

Applicazione degli APR in missioni di «Disaster Relief» e criteri di non offensività dell'APR per missioni in aree critiche

Fulvia Quagliotti

Osservazioni preliminari (I)

Come definiamo i velivoli senza pilota a bordo?
Evidentemente non esiste un accordo sulla terminologia:

- RPA
- RPAS
- UAV
- UAS
- APR
- SAPR
- Drone
- Altro.....

..e cosa significa *portare l'elemento umano fuori dal cockpit?*

(“...there is nothing unmanned about an unmanned aircraft system”..., Mike Toscano, former AUVSI President)

Osservazioni preliminari (II)

Definizione di drone (fonte: Oxford Dictionary):

- *The male of the honeybee and other bees, stingless and making no-honey.*
- *A musical instrument, or part of one, sounding a continuous note of low pitch, in particular (also drone pipe) a pipe in a bagpipe or (also drone string) a string in an instrument such as a hurdy-gurdy.*
- *A person who does no useful work and lives off others. (...the University takes all the profit and redistributes it to drones like him...)*
- *A remote-controlled pilotless aircraft or missile.*

Osservazioni preliminari (III)

Uno dei primi velivoli senza pilota della storia: il **Kettering Bug**

Velivolo *unmanned* considerato a quei tempi un *Cruise missile*

Durante la Prima Guerra Mondiale , l'Esercito USA chiese a Charles Kettering di progettare una *flying bomb* senza pilota a bordo, con un'autonomia di progetto di 40 nm.

Il progetto , il cui nome ufficiale fu **Kettering Aerial Torpedo** «**Liberty Eagle**», fu poi conosciuto come **Kettering Bug** e fu costruito dalla Dayton-Wright Airplane Company in Ohio.

Orwill Wright fu il consulente aeronautico e Elmer Ambrose Sperry progettò il sistema di guida e controllo.

Il velivolo precipitò al primo volo (Ottobre 1918), ma i successivi ebbero successo. Non fu mai usato in combattimento.



1a parte: IMPIEGO DI APR IN AMBITI DI EMERGENZA

- ✓ Operazioni di Search and Rescue
- ✓ Operazioni di emergenza durante calamità naturali o rischi
- ✓ Operazioni post-emergenza

2a parte: CRITERI DI NON OFFENSIVITA' PER GLI APR

- ✓ Elementi di progetto che impediscono danni o lesioni al corpo umano
- ✓ Criteri per stabilire il grado di danno/lesione

1a parte: IMPIEGO DI APR IN AMBITI DI EMERGENZA

✓ Operazioni di Search and Rescue



✓ Operazioni di emergenza durante calamità naturali o rischi



✓ Operazioni post-emergenza



Operazioni di Search and Rescue (I)

- ✓ **Utilizzo APR per:** raccolta di immagini georeferenziate
- ✓ **Target:** Superstiti, naufraghi, dispersi, ecc
- ✓ **Supporto ad attività:**
 - ricerca superstiti post-crollo edifici
 - ricerca superstiti in incidenti industriali rilevanti
 - ricerca naufraghi
 - ricerca profughi in aree di confine

Operazioni di Search and Rescue (II)

✓ Vantaggi operativi:

- ricognizione di spazi retrostanti ad ostacoli e/o aree non immediatamente raggiungibili (es. rilievi collinari, asperità, aree forestali/boschive, corsi d'acqua)
- possibilità di effettuare voli notturni (condizioni di emergenza)
- operazioni in vicinanza del pelo libero dell'acqua (es. se "lanciati" da una nave in vedetta sono in grado di reperire immagini molto vicine al pelo libero dell'acqua, ad esempio di individuare naufraghi, senza determinare increspature della superficie che possono mascherarne la presenza o incrementare il pericolo)
- operazioni in assenza di interferenze (rumore e vibrazioni)

Operazioni di emergenza durante calamità naturali o rischi (I)

