



L'incidente alla centrale
nucleare di FUKUSHIMA:
aspetti di protezione
dalle radiazioni

VARESE

13-14 Settembre 2012

Conseguenze sanitarie dell'incidente

**Giuseppe De Luca
ISPRA**

**Roberto Moccaldi
AIRM**



Situazione attuale presso il sito di Fukushima Dai-ichi

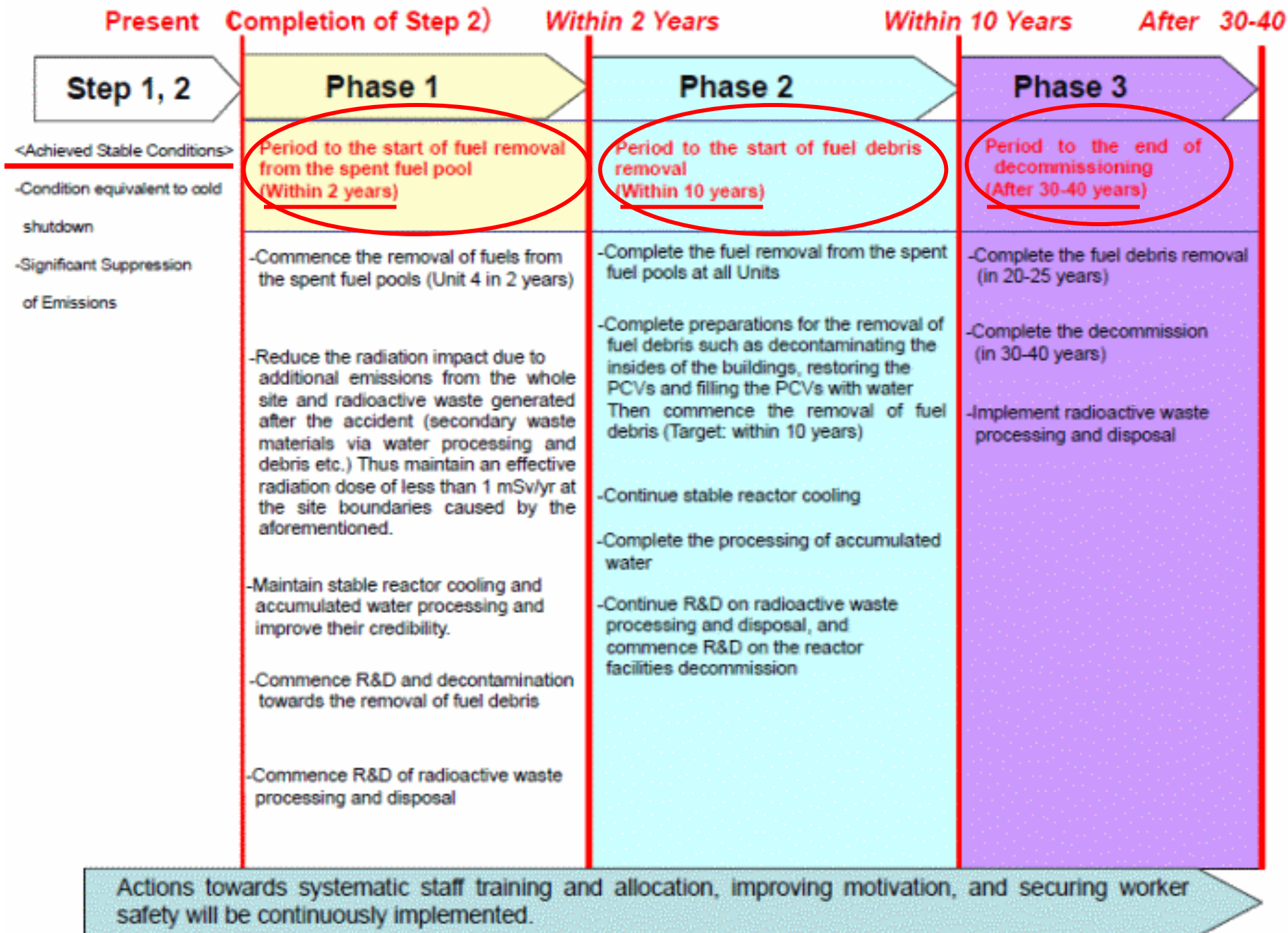


- **Ad un anno e mezzo** dal gravissimo incidente presso il sito nucleare di Fukushima Daiichi, conseguente al terribile terremoto/tsunami che l'11 marzo 2011 devastò l'area costiera del Giappone nord-orientale, la **situazione degli impianti** è tornata **sotto controllo**
- Gli sforzi dell'esercente dell'impianto sono ora indirizzati all'**avvio del decommissioning**, mentre le Autorità giapponesi, sia a livello locale che nazionale, stanno promuovendo attività dirette alla **decontaminazione degli ambienti di vita** al fine di permettere il sicuro ritorno delle popolazioni evacuate alle proprie abitazioni

Situazione attuale presso il sito di Fukushima Dai-ichi



- Per gli oltre **3000 lavoratori attualmente impegnati sul sito** è comunque rimasto molto lavoro da fare
- La soc. TEPCO ha ufficialmente dichiarato di aver **ultimato i primi due step della roadmap** prevista per la messa in sicurezza dell'impianto e si avvia quindi a intraprendere le azioni mirate al **decommissioning** che sono programmate su un **orizzonte temporale molto più lungo** (fino a 40 anni)
- Le sfide più impegnative sotto il profilo tecnologico saranno rappresentate dalla ricerca ed individuazione di **tecniche idonee** per la **rimozione in sicurezza del combustibile e dei suoi frammenti**, per la **decontaminazione degli edifici** e per la **gestione di tutti i rifiuti radioattivi** che si sono prodotti in conseguenza dell'incidente



Esposizione dei lavoratori impegnati negli interventi di emergenza per la messa in sicurezza dell'impianto



- Le **decine di migliaia di lavoratori** che nei mesi successivi all'incidente si sono avvicendati sul sito di Fukushima Dai-ichi, dapprima al fine di gestire la situazione di grave emergenza provocata dal terremoto e dal successivo tsunami e quindi per avviare le operazioni di messa in sicurezza dell'impianto, **sono stati esposti in misura più o meno significativa a radiazioni** a seguito della loro permanenza in aree dell'impianto spesso caratterizzate da elevati ratei di dose
- Non è stato sempre possibile garantire un accurato **monitoraggio dell'esposizione** dei lavoratori impegnati nelle operazioni di emergenza soprattutto per l'iniziale indisponibilità di apparecchiature di misura (molte delle quali disperse o messe fuori uso a seguito dello tsunami)
- A tutt'oggi le uniche **informazioni circa l'esposizione dei lavoratori** sono quelle **comunicate ufficialmente dalla soc. TEPCO attraverso bollettini periodici**; sono **scarse le informazioni circa il metodo di valutazione delle dosi** e inoltre non è al momento disponibile alcun dato preciso sull'esposizione delle altre categorie di lavoratori che hanno partecipato agli interventi di soccorso (vigili del fuoco, polizia, protezione civile, ecc.)

Esposizione dei lavoratori impegnati negli interventi di emergenza per la messa in sicurezza dell'impianto

Dosi efficaci (Fonte TEPCO)

Dose (mSv)	Number of workers
Greater than 250	6
200-250	3
150-200	24
100-150	134
50-100	780
20-50	2860
10-20	3239
Less than 10	13493
Total personnel reported	20539
Max dose reported	678.80
Average dose reported	12.02

Riepilogo dosi efficaci ai lavoratori
Periodo marzo 2011 – marzo 2012

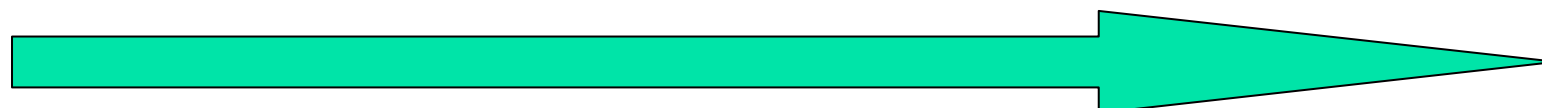
- Con tutte queste riserve e basandosi quindi esclusivamente sui dati TEPCO, **superamenti del limite di dose efficace di 250 mSv** per i lavoratori in emergenza sono stati registrati per **6 lavoratori** (tutti dipendenti TEPCO)
- Il **massimo livello di esposizione** tra i 6 lavoratori che hanno superato il limite di dose efficace è stato di **678,80 mSv**, il minimo di 310,97 mSv
- La **maggior parte della dose** è derivata dall'**inalazione di I 131** a causa dell'assenza o della carenza di d.p.i. delle vie respiratorie (maschere facciali) nelle prime fasi post-incidente
- Uno **speciale programma di sorveglianza sanitaria** con controlli mensili è **applicato ai lavoratori** i cui livelli di esposizione superino o abbiano **superato i 100 mSv** (questi ultimi risultano essere in totale 167) o che sono **impegnati in operazioni di emergenza per oltre 1 mese**

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

La **massima dose assorbita per esposizione totale** è stata stimata a **678.8 mSv**: dose **significativa** alla quale possono manifestarsi i **primi segni di reazioni tessutali** ed a cui può essere associato un **significativo incremento del rischio di neoplasie** per il lavoratore esposto

Table 4: External doses reported by TEPCO between March 2011 and June 2012

Number of people with external doses within ranges reported by TEPCO																
Dose (mSv)	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	April	May	June
Greater than 250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200-250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
150-200	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100-150	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50-100	163	25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-50	420	193	111	70	29	10	19	6	3	4	0	0	0	1	0	0
10-20	883	658	490	330	210	140	115	105	83	69	73	93	40	50	38	10
Less than 10	2242	4876	6385	6827	7304	6997	6869	6451	5931	6105	5623	5611	5608	5251	5470	5787
Total personnel reported	3745	5752	6987	7227	7543	7147	7003	6562	6017	6178	5696	5704	5648	5302	5508	5797
Max dose reported	199.42	85.29	59.18	39.62	36.76	29.25	35.50	35.30	20.39	23.20	18.98	18.81	19.06	23.53	16.85	12.11
Average dose reported	13.66	5.14	3.56	2.85	2.07	1.83	1.73	1.65	1.35	1.27	1.26	1.31	1.16	1.06	1.17	1.04



Eventi infortunistici

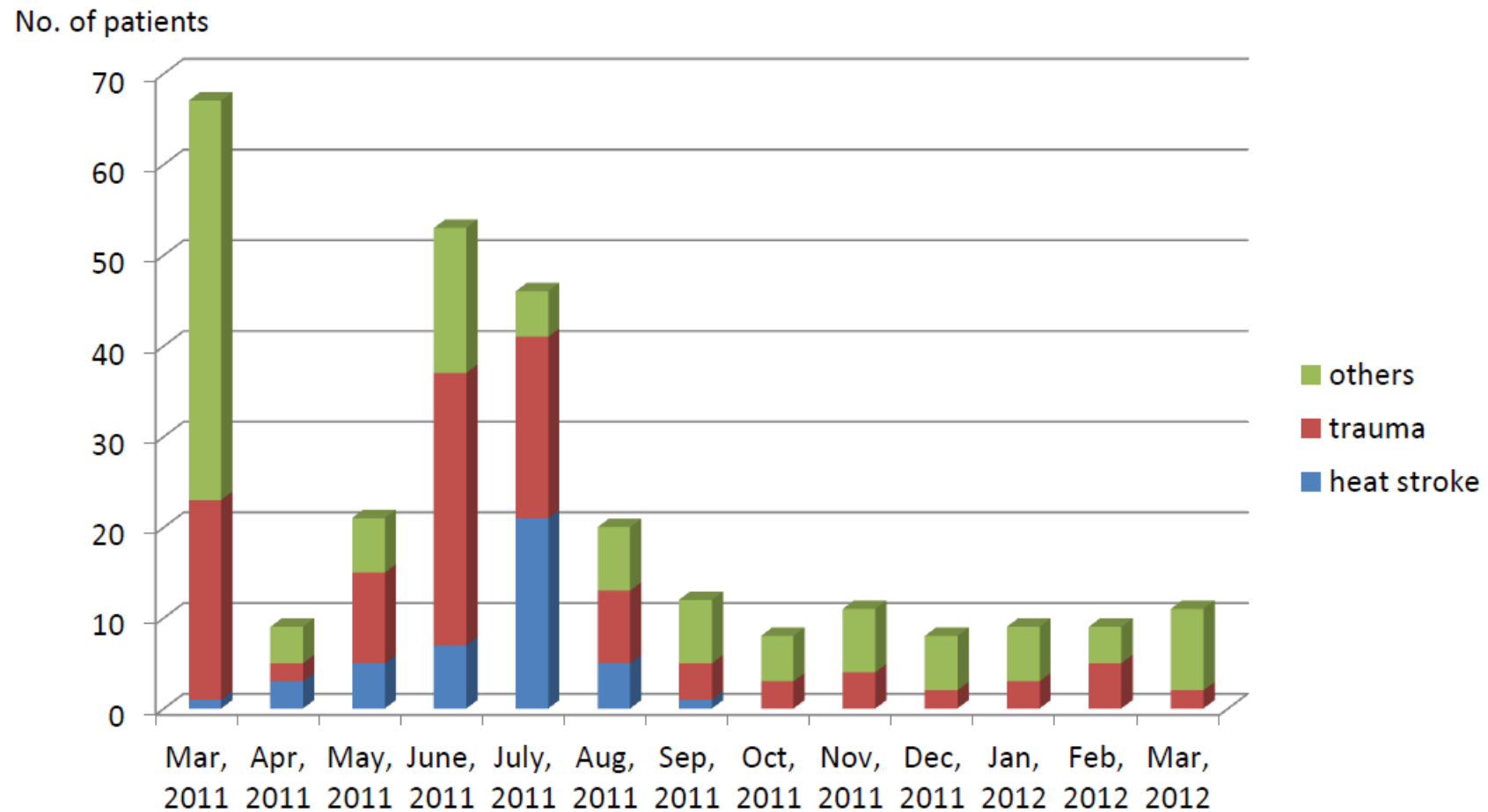


- Il 24 marzo 2011 si è verificato un serio infortunio sul lavoro con esposizione alle radiazioni di **3 lavoratori** dipendenti da ditte appaltatrici a seguito della **immersione degli arti inferiori in acqua fortemente contaminata** durante un'attività nel sotterraneo allagato dell'edificio turbina dell'unità 3
- La **dose efficace** è stata valutata in un range tra **238,42 mSv (max)** e 175,62 mSv (min).
- La **dose alla cute degli arti inferiori** per i due lavoratori maggiormente contaminati è stata stimata tra **2 e 3 Sv**
- Per nessuno di questi 3 lavoratori si sono manifestati effetti deterministici (radiodermite acuta conseguente a radiocontaminazione da β -emettitori) nelle zone cutanee esposte.
- **Tutti i 9 lavoratori** (6+3) per cui si è verificato il superamento del limite di dose, sono stati **esclusi da ulteriori attività sull'impianto** con rischio di esposizione a radiazioni ionizzanti

Eventi infortunistici



- I relativamente poco numerosi altri **eventi infortunistici** sono stati conseguenza di **traumi fisici, accidenti cardiovascolari e stress termico** (**colpi di calore** osservati in oltre 40 casi probabilmente a causa dell'utilizzo di indumenti protettivi non sufficientemente refrigerati)
- Quanto agli **eventi letali**, vi sono stati finora **7 decessi** tra i lavoratori dell'impianto:
 - **2** dovuti alle immediate conseguenze del terremoto/tsunami,
 - **3** per arresto cardiaco (nel maggio 2011, febbraio 2012 ed agosto 2012),
 - **1** decesso nell'ottobre 2011 per shock settico
 - **1** decesso di un lavoratore nell'agosto 2011 per una forma di **leucemia acuta**. Tale decesso non può essere attribuito all'esposizione alle radiazioni a causa del brevissimo intervallo (pochi mesi) intercorso tra l'eventuale esposizione e la morte



