



Ministero della Difesa
DIREZIONE ARMAMENTI NAVALI

NAV – 70 – 1399 – 0003 – 13 - 00B000

NORMA TECNICA

**LINEE GUIDA PER L'ANALISI DEL RISCHIO DI INCENDIO ED
ESPLOSIONE NELLE AREE DESTINATE AL DEPOSITO DELLE
MUNIZIONI DELLE UNITÀ NAVALI**

Edizione luglio 2019



Ministero della Difesa

Segretariato Generale della Difesa e Direzione Nazionale degli Armamenti

DIREZIONE DEGLI ARMAMENTI NAVALI

NAV 70-1399-0003-13-00B000

ATTO DI APPROVAZIONE

Approvo la seguente pubblicazione:

- Linee guida per l'analisi del rischio di incendio ed esplosione nelle aree destinate al deposito delle munizioni delle Unità Navali.
- SIGLA DISTINTIVA: NAV 70-1399-0003-13-00B000

11/7 LUG. 2019

Roma, li.....

IL DIRETTORE
(Ammiraglio Ispettore Capo Matteo BISCEGLIA)

INDICE

1. Introduzione.....	1
2. Cenni sulla valutazione del rischio	2
3. Metodi per la valutazione del rischio incendio ed esplosione	3
3.1. Generalità.....	3
3.2. La valutazione del rischio incendio	5
3.3. La valutazione del rischio esplosione	10
3.3.1. Analisi della probabilità di presenza di una sostanza esplosiva	12
3.3.2. Analisi della probabilità di presenza di un innesco efficace.....	13
3.3.3. Determinazione della probabilità di esplosione.....	13
4. Applicazione della valutazione del rischio incendio ed esplosione alle aree destinate al deposito delle munizioni delle UU.NN. militari	14
5. Modalità di redazione e approvazione del documento di analisi dei rischi	15
5.1. Responsabilità.....	15
5.2. Approvazione.....	15

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Categorie dei locali nave	5
Tabella 2: Probabilità di casi d'incendio	5
Tabella 3: Carico d'incendio	6
Tabella 4: Tipologia di materiale combustibile.....	6
Tabella 5: Sistemi di rivelazione incendio	6
Tabella 6: Sistemi di protezione antincendio ad attivazione automatica.....	7
Tabella 7: Presenza di personale in locale.....	7
Tabella 8: Sistemi di estinzione incendi	7
Tabella 9: Apparecchiature pericolose protette con impianti ad attivazione automatica dedicati.....	8
Tabella 10: Impianti antincendio locali attigui/aree adiacenti le A.D.D.M.....	8
Tabella 11: Classificazione delle paratie	9
Tabella 12: Valori finali contributo paratie/ponti	9
Tabella 13: Distanza dell'A.D.D.M. da una zona di sicurezza.....	9
Tabella 14: Livelli di rischio di incendio.....	10
Tabella 15: Livelli di rischio e relative categorie di accettabilità.....	10
Tabella 16: Classi di rischio.	10
Tabella 17: Esempio di classificazione della magnitudo del danno secondo la AOP – 15.	11
Tabella 18: Esempio di livelli della probabilità di accadimento secondo la AOP – 15.....	11
Tabella 19: Esempio di matrice della classe di rischio secondo la AOP – 15.....	12
Tabella 20: Livelli di presenza di un innesco.....	13
Tabella 21: Probabilità di esplosione per zone C0Z2.....	13
Tabella 22: Probabilità di esplosione.....	13
Tabella 23: Classificazione del rischio esplosione.	14
Tabella 24: Classi di rischio.	14
Tabella 25: Classi di rischio ammissibili.....	15

1. Introduzione

La presenza di munizioni a bordo necessarie ad alimentare i sistemi d'arma imbarcati è un tratto peculiare delle Unità Navali (UU.NN.) militari. Le munizioni rappresentano sempre un pericolo¹ che può dare luogo ad un danno² estremamente elevato in caso di esplosione. All'interno delle UU.NN. militari il munizionamento non viene solo trasportato, ma anche impiegato, ciò determina una scenario molto più complesso rispetto a quello delle UU.NN. mercantili.

Non essendo possibile, nell'ambito di applicazione di questa pubblicazione, agire sulle caratteristiche intrinseche del munizionamento per ridurre il livello di rischio³, diviene essenziale realizzare aree destinate al deposito delle munizioni (A.D.D.M.) che possano minimizzare la probabilità di esplosione del munizionamento ivi contenuto.

In particolare è essenziale ridurre al minimo la probabilità che nelle A.D.D.M. possa avvenire un incendio o possano essere presenti temperature tali da determinare la reazione del materiale esplosivo, nonché annichilire la probabilità di innesco del munizionamento.

È il caso di sottolineare che l'evento esplosione tipicamente è determinato dall'insorgere di un incendio nelle A.D.D.M. o nei locali attigui, che dà luogo ad un innalzamento delle temperature tale da determinare la reazione dei materiali esplosivi presenti all'interno del munizionamento (esplosivi di lancio, di scoppio, innescanti e miscele esplosive).

Pertanto il rischio di incendio nelle A.D.D.M. e tutte le predisposizioni volte a minimizzare l'effetto d'incendio in locali attigui, è fatto oggetto di particolare attenzione non in quanto tale, ma in considerazione del fatto che questo determina, in un tempo più o meno lungo, anche un rischio di esplosione.

