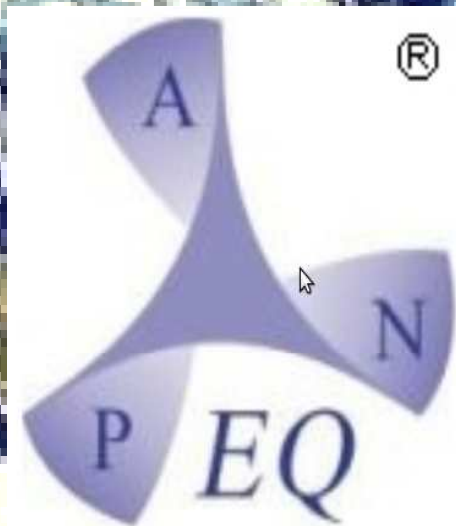


La dosimetria dei lavoratori coinvolti nell'emergenza

Francesco Romano

Piero Finazzi



**UNIVERSITÀ
DEL SALENTO**

**Centro di ricerca e
consulenza radiazioni
ionizzanti e non ionizzanti**



Sommario

- 1. Introduzione: Dosimetria dei lavoratori in caso di emergenza di emergenza**
- 2. Le dosi ai lavoratori**
- 3. Eventi anomali e incidenti**
- 4. Conclusioni**

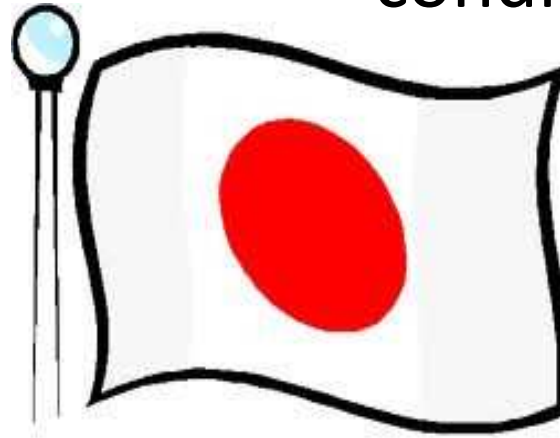
Dosimetria: Limiti di Dose

Limiti di dose in
condizioni di esercizio



50 mSv

100 mSv in 5 anni



Limiti di dose in
condizioni di emergenza



100 mSv

IN REALTA'

Per rispondere alla situazione
eccezionale



250 mSv

**Ordinance on Prevention of Ionizing Radiation
Hazards**

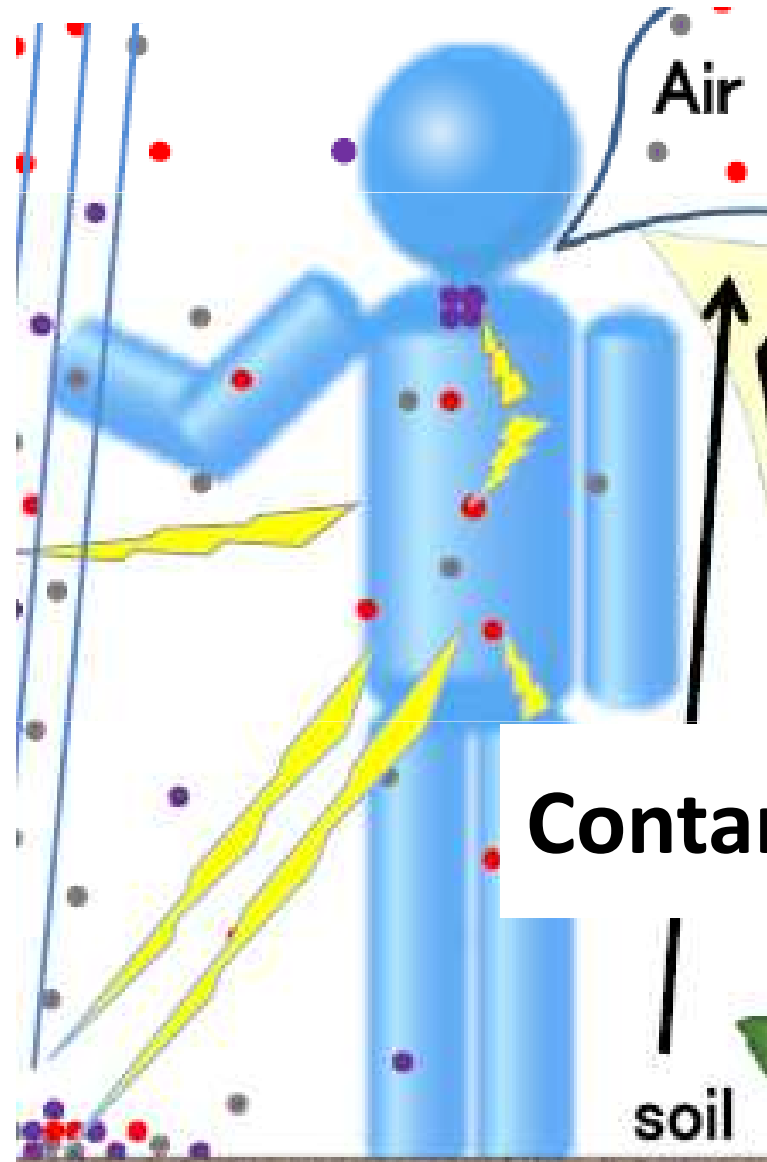
*Ministry of Labour Ordinance No. 41 of September
30, 1972*