Injuries and diseases treated at Fukushima No1. Nuclear Power Plant



Rescue and evacuation of an injured worker



Decon and treatment at Fukushima Medical University

Condizioni di lavoro presso il sito di Fukushima



Soon after accident

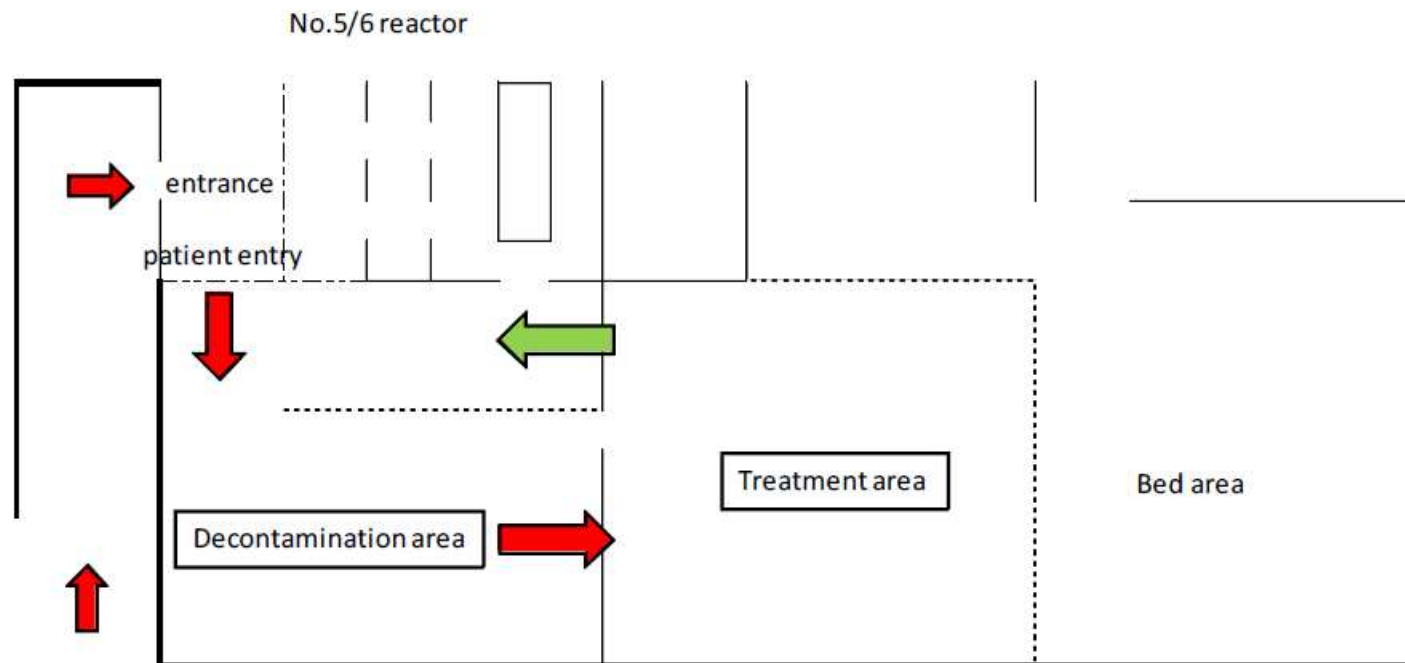


March 2012

- Le **condizioni di lavoro** sul sito di Fukushima sono comunque **nettamente migliorate** con il passare del tempo dall'incidente, grazie agli sforzi per la messa in sicurezza dell'impianto con **drastica riduzione della contaminazione radioattiva** delle aree di lavoro
- La riduzione dei rischi di contaminazione è testimoniata dalle **misure protettive meno stringenti** via via adottate per la protezione dei lavoratori dalla contaminazione



Example of a decon area and treatment zone (the emergency room of Fukushima No.1 NPP)



All'interno del sito è stata attrezzata una **sezione di medicina** con dotazioni per interventi in emergenza, presidiata H24 da personale medico e paramedico





Conseguenze dell'esposizione della
popolazione alle radiazioni

	Stime dell'attività rilasciata in atmosfera nell'incidente di Fukushima Dai-ichi (Bq)				Stima dell'attività rilasciata nell'incidente di Chernobyl (Bq)
	I Stima NISA	II Stima NISA	Stima NSC	Stima TEPCO maggio 2012	
I 131	$1,3 \cdot 10^{17}$	$1,6 \cdot 10^{17}$	$1,5 \cdot 10^{17}$	$5,0 \cdot 10^{17}$	$1,8 \cdot 10^{18}$
Cs 137 + Cs 134	$6,1 \cdot 10^{15}$	$1,5 \cdot 10^{16}$	$1,2 \cdot 10^{16}$	$2,0 \cdot 10^{16}$	$8,5 \cdot 10^{16}$
Tot I 131 eq	$3,7 \cdot 10^{17}$	$7,7 \cdot 10^{17}$	$6,3 \cdot 10^{17}$	$9,4 \cdot 10^{17}$	$5,2 \cdot 10^{18}$

Contromisure adottate in emergenza



- Le Autorità giapponesi, a seguito delle prime notizie dell'inizio del rilascio di materiale radioattivo dai reattori nucleari danneggiati, hanno emanato direttive per la tempestiva **evacuazione di zone di territorio di raggio via via crescente intorno all'impianto di Fukushima Dai-ichi**, allo scopo di ridurre l'esposizione della popolazione residente
- Già l'11 marzo ordine di **evacuazione** della popolazione residente nella zona di **2 km** e quindi di **3 km** di raggio; il successivo 12 marzo **estensione dell'evacuazione** prima alla zona di **10 km** di raggio ed infine a **20 km**
- L'**evacuazione**, completata il 15 marzo, ha interessato **circa 200000 persone** residenti nelle immediate vicinanze dell'impianto
- E' stato contemporaneamente **consigliato il riparo al chiuso alla popolazione residente nell'area compresa tra i 20 e 30 km di raggio** dall'impianto di Fukushima Dai-ichi e la **distribuzione di compresse di KI ai centri di raccolta per la iodoprofilassi dei soggetti evacuati < 40 anni di età**

Situation of distributing stable iodine

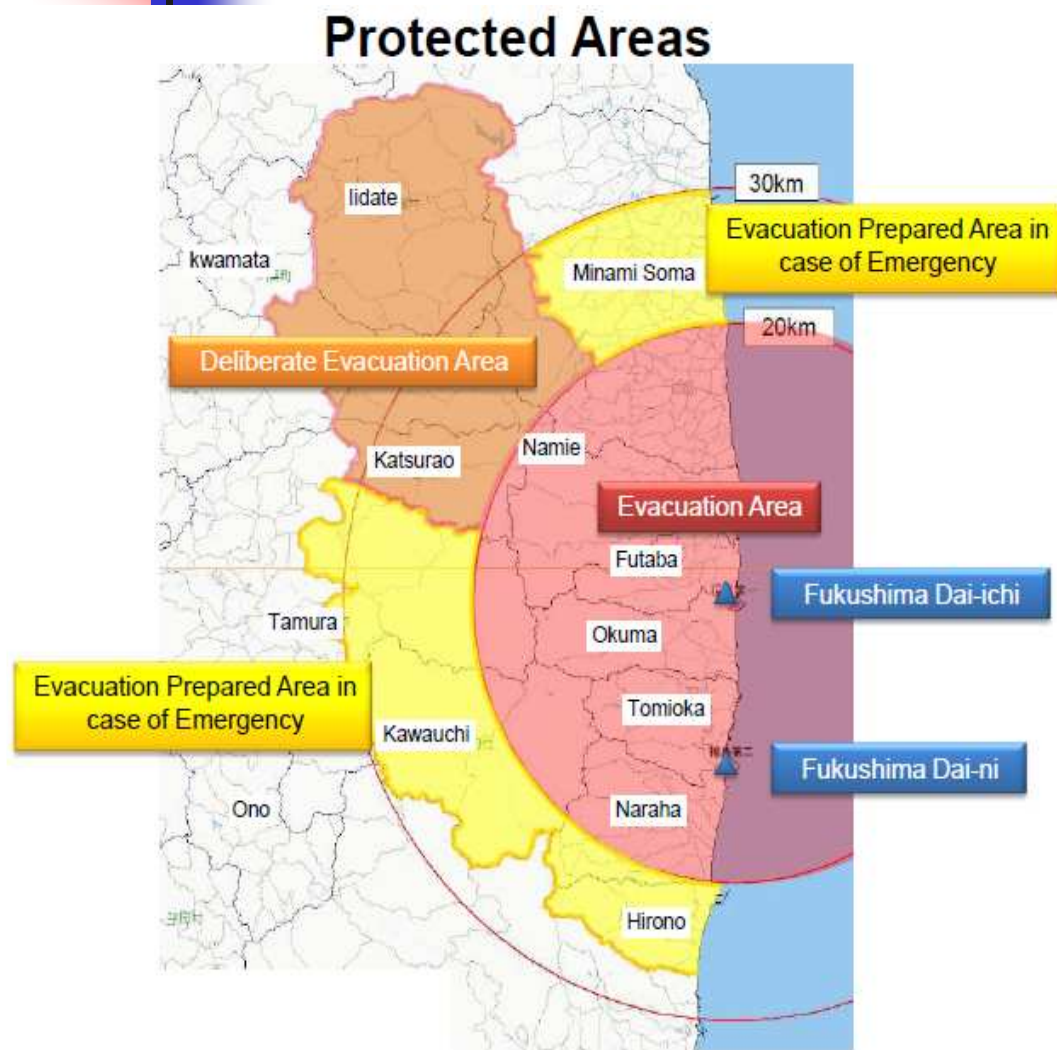
- Fukushima Prefecture distributed iodine to cities, towns and villages with administrative districts within 50km of the Fukushima Dai-ichi NPS

Form	Quantities
Pill	About 1.51 million pills for 0.75 million people
Powder	About 6,100 g for 0.12 to 0.18 million people

- No residents took stable iodine based on the instruction because the evacuation had already been completed at the time the instruction of taking iodine was issued.

Fonte: Presentazione dell'Autorità governativa giapponese per l'emergenza nucleare alla Conferenza Internazionale sulla Sicurezza Nucleare presso IAEA - Vienna 20-24 giugno 2011

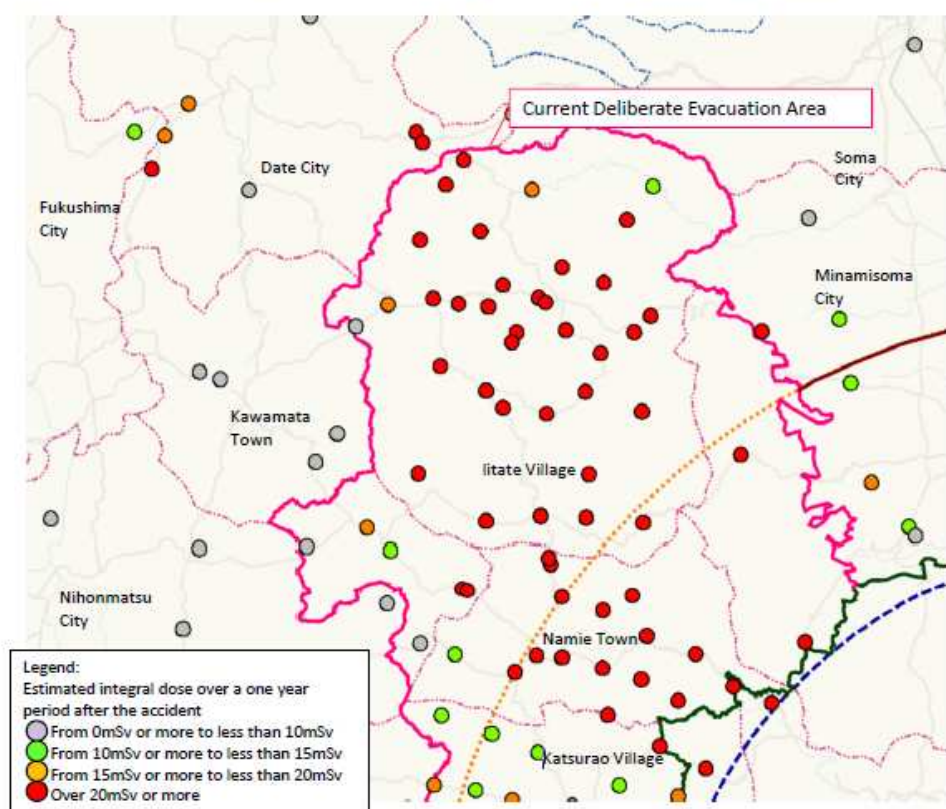
Contromisure adottate in emergenza



- Il **21 aprile** l'area di territorio compresa nel **raggio di 20 km** dal sito di Fukushima Dai-ichi è stata classificata come **zona di esclusione (divieto di accesso e di residenza)** ad eccezione delle persone impegnate nelle operazioni di emergenza o dei cittadini espressamente autorizzati dai sindaci delle città
- Il giorno successivo **22 aprile** definizione di due aree di **Evacuazione programmata entro il periodo di un mese** (area in cui la dose proiettata supera i 20 mSv/anno) e di **preparazione all'evacuazione in caso di emergenza**

"Specific spots recommended for evacuation"

Deliberate Evacuation Areas and Specific Spots Recommended for Evacuation



Based on the material published by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology on 3 June

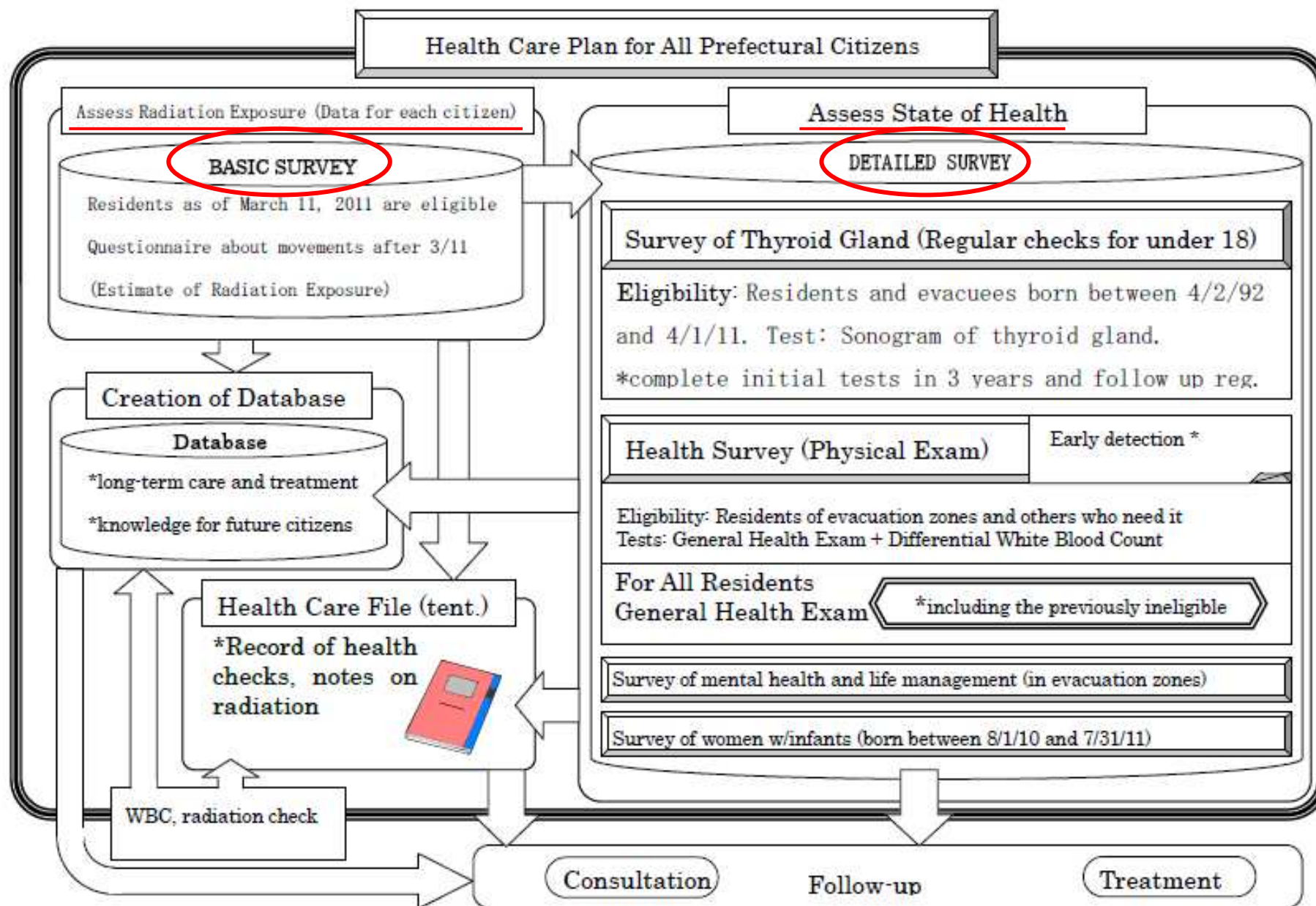
- Il **16 giugno** definizione di alcune **aree di territorio** in cui sono stati registrati **ratei di dose** che si è stimato potessero determinare per i residenti un **superamento del livello prefissato di 20 mSv** di dose efficace per il primo anno, come **"Specific Spots Recommended for Evacuation"**
- Programmate azioni sia a livello di governo locale che nazionale per assistere i residenti in queste aree al fine di promuovere e garantire l'evacuazione delle stesse

