PROGETTO.....	24
6.1. Introduzione .....	24
6.2. Criticità del flusso di lavoro.....	24
6.3. Miglioramenti che il Progetto porta .....	24
6.4. Dove Collaboro – Progetto Demetra.....	27
6.5. Modifiche .....	28
6.6. Strumenti di project management .....	31
6.7. Documentazione per Utenti.....	32
6.8. Sviluppo Fase II .....	34
7. IL PROJECT MANAGEMENT .....	35
7.1. Il Sotto Progetto Di Demetra.....	37
7.2. Il Project Charter .....	38
7.3. Project Management Plan .....	39
7.3.1 Piano di gestione dell’ambito .....	40
7.3.2 WBS.....	43
7.3.3 Piano di Gestione della Schedulazione .....	44
7.3.4 Piano di Gestione delle Comunicazioni .....	47
7.3.5 Piano di Gestione degli Stakeholders.....	48
7.3.6 Piano di Gestione dei Rischi .....	49
7.4. Complessità del progetto.....	52
7.5. Dirigere e Gestire il lavoro del progetto.....	55

7.6. Monitorare e Controllare il lavoro del progetto .....	55
7.7. Chiudere il progetto .....	56
8. CONCLUSIONI E RISULTATI FINALI.....	58
Bibliografia e Sitografia.....	59

# 1. INTRODUZIONE

L'obiettivo di questo elaborato è esporre la mia esperienza di tirocinio svolta presso la *Mecaer Aviation Group S.p.a.* dove ho collaborato e partecipato attivamente con tutte le funzioni presenti in ingegneria di manutenzione aeromobili, per un periodo di sei mesi.

## 1.1. Mecaer Aviation Group

La Mecaer Aviation Group S.p.a., brevemente *MAG* è un'azienda del settore aeronautico nata nel 1992 dall'unione di due storiche società italiane *SIAI Marchetti-Agusta* di Borgomanero (NO) e dalla *ex Breda Nardi* di Monteprandone (AP); è specializzata nella progettazione e costruzione di sistemi di equipaggiamenti tecnologici primari destinati ai settori: elicotteristico (come sistemi di atterraggio, sistemi di controllo di volo, sistemi di attuazione idraulica, meccanica, elettroidraulica ed elettromeccanica) e ala fissa (come aerei di medio-piccole dimensioni, principalmente business jet e velivoli addestratori, nonché di sistemi tecnologico-funzionali di cabina per gli interni velivolo).

MAG è inoltre un fornitore internazionale leader di soluzioni per sistemi e servizi aeronautici nei mercati dell'elicottero, dell'aviazione d'affari e dell'aviazione generale, con molte approvazioni e qualifiche da agenzie di regolamentazione ed organizzazioni militari.

Il Gruppo è composto da due Business Unit Strategiche: "Integrated Aircraft Systems", che comprende le due linee di business Actuation & Flight Control Systems e Landing Systems, e "Aircraft Services" che comprende le due linee di business Cabin Interiors e Aircraft MRO e Mission Customization.

La prima Business Unit Strategica, "Integrated Aircraft Systems", è focalizzata sullo sviluppo e la produzione di sistemi primari per l'Attuazione e l'Atterraggio; essa è a sua volta suddivisa in due Business Lines:

1. Actuation & Flight Control Systems : MAG offre una gamma completa e ampia di apparecchiature per l'attuazione e il controllo di volo. Grazie ad accordi consolidati con università, laboratori e centri di ricerca, riesce a garantire innovazione, affidabilità e qualità di tutte le attrezzature.
2. Landing Systems : MAG è un integratore di sistemi di carrelli di atterraggio

La seconda Business Unit Strategica, “Aircraft Services”, è focalizzata sulla progettazione e sviluppo, nonché sulla manutenzione e personalizzazione, degli interni delle cabine. Offre una gamma completa di servizi di completamento, ristrutturazione e MRO (*Maintenance, Repair, and Overhaul*), per fornire ai clienti finali o agli operatori un aeromobile che soddisfi i requisiti della loro specifica missione. Anche questa come la precedente è formata da due business lines:

1. Cabin Interior: Specializzata negli interni per aerei aziendali, VIP e VVIP, sistemi medici di emergenza.
2. Aircraft MRO & Mission Customization: MAG fornisce manutenzione e personalizzazione per ottenere la migliore soluzione per soddisfare le richieste di qualsiasi tipo di cliente e operatore.

I teams specializzati MAG sono in grado di installare kit o attrezzature personalizzate e di offrire servizi aerei completi presso le strutture MAG. Il know-how MAG si estende a tutti gli elementi chiave dell'interior design della cabina: comfort ed ergonomia, qualità e dettagli, intrattenimento in volo, controllo acustico e delle vibrazioni.

MAG fornisce ai clienti un supporto MRO completo, essendo certificata EASA e FAA Part 145, con tempi di consegna ottimizzati e costi competitivi. È inclusa anche la progettazione, l'installazione e l'integrazione di pacchetti avionici per soddisfare specifici requisiti di missione.

MRO sta per Maintenance, Repair and Overhaul, comprendendo tutta una serie di attività volte a garantire l'aeronavigabilità continua di un aeromobile o di una sua parte, compresa la revisione, l'ispezione, la sostituzione, la rettifica dei difetti e l'attuazione delle modifiche, il rispetto delle direttive di aeronavigabilità e la riparazione, sia in campo civile che militare.



*Figure 1 MAG Monteprendone*



*Figure 2 Hangar di Manutenzione*

## **2. ENTI E NORMATIVE DI MANUTENZIONE AERONAUTICA**

### **2.1. ICAO**

Se ogni paese del mondo avesse regole e norme proprie, volare sopra i confini internazionali non sarebbe per nulla semplice, fortunatamente quasi tutti i Paesi del mondo hanno stabilito degli standard internazionali per l'aviazione. Così durante la Conferenza Internazionale dell'Aviazione Civile (ICAC) del 1944 svoltasi a Chicago, con l'obiettivo di raggiungere uno sviluppo sostenibile del Sistema globale dell'aviazione civile, è stato fondato l'ICAO, International Civil Aviation Organization.

Sebbene ogni paese mantenga il controllo su chi può volare nel proprio spazio aereo, l'ICAO redige standard internazionali, fornisce pratiche operative e sviluppa principi e tecniche della navigazione aerea internazionale. Attualmente conta 193 paesi di tutto il mondo. L'assemblea, ossia il massimo organo direttivo si riunisce ogni 3 anni per eleggere i membri del Consiglio, i quali andranno a fissare gli obiettivi strategici da perseguire.

L'ICAO pubblica la propria attività normativa attraverso gli Allegati Tecnici o anche detti Allegati ICAO, che contengono sia "Standards Practices" sia "Recommended Practices". Per le prime l'osservazione è obbligatoria mentre per le seconde è raccomandata, anche se con il passare del tempo molto spesso vengono elevate a Standards

Inoltre, l'ICAO produce i cosiddetti Docs, che rappresentano i decreti attuativi degli annessi, i cui contenuti sono volontariamente generici e ampi.

### **2.2. EASA**

Un ambito come l'aviazione e l'industria aeronautica non può essere slegato da tematiche come quello della sicurezza e della tutela ambientale, le quali devono essere recepite grazie all'attuazione di normative ed organismi.



L'EASA, Agenzia Europea per la Sicurezza Aerea, è l'Agenzia dell'Unione Europea il cui ruolo è quello di attuare i più elevati standard di sicurezza e protezione ambientale nell'aviazione civile. Nasce grazie al Basic Regulation (Regolamento di Base) del Parlamento Europeo n.159/2002 rilasciato il 15/07/2002 (poi aggiornato dal n.2018/1139 rilasciato il 04/07/2018) ed è costituito da due regolamenti di secondo livello che ne vanno a commentare le relative modalità attuative.

I due regolamenti, il 1702/2003 ed il 2042/2003, o anche conosciuti come Implementation Rules sono costituiti da un articolato e da uno o più documenti detti Parts. Quest'ultime sono divise in due sezioni, le quali vanno ad illustrare in primis i requisiti che devono essere soddisfatti dai soggetti aeronautici (sezione A) e poi le procedure che devono essere seguite dalle autorità competenti (sezione B). Invece, nell'articolato si va a definire il campo di applicazione, gli obiettivi periodi di transizione con la normativa vigente e le rispettive date di entrata in vigore.

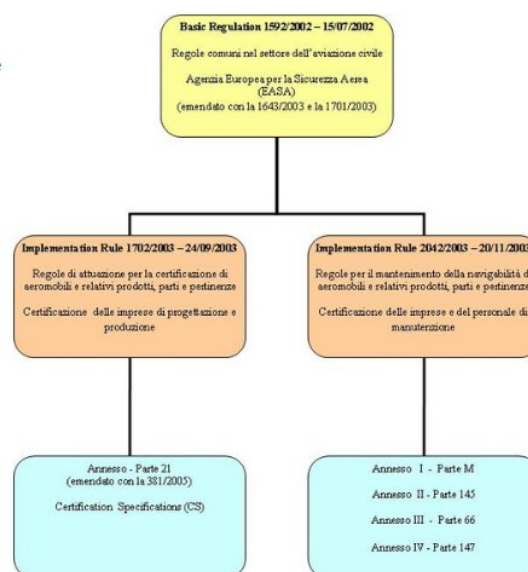


Figure 3 Basic Regulation

L'Implementation Rule 1702/2003 ha come annesso la Parte 21, che stabilisce i requisiti e le procedure per la certificazione dell'aeromobile, dei prodotti, delle parti e pertinenze e delle organizzazioni di produzione e progettazione. Sempre nella 1702/2003 vengono

introdotte le “Certifications Specifications “(Specifiche di Certificazione o CS) per garantire l'applicazione uniforme delle norme comuni. L'altro regolamento di secondo livello (2042/2003), tratta invece il mantenimento dell'aeronavigabilità dei prodotti aeronautici e la certificazione delle imprese e del personale di manutenzione, che secondo l'ultimo aggiornamento normativo è così suddiviso:

1. Parte M: il mantenimento in stato di aeronavigabilità dei prodotti aeronautici.
2. Parte 145: la certificazione delle imprese che effettuano manutenzione.
3. Parte 66: il rilascio delle licenze di manutentore aeronautico.
4. Parte 147: la certificazione delle scuole che effettuano l'addestramento tecnico del personale di manutenzione.
5. Parte T: si applica agli aeromobili immatricolati in un paese terzo (significa un paese non UE) e la cui sorveglianza non è stata delegata a uno Stato membro.
6. Parte ML: stabilisce i requisiti per garantire che gli "aeromobili leggeri" rimangano idonei al volo e siano in condizioni di operare in sicurezza. Stabilisce inoltre le responsabilità delle persone e delle organizzazioni coinvolte nelle attività relative al mantenimento dell'aeronavigabilità di questi aeromobili.
7. Parte CAMO: stabilisce i requisiti che un'organizzazione deve soddisfare per qualificarsi per il rilascio o continuazione di un certificato per la gestione del mantenimento dell'aeronavigabilità di un aeromobile e di componenti per l'installazione.
8. Parte CAO: introduce una nuova “Maintenance and Airworthiness Management Organisation” per gli "aeromobili leggeri" La parte CAO fornisce una nuova serie di requisiti per un'organizzazione di aeronavigabilità, la quale può svolgere attività CAMO o attività di manutenzione, o entrambe, ma limitatamente ad aeromobili non complessi.

Di conseguenza tutte le imprese che effettuano manutenzione su prodotti, parti o pertinenze aeronautiche sono soggette alla Parte 145.

Grazie a questo regolamento è stato possibile far fronte alla necessità di fornire regole comuni al settore dell'aviazione civile Europea su: Livelli di sicurezza, Movimento di beni e servizi, Cooperazione con paesi terzi, Standard di qualità.

Si può affermare che i regolamenti, le direttive, le decisioni e le raccomandazioni adottate dall'UE sono il risultato del lavoro svolto dal triangolo istituzionale costituito da Parlamento, Consiglio dell'UE, Commissione Europea.

L'EASA lavorando insieme alla Commissione propone nuove direttive; le quali verranno proposte al Parlamento e al Consiglio per poi essere emanate ai Paesi membri dell'UE una volta approvate.

### **2.3. ENAC**

L'ENAC, Ente Nazionale per l'Aviazione Civile, è l'autorità italiana di regolamentazione tecnica, vigilanza e certificazione del settore dell'aviazione civile sottoposta al controllo del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Ha la sua sede principale a Roma, ma con un organico di circa mille unità, fra cui cento ingegneri, diversi ispettori di volo e piloti con diversi anni di esperienza presso operatori aerei.

Il suo obiettivo è quello di garantire la sicurezza del volo e dei passeggeri trasportati sia durante le operazioni aeronautiche sia a terra in ambito aeroportuale. La sicurezza fa riferimento a due aspetti, il primo si riferisce all'incolumità delle persone coinvolte nelle operazioni aeronautiche, il secondo invece implica la prevenzione e neutralizzazione di atti di interferenza illecita nei confronti del sistema di aviazione civile sia in Aeroporto sia a bordo degli aeromobili.

In aggiunta a fare da garante alla qualità dei servizi resi all'utente e i diritti del passeggero, seguendo le indicazioni dell'UE, stila la Carta dei diritti del passeggero e la Carta dei servizi dei gestori aeroportuali e redige il Programma di Manutenzione (PdM). Quest'ultimo descrive gli interventi di manutenzione programmata e le frequenze con cui tali interventi devono essere eseguiti, al fine di garantire la "Continuing Airworthiness" di un particolare aeromobile.

### **2.4. ARMAEREO**

La Direzione degli Armamenti Aeronautici e per l'Aeronavigabilità (ARMAEREO) è l'ente nazionale militare che cura gli aspetti di aeronavigabilità degli aeromobili non civili. Armaereo provvede:

- all'ammissione alla navigazione aerea degli aeromobili delle Forze Armate e dei Corpi Armati dello Stato mediante la certificazione di tipo aeromobile e la loro

immatricolazione nel Registro degli Aeromobili Militari (RAM), di cui cura la custodia e l'aggiornamento previa verifica della configurazione approvata e dei requisiti di aeronavigabilità;

- Si occupa dell'emanazione della normativa tecnica e alla formazione relativa all'aeronavigabilità; allo svolgimento e rappresentanza negli organismi nazionali e internazionali della funzione esclusiva di Autorità di aeronavigabilità militare italiana, individuata e definita all'art. 745 del codice della navigazione aerea;
- all'approvvigionamento degli aeromobili delle Forze Armate e dei Corpi Armati dello Stato, delle armi, delle munizioni, degli armamenti, delle apparecchiature e degli equipaggiamenti formanti parte integrante e inscindibile dei sistemi d'arma aeronautici, dei materiali di aviolancio e, ove richiesto, dei carbolubrificanti di uso aeronautico;
- alla sovrintendenza delle attività di studio, progettazione, sviluppo tecnico, costruzione, produzione, trasformazione, ammodernamento e alle indagini tecniche sui materiali di competenza

### **3. MANUTENZIONE AERONAUTICA**

La manutenzione dell'aeromobile può essere definita in diversi modi e quanto segue può aiutare a comprenderne i diversi aspetti:

"Quelle azioni necessarie per ripristinare o mantenere un articolo in condizioni di servizio, inclusi assistenza, riparazione, modifica, revisione, ispezione e determinazione delle condizioni". [Glossario delle operazioni tecniche di World Airlines]

"La manutenzione è l'azione necessaria per sostenere o ripristinare l'integrità e le prestazioni dell'aeroplano" [Hessburg, 2001]

"La manutenzione è il processo per garantire che un sistema svolga continuamente la sua funzione prevista al livello di affidabilità e sicurezza progettato". [Kinnison e Siddiqui, 2013]

La manutenzione aeronautica fa riferimento a tutte quelle attività che sono necessarie al mantenimento delle condizioni di aeronavigabilità dell'aeromobile; con più precisione si fa riferimento ad ispezioni, revisioni, riparazioni, sostituzioni, prove, modifiche ed a lavori di rettifica degli inconvenienti, in applicazione del Programma di Manutenzione e di quant'altro reso obbligatorio dall'ENAC e dalle Autorità responsabili della certificazione dei prodotti.