*Latest Amendments: Ministry of Health, Labour and
Welfare Ordinance No. 172 of July 16, 2001*

**Provvedimento Speciale del Ministero del
Lavoro. Fino al 30 aprile 2012**

Dosimetria: Vie di esposizione

Esposizione Esterna



Dosimetria: Vie di esposizione

APD - Alarm Personal Dosimeter



Scarsa disponibilità di risorse immediatamente dopo incidente

1. Mancanza di Dosimetri

Fino al 1 aprile 2011 solo caposquadra di ciascuna unità operativa muniti di dosimetro

attribuzione successiva della dose letta a tutta la squadra.

2. Mancanza e inadeguatezza dei DPI

In particolare vie respiratorie

(Esempio maschere pieno facciale per utilizzo con occhiali)

Dosimetria: Vie di esposizione



**BOMAB Phantom
Shikuoza**

Whole Body Counter



**I-131
Cs-134
Cs137**

Aspetti critici:

- Indisponibilità iniziale a causa del terremoto e dello tsunami.
- Difficoltà nella gestione dell'analisi dei dati e dell'esecuzione dei controlli



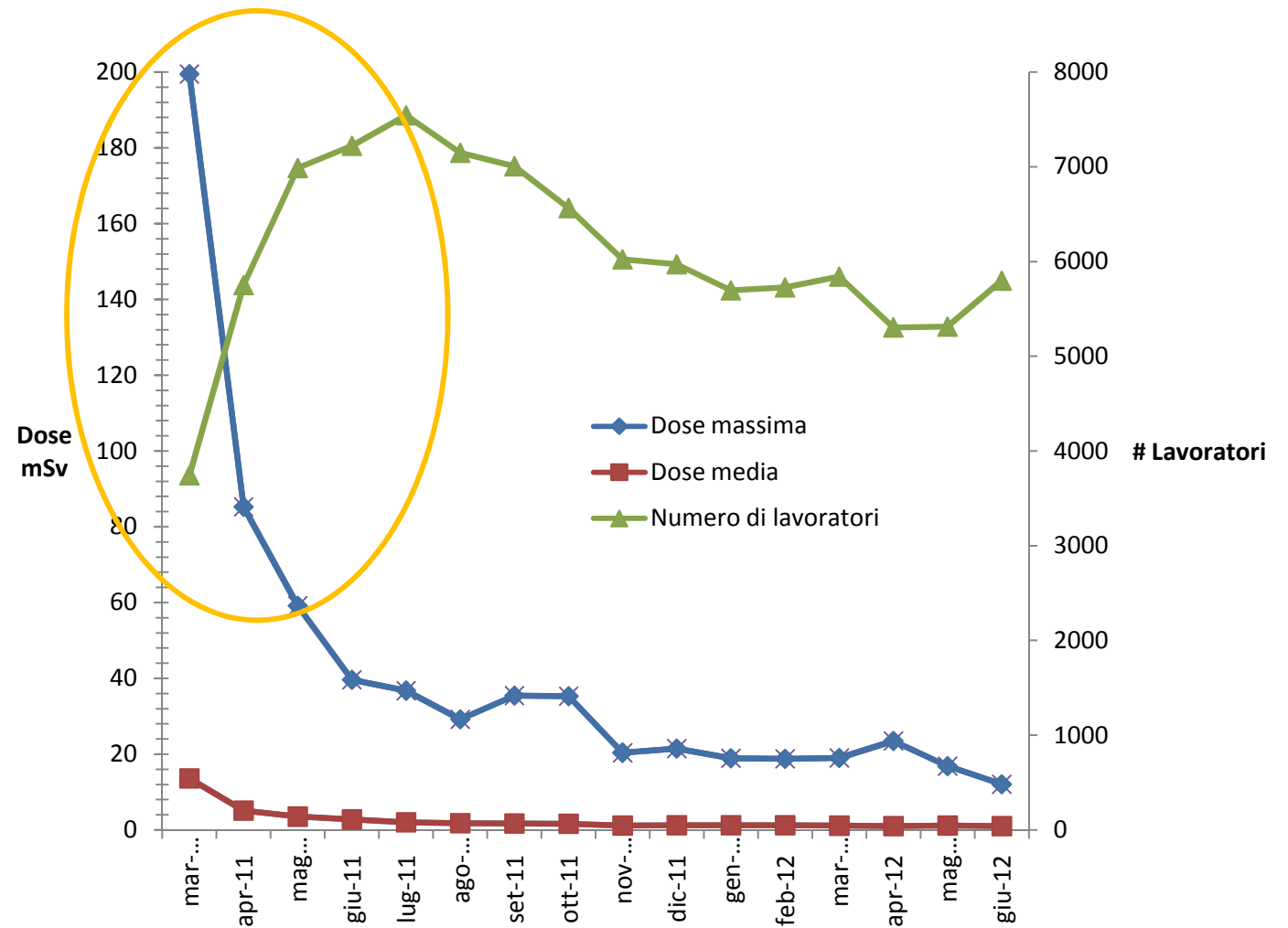
LE DOSI

Distribuzione della dose da esposizione esterna

**Risposta
immediata
per mitigare
l'incidente**