Conseguenze dell'esposizione della popolazione alle radiazioni



- **Non sono stati registrati nella popolazione effetti sanitari a breve termine attribuibili all'esposizione acuta a radiazioni**
- Anche le **dosi alla tiroide** – secondo i risultati dei monitoraggi effettuati – sono state **relativamente basse** e non avrebbero quindi neanche giustificato la sistematica somministrazione di iodio stabile (che peraltro si assume non sia stato assunto dalla popolazione generale, se non in minima quota)
- In considerazione di ciò, se si vuole verificare l'insorgenza di **eventuali effetti sanitari sulla popolazione**, conseguenti all'**esposizione a basse dosi di radiazioni**, la popolazione stessa deve essere sottoposta ad attento e prolungato monitoraggio (follow-up)

Già nei primi mesi successivi all'incidente è iniziata la **sistematica ricognizione di dati demografici e sanitari** nell'ambito di un **programma di sorveglianza** definito **"Fukushima Health Management Survey"**

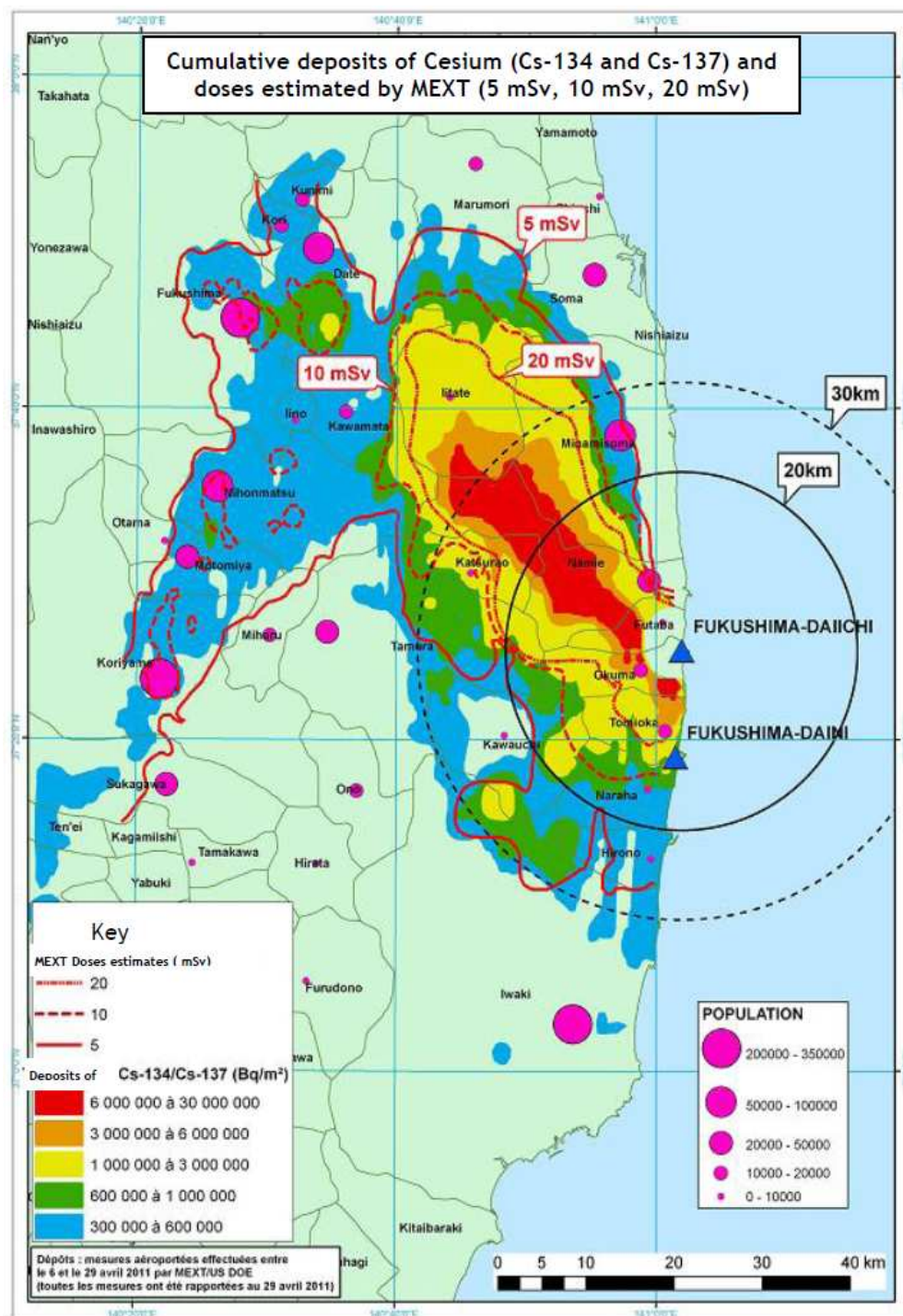


Fukushima Prefectural People's Health Management Survey - Outline

	Subjects	Method	Survey Items	
Basic Survey	<u>All Prefectural Citizens</u>	Mail-in survey	Record of activities since March 11, food and drink consumed, etc.	
Detailed Survey	Thyroid examination	Method of examination	Ultrasound examination	
	Physical examination	Method of examination	Height, weight, abdominal circumference, blood pressure; Urine (urine protein, urine glucose) Blood sample: blood count (red blood cell count, hematocrit, hemoglobin, platelet count, white blood cell count, differential leukocyte count); Blood biochemistry (AST, ALT, γ -GTP, TG, HDL-C, LDL-C, HbA1c)	
	Written survey (Adults)	Those born up to April 1, 1995	Mail-in survey (filled in by self)	Lifestyle, past history, family history, history of medical exposure to radiation, impact of earthquake disaster, emotional health, perceived health impact from radiation, menstruation history/history of giving birth (females only)
	Child (3))	Those born between April 2, 1995 and April 1, 1998 (in junior high school on March 11)	Mail-in survey (filled in part by self)	Lifestyle, experienced earthquake disaster: yes/no (filled in by self) Past history, history of medical exposure to radiation, emotional health (filled in by guardian)
	(Child (2))	Those born between April 2, 1998 and April 1, 2004 (in elementary school on March 11)	Mail-in survey (filled in by guardian)	Lifestyle, past history, history of medical exposure to radiation, experienced earthquake disaster: yes/no, emotional health
	(Child (1))	Those born on or after April 2, 2004 (preschool or younger on March 11)	Mail-in survey (filled in by guardian)	Lifestyle, past history, history of medical exposure to radiation, experienced earthquake disaster: yes/no, emotional health (only for those 4 years of age and older)
	Pregnant & parturient women	Those given maternal and child health handbooks in cities, towns and villages within the prefecture	Mail-in survey (filled in by self)	History of pregnancies, past history, breastfeeding yes/no, prenatal health examinations since the earthquake disaster; health during pregnancy, birth since the earthquake disaster, health of the newborn, method of nourishing the child

Alla fine del mese di giugno 2011 ha avuto inizio il **Basic Survey** presso la Prefettura di Fukushima, allo scopo di raccogliere attraverso un apposito questionario le informazioni necessarie a **valutare l'esposizione esterna a radiazioni** di tutta la popolazione residente alla data dell'11.3.2011

Primi risultati del Basic Survey



- E' stata data la precedenza alla **stima della dose da esposizione esterna per la popolazione residente nelle zone della Prefettura maggiormente interessate alla deposizione al suolo di radionuclidi** per il periodo dei primi quattro mesi dopo l'incidente (successivamente a questo periodo l'evacuazione della popolazione è stata considerata pressoché completa)
- In **1589 residenti nell'area interessata** (Kawamata Town (Yamakiya District), Namie Town, Iitate Village) la distribuzione stimata delle dosi è la seguente:

Esposizione < 1 mSv	62.8%
Esposizione < 5 mSv	97,4%
Esposizione < 10 mSv	99.7%
Massima esposizione stimata	14.5 mSv

Stima delle dosi alla popolazione – Studio IRSN

RAPPORT

IRSN

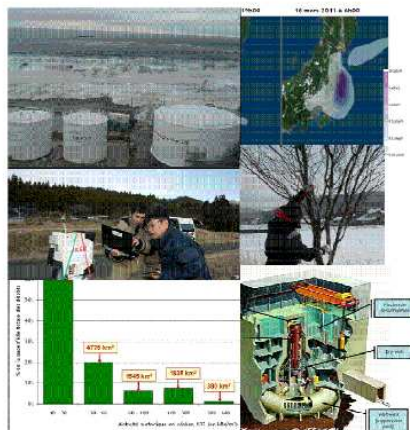
INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

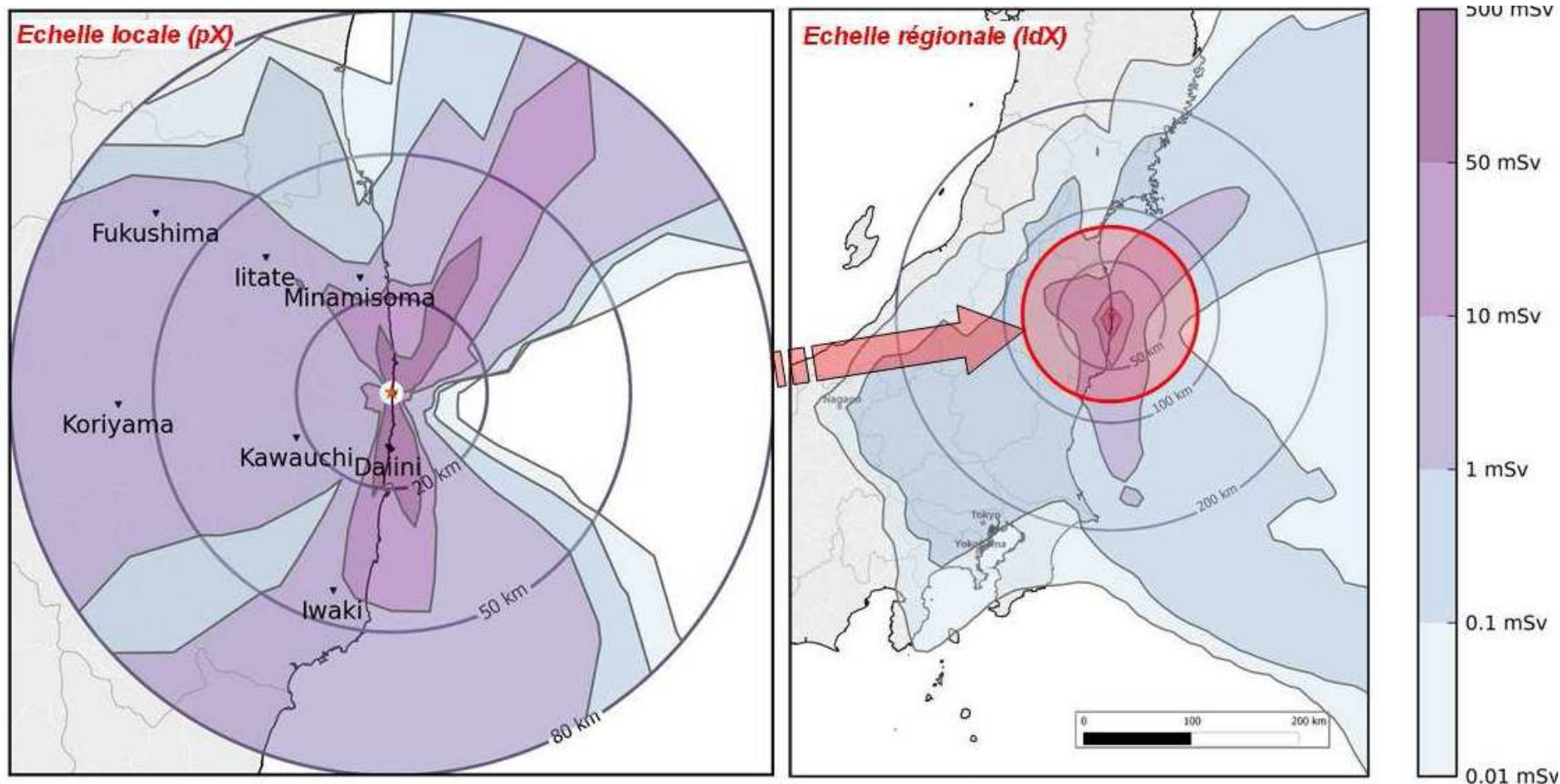
Fukushima, un an après

Premières analyses de l'accident et de
ses conséquences

Rapport IRSN/DG/2012-001 du 12 mars 2012

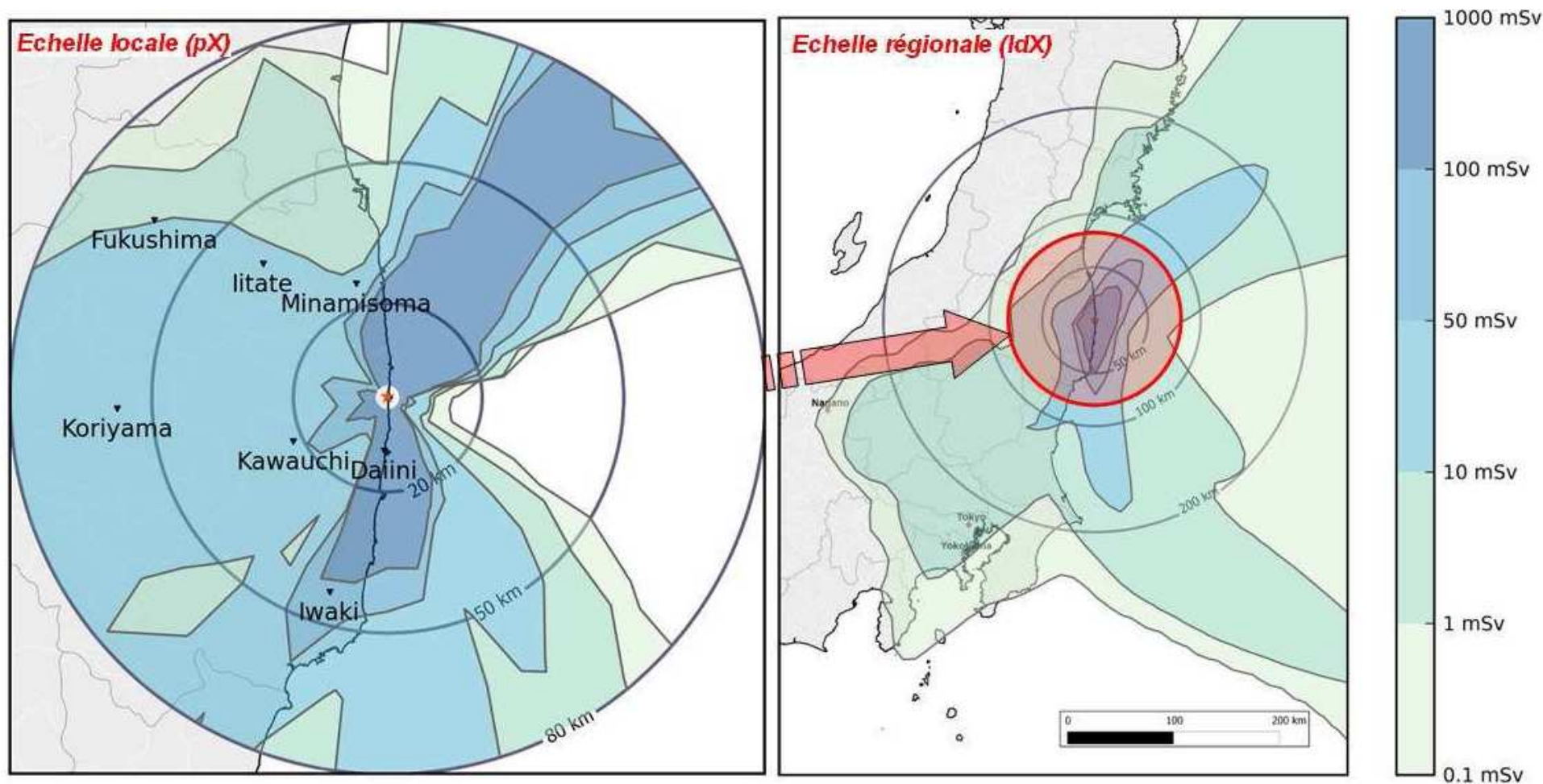


- In attesa dei risultati complessivi del Basic Survey **sono state effettuate varie stime delle dosi proiettate conseguenti ad esposizioni esterne da radionuclidi depositati al suolo**
- Uno dei lavori più interessanti è stato quello dell'**IRSN** che ricostruisce, sulla base di dati di deposizione al suolo di Cs pubblicati dal MEXT, le dosi proiettate per i residenti in determinate aree di territorio a diversa distanza dalla centrale per esposizioni di diversa durata
- Questi dati aggiornano quelli pubblicati in un precedente rapporto IRSN del 2011 *"Assessment on the 66th day of Projected External Doses for Populations Living in the North-west Fallout Zone of the Fukushima Nuclear Accident - Outcome of Population Evacuation Measures "*