L'esplosione può però avvenire anche per attivazione diretta dell'esplosivo, in assenza di un incendio, in caso, ad esempio, di appropriati stimoli elettrici o meccanici; è, quindi, necessario analizzare anche tali rischi. In questo caso, a differenza dell'incendio l'evento dannoso è praticamente immediato, rendendo di fatto impossibile l'intervento umano.

Per minimizzare il rischio di incendio ed esplosione nelle A.D.D.M. deve essere applicata la "*Norma Tecnica di Navarm per l'allestimento delle A.D.D.M. delle UU.NN. di superficie*" nella versione in vigore⁴. L'applicazione rigorosa della norma tecnica è obbligatoria ed è volta a rendere ogni A.D.D.M. un ambiente intrinsecamente sicuro per lo stoccaggio del munizionamento; la suddetta norma introduce l'obbligatorietà di un'analisi del rischio di incendio ed esplosione, allo scopo di dimostrare che le misure di sicurezza e le azioni di mitigazione ad esse associate consentono in concreto di mantenere i rischi ad un livello accettabile.

¹ Con Pericolo si intende una proprietà o qualità intrinseca di un fattore avente la potenzialità di causare danni.

² Con Danno si intende una qualunque conseguenza negativa derivante dal verificarsi di un evento. Nel caso in parola può arrivare anche alla perdita dell'Unità, con coinvolgimento di elementi esterni.

³ Con Rischio si intende la combinazione della probabilità di accadimento di un danno e della gravità (o magnitudo) di quel danno. La riduzione del rischio derivante dal munizionamento viene svolta nell'ambito della progettazione, qualifica, omologazione e gestione del ciclo di vita del munizionamento stesso, tramite altri processi, regolati da specifiche normative che non sono oggetto della presente trattazione, ai fini della quale la configurazione e quantità del munizionamento presente a bordo verrà considerato come un dato di fatto, non suscettibile di modifiche.

⁴ Nel tempo si è assistito ad un'evoluzione normativa allo scopo di tenere conto dei mutamenti tecnologici nel settore delle costruzioni navali e dell'evoluzione del quadro normativo: la NAV-05-A106, *Norme per l'allestimento dei depositi munizioni*, del 1970 è stata sostituita nel 2011 dalla NAV-70-1096-0001-13-00B000, *Norma tecnica per l'allestimento dei depositi munizioni delle Unità Navali di superficie* e modificata in titolo e contenuti nell'attuale "*Norma tecnica per l'allestimento delle aree destinate al deposito delle munizioni delle Unità Navali di superficie*" Edizione 2019 recependo così le lezioni apprese nell'ambito dei programmi della cosiddetta Legge Navale del 2014.

Per quanto sopra esposto, risulta necessario introdurre una metodologia specifica per l'attività di valutazione del rischio incendio ed esplosione nelle A.D.D.M. delle UU.NN. di superficie.

Lo scopo della presente linea guida è dunque quello di delineare il processo ritenuto più opportuno per consentire l'esecuzione della valutazione di tali rischi. Per fare questo si prenderà a riferimento quanto previsto in ambito NATO per l'analisi del rischio di esplosione e un metodo disponibile in letteratura (c.d. metodo di *Kennet*) quale strumento di supporto per svolgere l'analisi del rischio incendio/esplosione.

2. Cenni sulla valutazione del rischio

Il presente elaborato farà esclusivo riferimento al rischio inteso come l'eventualità che una minaccia⁵ possa trasformarsi realmente in danno.

In termini analitici, il rischio viene definito come funzione della probabilità di accadimento dell'evento e della severità del danno (magnitudo) attraverso la seguente espressione:

$$R = f(M, p)$$

dove:

- R è la magnitudo del rischio;
- f è una funzione che riconduce a valore numerico la valutazione di numerosi parametri quali fattore umano, materiali processi e condizioni ambientali;
- M è la magnitudo del danno potenziale;
- p è la probabilità di accadimento dell'evento.

Qualora il valore R risulti essere troppo elevato, e quindi inaccettabile, si dovranno mettere in atto tutte le misure utili a mitigare il rischio e ricondurlo a livelli di accettabilità. Le azioni di mitigazione (sensori automatici, impianti dedicati, vigilanza continua, ecc.) non sono oggetto della presente trattazione ma, a seguito di tali azioni, sarà necessario ripetere l'analisi del rischio per valutare nuovamente il valore R .

La gestione del rischio (*risk management*) è dunque un processo finalizzato alla riduzione del rischio, al fine di ricondurlo ad un livello tollerabile⁶, che si sviluppa nelle seguenti fasi:

1. Analisi del rischio (*risk assessment*)
 - a. Identificazione;
 - b. Valutazione.
2. Individuazione ed applicazione delle misure correttive (*risk response*).

La valutazione del rischio è, quindi, una fase del processo di *risk management*, più precisamente è la stima del rischio individuato e comprende anche un giudizio sul suo grado di accettabilità. A seconda del particolare campo di applicazione, possono essere utilizzati diversi metodi per l'analisi del rischio, che si possono distinguere in:

- Metodi quantitativi: prevedono un'analisi quantitativa del rischio secondo la formula riportata precedentemente. La funzione f tiene conto di numerosi parametri, quali ad esempio il fattore umano, i materiali, i processi, le condizioni ambientali ecc., riconducendo la valutazione ad un valore numerico.

⁵ La minaccia è intesa come un evento di natura dolosa o accidentale che, sfruttando una vulnerabilità del sistema, potrebbe provocare un danno.

