

VERO COMO

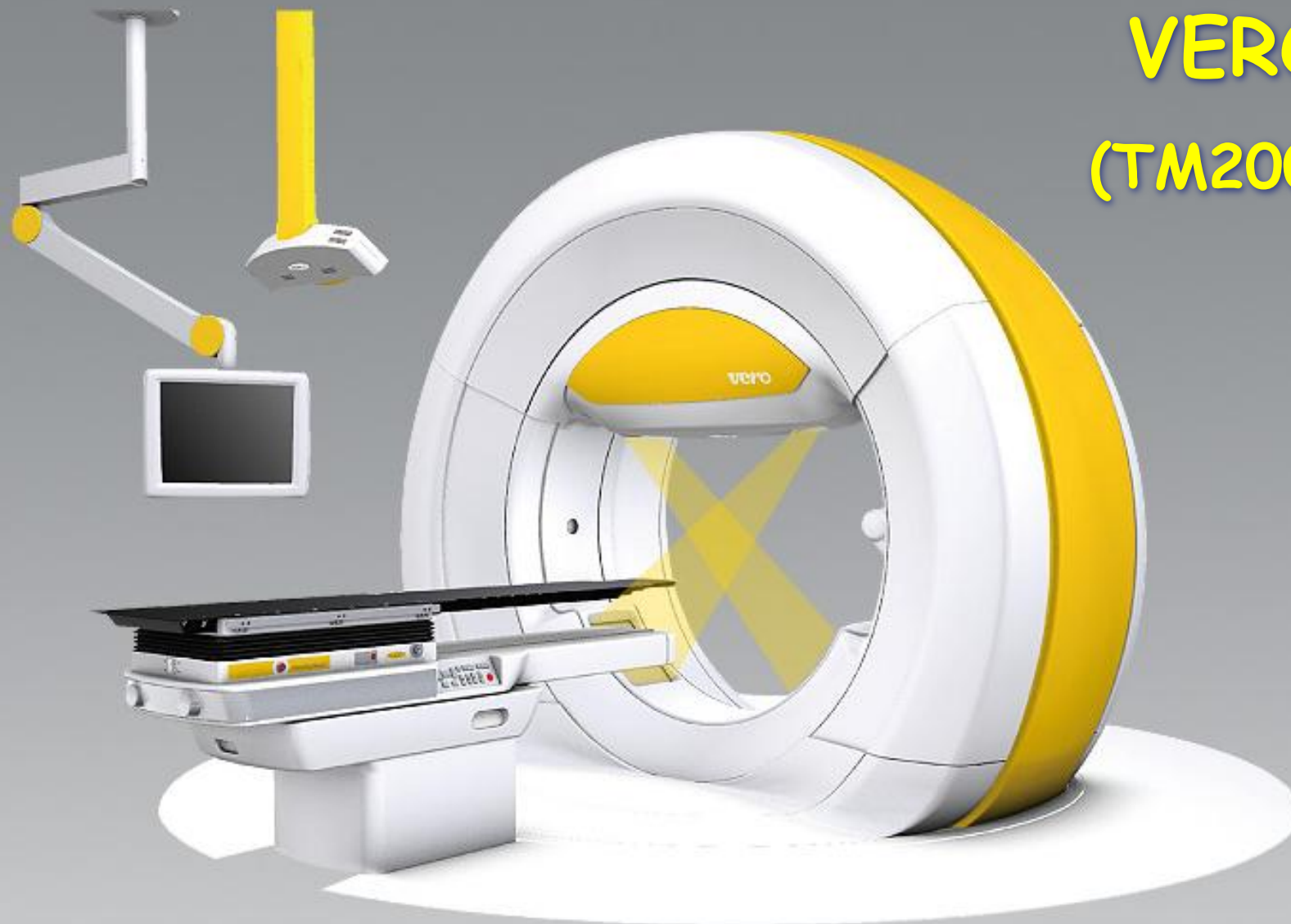
20 MESI DI ESPERIENZA:
PRIMI RISULTATI CLINICI



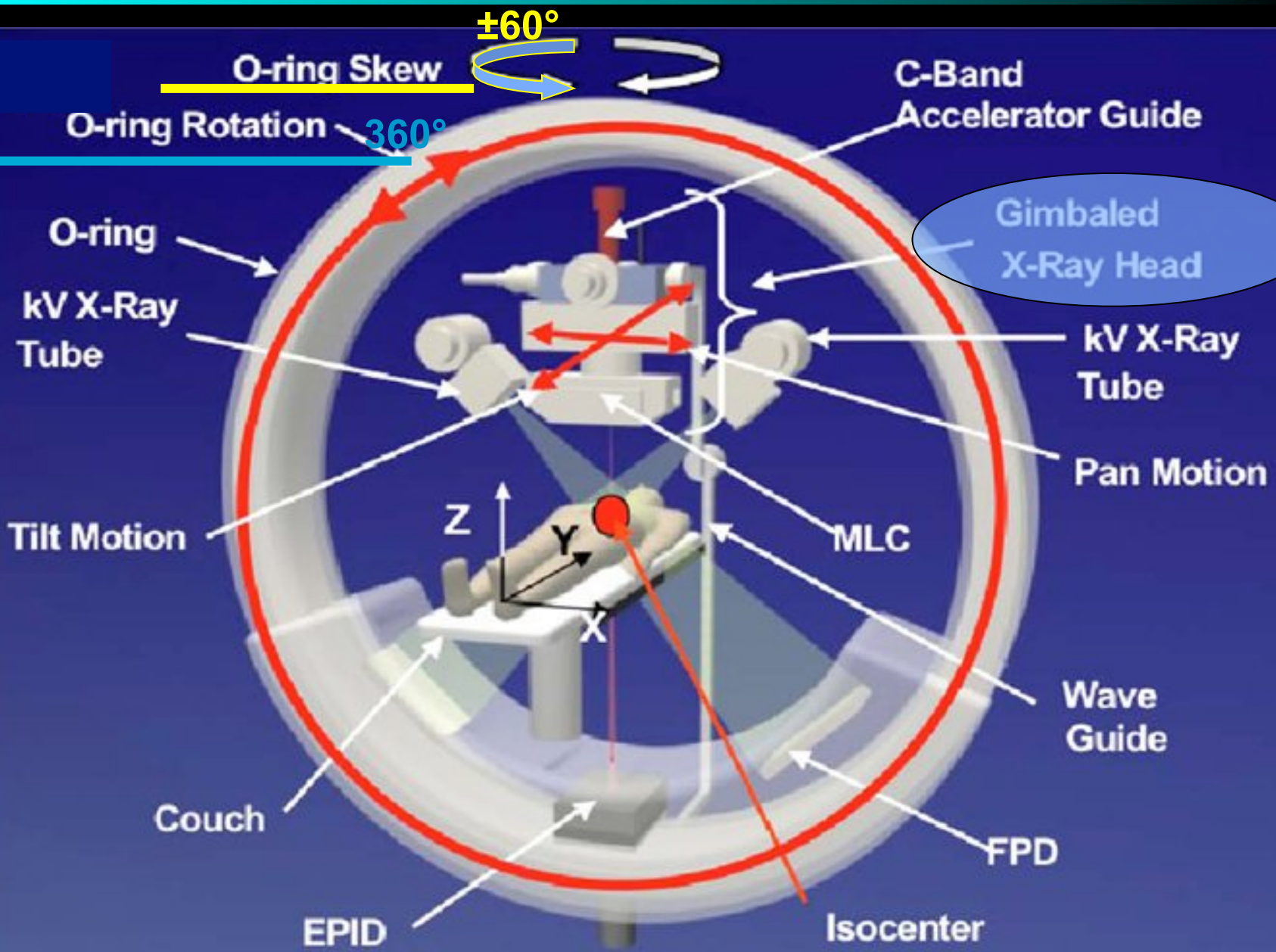
Dott.ssa Flavia Serafini
U.O. Radioterapia
Sant'Anna Como

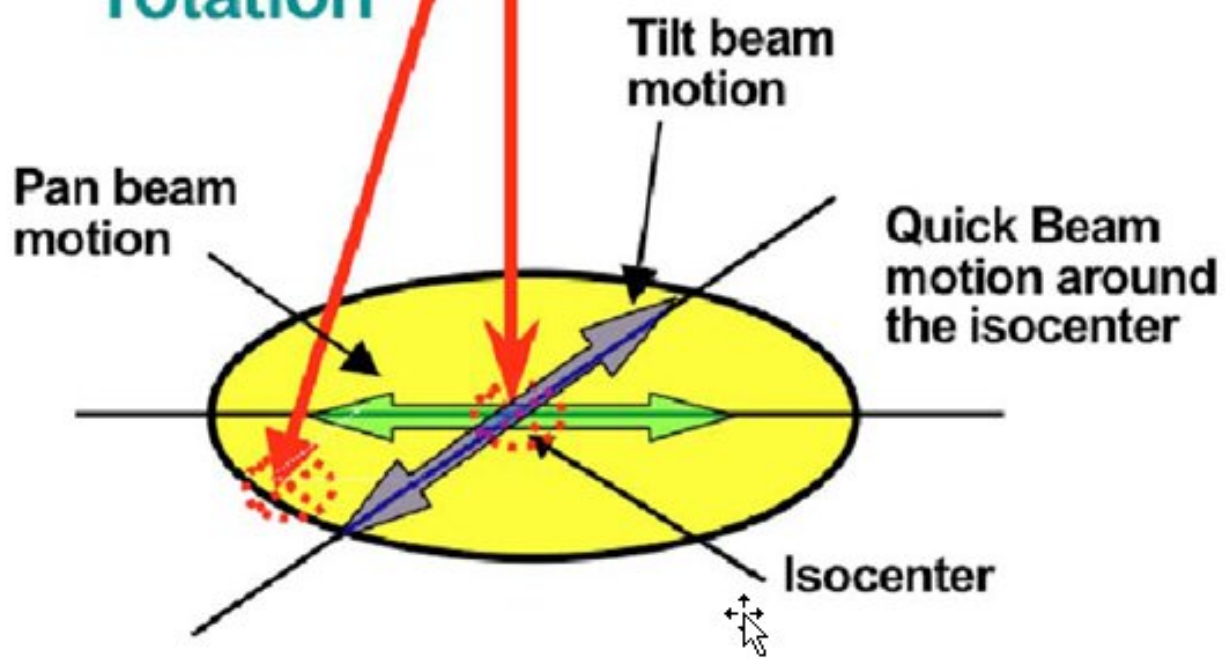
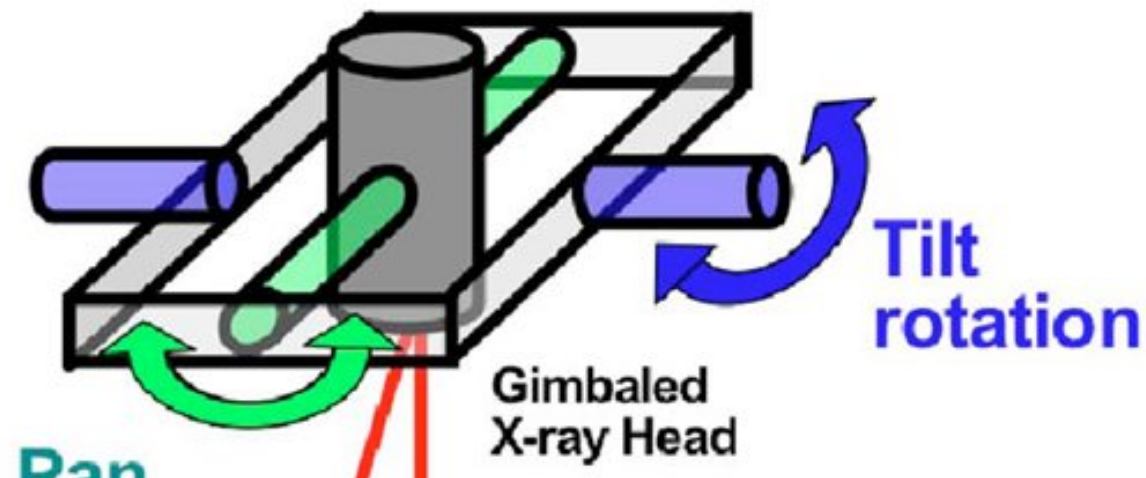
Dott.ssa Milena Frigerio
Fisica Sanitaria
Sant'Anna Como