- ✓ **Utilizzo APR per:** raccolta di immagini georeferenziate, video di aree colpite da calamità naturali (terremoti, tsunami, alluvioni, uragani etc.) e rischi antropici (incendi, emissioni di sostanze tossiche, etc.)
- ✓ **Target:**
 - aree epicentro di terremoti
 - aree colpite da alluvioni, uragani, incendi, incidenti industriali
 - zone costiere colpite da tsunami
- ✓ **Supporto ad attività:**
 - ricerca superstiti e assistenza a persone;
 - controllo dell'evoluzione dell'evento
 - verifica dello stato delle infrastrutture (strade, ponti, porti etc.) per la loro messa in sicurezza
 - verifica dei percorsi per le squadre di soccorso (presenza ostacoli, vie di transito alternative, aree non percorribili, ponti e/o punti di attraversamento corsi d'acqua etc.)
 - ottimizzazione nella fornitura di assistenza
 - sorveglianza di aree critiche (perimetri, target indicati dalle squadre di soccorso)
 - monitoraggio di tutta la fase di emergenza

Operazioni di emergenza durante calamità naturali o rischi (II)

✓ Vantaggi operativi:

- ricognizione di spazi retrostanti ad ostacoli e/o aree non immediatamente raggiungibili
- possibilità di effettuare voli notturni
- operazioni in vicinanza del pelo libero dell'acqua
- operazioni in presenza di fonti di emissione di sostanze tossiche (es. incidenti industriali rilevanti)
- operazioni in assenza di interferenze (rumore e vibrazioni evitando così effetti sinergici sulle strutture)

Operazioni post-emergenza

- ✓ **Utilizzo APR per:** raccolta di immagini georeferenziate e video
- ✓ **Target:** target definiti dai responsabili delle operazioni di soccorso
- ✓ **Supporto ad attività:**
 - assistenza (distribuzione medicinali, cibo, acqua, beni di prima necessità)
 - verifica agibilità vie di accesso
 - ricerca fonti idriche (es. corsi d'acqua più prossimi all'area colpita per assicurare l'approvvigionamento dei campi)
 - controllo realizzazione dei campi base, dei punti di soccorso, degli ospedali da campo
 - sorveglianza di aree strategiche
 - monitoraggio tutta la fase di post-emergenza fornendo dati in real-time agli operatori di emergenza;
 - stima dei danni e delle aree colpite
 - sorveglianza di aree critiche
- ✓ **Vantaggi operativi:**
 - ricognizioni nei tempi e sui target definiti
 - ripetibilità dei percorsi
 - assenza di interferenze (es. vibrazioni etc.).

“Disaster relief exercise” (I) Moncalieri (TO) – Maggio 2014-2015

Principali applicazioni:

-  Radio link
-  Monitoraggio delle macerie (in caso di crolli)
-  Trasporto materiale medico e defibrillatore
-  Ricerca dispersi



rasporto materiale medico

- Medicinali



- Attrezzature: DAE (Defibrillatore Automatico Esterno)



Perché il DAE?

La Morte Cardiaca Improvvisa (MCI) è la principale causa di morte nei paesi industrializzati ed è pari al 60-70% dei decessi di origine cardiovascolare; il tasso della MCI a livello mondiale è dell'1% mentre in Italia, secondo dati del Ministero della Salute, le vittime sono circa 57000 ogni anno, 1 ogni 9 minuti. L'intervento da parte degli operatori deve essere perciò immediato perché si stima che ogni minuto che passa la percentuale di sopravvivenza si riduca del 10%.



L'efficacia degli APR per il trasporto di medicinali urgenti, defibrillatori automatici (oltre alle attrezzature necessarie per effettuare la telemedicina) è ormai dimostrata.

DAE (Defibrillatore Automatico Esterno)



Zoll AED Plus

Dimensioni: 13.3 cm x 24.1 cm x 29.2 cm

Peso: 3.1 kg

Costo: 1600 €



+ **case esterno** (PPE o simili):
leggero e impermeabile.
Fissato con alla struttura
dell'APR

Problematiche

Sorgono alcune problematiche durante il trasporto di payload medici:

Range di
temperatura



Volume e
ingombro occupato

*Polistirene
espanso*



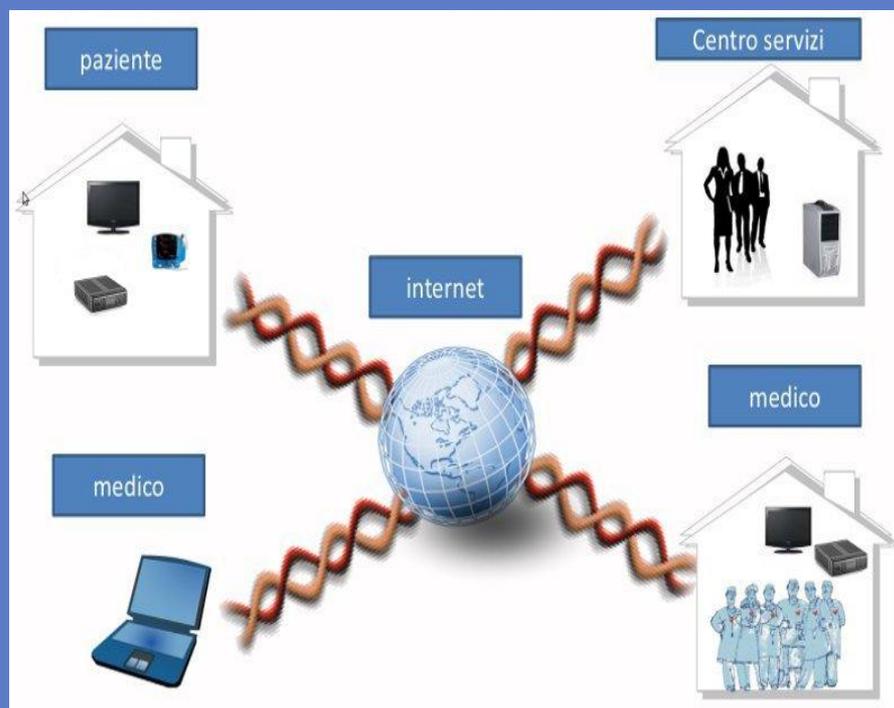
Stabilità e fragilità
dei campioni



*Medi-Pod™
Sughero-
carbonio*

La telemedicina (I)

Telemedicina: "L'erogazione dell'assistenza sanitaria, quando la distanza è un fattore critico, da parte degli operatori sanitari; a tal fine sono utilizzate le tecnologie informatiche e le telecomunicazioni per lo scambio d'informazioni corrette per la diagnosi, la terapia e la prevenzione di patologie " (WHO, 1997).



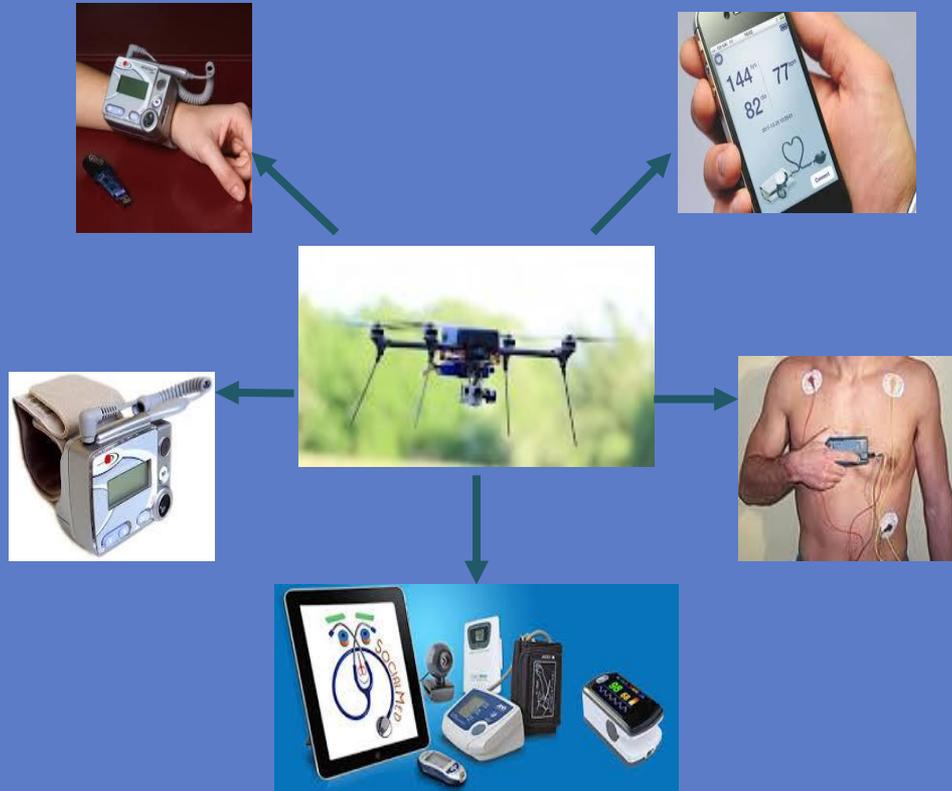
La telemedicina (II)