Anche nella fase di progetto preliminare la manutenzione è presente, vengono infatti introdotte le politiche di manutenzione dei componenti, come per esempio l'accessibilità per gli operatori nelle fasi di montaggio e smontaggio di parti, la possibilità di controllare loro i rispettivi Serial Number e Part Number, l'intervallo di sostituzione delle parti, l'opportunità di poter utilizzare attrezzature, e molto altro. Ogni componente o accessorio è identificato durante tutta la sua vita dal numero di serie univoco, non solo durante la fase di utilizzo, ma anche durante la permanenza in magazzino

È fondamentale e necessario affinché venga mantenuta la massima sicurezza che ogni singolo componente dell'aeromobile venga controllato. Proprio per questo motivo durante ogni sosta di manutenzione, dopo ogni volo, vengono raccolte le segnalazioni fatte sul QTB, quaderno tecnico di bordo.

L'esecuzione dei lavori di manutenzione è scandita da alcuni parametri:

1. LIC Limite Impiego Calendariale
2. LOF Limite Ore Funzionamento
3. DUR Da Ultima Revisione, detto anche TBO/TSO (Time between/since Overhaul)

La manutenzione può essere di due tipi:

1. Preventiva o programmabile, scheduled maintenance.
2. Reattiva o correttiva, unscheduled maintenance.

La Scheduled Maintenance è prescritta nel manuale di manutenzione; è necessario che ogni produttore di aeromobili crei un manuale di manutenzione per il proprio mezzo. La manualistica dell'aeromobile viene redatta come parte integrante del processo di certificazione, in particolare il manuale di manutenzione viene concepito sulla base di esperienze di utilizzo di prodotti simili e grazie a questo il progettista stima gli intervalli secondo i quali un particolare componente debba essere ispezionato. È pertanto considerata un'attività programmata e viene eseguita ad intervalli regolari sulla base dei parametri sopra menzionati. Questi possono essere eseguiti a esempio ogni 25,50,100,500 ore di funzionamento oppure dopo un determinato intervallo temporale di mesi o anni. Grazie a questo tipo di interventi è possibile accertare che l'elicottero sia idoneo al volo andando ad ispezionare i vari componenti verificando lo stato di usura e l'integrità di quest'ultimi.

L'Unscheduled Maintenance viene eseguita quando sorge un problema imprevisto con l'aeromobile durante l'utilizzo operativo oppure in seguito alla manutenzione programmata, ovvero durante i controlli di routine. Esempi di manutenzione non programmata durante la vita operativa potrebbero essere i seguenti: uno pneumatico usurato, una perdita di olio dal carrello di atterraggio, una pompa non funzionante o problemi di prestazione del motore durante il volo. Una volta accertato un problema, il pilota lo segnala su QTB, in modo che il tecnico lo possa risolvere in seguito e prima del prossimo volo. A questo punto, l'aeromobile non potrà volare fino a quando i problemi non verranno risolti e questo non sarà ritenuto idoneo al volo dal tecnico.

## 4. FLUSSO DI LAVORO MAG

In MAG vengono eseguiti in accordo alla part 145 lavori di scheduled e unscheduled maintenance per gli aeromobili per i quali l'azienda è stata approvata dall'autorità nazionale e riportati nel certificato di approvazione.

In questo capitolo si andrà a sintetizzare il processo di lavoro MAG (divisione AS, MRO), questo ha rilevante importanza ai fini del mio ruolo durante il tirocinio che ho svolto e al successivo progetto a cui ho preso parte e i relativi vantaggi che esso andrà ad introdurre. In particolare, durante il tirocinio ho appreso e approfondito i ruoli e le mansioni presenti negli uffici di ingegneria di manutenzione, questo mi ha consentito di comprendere appieno il flusso di lavoro della documentazione di manutenzione e quindi grazie a ciò, potermi in seguito integrare nel progetto in cui sono stato coinvolto come parte attiva.

La divisione Maintenance Repair and Overhaul di Monteprandone opera sia nel campo civile che in quello militare, su elicotteri e parti; è conveniente distinguere l'evento manutentivo in ingresso in base al cliente, se civile o governativo/militare, poiché differenti sono le procedure di avvio e conclusione delle attività, più rapide per i primi, più burocratiche e formali per gli altri. Ove non diversamente specificato, s'intende sempre che il cliente di riferimento sia governativo.

Al fine di semplificarne la lettura, è conveniente suddividere l'intero flusso di lavoro in tre fasi distinte e sequenziali: la prima fase riguarda le procedure iniziali, preparatorie e propedeutiche alla manutenzione; la seconda fase è relativa all'ispezione e quello che sarà in seguito definito il "Loop d'ispezione" nonché degli aspetti logistici coinvolti; infine, la terza fase comprende i lavori di linea volo che porteranno poi alla consegna.

L'intero super-processo o flusso manutentivo viene rappresentato in Figura 4 nella sua completezza per dare un'idea della complessità, ma successivamente per l'analisi delle tre fasi verrà utilizzata una sua versione semplificata per una maggiore chiarezza. Viene utilizzato questo tipo di rappresentazione poiché meglio si presta a questo tipo di descrizione, in quanto in un'analisi preliminare è risultato evidente che il flusso di lavoro MRO per sua peculiarità non è lineare o predittivo, ma piuttosto variabile per dimensioni, tempi e processi in base alle caratteristiche dell'aeromobile in esame e con percorsi di attraversamento variabili sulla base dell'esito delle ispezioni e lavorazioni. La simbologia scelta serve ad individuare le caratteristiche intrinseche di ogni elemento del diagramma,

il colore individua la funzione coinvolta, la forma il tipo di elemento e l'eventuale supporto informatico del dato.



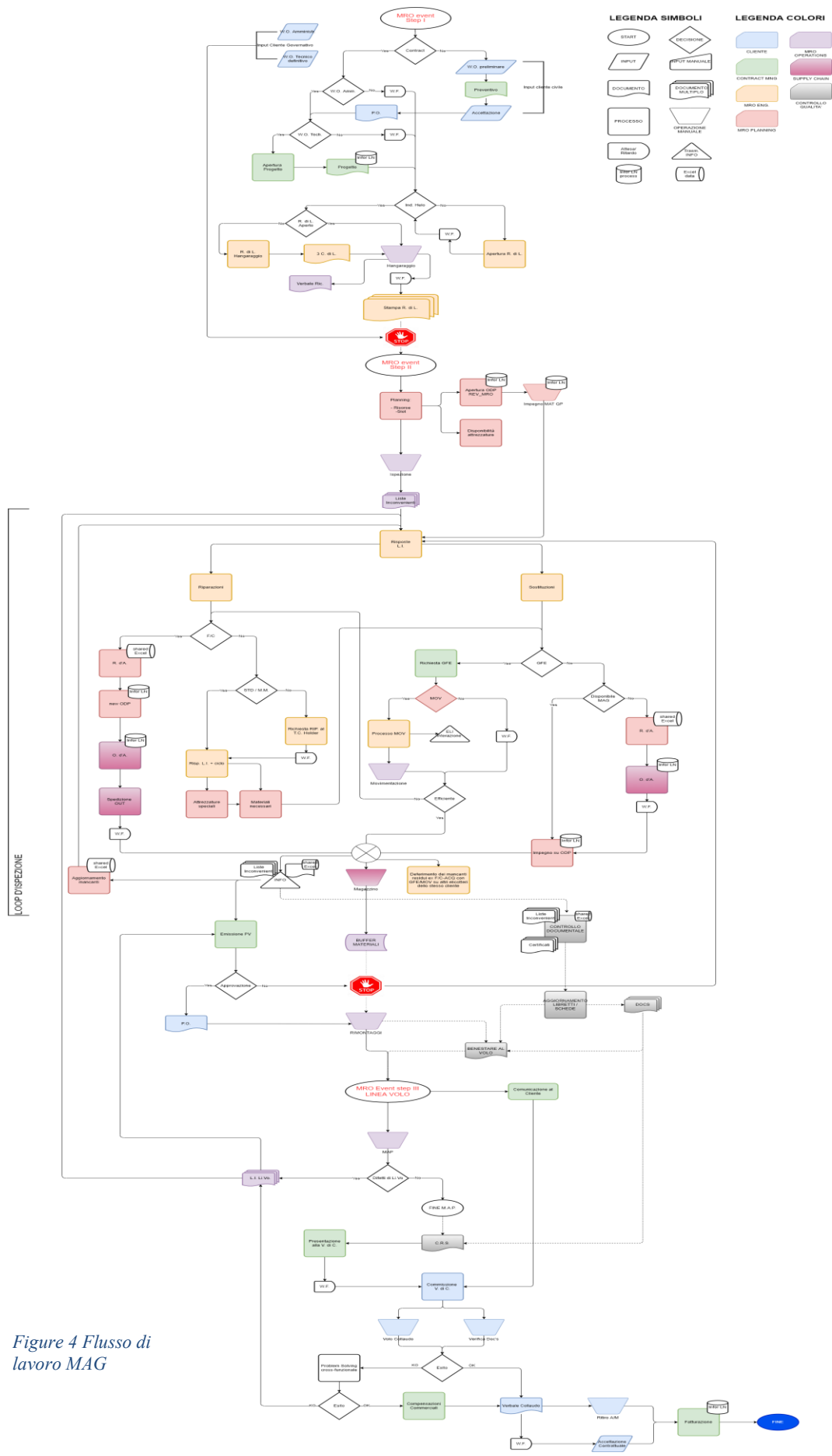


Figure 4 Flusso di lavoro MAG

#### 4.1. Prima Fase

Ogni evento manutentivo comincia con una richiesta o contratto, accompagnata da un ordine di manutenzione (Work Order WO) di contenuto prettamente tecnico.

##### LEGENDA COLORI

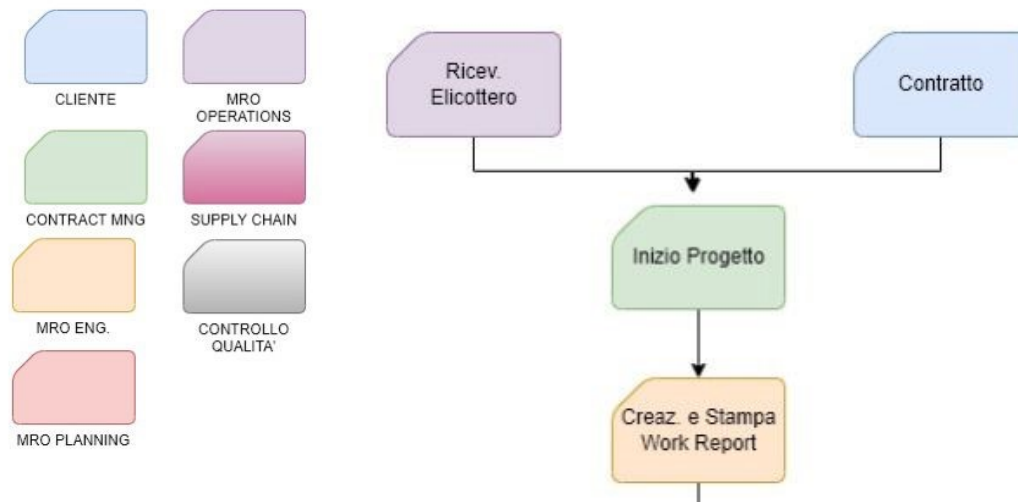


Figure 6 Prima Fase

Per la clientela di tipo civile, si avranno delle procedure certamente più snelle di acquisizione degli ordinativi e contratti, così come con l'approvazione dei preventivi e consuntivi, nonché per l'accettazione finale delle lavorazioni; per il resto, ai fini della definizione del flusso non ci sono differenze sostanziali. Per i primi, questa può essere una mail di richiesta con allegato W.O.(CAMO), il cliente governativo invierà invece una richiesta amministrativa con allegato W.O. tecnico.

Da questo punto in poi i clienti civili e governativi sottostaranno allo stesso percorso; tre sono gli elementi necessari per l'inizio effettivo dell'intervento manutentivo:

1. Richiesta amministrativa
2. W.O. tecnico
3. Presenza dell'elicottero

Questi tre elementi subentrano in momenti diversi e non sempre secondo l'ordine di elencazione soprariportato; ogni volta che quest'ordine logico non viene rispettato si

dovrà gestire un'eccezione. Nei casi in cui, per motivi legati a scadenze dell'elicottero o a causa di inceppamenti burocratici, l'aeromobile dovesse arrivare prima, questo dovrà comunque essere ricevuto; pertanto, effettuata l'accettazione del velivolo secondo le procedure previste dal cliente, l'aeromobile verrà preservato e posizionato in hangar in attesa delle attività manutentive.

L'inizio del progetto è un'operazione che si effettua nell'ERP aziendale e in seguito condivisa con tutte le funzioni aziendali. Invece non è così per ciò che riguarda la documentazione tecnica; infatti, dopo la creazione del Progetto, con l'ordine tecnico, la funzione ingegneria di manutenzione si occuperà di creare il Rapporto di Lavoro. Tutte le attività manutentive sono sempre riferibili a task di manutenzione richiamati all'interno del manuale di manutenzione dell'aeromobile. Il W.O. del cliente è basato sul programma di manutenzione dell'aeromobile, e questo può variare in base al cliente ma anche da un elicottero all'altro per le caratteristiche intrinseche dello stesso; infatti, differenze possono esserci sulla base della motorizzazione, degli equipaggiamenti installati e dell'utilizzo prevalente. Quindi l'attività di ingegneria si occuperà in questa fase del delicato lavoro di traduzione degli insiemi di task richiesti dal cliente in cartoni di lavoro MAG, nella redazione del programma di lavorazione, che costituisce il cross reference tra i due documenti e infine della produzione di svariati altri documenti il cui insieme costituisce il Rapporto di Lavorazione.

Ad oggi il rapporto di lavoro è su supporto cartaceo e non contenuto all'interno dell'ERP aziendale, poiché questo non è specificatamente pensato per le realtà di tipo manutentivo, ma solo per quelle di tipo produttivo, e pertanto i cartoni di lavoro non possono essere gestiti digitalmente né personalizzati sulla base delle informazioni di commessa.

Tutti i file dei Cartoni di lavoro usati oggi in manutenzione sono custoditi in un archivio sul server aziendale, sotto forma di file ad accesso esclusivo dell'ingegneria di manutenzione che provvede a tenere aggiornati, per poi essere personalizzati e stampati all'occorrenza.

## **4.2. Seconda fase**

In questa fase si racchiudono tutte le operazioni sull'elicottero dentro l'hangar di manutenzione e i processi propedeutici a queste. Il Rapporto di Lavoro è input per la programmazione che provvede all'impegno dei materiali programmati; vengono in questa fase predisposti gli opportuni ordini di produzione (ODP) necessari alla gestione degli

impegni/prelievi di materiali nella commessa e degli eventuali fuori casa (F/C). Risulta evidente a questo punto l'uso promiscuo che viene fatto dell'ERP tenendo separate la parte istruzioni (su supporto cartaceo) dalla parte materiali (su ERP). In seguito, secondo quanto pianificato dalla programmazione e dal Maintenance Manager, sarà assegnata la squadra di manutenzione e inizieranno le procedure di ispezione programmata dell'elicottero. Per tutta la durata della fase ispettiva i tecnici manutentori effettueranno i task manutentivi descritti nel R. di L., ne firmeranno l'esecuzione ed elencheranno eventuali discrepanze sulle liste inconvenienti (Manutenzione reattiva); queste, su supporto cartaceo, saranno anch'esse compilate manualmente e a fine ispezione verranno processate dall'ingegneria ove di sua competenza.