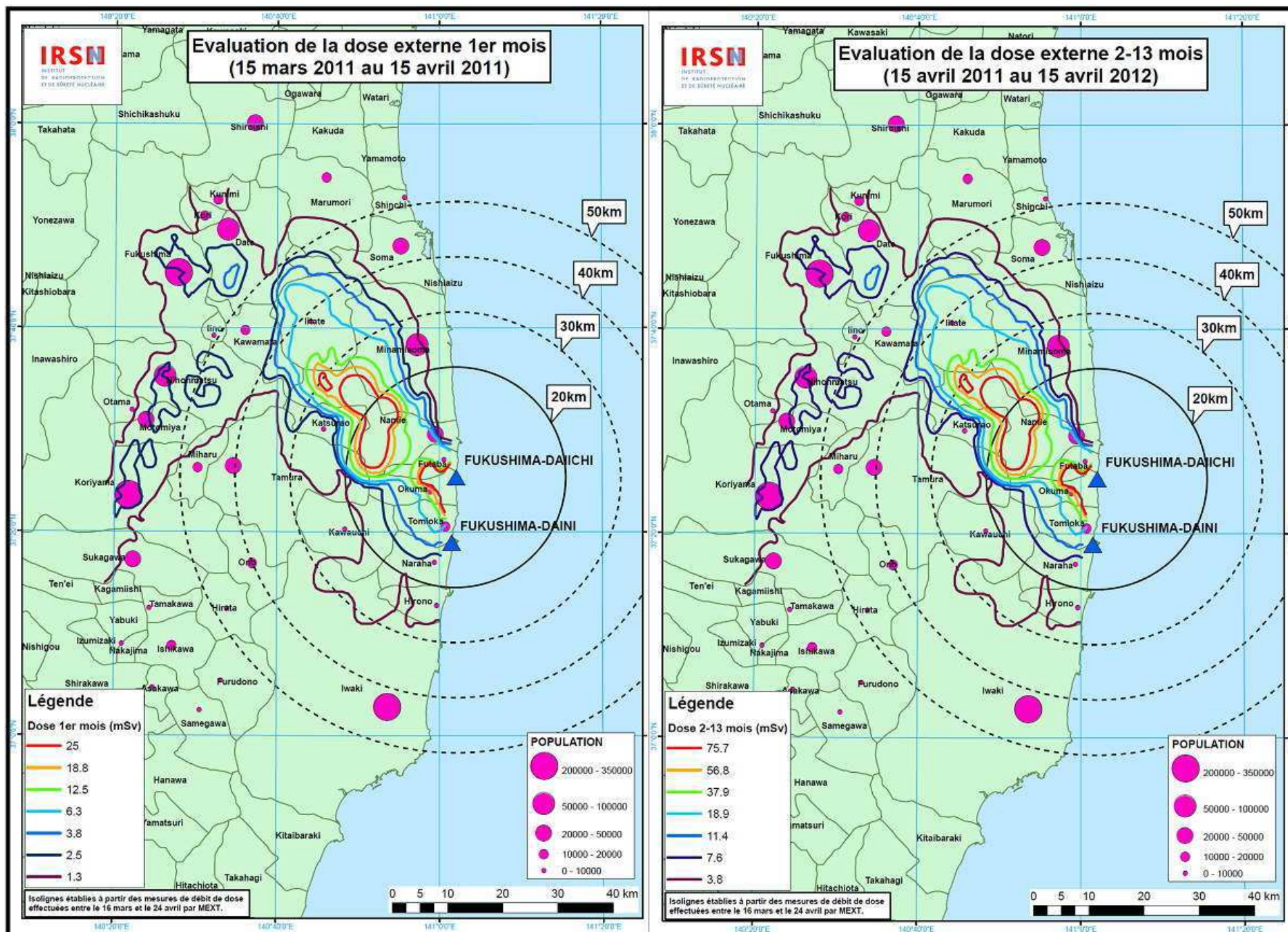
Dose efficace suscettibile d'avoir été reçue par un enfant de 1 an qui serait resté sans protection (à l'extérieur) du 12 mars au 25 mars 2011 à minuit

Sul territorio le **dosi efficaci** più importanti **nella prima fase del rilascio** possono essere state ricevute nelle **zone litoranee sia a N che a S della centrale**: in particolare dosi efficaci superiori a 10 mSv possono essere state assorbite, supponendo una presenza permanente all'esterno, fino a una quarantina di km a S della centrale, mentre si superano i 50 mSv all'interno di un raggio di 20 km dalla centrale (corrispondente alla zona di evacuazione)

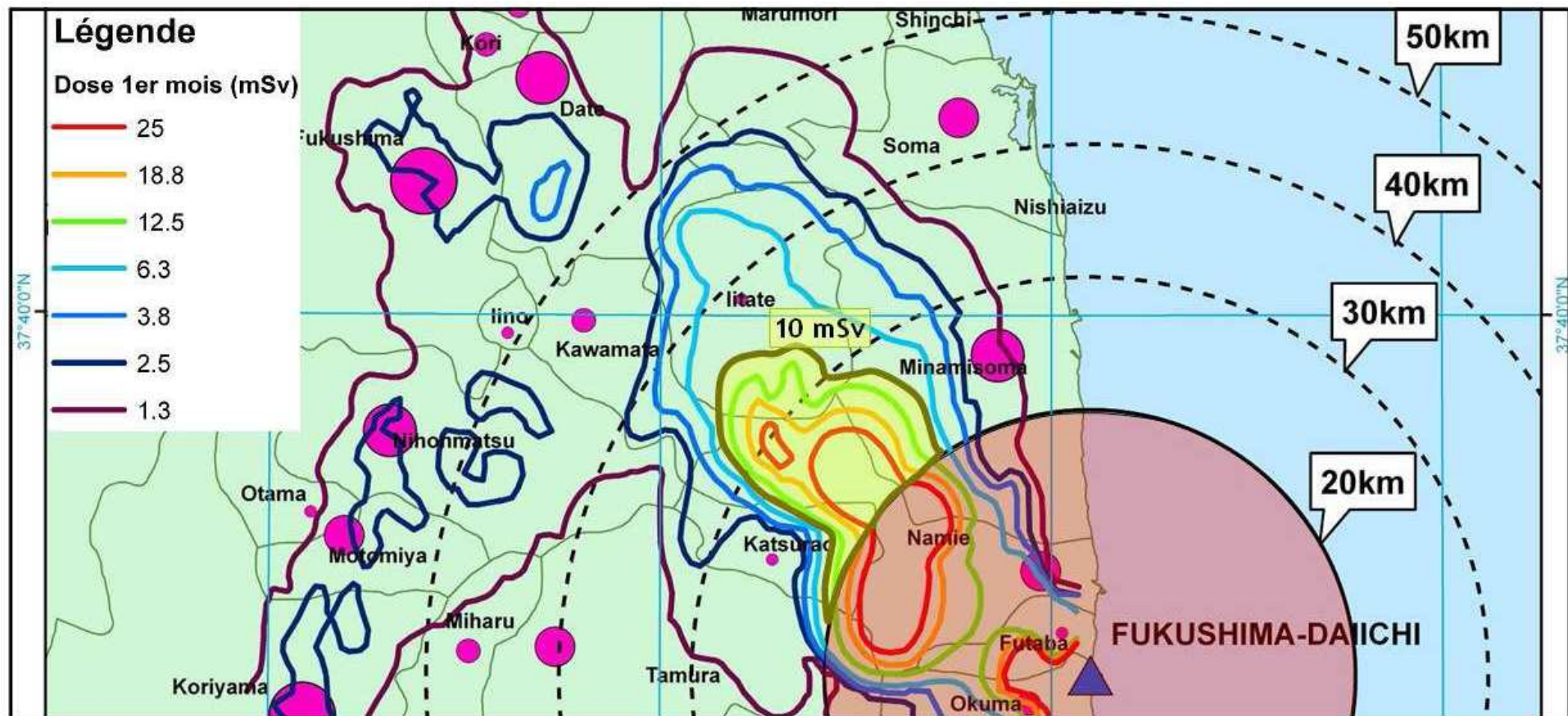


Dose équivalente à la thyroïde susceptible d'avoir été reçue par un enfant de 1 an qui serait resté sans protection (à l'extérieur) du 12 mars au 25 mars 2011 à minuit

Per quanto riguarda le **dosi equivalenti alla tiroide** sempre nella prima fase del rilascio, dosi in teoria superiori a 50 mSv possono essere state assorbite fino a una sessantina di km a S della centrale



Dosi da esposizione esterna per deposizione al suolo di radionuclidi: 1° mese (sin) e nel 1° anno (dx)



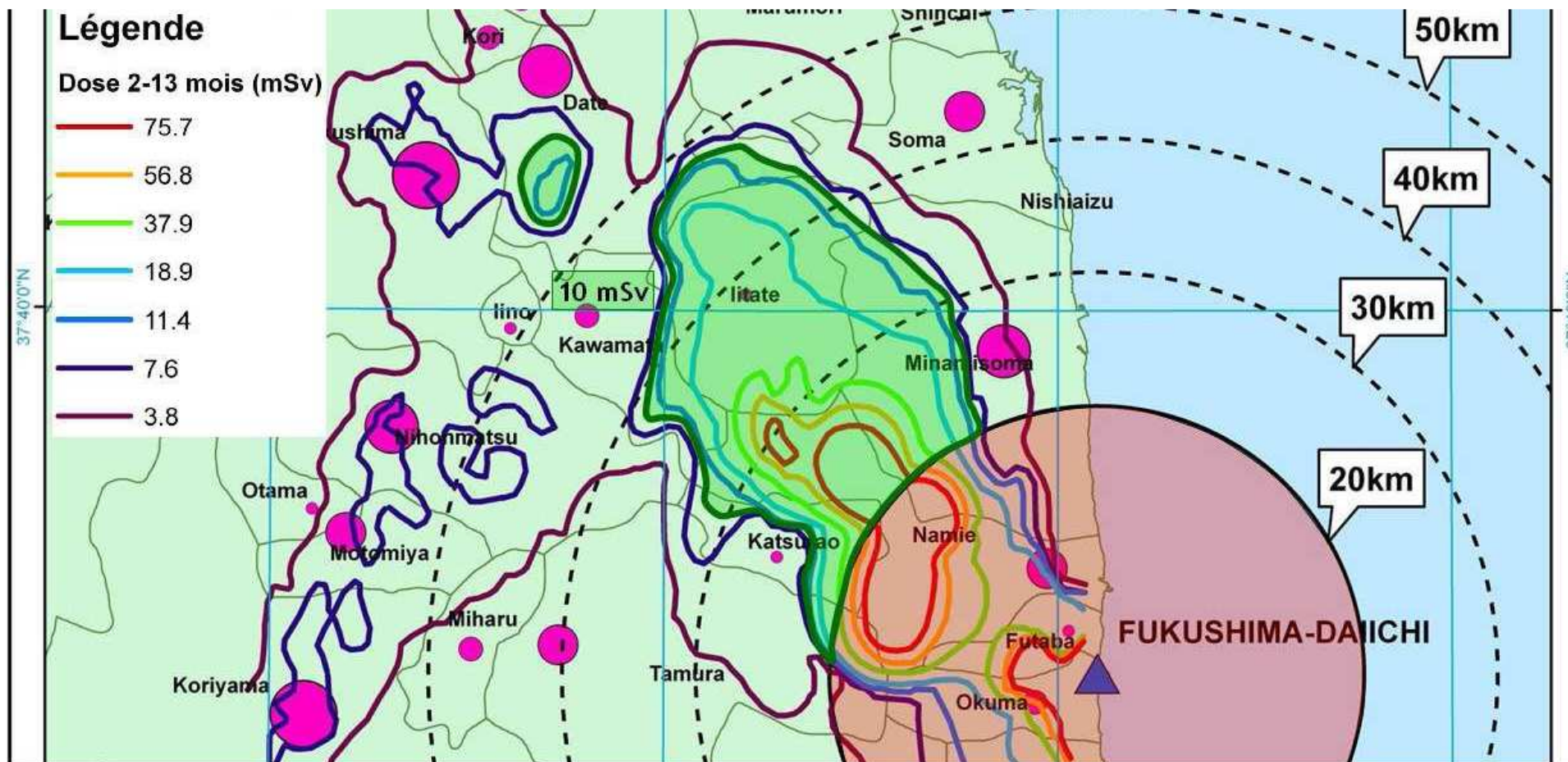
La **zona evidenziata in giallo** corrisponde a quella in cui le **dosi per esposizione esterna da deposizione al suolo di radionuclidi** possono aver **superato i 10 mSv nel 1° mese**.

La zona circolare in rosso corrisponde alla zona di 20 km di raggio dalla centrale evacuata nelle prime ore/giorni immediatamente successivi all'incidente

Fukushima 1 an après

Premières analyses de l'accident et de ses conséquences

Rapport IRSN/DG/2012-001



La **zona evidenziata in verde** è quella in cui si stima che le **dosi per esposizione esterna da deposizione al suolo di radionuclidi** possano essere **superiori a 10 mSv nel 1° anno**

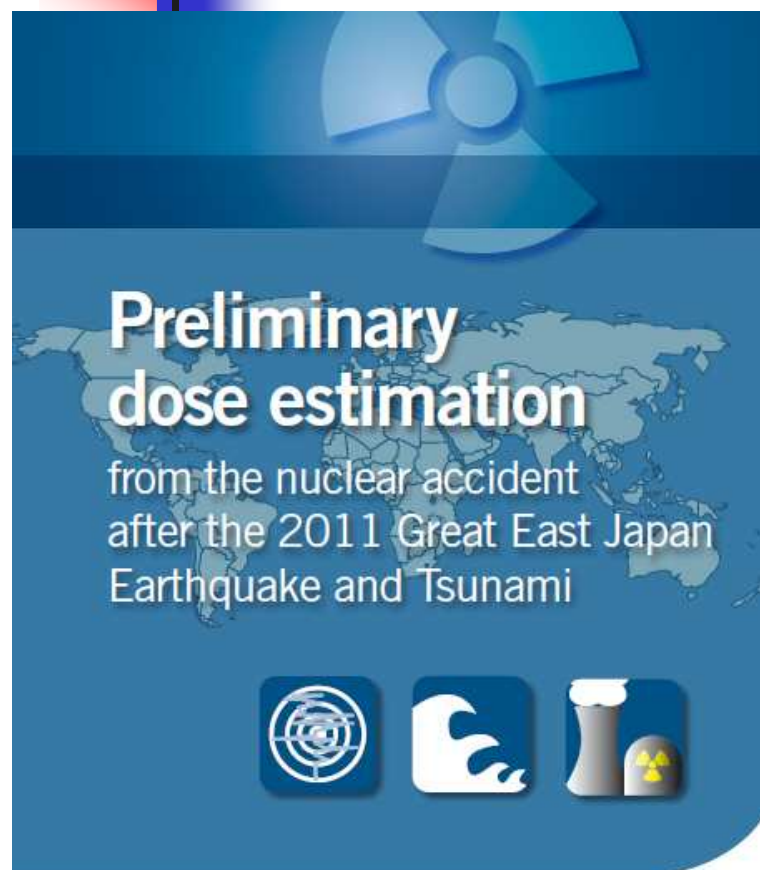
Fukushima 1 an après

Premières analyses de l'accident et de ses conséquences

Rapport IRSN/DG/2012-001

Stima delle dosi alla popolazione

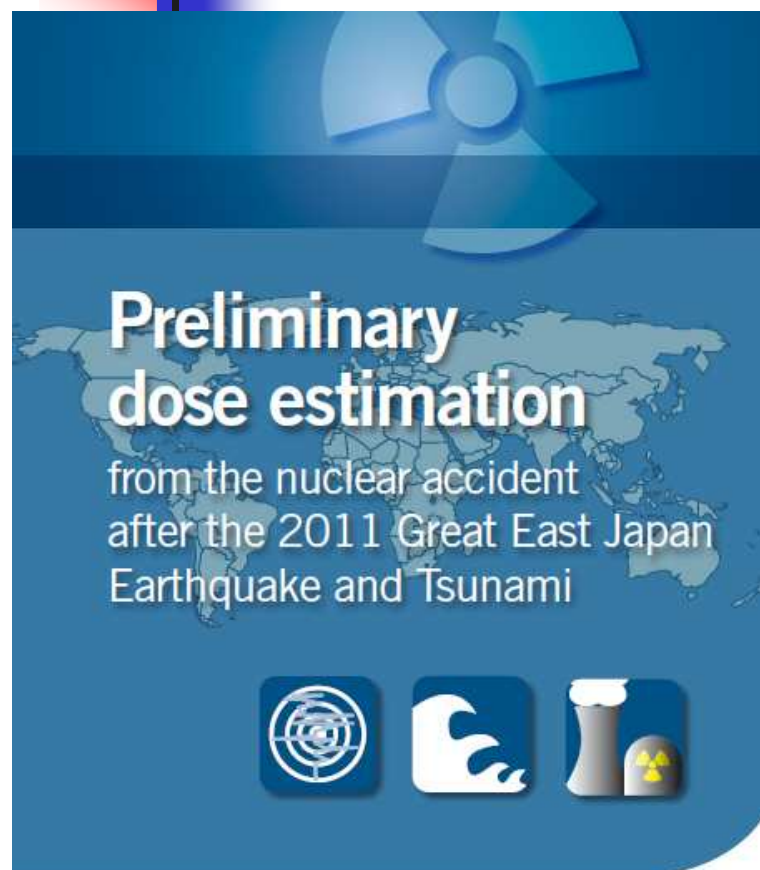
Valutazione preliminare WHO



- Un altro importante contributo alla stima delle dosi di radiazioni alla popolazione conseguenti all'incidente, è stato prodotto da un *International Expert Panel* istituito presso **WHO** ("**Preliminary Dose Estimation** from the Nuclear Accident after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami" - maggio 2012)
- L'obiettivo è presentare una **stima attendibile della dose efficace e della dose equivalente alla tiroide conseguente all'esposizione della popolazione nel primo anno successivo all'incidente**
- Questa stima preliminare di dose rappresenta una **parte di una stima globale del rischio per la salute** conseguente all'incidente di Fukushima (la stima del rischio per la salute sarà oggetto di un successivo distinto rapporto WHO)

