

ANÁLISIS PROBABILISTA  
DE SEGURIDAD DE TRATAMIENTOS  
DE RADIOTERAPIA CON  
ACELERADOR LINEAL  
APÉNDICES



ANÁLISIS PROBABILISTA  
DE SEGURIDAD DE TRATAMIENTOS DE  
RADIOTERAPIA CON ACELERADOR LINEAL

APÉNDICES



## **PREÁMBULO**

El Organismo Internacional de Energía Atómica ha venido desarrollando una intensa actividad en la prevención de exposiciones accidentales en radioterapia, lo cual se ha materializado en una serie de informes técnicos sobre las lecciones aprendidas de investigaciones realizadas con motivo de sucesos muy graves, y en un material didáctico repartido en cursos regionales y accesibles en la página Web sobre protección de los pacientes. Estas lecciones aprendidas son necesarias pero no suficientes, ya que se sigue recibiendo información sobre nuevos tipos de exposiciones accidentales y puede haber otros sobre los que no se ha publicado informe alguno.

Se hace necesario un planteamiento más anticipativo que trate de averiguar qué otros errores se pueden cometer con antelación, para poder prevenirlos o detectarlos a tiempo. Éste ha sido el objeto del trabajo desarrollado en el marco del programa extrapresupuestario de seguridad radiológica, nuclear y física en Iberoamérica, auspiciado y financiado por el Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares. Este informe se concentra en el estudio probabilista de seguridad. De entre los métodos anticipativos, el estudio probabilista de seguridad de tratamientos de radioterapia con aceleradores lineales es el objeto del presente trabajo. Los oficiales del OIEA responsables de esta publicación eran Alejandro Nader (División de Seguridad Radiológica y de los Desechos) y Pedro Ortiz López (Sección de Coordinación de la Seguridad Tecnológica y Física, Departamento de Seguridad Nuclear Tecnológica y Física).

## DERECHOS DE AUTOR

Todas las publicaciones científicas y técnicas del OIEA están protegidas en virtud de la Convención Universal sobre Derecho de Autor aprobada en 1952 (Berna) y revisada en 1972 (París). Desde entonces, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (Ginebra) ha ampliado la cobertura de los derechos de autor que ahora incluyen la propiedad intelectual de obras electrónicas y virtuales. Para la utilización de textos completos, o parte de ellos, que figuren en publicaciones del OIEA, impresas o en formato electrónico, deberá obtenerse la correspondiente autorización, y por lo general dicha utilización estará sujeta a un acuerdo de pago de regalías. Se aceptan propuestas relativas a reproducción y traducción sin fines comerciales, que se examinarán individualmente. Las solicitudes de información deben dirigirse a la Sección Editorial del OIEA:

Dependencia de Mercadotecnia y Venta  
Sección Editorial  
Organismo Internacional de Energía Atómica  
Centro Internacional de Viena  
P.O. Box 100  
1400 Viena (Austria)  
fax: +43 1 2600 29302  
tel.: +43 1 2600 22417  
correo-e: [sales.publications@iaea.org](mailto:sales.publications@iaea.org)  
<http://www.iaea.org/books>

Para obtener más información sírvanse dirigirse a:

Dependencia de Protección Radiológica de los Pacientes  
Organismo Internacional de Energía Atómica  
Centro Internacional de Viena  
P.O. Box 100  
1400 Viena (Austria)  
correo-e: [Official.Mail@iaea.org](mailto:Official.Mail@iaea.org)

ANÁLISIS PROBABILISTA DE SEGURIDAD DE TRATAMIENTOS  
DE RADIOTERAPIA CON ACCELERADOR LINEAL – APÉNDICES  
OIEA, VIENA, 2012  
IAEA-TECDOC-1670/S  
ISBN 978-92-0-322610-3  
ISSN 1011-4289  
Impreso por el OIEA en Austria  
Febrero de 2012

© OIEA, 2012

## *NOTA EDITORIAL*

*Las denominaciones concretas de países o territorios empleadas en esta publicación no implican juicio alguno por parte del editor, el OIEA, sobre la condición jurídica de dichos países o territorios, de sus autoridades e instituciones, ni del trazado de sus fronteras.*

*La mención de nombres de determinadas empresas o productos (se indiquen o no como registrados) no implica ninguna intención de violar derechos de propiedad ni debe interpretarse como una aprobación o recomendación por parte del OIEA.*

## ÍNDICE

APÉNDICE I.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO.....	1
	I.1. Alcance del estudio.....	4
	I.2. Hipótesis adoptadas al elaborar el modelo .....	5
	I.3. Sistemas y equipos utilizados en el proceso de tratamiento .....	6
APÉNDICE II.	RESUMEN ESTADÍSTICO Y CONTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS SUCESOS INICIADORES DE ACCIDENTE .....	10
APÉNDICE III.	DATOS APORTADOS POR LOS PAÍSES SOBRE EL PROCESO DE TRATAMIENTO Y VALORES ASUMIDOS.....	30
APÉNDICE IV.	CONTRIBUCIONES DE LAS FRECUENCIAS PARCIALES A LA TOTAL.....	57
	IV.1. Resumen estadístico de las contribuciones.....	57
	IV.2. Exposiciones accidentales de múltiples pacientes: frecuencia de las originadas a partir de cada suceso iniciador y su contribución porcentual a la frecuencia total.....	58
	IV.3. Exposiciones accidentales de un solo paciente: frecuencia de las originadas a partir de cada suceso iniciador y su contribución a la frecuencia total.....	62
	IV.4. Sucesos iniciadores de secuencias que llevan a incidentes recuperables .....	67
	IV.5. Exposiciones accidentales de los trabajadores: frecuencia de las originadas a partir de cada suceso iniciador y su contribución porcentual a la frecuencia total.....	68
	IV.6. Exposiciones accidentales de los miembros del público: frecuencia de las originadas a partir de cada suceso iniciador y su contribución porcentual a la frecuencia total .....	68
APÉNDICE V.	RESUMEN DE LAS BARRERAS Y DE LOS REDUCTORES DE FRECUENCIA DE LOS SUCESOS INICIADORES .....	70
	V.1. Barreras identificadas para cada suceso iniciador de secuencia accidental.....	70
	V.2. Clasificación de las barreras .....	134
	V.3. Resumen de los reductores de frecuencia de los sucesos iniciadores identificados .....	208
APÉNDICE VI.	EJEMPLO DE CÓMO DETERMINAR LAS SECUENCIAS ACCIDENTALES .....	211
	VI.1. Denominación del suceso iniciador .....	211
	VI.2. Definición del suceso iniciador .....	211
	VI.3. Diagrama lógico del árbol de sucesos del iniciador .....	211
	VI.4. Denominación de los cabeceros del árbol de sucesos .....	211
	VI.5. Hipótesis específicas consideradas durante la elaboración y cuantificación del árbol de sucesos del iniciador .....	212
	VI.6. Árbol de fallos del suceso iniciador.....	212
	VI.7. Árbol de fallos de las barreras .....	212

APÉNDICE VII. ANÁLISIS DE LAS INCERTIDUMBRES DEL APS.....	214
VII.1. Introducción.....	214
VII.2. Análisis cualitativo de incertidumbres.....	214
VII.2.1. Metodología del análisis cualitativo de las incertidumbres .....	214
VII.2.2. Interpretación de los resultados indicados en las tablas análisis de incertidumbres .....	216
VII.2.3. Tablas de análisis cualitativo de las incertidumbres del APS-LINAC .....	217
VII.3. Estimaciones cuantitativas de las incertidumbres en las medidas de Fussel Vesely (FV) .....	232
VII.4. Recomendación derivada del cálculo de las incertidumbres FV .....	242
VII.5. Estimaciones cuantitativas de las incertidumbres en el análisis de sensibilidad de barreras.....	244
REFERENCIAS .....	249
ANEXO           RELACIÓN DE INFORMES TÉCNICOS DEL APS.....	252
DEFINICIONES .....	253
SIGLAS UTILIZADAS .....	255



## **APÉNDICE I.**

### **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO**

En este apéndice se describe un proceso típico de tratamiento con haces externos de acelerador lineal, que forma parte de un servicio de radioterapia hipotético al cual se ha aplicado el análisis. Dicho proceso se ilustra en la Figura I-1, y está basado en la literatura y en los servicios de radioterapia que han participado en el estudio. En el proceso consta de 12 etapas, de las cuáles nueve fueron objeto del presente estudio, del que se excluyen las etapas de aceptación, puesta en servicio, y mantenimiento, de acuerdo con el alcance establecido.

Las etapas objeto de estudio se representan en la Figura I-2. En esta división por etapas, el proceso se ha discretizado en pasos en función de las personas que intervienen, los lugares donde se realizan u otros factores que facilite la consideración de cada uno como unidad independiente dentro del estudio. En la Tabla I-1 se resume el objetivo de cada etapa.

El proceso se puede describir de la forma siguiente. Comienza con la etapa de prescripción clínica del tratamiento (PrCT) en la que el radio oncólogo decide el tratamiento de radioterapia a administrar. Seguidamente se procede a la adquisición de los datos anatómicos del paciente (ADAP) mediante una tomografía axial computada cuyas imágenes se transmiten al sistema de planificación del tratamiento (TPS). El radio oncólogo delinea el volumen del tumor macroscópico (GTV) y los volúmenes clínicos (CTV), así como los órganos críticos (OAR) completándose la etapa del proceso, denominada delimitación de volúmenes (DV).

Con la información de las etapas precedentes se inicia la planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) donde el físico médico, en interacción con el radio oncólogo y el dosimetrista elabora el plan de tratamiento del paciente. En esta etapa se determina si se necesitan elaborar bloques de conformación personalizados (EM) según las características del tratamiento a administrar.

