



Elio GIROLETTI
dip. di Fisica, Università di Pavia
elio.giroletti@unipv.it

L'ATOMO DEI POVERI

uso delle radiazioni ionizzanti nei paesi in via di sviluppo

- introduzione
- l'atomo che non si vede
 - medicina
 - industria
- l'atomo che non c'è
 - medicina
- cosa si può fare
- conclusioni

INCONTRI DEL MARTEDÌ
9 gennaio 2017





IONIZING RADIATIONS, IR



- radiation: energy transport through space
- directly ionizing (charged)
 - beta: β^- (electron), β^+ (positron)
 - alfa: α ($2p+2n$, He nucleus)
 - heavy particles: protons, ions, etc.
- indirectly ionizing (neutral)
 - electromagnetic waves: X + gamma rays
 - neutrons

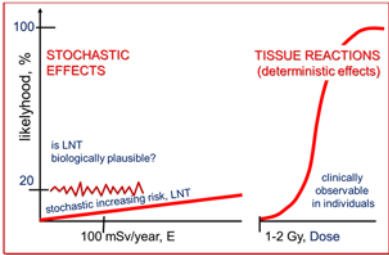




EFFETTI SULL'UOMO

Reazioni tessutali (deterministic): gravità aumenta con dose; esiste soglia di dose; breve latenza; comprendono: *radiodermite, cataratta, sterilità, sindrome acuta da raggi eradioterapia*

Effetti stocastici (probabilistici): si ipotizza relazione lineare senza soglia tra dose e incidenza (LNT, basse dosi); gravità indipendente da dose; casuali e presenti nella popolazione non esposta (>20%); lunga latenza; comprendono: *leucemie, tumori solidi e malattie ereditarie nella progenie*





TISSUE REACTIONS

Atrophic indurated plaque



Hyper & hypo pigmentation, with telangiectasia

(REPORTED BY E. VANO, 1997)

Chronic radiodermatitis in 17 year old female patient after x2 radiofrequency ablation procedures

ICRP

TISSUE REACTIONS

UNIVERSITÀ DI PAVIA

Strambi E. Irradiazioni accidentali, Rep.S.Martino, 1995

necrosi tardiva per errata manipolazione di 7,4 E11 Bq (20 Ci) Ir-192



Radioepidermite essudativa (flittena) con evoluzione necrotica

RADIOPROTEZIONE - principi

UNIVERSITÀ DI PAVIA



1. Giustificazione
2. Ottimizzazione (ALARA)
3. Limiti dose individuale
 - lavoratori e popolazione
 - non per pazienti (LDR)

Protezione dalle radiazioni ionizzanti richiede:

- sorveglianza fisica (1964): *esperto qualificato*
- sorveglianza medica: medico
- protezione pazienti (2000): *esperto in fisica medica*

Elio GIROLETTI
dip. di Fisica, Università di Pavia
elio.giroletti@unipv.it

L'ATOMO DEI POVERI
uso delle radiazioni ionizzanti nei paesi in via di sviluppo

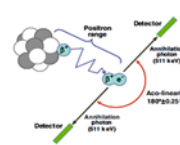
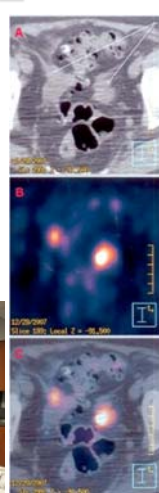
INCONTRI DEL MARTEDÌ
9 gennaio 2017

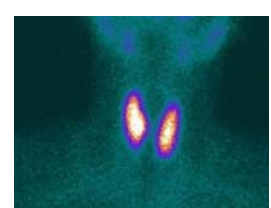
- introduzione
- **l'atomo che non si vede**
 - **medicina**
 - industria
- l'atomo che non c'è
 - medicina
- cosa si può fare
- conclusioni



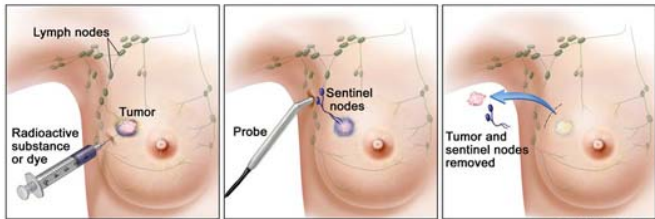
MEDICINA NUCLEARE
in ospedale ...*antimateria!*

atomo radioattivo, legato a molecole specifiche, si concentrano nel tessuto o organi di interesse da cui irraggia



SENTINEL LYMPH NODE



© 2010 Tennessee Williams
U.S. Govt. App. photos rights

Sentinel lymph node biopsy: radioactive atoms are injected near the tumor (first). The injected material is located with a radiation detector (middle). The sentinel node (the first lymph node(s) to take up the material) is removed and checked for cancer cells (last).