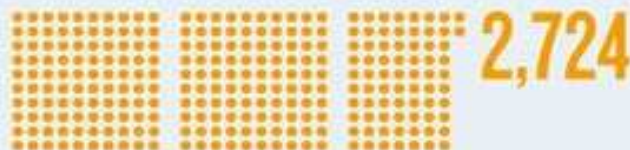
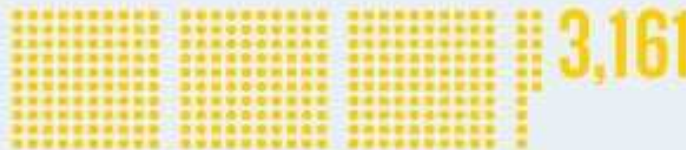
- Vigili del Fuoco
- Personale dell'impianto
- Japan Self-Defense Forces (JSDF)



Distribuzione della dose cumulativa esterna+interna

Classification (mSv)	March 2011-May 2012			March 2011-June 2012		
	TEPCO	Contractor	Total	TEPCO	Contractor	Total
Over 250	6	0	6	6	0	6
200-250	1	2	3	1	2	3
150-200	22	2	24	22	2	24
100-150	117	17	134	117	17	134
50-100	463	348	811	475	370	845
20-50	612	2,585	3,197	606	2,659	3,265
10-20	489	2,922	3,411	489	2,950	3,439
10 or less	1,742	12,847	14,589	1,761	13,345	15,106
Total	3,452	18,723	22,175	3,477	19,345	22,822
Max. (mSv)	678.80	238.42	678.80	678.80	238.42	678.80
Ave. (mSv)	24.80	9.49	11.87	24.80	9.47	11.80

FUKUSHIMA PLANT-WORKER DOSES



- = 10 workers who received:
- <10 mSv
- 10–20 mSv (= a single full-body CT scan)
- 20–50 mSv (= annual exposure limit for nuclear workers)
- 50–100 mSv
- 100–150 mSv (= slight increase in cancer risk)
- 150–200 mSv
- 200–250 mSv (= maximum allowed dose for emergency workers)
- >250 mSv

mSv = millisievert

Programmazione delle attività:

