

## **Consulenza radaristica Pent-Vadacchino - 21.05.92.**

Il 21 maggio 92 i periti di parte civile Bonfietti ed altri depositavano un documento contenente i risultati delle analisi dei rilevamenti dei radar di Fiumicino, precedenti l'incidente del DC9 Itavia.

In premessa i consulenti, dopo aver indicato che il sistema di controllo del traffico aereo civile di Roma-Fiumicino aveva seguito il DC9 I-Tigi dalle ore 18.24'27" alle ore 18.59'45", brevemente descrivono il funzionamento dei radar utilizzati per tale tipo di controllo. Premesso che i radar utilizzati nella gestione del traffico aereo sono composti da un radar cd. primario e da un radar secondario, spiegano quindi che nel radar primario un'onda elettromagnetica prodotta dal radar viene riflessa passivamente dall'oggetto e rilevata dal ritorno del radar stesso. Qualsiasi oggetto, se le sue caratteristiche riflettenti e di posizione sono opportune, è in grado di essere rilevato dal radar primario. Nel radar secondario l'onda elettromagnetica invece sollecita una opportuna apparecchiatura detta trasponder collocata sull'aereo, la quale risponde in modo attivo emettendo un segnale elettromagnetico che, captato dal radar secondario, fornisce, oltre che un codice per l'identificazione dell'aereo stesso, anche altre informazioni tra le quali quella relativa alla quota. Naturalmente perchè si abbia questo funzionamento è necessario che il trasponder sia stato posto in funzione.

A Fiumicino funzionavano due radar: il Marconi ed il Selenia, i cui dati grezzi, ove stimati affidabili, venivano elaborati dagli estrattori e quindi fornivano la distanza tra l'aereo ed il radar e l'angolo di tale distanza con lo "azimuth" o il Nord. Nel caso che entrambi i radar avessero dato informazioni ritenute attendibili, la distanza veniva ricavata dal rilevamento del "secondario", mentre l'azimuth dal rilevamento del "primario". Nel caso in cui i dati forniti da uno dei radar non fossero stimati attendibili, tutte e due le informazioni sulla posizione venivano ricavate da quello dei due radar i cui dati fossero stati stimati attendibili.

La serie dei plots rappresentativi della traiettoria del DC9 viene quindi analizzata da due punti di vista.

Una prima analisi ha come obiettivo la verifica della sequenza dei plots, cioè se essa fosse coerentemente dovuta ad un aeromobile in volo alla velocità di circa 800km/h. I consulenti rilevano l'esistenza già in atti di indicazioni (relazione Itavia), secondo cui l'aumento della fluttuazione nella misura dell'azimuth, che si verifica negli ultimi minuti del volo del DC9, potesse essere interpretato come dovuto alla presenza di un aereo estraneo nelle vicinanze del DC9 stesso; o che in alternativa tale aumento potesse essere attribuito unicamente ad una diminuzione della intensità del segnale. E' quindi analizzata la possibile presenza di un oggetto estraneo con una diversa tecnica di analisi, basata su proprietà di congruenza dei plots.

Una seconda analisi ha come obiettivo invece il confronto di alcune caratteristiche della traiettoria del DC9 con quelle della traiettoria di altri aerei, in condizioni analoghe per collocazione spaziale e temporale, nel tentativo di individuarne eventuali peculiarità.

I consulenti descrivono poi le tecniche e i metodi utilizzati per le sopraddette analisi. Essi in primo luogo si sono basati sulla "tecnica dell'analisi di congruenza" che

permette di correlare le sequenze di plots con gli oggetti reali che possono aver dato luogo a tale sequenza. L'analisi di congruenza valuta se i vari plots appartenenti ad una sequenza radar siano connessi tra di loro secondo il criterio che si basa "sull'osservazione che il rapporto tra la distanza spaziale di due plots e quella temporale rappresenta la velocità dell'eventuale oggetto in movimento che ha generato gli echi. Ma questa velocità, per oggetti reali in volo, può assumere un campo di valori piuttosto limitato ed inoltre non può variare troppo bruscamente da un istante all'altro". In generale, data una certa sequenza di plots, si può affermare che essi sono completamente connessi, quando detto criterio è superato per tutti i punti appartenenti alla sequenza. E si potrà affermare in questo caso che essi sono rappresentativi di un oggetto che si muove di moto approssimativamente uniforme, ed individuarne la relativa traiettoria.