La sesión inicial de tratamiento (IT) comienza con la verificación del plan de tratamiento propuesto, posicionando al paciente para la irradiación y seleccionando los parámetros geométricos en los equipos, en presencia del radio oncólogo, físicos-médico y técnicos en radioterapia a cargo del caso. Si el tratamiento no necesita modificaciones, se administra a continuación la primera sesión de tratamiento.

Las etapas siguientes consisten en posicionar al paciente para el tratamiento diario (PPTD) y administrar la dosis de tratamiento diaria (ATD). El tratamiento diario lo ejecutan los técnico de radioterapeuta en la sala de tratamiento y panel de control respectivamente. Durante el curso del tratamiento el radio oncólogo realiza al menos un control médico semanal del paciente y evalúa el tratamiento del paciente (EPDT), lo cual puede generar modificaciones del tratamiento según lo que se observe en el control médico.

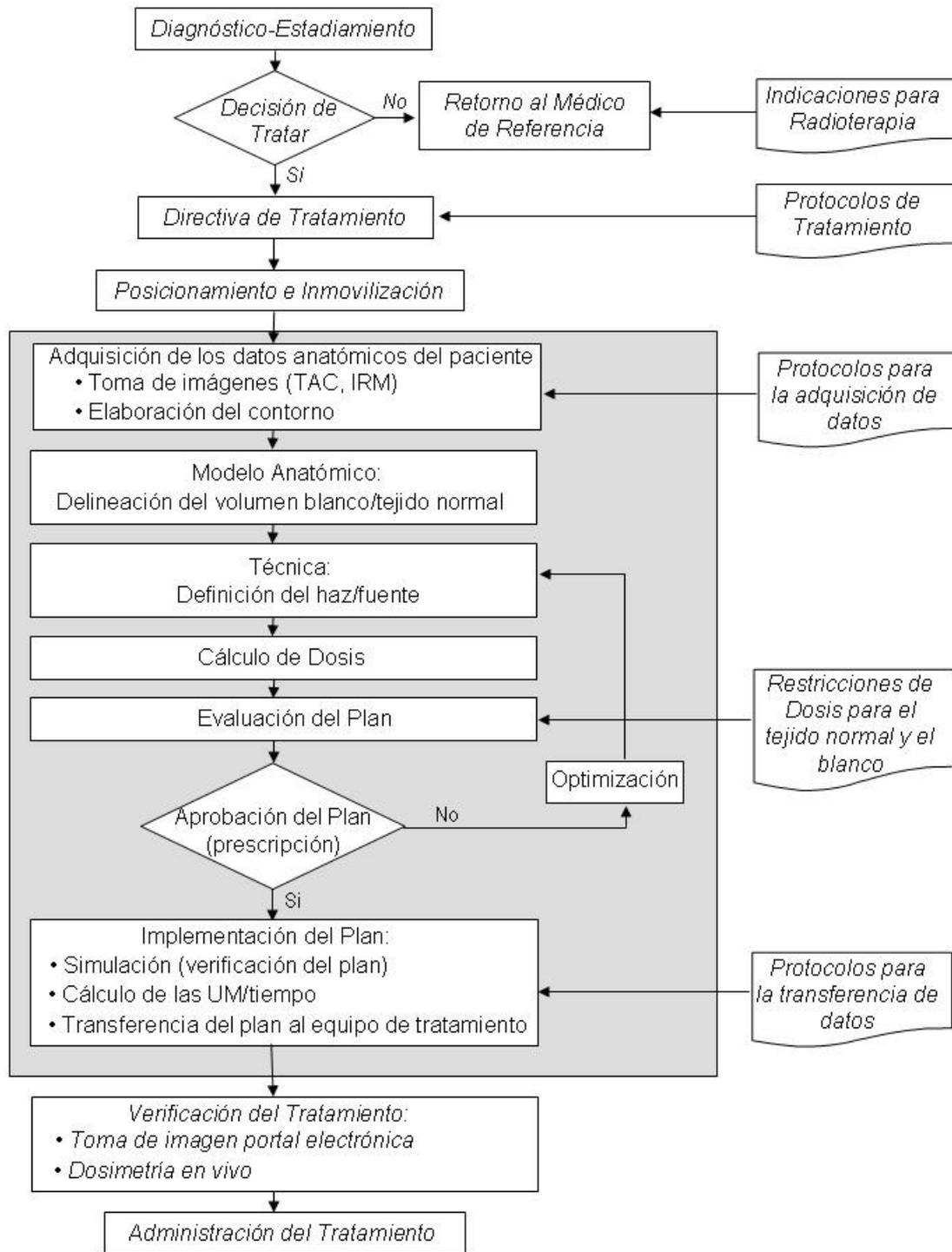


FIG. I-1. Etapas del procedimiento de tratamiento con radioterapia tomado de Technical Reports Series No. 430 "Commissioning and Quality Assurance of Computerized Planning System", OIEA (2005).

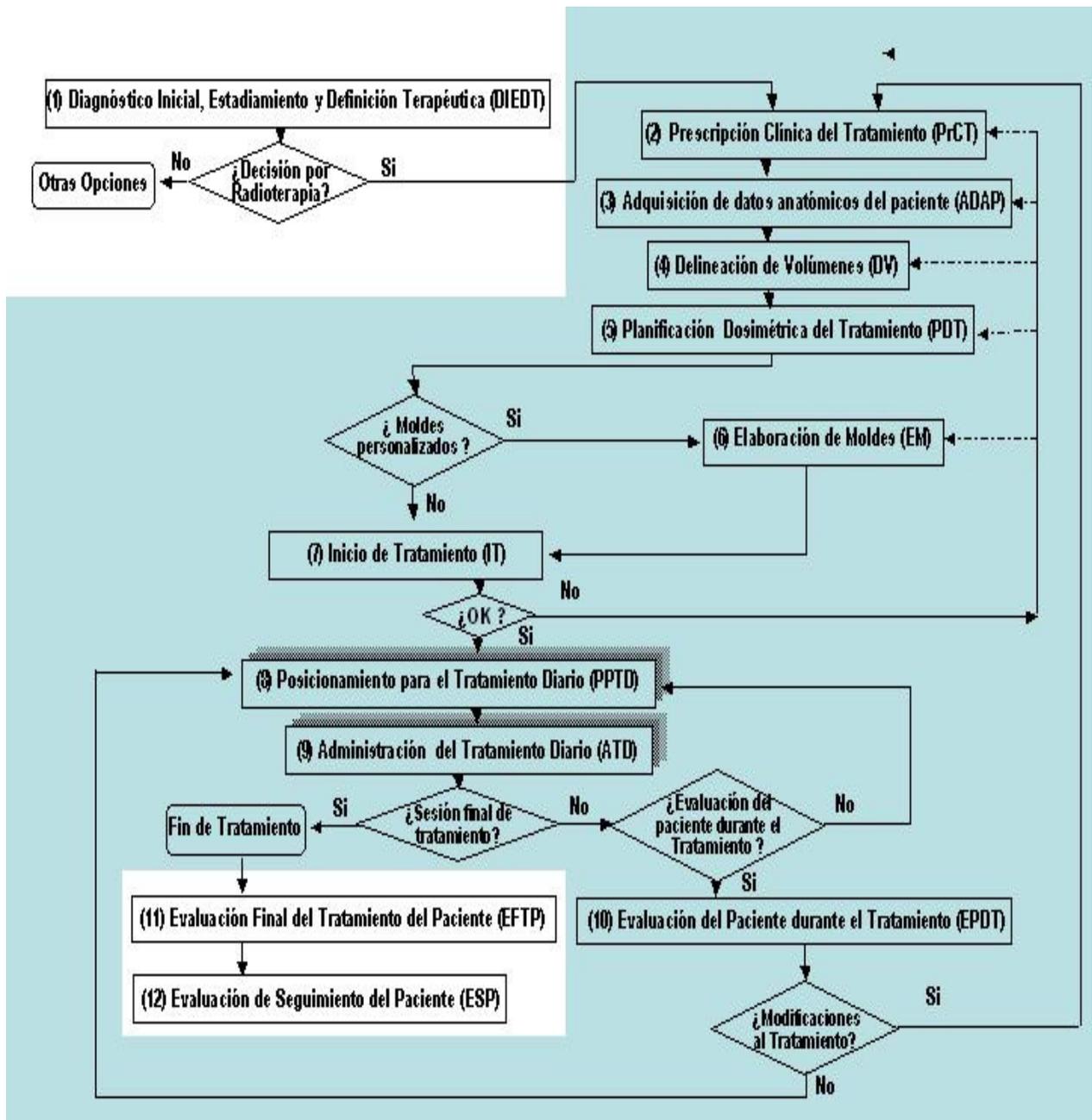


FIG. I-2. Etapas del proceso de tratamiento consideradas en el APS-RT-LINAC (sombreadas en azul).

