

**Zeitschrift:** Rivista militare della Svizzera italiana  
**Herausgeber:** Lugano : Amministrazione RMSI  
**Band:** 71 (1999)  
**Heft:** 6

**Artikel:** I missili balistici e le possibilità di difesa  
**Autor:** De Marchi, Fausto  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-247413>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 31.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# I missili balistici e le possibilità di difesa

FAUSTO DE MARCHI (ING. DIPL. ETH)

## Sommario

I missili balistici stanno conoscendo una lenta ma continua proliferazione in diversi paesi del medio Oriente e dell'Asia accompagnata dalla tendenza ad aumentare la loro gittata. Se essi verranno dotati di testate per la distruzione di massa (di tipo nucleare, biologico o chimico) potranno rappresentare in futuro una seria minaccia per l'Europa e per il nostro paese. Questi pericoli sono stati identificati come tali una prima volta nel febbraio 1998 nel Rapporto della Commissione per le questioni strategiche (Rapport Brunner) e una seconda, più recentemente, nel Rapporto 2000 sulla politica di sicurezza. Tra le 10 misure possibili (3 a carattere preventivo e 7 a carattere correttivo) soltanto una è attualmente considerata in Svizzera: la partecipazione a iniziative politico-diplomatiche, tutte a carattere preventivo, miranti a rallentare il processo di proliferazione di queste armi. Vari sistemi di difesa sono in via di sviluppo, ma saranno operativi soltanto fra 5-10 anni. Inoltre la loro efficacia dipenderà in modo essenziale dalla possibilità d'ottenere, in tempo reale, dati sul lancio e sul missile in volo provenienti da satelliti artificiali d'allerta. Realizzare un sistema di difesa nazionale e autonomo senza il supporto di questi dati dallo spazio e senza una collaborazione con altri paesi europei è in teoria possibile, ma in pratica sarà un sistema dalle possibilità molto limitate.

## I missili balistici

Per meglio comprendere le difficoltà che si riscontrano con sistemi di difesa è opportuno ricordare alcune caratteristiche tecniche dei missili balistici. So prattutto quattro parametri giocano un ruolo importante nel campo tecnico-operativo: la traiettoria del missile, la sua fase propulsiva, il tempo di volo e la velocità nella fase terminale e d'impatto.

### Traiettoria

È impossibile conoscere con esattezza quanti missili balistici sono mondialmente immagazzinati negli arsenali di quelle nazioni che ne sono detentrici (alcune fonti parlano di 13'000). Si conoscono invece 30 tipi diversi che vengono classificati nelle seguenti 4 categorie secondo la loro portata:

- Categoria 1: missile "da campo di battaglia" o "razzo d'artiglieria": da 30 a 200 km di gittata massima, carica esplosiva convenzionale fino a 500 kg TNT. Esempi: il russo SS-21 TOCHKA-U, l'americano MGM-140 ATACMS

- Categoria 2: missile a corta portata: da 200 a 1'000 km di gittata massima, sovente senza separazione di stati, carica esplosiva convenzionale fino a 1'000 kg TNT oppure biologica o chimica. Esempi: i missili russi SCUD B (300 km), SCUD-C (500 km), il cinese DF-15 (600 km)
- Categoria 3: Missile a media portata: da 1'000 a 5'000 km di gittata massima, ogiva a carica esplosiva convenzionale o A/B/C, a uno o due stadi. Esempi: il missile cinese DF-3 (2'800 km), l'indiano AGNI (2'500 km), il nordcoreano TAPEO-DONG (2'500 km)
- Categoria 4: Missili balistici a lunga portata o intercontinentali (ICBM): da 5'000 a 12'000 km di portata, ogive multiple a testate A/B/C, in generale da tre a quattro stadi. Esempi: il missile russo SS-25 (10'000 km) o l'americano PEACEKEEPER (9'600 km)

Oltre il 90% dei missili balistici tuttora in servizio appartengono alle categorie 1 e 2, quindi con una portata inferiore ai 1'000 km. Per i missili intercontinentali della categoria 4 non vi è oggi né in un prossimo futuro alcun mezzo di difesa efficiente. La loro riduzione numerica è oggetto da molti anni di trattative tra gli Stati Uniti e la Russia (trattati ABM, START-1/2/3).

La traiettoria di un missile balistico è praticamente parabolica con un apogeo (punto d'altezza massima dal suolo a metà percorso) che può raggiungere alcune centinaia di chilometri. Un valore tipico d'apogeo per la categoria 1 è di 30 km, per la categoria 2 di 250 km, per la categoria 3 è di 600 km e per la categoria 4 oltre i 1'500 km. Va notato che a causa della curvatura della terra e delle notevoli distanze, la parte iniziale della traiettoria rimane sotto l'orizzonte e quindi non è visibile per un osservatore che si trovi nel punto d'impatto. Le grandi distanze, l'elevata altezza dell'apogeo sul suolo, l'effetto della curvatura della terra, le piccole dimensioni dei missili (specialmente dopo la separazione dei vettori propulsivi) rendono difficile il loro reperimento in volo con radar al suolo. Questi sono in generale di notevoli dimensioni, di grande potenza e con antenne fisse, cioè non ruotanti (vedi l'esempio della figura 6). Per reperire i missili con oltre 400 - 500 km di portata essi devono focalizzare l'energia elettromagnetica in un unico fascio di pochi gradi d'apertura posizionando l'antenna nel settore del missile in arrivo, ciò che presuppone tuttavia la conoscenza della sua traiettoria e della sua velocità in tempo reale. Queste informazioni provengono da satelliti artificiali d'allerta. Senza questi dati dallo spazio le probabilità di reperi-

L'ing. Fausto de Marchi lavora dal 1971 all'Aggruppamento di Berna e dirige dal 1985 una Sezione delle analisi dei sistemi per le Forze aeree. Dal 1993 presiede il Gruppo di lavoro e di consulenza AGRA (Arbeitsgruppe Raketenabwehr) per tutti i problemi relativi ai missili balistici e di crociera alla diretta dipendenza del Capo dell'armamento.

**Nessun sistema di contraerea convenzionale o velivolo da combattimento potrà essere impiegato quale mezzo di difesa. A causa dell'elevata velocità pure i radar di sorveglianza dello spazio aereo FLORAKO non potranno contribuire direttamente a una possibile difesa contro missili balistici; essi non sono stati progettati per reperire questo tipo d'arma.**

**Figura 1:**  
**un missile balistico SCUD-B.**



re il missile con un radar al suolo in tempo utile sono molto basse.