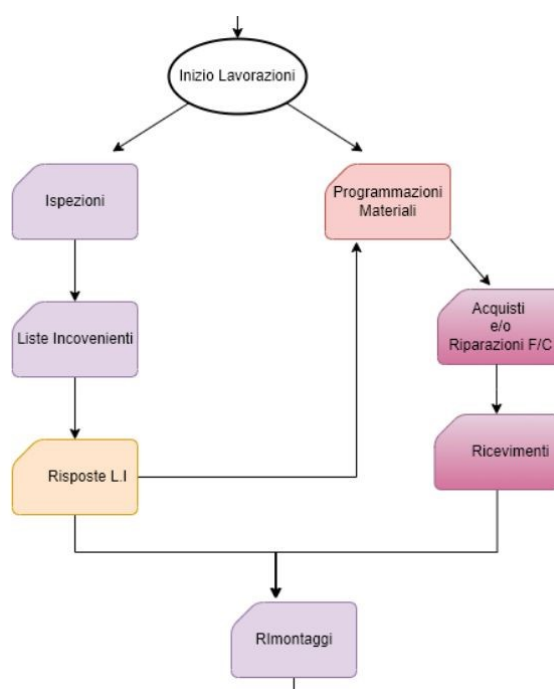


Figure 7 Seconda fase

Durante le ispezioni, accade spesso che il processo di segnalazione difetti spesso deve essere supportato dall'ingegneria e contestualmente dalla programmazione, al fine di velocizzare l'acquisizione di particolari riconosciuti critici fin da subito.

La routine che va dall'ispezione alle risposte alle Liste Inconvenienti e alle relative azioni di programmazione e supply chain è una serie di processi possibilmente da eseguire in modo iterativo con il fine di avviare il processo logistico di acquisizione di beni e servizi in sovrapposizione alle ispezioni. La parallelizzazione delle attività aiuta gestire meglio i tempi di attraversamento dell'intera manutenzione, dilatati nella maggior parte dei casi a causa dei lunghi lead time di approvvigionamento; tuttavia, ciò non sempre è possibile

per molteplici cause e viene fatto in serie alla fine delle ispezioni cercando nei limiti del possibile di anticipare le azioni di acquisto per tutte le parti di scarto già determinate dai tecnici.

La casistica della difettologia riscontrata si divide in due grandi famiglie; le sostituzioni dei componenti danneggiati o scaduti (LIC/LOF) e le riparazioni possibili per componenti definiti “riparabili” per gli stessi motivi. Della gestione di questi materiali si occuperà prevalentemente la programmazione, che ad oggi processa e gestisce tutte le L.I. in un file excel.

È possibile distinguere diverse attività che vengono svolte nella “Fase Due”:

1. Le Sostituzioni
2. Le Riparazioni

Per quanto riguarda le sostituzioni è necessario per prima cosa identificare, nel caso dei clienti governativi, se trattasi di sostituzioni GFE (Government Furnished Equipment), ovvero di parti provenienti dai magazzini dei clienti governativi. A volte il GFE viene “donato” dagli altri elicotteri già in manutenzione presso l’hangar, ma in uno stato di avanzamento lavori generalmente più arretrato rispetto all’elicottero “ricevente”; in questi casi si parla di “movimentazioni”

Invece nel caso in cui non sia necessaria una sostituzione si può procedere con una riparazione; le riparazioni sono classificate come interne ed esterne. Le riparazioni esterne sono destinate a quelle tipologie di difetti per i quali le abilitazioni/know how posseduto non è sufficiente. Per questa categoria di riparazioni l’ingegneria emette un ciclo di riparazione definito “Fuori Casa” o conto lavoro terzi (F/C – C/L) contenente i dettagli della lavorazione richiesta, dati identificativi della parte e la certificazione richiesta. Le riparazioni interne, di qualsiasi entità, possono essere a loro volta classificate in riparazioni di tipo standard e non-standard. Le prime sono quelle per le quali le operazioni sono già definite nella manualistica applicabile e per le quali l’ingegneria di manutenzione provvederà nell’adattare tali istruzioni su un ciclo di lavoro allegato alla segnalazione inconveniente stessa comprendente operazioni e una DB di materiali associata. Per le non-standard, generalmente si tratta di riparazioni di grande entità strutturale o complesse ricerche guasti; queste vengono sottoposte alla valutazione della direzione tecnica del Type Certificate Holder (detentore del Progetto dell’aeromobile).

Analogamente al caso precedente, le istruzioni ricevute dal TCH vengono anch'esse riportate in un ciclo di lavoro.

### 4.3. Terza Fase

Il passaggio dall'hangar di manutenzione alla linea volo segna l'ultima fase del flusso; vengono effettuate alla fine della fase precedente le ultime installazioni come le pale e le cappottature, de-preservati gli impianti, installati gli accessori per il tracking and balance ed effettuato il rifornimento di carburante e l'aeromobile viene trasferito. Nel frattempo, il certifying staff, allertato per tempo dalla programmazione e dal Maintenance Manager, ha eseguito tutti i controlli documentali necessari per il benessere al volo; quindi, si può procedere alle operazioni di MAP (Messa a punto) dell'elicottero. Nella maggior parte dei casi, soprattutto con gli elicotteri vetusti, in seguito alle prime accensioni si risconteranno delle inefficienze di funzionamento agli impianti elettro-avionici e idraulici. In questo caso si emetteranno delle L.I. di linea volo che dovranno essere processate come nei casi precedenti; quindi, il flusso rimanda al loop d'ispezione per includere tutte le eventualità della casistica riscontrabile. Il documento di rilascio in servizio segna la conclusione dei lavori consentendone il collaudo e il ritiro concludendo così il flusso di manutenzione.

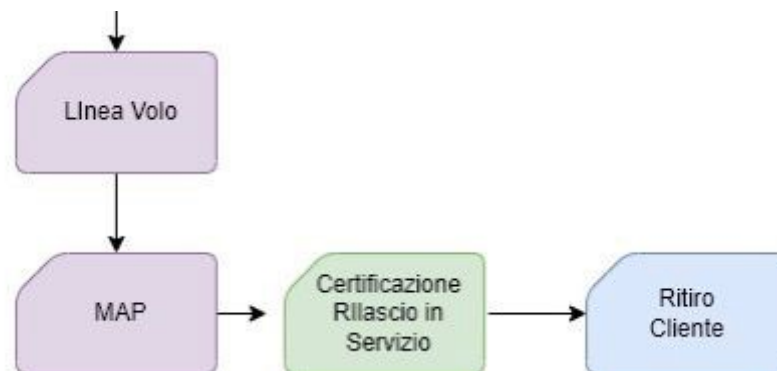


Figure 8 Terza Fase



*Figure 9*



*Figure 10*

## 5. TIROCINIO

Durante l'esperienza di tirocinio presso MAG dove aver compreso il flusso di lavoro e aver approfondito alcune posizioni che ne fanno parte, ho svolto alcune attività inerenti all'ingegneria. È importante ricordare che tutte le attività di manutenzione fanno riferimento a task che si trovano all'interno del manuale di manutenzione del particolare aeromobile in esame. Uno dei compiti dell'ingegneria è quello di tradurre la richiesta lavori del cliente in istruzioni di lavoro organizzate secondo cartoni di lavoro, i quali verranno consultati dai tecnici per svolgere le attività; queste insieme ad altra documentazione, andranno a comporre il rapporto di lavoro. Ogni cartone di lavoro presenta un frontespizio sul quale vengono riportate delle informazioni relative al tipo di istruzioni contenute, la sorgente manualistica e all'aeromobile su cui andrà eseguito. Poi nelle pagine seguenti troviamo in cascata l'elenco dei task da eseguire per quella particolare ispezione ordinati secondo logica consequenziale e accompagnati da una sezione adibita alla firma e all'inserimento della data per ognuno di essi che ne testimonia l'esecuzione.

Per una parte del mio tirocinio in azienda, per meglio comprendere la logica e l'importanza di una corretta compilazione e del corretto utilizzo della manualistica di riferimento, mi sono occupato della stesura dei cartoni di lavoro relativi alle ispezioni speciali dell'elicottero HH412C, facendo riferimento al manuale AER.1H-AB412CC-6. Mi sono occupato della stesura di cartoni di lavoro di ispezioni programmate, e speciali. Le ispezioni speciali, così come le programmate, devono essere eseguite dopo un determinato numero di ore di volo dell'elicottero o dopo un determinato numero di ore di funzionamento di alcune installazioni o al raggiungimento di alcune scadenze calendariali, ma a differenza delle altre, queste si aggiungono alle normali ispezioni programmate, in conseguenza di particolari equipaggiamenti presenti, utilizzi o prescrizioni date dal costruttore o dall'autorità e in seguito recepite nella normale manualistica.

A titolo di esempio riporto una sezione del manuale e come le informazioni contenute in esso sono state poi inserite nel cartone di lavoro; si precisa che non è possibile utilizzare direttamente il manuale perché poco versatile nell'utilizzo di officina, sia nella consultazione che nell'apposizione dei dati di esecuzione (firme tecnici e raccolta dati e misurazioni) e di conseguenza tutte le informazioni che consentono la tracciabilità della manutenzione.



- 8-4. Controllare l'installazione martinetti comando del passo ciclico e collettivo come segue:
- Ispezionare i giunti universali per gioco.
  - Ispezionare le bussole della leva di comando dei martinetti e i relativi bulloni per usura e gioco.
  - Riserrare i dadi di fissaggio dei martinetti ai supporti superiori.
  - Ispezionare la minuteria di fissaggio dei supporti inferiori martinetto alla struttura per allentamenti.
  - Ispezionare i cuscinetti inferiori dei martinetti per gioco.
  - Rimuovere i bulloni di fissaggio dei martinetti ai supporti inferiori. Controllare l'allineamento dei martinetti con i supporti inferiori. Non si devono riscontrare carichi laterali sui cuscinetti di estremità. Reinstallare i bulloni di fissaggio dei martinetti ai supporti inferiori. (Riferirsi al manuale AER.1H-HH-412A/HH-412C/HH-412D/CC-2).
  - Ispezionare i martinetti di servo-comando rotore principale e rotore di coda per perdite e sicurezza. Pulire tutte le superfici lucidate con un panno che non si sfilacci.
  - Ispezionare le aste ed i parapolvere per condizioni e sicurezza.
  - Ispezionare le aste per usura e sicurezza.

Figure 11 Esempio dal Manuale di Manutenzione HH412

Come si può notare, oltre ad una trascrizione delle operazioni da effettuare e all'aggiunta di spazi appositi necessari a facilitare la firma da parte dell'operatore una volta eseguito il task, sono stati aggiunti, dove necessari, spazi per la registrazione di misurazioni e la possibilità di firmare l'ispezione indipendente. Si parla d'ispezione indipendente quando si è di fronte a un'operazione che deve essere ricontrollata un'ulteriore volta da un operatore differente una volta eseguita. Questo perché particolarmente importante per la sicurezza. In questo caso specifico si fa riferimento ai comandi di volo.

1070a	f. Rimuovere i bulloni di fissaggio dei martinetti ai supporti inferiori. Controllare l'allineamento dei martinetti con i supporti inferiori. Non si devono riscontrare carichi laterali sui cuscinetti di estremità. Reinstallare i bulloni di fissaggio dei martinetti ai supporti inferiori. (Riferirsi al manuale AER.1H-HH-412A/HH-412C/HH-412D/CC-2per procedura e valore serraggio). Serrati a _____, chiave dinamometrica s/n _____ <b>Ispezione indipendente</b> _____	_____	_____	_____
1080	8-5. Ispezionare i gruppi freno magnetico per movimenti delle viti di fissaggio dei fine corsa e attuator1e rotante per danni e sicurezza.	_____	_____	_____
1090	8-6. Controllare sui martinetti idraulici, i supporti cuscinetto di attacco al supporto superiore per sicurezza e incrinature nella zona circostante. Alzare il soffietto e controllare per corrosione il supporto cuscinetto e l'alloggiamento. Assicurarsi che il foro di drenaggio nel supporto cuscinetto non sia ostruito.	_____	_____	_____
1100	8-7. Controllare l'asta comando equilibratore, supporti e minuteria di fissaggio per corrosione, usura e danni.	_____	_____	_____
1110	8-8. Ispezionare l'aletta sul bordo di uscita dell'equilibratore e verificare che formi un angolo di $16^{\circ} \pm 1/4^{\circ}$ verso il basso, rispetto alla superficie superiore dell'equilibratore. Angolo rilevato _____ Clinometro s/n _____	_____	_____	_____

Figure 12 Cartone di Lavoro

sono racchiuse nella Critical Maintenance Tasks, una tabella utile all'ingegneria nella fase di compilazione dei cartoni di lavoro, dove le macroaree di task soggetti a tale controllo, sono catalogati per capitolo ATA.

N°	Critical Maintenance tasks- Helicopter	Eligibility
1.	ATA 18: Mast Vibrations Absorber installation	A109S, AW109SP, AW139
2.	ATA 22: Aircraft stability control systems (autopilots and flight director)	NH500, A109serie, AB412, AW139
3.	ATA 26: Engine fire extinguisher installation	A109serie, AB412, AW139
4.	ATA 28: Aircraft stability control systems (fuel transfer systems)	AB412SP, AB412EP
5.	ATA 53: Tail boom installation	NH500, A109serie, AB412, AW139
6.	ATA 62: Main rotor head, blades and rotating controls installation	NH500, A109serie, AB412, AW139
7.	ATA 63: Main drivetrain installation (Shaft, mast, transmission, supports, rotor brake)	NH500, A109serie, AB412, AW139
8.	ATA 64: Tail rotor hub and blade and rotating controls installation	NH500, A109serie, AB412, AW139
9.	ATA 65: Tail rotor drivetrain installation (Shaft, transmission, supports)	NH500, A109serie, AB412, AW139
10.	ATA 67: Flight controls installation and rigging	NH500, A109serie, AB412, AW139
11.	ATA 71: Engine installation	NH500, A109serie, AB412, AW139
12.	ATA 76: Engine controls installation and rigging	NH500, A109serie, AB412, AW139

N°	Critical Maintenance tasks- Engine	Eligibility
13.	ATA 73: Fuel system component installation	RR250-, PT6T-, PW200serie, PT6C-

N°	Critical Maintenance tasks- Components	Eligibility
14.	ATA 62: Main rotor	head, blades and rotating controls
15.	ATA 63: Main drivetrain	Shaft, mast, transmission, supports, rotor brake
16.	ATA 64: Tail rotor	head, blades and rotating controls
17.	ATA 65: Tail rotor drivetrain	Shaft, transmission, supports
18.	ATA 67: Flight controls	Road, road end, bearings, levers
19.	ATA 76: Engine controls installation and rigging	Road, road end, bearings, levers

Figure 13 Critical Maintenance Task

In questa tabella si fa riferimento alla numerazione ATA che è uno standard di riferimento comune per la documentazione degli aeromobili commerciali, l'aspetto unico dei numeri dei capitoli ATA è che sono rilevanti per tutti gli aeromobili consentendo di raggruppare i sistemi aeronautici in sezioni. Questo standard è riconosciuto in tutto il mondo dell'aviazione con il nome di ATA100. Attraverso i 100 capitoli, vengono dettagliati diversi sistemi e procedure degli aeromobili, consentendo al personale di comprendere alcune aree degli aeromobili commerciali in modo rapido e semplice. I capitoli ATA forniscono anche informazioni sulle parti, a vantaggio di tecnici di riparazione, aerei di linea, fornitori e vari altri su quali parti sono, cosa fanno, come ripararle e altro ancora.

## 5.1. Esito del Tirocinio

Durante tutta l'esperienza di tirocinio ho avuto modo di approfondire dettagliatamente il flusso logico utilizzato in questa azienda di manutenzione, nonché entrare nei dettagli di determinate aree, come a esempio tutto ciò che riguarda la compilazione delle istruzioni di manutenzione, nonché della consultazione dei diversi manuali: MPM, MM, IPC, CMM e delle diverse tipologie di manualistica applicabile su linea civile o militare. Ho avuto la possibilità di maturare una esperienza lavorativa importante e certamente poco comune, tanto che mi è stata offerta la possibilità di poter continuare a collaborare all'interno

dell'ufficio di ingegneria di manutenzione all'implementazione di un progetto, che consiste nella digitalizzazione del processo manutentivo.

## **6. PROGETTO**

### **6.1. Introduzione**

Il Progetto, già avviato, con cui ho avuto l'opportunità di collaborare durante la mia esperienza di tirocinio nasce in seguito alla necessità di una digitalizzazione per il superamento delle difficoltà legate alla crescente mole di lavoro. Puntando a delle migliorie in termini di risparmio tempo/risorse contestuale alla digitalizzazione delle informazioni, di conseguenza nella qualità dei dati trasmessi tra le funzioni; il fine ultimo è quello di efficientare il flusso di informazioni, mirando progressivamente alla drastica riduzione dall'attuale uso massivo della carta, migrando così a dei supporti di tipo informatico e alla condivisione delle informazioni in tempo reale tra tutte le funzioni. Data la peculiarità della tipologia e della complessità del flusso di lavoro, a seguito di valutazione delle alternative possibili, l'azienda ha puntato alla creazione di un tool informatico "homemade" incentrato su esigenze specifiche e che possa aiutare nell'uso e nel potenziamento degli attuali strumenti informatici già a disposizione.