TABLA I-1. ETAPAS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO ANALIZADAS

No	Etapa	Objetivo
(1)	Prescripción clínica del tratamiento (PrCT-LINAC)	Seleccionar el tipo de radioterapia a administrar al paciente y prescribir el tratamiento
(2)	Adquisición de datos anatómicos del paciente (ADAP-LINAC)	Obtener la información anatómica del paciente para planificar el tratamiento y elaborar los dispositivos de colocación e inmovilización
(3)	Delineación de volúmenes (DV-LINAC)	Delimitar gráficamente en el TPS los volúmenes macroscópicos (GTV) y volúmenes blanco clínicos (CTV) así como los órganos de riesgo (OAR)

No	Etapa	Objetivo
(4)	Planificación dosimétrica del tratamiento (PDT-LINAC)	Elaborar el plan de tratamiento, calculando distribuciones de dosis, seleccionando la mejor y determinando el número de unidades monitor para el tratamiento.
(5)	Elaboración de moldes (FM-LINAC)	Elaborar moldes personalizados para proteger estructuras y órganos críticos cercanos al volumen blanco de planificación (PTV)
(6)	Sesión inicial de tratamiento (IT-LINAC)	Simular y verificar el plan de tratamiento y administrar la primera dosis diaria de tratamiento
(7)	Posicionamiento para el tratamiento diario (PPTD-LINAC)	Posicionar al paciente y seleccionar los parámetros de tratamiento en el equipo
(8)	Administración del tratamiento diario desde la consola de control (ATD-LINAC)	Administrar la dosis diaria de tratamiento al paciente
(9)	Evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT-LINAC)	Controlar semanalmente la marcha del tratamiento, así como la evolución de la enfermedad y el estado del paciente

#### I.1. ALCANCE DEL ESTUDIO

- (1) El estudio se aplica a un proceso de radioterapia hipotético y genérico que no está obligatoriamente asociado a un modelo o marca específicos de acelerador lineal.
- (2) El estudio abarca la radioterapia conformada tridimensional (3D) de haces externos de fotones y electrones de alta energía con un acelerador lineal.
- (3) El estudio no incluye la radioterapia de intensidad modulada (IMRT) ni técnicas especiales de radiocirugía y radioterapia esterotáxica (SRS y SRT), la radioterapia intraoperatoria (IRT) ni la irradiación de cuerpo entero (TBI).
- (4) El estudio no incluye expresamente los tratamientos con intención paliativa, puesto que el objeto de estudio son los tratamientos 3D que son esencialmente curativos.
- (5) El estudio abarca sólo la radioterapia de haces externos, excluyendo los aspectos de su uso combinado con braquiterapia o los de tratamientos adyuvantes con cirugía y quimioterapia.
- (6) El estudio incluye el proceso de radioterapia de haces externos desde que se decide el tratamiento hasta la última sesión de tratamiento, excluyendo el diagnóstico inicial, la determinación del estadio de la enfermedad y la decisión terapéutica, así como la evaluación final del tratamiento del paciente y las seguimiento del paciente una vez concluido el tratamiento. Estas etapas, aunque son muy importantes en valorar la efectividad del tratamiento administrado, en función del control de la enfermedad, la detección temprana de posibles recurrencias y los efectos de la irradiación de tejido normal, éste es un proceso posterior al de tratamiento en sí mismo.

- (7) Se incluye sólo la tomografía axial computada como modalidad de adquisición de datos anatómicos del paciente para la delineación de volúmenes y planificación de tratamientos considerando que es la técnica de obtención de imagen más utilizada en la actualidad para este proceso.
- (8) No se incluye la simulación convencional y verificación del plan de tratamiento en un simulador convencional. En algunos servicios se dispone de un simulador convencional, que permite reducir el tiempo de utilización de la máquina de tratamiento en la sesión de inicio. En determinadas localizaciones no son necesarias imágenes de CT (casos de compresión de médula, metástasis de hueso o cerebro). Sí forma parte del estudio la utilización de la simulación convencional en aquellas localizaciones en las que los movimientos del paciente, como la respiración, son de particular importancia.
- (9) Los procesos de delineación de volúmenes que realiza el radio oncólogo y de planificación dosimétrica que realiza el físico médico, ambos en el TPS, han sido considerados en el estudio mediante pasos genéricos y no como los pasos específicos de un TPS concreto.
- (10) En el estudio de la etapa de elaboración de moldes se incluyen sólo las tareas generales sin entrar en un desglose detallado de las mismas.
- (11) Los procesos de posicionamiento y administración de los tratamientos son auxiliados por el software de tratamiento que puede tener funcionalidades, limitaciones y características que varían según el modelo del equipo y el fabricante. Las etapas de posicionamiento y administración del tratamiento fueron consideradas mediante pasos genéricos y no como pasos de un software de tratamiento de un fabricante específico.

## I.2. HIPÓTESIS ADOPTADAS AL ELABORAR EL MODELO

- (1) Se asume que la evaluación médica inicial del paciente ha sido correcta, y que por tanto, también lo son la evaluación del tipo y localización del tumor, su extensión y estadio y se excluyen de este estudio los posibles errores en esta fase.
- (2) Se asume que la decisión terapéutica fue realizada correcta, así como los resultados de la misma (evaluación de las alternativas terapéuticas y selección de la radioterapia como modalidad a utilizar) y se excluyen del estudio los posibles errores en esta fase.
- (3) Se asume que toda la transferencia de información entre etapas se realiza por red (imágenes de CT, volúmenes delineados, plan de tratamiento, sesiones administradas etc.) y todo queda registrado en la hoja de tratamiento.
- (4) La conversión de las imágenes de CT a formato DICOM y su transferencia al TPS varía en los distintos servicios de radioterapia, según las características funcionales del CT y del TPS y el personal disponible. En este estudio se asume que el técnico del tomógrafo computarizado convierte las imágenes del CT a formato DICOM y las transfiere a una estación de trabajo en el área de planificación de tratamientos, identificando el nombre del paciente y la orientación cabeza y pies del paciente con respecto al gantry y posición prono/supino del paciente. El dosimetrista o un técnico de radioterapia genera un nuevo caso en el TPS y captura las imágenes DICOM del paciente verificando la identificación y orientación cabeza/pies del mismo con respecto al gantry y la posición prono o supino. Asimismo selecciona los valores de la curva de densidad de electrones (R.E.D).

(5) La planificación dosimétrica del tratamiento es realizada por un físico médico o por un dosimetrista, éste último supervisado por el primero, según la disponibilidad de personas en cada servicio de radioterapia. En el presente estudio se asume que la planificación 3D la efectúa un físico médico, con una participación mínima del dosimetrista.

### I.3. SISTEMAS Y EQUIPOS UTILIZADOS EN EL PROCESO DE TRATAMIENTO

Los equipos objeto del estudio son los que figuran en la Tabla I-2 y el único análisis detallado es el del acelerador lineal. El resto de los equipos y sistemas computarizados se analizaron sólo como macro componentes sin detallar cada una de sus partes.

TABLA I-2. EQUIPOS UTILIZADOS EN EL PROCESO DE TRATAMIENTO

No	Equipos	Código	Función
(1)	Tomógrafo computarizado	TAC	Obtener imágenes del paciente, con los datos identificativos del mismo y los datos necesarios para evaluar las dimensiones o contornos, localización del volumen del tumor macroscópico (GTV), localización de órganos críticos, así como otras informaciones anatómicas y útiles para la localización
(2)	Sistema de planificación del tratamiento	TPS	Calcular las distribuciones de dosis a partir de datos sobre haces de entrada y de la información anatómica del paciente. El TPS facilita la selección más apropiada de los haces de radiación para tratar el volumen blanco y proporciona una representación de la distribución de dosis, así como otros datos necesarios para la preparación y administración del tratamiento
(3)	Acelerador lineal	LINAC	Irradiar al paciente, de acuerdo con el plan de tratamiento
(4)	Dispositivo de imagen portal electrónica	EPID	Tomar imágenes portales de verificación, que permitan comprobar que el haz de radiación corresponde al volumen blanco de planificación
(5)	Dosimetría en vivo	DIV	Verificar y documentar la dosis real durante la irradiación y detectar posibles desviaciones que se produzcan entre la dosis real y la planificada
(6)	Sistema de comunicación con el paciente	SCP	Facilitar la comunicación constante con el paciente tanto de forma visual como auditiva

En la Figura I-3 se representa el diagrama en bloques que resume las principales partes del acelerador lineal.

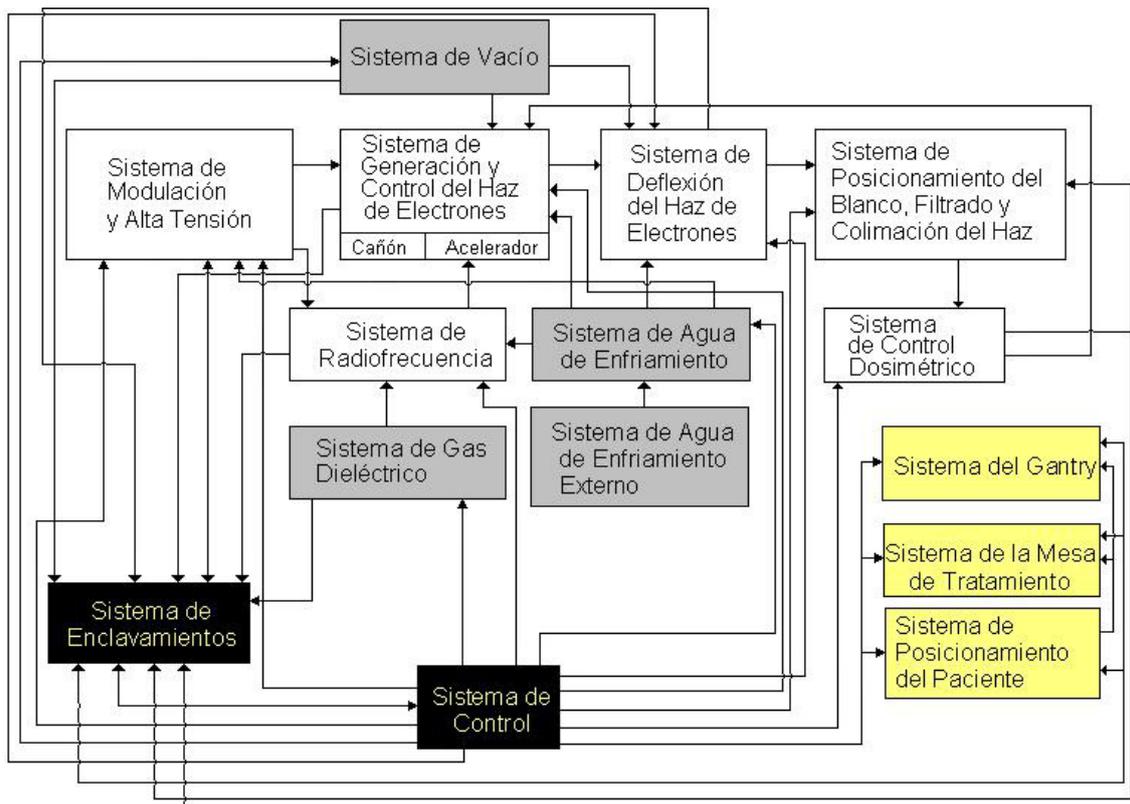


FIG. I-3. Diagrama de bloques del acelerador lineal.