Stima delle dosi alla popolazione

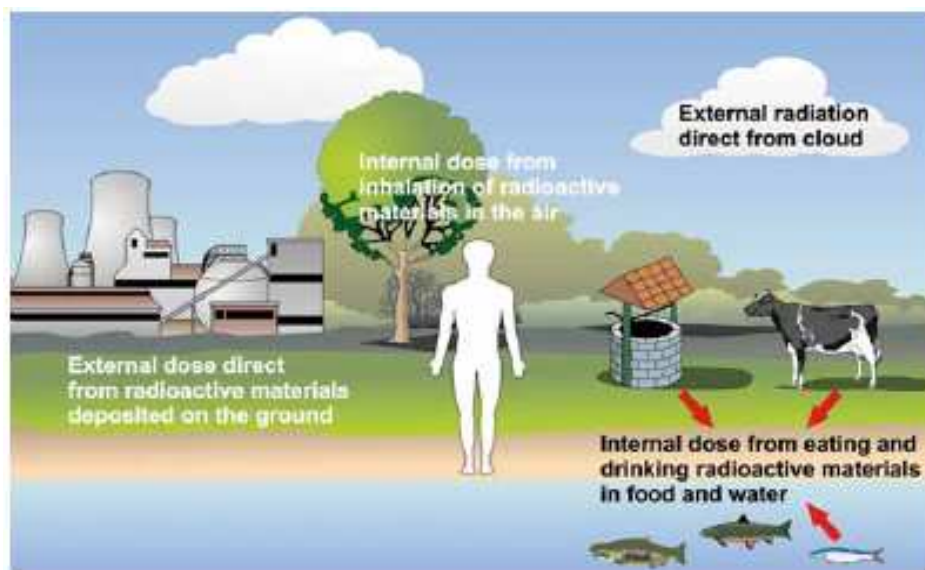
Valutazione preliminare WHO



- **Non è stata effettuata** un'estrapolazione della **stima di dose agli anni successivi al primo**, sulla base dei dati di input utilizzati per questa valutazione, **a causa delle incertezze** che possono influenzare la stima dell'esposizione a lungo termine, comprese le **future azioni protettive e di rimedio** che dovrebbero ulteriormente ridurre l'esposizione alle radiazioni
- L'esperienza dell'**incidente di Chernobyl** fu che circa il **30% della dose complessiva** (lifetime) fu ricevuta **durante il primo anno** ed il restante **70% nei primi 15 anni**
- Nel caso dell'**incidente di Fukushima**, sulla base dei primi dati di radioattività ambientale, ci si potrebbe attendere che la **frazione di dose successiva al primo anno sia inferiore** a causa del maggiore contributo relativo del Cs 134 caratterizzato da un'emivita più breve (2 anni) rispetto al Cs 137 (30 anni)

Stima delle dosi alla popolazione

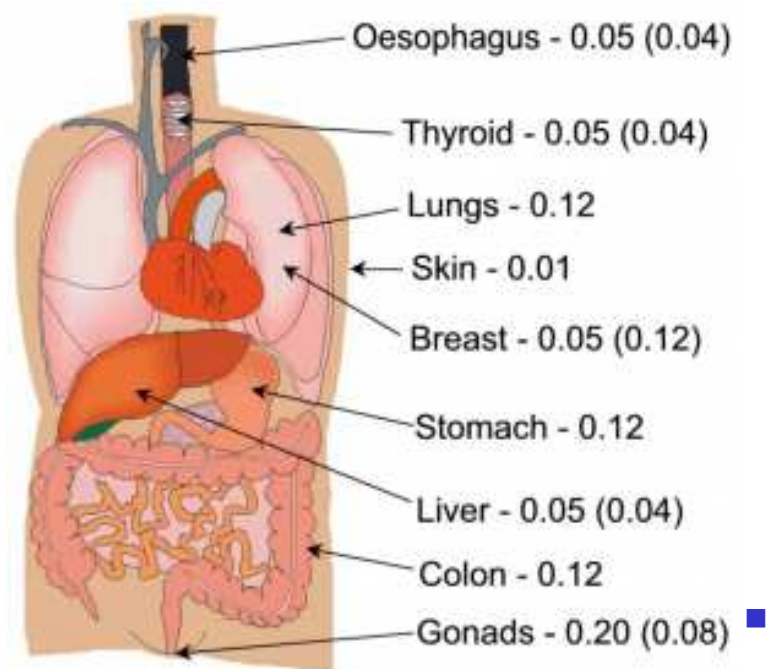
Valutazione preliminare WHO



- La **stima della dose** è stata effettuata attraverso:
 - la **stima della quantità totale di radionuclidi rilasciati**, la loro dispersione atmosferica e deposizione al suolo
 - **misura dei livelli di radionuclidi nell'ambiente**, nell'acqua potabile, negli alimenti
 - Informazioni sulla **localizzazione e abitudini della popolazione interessata**
- Sono state **prese in considerazione le diverse possibili vie di esposizione** della popolazione interessata:
 - **esposizione esterna da radionuclidi depositati al suolo** (*groundshine*)
 - **esposizione esterna da radionuclidi presenti nella nube** (*cloudshine*)
 - **esposizione interna per inalazione di radionuclidi nella nube**
 - **esposizione interna per ingestione di radionuclidi in acqua e alimenti**
- Ulteriori possibilità di esposizione per irradiazione esterna da materiale radioattivo depositato sulla pelle e sugli indumenti.

Stima delle dosi alla popolazione

Valutazione preliminare WHO



- La **dose efficace** è ottenuta come somma di:
 - **dosi ricevute per esposizione esterna** nel periodo considerato (1° anno)

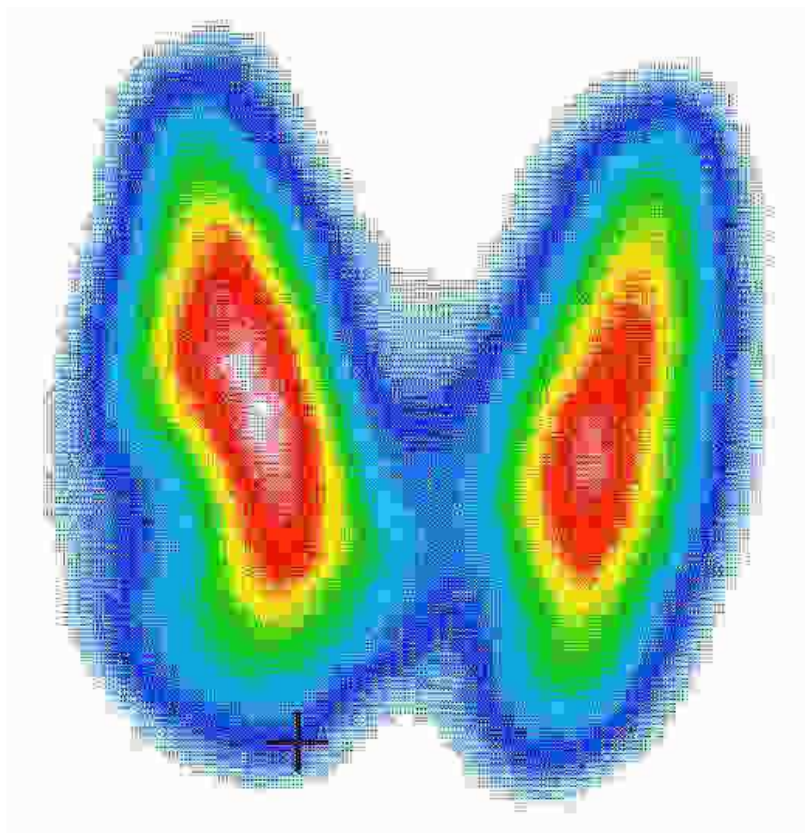
- **dosi efficaci impegnate conseguenti ad introduzioni di radionuclidi per ingestione/inalazione.**

Un contributo importante alla dose impegnata è dato dall'**introduzione** per inalazione e ingestione di **Cs radioattivo**. Dato che la biodistribuzione del Cs nell'organismo è pressoché omogenea, si può presumere che tutti gli organi vengano irradiati uniformemente per cui la dose efficace risulta essere un buon indicatore

- Nelle **regioni maggiormente colpite, l'esposizione esterna da radionuclidi depositati al suolo è di gran lunga la via di esposizione prevalente**, man mano che aumenta la distanza dalla centrale l'ingestione acquista sempre maggiore importanza

Stima delle dosi alla popolazione

Valutazione preliminare WHO



- La **dose equivalente alla tiroide** nel primo anno successivo all'incidente conseguente all'introduzione di I 131 è data dalla somma di:
 - **dose alla tiroide per esposizione esterna** (specie nelle aree geografiche maggiormente colpite)
 - **dose equivalente impegnata** conseguente all'**introduzione di radioisotopi dello iodio** (contributo via via prevalente con l'aumentare della distanza dalla centrale)

Stima delle dosi alla popolazione

Valutazione preliminare WHO

Figure 4. Neighbouring prefectures considered in the assessment



- Le stime sono state effettuate per **tre gruppi di età**:
 - Adulti
 - Bambini di 10 anni di età
 - Bambini di 1 anno di età
- Le dosi sono state stimate per **cinque differenti zone geografiche**:
 - Prefettura di Fukushima
 - Prefetture giapponesi confinanti con quella di Fukushima
 - Tutte le altre prefetture giapponesi
 - Nazioni vicine al Giappone
 - Altre aree del mondo

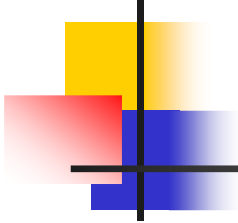
Stima delle dosi alla popolazione

Valutazione preliminare WHO

Figure 1. Restricted area, deliberate evacuation area and regions including specific spots recommended for evacuation (as of November 25, 2011)



- Nell'elaborazione della stima delle dosi ricevute dalla popolazione sono state **prese in considerazione anche le azioni protettive messe in atto** nei confronti della popolazione residente nelle vicinanze dell'impianto
- Tra le **azioni protettive urgenti** (messe in atto per prevenire l'esposizione alle radiazioni a breve termine):
 - **evacuazione**: ha interessato la gran parte dei residenti nell'area di 20 km di raggio dalla centrale, essendo stati questi residenti rapidamente evacuati. Il panel di esperti WHO ha scelto di **non considerare le dosi ricevute in questa area**
 - **riparo al chiuso**: si tratta di una misura consigliata per ridurre dosi per esposizione esterna e dosi da inalazione in tempi brevi per la popolazione residente in un'area tra i 20 e 30 km dalla centrale. L'effetto del riparo al chiuso sulla riduzione della dose esterna durante la prime fasi dell'emergenza è stato considerato nella stima di dose.
Si è calcolato che per una tipica abitazione giapponese il **fattore di protezione** associato al riparo al chiuso possa essere **intorno a 2-3**
 - **relocation**: oltre la fascia dei 20 km di raggio, gli abitanti delle aree più colpite dalla deposizione di radionuclidi situate a NW dell'impianto e classificate come "**deliberate evacuation area**" sono stati soggetti in tempi differenti a provvedimenti di relocation. Per essi sono state **prese in considerazione solo le dosi nei primi 4 mesi del primo anno**
 - **iodoprofilassi**: per quanto riguarda l'assunzione di I stabile è stato considerato dagli esperti del panel che gli individui della popolazione **non hanno assunto il farmaco**
 - Neanche gli effetti delle **restrizioni sul consumo degli alimenti** sono stati presi in considerazione nella stima delle dosi.



Stima delle dosi alla popolazione

Valutazione preliminare WHO

Stima delle dosi efficaci

- **Area tra 20 e 30 km dalla Centrale** nella Prefettura di Fukushima (considerata soltanto l'esposizione relativa ai primi 4 mesi, dopo di che è intervenuto il provvedimento di relocation)
 - **Dosi efficaci nel 1° anno per tutti i gruppi di età: 10 - 50 mSv**; il contributo dominante è quello per esposizione esterna da radionuclidi depositati al suolo (**groundshine**); il contributo dell'ingestione di alimenti contaminati è valutato < 2 mSv
- **Altre località nella prefettura di Fukushima**
 - **Dosi efficaci nel 1° anno per tutti i gruppi di età: 1 - 10 mSv**; il contributo dominante è sempre quello per esposizione esterna da radionuclidi depositati al suolo (**groundshine**) oltre che per ingestione di alimenti contaminati
- **Prefetture confinanti con quella di Fukushima**
 - **Dosi efficaci nel 1° anno per tutti i gruppi di età: 0,1 - 10 mSv**; l'intervallo è più ampio a causa dell'ampia variabilità nella deposizione di radionuclidi al suolo nelle varie aree; contributo dominante quello per esposizione esterna da radionuclidi depositati al suolo (**groundshine**)
- **Altre Prefetture del Giappone**
 - **Dosi efficaci nel 1° anno per tutti i gruppi di età: 0,1 - 1 mSv**; contributo dominante dato dall'ingestione di alimenti contaminati
- **Nazioni confinanti con il Giappone**
 - **Dosi efficaci nel 1° anno per tutti i gruppi di età: < 0.01 mSv**; contributo dominante dato dall'ingestione di alimenti contaminati
- **Resto del mondo**
 - **Dosi efficaci nel 1° anno per tutti i gruppi di età: $<< 0.01$ mSv**; contributo dominante dato dall'ingestione di alimenti contaminati

Table 3. Characteristic estimated effective doses¹ in the first year following the Fukushima accident, presented in dose bands

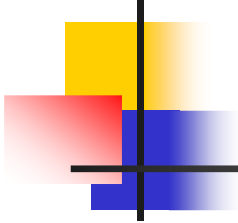
Location	Committed effective dose in first year following accident, mSv								
	Adult			Child (10 years)			Infant (1 year)		
	Dose band, key pathways to nearest 10% ^{2,3}			Dose band, key pathways to nearest 10% ^{2,3}			Dose band, key pathways to nearest 10% ^{2,3}		
Fukushima prefecture, more affected locations (examples only, for location of measurements used see Figure 3)									
Futaba county, Namie town (committed dose from the first four months only ³)	10-50	External (groundshine) Inhalation	90% 10%	10-50	External (groundshine) Inhalation	90% 10%	10-50	External (groundshine) Inhalation	90% 10%
Soma county, Itate village (committed dose from the first four months only ³)	10-50	External (groundshine) Inhalation	90% 10%	10-50	External (groundshine) Inhalation Ingestion	80% 10% 10%	10-50	External (groundshine) Inhalation Ingestion	80% 10% 10%
Futaba county, Katsurao village (committed dose from the first four months only ³)	1-10	External (groundshine) Inhalation	80% 20%	1-10	External (groundshine) Inhalation Ingestion	80% 10% 10%	1-10	External (groundshine) Inhalation Ingestion	70% 20% 10%
Minami Soma city	1-10	External (groundshine) Inhalation	90% 10%	1-10	External (groundshine) Ingestion Inhalation	80% 10% 10%	1-10	External (groundshine) Ingestion Inhalation	80% 10% 10%
Futaba county, Naraha town	1-10	External (groundshine) Inhalation	80% 20%	1-10	External (groundshine) Ingestion Inhalation	80% 10% 10%	1-10	External (groundshine) Ingestion Inhalation	80% 10% 10%
Iwaki city	1-10	External (groundshine) Inhalation	90% 10%	1-10	External (groundshine) Ingestion	60% 40%	1-10	External (groundshine) Ingestion	60% 40%
Rest of Fukushima prefecture (less affected)	1-10	Ingestion External (groundshine)	50% 50%	1-10	Ingestion External (groundshine)	50% 50%	1-10	Ingestion External (groundshine)	80% 20%
Neighbouring Japanese prefectures ⁴	0.1-10	External (groundshine) Ingestion	80% 20%	0.1-10	External (groundshine) Ingestion Inhalation	80% 10% 10%	0.1-10	External (groundshine) Ingestion	80% 20%
Rest of Japan ⁵	0.1-1	Ingestion External (deposit)	70% 30%	0.1-1	Ingestion External (groundshine)	70% 30%	0.1-1	Ingestion External (groundshine)	80% 20%
Neighbouring countries ⁶	<0.01	Ingestion External (groundshine)	80% 20%	<0.01	Ingestion External (groundshine)	80% 20%	<0.01	Ingestion External (groundshine)	80% 20%
Rest of the world	<0.01	Ingestion External (groundshine)	80% 20%	<0.01	Ingestion External (groundshine)	80% 20%	<0.01	Ingestion External (groundshine)	80% 20%