- Conseguenze sanitarie e socio-economiche:
 - Aumento del benessere, perché si presta particolare attenzione alla prevenzione.
 - Aumento della tranquillità del paziente e dei suoi familiari secondo la formula “anywhere, anytime”.
 - Miglioramento della qualità della vita in tutte le fasi dello stato di salute di una persona : prevenzione, cura, riabilitazione.
 - Riduzione dei giorni di degenza in ospedale.
 - Riduzione del “pendolarismo” del paziente tra domicilio e ospedale.



La telemedicina (III)

- Telemonitoraggio
- Teleradiologia
- Telecardiologia
- Telechirurgia
- Telepatologia
- Teledermatologia
- Teleoftalmologia
- Teleconsultazione



“Disaster relief exercise” (II) Moncalieri (TO) – Maggio 2014-2015

ERIDANO Exercise : esercitazione congiunta tra Esercito Italiano, 118, Croce Rossa Italiana e Politecnico di Torino



Scopo: coordinamento e management della situazione di emergenza tra i vari enti e autorità coinvolte.



“Disaster relief exercise” (III) Moncalieri (TO) – Maggio 2014-2015

Monitoraggio
costruzione Bailey
Bridge



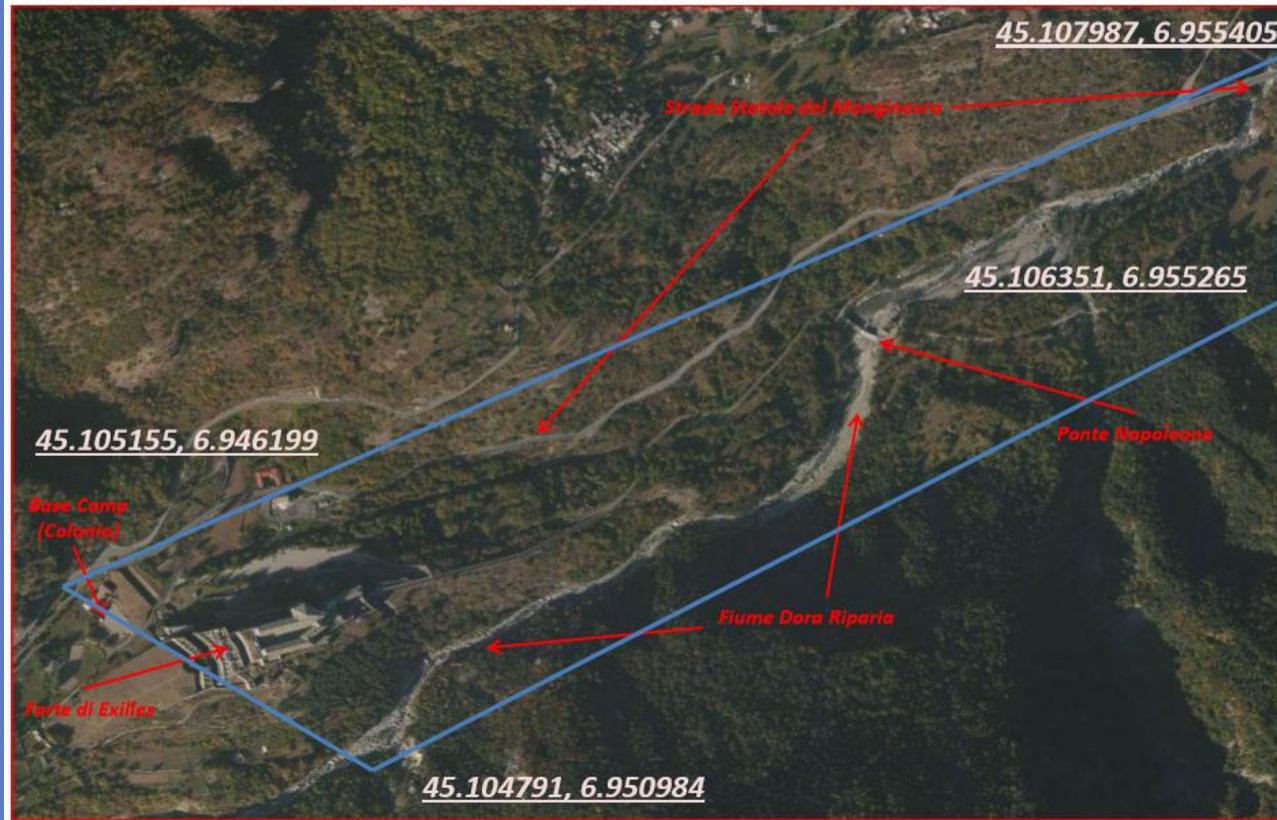
Trasporto
Defibrillatore
Semi-automatico
Portatile