El sistema de modulación y de alta tensión proporciona un pulso negativo de tensión eléctrica que se aplica simultáneamente al cañón de electrones y al magnetrón. Éstos pertenecen al sistema de generación y control del haz de electrones y al sistema de radiofrecuencia, respectivamente. Los pulsos hacen que se emitan los electrones en “paquetes”, con la frecuencia de los pulsos del sistema de modulación.

El magnetrón genera los pulsos de radiofrecuencia que son lanzados hacia la guía de ondas en la cual los pulsos de radiofrecuencia interactúan con el haz de electrones inyectado desde el cañón. La guía de ondas es una estructura hueca con cavidades por donde se transmite la energía de radiofrecuencia y se acelera el haz de electrones. Dentro de dicha guía se establece un campo electromagnético de alta frecuencia que se transmite hasta el blanco. En la guía se mantiene un vacío por medio de dos bombas iónicas. Para compensar las posibles desalineaciones del haz de electrones en la estructura aceleradora, se encuentran unos juegos de bobinas correctoras en el sistema de generación y control del haz de electrones que mantienen la alineación de dicho haz, en su trayectoria por la guía.

Una vez que los electrones salen del acelerador son conducidos por el sistema de deflexión del haz de electrones, el cual mediante un deflector magnético hace que los electrones incidan en el lugar y dirección correctos sobre el blanco en el régimen de rayos X, o sobre el área de la ventana de salida, en el régimen de electrones. Seguidamente, el haz de radiación se dirige al sistema de posicionamiento del blanco, filtrado y colimación del haz, que contiene dispositivos de limitación del mismo (colimador) y diafragmas ajustables utilizados para dar tamaño y forma al haz de rayos X. En el caso de irradiación con electrones, el haz se delimita mediante un aplicador de electrones externo que se coloca en el cabezal del acelerador.

En el cabezal también se encuentran los filtros aplanadores y los filtros en cuña, así como una fuente de luz para iluminar el campo de tratamiento a través de un espejo, y un puntero óptico para indicación de distancia. También se hallan a la salida del haz, las cámaras de ionización del sistema “monitor del haz” o sistema de control dosimétrico, que integran en forma

independiente la dosis. La indicación del isocentro se complementa con sistemas ópticos de tipo láser ubicados en las paredes del recinto y en el equipo que se cruzan en el isocentro.

Todo el equipo está controlado por el “sistema de control de operaciones” y existen múltiples enclavamientos para garantizar la seguridad ante incidentes operacionales y averías.

Para los propósitos de este estudio, se ha dividido el acelerador lineal en los sistemas que se detallan en la Tabla I-3, en la que además se resumen las funciones de cada uno de estos sistemas.

TABLA I-3. FUNCIÓN DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS DEL ACELERADOR LINEAL

No	Sistema	Código	Función
(1)	Sistema de modulación y alta tensión	MHT	Generar pulsos de alta tensión para alimentar al cañón de electrones y al magnetrón
(2)	Sistema de radiofrecuencia	SRF	Generar los pulsos de energía electromagnética. Transferir la energía electromagnética a los electrones en la guía de ondas para acelerarlos desde su nivel de inyección a su energía final. Controlar la frecuencia de los pulsos generados
(3)	Sistema de generación y control del haz de electrones	GAC	Generar la nube electrónica y acelerar los electrones hasta velocidades próximas a la de la luz
(4)	Sistema de deflexión del haz de electrones	DHE	Cambiar la dirección del haz de radiaciones hacia el blanco
(5)	sistema de posicionamiento del blanco, filtrado y colimación del haz	CCH	Conformar la calidad del haz de radiaciones para su utilización en radioterapia (limitar la fuga de radiaciones fuera del haz de tratamiento)
(6)	Sistema de control dosimétrico del haz	CDH	Controlar la dosis entregada, la uniformidad y estabilidad del haz
(7)	Sistema de gas dieléctrico	SGD	Suministrar gas dieléctrico al sistema de radiofrecuencia y a la guía de onda rectangular con el objetivo de minimizar la formación de arcos.
(8)	Sistema de vacío	SVA	Garantizar que se alcance el vacío suficiente para obtener la emisión de electrones desde el cañón y permitir el paso del haz de electrones en la estructura aceleradora, a la vez que previene la ruptura eléctrica a los altos niveles de energía utilizados en el acelerador
(9)	Sistema de agua de enfriamiento	SAE	Enfriar los componentes críticos (estructura aceleradora, fuente de radiofrecuencia, etc.) manteniendo una temperatura relativamente constante
(10)	Sistema del brazo (gantry)	SGA	Facilitar el posicionado del brazo (gantry) y lograr la inclinación del haz adecuada para cada tratamiento
(11)	Sistema de la mesa de tratamiento	SMT	Sostener al paciente tumbado sobre la mesa de manera que se logre la disposición geométrica del paciente respecto del haz en cada tratamiento

---

No	Sistema	Código	Función
(12)	Sistema de posicionamiento del paciente	SPP	Facilitar el posicionado del paciente para cada modalidad de tratamiento
(13)	Sistema de enclavamientos	SEN	Interrumpir el tratamiento ante condiciones inseguras con el objetivo de garantizar la seguridad del paciente, el trabajador y el público, durante el tratamiento
(14)	Sistema de control de operaciones del acelerador	SCO	Predefinir, monitorear y controlar el funcionamiento del acelerador de forma centralizada

---

**APÉNDICE II.**  
**RESUMEN ESTADÍSTICO Y CONTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS**  
**SUCESOS INICIADORES DE ACCIDENTE**

En el FMEA se identificaron 158 modos de fallo de equipo y 295 errores humanos capaces de provocar los eventos indeseados definidos. Un resumen estadístico del FMEA realizado aparece en la Tabla II-1.

**TABLA II-1. RESUMEN ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS DEL FMEA**

Relacionados con las tareas del proceso de tratamiento	Tareas analizadas	140
	Errores humanos analizados	480
	Errores humanos que constituyen sucesos iniciadores de accidente	295 (61%)
	Errores humanos que constituyen degradación de las defensas de seguridad	103 (21%)
	Errores humanos fuera del alcance del estudio	82 (17%)
Relacionado con los equipo del proceso de tratamiento	Componentes analizados	347
	Modos de fallo analizados	413
	Modos de fallo que constituyen sucesos iniciadores de accidente	158 (38%)
	Modos de fallo que constituyen degradación de las defensas	156 (38%)
Relacionados con las consecuencias	Modos de fallo fuera del alcance del estudio	99 (24%)
	Modos de fallo o errores humanos que potencialmente conducen a exposiciones accidentales irreversibles de múltiples pacientes	267
	Modos de fallo o errores que potencialmente conducen a exposiciones accidentales irreversibles de un solo paciente	237
	Modos de fallo o errores que conducen a exposiciones recuperables	208

Los 295 sucesos iniciadores se agruparon en 118 grupos de sucesos iniciadores de secuencias accidentales, las cuales fueron modeladas y cuantificadas mediante el APS. La frecuencia de los sucesos iniciadores se determinó multiplicando la probabilidad de fallo o error por la cantidad de veces que se ejecuta la acción en la que dicho fallo o error puede ocurrir. En la Tabla II-2 aparece un resumen estadístico de los sucesos iniciadores según su contribución con respecto a la suma total de la frecuencia anual de cada iniciador. La contribución individual de cada iniciador así como su definición se detalla en la sección siguiente.

**TABLA II-2. RESUMEN ESTADÍSTICO DE LOS SUCESOS INICIADORES AGRUPADOS**

Sucesos iniciadores	Número
Total de sucesos iniciadores analizados en el estudio	118
Número de sucesos iniciadores que tienen una frecuencia superior al	3

Sucesos iniciadores	Número
10% de la frecuencia total de cualquiera de los sucesos iniciadores	
Número de sucesos iniciadores cuya frecuencia se halla entre el 1 y el 10% de la frecuencia de todos los sucesos iniciadores	16
Número de sucesos iniciadores que tienen una frecuencia entre el 0,1% y el 1% de la frecuencia de todos los sucesos iniciadores	48
Número de sucesos iniciadores que tienen una frecuencia inferior al 0,1% de la frecuencia de todos los sucesos iniciadores	51

En la Tabla II-3 se detallan los sucesos iniciadores identificados en el FMEA, incluyendo el porcentaje con el que cada uno contribuye a la frecuencia total anual de todos los iniciadores (el valor porcentual de cada iniciador es la probabilidad porcentual de veces en las que ocurriendo un suceso iniciador, éste coincida con el iniciador dado). Los fallos de equipo se han descrito preferentemente mediante un sustantivo mientras que los errores humanos se han descrito mediante el verbo que expresa la acción u omisión.