"Può succedere però che in una certa sequenza di plots alcuni siano solo parzialmente connessi tra di loro ed altri non lo siano assolutamente. Con un procedimento di eliminazioni successive è possibile anche in questo caso individuare una serie di plots correlati secondo il criterio di congruenza e definirne quindi la relativa traiettoria. La sequenza di plots eliminati in quanto non obbedienti a quel criterio e che non possono quindi essere attribuiti alla precedente traiettoria, possono a loro volta essere esaminati col criterio di congruenza e mostrare eventualmente di appartenere ad una nuova traiettoria dovuta ad un altro oggetto".

I consulenti impiegano altresì nell'analisi dei momenti immediatamente precedenti l'incidente, l'osservazione secondo cui i radar Marconi e Selenia avevano rilevato in modo diverso gli echi del DC9 e quindi, per quanto sopra osservato, avevano dedotto diverse traiettorie. In particolare la traiettoria quale si desume dai dati Selenia è ottenuta dai soli dati del radar secondario, mentre quella che si ricava dai dati Marconi è ottenuta dai dati del radar primario e secondario. Da ciò derivava che la differenza azimithale riscontrata in questa situazione aveva origine da due sensori diversi.

Il secondo tipo di analisi, come già detto, aveva ad oggetto il confronto tra alcune caratteristiche della traccia radar del DC9 e quelle degli altri aerei in volo la sera del 27.06.80. Questa metodologia di analisi appariva peraltro utile per verificare le reali prestazioni del sistema radar di Fiumicino al momento dell'incidente.

L'approccio seguito in consulenza è stato quello di esaminare tutte le sequenze di plots relative alle traiettorie registrate quella sera che fossero analoghe, per quanto riguardava la distanza da Fiumicino e la collocazione, con quella del DC9. Si sono in particolare analizzate le fluttuazioni aleatorie che si hanno nel rilevamento azimutale. La caratterizzazione delle fluttuazioni è stata effettuata mediante l'analisi spettrale: mentre infatti una semplice considerazione delle ampiezze delle fluttuazioni non permette di distinguere la traiettoria del DC9 da quella degli altri aerei, una analisi spettrale è in grado di rivelare le eventuali componenti regolari di fluttuazione.

Poichè il verificarsi di plots "doppi" è una particolarità essenziale nell'associare la presenza di due oggetti ad una traccia radar, si è analizzata statisticamente questa evenienza su tutti i dati registrati a Fiumicino la sera del 27.06.80: si è potuto così verificare come la presenza di plots "doppi" fosse in effetti correlata alla presenza di due oggetti riflettenti.

Segue un capitolo 2° dedicato alla parte terminale della traiettoria, ove vengono analizzati i dati radar relativi agli ultimi 150" precedenti l'incidente.

Queste le conclusioni:

- a. “l’analisi di congruenza comparata dei rilevamenti radar Marconi e Selenia ha messo in evidenza due tracce distinte che si separano notevolmente (fino ad oltre 3.5km) nella parte terminale della traiettoria del DC9;
- b. la valutazione delle possibili cause che danno luogo a tali scostamenti della traccia Marconi da quella Selenia porta ad escludere che l’effetto dell’integratore presente nell’estrattore Marconi sia in grado di spiegare completamente il fenomeno osservato;
- c. l’analisi spettrale dei rilevamenti azimutali Marconi porta a identificare una componente di regolarità propria della traccia 1136 e non rilevata in alcuna delle tracce simili i cui dati sono disponibili tramite le registrazioni del sistema radar;
- d. tale componente di regolarità può essere spiegata unicamente con la presenza di un oggetto, non dotato di trasponditore ma in grado di produrre un eco radar, ad una distanza sufficientemente piccola da produrre il fenomeno di “cattura”;
- e. per quanto riguarda la significatività statistica di tali risultati, ponendosi nelle condizioni più sfavorevoli, la probabilità che i fenomeni osservati dai quali le conclusioni sono state desunte, siano da attribuire al caso è dell’ordine del 10%.

I dati radar non forniscono ovviamente elementi aggiuntivi in grado di identificare l’oggetto a cui sono da attribuire le anomalie rilevate; tuttavia, osservando le traiettorie di Fig.2.6.7, si può ritenere che tale oggetto si trovasse, prima del periodo di tempo considerato, assai vicino al DC9 Itavia, tanto da non produrre differenze significative fra le traiettorie; per qualche ragione non identificabile, tale oggetto ha quindi manovrato allontanandosi verso E di qualche migliaio di metri (e producendo le anomalie dei rilevamenti a cui si è accennato), quindi ha riaccostato verso il DC9 Itavia; se questa ipotesi è vera, un tale oggetto non può che essere un secondo aereo, non dotato di transponder (o con un transponder “spento”), che volava di conserva con il DC9 e che per qualche motivo si è allontanato in direzione E rispetto alla rotta del DC9, riavvicinandosi quindi successivamente al DC9.