#### *La fase propulsiva*

Rappresenta il "tallone d'Achille" ovvero la fase più vulnerabile del volo balistico, poiché la velocità del missile è ancora ridotta, i serbatoi e il motore a razzo si trovano sotto pressione e soprattutto l'alta temperatura dei gas di combustione generano una grossa immagine infrarossa. Un satellite artificiale dotato di telecamere termiche non ha alcuna difficoltà a rilevare il missile in questa fase: è necessario tuttavia che il suo telescopio sia puntato sulla zona di lancio. Per contro non è più possibile rilevare e inseguire il missile in volo a combustione terminata con le telecamere termiche tuttora in servizio. Le difficoltà maggiori nascono quindi dalla durata assai breve della fase propulsiva. Un missile balistico di 1'000 km di portata ha una fase propulsiva di circa 60 secondi. Per il satellite d'allerta americano DSP, che ha un tempo di scansione della zona di lancio di 10 secondi, ciò significa un massimo di 6 misurazioni del missile nella fase propulsiva. Un numero sufficiente per individuare la zona stessa di lancio e quindi il paese all'origine dell'attacco, ma un numero molto esiguo

per calcolare con precisione la traiettoria del missile e soprattutto il punto d'impatto. L'incertezza sulla predizione del punto d'impatto è stimata oggi tra i 100 - 200 km. Un valore sicuramente insoddisfacente e che potrà essere migliorato soltanto fra una decina d'anni con la messa in servizio di una nuova rete di satelliti d'allerta più sensibili e performanti e che permetteranno un osservazione continua del missile, anche dopo la fase propulsiva.

#### *Il tempo di volo*

Varia ovviamente tra una categoria e l'altra dei missili, ma il tempo di volo rappresenta un grosso vantaggio per chi sferra l'attacco e un grosso svantaggio per chi vuol organizzare la difesa. Se un bombardiere pesante impiega circa 4 ore per percorrere 3'000 km, un missile balistico percorre la stessa distanza in 15 minuti. Per una distanza di 1'000 km il tempo di volo si riduce a 8 minuti. Quindi per l'attaccante l'effetto sorpresa è quasi una certezza, per la difesa il breve tempo a disposizione rappresenta un grosso ostacolo da superare. Quando si parla d'utilizzare, in caso d'attacco missilistico, la nostra (ottima) infrastruttura per la protezione civile non dovremmo dimenticare le difficoltà legate a questi pochi minuti a disposizione, durante i quali si dovrà allarmare la popolazione civile anche in luoghi discosti e poi occupare rifugi sotterranei non sempre nelle vicinanze.

#### *La velocità terminale*

L'alta velocità del missile al rientro nell'atmosfera rappresenta pure un grossa difficoltà per un sistema difensivo. Un missile balistico di 1'000 km di gittata ha una velocità terminale di 2.8 km/s, con 3'000 km di gittata si sale a 4.7 km/s e con 10'000 km si arriva a 7.0 km/s. Sono velocità elevatissime che si avvicinano più a quelle di meteoriti che non a quelle di comuni velivoli. Le conseguenze sono due. Nessun sistema di contraerea convenzionale o velivolo da combattimento potrà essere impiegato quale mezzo di difesa. A causa dell'elevata velocità pure i radar di sorveglianza dello spazio aereo FLORAKO non potranno contribuire direttamente a una possibile difesa contro missili balistici; essi non sono stati progettati per reperire questo tipo d'arma. Se ci si vorrà quindi dotare in futuro di un sistema di difesa dai missili balistici lo si potrà fare unicamente acquistando materiale appositamente sviluppato a questo scopo.

La precisione di guida, la probabilità di colpire e di distruggere il bersaglio sono pure parametri importanti per un missile balistico, ma presentano aspetti molto tecnici e specialistici che esulano dalle finalità di questo articolo. Verrà qui unicamente ricordato che la necessità d'avere un missile ad alta precisione dipende dalla missione prefissata e dal tipo di carica esplosiva di cui esso è dotato. Se si vuol colpire con un atto terroristico (a titolo d'esempio) una grossa città con un missile a testata chimica non è necessario utilizzare un missile ad alta precisione: il risultato voluto, quello cioè di causare un elevato numero di vittime, sarà

probabilmente raggiunto anche se il punto d'impatto del missile si trova a 3 o 4 km da quello prestabilito. Per contro colpire un unico edificio a migliaia di chilometri di distanza con un missile a carica convenzionale saranno necessari sistemi di navigazione e di correzione di traiettoria sofisticati.

In conclusione va quindi sottolineato come alcune caratteristiche dei missili balistici – gittata, altezza, tempo di volo, velocità di rientro ecc. - pongono sia alle misure di protezione (passive) che ai mezzi di difesa (attivi) tutta una serie di grossi problemi tecnologici ancora da superare.

## La proliferazione

I primi sviluppi e le prime produzioni in serie di missili balistici terra-terra si riconducono alla seconda guerra mondiale (razzi tedeschi V2). Negli anni 50 e 60, in piena guerra fredda, si iniziò una produzione su vasta scala di missili balistici soprattutto nelle fabbriche delle due superpotenze, Stati Uniti e Unione Sovietica. In particolare il missile russo a corta portata SCUD (nelle sue diverse versioni B e C) fu prodotto in grande numero ed esportato in vari paesi in via di sviluppo, dove sovente fu modificato e potenziato da personale locale. Si ricorderà che durante il conflitto tra Iran e Irak fra il 1980 e il 1988 si contarono più di 600 lanci di missili SCUD contro le maggiori città dei due paesi. Nel 1986 la Libia cercò di colpire con il lancio di due missili SCUD servizi portuali americani sull'isola italiana di Lampedusa, non riuscendo tutta-

via a raggiungere l'obiettivo. Tra il 1988 e il 1990 durante il conflitto in Afghanistan furono impiegati in modo massiccio, ma in numero impreciso (si parla di oltre 2000 lanci), missili SCUD contro obiettivi civili e militari della guerriglia locale. E nel 1991, durante la guerra del Golfo, l'Irak lanciò 90 missili AL-HUSSEIN e AL-ABBAS (SCUD modificati) contro altrettanti obiettivi in Israele e in Arabia Saudita.