VERO (TM2000)



Mitsubishi Heavy Industries (MHI) - BrainLAB





PRINCIPALI CARATTERISTICHE

Energia fascio:	6 MV
Campo massimo	15X15 cm
MLC	30 coppie di lamelle
Angoli rotazione gantry	-180° a +180°
Velocità rotazione gantry	7° / sec
Angoli rotazione ring	± 60°
Massimo movimento Tilt e Pan	± 2.5° (4,4cm all'iso)
Peso	~ 12 T

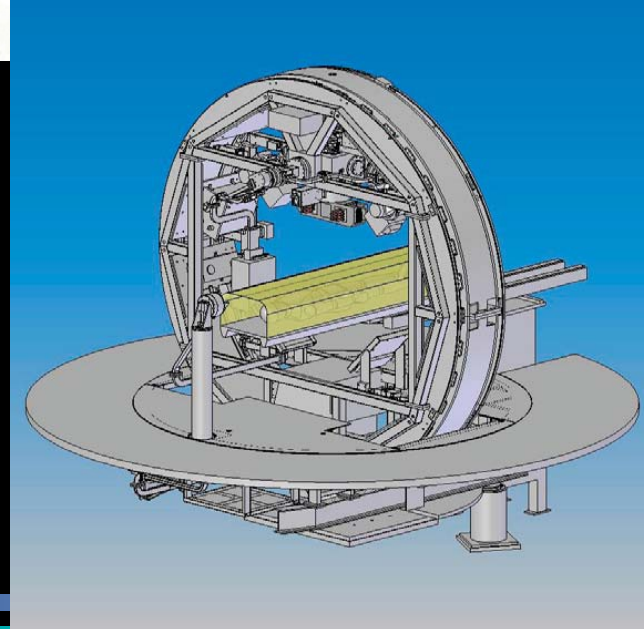
Azienda Ospedaliera S. Anna 2010



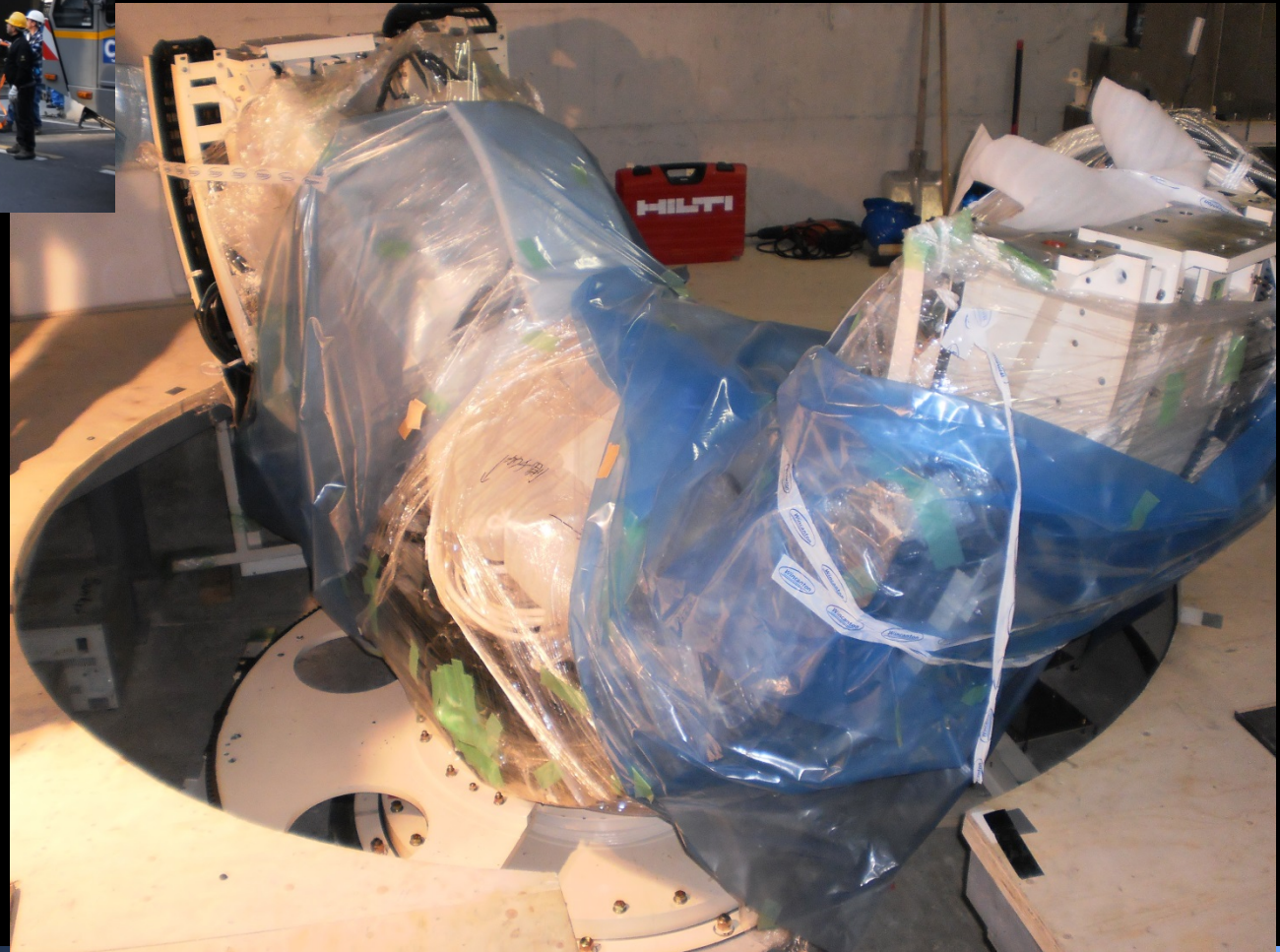


3 Ottobre 2010

Inizio installazione ...



Assemblaggio







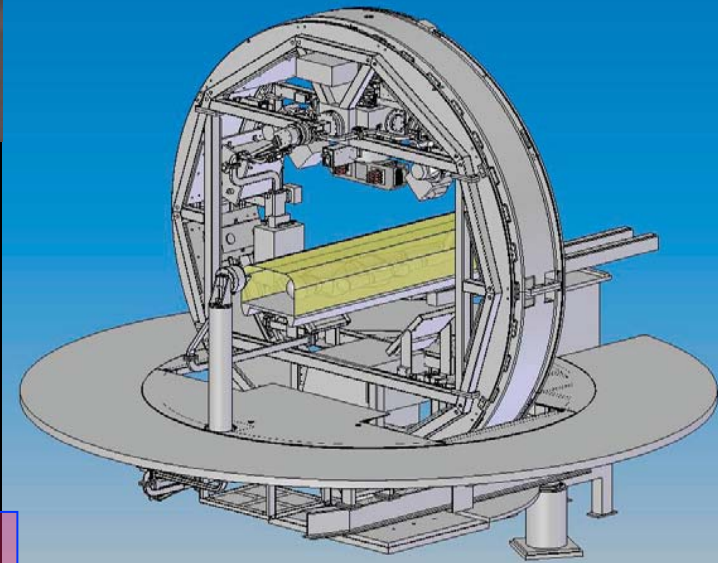
27 Novembre 2010

$T_0 = 3$ Ottobre 2010

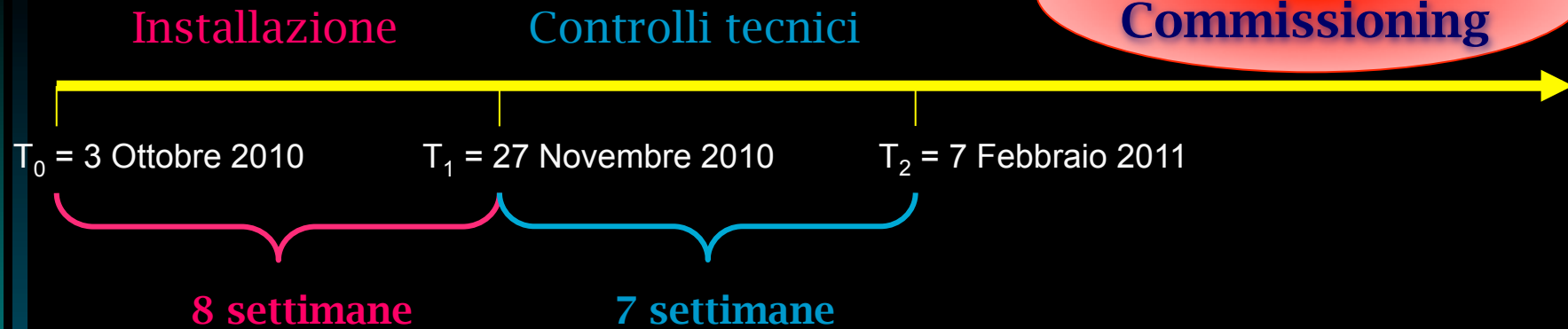
$T_1 = 27$ Novembre 2010

8 settimane

Team di tedeschi e giapponesi (10 persone)