Questo progetto è stato chiamato Demetra facendo riferimento alla Dea Greca che presiedeva la natura ed i raccolti, scelto per l'assonanza alla natura ciclica/iterativa dell'attività manutentiva.

### **6.2. Criticità del flusso di lavoro**

Il Progetto nasce per andar a risolvere alcune criticità del flusso di lavoro descritto nei capitoli precedenti, con l'obiettivo di ridurre il più possibile l'impatto sul sistema azienda di tutte le discontinuità del flusso dovute alla gestione delle eccezioni, nel minimizzare i tempi dell'emissione del rapporto di lavoro, dell'annullamento dei tempi dovuti allo spostamento della carta, della disponibilità delle informazioni in tempo reale e di conseguenza dello stato di avanzamento lavori.

### **6.3. Miglioramenti che il Progetto porta**

Considerando, per il momento, solamente la digitalizzazione dei Rapporti di Lavoro e delle Liste Inconvenienti, è possibile ipotizzare un considerevole risparmio di tempo e di utilizzo della carta. A supporto di tali vantaggi sono stati fatti dei calcoli basati

sull'esperienza di coloro che effettuano queste operazioni quotidianamente e su campioni statistici di anni passati. I due principali "work packages" in esame sono:

*WP 1. Tool per l'emissione dei Rapporti di Lavoro*

*WP.2 Digitalizzazione delle Liste Inconvenienti*

**WP 1.** Utilizzando un campione statistico del 2018-2019-2020 dove sono conteggiate le emissioni dei Rapporti di Lavoro e andando a stimare un quantitativo di ore di manodopera per ogni attività è chiaro che gran parte del tempo è speso per la personalizzazione e per stampa dei file. Si stima che il tool velocizzerà questo processo di almeno un 30-40%.

<b>Aperture R. di L. 2018-2019-2020</b>		
<b>Tipo Eli</b>	<b>Tipo lsp.</b>	<b>q.tà</b>
AB412	3000h/5y	6
AB412	100/12m	25
AB412	100h	13
AB412	Varie	41
A109 serie	50h/30gg	34
AW139	Ass.	52
AW139	1200h/3y	1
NH500	300h	39
NH500	100h	15
MD369	Varie Civili	20
NH500	varie	54
NH500	Varie HTL	135
RD	Service Station	492
<b>Totale eventi</b>		<b>927</b>

*Figure 14 Apertura Rapporto di Lavoro*

Inoltre, il sistema rende disponibile e più facilmente accessibili una serie di informazioni, oltre al fatto di essere estremamente personalizzabile sulla base delle specifiche esigenze, rendendo più veloce la consultazione della manualistica tramite l'utilizzo del codice dei DM. A titolo di esempio, un'ispezione 1200h/4 anni su un AW139 contiene i seguenti task.:

Type	C di L	TASK
MI	5	16
CMR	5	9
SCHEDULED	25	276
AVIONICS	9	24
VARI-STL	4	4
REPLACING		7
T/M SCHED	12	31
BT/AD	20	
SM/RIMONT.	20	
		<b>367</b>

Figure 15 Task 1200h/4 anni

Andando a considerare un tempo di consultazione compreso tra il minuto e i due minuti, moltiplicato per il numero di task e per una media di 4 consultazioni (cambi di turno, pause, condivisione di strumenti informatici); si ricava che i tempi di consultazione del manuale spaziano tra un minimo di circa 30 ore fino a 43 ore per ispezione. È immediato capire che una consultazione immediata risulta estremamente vantaggiosa

**WP 2.** Attraverso il tool, la digitalizzazione delle liste inconvenienti è una procedura estremamente conveniente, questo perché è necessario un tempo uguale o minore rispetto alla stesura cartacea ma elimina completamente il tempo dedicato attualmente alla conversione elettronica, inoltre, fornisce fin da subito un elenco dati in formato elettronico e in tempo reale. A testimonianza della riduzione delle tempistiche, utilizzando ancora una volta i dati del Rapporto di Lavoro precedente, ed ipotizzando la compilazione di 30 L.I. all'ora, si ottengono annualmente questi valori:

#### Media L.I. emesse per ispezione Elicottero

Cliente	Tipo Eli	Tipo Isp.	Media L.I.	occorrenze		Tempi	
				anno	tot L.I.	L.I./h	trascrizione
VVF	AB412	3000H	300	3	900	30	30,0
VVF	AB412	100H12	150	6	900	30	30,0
VVF	AB412	100H	50	3	150	30	5,0
CC	HH412	100H12	100	2	200	30	6,7
CC	HH412	100H	50	2	100	30	3,3
CC	OH500-B	100h	50	5	250	30	8,3
CC	OH500-B	300h	150	5	750	30	25,0

AMI	TH500-B	300h	150	8	1200	30	40,0
<b>Totali</b>					<b>4450</b>		<b>148,3</b>

Figure 16 Media L.I. emesse/anno

Coloro che svolgono questa operazione impiegano circa 150 ore/anno per la sola digitalizzazione delle informazioni contenute nelle liste inconvenienti. Attualmente le funzioni che effettuano questa operazione di trascrizione sono tre: gestione contratti, programmazione, controllo qualità MRO in fase chiusura documentale. Questo fa emergere che ben oltre 450h/anno possono essere risparmiate

#### 6.4. Dove Collaboro – Progetto Demetra

Questa collaborazione nasce anche in relazione alla mia formazione Informatica, essendo laureato in Ingegneria Informatica e dell'Automazione, si pensava che la mia collaborazione fosse importante ai fini della messa a punto del Software e di conseguenza, durante il periodo di tirocinio mi è stata offerta l'opportunità di prender parte a questo progetto. In particolare, mi sono occupato in primis della fase di Support test, seguita poi, dopo un utilizzo degli operatori, da delle modifiche sulle base dei feedback riscontrati. Infine, mi sono occupato della creazione della documentazione per utenti.

Il coinvolgimento in questo progetto mi ha anche dato la possibilità di approfondire e contestualizzare le tecniche e le metodologie tipiche del project management, che sono state le linee guida prevalenti nella gestione del progetto stesso.

Quando si sviluppa un progetto di questo tipo è imprescindibile l'utilizzo di una metodologia agile, la quale offre opportunità di sviluppo continuo durante la stessa esecuzione e offre la possibilità di aggiungere funzionalità che non era possibile prevedere in fase di design, nonché di recepire eventuali requisiti emersi durante le fasi dedicate di test, e pertanto richiesti direttamente dai futuri utenti.

Di seguito sono riportate le diverse fasi del metodo iterativo a cui ho preso parte:

1. Pianificazione e requisiti in itinere: nei progetti in via di sviluppo, il primo passo è identificare le specifiche e stabilire i requisiti. In questo caso specifico, essendo il progetto già avviato, erano già stati stabiliti i requisiti di base, ma sono state necessarie continue modifiche in relazione alle nuove richieste, emerse da sessioni di brainstorming, interviste, parere degli utenti (coloro che

effettivamente utilizzeranno, una volta operativo, il sistema) durante l'utilizzo del software stesso in versione di test.

2. **Analisi e ri-progettazione:** si prendono in esame le modifiche proposte attraverso una verifica di fattibilità e una valutazione costi-benefici, effettuata dal team di progetto insieme al programmatore.
3. **Implementazione:** nel caso in cui si ritiene che le modifiche proposte vadano ad aggiungere del valore, esse vengono implementate grazie al supporto dei dati da me raccolti e comunicati al programmatore, che effettua le integrazioni richieste nello sprint successivo. A ogni iterazione, oltre a recepire le modifiche ritenute necessarie, vengono implementate le ulteriori funzionalità previste nel piano di gestione dell'ambito, in modo da rispettare la schedulazione prevista.
4. **Test:** una volta che le modifiche vengono implementate, in seguito a una nuova release di test del software, vengono eseguiti una serie di test per identificare e individuare potenziali bug o problemi che eventualmente vengono risolti.

A questo punto vengono raccolti feedback e il processo si ripete di nuovo fino a quando non si ottiene una versione soddisfacente per ciò che riguarda interfaccia e usabilità nonché efficiente dal punto di vista della funzionalità, stabilità e integrità dei dati.

## **6.5. Modifiche**

Secondo le fonti ufficiali di Project Management, in informatica una "Change Request" è definita come: «una richiesta di modifica alla configurazione del software». La change request può far riferimento a dei bug applicativi, a dei problemi di usabilità o accessibilità oppure a dei nuovi requisiti da implementare. È normale che durante lo svolgimento di un progetto si presenti la necessità di introdurre modifiche e non indica necessariamente la presenza di anomalie. Anzi, molto spesso costituisce una fonte di opportunità a fronte di esigenze di ampliamento del progetto. A titolo di esempio di seguito alcune delle modifiche più importanti apportate al Sistema

### **1. Sorting Task**

Una delle modifiche effettuate è stata quella dell'inserimento della possibilità di ordinare i task da effettuare in "modalità elenco".



[SMC FH-600] Standard Inspections every 600 fh			
[ENG FH-300] PT6C-67C 300h scheduled inspection #1			
Tab. Name	Tab. Numb.	Task Numb.	Item
ENG	1	OIL8	Compressor Rotor, First-stage
ENG	1	OIL9	Compressor Rotor, First-stage
[ENG FH-300] PT6C-67C 300h scheduled inspection #2			
[SMC FH-150 YY-1] Standard inspections every 150FH/1Year			

Figure 17 Ordinamento Pre Modifica

Inizialmente i task erano ordinati, come nel corrispettivo Rapporto di Lavoro cartaceo, per cartone di lavoro; tale ordinamento, che costituisce l'unico possibile nella sua versione cartacea, presta il fianco ad alcuni problemi, la cui individuazione e risoluzione, costano molto tempo all'operatore. Nel dettaglio, succede spesso che lo stesso task, contraddistinto dallo stesso codice univoco, appartiene a cartoni di lavoro differenti e nel momento dell'esecuzione va eseguito e firmato contemporaneamente su tutti; di conseguenza l'operatore avrebbe dovuto ricercare all'interno dei cartoni di lavoro tutti gli eventuali "doppioni", ovvero avrebbe dovuto sanare a posteriori tutte le eventuali dimenticanze. Gli operatori dopo un primo utilizzo hanno chiesto se fosse possibile risolvere questo tipo di problema. Raccolto il requisito, abbiamo fatto una riunione di team di progetto nella quale è stato esaminato il requisito; la soluzione è stata trovata di concerto con il programmatore e il parere degli esperti d'ingegneria, rendendo disponibile una visualizzazione alternativa dell'interfaccia utente, dove viene reso possibile visualizzare in elenco tutti i task, a prescindere dall'organizzazione in cartoni di lavoro, e ordinati secondo il loro codice ATA; questo avrebbe consentito di individuare tutti i doppioni e visualizzarli tutti contemporaneamente qualora presenti. Così facendo il programmatore, avendo partecipato personalmente nella ricerca e proposta della soluzione, ha implementato una soluzione ragionevolmente compatibile con quanto già fatto, e che ha richiesto poche deviazioni dal punto di vista del tempo e dei costi.

Inizialmente la modifica è stata implementata nel programma di test (non esposto all'utilizzo da parte degli operatori) e una volta verificata la sua corretta funzionalità resa disponibile, rispondendo così all'esigenza uscita fuori da un primo utilizzo del programma. Non appena implementata, a questa esigenza ne è subentrata una successiva,

ovvero l'inserimento di un elemento filtrante dei task. Alla successiva iterazione è stata aggiunta anche questa funzionalità.

Task Numb.	Tab. Name	Tab. Numb.	Item	Work card
65-11	SMC	3	Bearing support assembly [27][28]	SMC FH-1200
65-12	SMC	3	Gearboxes - Intermediate gearbox [27][28]	SMC FH-1200
65-17	SMC	3	Gearboxes - Tail gearbox [27][28]	SMC FH-1200
65-22	SMC	3	Intermediate gearbox indicating system - Chip detector [27][28]	SMC FH-1200
65-24	SMC	3	Tail gearbox indicating system - Chip detector [27][28]	SMC FH-1200

Figure 18 Inserimento Filtro

Task Numb.	Tab. Name	Tab. Numb.	Item	Work card
OIL9	ENG	1	Compressor Rotor, First-stage	ENG FH-300
OIL9	ENG	1	Compressor Rotor, First-stage	ENG FH-300

Figure 19 Ricerca Task con stesso codice

## 2. Visualizzazione Informazioni

Originariamente la visualizzazione di alcune informazioni relative al rapporto di lavoro era accorpata in un'unica stringa di testo in alto a sinistra nell'interfaccia destinata all'operatore. Questo modo di visualizzare informazioni risultava scomodo e poco chiaro.

Di conseguenza, si è pensato di inserire un button che porta alla visualizzazione “pop-up” di molte più informazioni e meglio riorganizzate in una tabella. Visto che la soluzione è apparsa, fin da subito, soddisfacente si è deciso di utilizzare un approccio molto simile per quanto riguarda i difetti segnalati dal cliente e le lubrificazioni che devono essere utilizzate per alcuni componenti; le quali fino a quel momento non avevano ancora uno spazio di visualizzazione designato.

Attualmente la visualizzazione di informazioni relative al Rapporto di Lavoro, ai difetti segnalati dal cliente e alle lubrificazioni risulta efficiente e ben funzionante.

### 3. Task con Allegati

Esistono diversi task che chiedono l'effettuazione di una misurazione, è necessario quindi un form apposito per la sua registrazione e per la registrazione dello strumento con cui essa è stata eseguita.

Le misurazioni però sono di varia natura, spaziano dal singolo valore da registrare a casi molto complessi dove sono necessarie decine e decine di rilevazioni di tipo differente con annessi grafici propri dell'aeromobile. Di conseguenza il form fornito inizialmente per la registrazione non è risultato soddisfacente per tutti i task, essendo pensato per l'inserimento di un numero limitato di misurazioni. Bisogna sottolineare che davvero una piccola parte dei task necessita la gestione di un'eccezione di questo tipo, e quindi risultando difficilmente generalizzabile, abbiamo pensato di aggiungere a questi la possibilità di allegare un documento in formato PDF. Questa funzionalità sarà disponibile solamente dietro preventiva abilitazione dell'ingegneria a determinati task così da evitarne un uso improprio.

Gli esempi sopra riportati, hanno in comune la metodologia di gestione delle modifiche e la ricerca della soluzione; il team di progetto valuta le richieste e propone le eventuali soluzioni sempre in coinvolgimento tra le parti, promovendo le sessioni di brainstorming in modo da poter valutare per ogni decisione, oltre alle possibili soluzioni anche eventuali rischi e opportunità derivanti da ogni iterazione.

### **6.6. Strumenti di project management**

Per la gestione e il reminding dei task e delle modifiche da fare con il programmatore abbiamo utilizzato Trello; questo è un software gestionale in stile Kanban, è uno strumento che consente al team di gestire visivamente i pacchetti di lavoro da sviluppare, di conseguenza il flusso di lavoro o monitoraggio dell'avanzamento dei task, infine funge anche da check list nella verifica dei pacchetti di lavoro effettuati. Gli utenti possono creare le loro schede attività con più colonne e scambiare le attività tra di loro. In genere le colonne sono organizzate in stati dell'attività: Da fare, In Esecuzione, Fatto.