Questi fatti bellici resero evidente da un lato tutta l'ampiezza della proliferazione e dall'altro la facilità con cui queste armi vengono impiegate sia contro obiettivi militari che civili. Anche fatti più recenti confermano la tendenza a nuovi sviluppi e alla proliferazione del missile balistico. Ne ricordiamo alcuni:

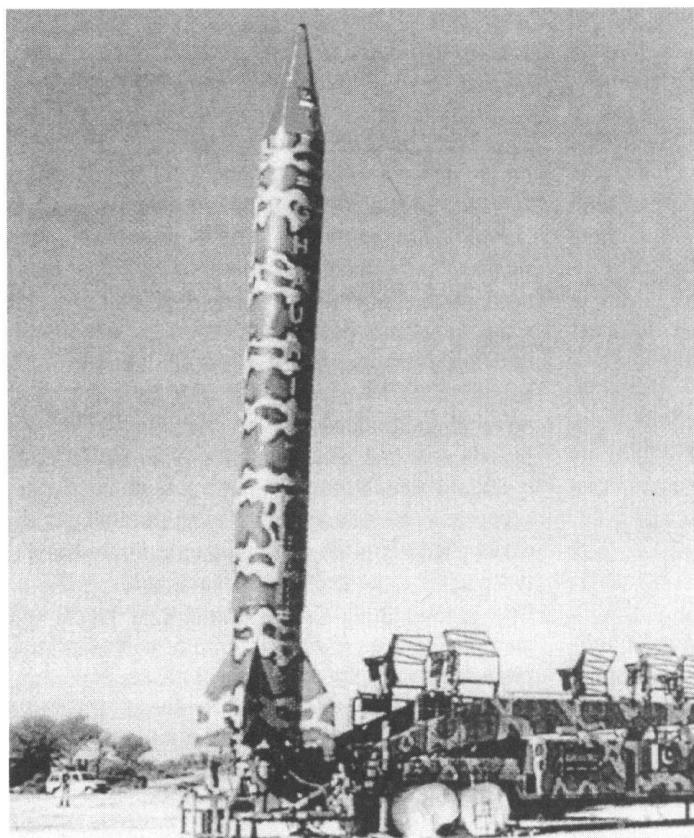
- Anno 1996: test e sviluppo del missile "AGNI" (portata 2'500 km) da parte dell'India.
- Aprile 98: lancio di prova del nuovo missile "GHAURI" (portata 1'500 km) da parte del Pakistan.
- Luglio 98: lancio di prova del nuovo missile "SHAHAB-3" (portata 1'200 km, un derivato dal missile nordcoreano "NODONG") da parte dell'Iran.
- Agosto 98: lancio di prova del nuovo missile a due stadi "TAEPO-DONG" (portata 2'000 km, una combinazione tra il modello "NODONG" e uno "SCUD-C") da parte della Corea del Nord.

Se 30 anni or sono le nazioni detentrici di missili balistici si contavano sulle dita di una mano oggi esse sono 27, e altre 38 sono ritenute capaci d'iniziare un proprio programma di sviluppo e di produzione.

**Se 30 anni or sono le nazioni detentrici di missili balistici si contavano sulle dita di una mano oggi esse sono 27, e altre 38 sono ritenute capaci d'iniziare un proprio programma di sviluppo e di produzione.**

**Figura 2: il missile balistico pakistano GHAURI.**

**Figura 3: affisso pubblicitario del missile balistico TAEPO-DONG nella Corea del Nord.**



**Si può fronteggiare la minaccia missilistica con diverse misure, essenzialmente suddivise in due gruppi: misure preventive (prima del lancio) e misure correttive (dopo il lancio). Con le misure del primo gruppo si vuole evitare un possibile lancio, con le misure del secondo si vogliono evitare (o almeno limitare) i possibili danni.**

Varie organizzazioni e personalità del mondo scientifico e militare hanno cercato di sensibilizzare governi e opinione pubblica su questa situazione. L'ultimo importante "campanello d'allarme" (in ordine di tempo) fu suonato nel mese di novembre dell'anno scorso dalla Commissione Rumsfeld (ex Segretario generale della difesa americana) con la pubblicazione di un rapporto dettagliato, commissionato dall'amministrazione Clinton, sulle possibili minacce del territorio degli Stati Uniti causate da missili balistici a lunga portata. Alle nostre latitudini due documenti fanno pure menzione esplicitamente del pericolo dei missili balistici: il Rapporto della Commissione per le questioni strategiche (Rapporto Brunner, febbraio 1998, capitolo 3.6) e il più recente Rapporto sulla politica di sicurezza 2000 intitolato "Sicurezza attraverso la cooperazione" (capitolo 3.1.3).

Le domande che s'impongono sono essenzialmente tre. La Svizzera si sente oggi minacciata da queste armi? Internazionalmente quali sistemi di difesa vengono presi in considerazione e quale grado di sicurezza essi ci garantiranno? E quali di queste misure saranno possibili per un piccolo paese come il nostro?

### I pericoli

Una semplice analisi dell'odierna situazione geopolitica mostra che la minaccia collegata a un attacco con missili balistici terra-terra contro il nostro paese ha un carattere più teorico che reale. Infatti soltanto paesi dell'Europa occidentale come la Francia e l'Inghilterra a cui si aggiungono Russia e Stati Uniti, ed eventualmente la Cina sono dotati di missili con una portata sufficiente da raggiungere il nostro territorio. Tutte le altre nazioni che sono in possesso di queste armi non sono in grado di minacciare direttamente a causa della loro lontanza e della portata ridotta dei propri mezzi. La probabilità quindi di subire oggi un tale attacco è da ritenersi oltremodo bassa. Tuttavia ciò che vero oggi potrebbe non più esserlo domani, e la proliferazione di queste armi non è sicuramente di buon auspicio. Anche in passato fummo confrontati con situazioni diverse: basti ricordare che prima dello scioglimento del Patto di Varsavia vari paesi dell'est europeo erano dotati di missili che avrebbero potuto raggiungere il nostro territorio. Con la caduta del muro di Berlino e la fine della guerra fredda queste armi sono però state definitivamente eliminate.

Il discorso sul pericolo missilistico necessita tuttavia due puntualizzazioni.

- L'osservazione precedente sul basso livello di pericolo vale per la Svizzera e per molte altre paesi del centro e del nord europeo, un po' meno per il sud. Una situazione analoga si riscontra sul continente nordamericano. Per contro il livello di pericolo aumenta notevolmente quando attraverso alleanze e accordi d'intervento militare i diversi stati inviano

contingenti di forze in zone particolarmente a rischio o teatro di conflitti locali. Per queste truppe impiegate "out of area" la minaccia di missili del tipo SCUD è più elevata in quanto la condizione rassicurante di lontanza da queste armi non è più soddisfatta. I paesi europei, la NATO e gli americani sono ben coscienti di questi pericoli: la priorità viene quindi data a quei sistemi di difesa (terrestri o navali) per le missioni militari all'estero e solo in un secondo tempo verranno realizzate misure di difesa del territorio nazionale o di protezione della popolazione civile.