Accettazione e Commissioning



Controlli tecnici pre-accettazione :

- Controlli sull'acceleratore
- Controlli sul sistema di Imaging
- Controlli Interlocks
- Controlli sul fascio

Team di tedeschi e giapponesi

7 Febbraio 2011



vero

Customer Accelerator Acceptance

1 Fisico e 1 Ingegnere e 1 Tecnico Vero-BrainLab

1 Fisico e 1 Tecnico MHI

1 Fisico Ospedale S. Anna

31 Marzo 2011
Firma test di Accettazione

vero Customer Accelerator Acceptance		
Support Responsible: Maximilian Drey		
Revision 0	MHI-Document Number: 867-30455	
Start Date of Acceptance Test:	<u>Feb 08, 2011</u>	
Completion Date of Acceptance:	<u>Feb 21, 2011</u>	
Status: Complete <input checked="" type="checkbox"/>	Incomplete <input type="checkbox"/>	
Vero Accelerator Serial Number:	<u>202 903</u>	
Multi Leaf Collimator Serial Number:	<u>204 801</u>	
Institution:	<u>Ospedale Sant'Anna</u>	
Address:	<u>Via Ravenna</u> <u>22020 San Felice</u> <u>della Battaglia (Como)</u> <u>Italy</u>	
<u>DORIAN COSENTINO</u> Physicist Name (Print)	<u>Dorian Cosentino</u> Physicist Signature	<u>131 MAR 2011</u> Date
<u>FRANZ GUM</u> Vero GmbH Representative (Print)	<u>Franz Gum</u> Vero GmbH Representative Signature	<u>Mar 29, 2011</u> Date
<u>Satchi Muraki</u> MHI Representative (Print)	<u>Satchi</u> MHI Representative Signature	<u>Mar 29, 2011</u> Date

vero imaging System Customer Acceptance	
Support Responsible: Maximilian Drey	
Revision 0	MHI-Document Number: 867-30455

3 Customer Acceptance Procedure

3.1 Purpose

The Customer Acceptance Procedure (CAP) documentation facilitates compliance with FDA requirements that the manufacturer, Vero GmbH & MHI, verifies that the Imager system is designed and operating according to the manufacturers stated specifications upon delivery to the customer.

Start Date of Acceptance Test: March 28, 2011

Completion Date of Acceptance: March 29, 2011

Status: Complete Incomplete

Vero Accelerator Serial Number: 202 903

Imager System Serial Number: 202 903

Institution: Ospedale S'Anna

Address: Via Ravenna 4, 22020 San Felice della
Battaglia, ITALY

<u>DORIAN COSENTINO</u> Hospital Representative (Print)	<u>Dorian Cosentino</u> Hospital Representative Signature	<u>131 MAR 2011</u> Date
<u>FRANZ GUM</u> Vero GmbH Representative (Print)	<u>Franz Gum</u> Vero GmbH Representative Signature	<u>Mar 29, 2011</u> Date
<u>Satchi Muraki</u> MHI Representative (Print)	<u>Satchi</u> MHI Representative Signature	<u>Mar 29, 2011</u> Date

...E POI?

Primo paziente trattato ad ottobre
2011

Fine settembre 2013: trattati 240 pz per 300 lesioni

★ *Stereotassi*

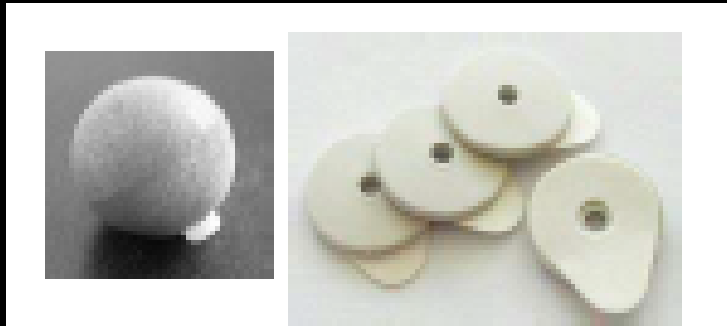
★ *Ipofrazionamento prostata*

K PROSTATA

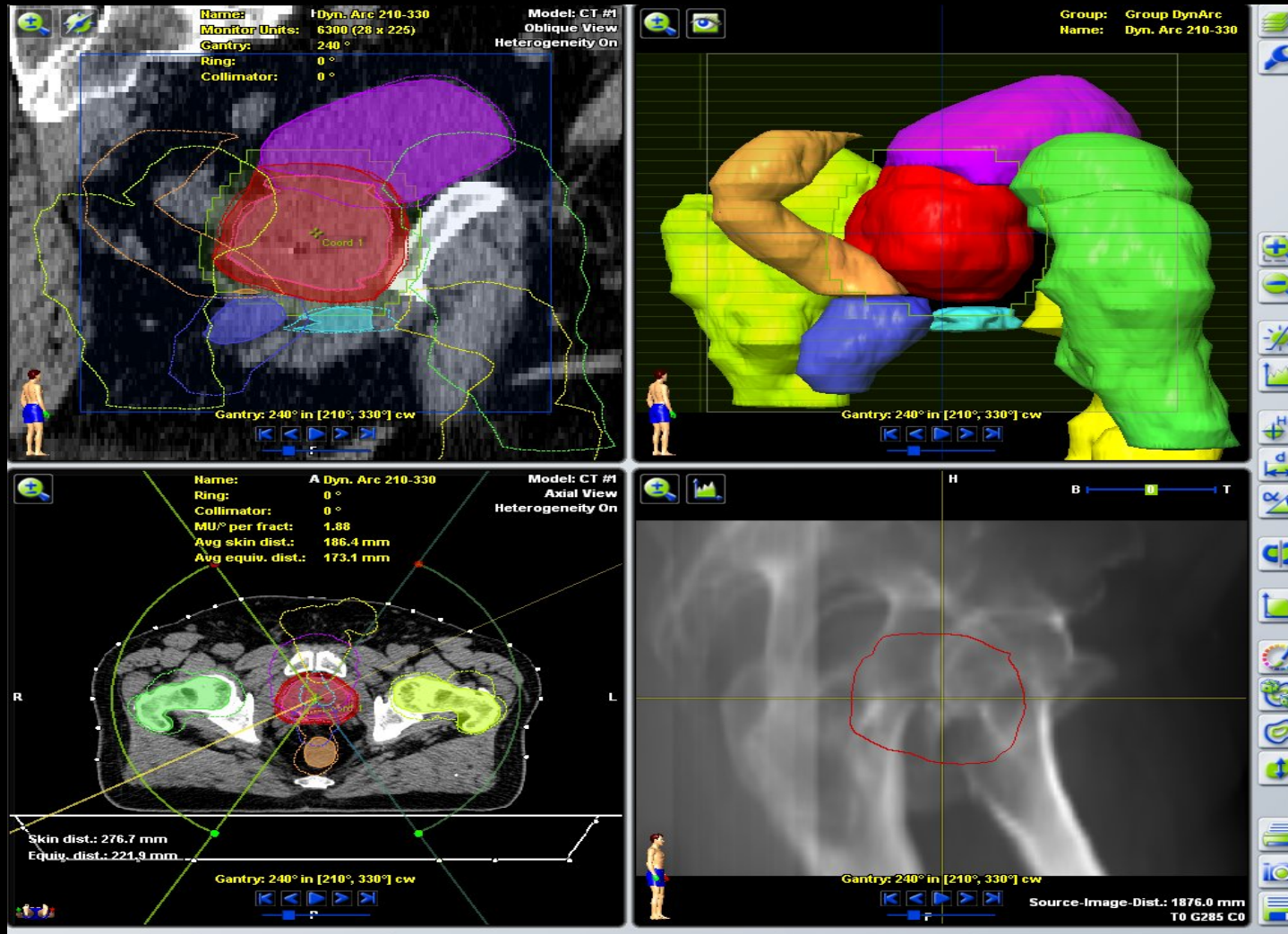
- ☆ Pazienti con K prostata a rischio basso o intermedio
- ☆ Posizionamento 3 markers fiduciali sotto guida ecografica
- ☆ Esclusi pz in terapia anticoagulante
- ☆ Ipofrazionamento moderato: 2,5 Gy fr X 28 fr = 70 Gy dose totale

SIMULAZIONE

- ☆ Combifix
- ☆ 5 markers ottici
- ☆ TC passo 2,5 mm
- ☆ Cistografia
- ☆ Clistere rettale



ELABORAZIONE PIANO DI CURA



ELABORAZIONE PDC

The screenshot displays a medical software interface for PDC (Proton Dose Calculation) processing. The interface is divided into several panels:

- Top Left Panel:** Shows an axial CT scan slice (CT#1, Slice: 57). It features two implanted markers, IM1 and IM2, and an isocenter marked with a green crosshair. The text "Axial CT#1 Slice: 57" is visible at the top.
- Top Right Panel:** Contains a "View" section with checkboxes for "Crosshair" and "Contours". Below it is an "Implanted Marker" section with a "2/3" indicator, "Add" and "Delete" buttons, and a "Change Markers" button.
- Middle Left Panel:** Shows an "Axial Slice" navigation bar with a slider ranging from 1 to 117.
- Middle Right Panel:** Includes a "Copy markers from isocenter:" section with a dropdown menu set to "Isoc 1" and a "Copy" button.
- Bottom Left Panel:** Shows a coronal view of the CT scan with markers IM1, IM2, and IM3. A small human figure is visible in the bottom left corner.
- Bottom Middle Panel:** Shows a sagittal view of the CT scan with markers IM1 and IM2. A small human figure is visible in the bottom left corner.
- Bottom Right Panel:** Contains a warning icon (red triangle with exclamation mark) and the text "If necessary, define implanted markers."