<https://www.cancer.gov/about-cancer/diagnosis-staging/staging/sentinel-node-biopsy-fact-sheet>

NUCLEAR MEDICINE

suitable facility



NUCLEAR MEDICINE

poor facility



NUCLEAR MEDICINE - therapy

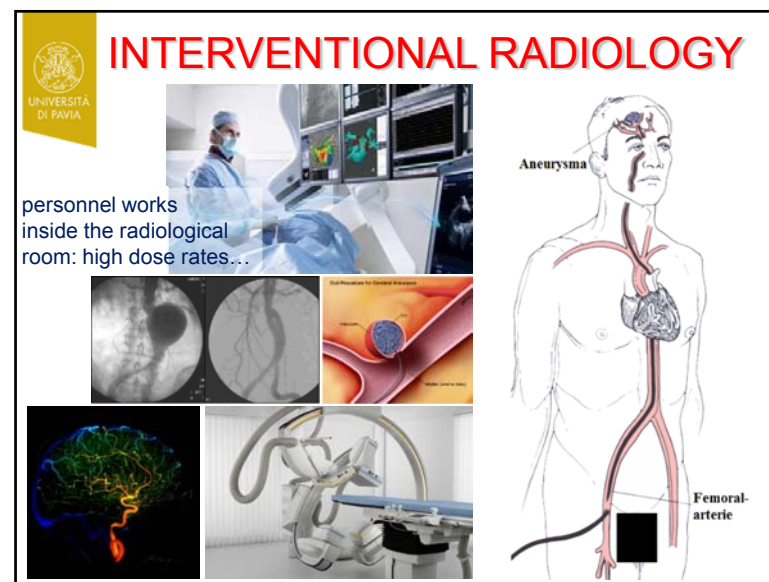
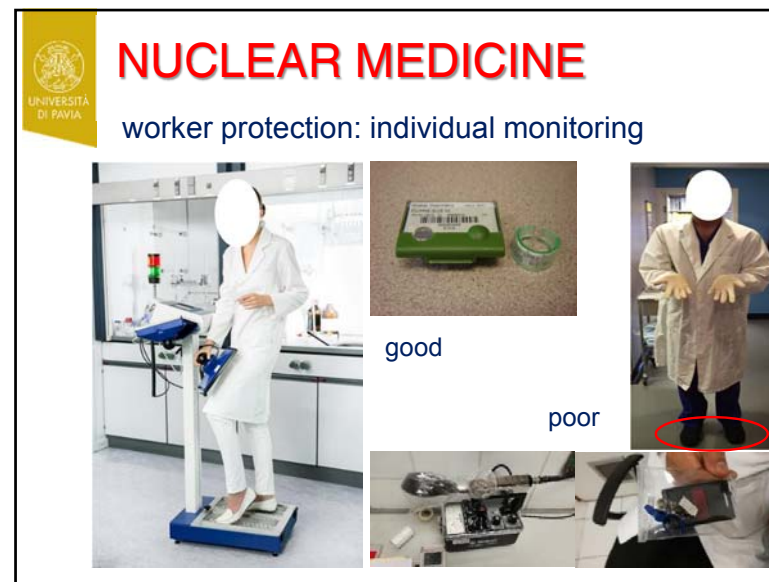
single room + bath or ...multiple?

good

poor



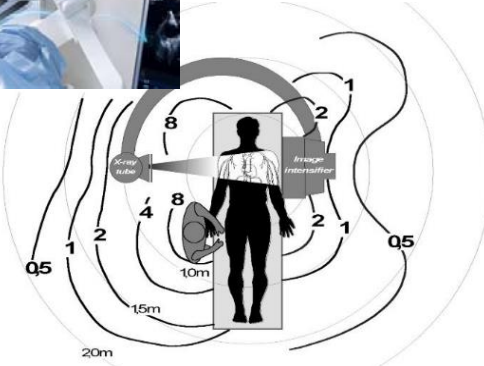
King Faisal Specialist Hospital and Research Center, Riyadh



INTERVENTIONAL RADIOLOGY



personnel works inside the radiological room: high dose rates...



where is the worst position?
... in Italy too!

in high dose mode – dose rates will be mSv/hr (same numerical values)

Elio GIROLETTI
dip. di Fisica, Università di Pavia
elio.giroletti@unipv.it

L'ATOMO DEI POVERI
uso delle radiazioni ionizzanti nei paesi in via di sviluppo

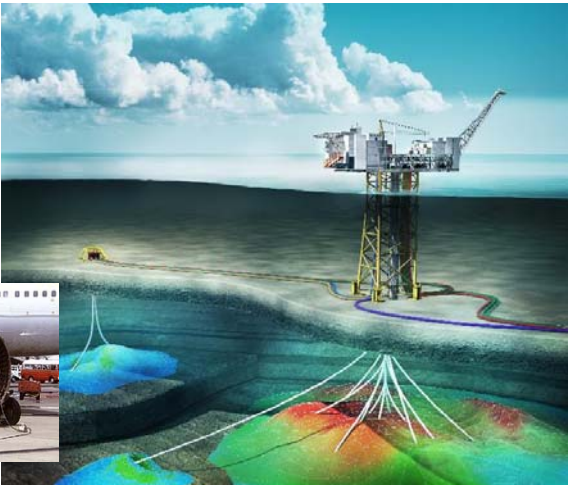
INCONTRI DEL MARTEDÌ
9 gennaio 2017



- introduzione
- **l'atomo che non si vede**
 - medicina
 - **industria**
- l'atomo che non c'è
 - medicina
- cosa si può fare
- conclusioni