Stima delle dosi alla popolazione

Valutazione preliminare WHO

Dose efficace

- Stando ai risultati di questo studio, si può intanto concludere che **al di fuori del Giappone** le **dosi efficaci** stimate per il 1° anno sono **molto al di sotto dei livelli** che in radioprotezione sono considerati come **trascurabili (<0.01 mSv)**
- Anche in **gran parte del Giappone** le **dosi efficaci** sono **basse** e sicuramente **inferiori al limite di 1 mSv** (limite di dose annuale per la popolazione generale)
- Nella **prefettura di Fukushima** e nelle prefetture confinanti le **dosi efficaci** sono stimate **<10 mSv** per il 1° anno ad **eccezione di alcune località** nella zona a NW del sito più interessata dalla deposizione al suolo di radionuclidi, in cui le dosi efficaci sono state stimate per il 1° anno in un range tra **10 e 50 mSv**



Stima delle dosi alla popolazione

Valutazione preliminare WHO

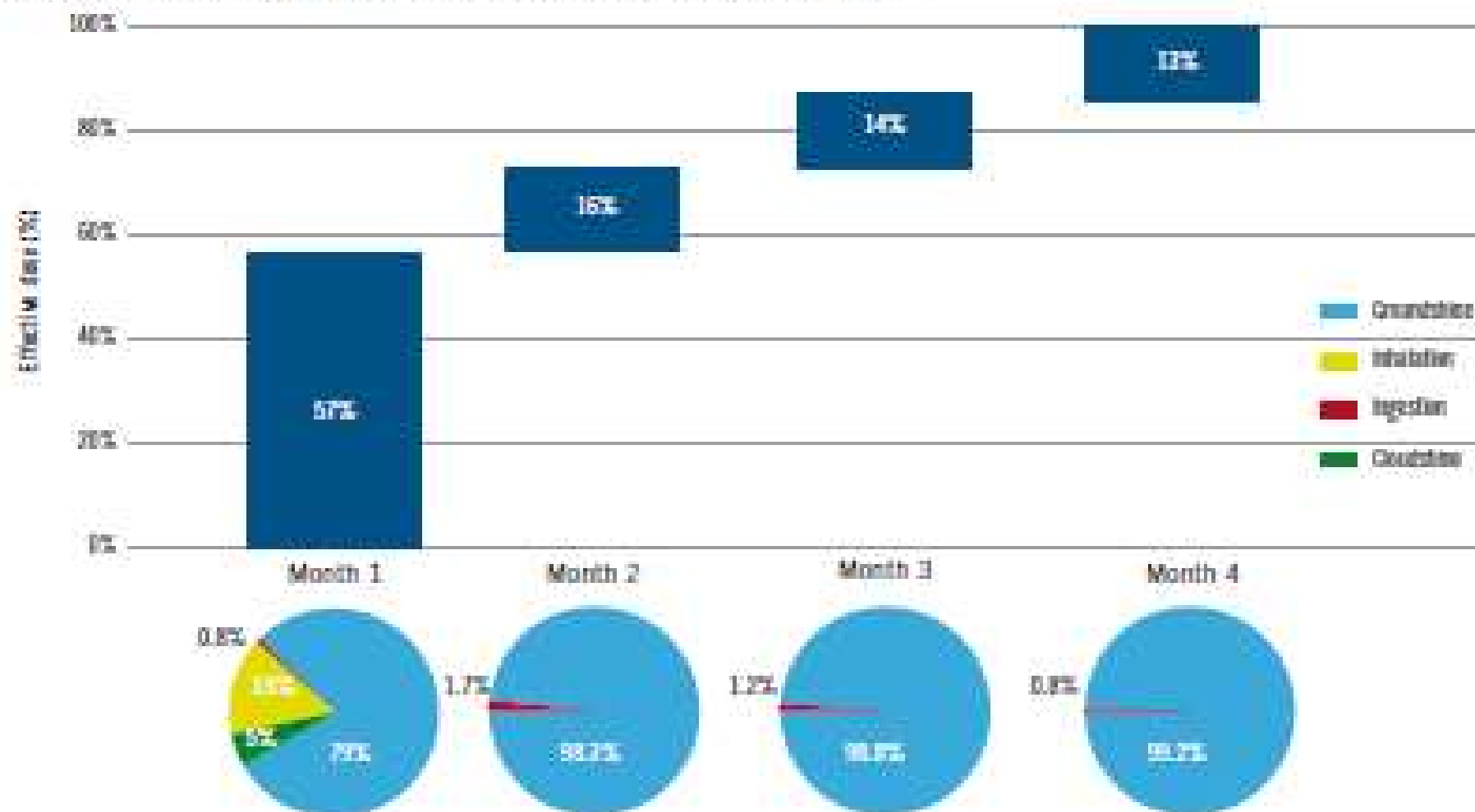
Stima delle dosi equivalenti alla tiroide

- **Prefettura di Fukushima** (*maggior parte delle località*)
 - **Dosi equivalenti alla tiroide nel 1° anno per tutti i gruppi di età: 10 – 100 mSv**
 - **Città di Namie: Dosi al gruppo di età < 1 anno: 100 -200 mSv** (il **contributo più significativo** è dovuto all'**inalazione** di radioisotopi dello I dalla nube, solo una relocation molto rapida - prima dell'arrivo della nube - avrebbe potuto minimizzare questo contributo; il contributo dell'ingestione è stato invece stimato < 40 mSv)
Per le **località della prefettura di Fukushima più distanti** dal sito dell'incidente il **contributo dominante** alla dose alla tiroide è dato dall'**ingestione** di alimenti
- **Altre prefetture del Giappone**
 - **Dosi equivalenti alla tiroide nel 1° anno per tutti i gruppi di età: 1 – 10 mSv** (ingestione)
- **Nazioni confinanti / Resto del mondo**
 - **Dosi equivalenti alla tiroide nel 1° anno per tutti i gruppi di età: < 0.01 mSv** (ingestione)

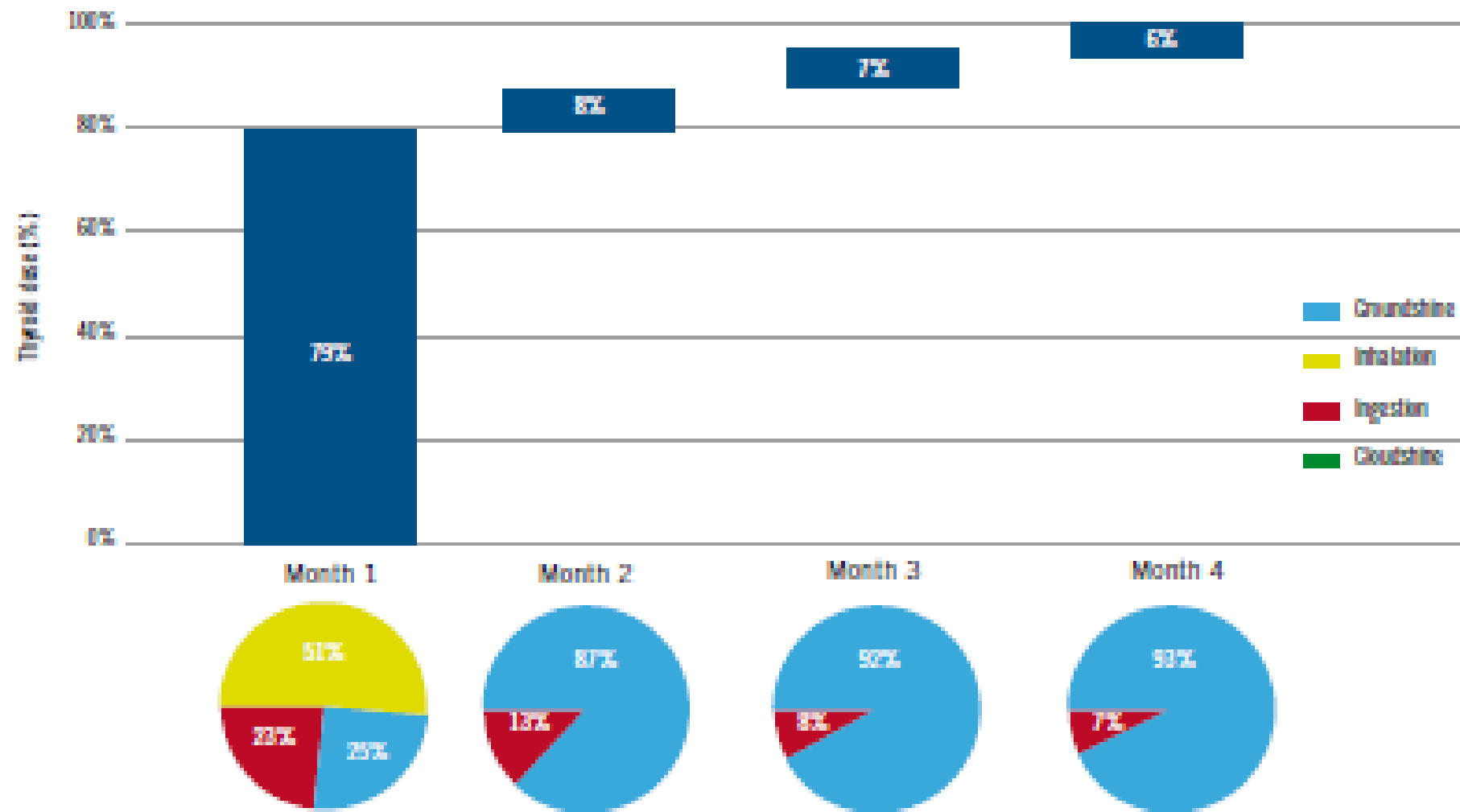
Location	Committed equivalent dose to thyroid in first year following accident, mSv								
	Adult Dose band, key pathways to nearest 10% ^{2,3}			Child (10 years) Dose band, key pathways to nearest 10% ^{2,3}			Infant (1 year) Dose band, key pathways to nearest 10% ^{2,3}		
Fukushima prefecture, more affected locations (examples only, for location of measurements used see Figure 3)									
Futaba county, Namie town (committed dose from the first four months only ²)	10-100	Inhalation External (groundshine) Ingestion	50% 40% 10%	10-100	Inhalation External (groundshine) Ingestion	60% 30% 10%	100-200	Inhalation External (groundshine) Ingestion	50% 30% 20%
Soma county, Itate village (committed dose from the first four months only ²)	10-100	Inhalation External (groundshine) Ingestion	40% 40% 20%	10-100	Inhalation External (groundshine) Ingestion	50% 30% 20%	10-100	Inhalation Ingestion External (groundshine)	40% 40% 20%
Futaba county, Katsurao village (committed dose from the first four months only ²),	10-100	Ingestion Inhalation External (groundshine)	40% 40% 30%	10-100	Ingestion Inhalation External (groundshine)	50% 30% 20%	10-100	Ingestion Inhalation External (groundshine)	60% 30% 10%
Minami Soma city	10-100	External (groundshine) Ingestion Inhalation	40% 40% 20%	10-100	Ingestion External (groundshine) Inhalation	50% 30% 20%	10-100	Ingestion External (groundshine) Inhalation	60% 20% 20%
Futaba county, Naraha town	10-100	Ingestion External (groundshine) Inhalation	40% 40% 20%	10-100	Ingestion External (groundshine) Inhalation	50% 30% 20%	10-100	Ingestion External (groundshine) Inhalation	70% 20% 10%
Iwaki city	1-10	Ingestion External (groundshine)	80% 20%	10-100	Ingestion External (groundshine) Inhalation	80% 10% 10%	10-100	Ingestion External (groundshine)	90% 10%
Rest of Fukushima prefecture (less affected)	1-10	Ingestion External (groundshine) Inhalation	80% 10% 10%	10-100	Ingestion External (groundshine)	90% 10%	10-100	Ingestion External (groundshine)	90% 10%
Neighbouring Japanese prefectures ⁴	1-10	External (groundshine) Ingestion Inhalation	40% 30% 30%	1-10	Ingestion External (groundshine) Inhalation	40% 30% 30%	1-10	Ingestion External (groundshine) Inhalation	60% 20% 20%
Rest of Japan ⁵	1-10	Ingestion External (groundshine)	90% 10%	1-10	Ingestion	100%	1-10	Ingestion	100%
Neighbouring countries ⁶	<0.01	Ingestion External (groundshine)	90% 10%	<0.01	Ingestion External (groundshine)	90% 10%	<0.01	Ingestion	100%
Rest of the world	<0.01	Ingestion Inhalation External (groundshine)	70% 20% 10%	<0.01	Ingestion Inhalation External (groundshine)	70% 20% 10%	<0.01	Ingestion Inhalation External (groundshine)	80% 10% 10%

Figure 6. Temporal distribution of the dose to a child aged 10 years living in the most affected locations of the Fukushima prefecture over the first 4 months following the accident: (a) effective dose and (b) thyroid dose

6a. Cumulative effective dose, including relative pathway contribution



6b. Cumulative thyroid dose, Including relative pathway contribution





Rapporto scientifico UNSCEAR

UNSCEAR

United Nations Scientific Committee

1. United, Prot. 30 (2012) N113-N113

[doi:10.1017/S0022258112000113](https://doi.org/10.1017/S0022258112000113)

NOTE

Preparing a scientific report to the General Assembly on 'Exposures due to the nuclear accident following the Great East-Japan earthquake and tsunami'

Wolfgang Weiss

Chair of UNSCEAR, Vienna International Centre, PO Box 500, A-1400 Vienna, Austria
and
Federal Office for Radiation Protection (BfS), Department of Radiation Protection and Health,
Institutenstraße 1, D-52504 Greinbachhausen, Germany

E-mail: weiss@bfs.de

Received 30 January 2012, accepted for publication 1 February 2012

Published 6 March 2012

Online at stacks.iaea.org/IR/93/N113

Abstract

At its 58th session in May 2011, the United Nations Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) decided to carry out, once sufficient information was available, a full assessment of the levels of exposure and radiation risks attributable to the Fukushima accident. It envisaged a preliminary document for consideration at its 59th session in May of 2012 and a more complete report for the 60th session of the Committee in 2013. This paper summarizes the aims and objectives of the project, the scope, the working arrangements as well as the relation of the work to other activities.