Es 1- indagini su livello dell'acqua nel Primary containemet Vessel – Unità 2

Date: From 9:40 to 12:30 ,March 26 (Mon), 2012

Technical support: Toshiba

Number of workers: Toshiba: 16, Tepco: 18

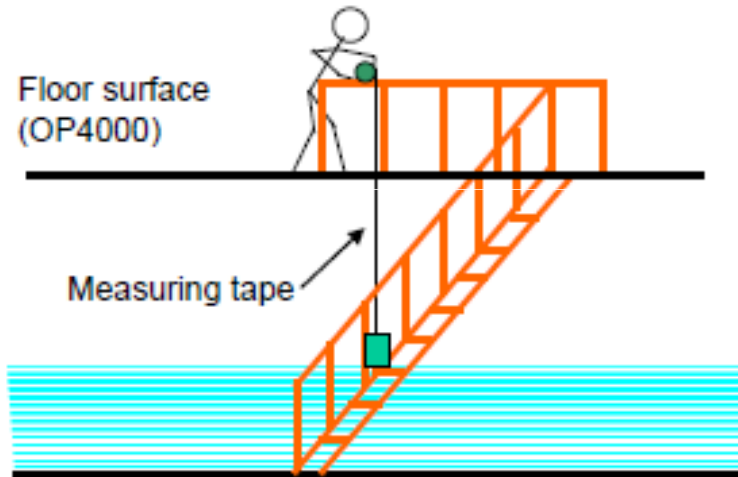
Maximum exposure dose: 5.29mSv/person• day
(Planned exposure dose:10mSv/person• day)



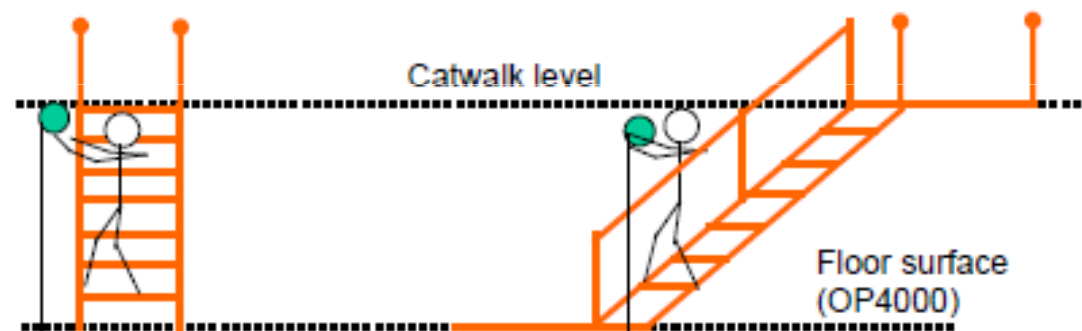
Programmazione delle attività:

Es 2- indagini su livello dell'acqua nel Torus room– Unità 2-3

Water level measurement from the stair case



Water level measurement and water sampling from the torus room



Exposure dose (Sum of Unit 2 and 3)

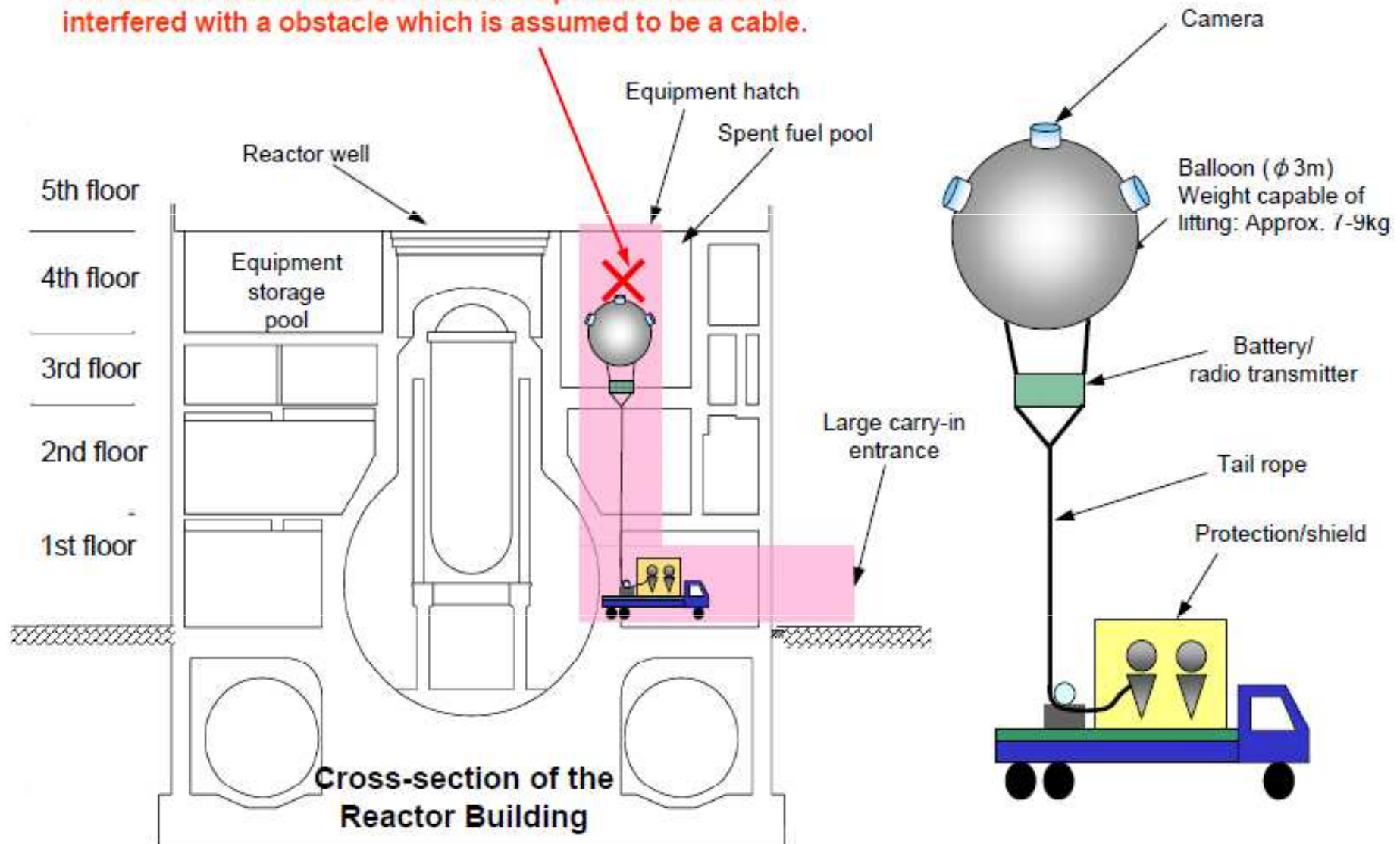
Planned dose: 9mSv (Max.)