⁶ Il rischio è ritenuto tollerabile secondo il principio ALARP (*as low as reasonably practicable*) quando è conosciuto ed accettato generalmente perché i costi e/o le difficoltà per implementare una contromisura efficace, finalizzata ad abbassare ulteriormente il rischio, risulta eccessiva se confrontati con l'aspettativa della perdita; cfr. AOP-15, *Guidance on the assessment of the safety and suitability for service of non-nuclear munitions for NATO armed forces*, ed. aprile 2009.

- Metodi qualitativi: non vengono utilizzate espressioni matematiche per valutare i diversi rischi. Viene effettuata un'analisi qualitativa, verificando la conformità alle norme di riferimento. Il punto di arrivo è un giudizio qualitativo della situazione che si sta valutando.
- Metodi semi-quantitativi (o semi-qualitativi): sono basati su una valutazione qualitativa che viene tradotta successivamente in numeri per poterla elaborare attraverso algoritmi di calcolo, come se si trattasse di valutazioni quantitative.

3. Metodi per la valutazione del rischio incendio ed esplosione

3.1. Generalità

Come anticipato, le A.D.D.M. rappresentano una fonte di pericolo dovuta alla presenza al suo interno del munizionamento imbarcato, cioè di dispositivi carichi con esplosivo di scoppio, esplosivo di lancio o miscela pirotecnica⁷. Le munizioni comportano quindi, a causa della loro composizione, un rischio di esplosione con possibili gravi conseguenze sulle persone e sulle strutture presenti.

Il rischio di incendio nelle A.D.D.M. non è particolarmente rilevante in sé (il carico di incendio in tali ambienti, considerati anche i materiali esplosivi, non è superiore ad altri locali dell'Unità), ma in quanto foriero di esplosione in massa se non arginato in brevissimo tempo.

Considerando dunque la definizione analitica riportata nel paragrafo precedente, in generale il rischio incendio/esplosione si può esprimere come:

$$R = f(M, p)$$

dove:

- R è la magnitudo del rischio di incendio/esplosione;
- M è la magnitudo del danno potenziale dovuto all'incendio/esplosione;
- p è la probabilità che si verifichi un incendio/esplosione.

La probabilità dell'evento p può essere individuata attraverso l'analisi dei seguenti elementi principali:

- quantità e tempo di presenza delle sostanze esplodenti e/o infiammabili e/o atmosfere esplosive all'interno del locale;
- probabilità che le possibili fonti di accensione siano presenti e diventino attive ed efficaci;
- caratteristiche dei luoghi e degli impianti tecnici presenti;
- caratteristiche della tipologia di attività condotta dagli operatori che a causa di errore umano potrebbero generare una fonte di innesco;
- caratteristiche delle macchine che possono interagire con le sostanze esplodenti e/o atmosfere esplosive;
- livello del mantenimento della pulizia dei locali in relazione alla possibile presenza di polveri inerti, sostanze esplodenti sversatesi nelle A.D.D.M. a causa di inconvenienti con le munizioni, sversamenti accidentali di liquidi infiammabili;
- minacce esterne all'Unità, quali: impatto di missili, proiettili d'artiglieria, esplosioni di superficie e subacquee;
- caratteristiche dei locali attigui.

⁷ Cfr. Ministero della Difesa – Direzione Armamenti Navali, NAV 50 00B000 - Raccolta delle disposizioni riguardanti il Sistema di Combattimento delle UU.NN. e del relativo munizionamento.

La magnitudo del danno M è data invece dall'entità delle conseguenze prevedibili che possono scaturire dal verificarsi dell'evento:

- danni alle persone;
- danni alle strutture dell'Unità Navale;
- danni ai macchinari e sistemi di bordo
- danni all'attività (missione) dell'Unità;
- danni all'ambiente.

È opportuno evidenziare che le due quantità, p e M , sono indipendenti. La valutazione dei possibili danni causati da un incendio/esplosione è indipendente dalla probabilità che si verifichi l'evento.

A tal proposito risulta utile fare le seguenti precisazioni:

- la valutazione del rischio incendio all'interno di un'A.D.D.M. è indipendente dal munizionamento presente al suo interno⁸, in quanto l'innescò dell'incendio (sorgente) può essere causato da:
 - *slow cook off*, ovvero il surriscaldamento della munizione dovuto ad una fonte di calore a distanza, come un incendio in uno o più locali adiacenti alle A.D.D.M.⁹;
 - un principio di incendio nel locale per errore umano, malfunzionamenti o attacco esterno.

È opportuno sottolineare inoltre che, qualora l'incendio si sviluppi fino al punto di causare la combustione del materiale esplosivo stesso, l'evento esplosione non si considera più evitabile e, pertanto non è ritenuto necessario mitigare tale evenienza in quanto di per sé sarebbe un fenomeno distruttivo limite.

- la valutazione del rischio esplosione è invece legata alla presenza di munizionamento all'interno dell'A.D.D.M., dato che il fenomeno è causato dalla presenza di sostanze esplodenti o dall'emissione di sostanze esplosive sotto forma di polveri o vapori (essenzialmente conseguenti allo sconfezionamento e/o deterioramento del munizionamento) e la contestuale presenza di un innesco efficace. Tra le principali cause di innesco vanno annoverati:
 - stimoli meccanici (urto, sfregamento), fortuiti o a causa dell'azione nemica (impatto di proietti);
 - stimoli elettrici (in particolare determinati dagli impianti elettrici di bordo o da elettricità statica);
 - campi elettromagnetici.