- Alcuni esperti mettono in evidenza il pericolo derivante da lanci causalmente conseguenti a cattivo funzionamento d'attrezzature, a controlli insufficienti oppure da operazioni sbagliate (alla stessa guisa del disastro di Tchernobyl).

È evidente che non si potrà mai escludere con assoluta certezza l'eventualità di lanci involontari: la probabilità che ciò accada è tuttavia da ritenersi molta bassa, poiché da tempo sono state prese drastiche misure cautelative. Con l'accordo "detargeting" del 1994 tra Russia, USA, Inghilterra, Francia e Cina le testate nucleari dei missili intercontinentali non sono più programmate per colpire bersagli strategici dell'avversario e nessun bombardiere atomico si trova oggi in stato d'allerta. Inoltre lanci automatici di missili intercontinentali, senza l'intervento volontario di più operatori, non furono mai presi in considerazione dalle superpotenze appunto per evitare possibili errori dalle conseguenze catastrofiche.

### Le misure di difesa e di protezione

Si può fronteggiare la minaccia missilistica con diverse misure, essenzialmente suddivise in due gruppi: misure preventive (prima del lancio) e misure correttive (dopo il lancio). Con le misure del primo gruppo si vuole evitare un possibile lancio, con le misure del secondo si vogliono evitare (o almeno limitare) i possibili danni. Va notato che in ambedue i casi si riscontrano misure protettive (passive) e di difesa (attive). Complessivamente si contano 10 diverse possibilità. Il grafico della figura 4 mostra queste 10 opzioni possibili, suddividendole in tre categorie: quelle compatibili con una difesa autonoma e indipendente, quelle realizzabili in modo autonomo ma con il presupposto di ottenere l'accesso a dati da satelliti artificiali d'allerta, e quelle realizzabili unicamente grazie a una cooperazione militare internazionale.

Oggi le iniziative "politico-diplomatiche" rappresentano l'unica opzione praticabile e presa in considerazione dal nostro governo. Altre tre misure sono delle opzioni valide ed efficaci unicamente se accompagnate dalla certezza d'ottenere i dati sul missile in volo da satelliti d'allerta. Le rimanenti sei opzioni vanno ben oltre le nostre possibilità sia militari che economiche o di volontà politica. Tra queste ultime van-

no annoverate le "operazioni militari preventive" (militari a distruggere il potenziale missilistico a titolo precauzionale), la "minaccia di ritorsione nucleare" (per inciso l'unica misura oggi vigente in molti stati europei) e l'opzione della "distruzione delle rampe di lancio" durante gli attacchi (una misura che necessita di un grosso dispiegamento di mezzi come l'impiego delle Forze aeree, di satelliti d'allerta e di comunicazione, di centrali di calcolo e di centrali operative).

Per le altre misure di difesa, che ci potrebbero interessare più da vicino, è utile soffermarsi per qualche considerazione supplementare.

#### *Iniziative politiche-diplomatiche*

Ve ne sono molte, ma ad una in modo particolare il nostro paese partecipa attivamente dal 1992. Si tratta dell'organizzazione internazionale o "regime di controllo" MTCR (Missile Technology Control Regime), sorto nel 1987, e che ha per scopo d'evitare l'esportazione di materiale e di tecnologie atte alla produzione di missili (con una gittata superiore ai 300 km e testate di oltre 500 kg). In pratica si tratta di un strumento politico per fronteggiare i problemi della proliferazione di missili da paesi più industrializzati verso quelli meno industrializzati. Oggi 29 stati hanno sottoscritto le clausole del regime di controllo, tra di essi anche la Russia. Partecipare al MTCR non vuol dire però sottoscrivere accordi di diritto internazionale, bensì impegnarsi unicamente sul piano politico e non su quello giuridico. Il mancato adempimento degli impegni MTCR da parte di uno stato firmatario non significa prendere sanzioni contro questo stato, ma perdere anzitutto la fiducia da parte degli altri membri dell'organizzazione. Come sovente accade per iniziative politiche anche nel caso del MTCR è difficile quantificare successi ed insuccessi in 12 anni d'attività.

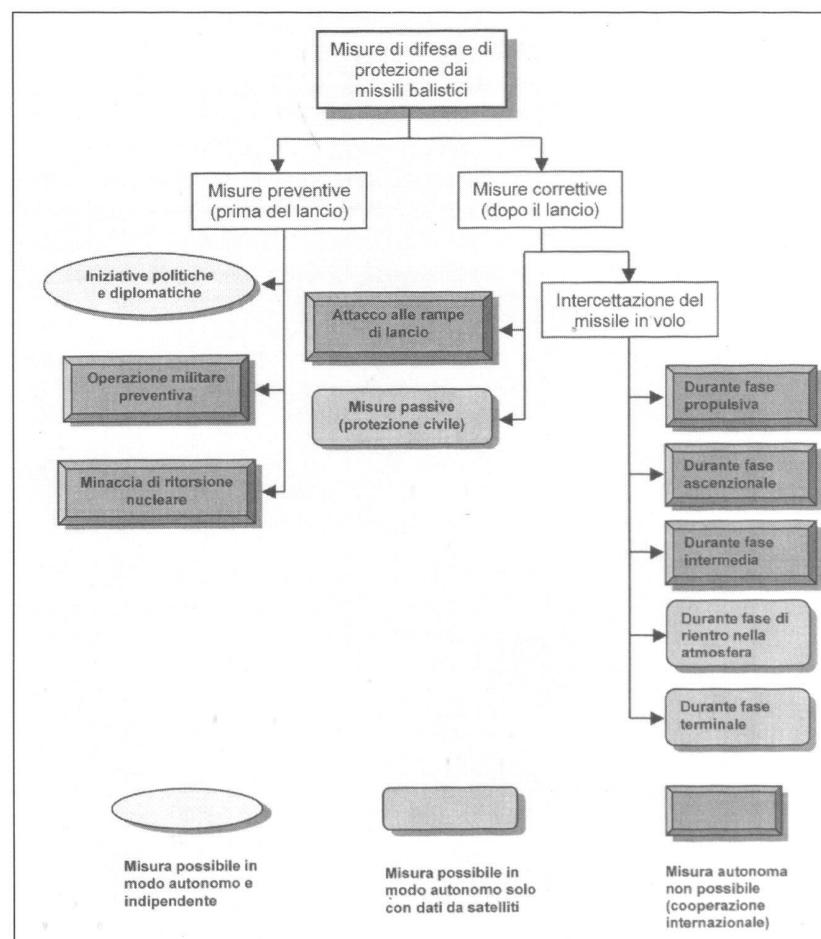
Molti specialisti sono convinti che alcuni programmi di sviluppo missilistico e il trasferimento di tecnologie particolari hanno trovato grosse difficoltà in passato grazie appunto all'impegno di questa organizzazione. Si fanno gli esempi dell'arresto dello sviluppo del missile CONDOR (una cooperazione tra Egitto, Irak e Argentina) e di un controllo efficace per quanto riguarda il trasferimento della tecnologia legata alla separazione di vettori propulsivi, tecnologia essenziale per lo sviluppo di missili a più lunga gittata. Ma accanto a questi veri o presunti successi è evidente che clausole poco vincolanti del regime di controllo e l'impossibilità di prendere sanzioni pesano negativamente sulle reali possibilità di fermare la proliferazione missilistica. In altre parole si ritiene comunemente che il processo di proliferazione dei missili balistici viene temporaneamente rallentato grazie alle attività del MTCR, ma che non si riesce assolutamente ad interromperla: i recenti testi in Pakistan, Iran e Corea del Nord ne sono la prova evidente.