Actual dose: 6.49mSv (Max.)

Programmazione delle attività:

Es 3 - indagini su condizioni del piano di governo Unità 1

The balloon was unable to reach the operation floor as it interfered with a obstacle which is assumed to be a cable.



Maximum radiation dose

1.54mSv (Planned dose: 5mSv)

Dose totale (esterna e interna) per lavoratori specifici sottoposti a alte dosi di radiazioni

Lavoratori a cui si applica il limite di dose in condizioni di emergenza (100mSv)

i.e. Lavoratori addetti:

- al mantenimento in funzione dei sistemi di raffreddamento del reattore o SFP.
- in attività in aree in cui il rateo di dose supera 0.1 mSv/h
- In attività su turbine e sistemi connessi
- a mantenere in funzione sistemi di controllo o di prevenzione di rilasci di grandi quantità di materiali radioattivi a causa di problemi o rotture nel reattore

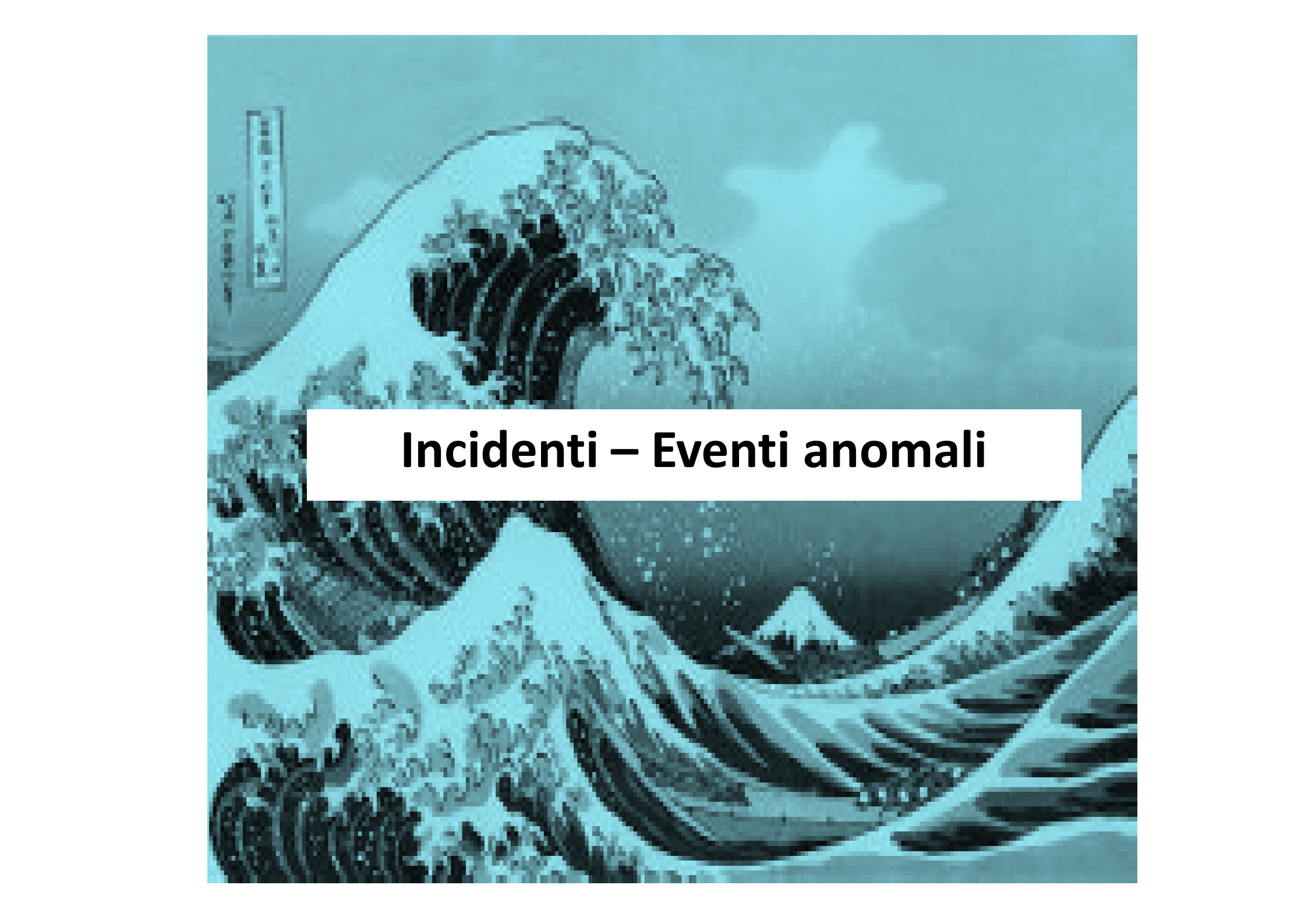
Tutti lavoratori TEPCO

Dose totale (esterna e interna) per lavoratori specifici sottoposti a alte dosi di radiazioni

Classification (mSv)	April 2012	May 2012	June 2012	March 2011- June 2012
Over 250	0	0	0	0
200-250	0	0	0	0
150-200	0	0	0	0
100-150	0	0	0	0
50-100	0	0	0	257
20-50	0	0	0	172
10-20	3	1	1	41
10 or less	511	526	540	71
Total	514	527	541	541
Max. (mSv)	16.38	10.15	10.40	93.65
Ave. (mSv)	1.07	0.88	0.98	46.00

Dose totale (esterna e interna) per lavoratori specifici a cui si applica il provvedimento speciale del Ministero del Lavoro

Classification (mSv)	February 2012	March 2012	April 2012	March 2011 - April 2012