**TABLA II-3. DEFINICIÓN DE LOS SUCESOS INICIADORES DE ACCIDENTE Y CONTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE CADA UNO A LA FRECUENCIA GLOBAL DE TODOS LOS INICIADORES**

Código dado al suceso iniciador	Denominación del suceso iniciador	Descripción del suceso iniciador	Contribución de la frecuencia del suceso iniciador a la total de todos los iniciadores
Sucesos iniciadores con consecuencias para los pacientes			
SI-001	Discrepancia de la energía real del haz con la seleccionada, por fallo del sistema de modulación durante el tratamiento con electrones	Fallos en el sistema de modulación y alta tensión pueden provocar una variación indeseada del ancho, amplitud o frecuencia de los pulsos de entrada al magnetrón y al cañón de electrones, y por tanto una variación de la energía de los mismos	0,03%
SI-002	Discrepancia de la energía real del haz con la seleccionada, por fallo del sistema de radiofrecuencia durante el tratamiento con electrones	Fallos de sistema de radiofrecuencia durante el tratamiento con electrones pueden provocar una variación indeseada del ancho, amplitud o frecuencia de los pulsos de radiofrecuencia y por tanto una variación de la energía del haz	0,01%
SI-003	Discrepancia de la energía real del haz con la seleccionada, por fallos en el sistema de alimentación de alta tensión, durante el tratamiento con electrones	Puede ocurrir por fallos del sistema de alimentación de alta tensión que provocan sobretensiones durante el tratamiento con electrones, dando lugar a una variación de la energía del haz	0,002%
SI-004	Discrepancia de la energía real del haz con la	La variación de la impedancia característica de la red de formación	0,01%

Código dado al suceso iniciador	Denominación del suceso iniciador	Descripción del suceso iniciador	Contribución de la frecuencia del suceso iniciador a la total de todos los iniciadores
	seleccionada, por variación en la impedancia característica de la red de formación de pulsos del sistema de modulación durante el tratamiento con electrones	de pulsos durante el tratamiento con electrones puede traer como consecuencia una variación de la energía del haz	
SI-005	Discrepancia entre la frecuencia real de pulsos de radiofrecuencia y la prevista, por fallos del sistema de radiofrecuencia, durante el tratamiento con electrones	Fallos en el sistema de radiofrecuencia pueden dar lugar a un error en la frecuencia de los pulsos de radiofrecuencia en el tratamiento con electrones	0,09%
SI-006	Intensidad de corriente de caldeo de filamento diferente de la prevista por fallos de control y alimentación del cañón	Fallos en el control o alimentación del cañón de electrones pueden provocar que la intensidad de corriente de caldeo del filamento del cañón sea diferente de la requerida y se produzca una variación en la tasa de dosis	0,13%
SI-007	Aceleración de electrones diferente de la prevista por fallos internos de la guía de ondas	Cambio de propiedades de los materiales (fatiga de los mismos por exceso de temperatura o por efecto de las radiaciones) pueden provocar la pérdida de las propiedades de la guía de ondas antes del tiempo previsto y provoca variaciones en la energía del haz	0,0007%
SI-008	Desenfoco del haz de radiación	Fallos de las bobinas de enfoque o de sus sistema de alimentación (cortocircuitos internos u otras causas) pueden dar lugar al desenfoco del haz de radiación	0,1%
SI-009	Desviaciones radiales o transversales del haz de radiación en el extremo del cañón	Fallos de las bobinas pueden hacer que éstas no puedan corregir las desviaciones transversales o radiales del haz	0,05%
SI-010	Desviaciones radiales o transversales del haz en el centro de la estructura aceleradora	Pueden ocurrir por fallos de las bobinas que impidan compensar las desviaciones transversales o radiales del haz al modificar el ángulo del gantry	0,18%
SI-011	Deficiente deflexión del haz	Fallos de las bobinas de deflexión o de la alimentación de dichas bobinas pueden hacer que el haz no tenga la trayectoria prevista hasta su	0,17%

Código dado al suceso iniciador	Denominación del suceso iniciador	Descripción del suceso iniciador	Contribución de la frecuencia del suceso iniciador a la total de todos los iniciadores
		incidencia sobre el blanco o sobre la lámina dispersora	
SI-012	Posición incorrecta del blanco	Fallos del sistema de cambio de blanco pueden hacer que la posición del blanco en el que han de incidir los electrones no coincida con la prevista	0,12%
SI-013	Discrepancia entre la lámina dispersora de los electrones y la que corresponde a la energía de los mismos	Fallos del posicionado de las láminas dispersoras de electrones puede hacer que la lámina posicionada frente al haz no concuerde con la energía de los electrones	0,20%
SI-014	Rotación incorrecta del colimador primario respecto a una de las dos posiciones que corresponda según el tipo de irradiación y la energía	Fallos del sistema de rotación del colimador primario puede dar lugar al posicionado incorrecto respecto a la que corresponde por el tipo de irradiación y a la energía (una posición del colimador primario se corresponde con fotones de baja energía y electrones y la otra posición con fotones de alta energía)	0,08%
SI-015	Movimiento del colimador primario durante la irradiación	Puede ocurrir por fallo del freno que hace que el colimador pueda moverse y apartarse de la posición requerida	0,01%
SI-016	Posición incorrecta del filtro secundario	Un desplazamiento del filtro secundario puede hacer que se éste se aparte de la posición que corresponde al modo de tratamiento y la energía seleccionada	0,15%
SI-017	Fallo en el control dosimétrico del haz	Esta ausencia sólo puede ocurrir si se produce un fallo en ambos canales redundantes de control dosimétrico, lo cual puede provocar sobreirradiación o subirradiación del paciente	0,01%
SI-018	Pérdida de la alimentación de las cámaras de ionización	Una interrupción del potencial de polarización de las cámaras de ionización (- 300 V), haría que las cámaras no midieran el haz con la consiguiente ausencia del sistema dosimétrico y posible sobreirradiación o subirradiación del paciente	1,28%

Código dado al suceso iniciador	Denominación del suceso iniciador	Descripción del suceso iniciador	Contribución de la frecuencia del suceso iniciador a la total de todos los iniciadores
SI-019	Posición incorrecta del atenuador de retrodispersión (shutter)	Si el shutter no alcanza la posición correcta, la radiación retrodispersada por el filtro en cuña puede llegar a la cámara de ionización y falsear la medida de la misma	0,05%
SI-020	Posición incorrecta de filtro cuña	El filtro en cuña no se posiciona convenientemente y el haz no queda atenuado como corresponde a la cuña	0,12%
SI-021	Posición errónea de las láminas del colimador multiláminas MLC	Se trata de fallos del sistema de control de las láminas que puede hacer que la posición de las láminas no sea la prescrita	0,002%
SI-022	Delimitación incorrecta del campo por fallo de colimador secundario (diafragmas)	Al fallar el colimador secundario (diafragmas) la delimitación del campo rectangular puede ser incorrecta	0,006%
SI-023	Sobrecalentamiento del acelerador por fallos del sistema de agua de enfriamiento	Fallos del sistema de agua de enfriamiento al acelerador lineal provocan sobrecalentamiento, lo cual puede dar lugar a una disminución de la dosis administrada	1,29%
SI-024	Pérdida de vacío en el acelerador durante tratamiento con haces de fotones de baja energía o electrones	El fallo coincidente de las bombas de vacío del cañón de electrones y del blanco provoca que se pierdan las condiciones de vacío durante tratamiento con fotones de baja energía o electrones	0,004%
SI-025	Pérdida de vacío en el acelerador durante tratamiento con haces de fotones de alta energía	El fallo de cualquiera de las dos bombas de vacío, la del cañón de electrones o la del blanco provoca que se pierdan las condiciones de vacío durante tratamiento con haces de fotones de alta energía	0,12%
SI-026	Posición del gantry diferente a la prevista	En caso de fallos en el sistema de alimentación y control del movimiento del gantry puede ocurrir que la posición de éste resulte ser distinta de la prevista	0,08%
SI-027	Desplazamiento lateral de la mesa de tratamiento durante la irradiación	En caso de fallos del sistema de movimientos y bloqueo, la mesa de tratamiento se puede desplazar en dirección lateral	0,05%

Código dado al suceso iniciador	Denominación del suceso iniciador	Descripción del suceso iniciador	Contribución de la frecuencia del suceso iniciador a la total de todos los iniciadores
SI-028	Desplazamiento longitudinal mesa de tratamiento durante la irradiación	En caso de fallos del sistema de movimientos y bloqueo, la mesa se puede desplazar en dirección longitudinal	0,05%
SI-029	Desplazamiento vertical de la mesa de tratamiento durante la irradiación	En caso de fallos del sistema de movimientos y bloqueo, la mesa se puede desplazar en dirección vertical	0,02%
SI-030	Rotación isocéntrica de la mesa de tratamientos durante la irradiación	En caso de fallos del sistema de movimientos y bloqueo, la mesa puede rotar en torno al isocentro	0,05%
SI-031	Rotación en torno a la columna de la mesa de tratamiento durante la irradiación	En caso de fallos del sistema de movimientos y bloqueo de la mesa de tratamiento, se puede producir un movimiento rotatorio en torno a la columna de la misma durante el tratamiento	0,05%
SI-032	Desajuste de la retícula o del indicador óptico de distancia (telémetro óptico).	Este desajuste puede dar lugar a errores de posicionado del paciente.	0,04%
SI-033	Desajuste de los indicadores de luz tipo láser	El desajuste de uno los indicadores de luz tipo láser puede provocar errores de posicionado del paciente	0,14%
SI-034	Producirse un fallo del software de registro médico electrónico (electronic medical record)	Un fallo subyacente del software de registro médico electrónico (electronic medical record) del acelerador puede dar lugar a actuaciones espurias del mismo y provocar exposiciones accidentales del paciente (fallo del sistema de registro y verificación por software, fallo del proceso de importación desde el TPS al LINAC en formato DICOM, fallo del proceso de transferencia de datos para la ejecución del tratamiento)	0,01%
SI-035	Sobreirradiación del paciente durante la toma radiográfica en el acelerador	Un fallo del sistema de control del acelerador durante la toma radiográfica puede provocar sobre irradiación el paciente	0,004%
SI-036	Fallo de hardware o software del tomógrafo computarizado o del sistema de transferencia de datos al sistema de planificación de tratamientos	Un fallo del equipo de tomografía computada o del procesador y software mismo se puede manifestar al transferir información hacia el TPS, lo cual pueden dar	0,14%