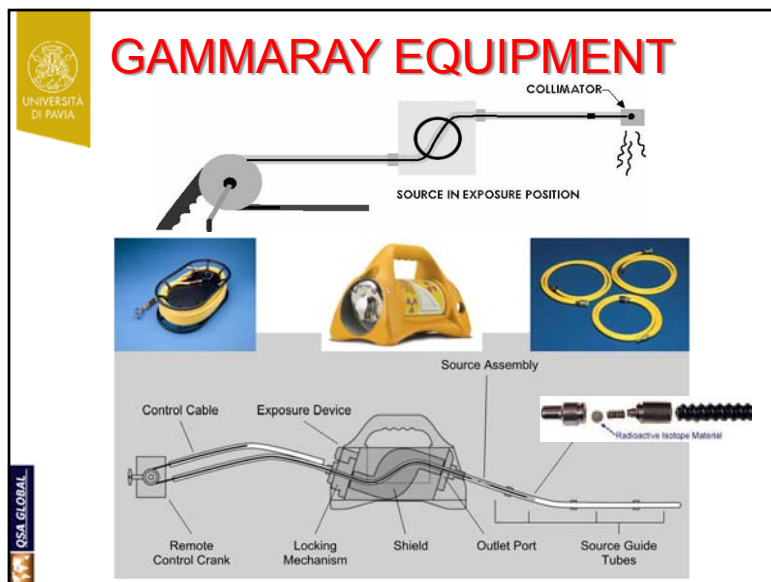
RADIOGRAFIA INDUSTRIALE



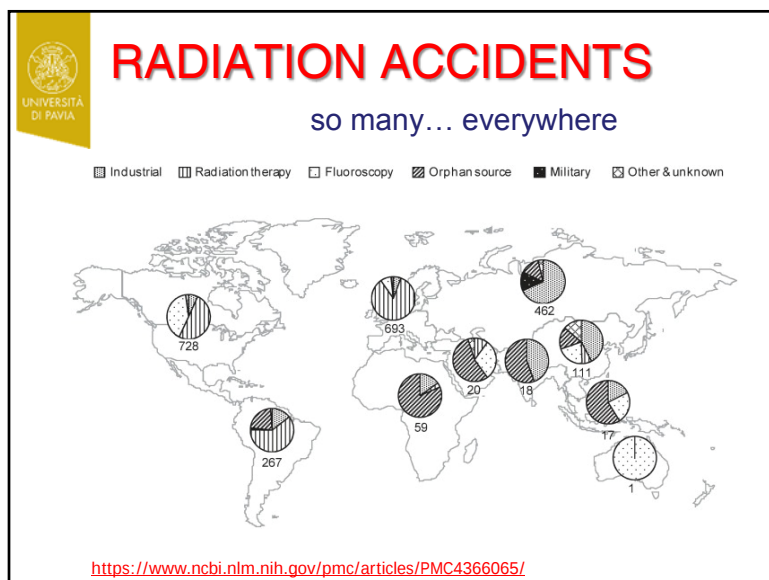
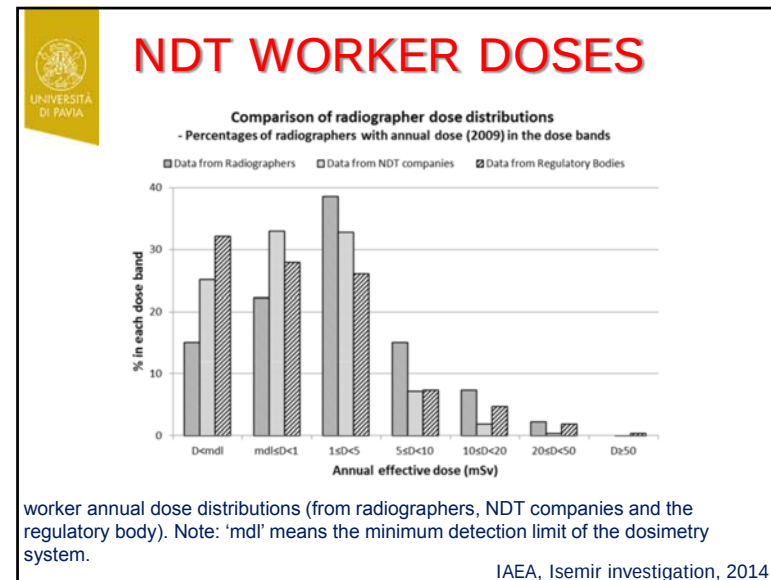

RADIOGRAFIA INDUSTRIALE

considerazioni

- sorgenti radioattive, ^{192}Ir o ^{75}Se :
 - alta attività (tra le più attive “trasportabili”)
 - richiedono autorizzazione: deposito, uso, trasporto e alienazione e security
- ^{192}Ir , 3,7 TBq (100 Ci), $H^*(10) \approx 500 \text{ mSv/h}$ a 1 m
- limiti dose individuale:
 - dose efficace: 20 mSv/anno (media su 5 anni)
 - dose equival. mani: 500 mSv/anno
 - dose efficace popolazione: 1 mSv/anno



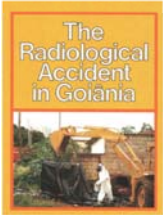






RADIOTHERAPY ACCIDENTS

so many... everywhere






- Insufficient education
- Lack of procedures (QA)
- Lack of supervision (QA)
- Lack of training "unusual" situations
- Lack of a "safety culture"

<https://www-news.iaea.org/Default.aspx>



Elio GIROLETTI
dip. di Fisica, Università di Pavia
elio.giroletti@unipv.it

L'ATOMO DEI POVERI

uso delle radiazioni ionizzanti nei paesi in via di sviluppo

introduzione
l'atomo che non si vede ...