[Disaster relief.mp4](#)

Search and rescue mission (I) Exilles (TO) – 30 Novembre 2015

Vista satellitare area ricerca Esercitazione K9 Exilles 2015



Search and rescue mission (I) Exilles (TO) – 30 Novembre 2015

K9 Rescue Exercise: esercitazione congiunta tra Croce Rossa Italiana, Protezione Civile, Associazione Nazionale Alpini (ANA), Politecnico di Torino

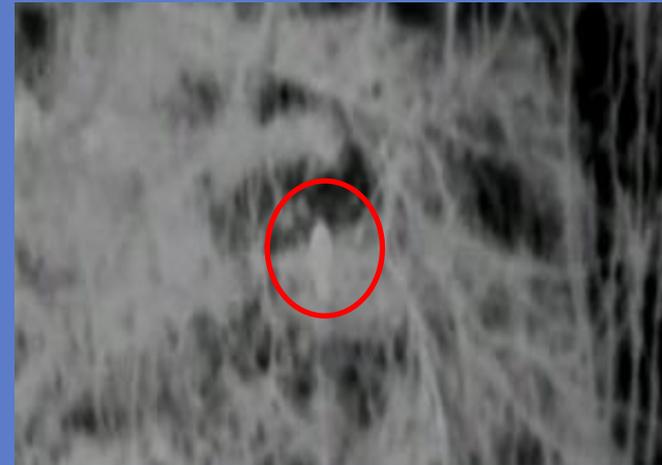
Partecipanti: 130 operatori, 23 cani da soccorso e un APR



Search and rescue mission (II) Exilles (TO) – 30 Novembre 2015

Ricerca dispersi mediante l'utilizzo di una termocamera:

- Difficoltà a distinguere tra vegetazione circostante e disperse a causa delle temperature troppo simili.
- Ridotta area di ricerca a causa della limitata autonomia di volo (30 minuti)
- Efficienza delle batterie dimezzata in alta quota



Search and rescue mission (III) Exilles (TO) – 30 Novembre 2015

Difficoltà durante la missione:

In alcune situazioni la temperatura corporea si mantiene circa costante. Non è quindi difficile individuare il disperso grazie alla differenza di temperatura rispetto all'ambiente circostante, mediante l'utilizzo di termocamere.

Tuttavia se la temperatura ambientale scende (spesso in presenza di vento e di alta umidità) e si mantiene tale, il sistema di regolazione di quella corporea non riesce a compensare le condizioni ambientali.

In questo caso sopravviene l'ipotermia (cioè la temperatura del corpo scende sotto 35° C) e quindi l'utilizzo dell'APR può essere problematico in alta montagna, a causa della ridotta differenza di temperatura tra ambiente e dispersi.

Search and rescue mission (IV) Exilles (TO) – 30 Novembre 2015

Nel caso del K9 Rescue Exercise la termocamera ha avuto difficoltà inizialmente a individuare il disperso, in quanto gli abiti (invernali e quindi isolanti) si erano portati quasi alla temperatura esterna (rispettivamente 12° C e 11.5° C).

In questo caso è stato possibile individuare il disperso perché era in movimento. Se fosse stato fermo e disteso, solo una termocamera molto efficiente sarebbe stata in grado di concludere positivamente la missione.

Si deve anche considerare che, all'aumentare della quota, l'autonomia di un multicottero si riduce, a causa della riduzione dell'efficienza delle batterie e le prestazioni degerano.

[video 1.mp4](#)

[video 1 termo.ASF](#)

[video 2.mp4](#)

[video 2 termo.ASF](#)

2a parte: CRITERI DI NON OFFENSIVITA' PER GLI APR

- ✓ Elementi di progetto che impediscono danni o lesioni al corpo umano
- ✓ Criteri per stabilire il grado di danno/lesione

Che cos'è la “SAFETY”?