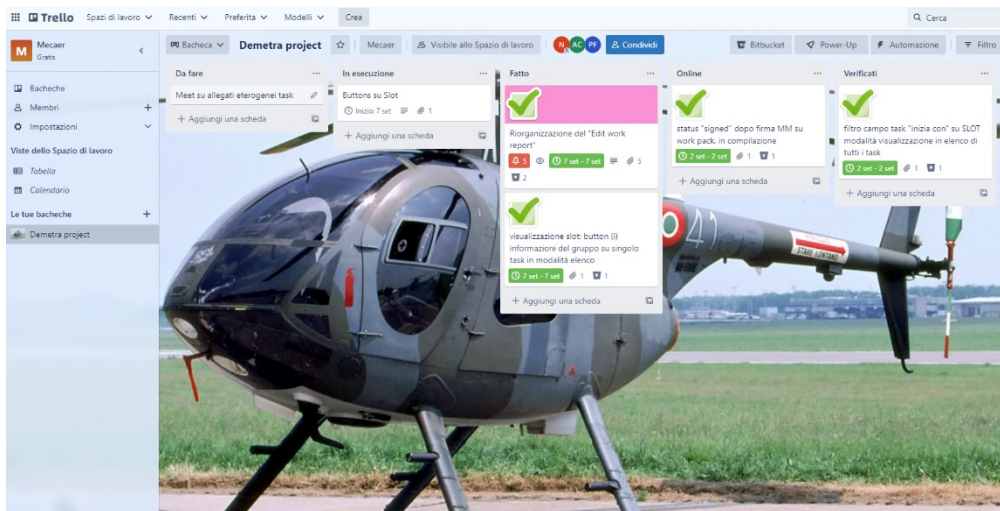


Figure 20 Trello

## 6.7. Documentazione per Utenti

All'interno di Demetra, il software per la gestione delle pratiche di manutenzione, sono presenti diverse tipologie di utenti, che rispecchiano i ruoli ricoperti all'interno dell'azienda MAG. Di conseguenza non tutti gli utenti visualizzano la stessa interfaccia e non tutti gli utenti possono svolgere determinate pratiche, sarà l'amministratore di sistema attraverso una gestione di permessi ad abilitare quelle di loro competenza. Affinché ogni tipologia di utente possa utilizzare il sistema in modo efficiente e senza commettere errori di compilazione, mantenendo la coerenza del Database, è stata creata una documentazione per utenti.

Mi sono occupato personalmente della stesura di tale documento andando a spiegare puntualmente, per ogni ruolo ricoperto dagli utenti, come trasferire le pratiche, che attualmente vengono svolte con l'ausilio della carta, sul software. Inoltre, la guida comprende le istruzioni di compilazione dei moduli dati, questa parte è fondamentale per mantenere un'indicizzazione corretta; nel database sono presenti moltissime tabelle che devono essere compilate in modo coerente da tutti gli utenti per non creare ambiguità. A tal proposito è stato creato un utente di Test a cui di volta in volta è stato cambiato il ruolo dall'amministratore di sistema per simulare l'attività di ogni tipo di utente.

Una parte della documentazione di dettaglio sarà sviluppata come guida in linea, nelle varie schermate e in corrispondenza dei rispettivi campi, altre parti saranno invece sviluppate in modo generale, con una documentazione esterna, in modo da dare all'utente

una visione d'insieme del processo. La documentazione utenti è un file in continuo sviluppo visto che, a seconda delle modifiche che il sistema subisce, necessita un aggiornamento.

Il documento generale descrivere le 5 macroaree in cui è diviso il menù di Demetra: Area commerciale, Area Tecnica, Programmazione, Documentazione e Sistema.

L'area commerciale è dedicata alla gestione contrattuale ed è utilizzata per l'inserimento delle anagrafiche dei clienti e per l'inserimento dei progetti.

L'area Tecnica è indirizzata alle procedure di carattere tecnico, serve a inserire nuovi task e nuovi Cartoni di Lavoro all'interno di Demetra. In quest'area troviamo le tabelle più importanti e quelle che presentano il maggior numero di form da compilare, per cui la loro corretta indicizzazione dati risulta fondamentale.

L'area relativa alla programmazione fa riferimento a tutte le procedure di programmazione e richiesta materiali relative alle opere di manutenzione.

Nell'area Documents, una volta selezionato il Progetto di interesse, troviamo i documenti caratteristici più importanti della manutenzione e questi sono: il programma delle lavorazioni, l'elenco dei cartoni di lavoro e il work report. Tutti questi documenti sono stati chiaramente firmati da personale autorizzato, durante il flusso di lavorazione.

Infine, nella area System si ha la possibilità di aggiungere a Sistema un nuovo modello di elicottero, inoltre l'amministratore potrà inserire nuovi utenti e modificarne il ruolo abilitandone le funzionalità relative alla posizione ricoperta in azienda.

Seguendo l'ordine sopra descritto è stato anche semplice ripercorrere il flusso di lavoro MAG, partendo dalla gestione contratti per poi passare all'ingegneria e infine alla stesura della documentazione finale una volta che la pratica di manutenzione è ultimata.

Per la parte relativa alla guida in linea, ho definito con l'ausilio del PM, i punti chiave che necessitano di una guida di dettaglio, inserendo i simboli di guida (?) e in ognuna di queste aree, che sono state codificate con un codice dal programmatore, ho scritto i testi di riferimento in un file di cross reference questo contiene per ogni codice assegnato ad un'area una descrizione, poi integrato nel codice stesso del programma. Il successivo aggiornamento di queste descrizioni potrà essere fatto senza l'intervento del programmatore, semplicemente aggiornando il file.

## **6.8. Sviluppo Fase II**

Inoltre, ho partecipato allo sviluppo della seconda fase del software, seguendo questa volta il processo dall'inizio e non inserendomi in corso d'opera come per quanto riguarda la prima.

La seconda fase è quella che riguarda la gestione delle liste inconvenienti e la gestione materiali, andando a coinvolgere anche la programmazione nel flusso di lavoro all'interno del software.

Durante le ispezioni possono essere rilevate delle anomalie e di conseguenza l'operatore compila la lista inconvenienti (manutenzione reattiva). La soluzione alla problematica può essere semplice, nel momento in cui l'operatore stesso conosce già la soluzione, o più complessa e di conseguenza la soluzione verrà fornita dall'ingegneria. Molto spesso l'inconveniente riscontrato riguarda un pezzo che deve essere sostituito o riparato e di conseguenza viene generata una richiesta materiali.

Tutto questo procedimento è stato integrato all'interno di Demetra attraverso l'aggiunta di funzionalità e di interfacce dedicate per gli attori coinvolti in questo procedimento. È stato possibile lo sviluppo di quest'ultime grazie ancora a delle sessioni di brainstorming e di testing, in questo modo è stato possibile raccogliere i requisiti e le richieste di coloro che utilizzeranno in futuro il sistema. È importante andare a definire dei requisiti di progetto in modo chiaro, comprensibile e dettagliato poiché una scarsa definizione degli stessi produce impatti negativi sul programma e sul budget. L'analisi dei requisiti è altrettanto importante, andando a stabilire una priorità per ogni requisito pesando pro e contro di ogni possibile scelta progettuale.

## 7. IL PROJECT MANAGEMENT

Il Project management è l'insieme di tutte quelle attività finalizzate alla gestione di un progetto, al raggiungimento degli obiettivi da esso preposti e alla pianificazione di tutte le fasi che lo compongono.

Esso consente alle organizzazioni di riuscire ad eseguire i progetti in modo efficiente ed efficace.

Per Progetto si intende un'iniziativa temporanea intrapresa per creare un prodotto, un servizio o un risultato ben preciso volto a guadagnare una posizione strategica, un risultato o uno scopo. Essi favoriscono il cambiamento nelle organizzazioni, portandola da uno stato attuale ad uno successivo incrementando il valore dell'azienda. Quest'ultimo definito come il beneficio netto quantificabile derivato da un'iniziativa aziendale come il rendimento, sotto forma di elementi quali tempo, denaro, merci che viene fornito ai suoi stakeholders.

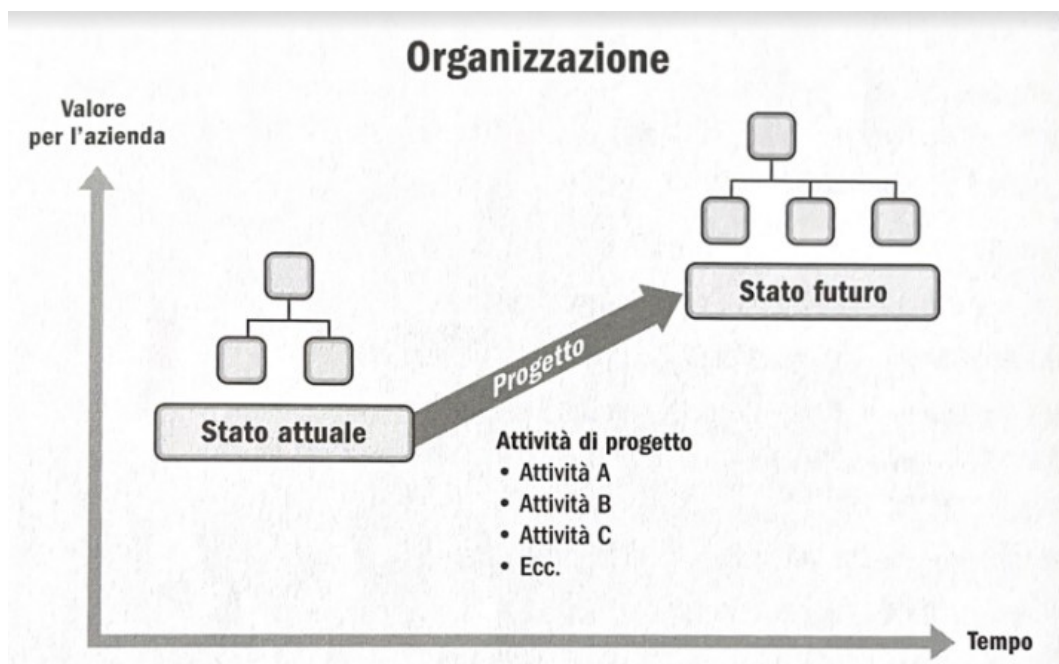


Figure 21

Nel project management sono due le principali metodologie utilizzate: la metodologia "waterfall" (a cascata) o quella agile. Il primo è una metodologia sequenziale su un

ambito ben definito che si focalizza sulla raccolta dei requisiti iniziali e che segue un ordine prestabilito, ciò chiaramente lo rende maggiormente indicato per attività di tipo tradizionale che hanno dei requisiti ben definiti fin dall'inizio e una metodologia di gestione già collaudata e prevedibile. Il progetto viene strutturato in fasi e in ciascuna di esse viene svolta un'attività di un solo tipo; le fasi tipiche sono quelle di analisi dei requisiti, progettazione tecnica, sviluppo, test e collaudo e infine, il rilascio del prodotto. Ciò vuol dire che in un progetto gestito in questa maniera vengono impiegate solo le persone con le competenze richieste solo in quel preciso momento. La metodologia agile invece, è stata progettata pensando alla flessibilità ed è molto consigliata per i progetti il cui risultato non è definito puntualmente a priori ma lo è l'obiettivo. Lo sviluppo di un prodotto o di un servizio emerge dalla costante interazione di un team multidisciplinare, i cui membri lavorano tutti insieme dall'inizio alla fine. Il lavoro si evolve costantemente grazie all'input del team di lavoro, al feedback degli stakeholders e degli utenti finali, ottenendo in questo modo maggiori probabilità di successo. Anche utilizzando questo approccio, il progetto viene strutturato in fasi, che invece di essere altamente specializzate e di durata di volta in volta variabile, sono di durata costante e piuttosto breve. L'inscatolare il lavoro in pacchetti di tempo costanti prende il nome di "Time Boxing". All'interno di una delle fasi non viene svolta una singola attività su tutto il perimetro del progetto, ma un intero ciclo di lavoro, ossia analisi dei requisiti, progettazione, test e collaudo, solo su una piccola porzione per arrivare a produrre quello che prende il nome di "incremento di prodotto". In questo modo si andrà a lavorare con tempistiche e costi fissi, ma con parametri di lavoro variabili. È importante sottolineare sei caratteristiche dell'applicazione di una metodologia agile:

1. Built in instability: difficilmente un prodotto può essere stabilito in tutte le sue caratteristiche fin dall'inizio, ma solamente in itinere
2. Self organizing project team: team di lavoro che siano in grado di auto-organizzarsi, il che presuppone un elevato livello di autonomia e di conseguenza di competenza
3. Overlapping development phases: la sovrapposizione delle fasi di lavoro
4. Multi learning: la capacità del gruppo di lavoro di migliorare le proprie prestazioni attraverso l'apprendimento individuale e di squadra man mano che si va avanti
5. Subtle controll: il management stabilisce dei punti di controllo minimi per trovare un equilibrio fra autonomia e controllo



6. Organizational transfer of learning: trasferimento organizzativo dell'apprendimento, ossia andare a trasferire ciò che si è imparato da altri progetti, le cosiddette "lesson learned"

La metodologia agile è particolarmente adatta allo sviluppo dei progetti software, visto che ci troviamo in un contesto mutevole e dinamico, dove non si può prevedere tutto fin dall'inizio e dove è necessario costruire la soluzione in modo progressivo reindirizzandola in corsa in funzione dei cambiamenti di contesto.

## Waterfall vs. Agile

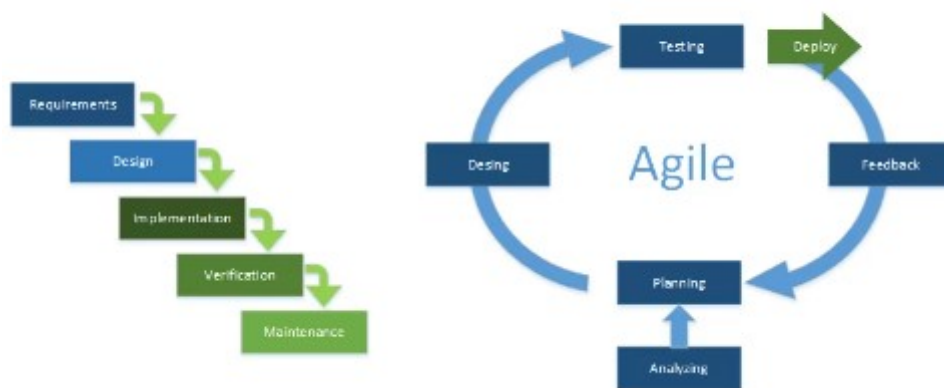


Figure 22 Waterfall vs Agile

### 7.1. Il Sotto Progetto Di Demetra

Fin dall'inizio della mia collaborazione nel progetto Demetra, sono stato coinvolto in due attività inizialmente previste nel progetto principale, ovvero la definizione dei criteri di corretto utilizzo, mediante la stesura della documentazione di riferimento e la raccolta delle "change request" e basate sulle specifiche richieste in fase di test dagli stakeholders. Poiché nel gestire progetti complessi può essere di grande aiuto impiegare una metodologia di project management al fine di ridurre il livello di complessità attraverso la scomposizione funzionale di un problema in problemi più piccoli o la suddivisione del progetto in sotto progetti più facilmente gestibili, d'accordo con il team, è stato deciso di estrapolare questa parte dal progetto e farne un sotto-progetto, di cui mi sono occupato personalmente. Mi sono stati quindi affidati degli obiettivi, attraverso la stesura di un project charter, e sulla base del quale ho redatto un piano di project management, che

oltre che dal punto di vista formativo, mi è stato molto utile per gestire e seguire al meglio lo svolgimento del progetto fino alla sua conclusione.

Nella stesura del piano di project management si è ritenuto adeguato di fare un tailoring adatto alle dimensioni e alle finalità del progetto stesso, come, ad esempio, utilizzare solo alcuni degli strumenti e delle aree di conoscenza del project management. Ho creato una documentazione di riferimento per il progetto fatta di documenti caratteristici, relativi alle varie aree di conoscenza del project management e descritti di seguito.

## **7.2. Il Project Charter**

Nella fase di avvio dopo l'approvazione formale, viene redatto il Project Charter.

Il Project Charter è un documento che autorizza in maniera formale l'esistenza del progetto e attribuisce al Project Manager l'autorità per utilizzare le risorse organizzative per le attività previste dal progetto. In questo modo viene creata una documentazione formale del progetto e ne dimostra l'impegno aziendale.