Per quanto sopra, le valutazioni del rischio d'incendio e di esplosione devono essere fatte parallelamente.

⁸ Non viene qui considerato un principio di incendio all'interno di un manufatto dovuto ad autoaccensione delle polveri ivi presenti, in quanto tale evento può ritenersi *estremamente raro* se le munizioni vengono sottoposte al previsto programma di sorveglianza come da NAV-70-1337-0001-13-00B0000, *Regolamento sulla gestione e controllo dei propellenti a base di nitrocellulosa in uso a bordo delle Unità Navali*, luglio 2013.

⁹ In questo caso è necessario tenere conto del rischio incendio nei locali confinanti con l'A.D.D.M. in esame.

3.2. La valutazione del rischio incendio

Per la valutazione del rischio incendio all'interno dell'A.D.D.M., e dei locali attigui, si può fare riferimento al metodo di *Kennet*¹⁰; un metodo semi-quantitativo, estremamente semplice, che prevede:

1. l'assegnazione di un determinato valore numerico positivo ai pericoli che contribuiscono e favoriscono un incendio;
2. l'assegnazione di un valore numerico negativo alle misure di protezione messe in atto per contrastare la minaccia dell'incendio e per effettuare la lotta antincendio.

Il livello di rischio (*V*) può essere quindi espresso come:

$$V = \Sigma \text{ pericoli} + \Sigma \text{ misure di protezione}$$

Maggiore è il valore della somma di tutti i parametri (valori numerici assegnati ai singoli pericoli ed alle misure di protezione), maggiore è il livello di rischio incendio. Al contrario, un livello di rischio basso sarà caratterizzato da un valore di *V* prossimo allo zero o negativo.

I valori numerici assegnati ai singoli parametri, sono definiti in base alla loro importanza e/o incidenza.

1. Parametri legati al rischio di incendio

Vengono considerati i seguenti quattro parametri:

- Importanza del locale ai fini delle principali funzioni della nave:

Descrizione	Valore
Non vitale	0
Vitale per combattere e navigare	1
Vitale per la galleggiabilità	2

Tabella 1: *Categorie dei locali nave*

Ogni locale va considerato in funzione della sua destinazione d'uso, della dimensione e della sua posizione; l'assegnazione del valore deve essere effettuata da personale esperto della costruzione. Devono essere considerate anche le ripercussioni inerenti gli apparati asserviti dalle linee elettriche/idrauliche e pneumatiche che transitano all'interno dell'A.D.D.M. In caso di dubbi è consigliabile aggiungere 0,5 ai primi due valori (non deve, comunque, mai essere superato il valore 2).

- Probabilità che si verifichino principi di incendio accidentali:

Descrizione	Valore	Esempio
Remota	0	Depositi
Occasionale	0,5	Uffici
Verosimile	1,0	Dormitori, locali di vita
Frequente	1,5	locali AA.MM., cucine, hangar e ponti di volo

Tabella 2: *Probabilità di casi d'incendio*

Le aree destinate al deposito delle munizioni realizzati secondo la norma tecnica di Navarm sono abitualmente classificabili con il valore tra 0 e 1.

¹⁰ vds. S.R. Kennet, P. Lambrineas, B. Suendermann, R.L. Woodward, *Fire risk assessment methodology for naval vessels*, 1991.

Carico di incendio¹¹:

MJ/m ²	Valore	Esempio
0 – 180	0	incendio che non si autosostiene
180 – 230	1	
230 – 450	3	al limite del <i>flash over</i> ¹²
450 – 680	5	<i>Flash over</i>
680 – 900	7	
900 – 1500	9	incendio che dura nel tempo ¹³
1500 – 3000	10	
3000 – 6000	11	
6000 – 10000	12	
Sopra 10000	13	

Tabella 3: Carico d'incendio

- Tipologia di materiale combustibile:

Facilità di innesco	Valore	Esempio
Bassa	0	olio lubrificante
Media	1	legno
Alta	2	carta
Molto alta	3	infiammabili ed esplosivi sfusi

Tabella 4: Tipologia di materiale combustibile

Nel caso in cui nelle A.D.D.M ci sia più di una tipologia di materiale combustibile, deve essere considerato quello a cui è associato un valore maggiore, a meno che la quantità di tale materiale sia irrilevante.

2. Parametri di protezione

Vengono considerati cinque parametri di protezione che descrivono la capacità di rilevare e prevenire lo sviluppo dell'incendio, nonché la capacità di intervento.

- Sistema di rivelazione incendio:

Descrizione	Valore
doppio sensore (fumo e temperatura)	-0,5
Singolo sensore (fumo o temperatura)	-0,3
Nessun sensore	0

Tabella 5: Sistemi di rivelazione incendio

Il metodo di *Kennet* preso a riferimento è stato presentato nel 1991 e, pertanto, non prendeva in considerazione gli impianti antincendio ad attivazione automatica, di più recente introduzione. Pertanto, si ritiene di dover aggiornare la suddetta metodologia introducendo nella precedente Tabella le ulteriori seguenti categorie:

¹¹ Il carico di incendio è la quantità di calore che si svilupperebbe per combustione completa di tutti i materiali combustibili contenuti nel compartimento.