VERIFICA ALLA MACCHINA

TREATMENT / POSITIONING

OK

5 5

Isocenter
Coord 1

Vertical
-000.93 mm

Longitud.
+000.14 mm

Lateral
+000.81 mm

Preferences

CORRECTION SHIFT
Vert: -4.06 Vert Angle: -0.95
Long: 1.78 Long Angle: 1.40
Lat: 1.17 Lat Angle: 0.22

CORRECTION SHIFT
Vert: -4.06 Vert Angle: -0.95
Long: 1.78 Long Angle: 1.40
Lat: 1.17 Lat Angle: 0.22

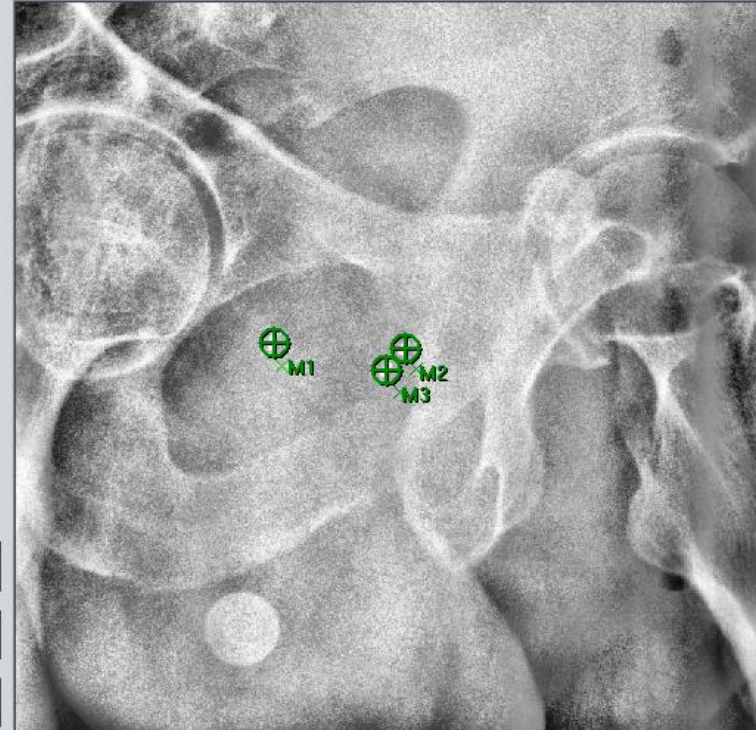
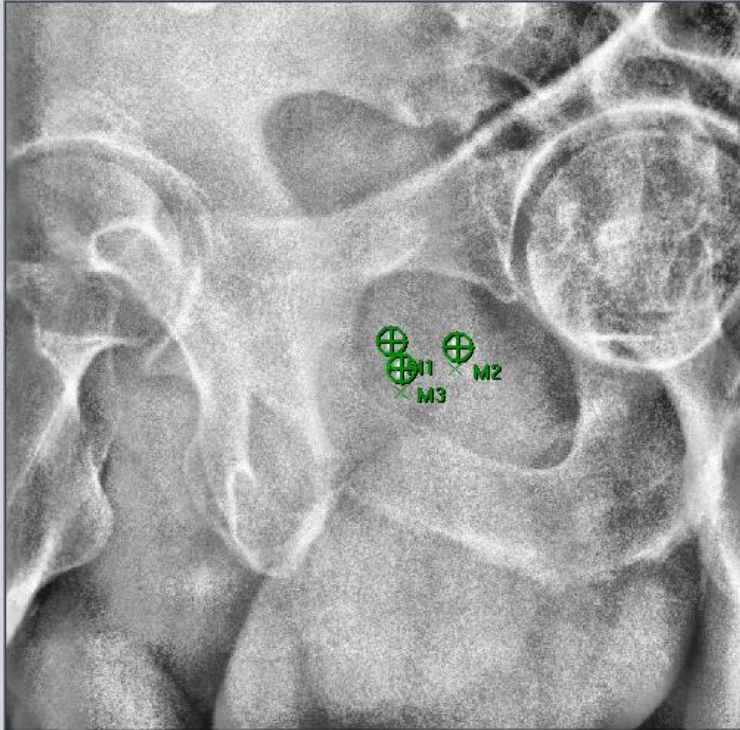
Long. Angle
+000.8°

Lat. Angle
+000.2°

Vert. Angle
+000.2°

MARKERS MATCHING

Review X-ray Fusion



Overlay Mode

X-ray



DRR

- Add
- Amber/Blue
- Subtract
- Spyglass

Shift

Vertical	<input type="text" value="-1.84"/>	<input type="text" value="1.36"/>	°
Longitudinal	<input type="text" value="4.95"/>	<input type="text" value="-0.50"/>	°
Lateral	<input type="text" value="-1.06"/>	<input type="text" value="0.32"/>	°

Error Detection based on:

Implanted Marker

Apply Shift

Approve Shift

AD OGGI...

140 pz trattati, ma 77 con F.U. > 6 mesi

Tossicità acuta GI: G1 in 10 pz, G2 in 3 pz

Tossicità acuta GU: G1 in 13 pz, G2 in 6 pz

Progetto: **ART**

Studio di confronto tra ipofrazionamento 2,5 Gy
per 28 fr e ipofrazionamento più contratto:
3,55 Gy per 15 fr (53,25)

STEREOTASSI POLMONE

Selezione pazienti

- ☆ Lesione primitiva o metastatica periferiche e centrali (accertamento istologico obbligatorio se primitivo)
- ☆ Numero max lesioni 3
- ☆ Dimensione max lesione 5 cm
- ☆ Se pz M+ lungo intervallo libero

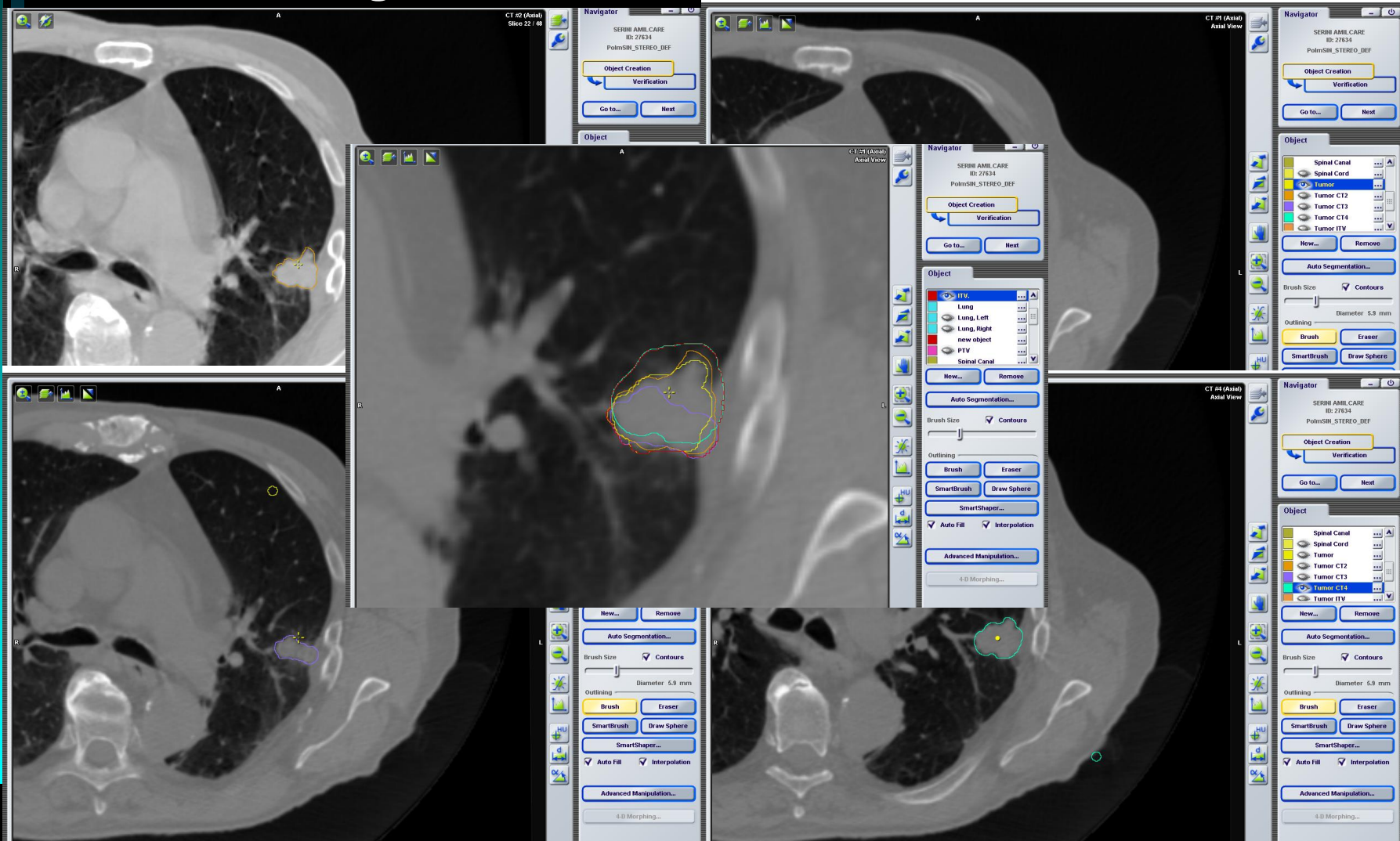
TC SIMULAZIONE

- **Posizionamento**
 - Wing board + vacuum
 - Markers ottici
- **Acquisizione immagini**
 - Scelta dell'intervallo d'acquisizione 2,5 mm
 - Pacchetti (basale, max insp, max esp, slow)