Código dado al suceso iniciador	Denominación del suceso iniciador	Descripción del suceso iniciador	Contribución de la frecuencia del suceso iniciador a la total de todos los iniciadores
		lugar a errores al delinear los volúmenes a tratar o proteger	
SI-037	Fallo de software del TPS	Un fallo subyacente del software del TPS puede provocar exposiciones accidentales del paciente	0,03%
SI-038	Omitir la indicación de los órganos de riesgo (OAR) en la hoja de tratamiento, definidos en la prescripción clínica	Al completar la hoja de tratamiento a partir de la prescripción clínica, el radio oncólogo no indica alguno de los órganos de riesgo (OAR) considerados en su intención médica. Este fallo puede estar en los módulos de importación de datos en formato DICOM, en el registro de un nuevo paciente y en los datos adquiridos sobre el mismo. Un ejemplo puede ser un fallo del módulo de modelo anatómico en el que se crean conjuntos de contornos para estructuras anatómicas y regiones de interés en las imágenes procedentes del tomógrafo computado	0,27%
SI-039	Indicar un valor de dosis total de tratamiento diferente del de la intención médica, en la hoja de tratamiento	Al completar la hoja de tratamiento a partir de la prescripción clínica del tratamiento, el radio oncólogo puede equivocarse e indicar un valor de la dosis total de tratamiento diferente al de su intención médica	0,27%
SI-040	Indicar un valor de dosis diaria de tratamiento diferente del de la intención médica, en la hoja de tratamiento	Al completar la hoja de tratamiento a partir de la prescripción clínica del tratamiento, el radio oncólogo puede equivocarse e indicar un valor de la dosis de tratamiento diario diferente al de su intención médica	0,27%
SI-041	Indicar en la hoja de tratamiento un valor del fraccionamiento de dosis diferente del de la intención médica	Al completar la hoja de tratamiento a partir de la prescripción clínica del tratamiento, el radio oncólogo puede equivocarse e indicar un valor de fraccionamiento de la dosis diaria diferente al de su intención médica	0,27%
SI-042	Omitir el valor de la dosis máxima para órganos de	Al completar la hoja de tratamiento a partir de la prescripción clínica	0,13%

Código dado al suceso iniciador	Denominación del suceso iniciador	Descripción del suceso iniciador	Contribución de la frecuencia del suceso iniciador a la total de todos los iniciadores
	riesgo o poner un valor erróneo en la hoja de tratamiento	del tratamiento, el radio oncólogo puede equivocarse y omitir en la hoja de tratamiento la dosis máxima a los Órganos de Riesgo o indicar un valor erróneo, superior al de su intención médica	
SI-043	Omitir indicar un volumen secundario de tratamiento que formaba parte de la prescripción clínica, en caso de existir varias localizaciones	Al completar la hoja de tratamiento a partir de la prescripción clínica del tratamiento, el radio oncólogo puede equivocarse y omitir en la hoja de tratamiento la información sobre volúmenes secundarios de tratamiento, que formaban parte de la prescripción clínica. También puede haberse omitido esta información en la hoja de realización de la tomografía computada	0,02%
SI-044	Realizar la tomografía computada de simulación a paciente erróneo	Se llama a un paciente que no corresponde al de la hoja de la tomografía computada y se hace dicha tomografía al paciente equivocado	0,03%
SI-045	Al posicionar al paciente en la mesa del tomógrafo computarizado para realizar la simulación se omiten particularidades del posicionado o se posiciona incorrectamente al paciente	Se omiten particularidades del posicionado en la mesa del tomógrafo de simulación lo que genera errores tanto en las imágenes de TC como en los aditamentos de posicionado	2,10%
SI-047	Utilizar referencias erróneas del plano de comienzo del barrido de la Tomografía computada de simulación	El técnico de radioterapia, al hacer la simulación determina erróneamente el plano “cero” de la tomografía, pone en lugar erróneo las marcas de referencia, o coloca el “perdigón” en lugar erróneo u omite la colocación del mismo	1,25%
SI-048	Utilizar parámetros geométricos erróneos al realizar la tomografía computada de simulación	El técnico de radioterapia realiza la tomografía de simulación con parámetros geométricos erróneos, ya sea por introducción errónea de datos en la consola del tomógrafo o por no utilizar un protocolo adecuado de simulación que garantice la reproducibilidad del posicionado del paciente durante el tratamiento. Esto se puede deber a	2,43%

Código dado al suceso iniciador	Denominación del suceso iniciador	Descripción del suceso iniciador	Contribución de la frecuencia del suceso iniciador a la total de todos los iniciadores
		diferencias del tomógrafo de simulación respecto al equipo de tratamiento (mesa diferente, ancho limitado, proyección de la luz láser diferente)	
SI-049	Omitir las marcas en la piel del paciente, que deberían indicar los puntos de referencia de la tomografía de simulación	El técnico de radioterapia efectúa la simulación pero omite tatuar en la piel del paciente las marcas de referencia de la tomografía de simulación	0,54%
SI-050	Tatuar en la piel del paciente marcas erróneas de referencia de la tomografía de simulación	El técnico de radioterapia tatúa marcas de referencia erróneas de la tomografía de simulación, en la piel del paciente	0,54%
SI-051	Omitir identificar los dispositivos de posicionado, o identificarlos mal	El técnico de radioterapia omite o identifica erróneamente los dispositivos de posicionamiento elaborados durante la adquisición de los datos anatómicos del paciente en el tomógrafo computarizado de simulación	0,54%
SI-052	Omitir datos o poner datos incorrectos sobre las particularidades del posicionado del paciente al realizar la tomografía de simulación	El técnico de radioterapia omite indicar o indica datos erróneos de la posición del paciente, sobre los dispositivos de colocación o inmovilización utilizados u otras particularidades identificadas al efectuar la tomografía de simulación. Estos datos afectarían a la reproducibilidad de la posición del paciente al administrar el tratamiento	0,07%
SI-053	Perderse o modificarse la información al transferir las imágenes de la tomografía de simulación al sistema de planificación del tratamiento (TPS)	El técnico de radioterapia comete errores al transferir la información de la adquisición de datos anatómicos del paciente en la tomografía de simulación hacia la estación de trabajo, en la cual se planificará el tratamiento. Estos errores pueden consistir en omitir transferir una partida de cortes o en indicar erróneamente la posición del paciente prono/supino o con respecto al gantry	0,45%
SI-054	Planificar el tratamiento de un paciente con datos	El error puede cometerse tanto en la etapa de delineación de volúmenes	0,04%

Código dado al suceso iniciador	Denominación del suceso iniciador	Descripción del suceso iniciador	Contribución de la frecuencia del suceso iniciador a la total de todos los iniciadores
	correspondientes a otro	o en la propia etapa de planificación dosimétrica del tratamiento. El primer caso se refiere a la posibilidad de que el radio oncólogo genere un nuevo paciente en el TPS con información de otro paciente, por error en la identificación del mismo durante la adquisición de los datos anatómicos del paciente o en la transferencia de la información al TPS. También se pueden cometer errores en la selección o denominación introducidos por el propio radio oncólogo al delinear volúmenes en el TPS. El segundo caso se refiere a la posibilidad de que el físico médico seleccione información de un paciente equivocado en el TPS para planificar su tratamiento	
SI-055	Denominar por error al “volumen tumoral macroscópico” (GTV) como “volumen blanco clínico” (CTV) en el TPS, utilizando erróneamente las siglas o el código de colores establecido en el servicio	El radio oncólogo delinea correctamente el volumen tumoral macroscópico en el TPS pero lo denomina erróneamente, o utiliza una representación diferente al convenio adoptado, haciendo que pueda interpretarse como un CTV lo cual reduce la probabilidad de control de la enfermedad microscópica al aumentar la probabilidad de recidiva	1,25%
SI-056	Denominar por error al “volumen blanco clínico” (CTV) como “volumen tumoral macroscópico” (GTV) en el TPS, utilizando erróneamente las siglas o el código de colores establecido en el servicio	El radio oncólogo delinea correctamente el CTV pero lo denomina erróneamente como un GTV o utiliza una representación no convenida que puede interpretarse como un GTV y provocar que se irradie innecesariamente tejido normal al establecer el margen adicional para delimitar el PTV	1,25%
SI-057	Omitir la denominación de uno o varios volúmenes blanco clínicos secundarios en el TPS	El radio oncólogo omite denominar uno o varios CTVs secundarios de un paciente en el TPS	0,50%