SAFETY is the state in which the possibility of harm to persons or of property damage is reduced to, and maintained at or below, an **acceptable level** through a continuing process of **hazard identification** and **safety risk management** (ICAO 2013)



Quali sono i requisiti di progettazione affinché si possa considerare “inoffensivo” l'APR?

Ma cosa vuol dire “inoffensivo”?

Quali criteri bisogna applicare?

Safety regulations (I)

The airworthiness objective is primarily targeted at the protection of people and property on the ground. A civil UAS must not increase the risk to people or property on the ground compared with manned aircraft of equivalent category. (EASA, “Policy Statement: Airworthiness Certification of Unmanned Aircraft Systems (UAS)”)

Diversi approcci e criteri



ENAC, EASA,
FAA, CASA,
CAA,...



Diversi requisiti:
*qualitativi, quantitativi,
valori soglia, ...*



Diversa definizione di *safety requirements*

Cosa vuol dire “inoffensive, harmless”?

Safety regulations (II)- EASA

October 2012:

*Towards a European Strategy for
the development of Civil
Applications of Remotely Piloted
Aircraft Systems (RPAS)*



April 2013

*Roadmap for the Integration of Civil
Remotely Piloted Aircraft Systems*



April 2014

*A New era for Aviation - Opening the aviation
market to the civil use of remotely piloted
aircraft systems in a safe and sustainable
manner*



July 2015

Advance-NPA 2015-10



December 2015

*Technical Opinion "Introduction of
a regulatory framework for the
operation of unmanned aircraft"*



22 August 2016

'Prototype' Commission Regulation on
Unmanned Aircraft Operations



04 May 2017

Introduction of a regulatory framework
for the operation of drones — Unmanned
aircraft system operations in the open and
specific category. **NPA 2017-05**

Safety regulations (II)- ENAC

Regolamento Mezzi Aerei a Pilotaggio Remoto

- II Ed. 21 Dicembre 2015

- ✓ MTOM < 25 kg
- ✓ Scenari Critici/ Scenari non critici
- ✓ $m < 0,3$ kg, $V < 60$ km/h: scenario non critico



Linee Guida 2016/003- NAV- Ed. 1,
Regolamento Mezzi Aerei a Pilotaggio Remoto
con caratteristiche di inoffensività,
1 Giugno 2016



- ✓ MTOM < 2 kg
- ✓ Due diverse categorie: 66J e 122J
- ✓ Criteri qualitativi



Metodi matematici e balistici

KEC: Criterio dell'Energia Cinetica

KEDC: Criterio della Densità dell'Energia Cinetica

BC: Blunt Criterion



Balistica e fisica forense



Campo automobilistico



VS
Small UAS



Questi metodi sono direttamente applicabili agli APR?

1. Criterio dell'energia cinetica

Principali valori soglia
presenti in letteratura e
riportati nelle principali
normative