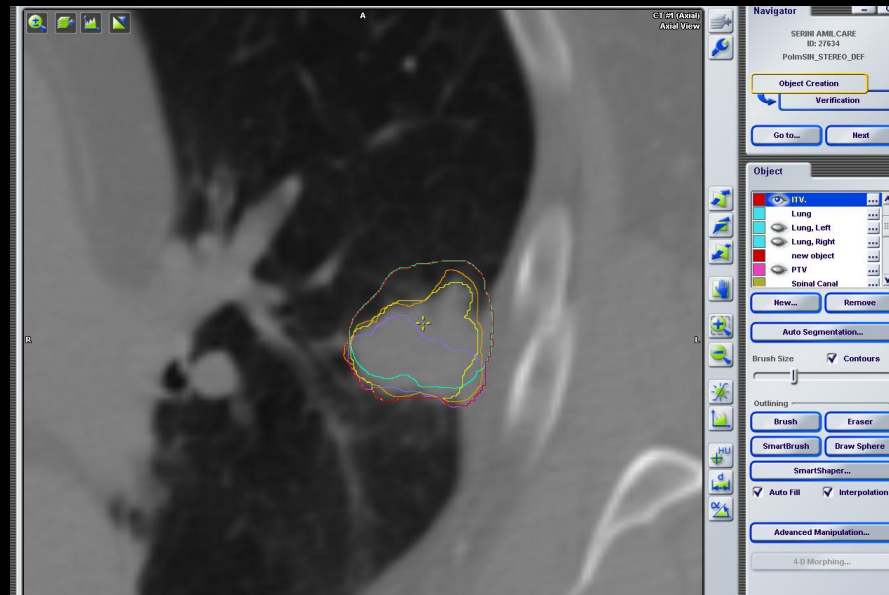
STUDIO PDC

- Contouring GTV



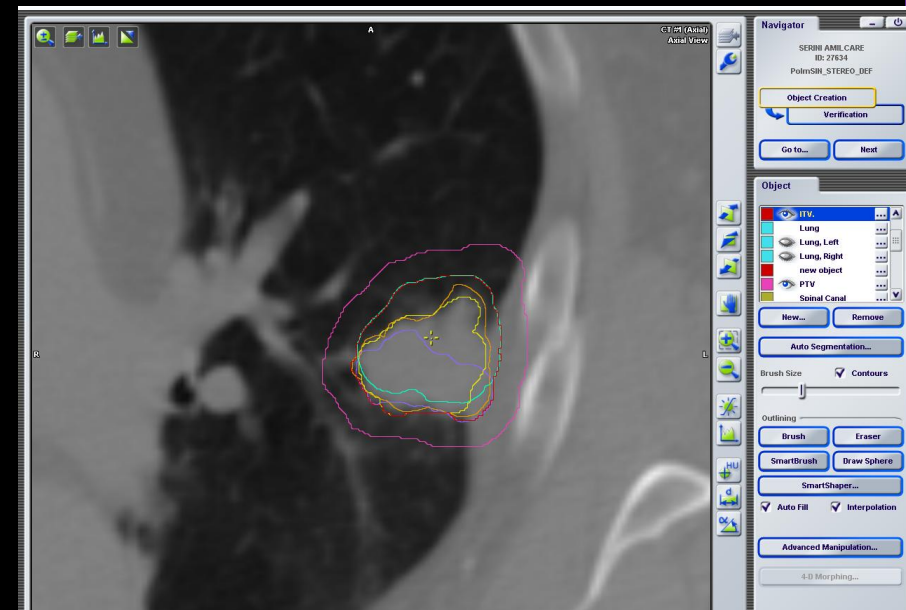
STUDIO PDT

- Contouring GTV (t. visibile)
 - Tc basale
 - Pacchetti
- Ricostruzione dell'ITV



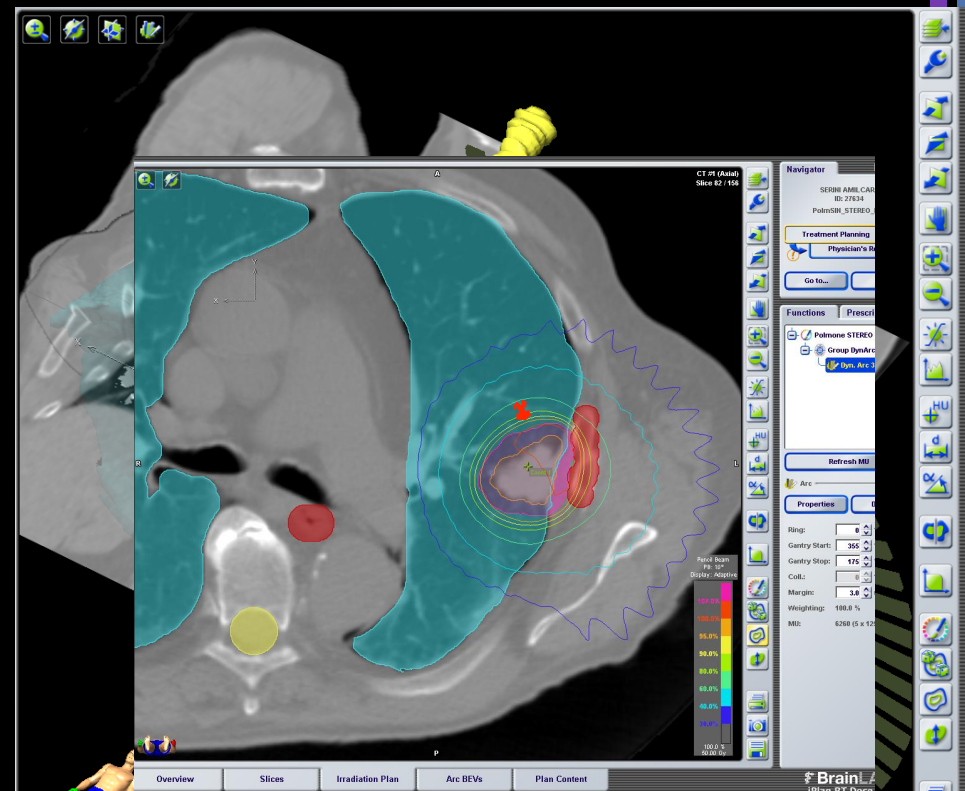
STUDIO PDC

- Contouring GTV
 - Tc basale
 - Pacchetti
- Ricostruzione dell'ITV
- Espansione a PTV
 - Tc basale



STUDIO PDC

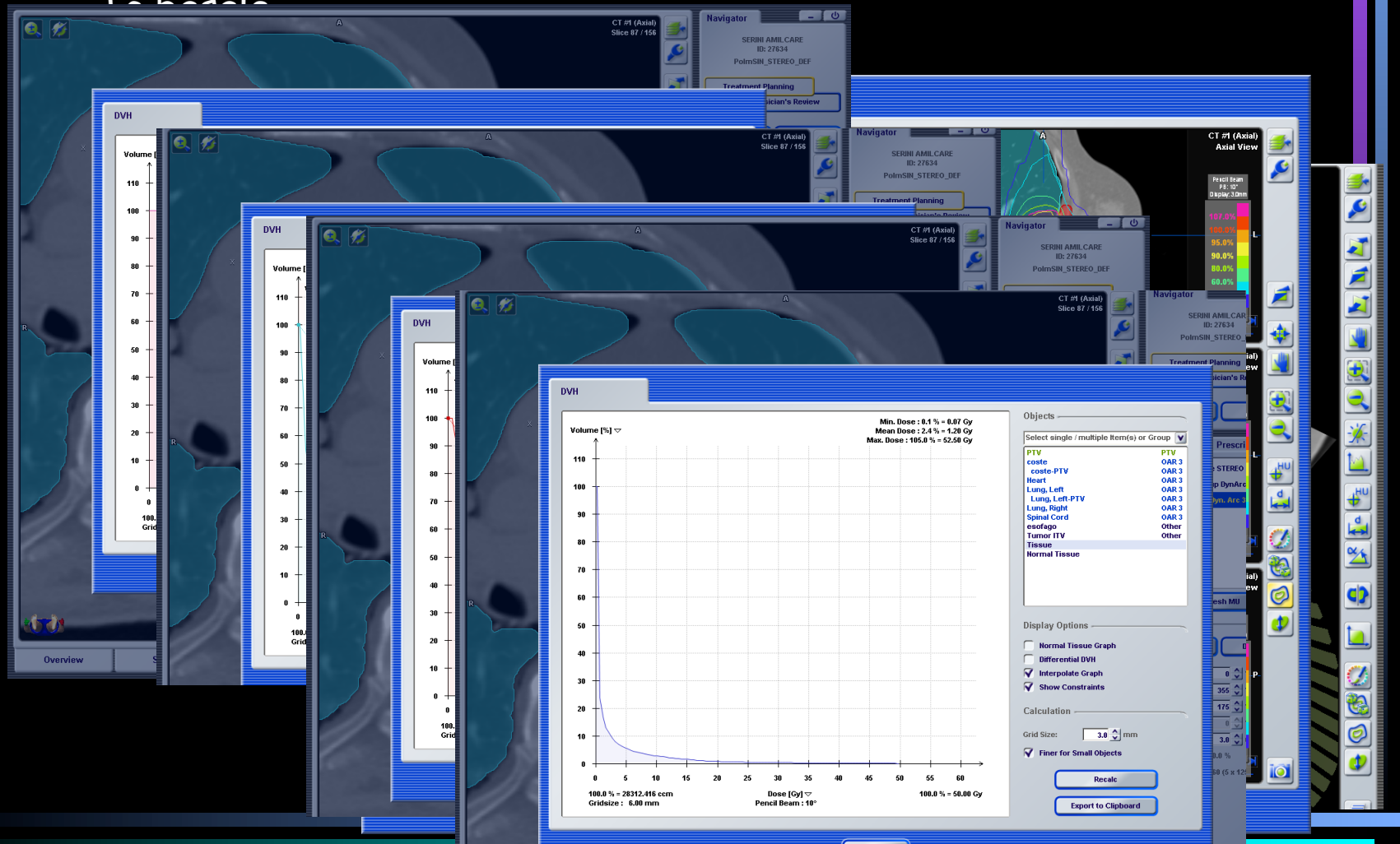
- Contouring GTV
 - Tc basale
 - Pacchetti
- Ricostruzione dell'ITV
- Espansione a PTV
 - Tc basale
- Contouring OARs
- Conformazione dose