Código dado al suceso iniciador	Denominación del suceso iniciador	Descripción del suceso iniciador	Contribución de la frecuencia del suceso iniciador a la total de todos los iniciadores
SI-058	Omitir uno, varios o todos los órganos de riesgo en el TPS	El radio oncólogo omite denominar uno o varios o todos los OAR en el TPS	1,25%
SI-059	Modificar erróneamente los procedimientos de uso del TPS recomendados por el proveedor	El usuario modifica los procedimientos de uso del TPS recomendados por el proveedor Este error es el que se cometió en una de las exposiciones accidentales más importantes y bien documentadas	0,11%
SI-060	Planificar un paciente con un TPS cuyos procedimientos han sido modificados pero no validados ni autorizados	Se planifica el tratamiento de un paciente con un TPS que tiene procedimientos modificados sin validar ni autorizar	0,48%
SI-061	Seleccionar en el TPS un acelerador de otra instalación o del mismo servicio, diferente de la que requerida	Este suceso iniciador consiste en que se planifique el tratamiento con los datos de un acelerador que no son los que corresponden al que se va a emplear en el tratamiento: este suceso incluye las siguientes variantes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos de un acelerador de otro servicio</li> <li>• Datos de un acelerador del mismo servicio (modelos diferentes, marcas diferentes, etc.)</li> </ul>	0,54%
SI-062	Seleccionar un tipo de radiación diferente al prescrito (fotones por electrones o viceversa), en la planificación dosimétrica del tratamiento	El físico médico selecciona un tipo de radiación diferente a la requerida para el paciente. Esto incluye dos posibilidades: selección de electrones en lugar de fotones o viceversa	0,54%
SI-063	Seleccionar una energía del haz diferente a la prescrita al efectuar la planificación dosimétrica del tratamiento	Al efectuar la planificación dosimétrica del tratamiento, el físico médico se equivoca y selecciona un valor de energía del haz diferente del prescrito	0,90%
SI-064	Seleccionar una dirección errónea de los haces al efectuar la planificación dosimétrica del tratamiento	Al efectuar la planificación dosimétrica del tratamiento, el físico médico se equivoca y selecciona un ángulo inadecuado del haz, lo cual introduce modificaciones geométricas que pueden ser causa de distribución de	0,54%

Código dado al suceso iniciador	Denominación del suceso iniciador	Descripción del suceso iniciador	Contribución de la frecuencia del suceso iniciador a la total de todos los iniciadores
		dosis inadecuada	
SI-065	Seleccionar un ángulo erróneo del colimador	Al hacer la planificación dosimétrica del tratamiento el físico médico se equivoca y selecciona un ángulo erróneo de colimador multiláminas (MLC) , lo que da lugar a una conformación incorrecta del volumen de tratamiento	0,54%
SI-066	Seleccionar un número erróneo de campos de tratamiento, diferente al prescrito por el radio oncólogo	Al hacer la planificación dosimétrica del tratamiento el físico médico (FM) selecciona un número de campos diferente al prescrito por el radio oncólogo	0,54%
SI-067	Seleccionar como plan de tratamiento definitivo una variante de plan de tratamiento incorrecta, durante la planificación dosimétrica del tratamiento	Al hacer la planificación dosimétrica del tratamiento el físico médico elabora varias propuestas de tratamiento como parte del proceso de optimización, que van siendo almacenadas en el TPS, después de que el radio oncólogo ha elegido el plan óptimo, el físico médico selecciona erróneamente otro plan, distinto del óptimo, y lo denomina “plan de tratamiento definitivo”, que diferencias de más del 10% de la prescrita (si fuera menor del 10% no sería un accidente)	0,54%
SI-068	Omitir localizaciones secundarias del paciente a tratar, al efectuar la planificación dosimétrica del tratamiento	Al hacer la planificación dosimétrica del tratamiento el físico médico omite la planificación de volúmenes secundarios de tratamiento	0,22%
SI-069	Omitir la evaluación dosimétrica y geométrica del impacto global de todos los haces o hacer la evaluación incorrectamente	Al hacer la planificación dosimétrica del tratamiento el físico médico omite algún haz o realiza una evaluación incorrecta del aporte de diferentes haces y fases de tratamiento, así como de las uniones o solapamientos de haces próximos o adyacentes	0,44%
SI-070	Introducir datos erróneos para el cálculo de las unidades monitor, durante la planificación dosimétrica del tratamiento	Al introducir los datos para calcular las unidades monitor durante la planificación dosimétrica del tratamiento el físico médico introduce un valor erróneo de la dosis total o del fraccionamiento de dosis	0,90%

Código dado al suceso iniciador	Denominación del suceso iniciador	Descripción del suceso iniciador	Contribución de la frecuencia del suceso iniciador a la total de todos los iniciadores
SI-071	Omitir información o introducir información incorrecta sobre la posición del colimador multiláminas seleccionada en la Planificación Dosimétrica del tratamiento, al utilizar el protocolo de comunicación TRANSA	Al transmitir desde el TPS a la computadora de tratamiento, la información sobre la posición del colimador multiláminas, seleccionada al efectuar la planificación dosimétrica del tratamiento, se omite información o se transmite información incorrecta. Este suceso iniciador puede ocurrir cuando se utilizan protocolos de comunicación que exigen enviar dicha información separada de la restante (la que se obtiene de la planificación dosimétrica del tratamiento. Por ej. protocolo de comunicación TRANSA)	0,54%
SI-072	Omitir la elaboración de bloques de conformación personalizados indicados en la planificación dosimétrica del tratamiento	El técnico del cuarto de moldes no elabora los moldes que requiere el tratamiento por no recibir la solicitud	0,10%
SI-073	Elaborar bloque de conformación personalizado erróneo con respecto a los requeridos en la petición	El técnico del cuarto de moldes elabora erróneamente el molde solicitado	0,23%
SI-074	Fijar mal los bloques de conformación a la bandeja, por cometer un error al fijarlos o por utilizar bandejas defectuosas	Una vez elaborado el molde, el técnico fija erróneamente el molde a la bandeja, coloca un molde de otro paciente o utiliza bandejas con holguras que se detectaron en las pruebas de puesta en servicio de las bandejas	0,01%
SI-075	Denominar de manera imprecisa o errónea, los volúmenes de tratamiento, las fases del mismo, las fracciones o los campos, al editar la hoja de tratamiento electrónica	Al editar la hoja electrónica de tratamiento electrónica, el técnico en radioterapia debe renombrar los volúmenes, fases, fracciones y campos que se recibieron del TPS para facilitar su reconocimiento en el tratamiento diario. Esto es necesario si el TPS y el software de la computadora de tratamiento son de fabricantes diferentes	0,72%
SI-076	Introducir en el ordenador de control valores erróneos del “punto de control de dosis” que se selecciona para que el	El software de tratamiento dispone de una función que permite preseleccionar un número de sesiones que dé lugar a una	1,08%

Código dado al suceso iniciador	Denominación del suceso iniciador	Descripción del suceso iniciador	Contribución de la frecuencia del suceso iniciador a la total de todos los iniciadores
	acelerador emita un aviso de final del tratamiento	advertencia desde el ordenador de control si se intentar administrar una sesión diaria adicional al número de sesiones prescrito. Este valor se denomina “punto de control de dosis”, que es seleccionado por el técnico. Al editar la hoja electrónica de tratamiento, el técnico en radioterapia puede introducir valores erróneos para el punto de control de dosis	
SI-077	Cometer un error con la información sobre la cuña de un campo (por omisión de la cuña, por ángulo erróneo de la misma o indicación de cuña en segmento equivocado), a la edición del caso en la computadora de tratamiento, antes de la sesión inicial de tratamiento	Al editar la hoja electrónica de tratamiento, el técnico en radioterapia omite introducir manualmente la información sobre la cuña o introduce información errónea sobre el ángulo de la misma o el segmento a que corresponde. Este suceso iniciador puede ocurrir en los casos en los que el software exige que este dato se introduzca manualmente	0,32%
SI-078	Iniciar el tratamiento con un paciente erróneo	Este suceso puede ocurrir si se llama a otro paciente por equivocación, o si se seleccionan en la computadora de tratamiento los datos de un paciente diferente al que ha sido llamado o si los datos registrados son erróneos, a causa de un fallo en la transmisión y verificación de la información procedente del TPS	0,05%
SI-079	Colocar erróneamente al paciente en la mesa de tratamiento para la sesión de inicio del tratamiento	En la sesión inicial del tratamiento se coloca al paciente erróneamente en la mesa de tratamiento	0,82%
SI-080	Ubicar erróneamente el isocentro (falta de coincidencia de los tres sistemas de referencia (el tomógrafo computarizado, el acelerador lineal y el TPS) al inicio de un tratamiento isocéntrico	Después de colocado e inmobilizado el paciente para la sesión inicial de un tratamiento isocéntrico, se comete un error en la ubicación del isocentro a 0° y con ayuda de los indicadores tipo láser, de los movimientos de la mesa de tratamiento y de las marcas de referencia de la tomografía computada de simulación en la piel	1,03%

Código dado al suceso iniciador	Denominación del suceso iniciador	Descripción del suceso iniciador	Contribución de la frecuencia del suceso iniciador a la total de todos los iniciadores
		del paciente	
SI-081	Ubicar erróneamente la entrada del haz del campo para un tratamiento no isocéntrico (DFS=constante) en la sesión inicial del tratamiento	Después de haber colocado e inmobilizado el paciente para la sesión inicial de tratamiento no-isocéntrico (DFS=constante), se comete un error al ubicar el campo con el gantry a 0° y con ayuda de los indicadores tipo láser, de los movimientos de la mesa de tratamiento y de las marcas de referencia de la tomografía computada de simulación en la piel del paciente	0,16%
SI-082	Seleccionar erróneamente los ángulos de la mesa de tratamiento durante la sesión inicial de tratamiento	Después de ubicado el isocentro de tratamiento se puede producir un error al posicionar la mesa de tratamiento	1,18%
SI-083	Cometer un error al colocar los bloques de conformación en la sesión inicial del tratamiento, ya sea por omitirlos o por poner los equivocados	En la sesión inicial del tratamiento, puede ser que se omita la colocación de bloques de conformación o que se coloquen bloques equivocados, diferentes a lo planificado	0,10%
SI-084	Cometer un error con los modificadores del haz (bolus), ya sea durante la sesión inicial del tratamiento	En la sesión inicial del tratamiento puede ocurrir que se omita el bolus o que se coloque uno equivocado.	0,06%
SI-085	Cometer un error al colocar el aplicador de electrones para la sesión inicial del tratamiento, ya sea por omisión del aplicador o por poner un aplicador erróneo	En la sesión inicial del tratamiento puede ocurrir que se omita el aplicador de electrones o que se coloque un aplicador que no corresponda a la energía del haz de tratamiento planificado	0,14%
SI-086	Moverse el paciente en la sesión inicial del tratamiento, mientras se revela la imagen portal o mientras ésta se analiza	Durante el proceso de revelado y análisis de la imagen portal tomada en la sesión inicial de tratamiento, el paciente permanece sobre la mesa de tratamiento en espera de la aprobación y puede que éste haga un movimiento involuntario, lo cual suponga un cambio de posicionado	0,54%
SI-087	Omitir el registro del plan de tratamiento modificado (ajustado) en la computadora de tratamiento, durante la sesión inicial	Puede ocurrir que el radio oncólogo, al aprobarse el tratamiento, el técnico en radioterapia omita guardar en la computadora de tratamiento los	0,03%