¹² Fase dello sviluppo di un incendio al chiuso nel quale tutte le superfici esposte raggiungono la temperatura di accensione più o meno contemporaneamente e il fuoco si propaga rapidamente a tutto il compartimento.

¹³ La durata dell'incendio dipende dal carico di incendio e dalla ventilazione del locale.

Descrizione	Valore
Presenza di un impianto di videosorveglianza attivato automaticamente in presenza di allarme	-1
Presenza di un impianto antincendio ad attivazione automatica con scarica singola (ad esempio impianto a gas)	-1
Presenza di un impianto antincendio ad attivazione automatica con scarica continuativa (ad esempio <i>water mist</i> con testina fusibile o <i>sprinkler</i>)	-2
Presenza di un impianto informatizzato per il controllo del danno/gestione delle emergenze (ad esempio impianto SISS/SMS)	-1

Tabella 6: Sistemi di protezione antincendio ad attivazione automatica

I valori della Tabella 5 non devono essere sommati a quelli della Tabella 6 ma deve essere selezionato quello più conveniente.

- Presenza di personale nel locale:

Descrizione	Valore
Locale non presidiato ¹⁴	0
Presenza occasionale	-1
Locale adiacente presidiato	-1
Locale presidiato	-3

Tabella 7: Presenza di personale in locale

La probabilità che un incendio possa svilupparsi in un locale presidiato è molto più bassa rispetto ad un locale non presidiato, in quanto il personale che si trova al suo interno può effettuare il primo intervento con la possibilità di spegnere l'incendio, evitando che questo divampi.

- Sistemi di estinzione incendio:

Descrizione	Valore
Sistemi di allagamento	-10
Sistemi ad <i>halon</i> ¹⁵	-7
Sistemi a CO ₂ o NOVEC 1230	-4
Sistemi ad acqua nebulizzata	-4
Sistemi idranti entro 15 metri	-2
Estintori portatili entro 15 metri	-1
Nessun sistema	0

Tabella 8: Sistemi di estinzione incendi

Per i locali che dispongono di più sistemi antincendio, deve essere considerata la somma aritmetica dei valori associati ai singoli sistemi di estinzione presenti.

Al fine di aggiornare il metodo di *Kennet* alle nuove tipologie di installazione, occorre considerare che in alcune A.D.D.M. vengono protette tutte le apparecchiature pericolose con impianti ad attivazione automatica dedicati (ad

¹⁴ Le A.D.D.M. presidiati per meno di 5 minuti in un'ora sono da considerare non presidiati.

¹⁵ Sistema antincendio non più in uso sulle UU.NN. di nuova generazione; sostituito da altri agenti estinguenti, come ad esempio il NOVEC.

esempio *LOCAL PROTECTION* o *AFSS*). Pertanto, in caso di presenza di questi impianti ai valori sopra riportati deve essere aggiunto:

Descrizione	Valore
tutte le apparecchiature pericolose sono protette da impianto antincendio (ad esempio <i>water mist local application</i>) automatico	-3
tutte le apparecchiature pericolose sono protette da impianto antiesplorazione (ad esempio impianto <i>AFSS</i>) automatico	-2
solo le apparecchiature pericolose a maggior rischio d'incendio sono protette da impianto antincendio automatico	-2
solo le apparecchiature pericolose minori sono protette da impianto antincendio automatico	-1
solo alcune delle apparecchiature pericolose sono protette da impianto antiesplorazione automatico	-1

Tabella 9: Apparecchiature pericolose protette con impianti ad attivazione automatica dedicati

Il metodo di *Kennet* non tiene in considerazione alcune tipologie di impianti installati nei locali attigui/aree adiacenti alle A.D.D.M.; pertanto si aggiungono i seguenti valori:

Descrizione	Valore	Note
Impianto fisso a schiuma	-3	Valore da assegnare solo se nel locale possono svilupparsi incendi classe B
Impianto fisso a polvere	-4	
Impianto semi fisso a polvere	-3	
Impianto fisso di nebulizzazione con acqua additivata	-1	Da sommare al valore dell'impianto fisso ad acqua.
Impianto semi fisso a schiuma	-2	Valore da assegnare solo se nel locale possono svilupparsi incendi classe B e non sia già stato considerato l'impianto fisso a schiuma.
Impianto semi fisso a gas	-3	
Estintori carellati entro 15 metri	-2	

Tabella 10: Impianti antincendio locali attigui/aree adiacenti le A.D.D.M.

- Protezione passiva e tipo di compartimentazione:

Alle superfici che delimitano il locale (paratie/ponti) vengono assegnati diversi valori in base alle capacità di impedire la propagazione dell'incendio dai locali adiacenti all'A.D.D.M.

Il metodo di *Kennet* prevede differenti valori a seconda della tipologia di paratie (vedasi Tabella 11). Sulle nuove UU.NN., generalmente, le paratie vengono caratterizzate in funzione della propria resistenza al fuoco e al fumo secondo le prove IMO contenute nel *FTP Code*; alla classificazione contenuta nel metodo di *Kennet* viene, quindi, affiancata una classificazione coerente con le norme IMO citate.