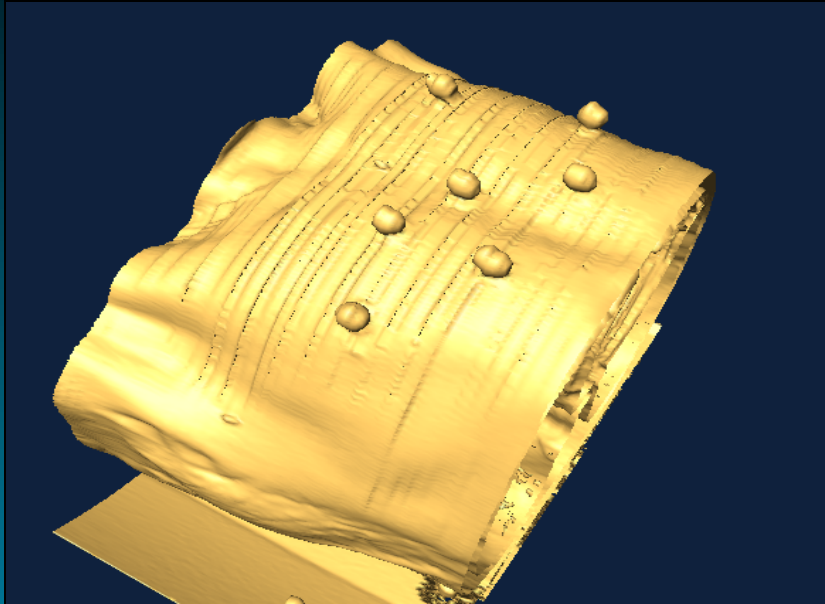
STUDIO PDC

- Contouring GTV

Tobacco

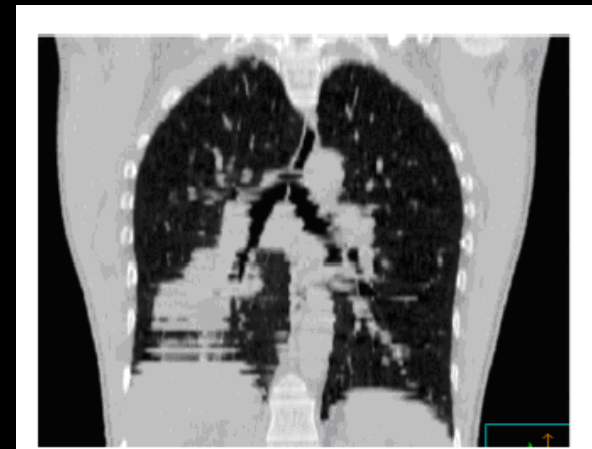


TC 4D



La variabilità di localizzazione delle strutture interne, indotta dai fenomeni di *organ motion*, mette in discussione l'utilizzo di immagini 3D statiche per la pianificazione e per l'*imaging* intra-operatorio, determinando artefatti nei rilievi diagnostici.

Gli artefatti dovuti ai movimenti respiratori sono fra i più rilevanti nel distretto toraco addominale.



(a)

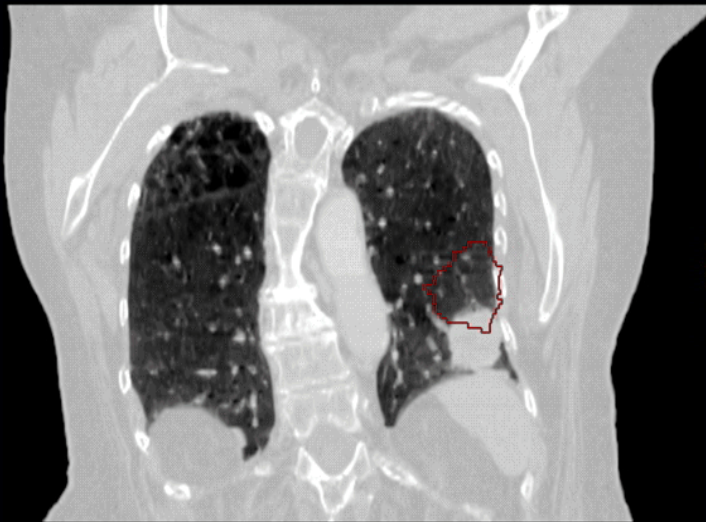
TC 4D- PRINCIPI

Più fette vengono acquisite durante un intero ciclo respiratorio

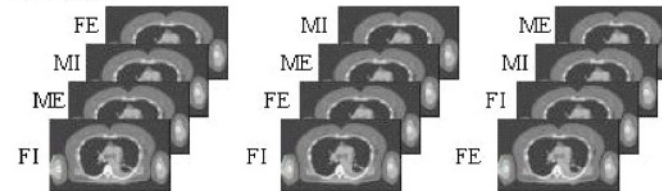
Contemporaneamente si acquisisce il segnale respiratorio sincronizzandolo con l'acquisizione delle immagini

Si riordinano le immagini in base alla fase/ampiezza respiratoria

AGIF - UNREGISTERED

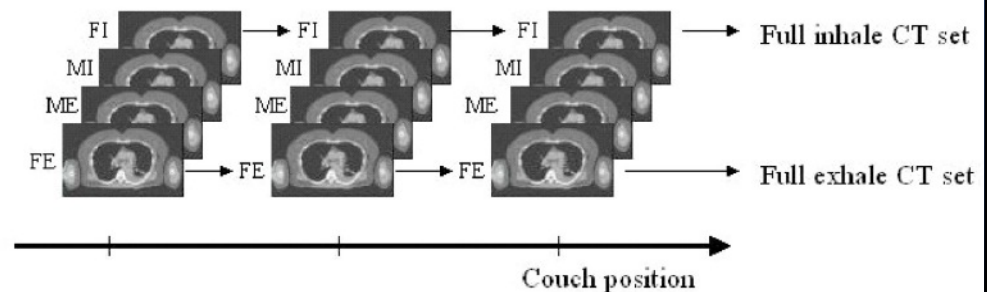


CT Exam



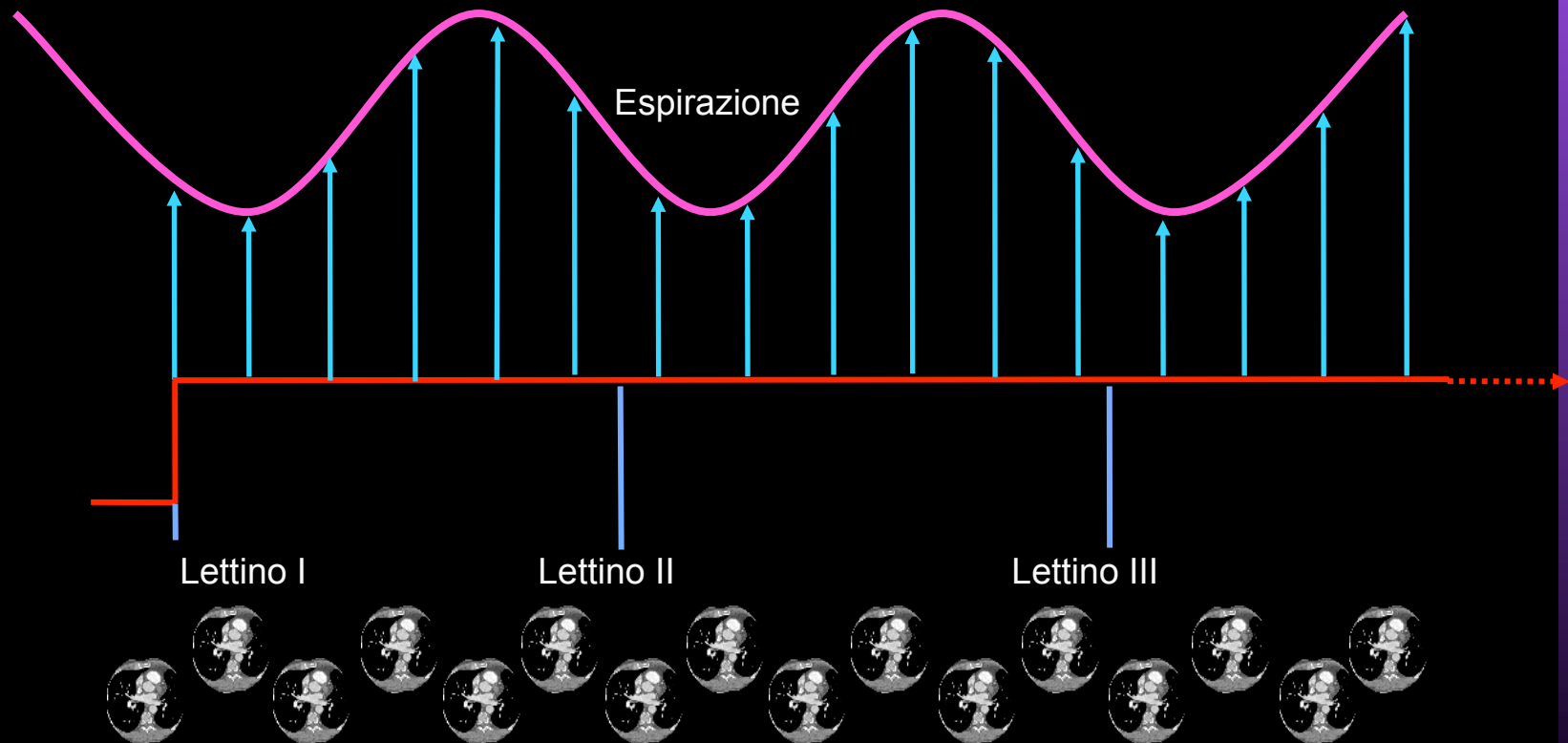
FI: full inhale
MI: mid inhale
ME: mid exhale
FE: full exhale

After Exam

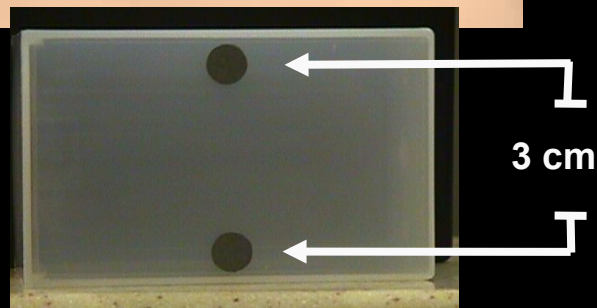
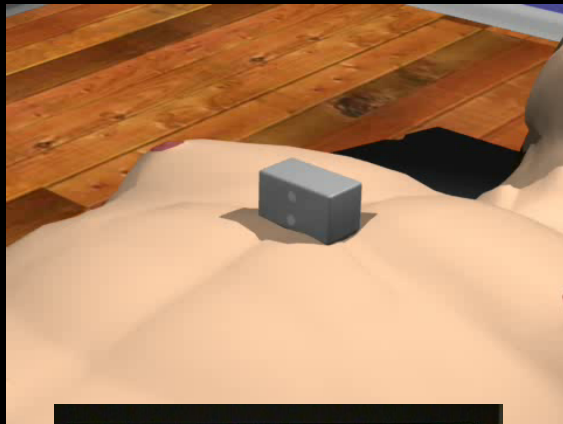


Studio del pattern respiratorio e definizione del periodo (in sec)

