

Potenzialità industriali nella progettazione e realizzazione di sistemi integrati di Difesa Aerea

Dott. ssa Emanuela DE FAZIO – Selex S.I.



Premessa

L'obiettivo della presentazione è quello di dare una visione di insieme delle potenzialità/capacità industriali nella progettazione e realizzazione dei sistemi Integrati di Difesa Aerea. Per potenzialità e capacità si intende l'insieme di tutte le competenze professionali (architettoniche, tecniche e tecnologiche) e organizzative/ sociali ("soft skills") che vengono impiegate lungo tutta la catena di generazione del valore: dall'ideazione alla caratterizzazione dell'idea, dalla sua progettazione all'implementazione. L'intero processo industriale di sviluppo delle competenze e dei prodotti è pianificato, realizzato e controllato in funzione di quelli che sono i principali fattori critici della "supply chain" (es. acquisizione di tutti i drivers operativi e tecnologici del segmento di business di riferimento, aderenza ai requisiti del cliente) e attraverso l'utilizzo di metodologie internazionalmente riconosciute di "gestione del ciclo di vita dei prodotti".

La presentazione seguirà il seguente indice:

- **Missione, Ruolo e Competenze abilitanti di System Engineering/ Integration di Selex Sistemi Integrati;**
- **Sistemi di Difesa Aerea e Missilistica**, con particolare riferimento al Contesto e Scenario, ai Requisiti Operativi, ai Framework Architettonici di riferimento, alle Tecnologie, Metodologie e tools utilizzati;

- **Programmi e degli studi correlati a tale dominio** con particolare riferimento alle diverse esigenze e configurazioni di due casi d'uso: Difesa del Territorio Nazionale e Difesa da minacce in Missioni fuori area;

Missione, Ruolo e Competenze abilitanti di System Engineering/ Integration di Selex Sistemi Integrati

Selex Sistemi Integrati ricopre nell'ambito del gruppo FNM un duplice ruolo. Il primo di natura storica e direttamente legato alla missione "core" dell'azienda, da sempre, impegnata nella progettazione di sistemi di controllo del traffico aereo, centri di comando e controllo, sistemi radar terrestri e navali e sistemi di sorveglianza. La storia aziendale si intreccia e, spesso, si sovrappone in maniera significativa con quella dei sistemi radar e di difesa aerea nazionale. Selex lavora da più di 50 anni nel settore dell'elettronica per la difesa; ha vissuto diverse fasi storiche con nomi diversi (da Selenia ad Alenia Difesa a Alenia Marconi Systems), ha avuto diverse assetti industriali (dalla originaria cooperazione con Raytheon alla Joint Venture con BAE System), ha avuto diverse strutture organizzative (vari i cambiamenti adattativi rispetto ai nuovi modelli di business del settore). In questo contesto di continuo cambiamento ha però affinato dei caratteri di originalità, sensibilità tecnica e artigianalità evoluta, nell'ambito dei sistemi di difesa aerea, grazie ad una serie di programmi storici quali SPADA, HAWK, Skyguard, ACCS.

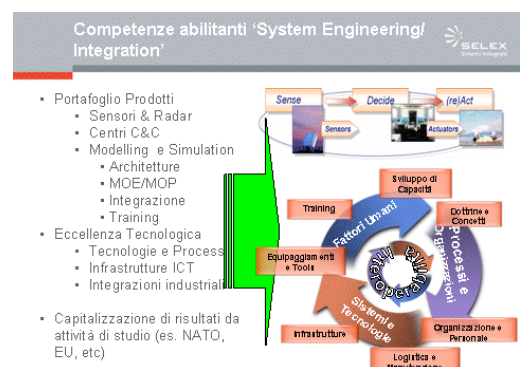


Il secondo ruolo è legato alla nuova missione che la vede coinvolta come System Engineer e System Integrator per i sistemi di Homeland Protection (Homeland Defence ed Homeland Security) e di controllo del traffico aereo chiavi in mano (soluzioni tradizionali comprensive di sistemi a terra e di gestione delle aree aeroportuali). La nuova missione trova motivazione nella forte spinta di nuovi modelli di business che vedono sempre più la necessità di una 'Design Authority' capace di supportare la progettazione "incrementale" di sistemi di sistemi, garantendo dei requisiti funzionali e prestazionali sempre più ambiziosi, fornendo strumenti di "design to cost", "cost/risk control" e "time control".