Over 250	0	0	0	0
Over 200 – 250 or less	0	0	0	0
Over 150 – 200 or less	0	0	0	8
Over 100 – 150 or less	0	0	0	33
Over 50 – 100 or less	0	0	0	0
Over 20 – 50 or less	0	0	0	0
Over 10 – 20 or less	0	0	0	0
10 or less	42	42	41	0
Total	42	42	41	41
Maximum (mSv)	2.51	2.91	5.52	197.97
Average (mSv)	0.33	0.29	0.79	130.58

The background image is a dramatic, high-contrast illustration of a massive tsunami wave crashing over a city. The wave is depicted with dark, swirling water and white, foamy crests. In the background, a city skyline is visible, partially submerged. A bright, glowing star or sun is positioned in the upper right portion of the sky. The overall color palette is dominated by dark blues, greys, and bright whites, creating a sense of awe and danger.

Incidenti – Eventi anomali

Casi di superamento dei limiti di dose

Lavoratore A: 678.08 mSv

(esposizione esterna 88.08 mSv, interna 590 mSv)

Lavoratore B: 643.07 mSv

(esposizione esterna 103.07 mSv, interna 540 mSv)

CAUSE

1. A causa della rapida evoluzione dell'incidente nei primi giorni difficoltà nel distribuire maschere pieno –facciali
2. necessità di somministrare cibo e bevande nella sala controllo principale
3. Impossibilità di segregare e delimitare le aree (il lavoratore B ha svolto attività in prossimità della porta di emergenza dove le concentrazioni in aria erano elevate
4. Difficoltà nell'eseguire immediatamente WBC e valutare in tempo la dose effettivamente ricevuta.