Documenta le informazioni di alto livello sul progetto o sul risultato che il progetto deve soddisfare come:

1. Scopo del progetto
2. Obiettivi misurabili
3. Criteri di successo
4. Requisiti generali
5. Rischio generale
6. Elenco dei principali stakeholder
7. Project manager assegnato

Solitamente, gli assunti e i vincoli strategici e operativi di alto livello sono identificati nel Business case prima dell'avvio del progetto e vengono inseriti nel Project Charter. Il Business Case descrive le informazioni necessarie dal punto di vista aziendale per determinare se i risultati attesi del progetto giustificano o meno l'investimento richiesto.

In definitiva, il Project Charter convalida l'allineamento del progetto alla strategia e al lavoro in corso dell'organizzazione

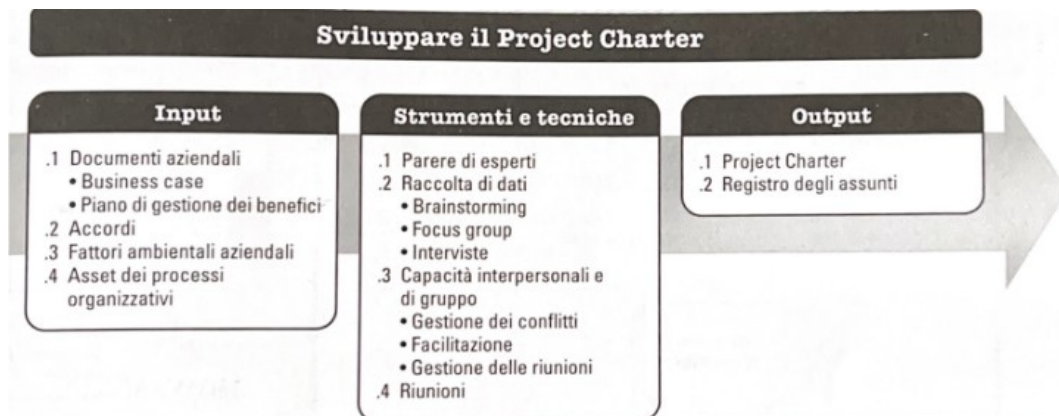


Figure 23 *Sviluppare il Project Charter*

In questo specifico caso, abbiamo descritto la vision e lo “scope” del progetto ovvero quello di andare trovare e definire con precisione i criteri di usabilità e di interfaccia grafica attraverso una metodologia iterativa di test, raccolta requisiti e sviluppo basati sulle richieste degli stakeholders. Siamo andati ad elencare le risorse a mia disposizione in termini di personale ossia tutti quelli con cui collaborare per raggiungere lo scopo del Progetto; in questo caso si è fatto riferimento ad un rappresentante dell’ufficio ingegneria industriale MRO, un rappresentante dell’ufficio di pianificazione, tre operatori della linea AW139, il programmatore SW e il Project Manager di riferimento del Progetto Demetra. Infine, abbiamo stabilito i rischi a cui il progetto va incontro ed i criteri di successo che si riflettono nell’assenza di errori nel software, rispetto del flusso dati MRO per il processo di fase I e fase II e nella creazione di una documentazione di utilizzo delle sessioni in linea.

### 7.3. Project Management Plan

Il Project Management Plan definisce la modalità di esecuzione, monitoraggio, controllo e chiusura del progetto andando a precisare le basi di tutte le attività; il suo contenuto

chiaramente è funzione dell'ambito di applicazione e della complessità del progetto.

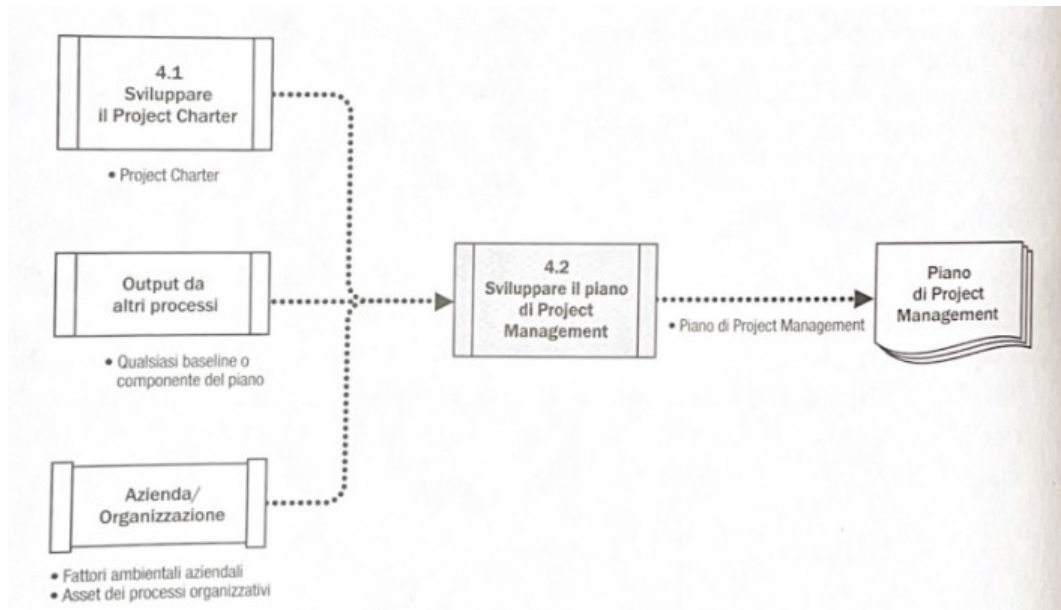


Figure 24 Project Management Plan

Il vantaggio di questo processo è la produzione di un documento che definisce le basi di tutte le attività di progetto e il modo in cui verranno realizzate. Può essere sintetico o maggiormente dettagliato a seconda della tipologia di progetto a cui fa riferimento, e deve essere sufficientemente adeguato a rispondere a un ambiente di progetto in costante mutamento. Si devono definire dei riferimenti in termini di ambito, tempi, costi in modo che sia possibile misurare e confrontare l'esecuzione del progetto rispetto a tali riferimenti e gestire le prestazioni

Integra al suo interno dei piani di gestione minori:

1. Piano di gestione dell'ambito
2. Piano di gestione della schedulazione
3. Piano di gestione delle comunicazioni
4. Piano di gestione degli stakeholders
5. Piano di gestione dei rischi

### 7.3.1 Piano di gestione dell'ambito

La gestione dell'ambito del progetto include i processi che servono a garantire che il progetto comprenda tutto il lavoro necessario per completare con successo il progetto

includendo al suo interno la determinazione delle esigenze e dei requisiti degli stakeholders.

Con il termine “ambito” (in inglese “Scope”) si fa riferimento al lavoro che viene eseguito per fornire un prodotto, un servizio o un risultato con le caratteristiche e le funzioni specificate. In un ciclo di vita agile, gli stakeholder sono costantemente impegnati sul progetto per fornire feedback sui “deliverable” che vengono creati man mano. Per ogni iterazione vengono ripetuti due processi:

1. Convalidare dell’ambito
2. Controllare l’ambito

Il primo fa riferimento alla formalizzazione e accettazione dei “deliverable” completati del progetto, il secondo al processo di monitoraggio dello stato dell’ambito del progetto, delle specifiche di prodotto e di gestione delle modifiche.

la descrizione dell’ambito del progetto descrive, oltre all’ambito, i principali deliverable, gli assunti e i vincoli.

Sebbene possa sembrare che il Project Charter e la descrizione dell’ambito siano molto simili, essi presentano livelli di dettaglio differenti. Il primo contiene informazioni di carattere generale mentre il secondo ne fa un’analisi maggiormente dettagliata.

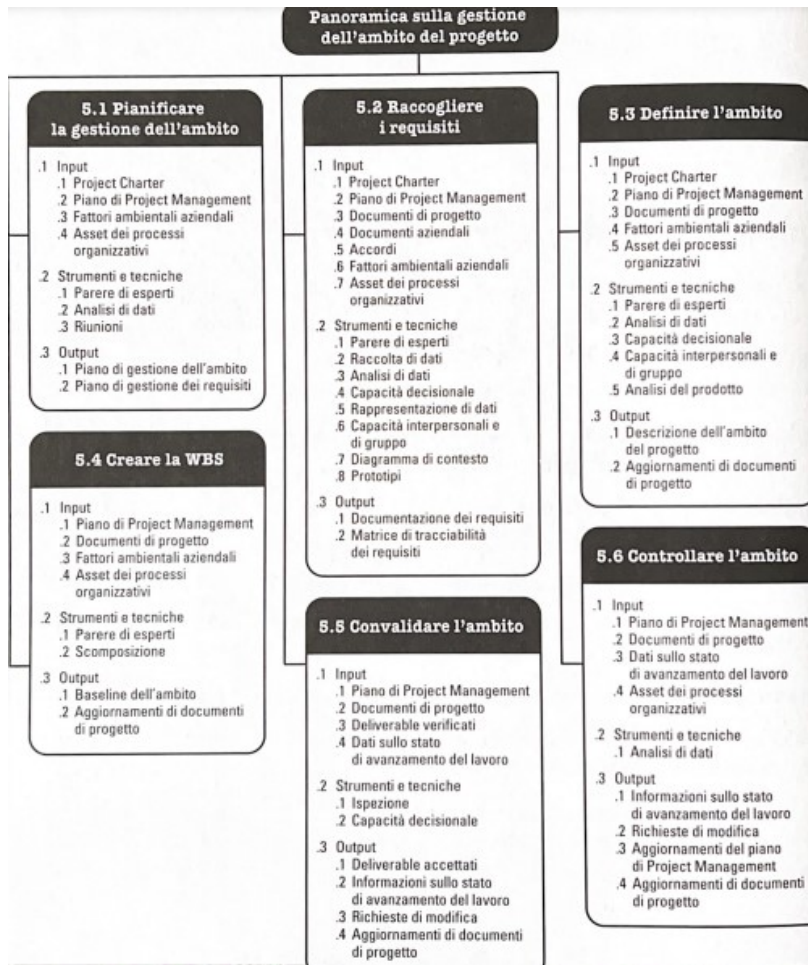


Figure 25 Gestione dell'ambito di progetto

Il piano di gestione dell'ambito del sotto progetto affidatomi fa riferimento ad un approccio iterativo ed incrementale che si appoggia alla prima release funzionante del software Demetra e definisce l'attività di test delle funzionalità che sono state man mano sviluppate. Quest'ultima, fatta anche con la partecipazione degli utenti finali del software, non è altro che il metodo principale di raccolta requisiti delle iterazioni successive, il cui numero è sconosciuto a priori ma dipendente dai Feedback, dalla presenza di errori o da eventuali nuove richieste di funzionalità. Importante sottolineare che i requisiti in ingresso alle iterazioni non sono altro che gli output delle precedenti. Uno sviluppo incrementale sta a significare che il progetto viene sviluppato in piccoli pezzi, non tutto in una volta. Consegniamo, in prima istanza, un prodotto scheletro o un prototipo, poi la consegna successiva si basa sul feedback delle iterazioni precedenti.

Quindi, con rilasci successivi, ossia un insieme di iterazioni, il progetto viene ulteriormente perfezionato.

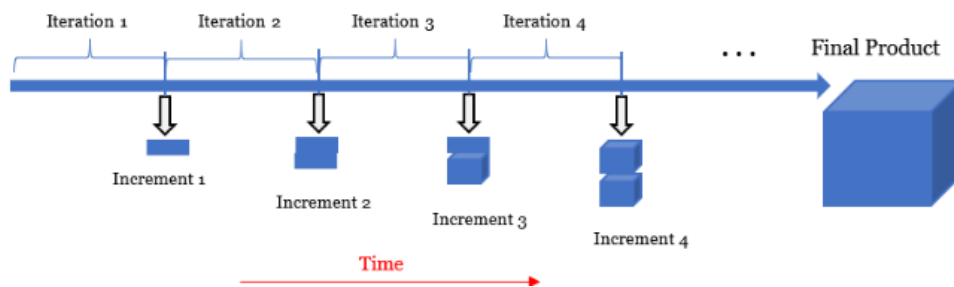


Figure 26

### 7.3.2 WBS

Al piano di gestione dell'ambito è stata collegata una WBS, che è una componente chiave per il project manager nell'organizzazione del lavoro. Il termine WBS sta per "Work Breakdown Structure", ovvero l'insieme di tutte le attività di progetto, ed è essenzialmente una scomposizione gerarchica del progetto in pacchetti di lavoro più piccoli e quindi meglio gestibili, mettendo in relazione il risultato finale, ovvero l'obiettivo del progetto, con le attività che sono necessarie alla sua realizzazione. Ogni pacchetto minimo di lavoro prende il nome di "Work Package", il suo livello di dettaglio varia in base alle dimensioni e alla complessità del progetto nonché dal livello di controllo necessario per una gestione efficiente. Questo procedimento porta come principale vantaggio quello di fornire un quadro di riferimento chiaro e sufficientemente dettagliato. Una volta progettata la WBS, durante la fase iniziale del progetto, è possibile passare poi alla pianificazione dettagliata delle azioni necessarie. È fondamentale quindi definire una buona WBS di progetto in fase di apertura del progetto stesso e non in corso d'opera.

In questo specifico caso, la WBS essendo correlata ad una metodologia di project management agile non risulta da subito di facile stesura visto che ogni pacchetto di lavoro prende in input i requisiti che scaturiscono dallo sprint precedente e che si sommano agli elementi della WBS previsti per la successiva iterazione. In questo modo si crea in modo incrementale la versione finale del progetto.

### 7.3.3 Piano di Gestione della Schedulazione

La gestione della Schedulazione è una procedura che richiede la definizione di politiche per lo sviluppo, la gestione, il mantenimento e il controllo delle pianificazioni di tempo e risorse al fine di completare il progetto. Fornisce un piano dettagliato sul come e il quando il progetto fornirà i prodotti, i servizi e i risultati definiti nell'ambito e serve anche come strumento per la comunicazione, la gestione delle aspettative degli stakeholder e offre una base per il reporting sulle prestazioni.

Uno degli strumenti su cui si appoggia il Piano di Gestione della Schedulazione è il diagramma di Gantt. Esso è costituito mediante un asse orizzontale, rappresentante l'asse temporale, e da un asse verticale, rappresentante le attività del progetto totale del progetto. Utilizzando poi delle barre orizzontali di lunghezza variabile si riescono a rappresentare le varie attività con le loro rispettive durate. Il Gantt è utile al fine di pianificare, coordinare e tracciare specifiche attività in un progetto dando una chiara illustrazione dello stato d'avanzamento del progetto.

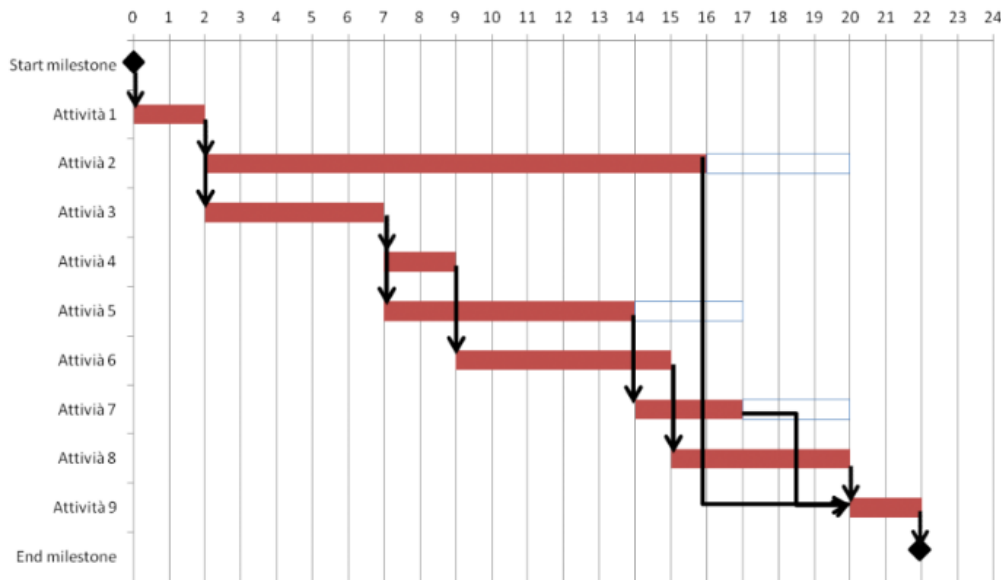


Figure 27 Esempio Gantt



La gestione delle risorse è uno dei punti fondamentali del costruire e del riuscire a completare un progetto complesso. La “Resource Breakdown Structure” (RBS) assicura un’efficiente allocazione e gestione delle risorse andando ad aumentare la probabilità di successo del progetto, aiuta a stimare i costi, il budget, ad ottenere di più in meno tempo e a mantenere uno standard di qualità elevato. Una Resource Breakdown Structure è una lista di risorse necessarie affinché venga completato il progetto, includendo al suo interno personale, strumenti, materiali, licenze e tempo. Sviluppare una RBS aiuta a classificare le risorse disponibili in base alla funzione e al tipo, riducendo al minimo il rischio e l’incertezza, producendo così dei risultati migliori.