I sistemi di sorveglianza sono basati sul paradigma funzionale OODA "Osserva – Orienta – Decidi – Agisci" che mappa quello sistemistico di 'Radar/ Sensor', 'Comando e Controllo' e 'Attuatore'.

I sistemi di sorveglianza sono basati sul paradigma funzionale OODA "Osserva – Orienta – Decidi – Agisci" che mappa quello sistemistico di 'Radar/ Sensor', 'Comando e Controllo' e 'Attuatore'.

La dinamicità e la forte trasformazione dello scenario operativo e del mercato richiede uno studio 'integrato', consistenti adeguamenti metodologici e procedurali ed un approccio "olistico" che sfrutti cioè le varie dimensioni 'cognitive e sistemistiche'. Il paradigma di riferimento è quello NATO del DOTLMPFI - Doctrine, Organization,



Training, Leadership, Materiel, Personnel Facilities and Interoperability

Gli strumenti concreti per il raggiungimento di tali obiettivi, tecnici e non tecnici, sono vari.

Primo fra tutti è il consolidamento del Portafoglio Prodotti, in termini di:

- Sensori & Radar
- Centri di Comando e Controllo
- Centri di Modelling e Simulation

Le capability di Modelling & Simulation rappresentano un elemento di novità rispetto ai processi tradizionale di progettazione perché permettono di supportare ed anticipare, lungo la catena di progettazione, le attività di valutazione e validazione di:

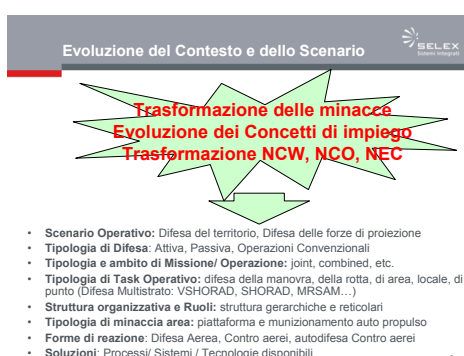
- Processi, Procedure e dottrine operative
- Requisiti Operativi e prestazionali
- degli impatti degli scenari sulle dottrine e sulle catene funzionali da applicare
- delle architetture operative (gerarchiche e/o reticolari)
- delle tecnologie: ed in questi termini diventa più facile e meno rischioso il realizzare soluzioni ad elevato contenuto tecnologico.
- dei sistemi: ed in questi termini il passaggio dai concetti di sistemi di sistemi a quelli di Net centricità è caratterizzato da un maggiore controllo dei tempi, dei costi di realizzo, dei rischi ed è supportato da un approccio 'design to cost'
- delle prestazioni e dell'efficacia delle metodologie adottate (Measure of Performance MOP/ Measure of Effectiveness MOE)
- delle Infrastrutture ITC: ed in questi termini è più facile la realizzazione di infrastrutture più robuste, sicure e comuni

In ultimo, ma non per importanza, Selex crede nel valore importante delle Integrazioni industriali, nazionali ed internazionali ed in questo contesto lo sforzo è diretto alla capitalizzazione dei risultati di attività di studio (es. NATO, EU, etc) .

Evoluzione, Contesto e Scenario

Nel dominio dei sistemi di Difesa Aerea si muovono un numero significativo di attori governativi ed industriali. I drivers e i fattori critici di successo sono pertanto diversi, complessi e dinamici.

Nella slide ne sono stati elencati alcuni, fra quelli più importanti:



- Trasformazione delle minacce correlate a tecnologie sempre più evolute;
- Evoluzione dei Concetti di impiego correlate a diverse dottrine, a diversi stakeholders;