- medicina
- industria

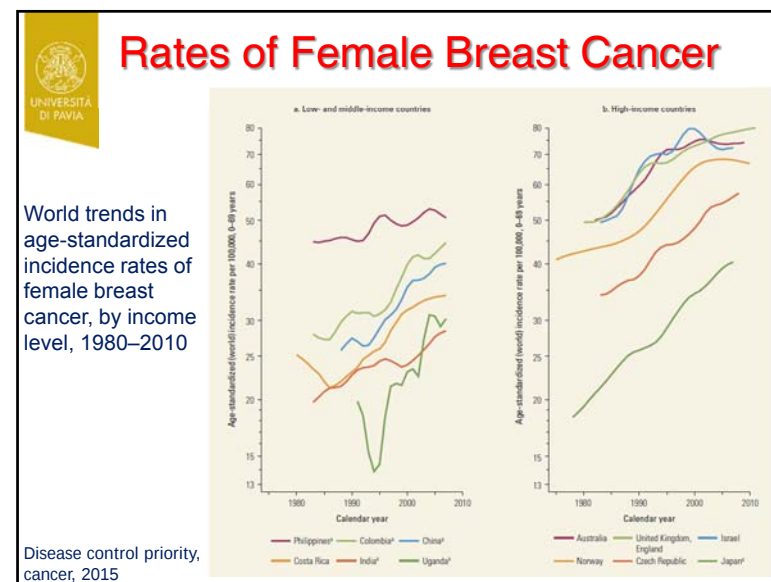
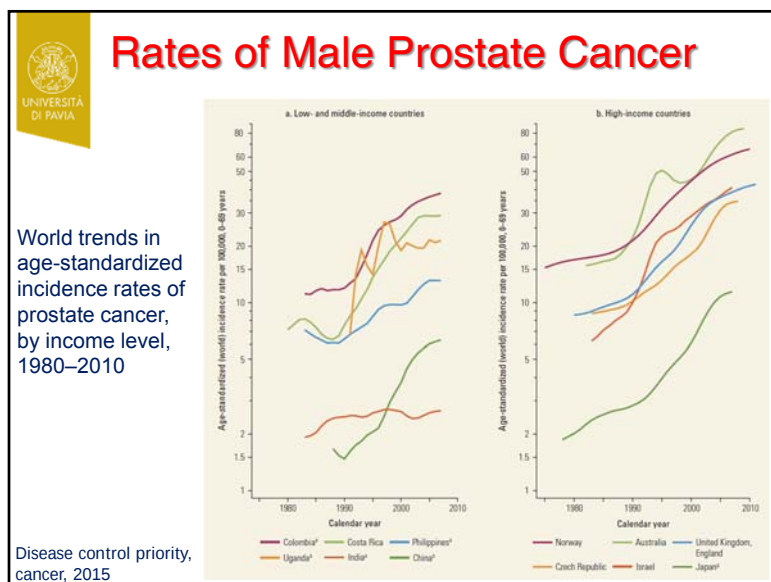
l'atomo che non c'è

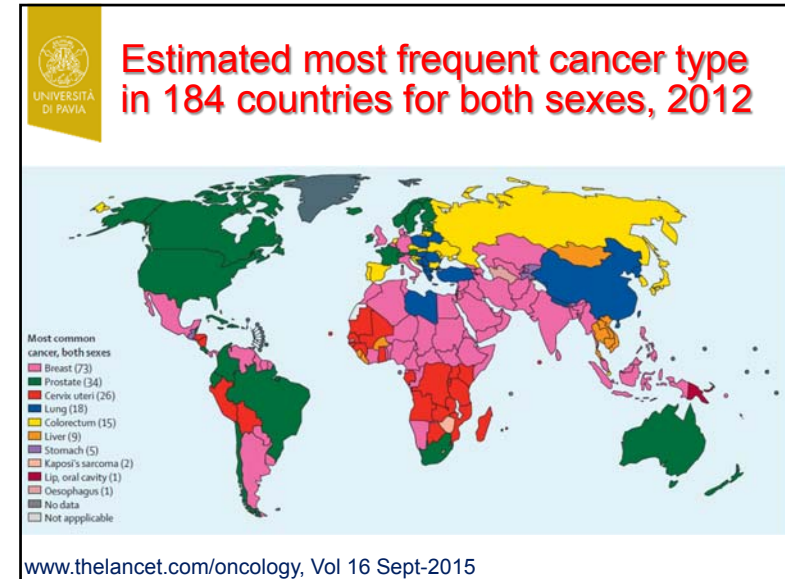
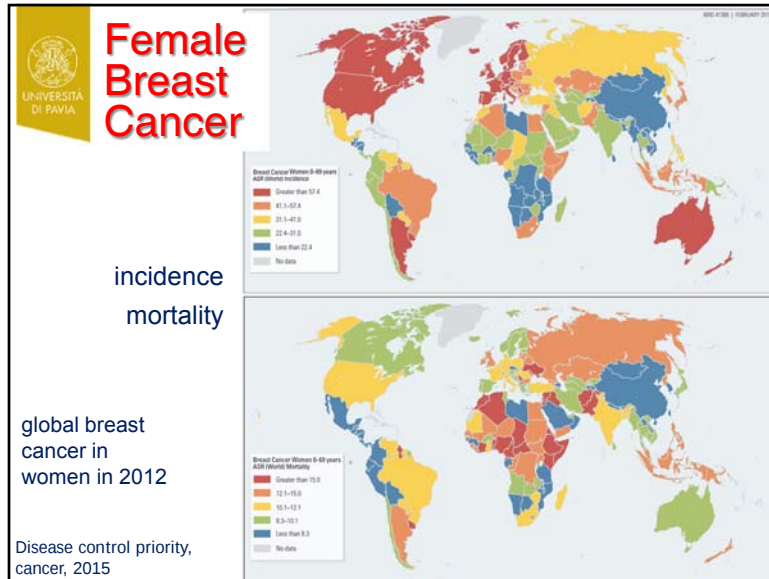
- medicina