Si può pertanto concludere che l’analisi differenziata dei rilevamenti di radar primario e secondario, consente di formulare, su solide basi, l’ipotesi che un secondo aereo, privo di transponder attivo, affiancasse il DC9 Itavia nella fase finale del volo prima dell’incidente.”

Un capitolo 3° è dedicato al tratto di traiettoria di circa 2’ compreso tra 18h39’35” e 18h41’44”, durante il quale il velivolo si trova a ENE di Roma. In sintesi:

“Riassumendo, si hanno due cluster formati da sdoppiamenti (C e D), quattro cluster che si formano in corrispondenza di incroci fra velivoli dotati di transponder (B,F,G, e H) e un cluster di rilevamenti di solo primario (A) lungo una traiettoria definita da sole risposte primarie; tali cluster hanno caratteristiche diverse dal cluster X (che ricordiamo è costituito da coppie di rilevamenti primario+secondario e solo primario).

Solo il cluster E è strutturalmente simile al cluster X, in quanto compare l’associazione di una risposta completa (primario+secondario) e di una risposta di solo primario. Ma tale cluster si verifica appunto all’incrocio di una traiettoria normale con una traiettoria definita da soli rilevamenti primari, come si può vedere nella figura 3.6.11.

La similitudine del cluster X a quello E, e l’assenza di altri cluster simili non spiegabili fa ritenere che la presenza di plots doppi nel cluster X sia significativa ai fini dell’esistenza di un secondo oggetto accanto al DC9 Itavia.

Si può pertanto concludere che l'analisi dei rilevamenti del radar Marconi consente di formulare, su solide basi, l'ipotesi che un secondo aereo, privo di trasponder attivo, si sia affiancato al DC9 Itavia nell'intervallo di tempo preso in esame, e che successivamente tale aereo abbia percorso una rotta tale da renderlo indistinguibile (dal punto di vista radar) dal DC9 stesso. I rilevamenti del radar Selenia, mentre non mettono in evidenza tale secondo aereo, confermano la validità del rilevamento Marconi per quanto riguarda la traiettoria del DC9.”

Un capitolo 4° è dedicato al tratto intermedio tra 18h41'44” e quello terminale. In esso sulla base dell'assenza di traiettorie aggiuntive distinte e della sostanziale identità delle traiettorie rilevate dai due sensori differenti (Marconi e Selenia), i consulenti affermano che la traiettoria rilevata dai radar nel tratto in esame appare come una traiettoria regolare, priva di anomalie significative.

Quindi due appendici, la prima dedicata alla tecnica di congruenza, la seconda alle tracce con andamento terminale (inizio e fine) di tipo radiale.

Le conclusioni dei consulenti di PC sono le seguenti “con buona probabilità si può sostenere che un aereo con il trasponder spento ha volato in prossimità del DC9 I-Tigi dell'Itavia per alcune decine di minuti prima dell'incidente. Tale aereo ha volato ad una distanza inferiore a due chilometri per la maggior parte del tempo e non è stato quindi in grado di modificare sensibilmente i dati radar. Si è però allontanato in modo visibile dalla traiettoria del DC9 per due volte. Il primo dei due allontanamenti indicati si sarebbe verificato alle ore 18.40 circa , quando “il DC9 volava a Est Nord Est di Roma”; il secondo verificatosi alcuni secondi prima dell'incidente. In questo secondo caso “la traiettoria di tale aereo appare assolutamente parallela a quella del DC9 per circa 15km; una successiva manovra di accostamento, eseguita pochi secondi prima dell'incidente ha portato la traiettoria di questo aereo estraneo a coincidere nuovamente con quella del DC9”.

Sulla base di calcoli matematici “per quanto riguarda il primo allontanamento che avviene alle ore 18.40 la probabilità che la presenza di due traiettorie distinte nei tracciati radar sia dovuta ad errori casuali è circa uguale a 0,16%. Per quanto riguarda il secondo allontanamento la probabilità che tale ipotesi sia dovuta ad errori casuali del radar è stata valutata essere circa del 10%.”

Infine “l'analisi spettrale ha mostrato come lo spettro delle fluttuazioni azimutali rispetto alla distanza della traccia del DC9 presenti un andamento caratteristico, che la distingue da tutte le altre tracce analoghe, rappresentato da un picco di notevole ampiezza per periodi di distanza compresi tra 16 e 18km, picco da attribuire ad una componente regolare di fluttuazione. La probabilità che tale picco sia da attribuirsi semplicemente a fattori casuali dovuti al radar è stata calcolata esser inferiore al 0.54%”.

\* \* \* \* \*