Casi di superamento dei limiti di dose

6 lavoratori con superamento di 250mSv di dose efficace:

1 dipartimento operativo,

4 manutenzione(compiti di ristabilire power supply, strumentazione e sistemi di controllo)

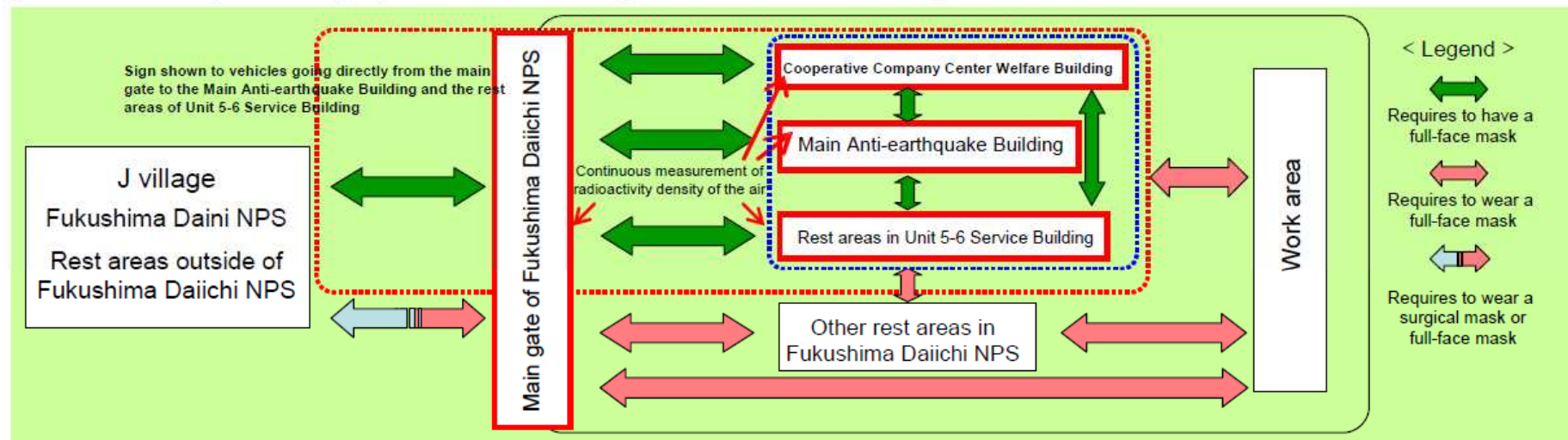
1 gestione dell'esposizione alle radiazioni

Tutti con compiti critici e difficili in prossimità dell'edificio reattore o in aree con alti livelli di radiazioni

Errato o limitato uso delle maschere

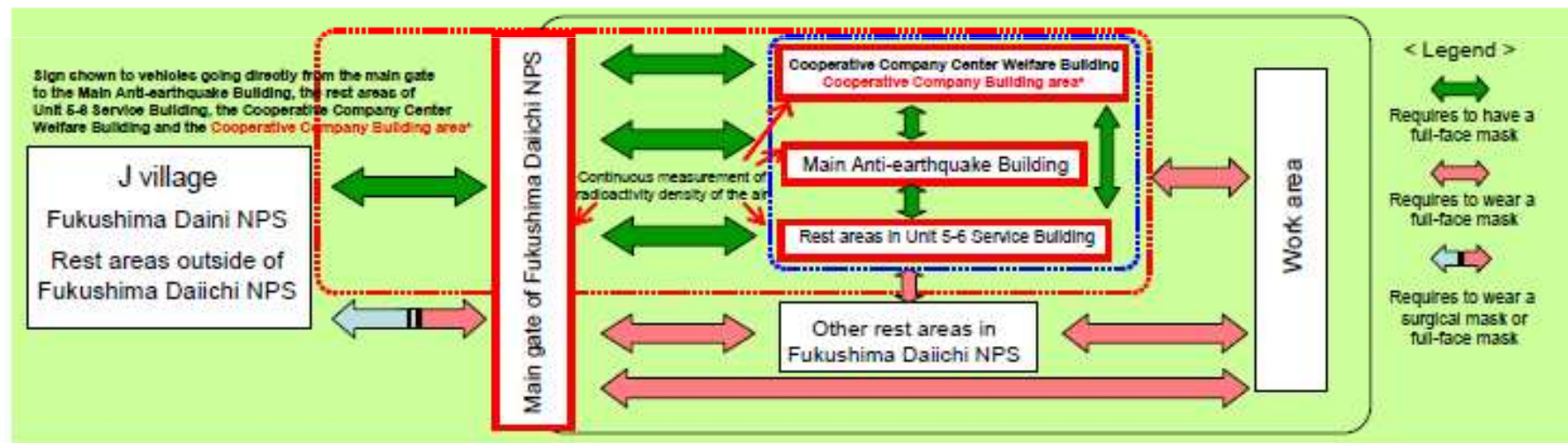
Regole di utilizzo delle maschere

Full-face mask is not required in the following locations inside of Fukushima Daiichi NPS: Inside the vehicle going directly to the Main Anti-earthquake Building, the rest areas In Unit 5-6 Service Building and the Cooperative Company Center Welfare Building, in front of the Main Anti-earthquake Building, in front of the rest areas of Unit 5-6 Service Building, in front of the Cooperative Company Center Welfare Building, outdoor areas near the main gate