cosa si può fare



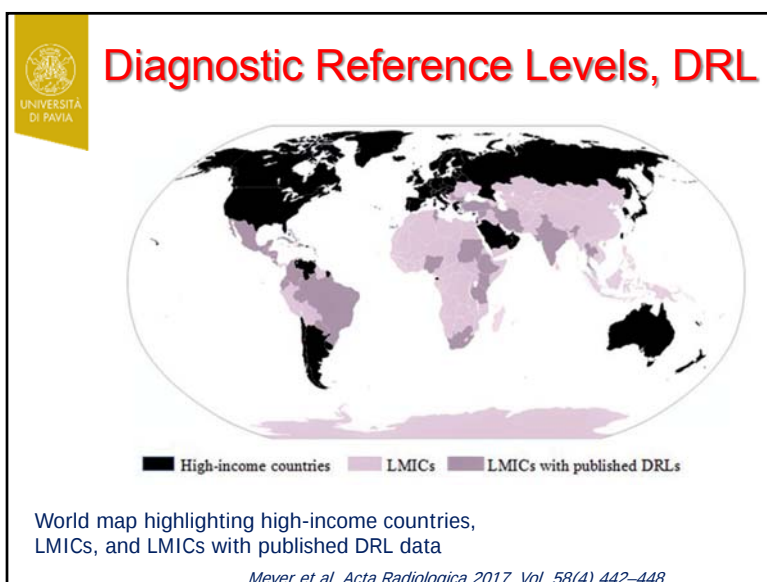
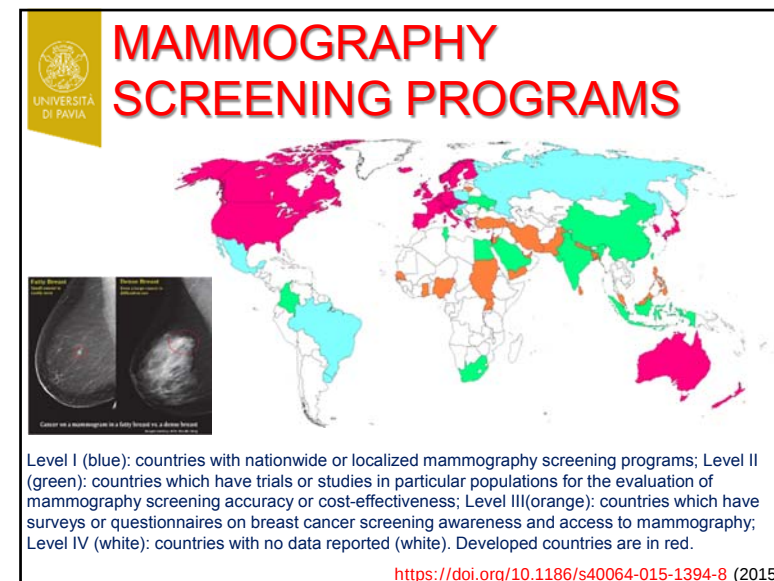
INCONTRI DEL MARTEDÌ
9 gennaio 2017





DIAGNOSTICA PER IMMAGINI					
	At/cell. (*)	Risol.	Osservazioni		
CT	10^9	0,5 mm	ottima per definire le dimensioni	Anatomico	Struttura
RM	$3 \cdot 10^7$	0,5-1 mm	buona per la morfologia	Fisiologico	Meccanismi
PET	10^2	3-5 mm	localizza la malattia o il tumore	Molecolare	Bersaglio
ECO	10^9	2 mm	definisce dimensioni	Anatomico	Struttura

(*) numero di atomi/cellula necessari per visualizzare la patologia



RADIOLOGIA, *todavía ...* no es para todos y tampoco la misma calidad!