ENAC: 66J

EASA: 28J-44J → 80J

FAA : 14,9J-79J

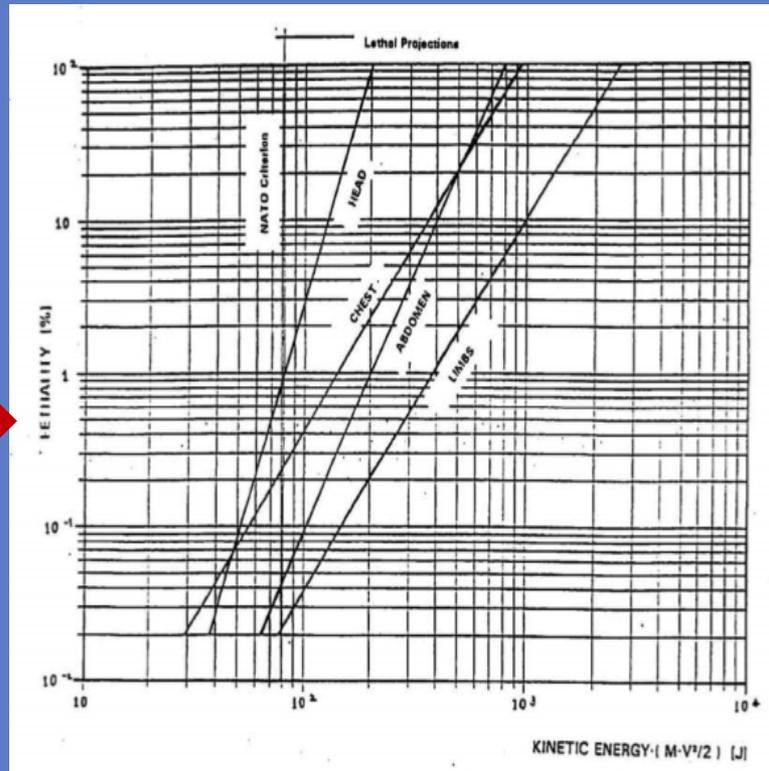
STANAG 4703 (NATO): 66J →

RR968 (ICAO): 100J

RR323 (ICAO): 38J

A.V. Shelley 19,8J

M.M. Swisdak Jr: 51,5J



Janser, P., W., *Lethality of unprotected persons due to debris and fragments*, Twentieth Explosives Safety Seminar, Norfolk, Virginia, USA, 24-26 August 1982

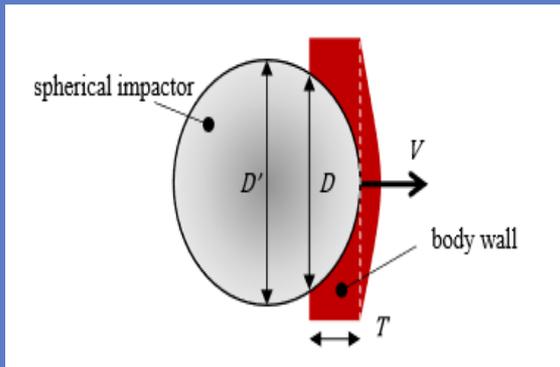
Quale valore
soglia
assumere?

L'Energia
Cinetica è un
criterio
sufficiente?

2. Criterio della Densità dell'Energia Cinetica

$$K'_E = \frac{K_E}{A}$$

Forma e geometria



Radi A., 2013, Human injury model for small unmanned aircraft impacts, Civil Aviation Safety Authority - Monash University

Valori soglia di densità di energia cinetica:

23.99 J/cm² - 52.74 J/cm²

(Bir et al., Skin penetration surrogate for the evaluation of less lethal kinetic energy munitions, Forensic Science International, Vol. 220, pp. 126-129, 2012)

12 J/cm²
(FAA/ARC 2016)

10 J/cm²
(Kneubuehl et al., Wound Ballistics- Basics and Applications, 2008)

3. Blunt Criterion

$$BC = \ln \left(\frac{K_E}{W^{1/3}TD} \right)$$

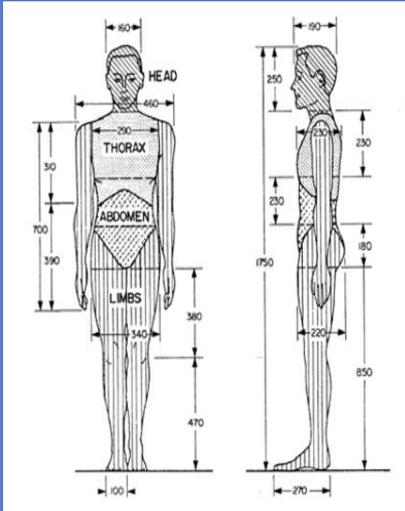
Human body percentile

KEC

KEDC

Blunt Criterion (BC) tiene in considerazione contemporaneamente:

- Energia Cinetica (K_E in J)
- Diametro del proiettile (D in cm)
- Caratteristiche del corpo umano: peso (W in kg) e spessore dei tessuti (T in cm).