#### *Protezione civile*

Un attacco missilistico può causare notoriamente ingenti danni materiali e molte vittime. Per cercare di ridurre le perdite di vite umane dovremmo poter usufruire della nostra ottima infrastruttura per la protezione civile. Mediamente il 95% della popolazione in Svizzera ha posto in rifugi sotterranei, che sono in generale molto ben equipaggiati per la sopravvivenza durante alcuni giorni. Oltre 7'000 sirene (4'160 fisse su edifici e 3'000 mobili su veicoli) distribuite uniformemente su tutto il territorio nazionale assicurano l'allarme della popolazione; in molti grossi centri l'allarme viene attivato a distanza in modo automatico da una sola persona. Le stazioni radio ufficiali e quelle private garantiscono (per legge) una capillare informazione su quanto avviene e danno istruzioni alla popolazione su come comportarsi. Un centro nazionale d'allarme a Zurigo, con personale di picchetto, raccoglie informazioni e coordina l'allarme in caso di catastrofi su scala nazionale. Quanto a infrastruttura e apparato organizzativo la nostra protezione civile è, con quella svedese, da ritenersi la migliore al mondo. Sarebbe quindi logico prevedere ed estendere l'uso di questa struttura ai casi d'attacco con missili balistici. Purtroppo ciò non è di facile realizzazione poiché per proteggersi da questi attacchi si parte da presupposti diversi da quelli per cui la nostra protezione civile fu ideata negli anni della guerra fredda. Il fattore tempo gioca un ruolo essenziale in

**Il nostro Paese partecipa attivamente all'organizzazione internazionale o "regime di controllo" MTCR (Missile Technology Control Regime), sorto nel 1987, e che ha per scopo d'evitare l'esportazione di materiale e di tecnologie atte alla produzione di missili.**

**Figura 4:**  
**le misure possibili di protezione e di difesa dai missili balistici.**



**L'Ufficio federale della protezione civile stima a circa 2 ore il tempo necessario per stabilire i fatti, informare e riunire gli organi competenti (polizia cantonale, autorità comunali, pompieri ecc), prendere decisioni in merito all'allarme, informare le stazioni radio e le persone preposte alle sirene: a cui va aggiunto il tempo necessario per raggiungere il rifugio sotterraneo più vicino.**

**Figura 5:**  
**Intercettazione di un missile balistico durante le sue 5 fasi di volo.**

simili situazioni. L'Ufficio federale della protezione civile stima a circa 2 ore il tempo necessario per stabilire i fatti, informare e riunire gli organi competenti (polizia cantonale, autorità comunali, pompieri ecc), prendere decisioni in merito all'allarme, informare le stazioni radio e le persone preposte alle sirene: a cui va aggiunto il tempo necessario per raggiungere il rifugio sotterraneo più vicino. Se si confrontano questi tempi (ore) con il tempo di volo di un missile balistico (minuti) si comprende facilmente la necessità di una differente organizzazione in caso d'attacco missilistico. La possibilità d'accesso in tempo reale ai dati provenienti da satelliti d'allerta rappresenta la via obbligatoria da seguire per poter realizzare queste misure passive con un minimo di possibilità di successo. Un secondo problema a cui si dovrebbe trovare una soluzione è limitare la zona d'allarme attorno al supposto punto d'impatto del missile. Non sarebbe ragionevole allarmare e mandare in rifugi 7 milioni di persone (quanto conta la popolazione svizzera, compresi i cittadini di Zurigo e Lugano) per un missile diretto ad esempio su Ginevra e che causerà danni nel raggio di 500 metri. Per soddisfare questa necessità è tuttavia necessario poter predire il punto d'impatto con buona precisione ed avere informazioni sul tipo di testata del missile in volo, ciò che non è ancora possibile ottenere con i mezzi oggi a disposizione.

**L'intercettazione del missile balistico in volo**  
Volendo sottolineare le reali difficoltà tecnologiche alle quali si è confrontati in questo compito, il Direttore Ronald Kadish dell'Organizzazione americana per la difesa da missili balistici BMDO (Ballistic Missile Defence Organisation) ha ultimamente paragonato il compito d'intercettare un missile balistico in volo a quello di voler colpire una pallottola di fucile vagante con un'altra pallottola di fucile. Le esigenze richieste al sistema difensivo sono sovente spinte agli

estremi delle possibilità tecnologiche oggi esistenti. Un missile balistico può essere intercettato, almeno teoricamente, durante 5 fasi di volo come raffigurate nel grafico della figura 5, e cioè:

- Durante la fase propulsiva iniziale. Un sistema di difesa ad esso associato è conosciuto in inglese con il nome BPI (Boost Phase Interceptor).
- Durante la fase ascensionale, ma non più propulsiva. Un sistema di difesa ad esso associato è conosciuto in inglese con il nome di "Upper Tier" (cioè oltre i limiti dell'atmosfera tra i 60-150 km d'altezza).
- Durante la fase intermedia ad altezza "spaziale". Un sistema di difesa ad esso associato è conosciuto in inglese con il nome di "Mid Course".
- Durante la fase discendente e di rientro nell'atmosfera. Un sistema di difesa ad esso associato è chiamato nuovamente "Upper Tier".
- Durante la fase terminale. Un sistema di difesa ad esso associato è chiamato "Lower Tier" (tra 10 e i 60 km d'altezza).