- Trasformazione NCW, NCO, NEC: trasformazione radicale dei modus operandi basati non sul 'Need To Know' ma sul 'Need to Share' o "Will to share"
- Tipologia di Difesa: Attiva, Passiva, Operazioni Convenzionali
- Casi d'uso: difesa del territorio nazionale e delle missioni fuori aerea: lo scenario di operazione può quindi essere diverso e pertanto possono essere diverse le interfacce esterne e gli standard da implementare
- Tipo di minaccia: piattaforma (vettore pilotato e non; UAV, UCAV) e munizionamento autopropulso (missili balistici tattici, missile cruise,). minacce convenzionale/ simmetriche - non convenzionale/ asimmetriche. Tali minacce hanno caratteristiche strutturali e cinematiche che richiederanno capacità di reazione e di intervento del sistema di difesa. Questo aspetto non è trascurabile se si pensa che l'evoluzione tecnologica è qualcosa che ha investito in maniera trasversale i vari domini e quindi non solo i sistemi di difesa, ma anche quelli offensivi. Oggi le minacce sono, quindi caratterizzate da alta velocità, elevata manovrabilità e mobilità, caratteristiche elettrodinamiche e termiche nuove ed caratteristiche stealth sempre più spinte.
- Tipo di missione: multi forza, multinazionale, multi arma: la conduzione e il ruolo di comando può essere quindi assunto da organizzazioni o enti diversi (NATO, EU, nazionale) e questo ovviamente ha un impatto sulla catena organizzativa, sulla combinazione di procedure diversificate;
- Task operativo: difesa della manovra, della rotta, di area, locale, di punto (Difesa Multistrato: VSHORAD, SHORAD, MRSAM...): la conduzione della missione può richiedere task operativi diversi, ruoli diversi e sistemi diversi; Struttura organizzativa e Ruoli: struttura gerarchiche e reticolari che deriva da quanto descritto fino ad ora;

Requisiti Operativi dei "nuovi" sistemi di difesa aerea



- Struttura "net - centrica" e fortemente **integrata**
- Forze flessibili, ad alta disponibilità, addestrate e culturalmente preparate ad operare in contesti nuovi e secondo dottrine di impiego **'effect-based'**
- Missioni **"expeditionary", multinazionali, multiforme e multiarma**
- Integrazione e supporto di una complessa catena di comando
- Elevate livello di **coordinamento e di interoperabilità**
- Velocità di deployment degli assets e tempestività d'intervento
- Elevate capacità di **sorveglianza, comando e controllo e precisione di ingaggio**
- Elevate livello e grado di Situation Awareness
- Gestione e correlazione di dati **real time** e near real time
- **Rapidità** del processo decisionale e **Efficacia della missione**
- Superiorità operativa e tecnologica
- Requisiti di Sicurezza
- Protocolli Standard
- Modello 'plug and fight'

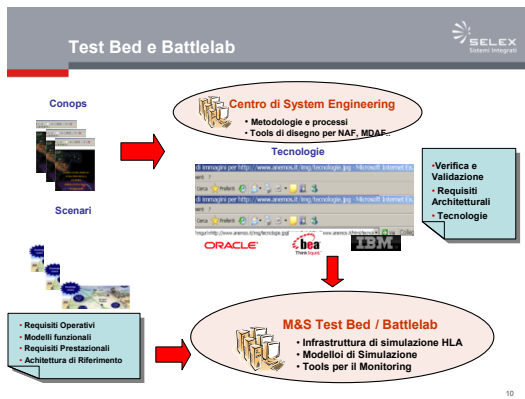
Gli aspetti elencati nella slide 7 caratterizzano i sistemi di Difesa Aerea e attraversano trasversalmente i vari domini – informazione, livello operativo e tecnologico.

L'analisi, nel dominio operativo e dei sistemi, dei possibili attori coinvolti (navale, terrestre, aerea, joint e civile) è un importante fattore per la visione d'insieme dei sistemi integrati di difesa aerea (slide 8).

Ad esempio, la sorveglianza, la difesa dello spazio aereo e la sicurezza nazionale più in generale sono realizzate tramite al concorrenza e la cooperazione di Enti diversi.



Le prime, per missione, sono affidate alla nostra Aeronautica mentre il controllo aereo è gestito dall'agenzia civile Enav. Entrambe, attraverso un ampio set di risorse (organico/ personale, direttive e dottrine complesse, capabilities operative) e di skills realizzano le varie missioni e tasks tipici della difesa aerea. L'analisi, nel dominio operativo e dei sistemi, dei possibili attori coinvolti (navale, terrestre, aerea, joint e civile) è un importante fattore per la visione d'insieme dei sistemi integrati di difesa aerea