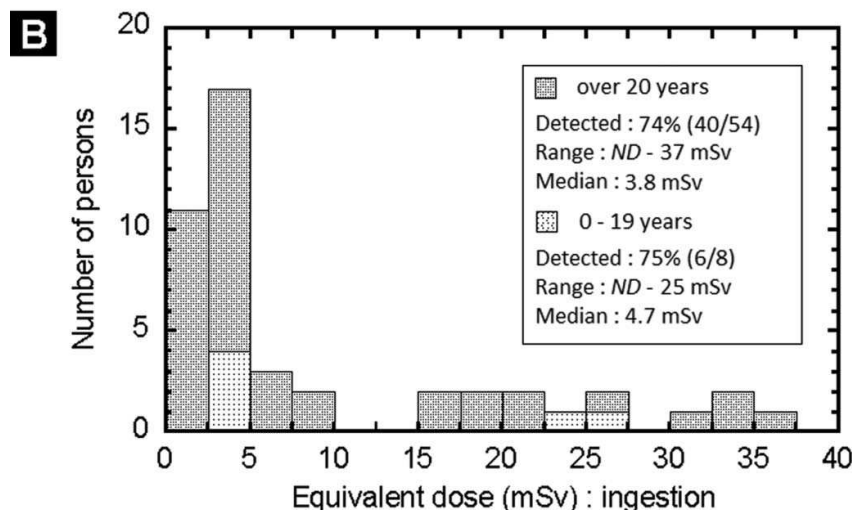
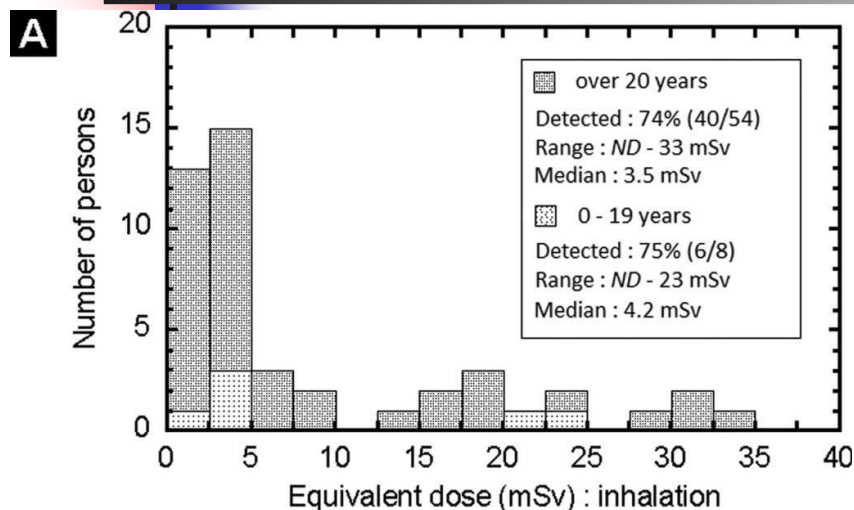
- Anche **UNSCEAR** ha intrapreso uno studio approfondito per la valutazione delle dosi di radiazioni ricevute dalla popolazione e degli eventuali effetti sulla salute e sull'ambiente.
- Nel **settembre 2012** è prevista la presentazione di un **rapporto preliminare all'Assemblea generale delle Nazioni Unite**, mentre la pubblicazione del **rapporto completo** è attesa per il **2013**

Misurazioni di attività in tiroide



- Nei **primi giorni successivi all'incidente**, una delle principali preoccupazioni è stata rappresentata dall'**esposizione della ghiandola tiroide dei bambini** allo iodio radioattivo rilasciato dall'impianto. Data la breve emivita dello I 131 (8 g) è stato necessario effettuare le misure al più presto
- Sono noti i **risultati delle misure dell'attività in tiroide su 1149 bambini e ragazzi** di età < 15 anni residenti nelle città di Iwaki, Kawamata e nel villaggio di Iitate **effettuate dal 24 al 30 marzo 2011** con una sonda a NaI di 1 x 1"
- E' stata **rilevata la presenza di radioattività in tiroide in oltre il 50%** dei soggetti sottoposti ad indagine; **nell'1% dei casi il rateo di dose ha superato 0.04 $\mu\text{Sv/h}$, con un max di 0.07 $\mu\text{Sv/h}$, considerato equivalente ad una dose alla tiroide di 35 mSv**
- Queste misurazioni possono essere solo considerate come test di screening per cui sono necessarie misurazioni più dettagliate

Misurazioni di attività in tiroide



Nell'ambito di una **ricerca di più piccole dimensioni** (www.nature.com SCIENTIFIC REPORTS | 2 : 507 | DOI: 10.1038/srep00507 – *Thyroid doses for evacuees from the Fukushima nuclear accident - Shinji Tokonami, Masahiro Hosoda et al*), sono state effettuate misure della radioattività tiroidea in 62 persone di età compresa tra 0 e 83 anni nel periodo tra il 12 e il 16 aprile con una sonda di 3x3"

Le **dosi equivalenti in tiroide variano da 0 a 33 mSv**, con una dose equivalente mediana per gli individui < 20 anni di età di 4.2 mSv e di 3.5 mSv per gli adulti.

Assumendo che **l'esposizione della tiroide sia dovuta pressoché esclusivamente all'inalazione di I radioattivo** (l'esposizione interna per ingestione può essere considerata trascurabile a seguito del bando del consumo di alimenti, specialmente latte, di produzione locale), la dose alla tiroide può essere stimata anche sulla base della storia residenziale e da informazioni circa il tempo trascorso indoor e outdoor

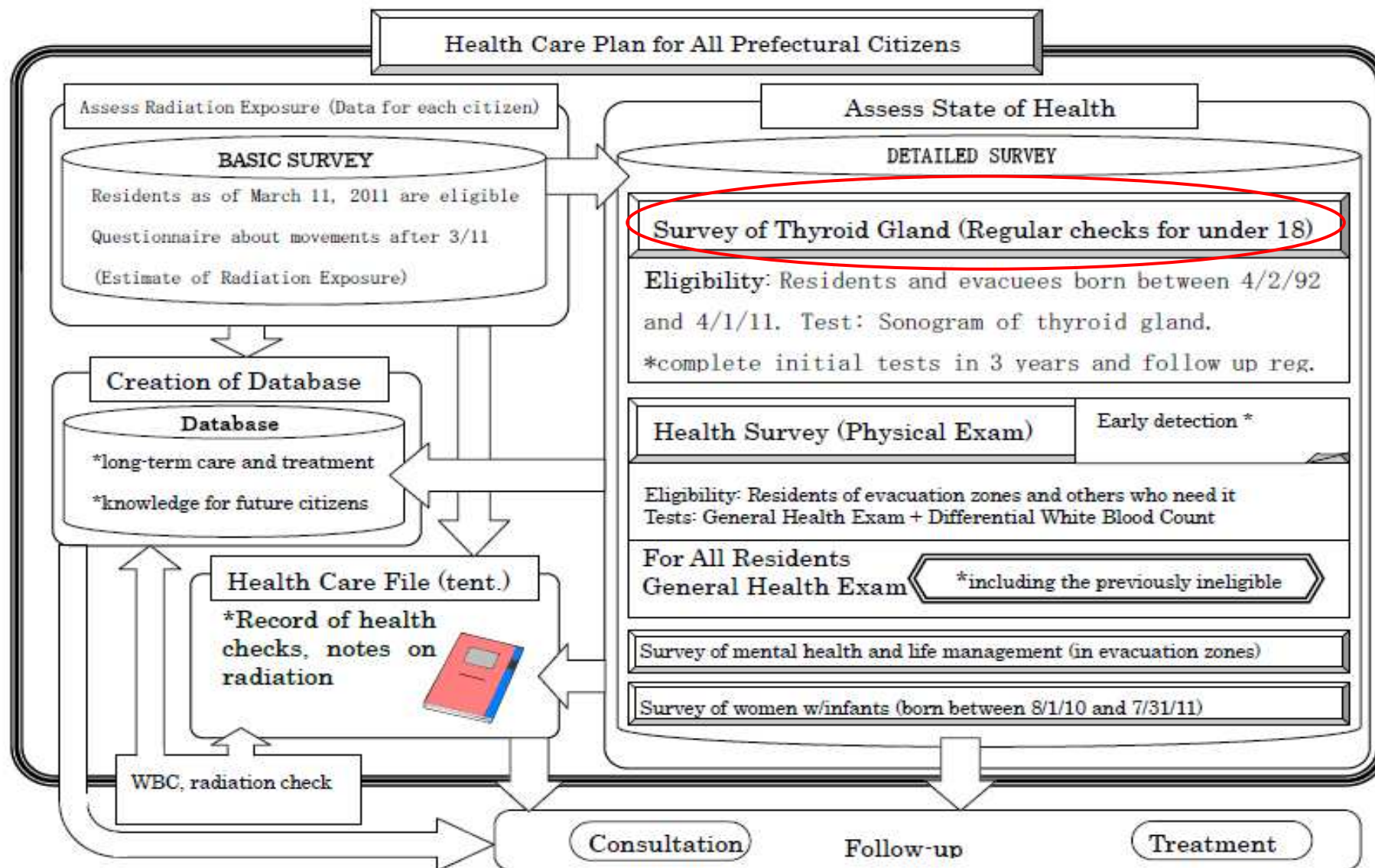
Un'altra importante variabile è l'assunzione o meno di Iodio stabile, che però è stato somministrato ad un numero molto limitato di persone

Misurazioni di attività in tiroide

Table 2 | Estimation of possible thyroid equivalent dose for children using the assumed maximum atmospheric I-131 concentration

Age	Breathing volume per 4 h (m ³)	Total I-131 intake (kBq)	Thyroid dose coefficient ¹⁶ (mSv·kBq ⁻¹)	Thyroid dose (mSv)
3 months	0.48	10.9 ± 0.9	3.3	36 ± 3
1 year	0.86	19.7 ± 1.6	3.2	63 ± 5
5 years	1.45	33.4 ± 2.6	1.9	63 ± 5
10 years	2.55	58.5 ± 4.6	1.0	56 ± 4
15 years	3.35	76.9 ± 6.1	0.6	48 ± 4

- **Usando la massima concentrazione atmosferica rilevata di I 131, la dose equivalente alla tiroide per i differenti gruppi di età dovuta ad inalazione di radioiodio potrebbe eccedere i 50 mSv**
- Sarebbe pertanto necessario, secondo gli autori, identificare i bambini e gli adolescenti che, per la loro residenza e le caratteristiche dell'esposizione (tempo trascorso all'aperto durante l'arrivo della nube) potrebbero aver avuto la maggiore esposizione, al fine di sottoporli a controlli periodici

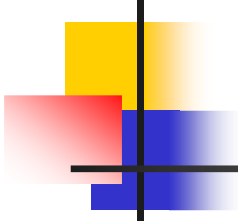


Il **Detailed Survey** comprende tra l'altro **l'esame ecografico della tiroide** dei ragazzi della Prefettura di Fukushima di età compresa tra 0 e 18 anni al momento dell'incidente (circa 360000). E' prevista l'effettuazione di ecografia tiroidea ogni 2 anni fino ai 20 anni e successivamente ogni 5 anni (a meno che non vengano riscontrate anomalie)

Primi risultati del programma di screening tiroideo mediante ecografia



- I risultati dei primi **38114 esami** (effettuati su quasi l'80% dei 47766 **residenti di aree geografiche interessate da contromisure di evacuazione** quali Tamura, Minamisoma, Date, Kawamata, Hirono, Naraha, Tomioko, Kawauchi, Okuma, Futaba, Namie, Katsurao e Iitate) sono stati resi noti nel 6° rapporto del programma di sorveglianza rilasciato alla fine del mese di aprile 2012, disponibile in inglese
- Il metodo di indagine prevede che - nel caso all'esame ecografico preliminare sia evidenziata una massa (nodulo/cisti tiroidea) che supera determinate dimensioni - venga effettuata un'indagine di secondo livello comprendente un esame ecografico più dettagliato, esami del sangue e urine e, se necessario, agobiopsia della lesione evidenziata presso l'Ospedale universitario di Fukushima



Primi risultati del programma di screening tiroideo mediante ecografia

Risultati preliminari

A 1	Assenza di nodulo/cisti	24468	64.2%
A 2	Presenza di noduli < 5 mm o cisti < 20 mm	13460	35,3%
B	Presenza di noduli > 5.1 mm o cisti > 20 mm	186	0.5%
C	Necessità immediata di indagine di secondo livello	0	0%

I soggetti appartenenti alle classi **A1** e **A2** saranno sottoposti ad **ulteriore controllo alla fine della prima tornata di esami di primo livello** (dopo il 2014).

I soggetti appartenenti alle classi **B** e **C** sono stati **avviati ad esami di secondo livello**.



Primi risultati del programma di screening tiroideo mediante ecografia

Noduli > 5.1 mm	184	0.48%	Totale noduli: 386 (1%)
Noduli < 5.0 mm	202	0.53%	
Cisti > 20.1 mm	1	0.003%	Totale cisti: 13380 (35.1%)
Cisti < 20 mm	13379*	35.1%	

* in particolare 12414 cisti < 5 mm e 969 cisti > 5 e < 20 mm.

E' considerevole la prevalenza di formazioni cistiche < 20 mm a carico della tiroide soprattutto se comparata con i rilievi di passate indagini (Yamashita 1993: 0.8%; Mazzaferri NEJM 1993: "*few incidences of thyroid nodules and cysts at birth, gradual increase past age 5. By age 20 1/10 has thyroid nodules or cysts*"; 0.5% prevalence of cysts in 16000 children of the Gomel region)

Fukushima Prefectural People's Health Management Survey – Outline

	Subjects	Method	Survey Items
Basic Survey	All Prefectural Citizens	Mail-in survey	Record of activities since March 11, food and drink consumed, etc.
Detailed Survey	Thyroid examination	Those between 0 and 18 years of age on March 11 (born between April 2, 1992 and April 1, 2011) (All prefecture)	Method of examination Ultrasound examination
	Physical examination	<u>All residents in evacuation etc. areas, as well as those deemed necessary [to be examined] as a result of the basic survey. *</u>	Method of examination Height, weight, abdominal circumference, blood pressure; Urine (urine protein, urine glucose) Blood sample: blood count (red blood cell count, hematocrit, hemoglobin, platelet count, white blood cell count, differential leukocyte count); Blood biochemistry (AST, ALT, γ -GTP, TG, HDL-C, LDL-C, HbA1c)
	Written survey (Adults)	Those born up to April 1, 1995	Mail-in survey (filled in by self) Lifestyle, past history, family history, history of medical exposure to radiation, impact of earthquake disaster, emotional health, perceived health impact from radiation, menstruation history/history of giving birth (females only)
	(Child (3))	Those born between April 2, 1995 and April 1, 1998 (in junior high school on March 11)	Mail-in survey (filled in part by self) Lifestyle, experienced earthquake disaster: yes/no (filled in by self) Past history, history of medical exposure to radiation, emotional health (filled in by guardian)
	(Child (2))	Those born between April 2, 1998 and April 1, 2004 (in elementary school on March 11)	Mail-in survey (filled in by guardian) Lifestyle, past history, history of medical exposure to radiation, experienced earthquake disaster: yes/no, emotional health
	(Child (1))	Those born on or after April 2, 2004 (preschool or younger on March 11)	Mail-in survey (filled in by guardian) Lifestyle, past history, history of medical exposure to radiation, experienced earthquake disaster: yes/no, emotional health (only for those 4 years of age and older)
	Pregnant & parturient women	Those given maternal and child health handbooks in cities, towns and villages within the prefecture	Mail-in survey (filled in by self) History of pregnancies, past history, breastfeeding yes/no, prenatal health examinations since the earthquake disaster: health during pregnancy, birth since the earthquake disaster, health of the newborn, method of nourishing the child

Insieme con gli esami tiroidei, fa parte del **Detailed Survey** la **sorveglianza sullo stato di salute generale** di circa **210000 persone** (popolazione soggetta a provvedimenti di evacuazione, coloro per cui risulti necessario/raccomandabile).

Il programma è così articolato: residenti di età **< 6 anni**: Altezza, peso, Emocromo completo

6 - 18 anni: Altezza, peso, Emocromo completo, Glicemia, creatinina, uricemia, transaminasi, γ -gt, trigliceridi, colesterolo HDL e LDL, HbA1c

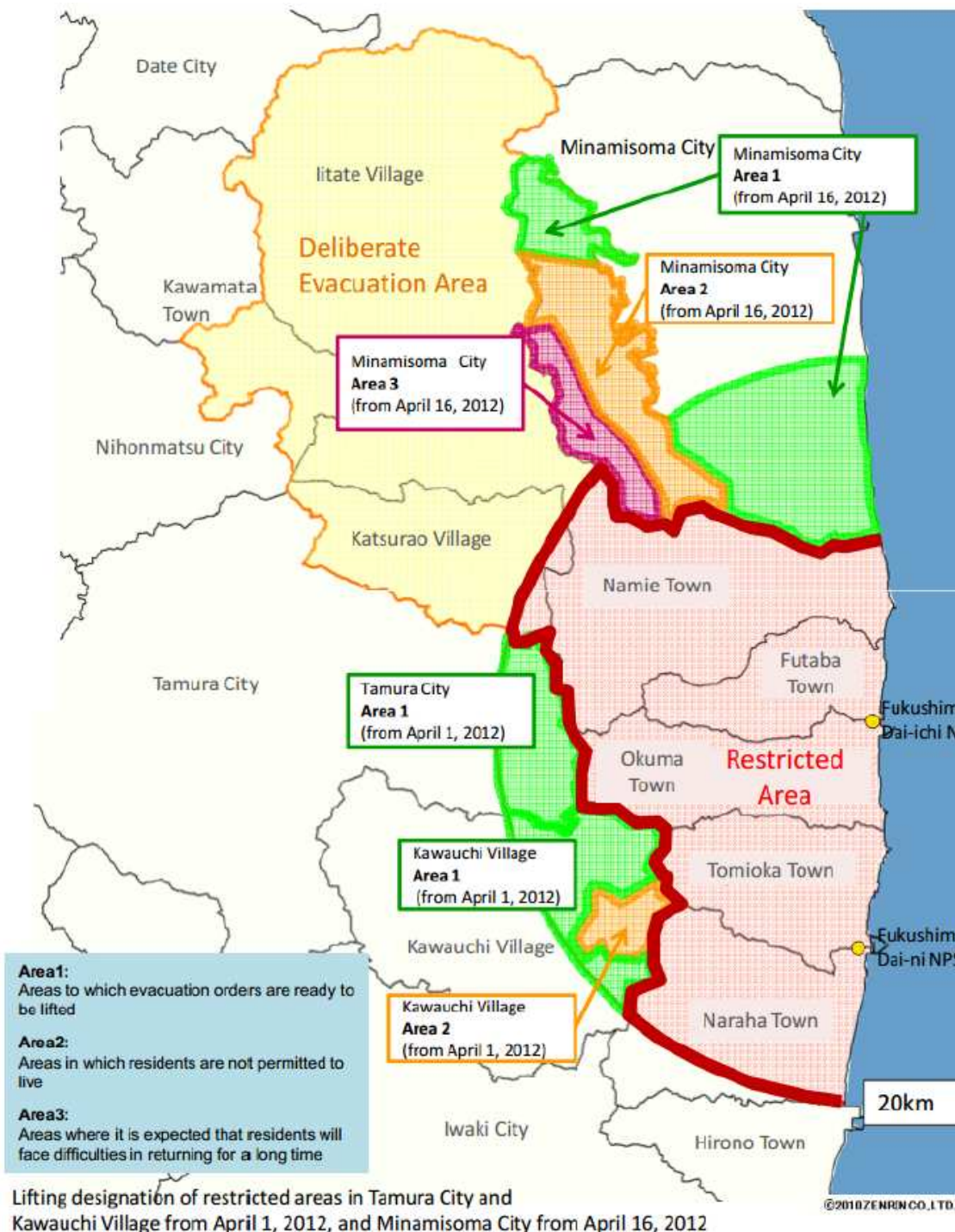
> 19 anni: Altezza, peso, circonferenza addominale, Pressione arteriosa, Emocromo completo, glicemia, proteine totali, sangue occulto nelle feci