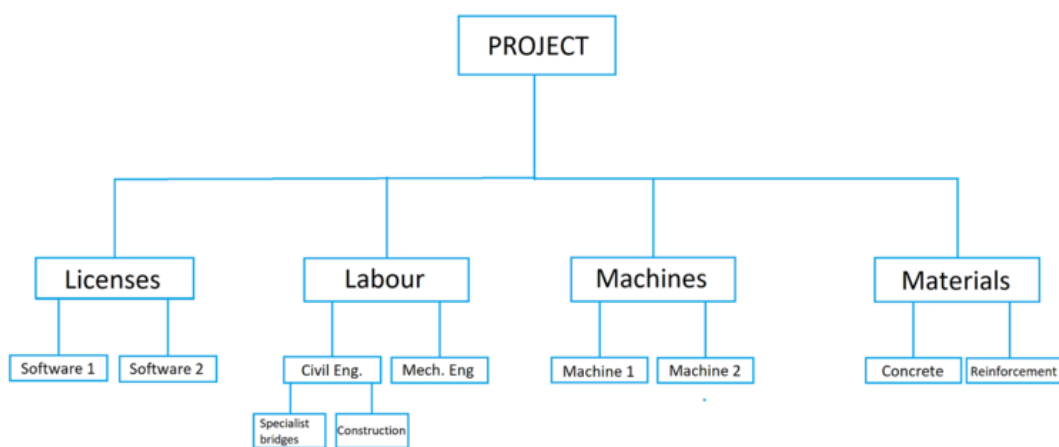


Figure 28 Esempio RBS

Una volta stabilite le risorse necessarie ad un progetto si può procedere con l’assegnazione delle responsabilità, andando a definire i ruoli dei vari componenti del team. Per far ciò si utilizza uno strumento che è la “Responsability Assignment Matrix” (RAM), che è un diagramma strutturale in cui è visivamente chiaro cosa dovrebbe essere

fatto e da chi e quali sono i compiti e le responsabilità di ciascuno dei membri del team.

Step	Project Initiation	Project Executive	Project Manager	Business Analyst	Technical Architect	Application Developers
1	Task 1	C	A/R	C	I	I
2	Task 2	A	I	R	C	I
3	Task 3	A	I	R	C	I
4	Task 4	C	A	I	R	I

Figure 29 Esempio RAM

Altro strumento utilizzato è la “Organizational Breakdown Structure” (OBS) che uno strumento per definire meglio il processo decisionale e le modalità con cui esso dovrà svolgersi all’interno del progetto indicando come i vari ruoli interagiranno fra loro e come verranno gestite eventuali problematiche a fronte di scelte e problemi operativi, solitamente attraverso una procedura di trasferimento verso l’alto di responsabilità che prende il nome di “procedura di Escalation”.



Figure 30 Esempio OBS

Inoltre, il Piano di Gestione della Schedulazione va a definire il periodo di inizio e di fine del progetto e la durata delle iterazioni. Quest’ultima non è stata possibile stabilirla in modo preciso a priori in quanto dipendente dall’attività dei test e dai problemi riscontrati durante l’utilizzo, ma le è stata attribuito un valore che copre l’intera settimana lavorativa.

### 7.3.4 Piano di Gestione delle Comunicazioni

Il piano di gestione delle comunicazioni traccia le linee generali di come verranno comunicate agli stakeholder le informazioni relative a progetto. La gestione della comunicazione di progetto include i processi necessari per garantire che le esigenze d'informazione del progetto e dei suoi stakeholder siano soddisfatte attraverso lo sviluppo di elaborati e l'implementazione di attività progettate per raggiungere un efficace scambio di informazioni. Una comunicazione di successo è costituita da due parti. La prima prevede lo sviluppo di una strategia di comunicazione adeguata basata sulle esigenze di progetto e degli stakeholder di progetto. Da tale strategia viene sviluppato un piano di gestione delle comunicazioni per garantire che vengano comunicati agli stakeholder i messaggi appropriati. Essi costituiscono le comunicazioni di progetto, ossia la seconda parte di una comunicazione di successo.

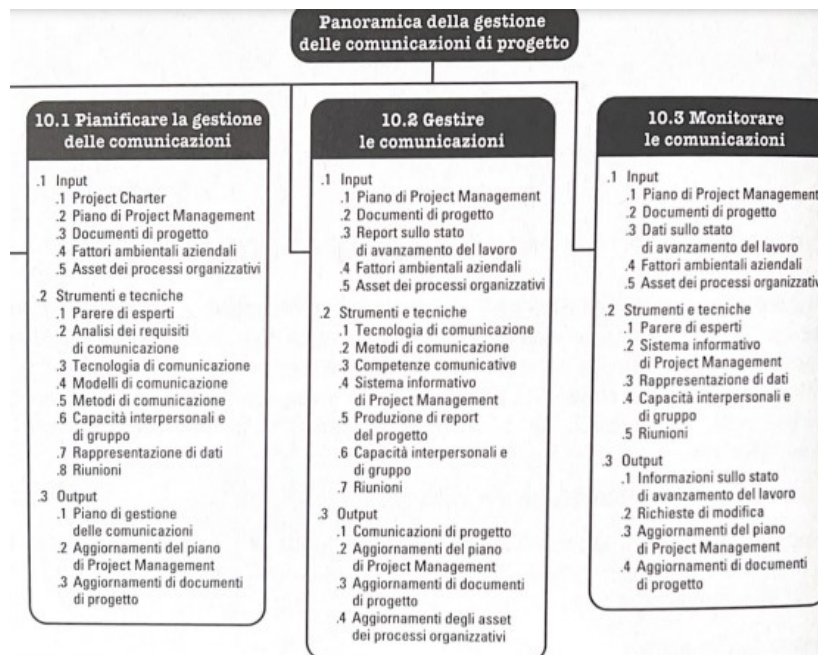


Figure 31 Gestione delle Comunicazioni di Progetto

In questo caso specifico abbiamo usufruito costantemente di videocall e riunioni riguardanti l'avanzamento del lavoro e su come affrontare eventuali problematiche emerse. Inoltre, ci siamo serviti di Trello per la gestione e il reminding delle modifiche da fare con il programmatore.

### 7.3.5 Piano di Gestione degli Stakeholders

Il piano di gestione degli stakeholder comprende i processi necessari per identificare le persone e i gruppi che potrebbero influenzare il progetto o esserne influenzati, analizzando le loro aspettative e il loro impatto sul progetto stesso, nonché sviluppare delle strategie per coinvolgerli attivamente. Ogni progetto ha degli stakeholder che subiscono gli effetti del progetto o che possono avere effetti sul progetto in modo positivo o negativo, alcuni hanno una limitata capacità di influenzare i risultati ottenuti mentre altri potrebbero avere una considerevole influenza. Non è da sottovalutare la capacità di individuare e coinvolgere costantemente tutti gli stakeholder, visto che ciò può fare la differenza tra successo e insuccesso del progetto. Questo processo è bene che inizi fin da subito, dopo l'approvazione del Project Charter, l'assegnazione del Project Manager e l'inizio della formazione del team di progetto.

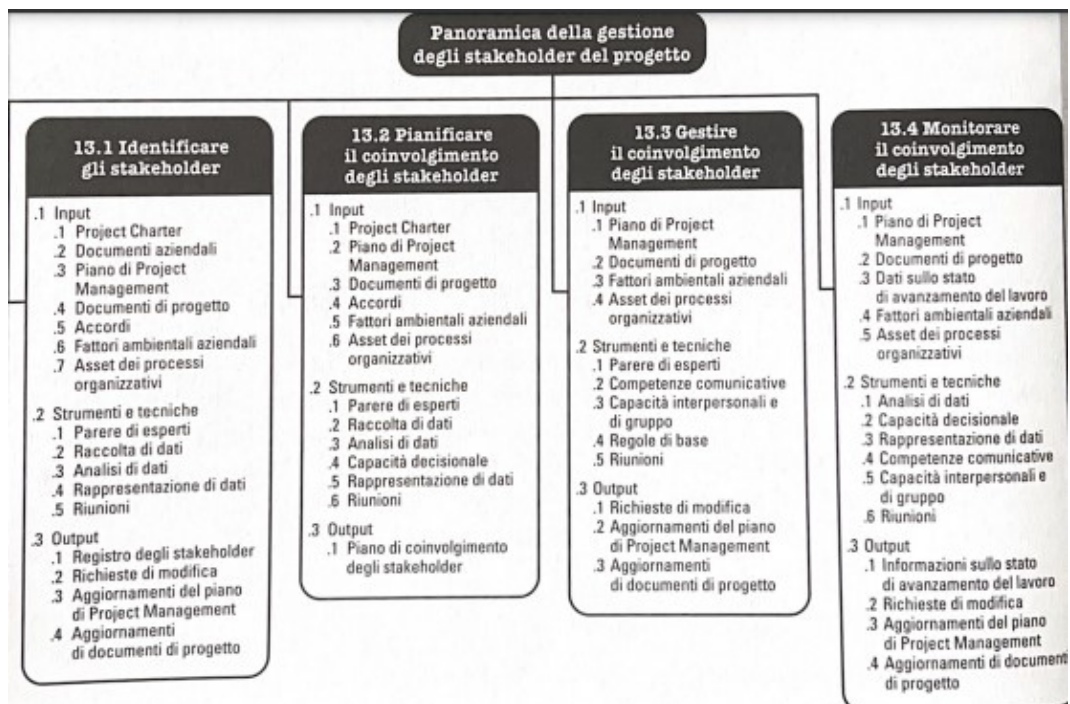


Figure 32 Gestione degli stakeholder di progetto

Gli stakeholder individuati in questo progetto sono: il project Manager di Demetra, un rappresentante di funzione relativo all'ingegneria, un rappresentante di funzione relativo alla programmazione, un rappresentante di funzione relativo al commerciale; un rappresentante di funzione relativo al magazzino, il Maintenance Manager, la funzione qualità, gli operatori, l'ENAC e il programmatore del software. Sulla base del numero di stakeholder e in base al numero delle loro interazioni è stato possibile effettuare un

calcolo riguardante la complessità del progetto stesso classificandolo come “a media complessità”. La spiegazione di tale calcolo verrà trattata nei paragrafi seguenti.

### **7.3.6 Piano di Gestione dei Rischi**

Il piano di gestione dei rischi comprende i processi relativi all'identificazione, alle risposte, al monitoraggio e al ricalcolo dei rischi. È utile a tale fine andare a costruire una matrice di rischio nota anche come matrice di probabilità o impatto. Tutti i progetti esseno iniziative uniche, con diversi gradi di complessità, hanno componenti di rischio. All'interno di un progetto, il rischio è presente a due livelli:

1. Il singolo rischio di progetto che ha un effetto positivo o negativo su una singola attività o obiettivo
2. Il rischio generale del progetto è l'effetto dell'incertezza sul progetto nel suo insieme

La gestione dei rischi di progetto mira a sfruttare o aumentare i rischi positivi (opportunità), cercando allo stesso tempo di evitare o mitigare le minacce. Le minacce non gestite possono trasformarsi in problemi come ritardi, costi aggiuntivi, prestazioni non soddisfacenti.

Essa è spesso costruita come un grafico che ha sull'asse Y le probabilità di accadimento di un determinato evento e sull'asse X il conseguente impatto, di conseguenza, attraverso queste due caratteristiche si va a definire la natura del rischio e si fornisce una rappresentazione visiva dei rischi associati al progetto.



Figure 33 Grafico Impatto-Probabilità

Tralasciando per semplicità le zone di medio impatto e probabilità, grazie a questo strumento possiamo suddividere i rischi in quattro gruppi:

1. Rischi ad alto impatto e alta probabilità
2. Rischio ad alto impatto e bassa probabilità
3. Rischi a basso impatto e alta probabilità
4. Rischi ad alto impatto e bassa probabilità

In base a questa suddivisione è immediato capire che alcuni di questi devono essere immediatamente presi in considerazione mentre altri possono essere mitigati, trasferiti o accettati.

Nel progetto in esame i rischi individuati fanno riferimento alla non rilevazione di errori riguardanti sia la corretta usabilità del software sia la corretta gestione del flusso di lavoro per le partiche manutentive, al non rispetto delle tempistiche progettuali individuate inizialmente portando ad un ritardo della messa in funzione del software e una perdita di interesse delle parti coinvolte, alla mancata ricezione di un requisito scaturito da un feedback dell'utente e al produrre una guida incompleta con procedure parziali.

Tali rischi sono stati riepilogati in tabella ed è stato assegnato loro un valore di probabilità e impatto, dal quale viene ricavato il valore del rischio. Se quest'ultimo è maggiore della soglia fissata (nel nostro caso sei) vengono intraprese delle azioni volte alla mitigazione di quest'ultimo.

Descrizione del Rischio	Probabilità	Impatto	Rischio	Azioni di Mitigazione
Errori/Bug	3	3	9	Test Ridondanti
Usabilità	3	1	3	
Tempistiche	4	1	4	
Guida incompleta	3	1	3	
Mancata ricezione requisito	3	3	9	Maggiore coinvolgimento Stakeholders

Figure 34 Matrice dei Rischi

P	Probabilità	Criterio
1	Improbabile	Il verificarsi è praticamente impossibile o la situazione analizzata non è applicabile
2	Poco Probabile	Si verifica in rari casi
3	Probabile	Si verifica frequentemente
4	Altamente Probabile	Si verifica molto frequentemente

Figure 35 Tabella Probabilità

I	Impatto	Criterio
1	Lieve	Estremamente lieve, piena conformità; bassa sensibilità della parte interessata che subisce l'impatto
2	Medio	Media entità, conformità imperfetta e/o incompleta; discreta sensibilità della parte interessata che subisce l'impatto
3	Grave	Grave, assenza di conformità, con facilità di adeguamento; parte interessata che subisce il danno particolarmente sensibile
4	Molto Grave	Molto grave, assenza di conformità, adeguamento difficile; parte interessata che subisce il danno particolarmente sensibile

Figure 36 Tabella Impatto

Importante sottolineare che il rischio derivante dalla mancata ricezione di un requisito è frutto dell'elevato numero di stakeholders implicati nel progetto; infatti, sotto questo

aspetto il progetto è stato definito come a media complessità.

Applicando le azioni volte alla mitigazione di uno specifico rischio si vanno conseguentemente anche a modificare la probabilità o l'impatto che altri rischi hanno sul progetto. Per questo motivo l'attività di gestione del rischio non deve essere svolta solamente in una fase iniziale del progetto ma bensì riaggornate in itinere visto che possono emergere nuovi rischi o variare l'impatto o probabilità di rischi già individuati precedentemente.

#### 7.4. Complessità del progetto

Un modello che può essere molto utile per affrontare il discorso sulla complessità è il modello noto come "Cynefin Framework".