La figura illustra schematicamente queste 5 possibilità d'intercettazione:

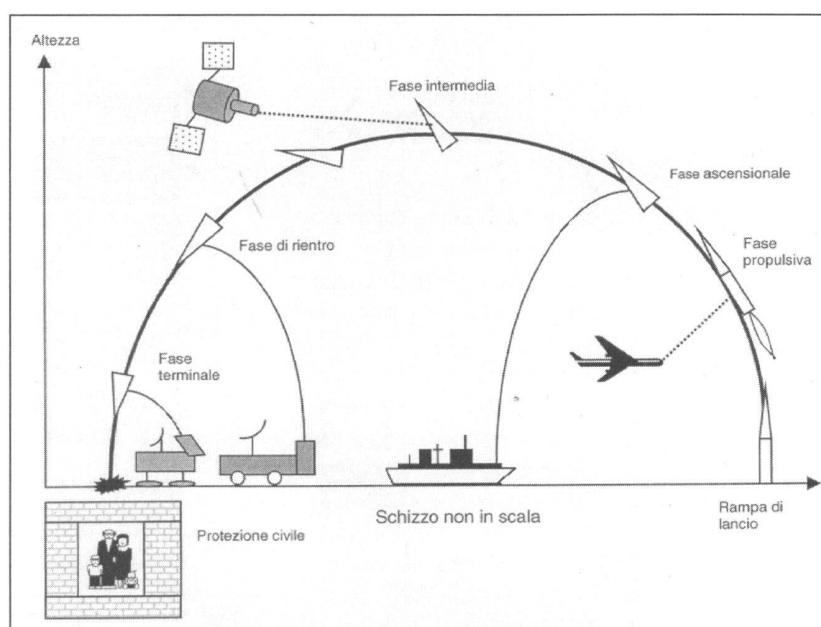
Va notato che i mezzi d'intercettazione non sono ovviamente gli stessi per le 5 fasi possibili.

Unicamente gli Stati Uniti hanno programmi di ricerca e di sviluppo per sistemi di difesa in tutte e 5 le fasi di volo. Il loro sforzo finanziario è complessivamente dell'ordine di 4 Mia \$ all'anno. In esso non sono comprese spese di produzione: infatti nessun sistema ha raggiunto per ora un grado di maturità tale da poter passare dalla fase di ricerca e dei prototipi a quella di produzione industriale. Conseguentemente non si conoscono attualmente con precisione né il prezzo unitario di un missile o di una batteria né la data esatta di consegna di questi sistemi alla truppa. Altri paesi curano programmi di difesa, ma decisamente meno ambiziosi di quelli americani; essi si limitano a sviluppare sistemi d'intercettazione unicamente nella fase terminale del volo.

Per le prestazioni e le tecnologie innovative ad esse associate è interessante ricordare brevemente alcuni aspetti dei maggiori progetti oggi in cantiere negli Stati Uniti e in altri paesi.

**• Intercettazione durante la fase propulsiva (progetto BPI)**

Le Forze Aeree americane hanno ottenuto dal Dipartimento della difesa i crediti necessari allo sviluppo di un "cannone-laser" per la distruzione di missili balistici durante la fase propulsiva. Il generatore del raggio laser sarà imbarcato su un grosso aereo (un Jumbo-Jet B-747 400F modificato allo scopo). Il B-747 volerà a 13'000 m di quota e l'intercettazione del missile balistico con il raggio laser si effettuerà tra 200 e i 400 km di distanza e tra i 25 e i 35 km di quota. Per poter distruggere il missile a queste distanze sarà necessario utilizzare un laser chimico ad eleva-



tissima potenza (circa 3 megawatt), che dovrà raggiungere ed illuminare il missile durante almeno 5 secondi di volo. Si spera così di surriscaldare la superficie metallica del missile rendendola fragile e provocare in questo modo una rottura delle sue strutture, compito facilitato dalla pressione interna causata dal propulsore in funzione. Per garantire una difesa continua nel tempo saranno impiegati 7 velivoli di cui almeno 2 in volo simultaneamente. I costi del programma sono stati valutati a 11 Mia \$. Affinchè il progetto sia portato in porto felicemente si dovranno ancora superare grossi scogli tecnici, tra i quali vanno citati: poter imbarcare il generatore laser d'alta potenza in un volume limitato, compensare la dispersione del raggio laser causata dalla turbolenza atmosferica, garantire un'altissima precisione d'inseguimento del missile in volo durante i 5 secondi compensando il movimento e le vibrazioni proprie del velivolo, rendere inefficaci eventuali contromisure che il missile potrebbe adottare, risolvere i problemi di rifornimento in volo del B-747. Se i molti e difficili problemi potranno essere risolti in tempo utile i primi 3 aerei dovrebbero essere operativi nel 2006 e la prima flotta completa di 7 velivoli nel 2008.

• *Intercettazione durante la fase d'ascesa fuori dall'atmosfera ("upper Tier")*

La Marina americana vuole dotarsi di un missile d'intercettazione ad alta quota ("Upper Tier") da installare su incrociatori della classe Aegis. Questo progetto porta il nome di "Navy Theater Wide", e dovrà garantire la difesa da missili balistici della categoria 2 e 3 fino a 3'000 km di gittata. La zona protetta dal sistema difensivo è molto estesa e rappresenta l'aspetto più interessante del progetto: si calcola che con un unico incrociatore dotato del sistema "Navy Theater Wide" posizionato nel Mediterraneo sia sufficiente per proteggere circa metà del continente europeo. Il sistema è in via di sviluppo ma la data d'entrata in servizio (si parla del 2010) è tuttora molto incerta a causa di problemi finanziari e di priorità d'investimenti.