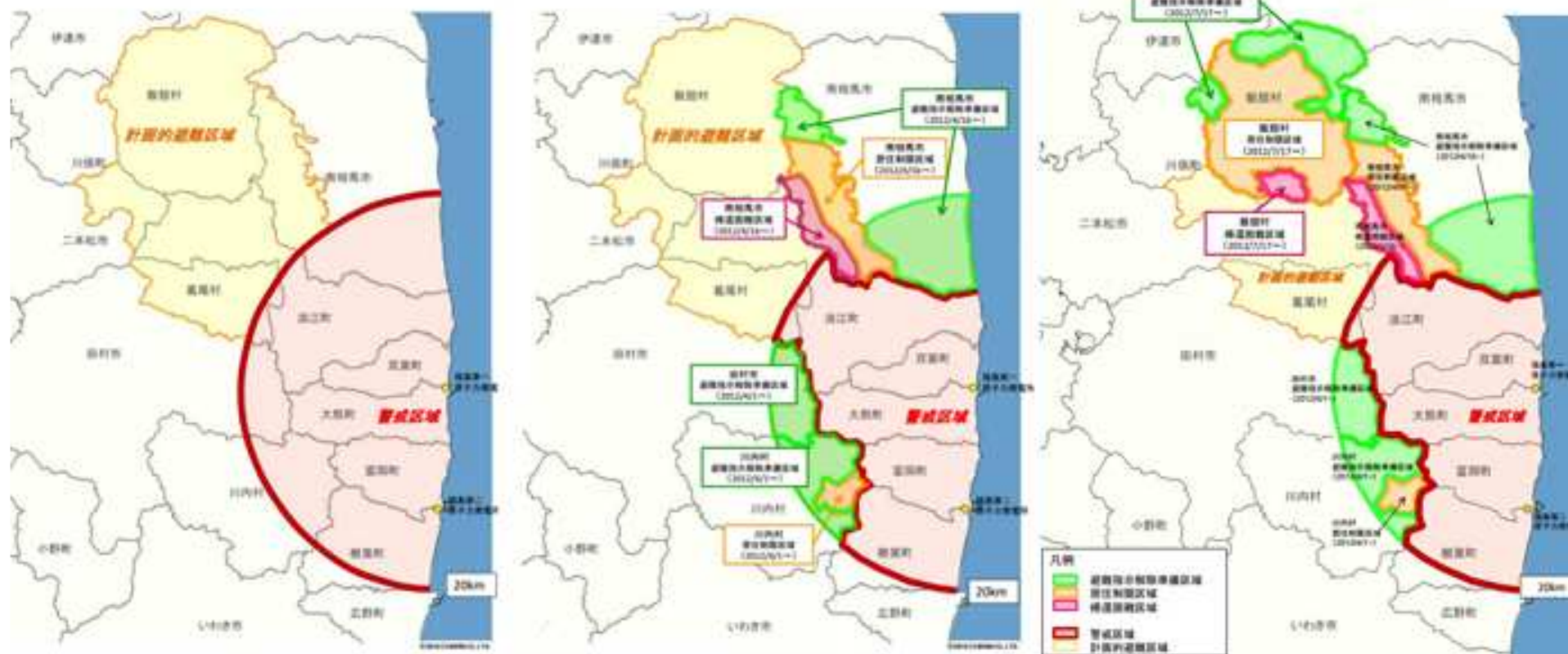
Studi epidemiologici

- Programmato uno **studio di mortalità** di una **coorte di residenti** della prefettura di Fukushima. Sarà importante la raccolta di dettagliate informazioni sullo stile di vita (fumo, alcool, dieta, esposizioni professionali, ecc.) e sulle eventuali esposizioni a r.i. per scopi medici (in Giappone, dopo gli USA, vi è la maggiore frequenza di es. TAC con possibilità quindi di esposizioni molto significative e sicuramente superiori a quelle ricevute in occasione dell'incidente)
- Da parte del Ministero dell'Ambiente giapponese è stato programmato uno studio di **follow – up di 6900 donne in gravidanza** al momento dell'incidente e dei loro figli
- E' anche in corso un programma di **valutazione della salute mentale** di circa 200000 residenti della prefettura di Fukushima attraverso un questionario
In particolare, 30000 residenti nelle città di Iwate, Miyagi e Fukushima che per la loro residenza e le caratteristiche dell'esposizione (tempo trascorso all'aperto) potrebbero avere avuto la maggiore esposizione, sono seguiti più da vicino per studiare l'impatto sulla salute mentale del terremoto e tsunami

Strategia per il rientro alle loro abitazioni della popolazione evacuata



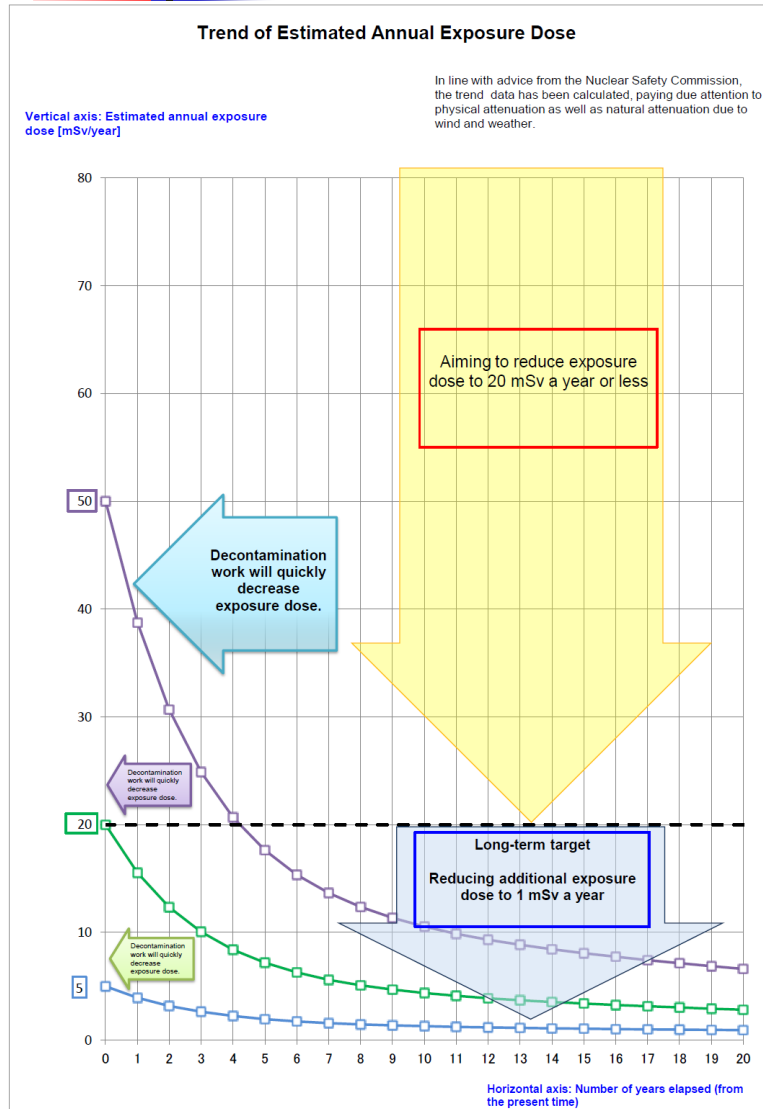
- Nel gennaio 2012 le autorità giapponesi hanno annunciato che dal mese di aprile 2012 sarebbe stata annullata la zona di interdizione di 20 km di raggio, sostituita dalla **creazione di tre nuove aree**:
- Una **zona di preparazione al rientro** che comprende i territori in cui la dose annuale potenzialmente ricevuta per esposizione esterna da radionuclidi depositati al suolo è compresa tra **1 e 20 mSv/anno**, queste zone verranno sottoposte prioritariamente a **interventi di decontaminazione (a carico delle autorità locali comuni e prefettura)** al fine di avvicinarsi il più possibile al livello di 1 mSv/anno
- Una **zona con limitazione alla residenza** che comprende i territori in cui la dose annuale è compresa tra **20 e 50 mSv/anno**. In questi territori verranno messi in atto interventi di decontaminazione (**a carico del governo centrale**) per portare il livello di esposizione al di sotto dei 20 mSv/anno e permettere così il rientro dei residenti
- Una **zona in cui il rientro è considerato difficile** che comprende i territori (NW) in cui la **dose annuale supera 50 mSv/anno**. Non ne è previsto il recupero per almeno 10 anni



The evolution of evacuation areas around Fukushima Daiichi.
From left to right: as of April 2011; changes made on 1 and 16 April 2012; and changes made on 17 July 2012

- An area to which people may return but not stay overnight. No protective equipment required.
- A 'restricted' area; dose rate of 20-50 millisieverts per year. Entry for specific purposes, no protective equipment required.
- A 'difficult' area; dose rate of over 50 millisieverts per year. Entry in the public interest only.
- Fully evacuated area
- Planned evacuation area

Attività per la riduzione della contaminazione ambientale



- Quanto alla **decontaminazione degli ambienti di vita**, le autorità giapponesi hanno definito una serie di **obiettivi per il recupero degli ambienti di vita** al fine di permettere ai residenti di ritornare ad occuparli
- **L'obiettivo minimo** è quello di **ridurre l'esposizione a meno di 20 mSv/anno** in tutte le aree, mentre **in aree particolarmente sensibili** quali quelle frequentate da bambini (asili, scuole, ecc.) **l'obiettivo** è quello di mantenere **l'esposizione al di sotto di 1 mSv/anno**
- **L'obiettivo a più lungo termine** è arrivare a garantire un livello di **esposizione < 1 mSv/anno in tutte le aree**

Basic Concept for Pushing Ahead with Decontamination Work

Vertical axis Annual dose
[mSv / y]

Principles set by ICRP

Basic Concept for Pushing Ahead with Decontamination Work (August 26, 2011, Decision by the Nuclear Emergency Response HQs)

100 mSv/y

Emergency exposure situation
[Planned evacuation zone, Restricted zone]
Those when require emergency activities such as nuclear accident.

Aiming to reduce exposure dose to 20 mSv/y or less.

- ❑ The national government will take the initiative in decontamination work until local resident return home.

20 mSv/y

Existing exposure situations
Long-term exposure after emergency situation

Long-term goal
Reducing additional exposure dose 1 mSv/y a year

[Higher dose]
Require area decontamination associated with large scale works.

[Lower dose]
Decontamination focused on rainwater gutter and side gutters

- ❑ Municipalities develop and conduct decontamination plans
- ❑ The national government sends experts and provides fiscal support for more effective decontamination work.

1 mSv/y

Attività per la riduzione della contaminazione ambientale



- Per raggiungere questi obiettivi le autorità locali e regionali hanno organizzato **squadre speciali di decontaminazione** in grado di mettere in atto provvedimenti quali la **rimozione di strati superficiali di suolo** da aree quali cortili, parchi, ecc.; **lavaggio a pressione di edifici** (tetti e pareti), **sedi stradali**, ecc.; **pulizia di grondaie e canali di scolo**





Rimozione di strati superficiali di suolo



Pulizia del sottobosco

Decontamination Activities by Model Projects

〈Residential land〉

roof: water cleaning,
cleaning with brush



wall: wiping



Gutter (vertical): high-pressure
water cleaning



Concrete floor:
High-pressure
water cleaning



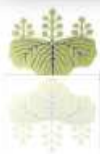
Concrete floor:
Shot blast



Concrete floor:
Surface grinding
machine



Garden: removal
of topsoil



Government of Japan

GOVERNMENT OF JAPAN

Reference: Decontamination model project (JAEA)

27 August 2012 2nd CNS Extraordinary Meeting



3.96 $\mu\text{Sv/h}$



0.91 $\mu\text{Sv/h}$
(50 cm)



5.35 $\mu\text{Sv/h}$



0.88 $\mu\text{Sv/h}$
(50 cm)

Attività per la riduzione della contaminazione ambientale



- Questa strategia di decontaminazione porta inevitabilmente alla **produzione di una grande quantità di rifiuti radioattivi a bassa attività**
- Le stesse autorità giapponesi – che peraltro hanno confermato la strategia di decontaminazione e gli obiettivi da raggiungere – hanno ammesso che **una riduzione di almeno il 40% dei livelli di esposizione alle radiazioni avrà luogo naturalmente entro i primi 2 anni** come risultato sia del decadimento fisico dei radionuclidi che del dilavamento dovuto agli agenti atmosferici

“Interim Storage Roadmap”

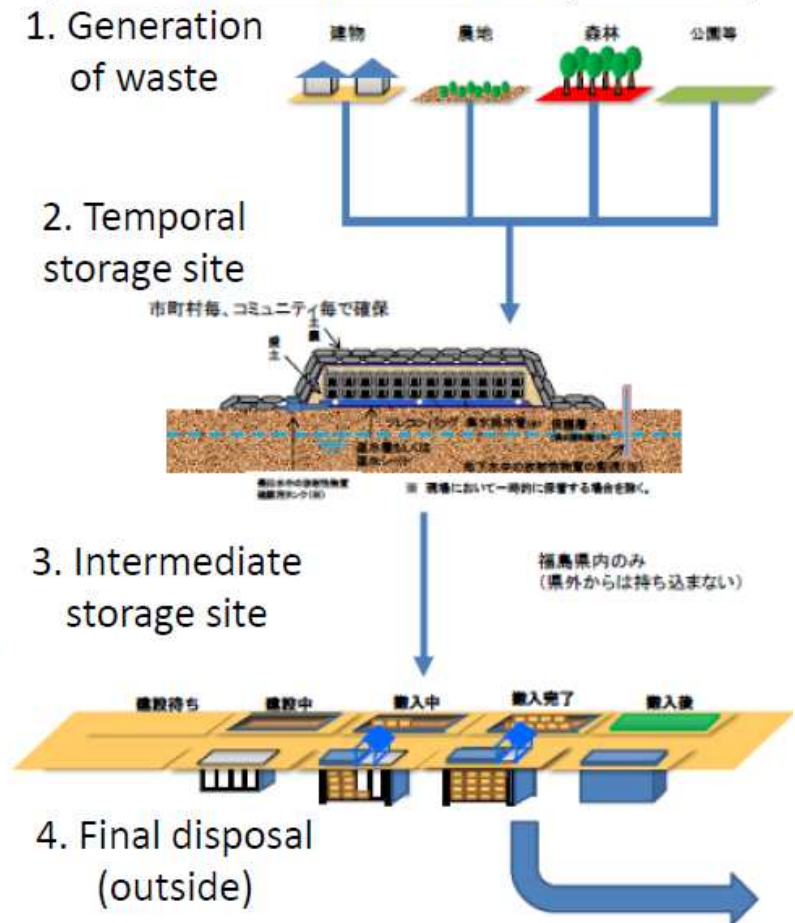
- Temporal storage: about 3 years
 - Placed In each municipality or community
 - In Special Decontamination Areas: MOE builds facilities
 - Other areas: municipalities builds ones with financial and technical support from MOE
- Operation of Interim Storage Facilities:
(start in 3 years, for less than 30 years)
 - Placed in Fukushima Pref. (for waste and soil generated in the pref.)
 - Select site in FY 2012

Negotiation has started with 8 municipalities since January

 - Final disposal: outside Fukushima Pref.
 - Other pref. : use existing waste disposal facilities in each pref.

Released by MOE on Oct 29, 2011

Treatment flow in Fukushima prefecture



Government of Japan

GOVERNMENT OF JAPAN

27 August 2012 2nd CNS Extraordinary Meeting



Grazie per l'attenzione!