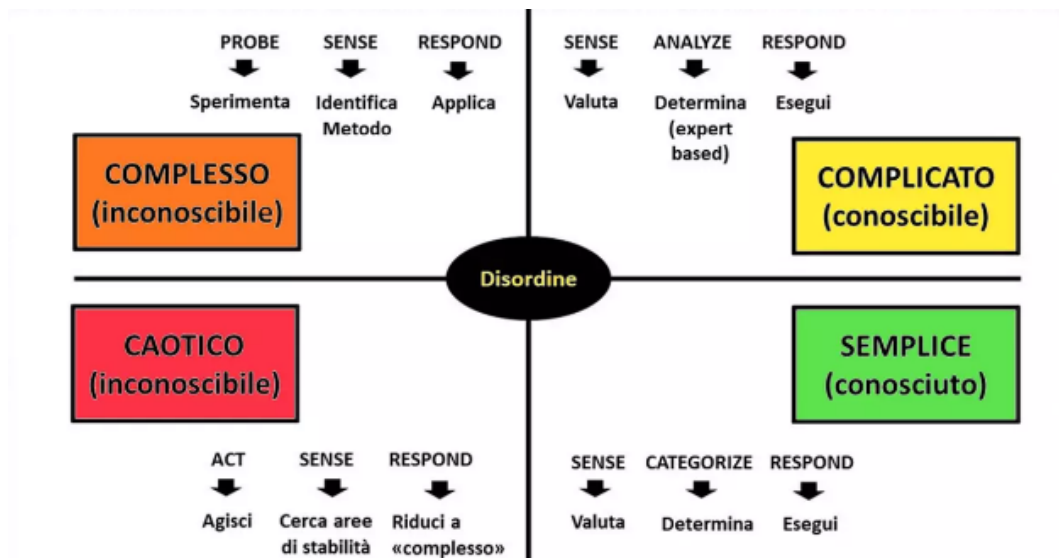


Figure 37 Livello Complessità del Modello Cynefin

Cynefin individua quattro domini caratterizzati da diversi livelli di complessità:

- Semplice: scenario stabile dove le relazioni causa-effetto sono chiare;
- Complicato: ci sono incognite ma conoscibili, le relazioni causa-effetto sono presenti ma non così evidenti e per essere individuate richiedono competenza;
- Complesso: in questo caso le relazioni causa-effetto ci sono ma sono imprevedibili e possono essere dedotte solamente a posteriori;
- Caotico: caratterizzato da indefinibilità e all'interno del quale le relazioni causa-effetto sono del tutto assenti;



- Zona Disordine: zona centrale che rappresenta tutte quelle situazioni in cui non è chiaro in quale degli altri quattro domini ci si trova.

Nei progetti caratterizzati da media-alta complessità si predilige un approccio adattivo e agile, concepito per fronteggiare contesti incerti e mutevoli, mentre in quelli a bassa complessità l'approccio predittivo appare più adeguato. I livelli di complessità sopra descritti come domini discreti costituiscono uno spettro continuo. Possiamo definire una metrica per misurare il livello di complessità, di per sé variabile in uno spettro continuo, e ricondurlo a degli intervalli da far corrispondere ai domini del Cynefin Framework.

Andando a rappresentare mediante un grafo, costituito da un insieme di nodi collegati da archi, le interazioni fra i vari stakeholders e svolgendo alcuni calcoli è possibile stabilire la complessità del progetto.

Il numero massimo di interazioni  $R_{max}$  tra  $N$  nodi è dato da:

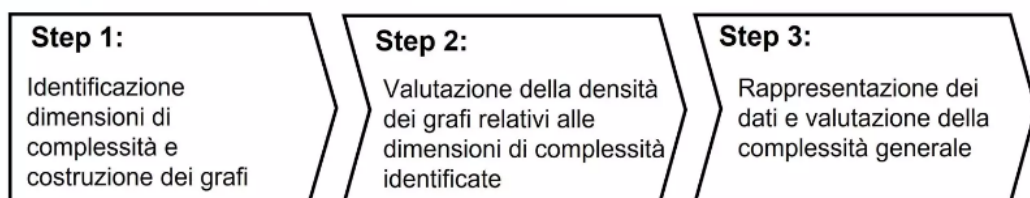
$$R_{max} = N * (N - 1) / 2$$

Indicando con  $N_{rel}$  il numero di relazioni tra le parti componenti del sistema, la densità  $D$  del grafo viene definita come:

$$D = N_{rel} / R_{max}$$

Valutando questo valore ottenuto e confrontandolo con i tre intervalli convenzionali si stabilisce il grado di complessità:

- Bassa complessità, quando la densità del grafo è compresa tra 0 e 0,2;
- Media complessità, quando la densità del grafo è compresa tra 0,2 e 0,4;
- Alta complessità, quando la densità del grafo è maggiore di 0,4.



*Figure 38 Framework per Valutare la Complessità*

La complessità può essere calcolata in questo modo basandosi su vari networks: degli stakeholders, delle attività, dei requisiti, dei rischi e dei deliverable. Dopo aver

individuato i network di progetto e aver valutato la densità dei grafi corrispondenti, si procede alla visualizzazione dei risultati su un diagramma Kiviat per valutare la complessità generale del progetto. Valori localizzati al centro del grafico indicano un basso valore di complessità, al contrario, valori localizzati lontano dal centro ne indicano un elevato.

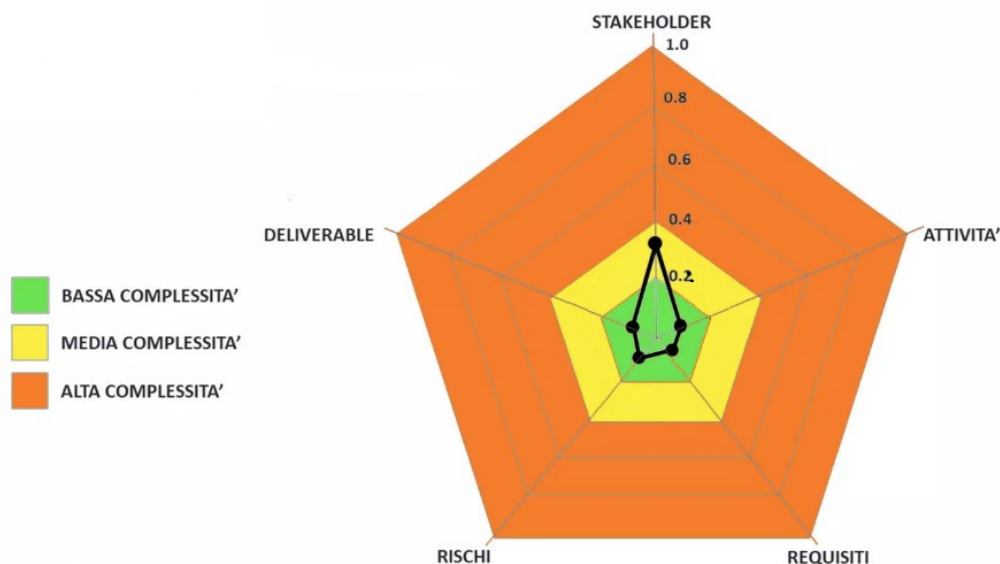


Figure 39 Assesment di complessità Progetto

In questo grafico troviamo un'analisi della complessità del progetto da me seguito, esso risulta di media complessità per quanto riguarda il network degli stakeholder, ciò deriva dall'elevato numero di soggetti implicati e dalle loro reciproche interazioni, e di complessità bassa per quanto riguarda gli altri network.

Un ulteriore elemento da considerare è il fatto che le diverse dimensioni di complessità potrebbero contribuire in maniera differente alla complessità generale del progetto, aprendo così la possibilità di specializzare in modo ulteriore il framework, con l'introduzione di pesi o criteri di priorità ai diversi network.

L'assesment di complessità va effettuato il prima possibile, idealmente appena vi siano le informazioni per valutare la densità dei grafi dei network di progetto, idealmente durante le attività di avvio e nelle prime riflessioni di pianificazione. Tuttavia, come per altre analisi, l'assesment deve essere revisionato in corso d'opera per assicurarsi che la valutazione di complessità sia aggiornata rispetto al corso degli eventi.

## 7.5. Dirigere e Gestire il lavoro del progetto

Dirigere e gestire il lavoro del progetto è il processo di direzione ed esecuzione del lavoro che è stato definito nel piano di Project Management e di implementazione delle modifiche approvate per raggiungere gli obiettivi prefissati. Si vanno ad allocare le risorse disponibili, se ne gestisce l'uso efficiente e si apportano modifiche ai piani di progetto derivanti dall'analisi dei dati e dalle informazioni sullo stato dell'avanzamento dei lavori. Fra i documenti che prende in input tale fase troviamo il registro delle modifiche che contiene lo stato delle richieste di modifica e il registro delle "lesson learned" che è utilizzato per evitare gli stessi errori commessi in passato. Durante l'esecuzione del progetto, si raccolgono e si comunicano i dati sullo stato di avanzamento del lavoro, i quali a loro volta saranno input per i processi di monitoraggio e controllo e possono essere usati come feedback per andare in futuro a migliorare le prestazioni dei futuri work package.

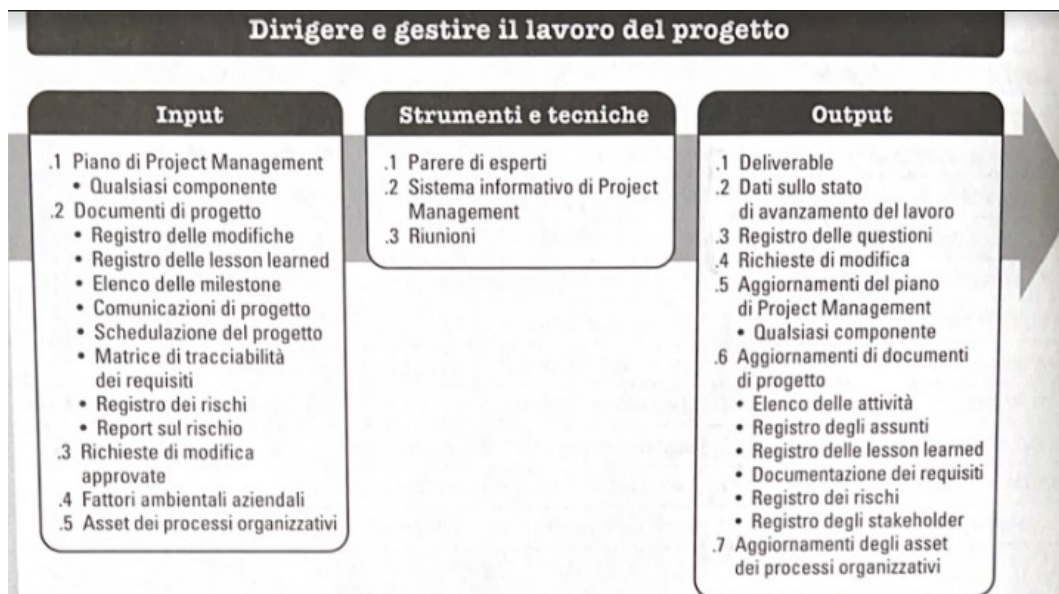


Figure 40 Dirigere e Gestire il Lavoro di Progetto

## 7.6. Monitorare e Controllare il lavoro del progetto

Monitorare e controllare il lavoro del progetto è il processo di revisione e reporting dell'avanzamento general del lavoro di progetto, che consente di raggiungere gli obiettivi prestabiliti nel piano di project management. In questo modo gli stakeholders possono valutare lo stato corrente del progetto, riconoscere le azioni intraprese e avere una stima dello stato futuro del progetto con previsioni di costi e di schedulazione. Importante effettuare anche il controllo delle modifiche, ossia il processo di revisione di tutte le

richieste di modifica, di approvazione di modifica, di gestione delle modifiche effettuate e, infine, la comunicazione delle decisioni prese. Le modifiche possono essere richieste da qualsiasi stakeholder coinvolto nel progetto e possono verificarsi in qualsiasi momento nel corso del ciclo di vita del progetto. Sebbene le richieste possano essere avviate verbalmente, devono essere inserite nel sistema di gestione delle modifiche e in alcuni casi necessitano di informazioni in merito agli impatti sulla schedulazione e sui costi prima dell'approvazione. Secondo le fonti ufficiali di Project Management, in informatica una "change request" è definita come: «una richiesta di modifica alla configurazione del software». Essa può riguardare, bug applicativi, nuovi requisiti da implementare, problemi di performance ma anche problemi di usabilità e di conseguenza il project manager si trova a dover valutare la richiesta imprevista e potenzialmente complessa. Per la gestione della change request è opportuno prevedere un flusso di controllo delle stesse. Si utilizza un modulo che contiene due parti: una compilata in fase di richiesta della modifica e l'altra in risposta. Nella prima viene esplicitata la richiesta e descritta in modo approfondito; nella seconda, invece, vengono descritti i tempi per la chiusura dell'implementazione richiesta, l'impatto sul Gantt di progetto, il costo per l'intervento richiesto e l'analisi del rischio che deriva dalla change request. L'accettazione o il rifiuto alla implementazione della change request scaturisce dall'analisi puntuale dei tempi e costi stimati per la realizzazione e dall'accettazione da parte del cliente non solo dei costi di realizzazione, ma anche della eventuale ripianificazione delle attività di progetto che possono risultare influenzate.

## **7.7. Chiudere il progetto**

La fase di chiusura del progetto o di una sua fase è il processo di finalizzazione di tutte le attività. Alla chiusura del progetto, il project manager revisiona il piano di Project Management per garantire il completamento di tutto il lavoro del progetto e accertare che tutti gli obiettivi siano stati raggiunti e, nel caso in cui alcuni di questi non siano stati raggiunti, andare ad indagare e documentare le motivazioni.

Gli output di questa fase sono l'archiviazione delle informazioni di fase o di progetto, il completamento del lavoro pianificato, una reportistica finale congiunta con il registro delle "Lesson Learned" e il rilascio delle risorse che possono essere dedicate a nuove iniziative.

Di Seguito alcune foto scattate durante l'effettivo uso del software Demetra.



*Figure 41 Utilizzo Demetra a bordo macchina Pt.1*



*Figure 42 Utilizzo Demetra Pt.2*

## **8. CONCLUSIONI E RISULTATI FINALI**

L'obiettivo di questo elaborato era quello di esporre la mia esperienza di tirocinio svolta presso la *Mecaer Aviation Group S.p.a.* dove ho collaborato e partecipato attivamente con tutte le funzioni presenti in ingegneria di manutenzione aeromobili.

Attraverso questa esperienza ho compreso e partecipato al flusso di lavoro di una azienda strutturata e ho avuto l'opportunità di collaborare e anche seguire in proprio, utilizzando le metodologie di Project Management studiate durante il mio percorso formativo, un progetto volto alla transizione digitale; mettendo in pratica tutte le competenze acquisite nel mio percorso universitario sia da un punto di vista informatico sia da un punto di vista gestionale.

Il progetto che ho seguito è entrato nel flusso produttivo dell'azienda e ha portato il software alla sua prima release; ad oggi il software è utilizzato su una delle linee di manutenzione, specificatamente quella del AW139, iniziando a portare i benefici attesi.

Chiaramente trattandosi di un tool informatico esso necessiterà di un continuo aggiornamento e manutenzione per mantenere un'usabilità elevata e per rispondere a nuove esigenze che nasceranno in seguito all'utilizzo, ovvero quello che viene chiamato supporto del prodotto.

Sono previsti nel futuro spunti di aggiornamento e sviluppo come: l'integrazione di strumenti per facilitare l'input e l'output delle informazioni, l'utilizzo di codici a barre per identificare i materiali, la gestione del prelievo degli attrezzi dal magazzino tramite un sistema di firma digitale e anche l'integrazione di altri software gestionali utilizzati in azienda.

## Bibliografia e Sitografia

1. “Guida alla gestione efficace di progetti, programmi e portfolio. Come creare valore nelle complessità.” Marco Caressa e Massimo Pirozzi 2022
2. “Guida al Project Management Body of Knowledge. Guida al PMBOOK” Sesta edizione. Pubblicato da Project Management Institute 2017
3. <https://www.mecaer.com/>
4. <https://www.professionalaviation.it>
5. [https://it.wikipedia.org/wiki/Agenzia\\_europea\\_per\\_la\\_sicurezza\\_aerea](https://it.wikipedia.org/wiki/Agenzia_europea_per_la_sicurezza_aerea)
6. <https://www.difesa.it>
7. [https://it.wikipedia.org/wiki/Ente\\_nazionale\\_per\\_l%27aviazione\\_civile](https://it.wikipedia.org/wiki/Ente_nazionale_per_l%27aviazione_civile)
8. <https://www.caa.co.uk/commercial-industry/aircraft/airworthiness>
9. <https://skybrary.aero/articles/aircraft-maintenance>
10. <https://www.t-ppm.it/wbs>
11. <https://www.teamleadercrm.it>
12. <https://www.wrike.com/blog>.
13. <https://www.humanwareonline.com/project-management>.
14. <https://twproject.com>