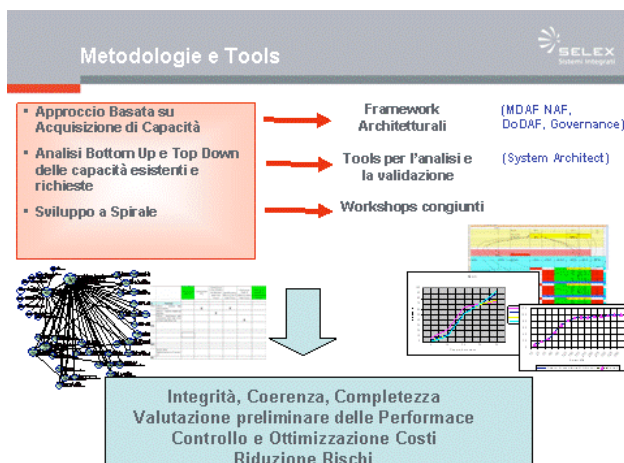
L'analisi descritta nella slide 10 viene realizzata con approcci e metodologie derivate da studi Nazionali e NATO: le fasi di analisi nei vari domini (operativo, architetturale e tecnologico) sono basate su un processo strutturato, chiaro ed integrato e tramite l'utilizzo di Tools integrati.

Le fasi di implementazione, così come quelle di acquisizione da parte del mercato, sono realizzate con approccio incrementale ("spiral development") e vengono realizzate tramite l'utilizzo costante di tool

collaborativi e di un Integration Test Bed (ITB) o Battlelab.

L'Integration Test Bed (ITB) è lo strumento in cui effettuare la fase di Concept development ed experimentation (CD&E), permette di effettuare un continuo controllo e l'ottimizzazione dei costi, dei tempi di esecuzione dei programmi ed una riduzione dei rischi.

L'analisi dei requisiti e delle esigenze operative viene realizzata, con "prodotti" ben identificati (ad esempio viste operative, funzionali, tecnologiche come descritte nei frame work MODAF o NAF) attraverso un armonizzazione di approcci top down e bottom up. L'approccio top down ha come punto di partenza la definizione di 'goals' strategici e questi a loro volta vengono esplosi nella identificazione delle missioni operative da condurre e delle capabilities necessarie alla



pianificazione, esecuzione, controllo e chiusura della stessa. L'approccio bottom up parte, invece, dall'assessment dei sistemi legacy e di come questi mappano le singole capacità operative. Il trait d'union dei due approccio è rappresentato da una fase di confronto, gap analysis, in cui si identificano i cosiddetti 'shortfalls' e cioè le limitazione e le problematiche in termini operativi, architeturali, sistemistici, funzionali e di capacità di interoperare. La misura della maturità dei sistemi legacy e delle nuove soluzioni proposte viene realizzata tramite le

Measure of Performance (MOP) e Measure of Effectiveness (MOE). Le prime rappresentano la definizione di parametri, attributi e valori associati del comportamento del sistema (esempio

probabilità di detezione dei sensori, probabilità di falso allarme o di corretta detezione). Le seconde misurano come un sistema svolge le proprie funzioni in un particolare scenario (esempio livello di sopravvivenza, efficienza del sistema d'arma).

Programmi e studi correlati

Passiamo ora ad una rapida lettura delle esperienze programmatiche e degli studi in cui Selex SI è coinvolta, che maggiormente hanno contribuito e contribuiscono alla costituzione di expertise e competenze legate ai sistemi di Difesa Aerea.

Programmi e Studi Correlati (oggi)	
<ul style="list-style-type: none"> • PROGRAMMI – FNEC – ACCS – SIACCON 2 – SICCAM – ITB Nazionale – MTMD – SOC – EMPAR – SAMP/T – PAAMS – MEADS 	<ul style="list-style-type: none"> • STUDI – NIAG 98 GBAD – NIAG 124 Integrazione dei sistemi di Difesa Aerea dei paesi NATO – NATO WG per integrazione dei battlelabs nel dominio JISR delle nazioni NATO – ALTBMD - JANUS – PNR 315

Nell'ambito dell'evoluzione dei sistemi di difesa aerea e del percorso storico di Selex SI i programmi NADGE (Nato Air Defence Ground Environment) e CATRIN (Sistema "Campale di Trasmissioni ed Informazioni") hanno rappresentato due importantissime esperienze. Attraverso queste due esperienze è stato possibile sperimentare il passaggio significativo dall'analogico al digitale e l'impiego della logica di Concurrent Engineering. Entrambi hanno rappresentato due fattori tecnologici e metodologici di rilievo in quanto hanno segnato una Trasformazione trasversale da un livello culturale e generale a livelli più specialistici e tecnologici. Il primo programma è stato realizzato in collaborazione con Thales e consisteva nella realizzazione di un sistema di Difesa Terrestre basata sull'integrazione delle reti radar di quattordici paesi NATO. I siti previsti sono stati ottantaquattro, di cui trentasette con centri di comando e controllo. Selex SI è stata responsabile dell'integrazione di tutte le consoles del NADGE per i quattordici paesi. Il secondo ha rappresentato il primo "grande programma" di comando e controllo in Italia e in questo Selex SI ricoprì il ruolo di leader insieme a Selex Comms.