• *Intercettazione durante la fase intermedia ("Mid Course")*

I primi progetti per intercettare missili balistici nello spazio furono definiti negli anni 80 con i programmi SDI dell'ex Presidente Ronald Reagan. Il principio si basava sulle possibilità di colpire il missile durante la lunga fase intermedia di volo con piccoli robot messi preventivamente in orbita attorno alla terra (progetto conosciuto con il nome di "brilliant pebbles"). Una collisione nello spazio ad alta velocità tra il missile e il robot avrebbe garantito la distruzione del missile anche con un robot di piccole dimensioni. Tuttavia per assicurare una copertura difensiva globale (cioè su tutta la terra) sarebbe stato necessario mettere in orbita migliaia di robot, un compito costoso e con lunghi tempi di realizzazione. Come noto questo progetto fu abbandonato definitivamente so-

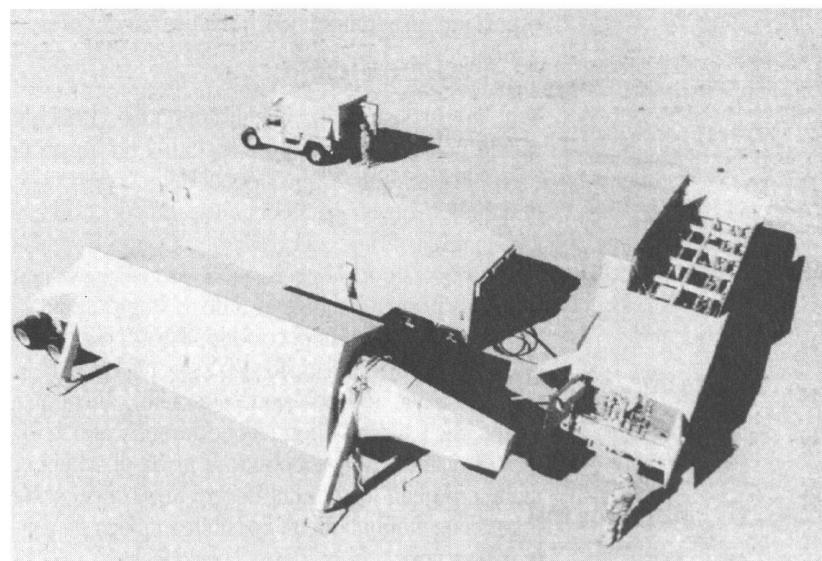
prattutto per ragioni finanziarie alla fine degli anni 80. L'odierna tendenza negli Stati Uniti si sposta sempre più verso l'utilizzo dell'energia laser e lo sviluppo di cannoni-laser (del tipo BPI) "parcheggiati" in orbita attorno alla terra. Studi in questa direzione vengono finanziati regolarmente dal Dipartimento della Difesa americano, senza tuttavia passare, almeno per ora, a fasi realizzative. Va da sè che oltre a problemi d'ordine tecnologico questo tipo di difesa apre nuovamente il discorso (politico) sull'utilizzo dello spazio per scopi militari.

• *Intercettazione durante la fase di rientro nell'atmosfera ("upper Tier")*

L'Esercito americano vorrebbe dotarsi di un missile di difesa simile a quello della Marina ("Navy Theater Wide") ma da impiegare durante la fase di rientro. Un progetto concreto è in via di sviluppo e porta il nome di THAAD (Theater High Altitude Area Defense). L'intercettazione avverrà ad alta quota (fino a 150 km) e a una velocità elevata (dell'ordine di 3 km/s). THAAD dovrà colpire direttamente il missile: l'energia cinetica che si sviluppa con l'impatto tra i due corpi sarà sufficiente per polverizzare il missile balistico. Esperti sono convinti che per distruggere testate chimiche o biologiche di missili balistici senza avere pericolose ricadute al suolo è necessario intercettarli e distruggerli a quote oltre i limiti dell'atmosfera, cioè oltre i 60-80 km di quota. Sarà inoltre possibile il lancio di un secondo THAAD contro lo stesso bersaglio qualora il primo fallisse la sua missione. Il progetto ha conosciuto uno sviluppo difficile. Mentre il radar al suolo (vedi figura 6) ha superato brillantemente le diverse fasi di sviluppo, le prove del missile hanno messo in luce vari difetti ed errori di progettazione che ne hanno ritardato la messa a punto. Ultimamente queste difficoltà iniziali sembra siano state definitivamente superate; dopo 6 lanci consecutivi negli ultimi 3 anni con altrettanti insuccessi si ottennero il 10 giugno e il 2 agosto u.s. due lanci coronati da pieno successo.

**Esperti sono convinti che per distruggere testate chimiche o biologiche di missili balistici senza avere pericolose ricadute al suolo è necessario intercettarli e distruggerli a quote oltre i limiti dell'atmosfera, cioè oltre i 60-80 km di quota.**

**Figura 6:**  
**il radar del sistema THAAD.**



**Acquistando  
un sistema mobile  
per la difesa dello  
spazio aereo  
(quale sostituto  
del sistema  
BLOODHOUND  
in via di  
liquidazione),  
del tipo PAC-3  
oppure SAMP/T,  
e dotando una  
parte di queste  
batterie con missili  
speciali "Lower  
Tier", otteremmo  
la possibilità  
di difenderci,  
non solo dalla  
minaccia aerea,  
ma anche da quella  
dei missili balistici  
fino ad una gittata  
massima di circa  
400-500 km.**

Al sistema THAAD sono interessati molti paesi in Europa e in Asia per le sue prestazioni e per la possibilità di proteggere dai missili balistici di corta e media portata grandi superfici con un numero ridotto di batterie. Secondo uno studio della NATO con una dozzina di batterie THAAD si dovrebbe poter difendere quasi tutto il continente europeo. I tempi di realizzazione del sistema THAAD non sono noti, poiché il Dipartimento della difesa americano è intenzionato a fare una scelta di fondo entro fine giugno del 2000. Per ragioni di contenimento della spesa si vuole scegliere cioè se dare la priorità allo sviluppo del sistema "Navy Theater Wide" della US Navy oppure al sistema THAAD della US Army. È evidente che per il perdente i tempi di realizzazione del proprio sistema si allungheranno notevolmente. Lo sviluppo del sistema THAAD è costato finora 3.2 Mia \$ al contribuente americano e il costo complessivo del programma è stimato a 15 Mia \$.

- *Intercettazione durante la fase terminale  
("Lower Tier")*

La maggior parte dei progetti oggi in via di sviluppo riguardano sistemi difensivi per l'intercettazione dei missili in questa fase di volo. Essi non sono unicamente progetti americani, ma anche francesi, italiani, tedeschi, russi e israeliani. Tra i vari progetti ricordiamo:

- Il sistema americano PATRIOT, noto per il suo impiego durante la guerra del Golfo nel 1991, nella versione 3 (PAC-3).
- Il sistema israeliano ARROW-2, sviluppato in Israele in stretta collaborazione con gli Stati Uniti.
- Il sistema MEADS, una cooperazione tri-nazionale tra Stati Uniti, Germania e Italia (un progetto dal futuro incerto per ragioni finanziarie).
- Il sistema SAMP/T, in una nuova versione terrestre in fase di definizione, una cooperazione tra Francia e Italia.
- I due sistemi russi SA-10 e SA-12a/b, gli unici due sistemi oggi operativi ma che necessitano d'importanti programmi per migliorarne le prestazioni.