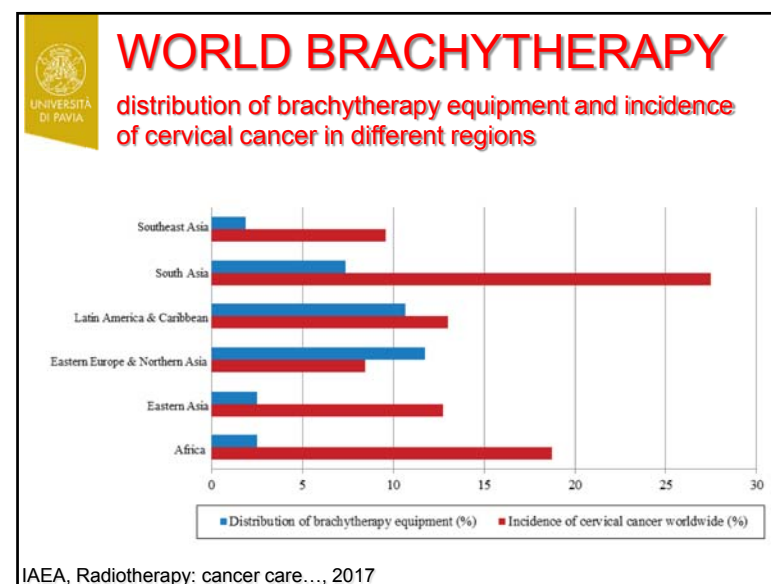
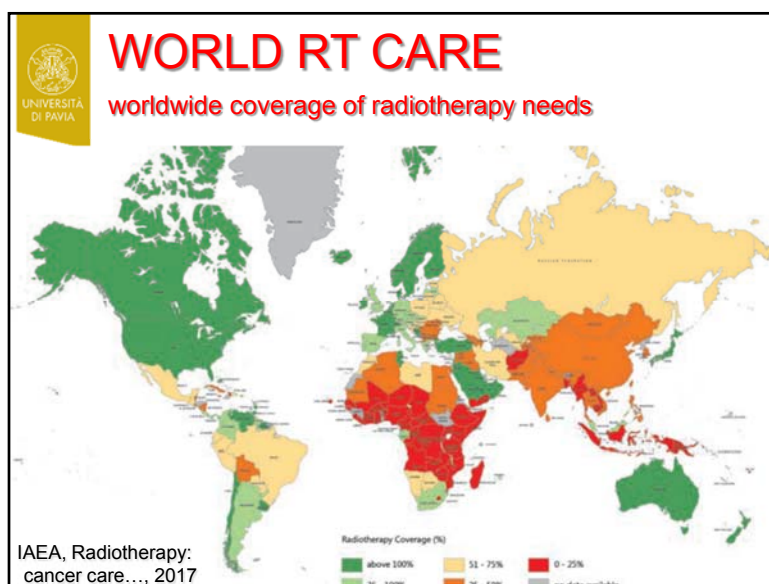
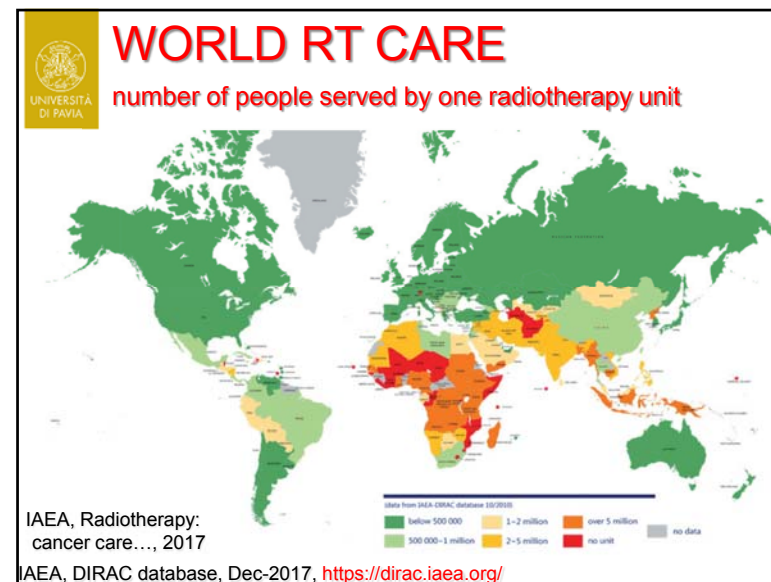
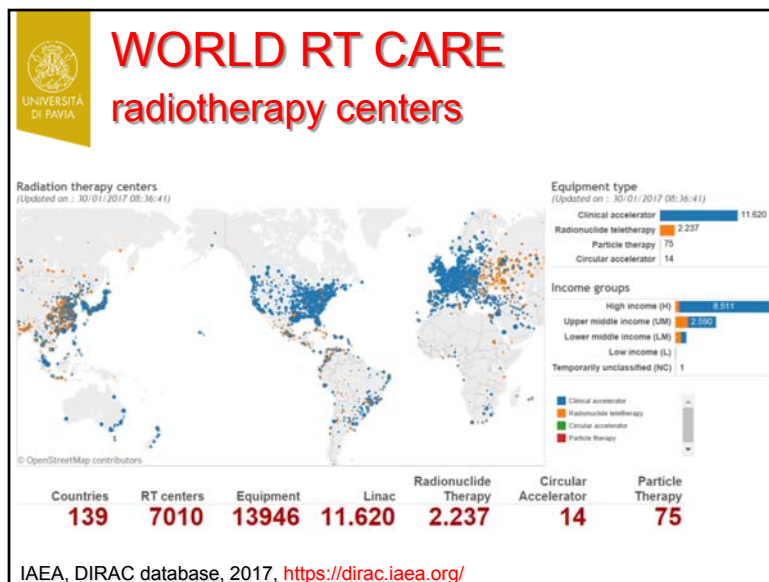
3.600 millones de exámenes radiodiagnósticos al año en el mundo (2012). ... pero, en países:

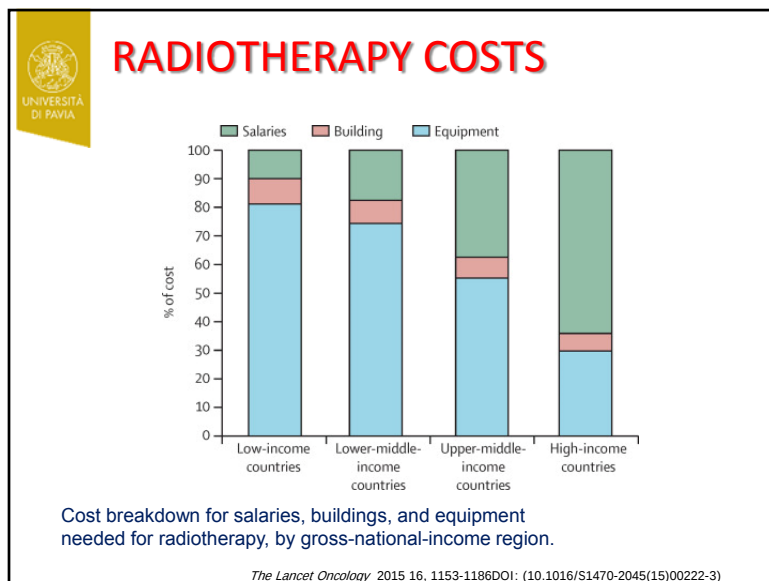
- desarrollo sanitario bajo: 30/1000 habitantes
- desarrollo sanitario mediano de América Latina (AL) y el Caribe: 400/1000 habitantes/año
- industrializados: ronda 1700/1000!