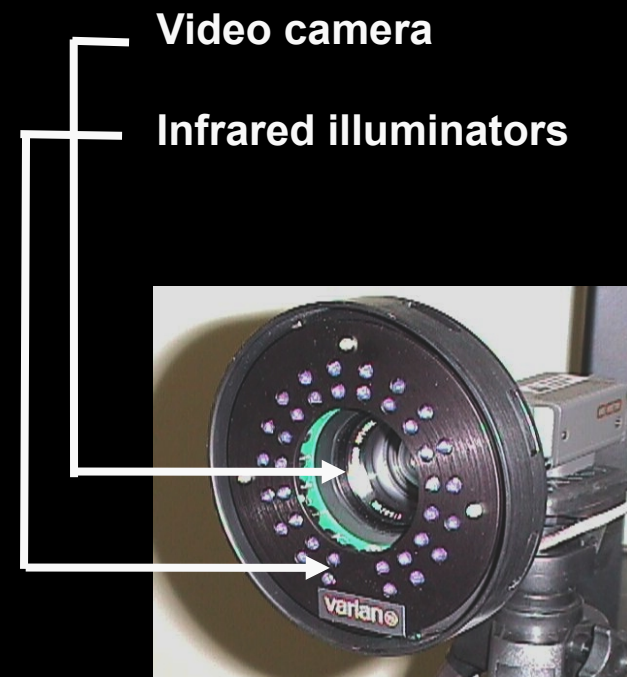
TAC 4D: Acquisizione dinamica (retrospective sorting)



RPM The Real-time Position Management Respiratory Gating: Video-Based Respiration Motion Monitoring



Lightweight reflective
marker, distance-
calibrated



CONTOURING

Set di ca 1000 immagini

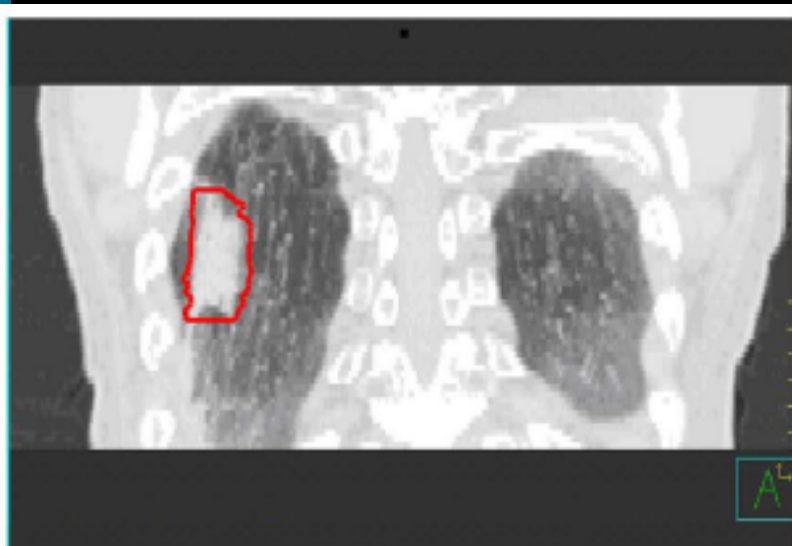
Nel TPS vengono importate tutte le immagini: da 6 a 10 scansioni complete ognuna corrispondente ad una fase del respiro

Il TPS elabora poi:

MIP CT: disegno GTV → virtuale

Mean CT: disegno OAR → usata per il planning

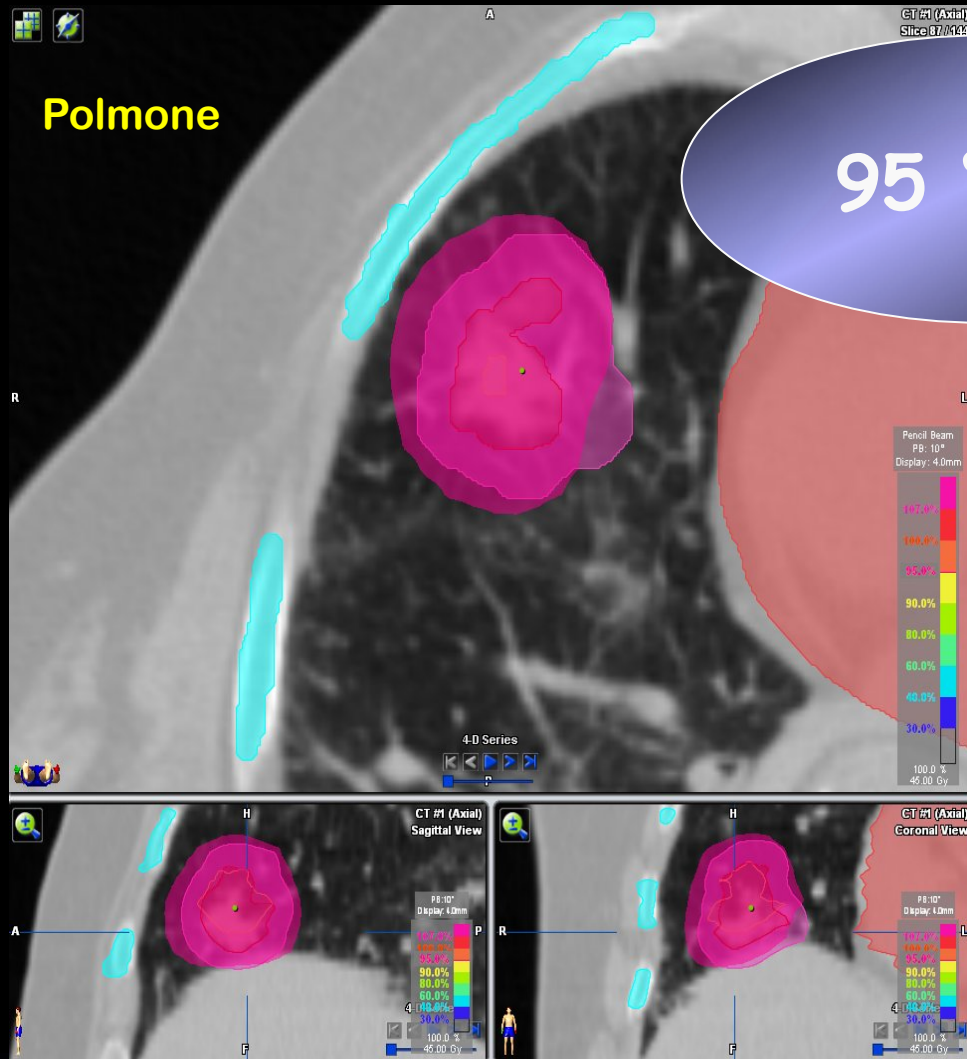
PTV = GTV + 5 mm



MIP: maximum intensity projection

Envelope che contiene tutti i voxel di massima intensità

QUALE ISODOSE MINIMA?



95 %

90 %

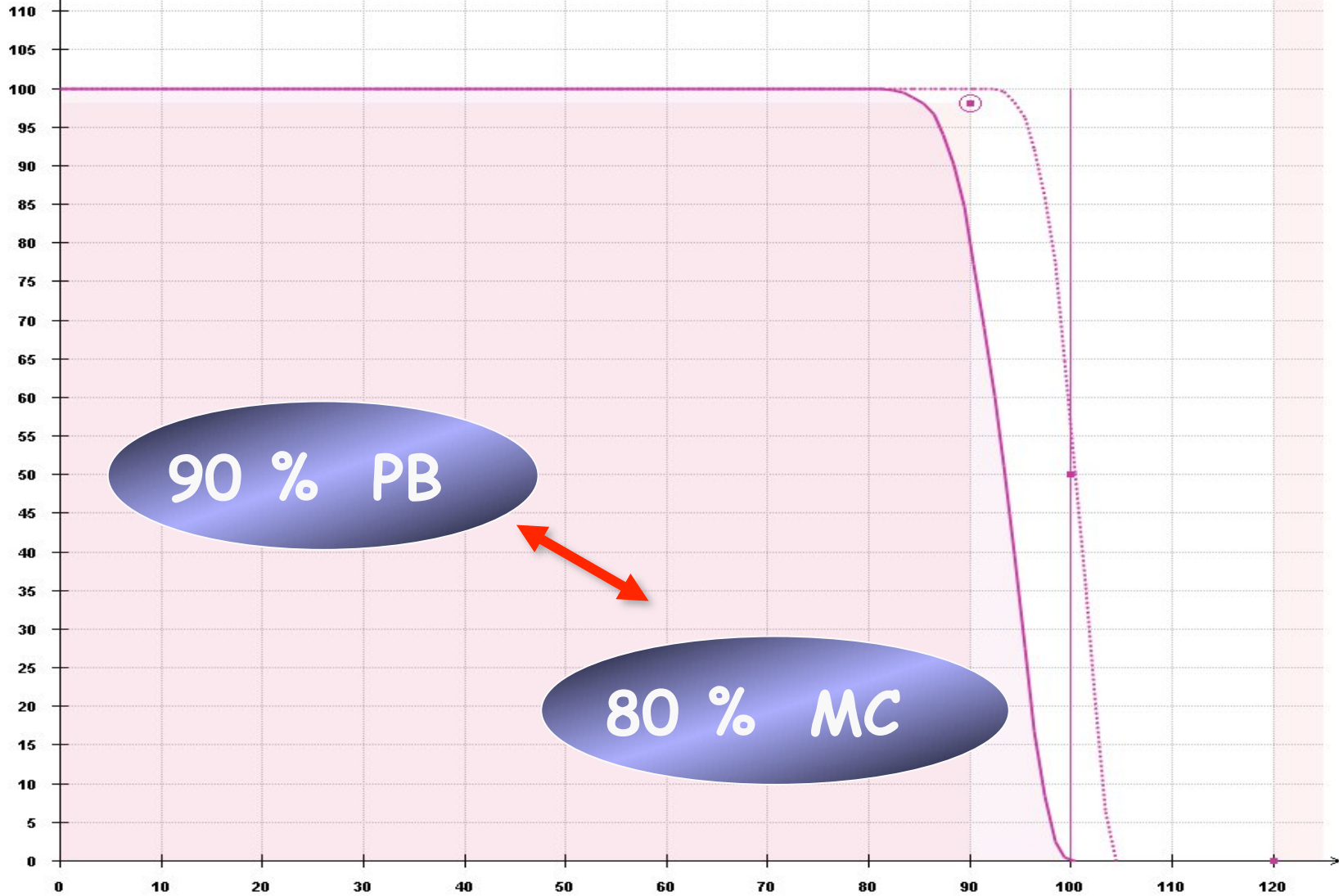
80 %

A (solid): Monte Carlo

Volume [%] ▾

Min. Dose : A: 78.9 % B: 90.2 %
Mean Dose : A: 92.6 % B: 99.8 %
Max. Dose : A: 100.4 % B: 103.7 %