Descrizione	Valore
Paratia a scafo (opera morta/viva)	0
Paratia tagliafuoco (A 60)	1
Paratia stagna (A30 – A15)	2
Ponte di acciaio (A0)	3
Ponte di alluminio (classe B)	4
Paratia di acciaio (A0)	5
Paratia di alluminio (classe B)	6
Paratia di legno o superfici sempre aperte (Classe C)	7

Tabella 11: Classificazione delle paratie

Per ogni locale devono essere sommati i sei valori (corrispondenti alle superfici dell'A.D.D.M.), sottraendo il valore 1:

- in presenza di paratie/ponti dotati di strato coibente qualora le paratie non siano in classe A o B;
- nel caso la compartimentazione considerata sia tutta in classe A o B.

Dalla somma anzidetta verranno determinati i seguenti valori finali:

Somma valori delle sei paratie/ponti	Valore	Protezione contro il diffondersi dell'incendio
0 ÷ 10	-3	Alta
11 ÷ 20	-2	Moderata
21 ÷ 30	-1	Bassa
>30	0	Molto bassa

Tabella 12: Valori finali contributo paratie/ponti

- Distanza da una zona di accentrimento delle squadre di sicurezza:

Tale zona è rappresentata sicuramente da una postazione di zona in cui è presente lo stipetto di sicurezza ma può essere determinata anche in funzione dell'esigenza specifica, ad esempio per abbassare il valore del rischio. La distanza deve essere determinata tenendo conto dell'effettivo percorso che il personale deve effettuare a piedi¹⁶:

Descrizione	Valore
> 30 metri	0
21 ÷ 30 metri	-0,5
11 ÷ 20 metri	-1
< 10 metri	-1,5

Tabella 13: Distanza dell'A.D.D.M. da una zona di sicurezza

3. Determinazione del livello di rischio di incendio

Il livello di rischio (V) di incendio dell'A.D.D.M. (Tabella 14) è la somma dei singoli valori determinati per i parametri relativi ai pericoli e alle protezioni e può essere suddiviso nei seguenti cinque livelli in base al valore ottenuto:

¹⁶ Qualora il percorso per il raggiungimento della zona di accentrimento delle squadre di sicurezza dovesse prevedere attraversamenti particolari (es.:passaggi verticali/orizzontali, carruggetti con passaggio) degli stessi dovrà essere tenuto conto aggiungendo, ai valori di tabella 13, l'equivalente in mt dei tempi di attraversamento stimati.

LIVELLO DI RISCHIO	VALORE
Molto alto	$V > 5,5$
Alto	$3,5 < V < 5,5$
Moderato	$1,5 < V < 3,5$
Basso	$-0,5 < V < 1,5$
Molto basso	$V < -0,5$

Tabella 14: Livelli di rischio di incendio

Con riferimento alle A.D.D.M. ed ai locali ad esse attigui, l'applicazione del metodo deve tenere conto dei seguenti aspetti principali:

- attività di prevista conduzione nel locale;
- attrezzature/impianti previsti al suo interno;
- arredi che saranno introdotti nel locale;
- caratteristiche costruttive del locale e dei materiali di rivestimento;
- dimensioni ed ubicazione del locale;
- presenza di personale al suo interno.

Analizzando i locali secondo i parametri di rischio e di protezione previsti dal metodo di *Kennet* è possibile verificare se le predisposizioni antincendio attive e passive previste nello stesso siano o meno adeguate per fronteggiare e reprimere un principio di incendio al suo interno. È possibile associare ai vari *range* di Valore *V* una categoria di accettabilità (Tabella 15) e la risultante classe di rischio (Tabella 16).

LIVELLO DI RISCHIO	VALORE	CATEGORIA DI ACCETTABILITÀ
Molto alto	$5,5 < V$	Intollerabile
Alto	$3,5 < V < 5,5$	Non desiderabile
Moderato	$1,5 < V < 3,5$	
Basso	$-0,5 < V < 1,5$	Tollerabile
Molto basso	$V < -0,5$	Accettabile

Tabella 15: Livelli di rischio e relative categorie di accettabilità.

CLASSE DI RISCHIO	CATEGORIA DI ACCETTABILITÀ
Classe a	Intollerabile
Classe b	Non desiderabile
Classe c	Tollerabile
Classe d	Accettabile

Tabella 16: Classi di rischio.

Si possono considerare ammissibili le classi di rischio **c** e **d**, per i locali attigui alle A.D.D.M. Per quanto riguarda le A.D.D.M. sarà ammessa la sola classe **d**.

3.3. La valutazione del rischio esplosione

Per la valutazione del rischio esplosione è possibile applicare il metodo qualitativo, cui fa riferimento la normativa NATO¹⁷,

¹⁷ AOP-15 ed. 3, *Guidance on the assessment of the safety and suitability for service of non-nuclear munitions for NATO armed forces*, aprile 2009.

In particolare, la magnitudo del danno viene suddivisa in quattro categorie, in base all'impatto sul personale, sulle strutture e sull'ambiente (Tabella 17)¹⁸.

DANNO	CAT.	CRITERI		
		Personale	Strutture	Ambiente
GRAVE	I	Morte o disabilità totale permanente	Danno > € 1M	Danno ambientale irreversibile in violazione delle leggi in vigore
RILEVANTE	II	Disabilità parziale permanente o infortunio professionale che può coinvolgere il ricovero di almeno tre operatori	€ 200K < danno < € 1M	Danno ambientale reversibile in violazione delle leggi in vigore
LIMITATO	III	Infortunio che comporta uno o più giorni di assenza dal lavoro	€ 10K < danno < € 200K	Danno ambientale moderato senza violazione di leggi e norme con possibilità di ripristino
TRASCURABILE	IV	Infortunio che non comporta giorni di assenza dal lavoro	€ 2K < danno < € 10K	Danno ambientale minimo senza violazione di leggi e norme

Tabella 17: Esempio di classificazione della magnitudo del danno secondo la AOP – 15.