En AL y el Caribe, los servicios se enfrentan con frecuencia a procedimientos de baja calidad y exposición innecesaria. Resultado: *muchas enfermedades como tuberculosis, neumonía, cáncer y otras son a menudo mal diagnosticadas o no diagnosticadas*

OPS, OMS - 2012

http://www.paho.org/arg/index.php?option=com_content&view=article&id=1070%3Adia-radiografia-dos-tercios-poblacion-mundial-no-tiene-acceso-diagnostico-imagen&catid=331%3Aarg01-desarrollo-de-politicassistemas-y-servicios&Itemid=508





Elio GIROLETTI
dip. di Fisica, Università di Pavia
elio.giroletti@unipv.it

L'ATOMO DEI POVERI

uso delle radiazioni ionizzanti nei paesi in via di sviluppo

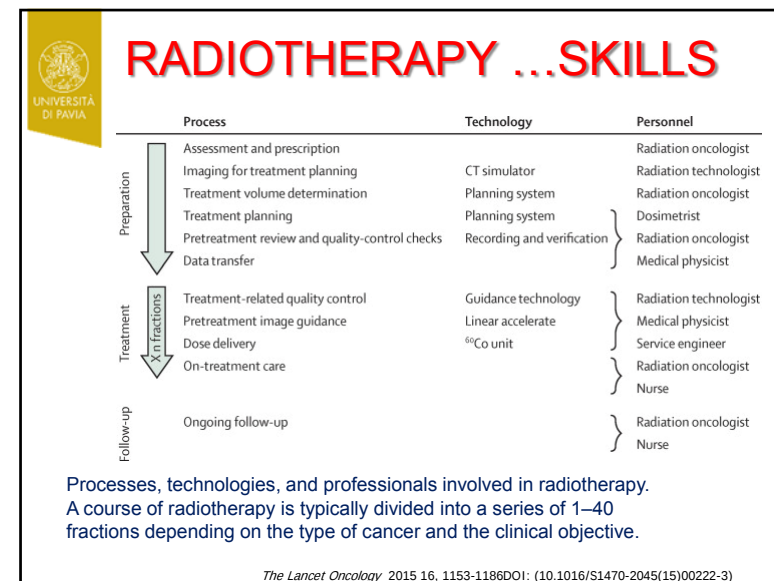
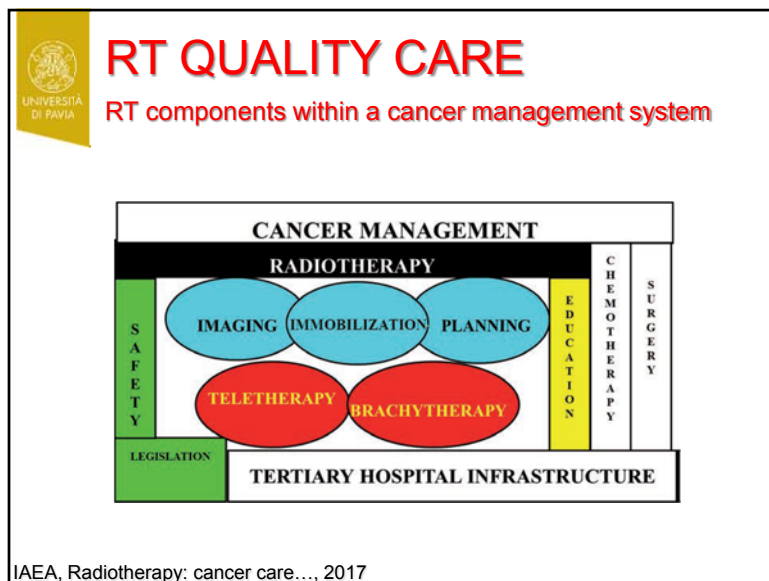
INCONTRI DEL MARTEDÌ
9 gennaio 2017

- introduzione
- l'atomo che non si vede
 - medicina
 - industria
- l'atomo che non c'è
 - medicina
- cosa si può fare
- conclusioni

Radiotherapy centers availability

- >50-60% of cancer patients will require RT; however, in the developing countries <20% of patients will have access to it
- Developing countries account for 85% of world's population, but only account for 35% of world's RT facilities. Developed countries account for 15% of the population, with 85% of RT facilities (4,400 machines)
- At least 1 RT unit for every 250,000 people in most high income countries; while 1 RT unit to every 5 million people and sometimes, 1 unit for every 20 million people
- 30 countries (15 in Africa and Asia) do not have any RT unit

IAEA: The Advisory Group on increasing access to Radiotherapy Technology [AGaRT] in low and middle income countries. Samiei, Massoud... Challenges of making radiotherapy accessible in developing countries. Cancer Control 2013: 85.