Evoluzione dei sistemi di difesa aerea (background)	
<ul style="list-style-type: none"> • Programma NADGE – Sistema di Difesa Terrestre, basato sull'integrazione delle reti radar dei paesi NATO – Configurazione: 14 paesi NATO coinvolti – 84 siti, dei quali 37 con centri di comando e controllo – SSI <ul style="list-style-type: none"> • Responsabilità di tutte le consoles del NADGE per i 14 paesi • Passaggio significativo dall'analogico al digitale e logica di Concurrent Engineering 	<ul style="list-style-type: none"> • Programma CATRIN – Il primo "grande programma" di comando e controllo in Italia – SSI era una dei tre leader

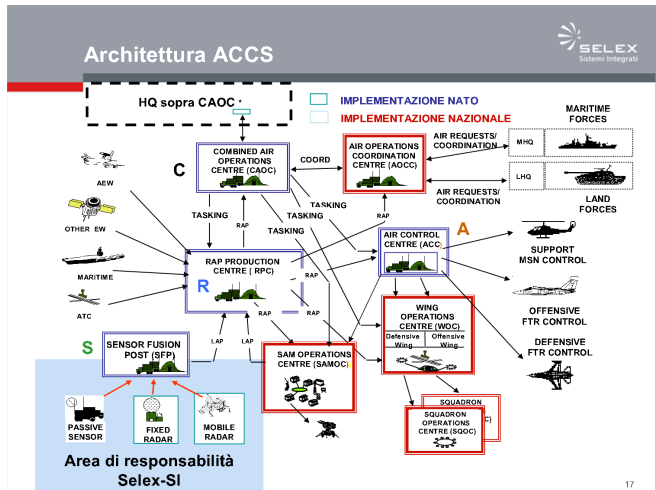
Oggi Selex Sistemi Integrati è impegnata sul programma ACCS (Air Command and Control System) un sistema integrato di Comando e Controllo (C2) per la difesa aerea delle Nazioni europee della NATO (slide 15). Tale sistema sostituisce quello precedente, il sistema NADGE che è in opera dagli inizi degli anni '70 con tecnologie di fine anni '60, e rispetto ad esso, fornisce una più ampia gamma di funzioni

Evoluzione dei sistemi di difesa aerea (oggi)	
<ul style="list-style-type: none"> • Programma NATO ACCS – sistema integrato di Comando e Controllo per la difesa aerea dei paesi NATO (14 iniziali, oggi 26) – Configurazione: 5 siti di C2, 350 sensori radar, attuatori – SSI <ul style="list-style-type: none"> • Partecipazione allo sviluppo delle componenti Real Time • Responsabilità della integrazione di tutti i sistemi radar • (Responsabilità dei siti di replica) 	

L'architettura del sistema e l'area di responsabilità di Selex sono rappresentate nella slide corrente. Il sistema è altamente complesso, basato su un numero significativo di nodi e di ruoli.

L'ACCS è un sistema semi automatico sviluppato per il supporto al Comando e Controllo delle Forze Tattiche e di Difesa della NATO, dei centri di Comando e Controllo (C2) e dei Sensori assegnati alla NATO e alle Nazioni componenti la NATO. Le funzioni di base, distribuite sui nodi rappresentati in figura sono:

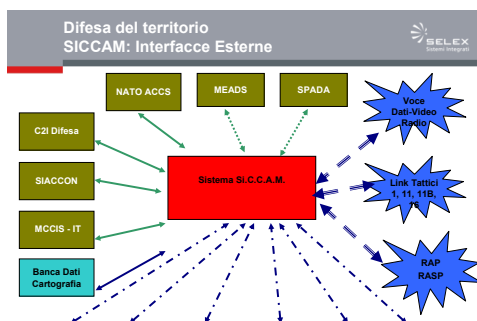
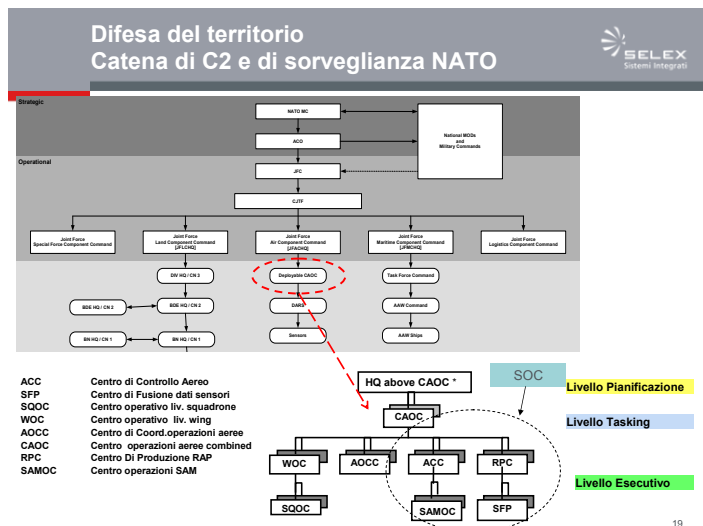
- la gestione delle Forze,
- il controllo delle Missioni Aeree,
- la gestione dello Spazio Aereo
- il controllo del traffico aereo
- la sorveglianza aerea
- la gestione delle risorse C2 aeree



Il sistema ha un'architettura aperta, basata su WAN (Wide Area Network), che permette di collegare i numerosi centri previsti e la diffusione dei comandi e dell'Air Picture derivata dai sensori, a tutti i livelli, dai centri di comando strategici, fino alle basi aeree e ai sistemi d'arma missilistici. Le funzioni prevedono l'interoperabilità con i sistemi delle altre Forze Armate (Esercito e Marina) e con componenti trasportabili a supporto delle operazioni fuori area anche per il mantenimento della pace.

Difesa Aerea del territorio nazionale

La catena di sorveglianza e di Comando e Controllo della NATO è rappresentata nella slide corrente ed è nel rispetto di questa struttura che viene sviluppato il programma ACCS (NATO) e quello che vedremo in seguito in ambito nazionale (SICCAM). Sono evidenti tre livelli: strategico, operativo e tattico. I Nodi coinvolti nella catena sono dettagliati nella figura in basso a destra: i centri in cui viene realizzato il deployment del sistema ACCS sono il Combined Air Operational Centre (CAOC) , il Air Control Centre (ACC), il Recognized Air Picture Production Centre (RPC) e il Sensor Fusion Post (SFP). L'operatività dei livelli operativi Squadrone e Wing (SWOC, WOC) sono realizzati con il deployment del sistema SICCAM.



Il sistema SICCAM copre alcune aree funzionali del sistema ACCS, dovendo nella catena di comando e controllo

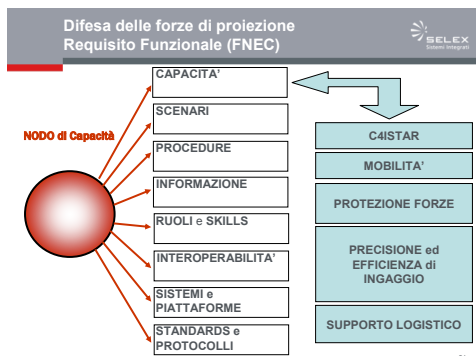
nazionale ricoprire il ruolo di CAOC ed è invece complementare all'ACCS nella catena di comando e controllo NATO, realizzando task e ruoli ad esso complementare.

Il sistema SICCAM (slide 20) fornisce le funzioni di comando e controllo tipiche del livello operativo (es. Gestione delle Attività di Volo - programmazione, coordinamento/ negoziazione, approvazione - Diffusione delle informazioni, Gestione Zone di volo, Air Space Management, Gestione stati operativi delle risorse, Gestione dati di Intelligence e Target, Pianificazione delle risorse C2) e prevede l'interfacciamento di numerosi sistemi esterni (es. comando e controllo dell'esercito italiano (SIACCON), della marina (MCCIS), sistemi di logistica (SiLEF 2000) e di supporto alla pianificazione (MSS ed MPS), gestione dei dati del traffico aereo civile (Difnet)).