Per quanto riguarda la probabilità di accadimento, questa viene suddivisa in sei livelli, ad ognuno dei quali viene associata una probabilità numerica equivalente (Tabella 18)¹⁹.

LIVELLO		PROBABILITÀ NUMERICA EQUIVALENTE ²⁰
Frequente	A	$P > 10^{-1}$
Probabile	B	$10^{-2} < P < 10^{-1}$
Occasionale	C	$10^{-3} < P < 10^{-2}$
Remoto	D	$10^{-6} < P < 10^{-3}$
Raro	E	$10^{-7} < P < 10^{-6}$
Estremamente raro	F	$P < 10^{-7}$

Tabella 18: Esempio di livelli della probabilità di accadimento secondo la AOP – 15.

La probabilità di accadimento sarà essere calcolata come descritto nel successivo paragrafo §3.3.3.

Dalla combinazione delle due tabelle si ottiene la seguente matrice che porta alla definizione di vari classi di rischio (Tabella 19)²¹:

¹⁸ In questa pubblicazione i danni vengono indicati con numeri romani.

¹⁹ In questa pubblicazione le probabilità di esplosione vengono indicate con lettere maiuscole.

²⁰ Probabilità riferita all'intero ciclo di vita dell'U.N.

²¹ In questa pubblicazione le classi di rischio vengono indicate con lettere minuscole in neretto.

	PROBABILITÀ					
DANNO	A	B	C	D	E	F
Grave (I)	I – A	I – B	I – C	I – D	I – E	I – F
Rilevante (II)	II – A	II – B	II – C	II – D	II – E	II – F
Limitato (III)	III – A	III – B	III – C	III – D	III – E	III – F
Trascurabile (IV)	IV – A	IV – B	IV – C	IV – D	IV – E	IV – F

A	Alto
B	Medio
C	Basso

Tabella 19: Esempio di matrice della classe di rischio secondo la AOP – 15.

Come descritto nei paragrafi precedenti, il rischio di esplosione è legato alla presenza contemporanea di munizionamento all'interno dell'A.D.D.M. e di un innesco efficace; ovvero la probabilità che si verifichi un'esplosione all'interno di un'A.D.D.M. è data dalla combinazione tra la probabilità di presenza di una sostanza esplosiva e la probabilità di un innesco efficace.

La probabilità di un evento è sempre riferita all'intero ciclo di vita dell'Unità.

3.3.1. Analisi della probabilità di presenza di una sostanza esplosiva

La possibilità di emissione di sostanze esplosive libere all'interno delle aree destinate al deposito delle munizioni (zone classificate COZ2²²) sotto forma di polveri o vapori, può verificarsi solo eccezionalmente e per breve durata in condizioni normali di funzionamento²³, dipendendo quindi esclusivamente dalla munizione, che, in linea con la premessa fatta nel capitolo introduttivo, viene assunta con caratteristiche determinate e non modificabili.

Come condizione non normale di funzionamento si intende una configurazione imprevista del munizionamento che ne degrada il livello di sicurezza, come ad esempio la rottura di una cartuccia con sversamento della polvere di lancio nell'ambiente.

Pertanto la probabilità di presenza di esplosivo libero, anche in piccolissime quantità, è cautelativamente stimata in 10^{-1} per ogni deposito e sull'intero ciclo di vita della Nave

²² Sono classificate zone COZ2 le zone contenenti "Centri di pericolo di secondo grado (COCP2)", tra i quali rientrano le aree destinate al deposito delle munizioni (p.es. depositi per esplosivi, colpi completi, razzi, missili, detonatori, capsule e micce imballati).

²³ Vds. Norma CEI 64-2, *Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione – Prescrizioni specifiche per la presenza di polveri infiammabili e sostanze esplosive*, edizione IV.

3.3.2. Analisi della probabilità di presenza di un innesco efficace

Relativamente al livello (grado) di probabilità di presenza di un innesco efficace²⁴ si fa riferimento alla Tabella 20²⁵:

LIVELLO (GRADO)	DEFINIZIONE
Probabile (B)	L'innesco è continuo o presente con alta probabilità nella normale conduzione delle attività
Occasionale (C)	La presenza dell'innesco è possibile solo in caso di circostanze non continuamente presenti ma normalmente prevedibili, in genere a seguito di un guasto singolo o errore procedurale
Remoto (D)	La presenza dell'innesco è possibile solo in circostanze poco probabili a seguito di disfunzioni non prevedibili o doppi guasti
Raro (E)	L'attivazione della sorgente di innesco non può avvenire neanche a seguito di disfunzioni non prevedibili o doppi guasti

Tabella 20: Livelli di presenza di un innesco.

3.3.3. Determinazione della probabilità di esplosione

La probabilità di esplosione è ottenuta combinando la probabilità di presenza di innesco con la probabilità di presenza di esplosivo, sotto forma di polveri o vapori. Il risultato di tale valutazione è riportato nella Tabella 21:

PROBABILITÀ DI ESPLOSIONE				
Probabilità di presenza di esplosivo	Probabilità di presenza innesco			
	Probabile (B)	Occasionale (C)	Remoto (D)	Raro (E)
10 ⁻¹	C	D	E	F

Tabella 21: Probabilità di esplosione per zone C0Z2.