RT FRACTIONS & RESOURCES
Needed in 2035

	High-income countries	Upper-middle-income countries	Lower-middle-income countries	Low-income countries
Fractions	76 424 000	77 014 000	40 974 000	13 268 000
Radiotherapy departments	4600	3700	2000	600
Megavoltage machines	9200	7400	3900	1300
CT scanners	4600	3700	2000	600
Radiation oncologists to be trained	15 500	16 800	9900	3300
Medical physicists to be trained	17 200	12 500	7200	2400
Radiation technologists to be trained	51 900	45 300	24 900	8100

Projected fractions and related resources needed in 2035

The Lancet Oncology 2015 16, 1153–1186 DOI: (10.1016/S1470-2045(15)00222-3)



 **TECHNOLOGIST – training**



Not only theory, but also practice...

 **HOW TO IMPROVE...** 

International organizations

- IAEA: <https://www.iaea.org/newscenter/news/training-opportunities-increase-for-developing-country-radiologists>
- ICTP, Advanced studies on Medical Physics, <https://www.ictp.it/programmes/mmp.aspx>

Professional Associations

- Radiology serving the world, <https://www.rad-aid.org/>
- Medical Physics for World Benefit, <https://www.mpw.org/>



 **ex STUDENTE IN ECUADOR...**

B. LENA, Hospital Andrade de Marín, Quito, Ecuador, nov 2016 - feb 2017



 **Elio GIROLETTI**
dip. di Fisica, Università di Pavia
elio.giroletti@unipv.it

L'ATOMO DEI POVERI
uso delle radiazioni ionizzanti nei paesi in via di sviluppo

INCONTRI DEL MARTEDÌ
9 gennaio 2017

- introduzione
- l'atomo che non si vede
 - medicina
 - industria
- l'atomo che non c'è
 - medicina
- cosa si può fare
- **conclusioni**





Cancer incidence 2014-2030

14.1 million new cases of cancer in 2014, in 2030 they will increase to:

- 21.6 million: +53% based solely on demographic changes or
- 23 million: +63% if the trends observed for the major cancers continue

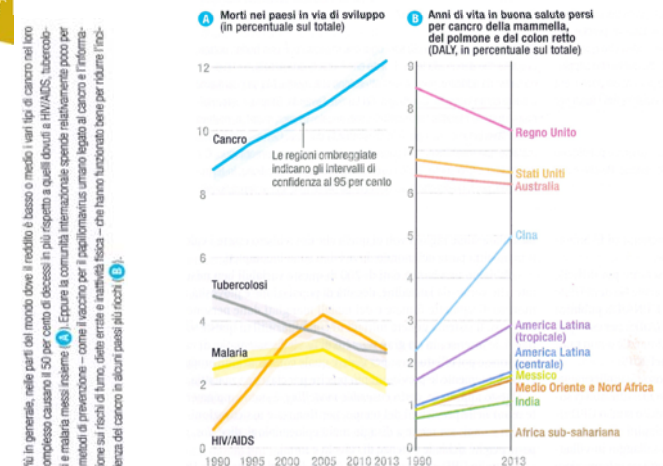
The increase is proportionally greater in low- and middle-income countries and greater considering the mortality

Mei et al, J Glob Onc, Vol 2, Issue 4, 2016

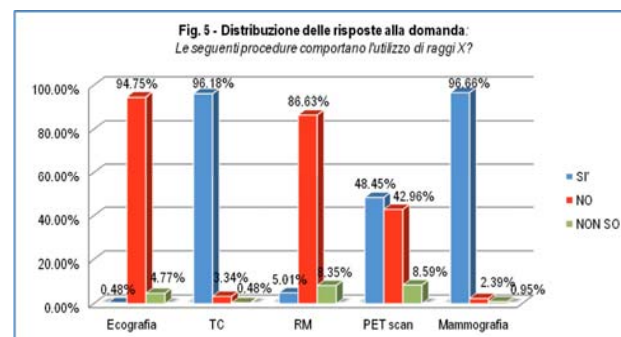


PREVENZIONE: una necessità

Le scienze, ottobre 2016



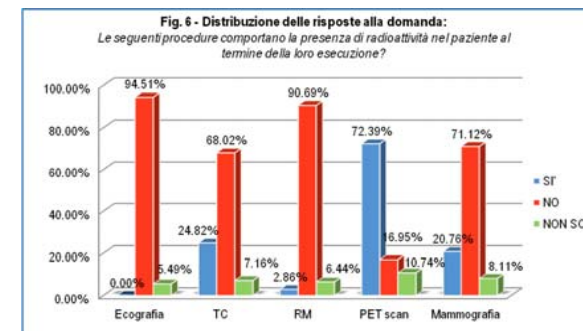
RADIOPROTEZIONE CONOSCENZE IN ...ITALIA



Indagine Uni Pv OdM Pv, 2013



RADIOPROTEZIONE CONOSCENZE IN ...ITALIA



risposte corrette: 9 volte maggiore negli specialisti in radiologia rispetto altre specialità

Indagine Uni Pv OdM Pv, 2013

 **AND THE UNIVERSITY...?**

without well prepared professionals
...you will get your ass in trouble!



 **Elio GIROLETTI**
dip. di Fisica, Università di Pavia

L'ATOMO DEI POVERI
uso delle radiazioni ionizzanti nei paesi in via di sviluppo

INCONTRI DEL MARTEDÌ
9 gennaio 2017



elio.giroletti@unipv.it