Tutti questi sistemi permetteranno una difesa da missili balistici di corta portata, fino a un massimo di 1'000 km, quindi unicamente della categoria 2. Come già menzionato, le ragioni dello sforzo difensivo fatto da diversi paesi per questo tipo di difesa vanno ricercate nella necessità di proteggere prima di tutto i propri contingenti militari impiegati all'estero dalle possibili minacce di tipo SCUD. La protezione del proprio territorio viene sovente relegata in secondo piano (ad eccezione d'Israele), anche per il fatto che i sistemi difensivi che garantiscano la difesa di vasti territori sono tuttora in via di sviluppo, ma ancora ben lontani dall'essere prodotti su scala industriale e quindi da un possibile impiego da parte della truppa.

## **Le possibilità della Svizzera**

A prima vista si potrebbe pensare che la minaccia dei missili balistici e le possibili contromisure non ci riguardano direttamente poiché non possiamo intraprendere nulla di concreto: l'ampiezza dei problemi sembra oltrepassare le possibilità limitate di un piccolo paese come il nostro per cui è inutile occuparcene.

Questa conclusione, rinunciataria ad oltranza e un po' superficiale, ha qualcosa di vero solo se ci consideriamo in un contesto isolato, senza intenti di cooperazione con altri paesi europei e senza una dichiarata volontà di difesa. Non è più tanto vera nella misura in cui sapremo instaurare una stretta collaborazione internazionale nel pieno rispetto dei nostri principi di neutralità e di voler continuare a dotare il nostro esercito di mezzi adeguati per fronteggiare le future minacce.

Prima di tutto ci sembra importante contribuire a rallentare i pericoli della proliferazione di queste armi assicurando anche in futuro i nostri buoni uffici a iniziative politico-diplomatiche per il controllo delle esportazioni di manufatti e tecnologie ad alto rischio, come nel caso della già citata MTCR.

Se poi volessimo intraprendere passi più concreti sulla via della difesa ci troveremmo subito confrontati con due varianti, a seconda cioè della possibilità o meno d'ottenere i dati da satelliti artificiali dall'allerta.

Va notato per inciso che l'accesso a queste informazioni dallo spazio avrà un suo prezzo (ancora sconosciuto) che l'utente (la Confederazione elvetica) dovrà pagare al produttore e distributore dei dati (pre-sibilmente gli Stati Uniti d'America per i dati DSP e più tardi SBIRS).

Un contratto bilaterale dovrà inoltre regolare le modalità di consegna dei dati che dovranno essere immediati, precisi e garantiti sia in tempo di pace (per ragioni di controllo e d'addestramento) sia, e soprattutto, in situazioni di crisi internazionali e di conflitto.

### *Variante 1: l'accesso ai dati da satelliti d'allerta non ci è dato.*

Acquistando un sistema mobile per la difesa dello spazio aereo (quale sostituto del sistema BLOODHOUND in via di liquidazione), del tipo PAC-3 oppure SAMP/T, e dotando una parte di queste batterie con missili speciali "Lower Tier", otteremmo la possibilità di difenderci, non solo dalla minaccia aerea, ma anche da quella dei missili balistici fino ad una gittata massima di circa 400-500 km. Si potrà così coprire la minaccia dei missili della categoria 1 (razzi d'artiglieria) e, in misura minore, quelli della categoria 2 (portata corta).

Avremmo fatto così un primo passo verso la difesa del nostro territorio dai missili balistici, realizzabile a medio termine, ma sarà un passo decisamente assai modesto.

*Variante 2: l'accesso ai dati da satelliti d'allerta ci è garantito.*

Con questa premessa si aprirebbero nuove vie. Anzitutto si potrebbe migliorare la nostra protezione civile adattandola alla minaccia missilistica. Con l'acquisto poi di un sistema come descritto nella variante 1 si potrebbe usufruire pienamente delle prestazioni dei missili "Lower Tier" per fronteggiare i missili balistici fino a 1'000 km di gittata massima: in altre parole si completierebbe la copertura difensiva per tutti i missili balistici della categoria 2.

Finanziamento permettendo sarebbe inoltre immaginabile l'acquisto di un unico sistema di difesa "Upper Tier" (del tipo THAAD) che dovrebbe difendere tutto il territorio nazionale da missili balistici fino a 3'000 km di gittata massima.

Questi passi della variante 2, realizzabili a lungo termine, sono decisamente assai più importanti ed efficaci, soprattutto se essi venissero eseguiti nell'ambi-

to di un programma di cooperazione a livello europeo per la difesa del nostro continente.

A quale di queste due varianti dovremmo dare un maggior peso e una più alta priorità realizzativa? Non lo sappiamo con certezza, ma molto dipenderà dall'evolversi della situazione politica in Europa e dal processo di proliferazione dei missili balistici nei prossimi 10 anni. Se la tendenza odierna rimarrà inalterata anche nei prossimi anni, se cioè assisteremo da una parte a un consolidamento lento ma costante della pace e della stabilità politica in Europa (anche nei paesi dell'Est europeo) e dall'altra a una marcata tendenza della proliferazione dei missili di media portata in paesi del vicino/medio Oriente e nell'Africa settentrionale, allora la variante 2 godrà senz'altro di un peso maggiore e dovrà focalizzare tutte le nostre attenzioni. Se per contro i presupposti e le tendenze precedenti non dovessero avverarsi sarà la variante 1 a godere di una più alta priorità. ■

**Con l'acquisto  
di un sistema  
mobile per la difesa  
dello spazio aereo  
si potrebbe usufruire  
pienamente  
delle prestazioni  
dei missili  
"Lower Tier"  
per fronteggiare  
i missili balistici  
fino a 1'000 km  
di gittata massima.**

## CODING 83 SA

Dal 1983 il vostro partner nei sistemi informatici per contabilità, stipendi, fatturazione, ordini, magazzino, fiduciarie, studi legali e notarili, architetti e ingegneri, consulenze e perizie

Centro commerciale  
6916 Grancia

Tel. 091 / 985 29 30  
Fax 091 / 985 29 39

E-Mail: [info@coding.ch](mailto:info@coding.ch)  
Web: [www.coding.ch](http://www.coding.ch)