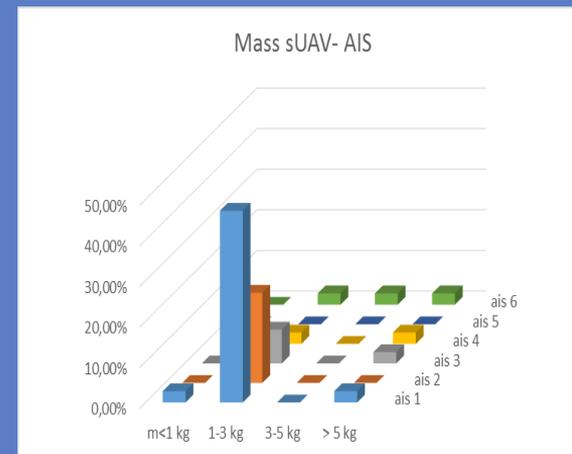
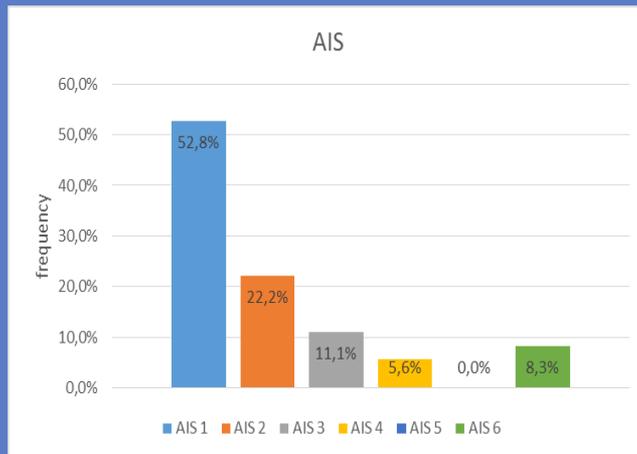
Analisi dell'impatto con considerazioni mediche

Sturdivan, L. M., Modeling in Blunt Trauma Research, Proceedings of the Second Annual Soft Body Armor Symposium, Miami Beach, Florida, USA, 1976.

Analisi dell'impatto da un punto di vista medico

Abbreviated Injury Scale (AIS) :
Classificazione dei danni al corpo umano da
1 (minore) a 6 (fatale)

AIS SCORE	INJURY	% PROB. OF FATALITY
1	minor	0
2	moderate	1-2
3	serious	8-10
4	severe	50
5	critical	50
6	unsurvivable	100



Quali requisiti di configurazione sono necessari per ridurre i danni al corpo umano in caso di impatto con l'APR?

Safety requirements (I)

Definizione dello scenario di impatto:

- Elastico
- Si trascurano le caratteristiche visco-elastiche dei tessuti umani
- Definizione della velocità di impatto

Authority	Threshold value	MTOM
NATO	66J	Not defined
FAA (United States)	79 J	< 0.25
ENAC (Italy)	66-122 J	< 2 kg
DGAC (France)	69 J	< 2kg
CARAC (Canada)	12 J/cm ²	< 25kg
SCAA (Swedish)	150J	<1.5 kg
RR 968 (ICAO)	100 J	< 5kg



Quale metodo applicare per la definizione dei requisiti?

Safety requirements (II)

Materiali in grado di dissipare
energia cinetica

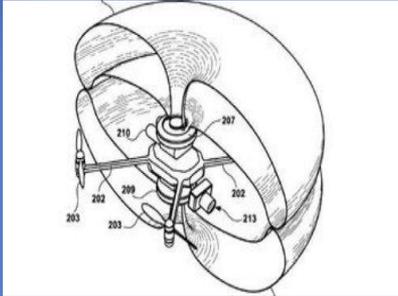
Eliche con protezioni laterali
oppure eliche intubate

Nessun componente appuntito

Valore minimo di raggio di curvatura
nella configurazione



Alcuni esempi



Sketch from Disney patent application shows airbag engulfing Disney drone



Considerazioni conclusive

- ✓ Gli APR hanno dimostrato un ruolo importante nelle situazioni di emergenza
- ✓ La loro strategica funzione in missioni di assistenza medica ed umanitaria è stata ampiamente dimostrata e si diffonderà ulteriormente già in un prossimo futuro
- ✓ Il problema della loro inoffensività è tuttora aperto ed è particolarmente sentito per quelli di piccole dimensioni, a causa della loro ampia diffusione
- ✓ E' necessario sensibilizzare gli operatori sui rischi dell'utilizzo di APR in operazioni critiche

Ringraziamenti

Per la preparazione di questo intervento si ringraziano:

- Laura Novaro Mascarello – Dottoranda in Ingegneria Aerospaziale
Politecnico di Torino
- Esercito Italiano – 32° Genio Guastatori
- Croce Rossa Italiana
- Protezione Civile
- Associazione Nazionale Alpini (ANA)