Difesa Aerea delle forze di proiezione

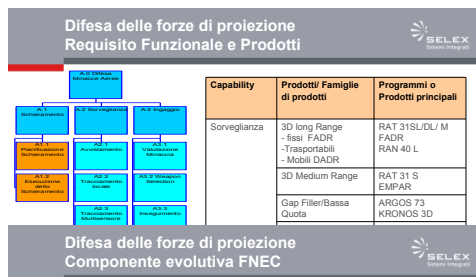


Un altro programma di rilievo per l'ampliamento delle capabilities dei difesa aerea è Forza NEC. Si tratta del programma di digitalizzazione delle forze terrestri. L'obiettivo di tale programma è aumentare l'efficienza operativa delle forze di terra e verrà implementato in diverse fasi. Le aree funzionali ricoperte sono illustrate nella slide corrente.

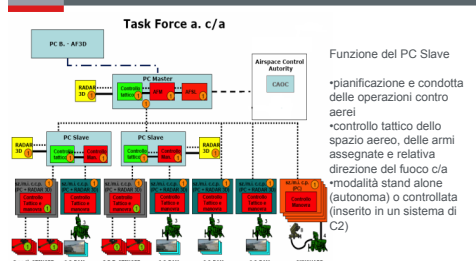


La fase di analisi dei requisiti è basata sull'identificazione di tutti i nodi operativi delle brigate terrestri, delle varie responsabilità ad essi associate, di tutte la tipologia di informazioni e funzioni operative ad essi necessarie, ai flussi informativi necessari. Le capacità analizzate riguardano: la mobilità, la protezione delle forze, il supporto logistico, la precisione e l'efficienza di ingaggio e C4ISR.

La capability di Difesa delle Forze di proiezione rappresenta un caso d'uso dei sistemi di Difesa Aerea e si compone di:



- **Schieramento:** dedicato alla pianificazione delle unità e dei sistemi di difesa
- **Sorveglianza:** focalizzata sulla individuazione di minacce aeree e terrestri e composta da funzioni quali Detezione, Tracking, Identificazione e Diffusione della situazione aerea (Diffusione della Recognized Air Surface Picture).

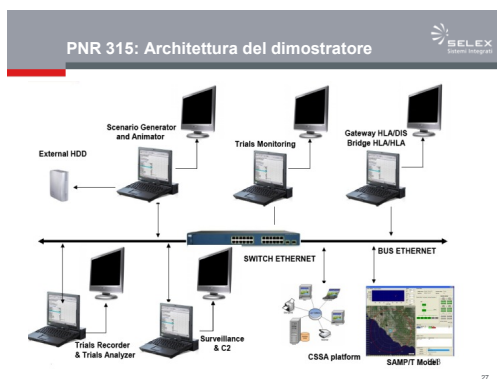


- **Comando:** composta da funzioni quali Pianificazione, deployment, valutazione delle

minacce, assegnazione del target a sistema d'arma in funzione dell'ottimizzazione di alcuni parametri scelti;

- **Controllo:** composta da funzioni quali Monitoring e Assessment della situazione in termini di valutazione dell'efficacia delle funzioni di comando e di ingaggio;

Relativamente alla funzione di ingaggio (slide 25) l'elemento di innovazione è rappresentato dal componente Posto Comando Cluster. Esso costituisce un raggruppamento misto (componente Master e Slave), con capacità di garantire la protezione c/a di tutte le componenti operanti nell'area di responsabilità contro attacchi di aeromobili ostili condotti alle medie quote ed alle bassissime quote, mediante l'impiego selettivo e sinergico di sistemi d'arma diversi per prestazioni e portate, ma complementari tra loro. Il concetto di Cluster contro aerei (c/a) non è legato ad organici predefiniti sin dal tempo di pace, ma è basato su ipotesi d'impiego in relazione all'esigenza operativa da soddisfare. Il Cluster contro aerei (c/a) Slave svolge attività di pianificazione e condotta delle operazioni contro aerei, nonché attività di controllo tattico dello spazio aereo e direzione del fuoco c/a, assicurando la protezione dei complessi di forze terrestri della Forza Media



Digitalizzata (aree ed obiettivi puntiformi fissi). Il Posto Comando Cluster Slave riunisce tutte le capacità di C2 e direzione del fuoco dei Moduli di Ingaggio dipendenti in modalità stand alone (autonoma) o controllata (inserito in un sistema di C2).

Nell'ultima slide viene presentata l'architettura di un centro di simulazione: i componenti coinvolti sono:

- Un generatore di Scenario
- Trial Minitoring
- Un Traduttore di protocolli HLA/ DIS
- Trial Recorder ed Analizzatore
- Una console di Comando e Controllo
- Una piattaforma CSSA
- Un simulatore del SAMP/T