Miglioramento della situazione radiologica Nuove regole da AGOSTO

Full-face mask is not required in the following locations inside of Fukushima Daiichi NPS: Inside the vehicle going directly to the Main Anti-earthquake Building, the rest areas in Unit 5-6 Service Building, the Cooperative Company Center Welfare Building and the Cooperative Company Building area*, in front of the Main Anti-earthquake Building, in front of the rest areas of Unit 5-6 Service Building, in front of the Cooperative Company Center Welfare Building, Cooperative Company Building area*, outdoor areas near the main gate



* Some areas of the Cooperative Company Building area are specified as the area where the full-face mask is not required (Refer to the map on the next page.)

Eventi anomali: incidenti

24 marzo 2011

3 lavoratori impegnati nell'edificio turbina dell'Unità 3 nel piano interrato allagato da acqua contaminata

- dose efficace >170 mSv
- Contaminazione superficiale da acqua fortemente contaminata delle estremità degli arti inferiori

Intervento: Decontaminazione superficiale sul sito e trasporto presso l'Ospedale dell'Università di Fukushima e poi al NIRS di Chiba

Per i due lavoratori maggiormente contaminati dose stimata tra **2 e 3 Sv** alla cute degli arti inferiori,
Nessuna evidente lesione cutanea da radiazioni

Eventi anomali: incidenti

1 aprile 2011

Lavoratore caduto da imbarcazione mentre operava nello specchio d'acqua antistante centrale

Intervento immediato: Decontaminazione superficiale

Nessuna contaminazione interna rilevata



Eventi anomali: incidenti

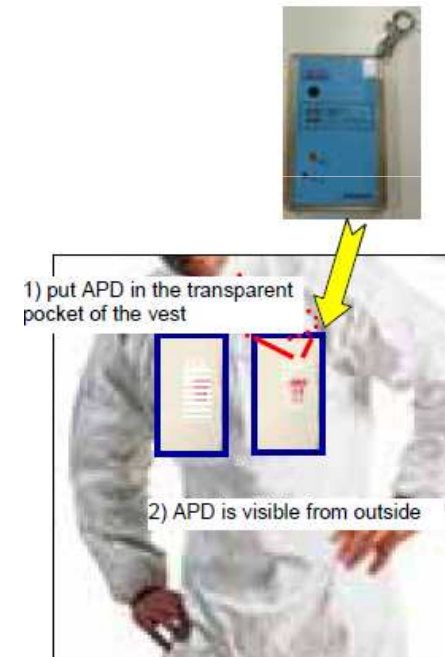
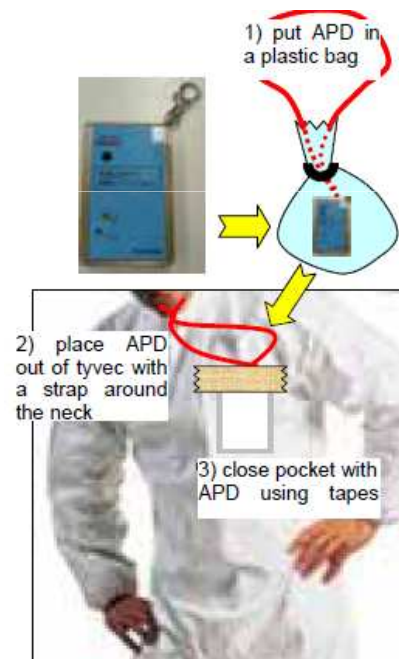
Corrette norme di comportamento



Dosimetri schermati!!!



Soluzione TEPCO da OTTOBRE 2012





Conclusioni

1. **Dati dosimetrici confortanti**
2. **Trend temporale dose media/max in diminuzione**
3. **Nessun effetto sanitario sui lavoratori al momento**
4. **Problemi di risposta immediata all'emergenza:** predisporre procedure e attrezzature da utilizzare in caso di emergenza esclusive e ridondanti rispetto alle attrezzature di esercizio

Grazie per l'attenzione!