Violated DVH constraint



100.0 % = 31.356 ccm
Gridsize : 2.60 mm

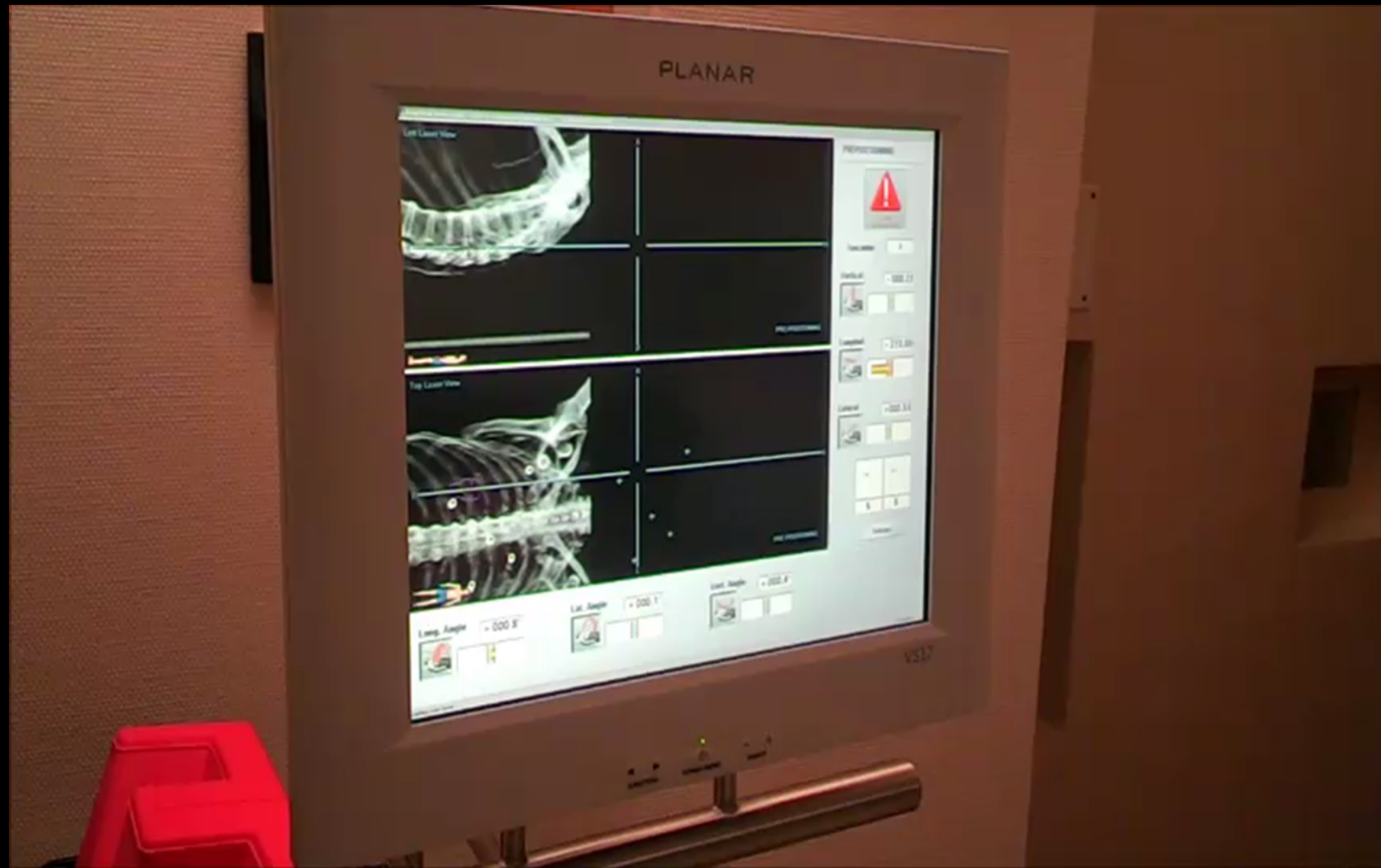
Dose [%] ▾
Monte Carlo : 2.0%;3.9x3.9x5.0mm³

100.0 % = 45.00 Gy

PRESCRIZIONE COMO

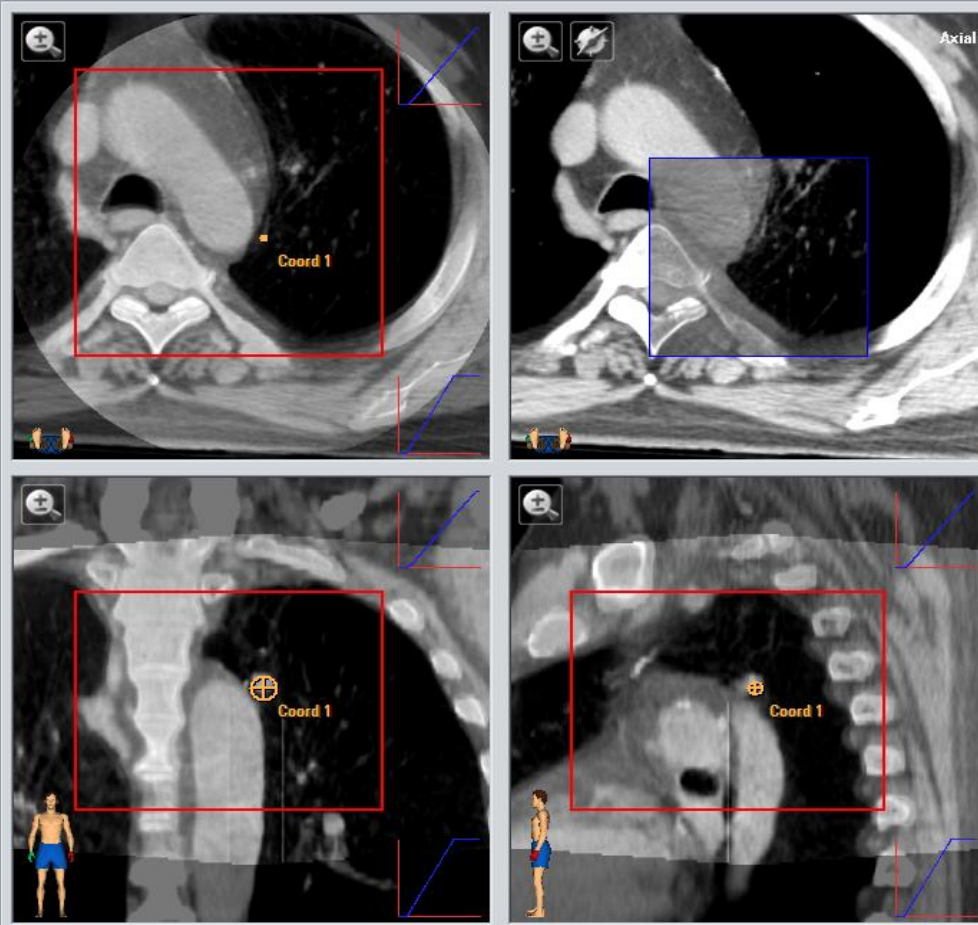
- ☆ 100% nella 90% (80% montecarlo)
- ☆ 95% nella 95%
- ☆ Non limiti di dose max nel PTV e non intervalli di disomogeneità più o meno accettabili
- ☆ La distanza tra isodose 50% ed il margine PTV deve essere compresa tra 1,5 e 2cm
- ☆ Dose prescrizione
 - 12 Gy X4 fr lesioni periferiche
 - 10 Gy X 5 fr lesioni centrali

VERIFICA



VERIFICA

Review Cone Beam Fusion



Apply Shift

Approve Shift

Shift

Vertical °

Longitudinal °

Lateral °

Overlay

ConeBeam CT

Amber/Blue Add

View



Contours Isodose Lines

Labels Dosewash

Axial Slice

1 151



Press Apply Shift to review the fusion result.

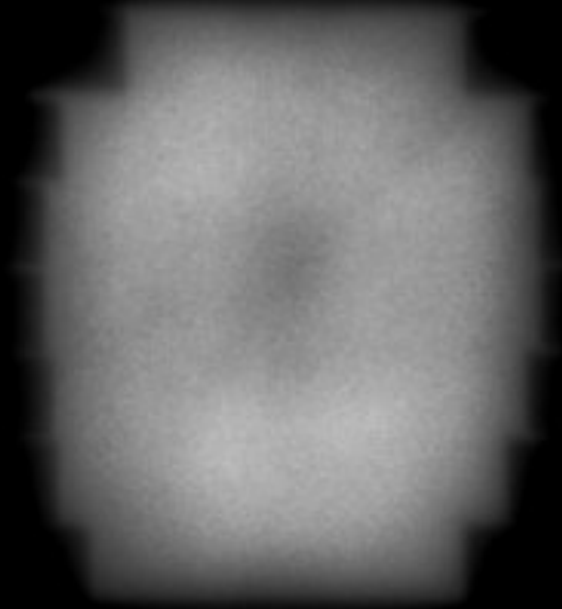
Error Detection based on:

Automatic 6D Fusion

TRATTAMENTO

EPID

Visualizzazione
lesione durante
il trattamento



AD OGGI...

- ☆ 30 pz; 37 lesioni
- ☆ 25 lesioni polmonari
- ☆ Tossicità: 6 polmoniti asintomatiche
- ☆ 12 RC ; 5 RP
- ☆ Limiti FU

PER CONCLUDERE...

- ☆ Il Vero è un'apparecchiatura innovativa, in grado di eseguire trattamenti radioterapici, anche non complanari e non isocentrici, di alta precisione
- ☆ La compattezza e la rigidità della struttura permettono ai parametri geometrici testati di soddisfare tolleranze più restrittive degli acceleratori lineari tradizionali

PER CONCLUDERE...

- ☆ Il paziente una volta posizionato sul lettino non verrà più spostato durante l'intero trattamento perché si muoverà ciò che gli sta intorno (gantry, O-Ring, testata basculante)
- ☆ Un sistema di acquisizioni immagine solidale con il gantry, ma completamente indipendente, è in grado di visualizzare il tumore mediante radiografie ad alta risoluzione o con CBCT; in questo modo il tumore è individuabile sia all'inizio della terapia che durante la stessa

**SVILUPPI
(ORMAI NON TROPPO FUTURI)**

**IMPLEMENTAZIONE HARDWARE E
SOFTWARE PER LA GESTIONE
DELLA TESTATA BASCULANTE
FINALIZZATA ALL'ESECUZIONE
DEL "TUMOR TRACKING"**

GRAZIE!!!