Con il modello utilizzato la probabilità di esplosione, essendo quella di presenza esplosivo una costante, dipende dunque solo dalla presenza di innesco e può essere classificata nei seguenti livelli (Tabella 22):

LIVELLO	PROBABILITÀ DI ESPLOSIONE
Occasionale	C
Remoto	D
Raro	E
Estremamente raro	F

Tabella 22: Probabilità di esplosione.

Considerando le varie probabilità di rischio esplosione e i quattro gradi di magnitudo del danno come definiti al §3 Tabella 19, si definisce la matrice da applicare al rischio esplosione per le A.D.D.M. a bordo delle Navi militari (solo se la zona è classificata C0Z2) riportata in Tabella 23:

²⁴ In questa pubblicazione la probabilità di innesco è indicata con numeri arabi fra parentesi.

²⁵ Cfr. G.Bresciani – Agenzia Balistica Italiana, *Valutazione idoneità all'impiego del manipolatore THS MU90 all'interno del deposito siluri*, 9 marzo 2018.

	PROBABILITÀ DI ESPLOSIONE			
DANNO	C	D	E	F
Grave (I)	I – C	I – D	I – E	I – F
Rilevante (II)	II – C	II – D	II – E	II – F
Limitato (III)	III – C	III – D	III – E	III – F
Trascurabile (IV)	IV – C	IV – D	IV – E	IV – F

Tabella 23: *Classificazione del rischio esplosione.*

all'interno della quale, a similitudine di quanto visto per il rischio incendio, sono state definite le seguenti quattro classi di rischio (Tabella 24):

CLASSE DI RISCHIO	CATEGORIA DI ACCETTABILITÀ
Classe a	Intollerabile
Classe b	Non desiderabile
Classe c	Tollerabile
Classe d	Accettabile

Tabella 24: *Classi di rischio.*

In considerazione della magnitudo del danno che può essere determinato dall'esplosione di un'A.D.D.M., la sola classe di rischio **d** è da considerare rispondente ai requisiti di sicurezza, ad eccezione del caso in cui il danno atteso sia *grave*, nel quale non è possibile scendere ad un livello di rischio inferiore alla classe **c** anche nel caso di probabilità di esplosione *estremamente raro* (cfr. valore I-F in Tabella 22). La classe di rischio **c** deve essere ridotta con opportune azioni di mitigazione, al fine di riportare il valore in classe **d**, mentre le altre classi devono essere mitigate con sistemazioni fisse o riprogettazione dell'ambiente. Non sono accettate mitigazioni di tipo procedurale.

4. Applicazione della valutazione del rischio incendio ed esplosione alle aree destinate al deposito delle munizioni delle UU.NN. militari

La norma tecnica inerente alle A.D.D.M. descrive le regole di buona tecnica e gli allestimenti ritenuti necessari affinché tutti i rischi, per le UU.NN. che imbarcano munizionamento vengano ridotti al minimo.

Come peraltro imposto dalla suddetta norma, è sempre necessario, con l'ausilio delle presenti linee guida, effettuare una valutazione dei rischi specifici inerenti all'esplosione e all'incendio di ogni A.D.D.M. di bordo.

Per le A.D.D.M. le possibili classi di rischio ammissibili sono le seguenti:

N.	TIPO DI RISCHIO	CLASSE DI RISCHIO	NOTE
1	Incendio in locale attiguo a A.D.D.M.	c o d	
2	Incendio in A.D.D.M.	d	
3	Esplosione	d	Classe di rischio c nel caso in cui il danno atteso sia Grave

Tabella 25: Classi di rischio ammissibili.

Se, dall'analisi effettuata, la classe di rischio incendio/esplosione risultasse essere superiore a quella accettabile, sarà necessario effettuare degli interventi correttivi, mediante l'applicazione di:

- modifiche al progetto in aderenza alle prescrizioni previste dalla normativa in vigore o individuando azioni correttive equivalenti;
- misure di precauzione aggiuntive di tipo sistemico (ad esempio mediante l'installazione di impianti aggiuntivi);
- misure di precauzione aggiuntive di tipo procedurale (rivolte al solo personale).

A valle dell'implementazione delle attività finalizzate alla mitigazione del rischio sarà necessario ripetere l'analisi, per verificare che il rischio ricada nelle classi previste. In caso contrario dovranno essere applicati ulteriori interventi correttivi fino al raggiungimento delle classi di rischio di Tabella 25.

5. Modalità di redazione e approvazione del documento di analisi dei rischi

5.1. Responsabilità

L'analisi del rischio di incendio ed esplosione dovrà essere svolta per ciascuna A.D.D.M. di bordo a cura del Cantiere incaricato della costruzione dell'Unità.

Il documento finale dovrà essere emesso formalmente da un soggetto, interno al Cantiere o professionalità esterna chiamata a collaborare dal Cantiere, in possesso dei seguenti requisiti:

- iscrizione negli elenchi del Ministero dell'Interno ai sensi del Decreto 5 agosto 2011 e ss.mm.ii.;
- iscrizione all'albo professionale degli ingegneri o dei chimici;
- comprovata esperienza di analisi di rischio incendio ed esplosione per luoghi con presenza di esplosivi in ambito navale.

5.2. Approvazione

Il documento contenente l'analisi del rischio di incendio ed esplosione dovrà essere accettato formalmente dalla Stazione Appaltante con parere vincolante di Navarm.