Código dado al suceso iniciador	Denominación del suceso iniciador	Descripción del suceso iniciador	Contribución de la frecuencia del suceso iniciador a la total de todos los iniciadores
SI-088	No ejecutar una modificación al tratamiento, decidida por el radio oncólogo al efectuar una de las revisiones médicas de control del paciente	ajustes o modificaciones hechas en la sesión inicial El técnico-de radioterapia posiciona a un paciente para el tratamiento diario sin tener en cuenta ni el control médico semanal (del que surja una posible modificación del tratamiento) ni la posibilidad de que dicho control ya se haya efectuado y se haya prescrito la modificación	1,87%
SI-089	Posicionar a un paciente erróneo para la sesión diaria del tratamiento	Se posiciona a un paciente erróneo para tratamiento, ya sea porque se llama a otro paciente o porque se seleccionan en la computadora de tratamiento los datos de un paciente diferente al que ha sido llamado y posicionado	0,06%
SI-090	Seleccionar en el ordenador de control una fase errónea de tratamiento, al preparar el paciente para el tratamiento diario	Cuando el tratamiento de un paciente incluye varias fases, el técnico en radioterapia puede seleccionar una fase errónea en el ordenador de control	1,37%
SI-091	Seleccionar una fracción de tratamiento errónea en el ordenador de control al preparar al paciente para el tratamiento diario	Cuando el tratamiento de un paciente incluye varias fracciones dentro de una fase, el técnico en radioterapia puede seleccionar una fracción errónea en el ordenador de control	0,37%
SI-092	Seleccionar una localización (volumen) errónea de tratamiento, en el ordenador de control, durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento diario	Cuando el tratamiento de un paciente incluye varias localizaciones el TR puede seleccionar una localización errónea en el ordenador de control	0,07%
SI-093	Colocar erróneamente al paciente sobre la mesa de tratamiento en una sesión diaria	Durante el posicionado para el tratamiento diario se puede colocar e inmoviliza al paciente de manera errónea	0,001%
SI-094	Omitir el bloqueo de la mesa para el tratamiento diario	El técnico en radioterapia puede omitir bloquear manualmente la mesa después del posicionado del paciente sobre la misma	15,16%
SI-095	Ubicar erróneamente el isocentro (falta de coincidencia de los tres sistemas de referencia) tras	El error consiste en que después de colocado e inmovilizado el paciente respecto a mesa, se puede cometer un error en la ubicación del	0,0005%

Código dado al suceso iniciador	Denominación del suceso iniciador	Descripción del suceso iniciador	Contribución de la frecuencia del suceso iniciador a la total de todos los iniciadores
	posicionar al paciente para la sesión diaria de tratamiento	isocentro, con el gantry a 0° y con ayuda de la luz de campo y la marca del campo de tratamiento en la piel del paciente	
SI-096	Ubicar erróneamente la entrada del haz del campo en tratamientos no isocéntricos (DFS=constante) durante el posicionado para el tratamiento diario	Después de colocado e inmobilizado el paciente para el tratamiento diario se puede cometer un error al centrar el campo para tratamientos no -isocéntricos con el gantry a 0° y con ayuda de la luz de campo y la marca del campo de tratamiento en la piel del paciente	0,12%
SI-097	Seleccionar ángulo erróneo de la mesa de tratamiento en el posicionado para la sesión diaria de tratamiento	Después de ubicado el isocentro de tratamiento se puede cometer un error al seleccionar el ángulo de la mesa de tratamiento	0,38%
SI-098	Cometer un error con los bloques de conformación por omitirlos o por colocar bloques erróneos, en la preparación de la sesión diaria de tratamiento	El error consiste en omitir un bloque o en colocar un bloque distinto de los planificados	0,00002%
SI-099	Omitir el bolus o colocar un bolus erróneo en una sesión diaria	El error consiste en olvidar colocar el bolus o poner un bolus distinto del planificado	0,13%
SI-100	Cometer un error con el aplicador para haces de electrones al preparar el tratamiento diario	El error consiste en omitir el aplicador o poner otro que no corresponde a la energía del haz planificada	0,01%
SI-101	Omitir una o varias sesiones de tratamiento	El error consiste en omitir una o varias sesiones, a lo largo del curso de tratamiento	0,02%
SI-102	Omitir la dosis que falta por dar, cuando la irradiación ha terminado de manera irregular	El error consiste en no dar la dosis que faltaba, cuando se termina la irradiación de manera irregular, por ejemplo por un fallo de equipo, problemas con el paciente o el accionamiento involuntario de la tecla “terminar” en la consola de tratamiento	3,26%
SI-103	Dejar incompleta una fracción por omitir la dosis que faltaba, tras una terminación irregular de la irradiación	El error consiste en no dar la dosis que le faltaba cuando se produjo la terminación irregular, por ejemplo, uno de los campos o más de uno	0,09%

Código dado al suceso iniciador	Denominación del suceso iniciador	Descripción del suceso iniciador	Contribución de la frecuencia del suceso iniciador a la total de todos los iniciadores
SI-105	Cometer un error en el registro manual de la dosis no administrada, al interrumpirse un tratamiento y no quedar ésta registrada por el software del tratamiento	El error se traduce en una dosis restante errónea, cuando la interrupción se debe a un fallo que no permite al software de tratamiento crear automáticamente la información sobre “campos o fracciones por finalizar”	0,34%
SI-106	Administrar erróneamente una o más sesiones de tratamiento diario adicionales, tras haber alcanzado el número de sesiones prescrito	El error consiste en dar sesiones adicionales y por lo tanto dosis de radiación por encima de lo prescrito	0,08%
SI-107	Administrar erróneamente el tratamiento diario dos veces en un mismo día	El error se traduce en una dosis doble de la que se tendría que haber dado en la sesión.	0,45%
SI-108	Administrar el tratamiento con el acelerador en régimen “no clínico”	Este régimen hace posible el irradiar al paciente sin todos los enclavamientos de seguridad	0,004%
SI-109	Administrar dos veces un campo de tratamiento por error	Este error conlleva el doble de dosis correspondiente a dicho campo y la distribución resultante de la dosis será distinta	0,005%
SI-110	Omitir un campo de tratamiento diario	Al paciente habrá recibido menos dosis que la prevista y la distribución resultante de la dosis será distinta	27,85%
SI-111	Omitir tratar un volumen secundario en una sesión diaria de tratamiento	La omisión conlleva que el tratamiento tendrá una dosis de menos si no se detecta y se corrige a tiempo	13,55%
SI-112	Introducir cambios a la hoja de tratamiento que correspondan a otro paciente	Este error se puede cometer, en casos de similitud de nombres y patologías, si el radio oncólogo no familiarizado con el paciente (en casos de sustitución por vacaciones u otras ausencias) o que, en la consulta de control médico semanal, se examina a un paciente que no es que figura en la hoja de tratamiento e introduce cambios en la misma que afectarán al paciente correcto	0,10%
SI-116	Moverse el paciente de manera no observable	Al administrar el tratamiento el paciente se puede mover	0,02%

Código dado al suceso iniciador	Denominación del suceso iniciador	Descripción del suceso iniciador	Contribución de la frecuencia del suceso iniciador a la total de todos los iniciadores
	durante la administración del tratamiento	ligeramente debido a incomodidad o tensión nerviosa. El desplazamiento puede ser pequeño, por ejemplo menor que 3 mm	
SI-117	Moverse el paciente manera observable durante la administración del tratamiento	Al administrar el tratamiento el paciente se puede mover significativamente debido a incomodidad, tensión nerviosa, tos, etc., y los desplazamientos ser superiores a 3 mm del PTV	0,03%
SI-118	Moverse el paciente antes del inicio de la administración del tratamiento de manera observable	Antes de accionar el botón de tratamiento en la consola de control el paciente puede moverse significativamente, lo cual pudiendo ser detectado por los técnicos radioterapeutas a través de los monitores de televisión	0,03%
Sucesos iniciadores con consecuencias para el trabajador			
SI-104	Iniciar irradiación estando un técnico dentro de la sala de tratamiento	El técnico de radioterapia puede accionar el botón de inicio de irradiación desde la consola de control sin percatarse de que aún se encuentra otro técnico dentro de la sala de tratamiento	0,00006%
SI-113	Iniciar irradiación estando un técnico dentro de la sala de máquinas	El técnico de radioterapia puede accionar el botón de inicio de irradiación desde en la consola de control sin percatarse de que el otro técnico-radioterapeuta se encuentra en la sala de máquinas	1,13%
Sucesos iniciadores con consecuencias para miembros del público			
SI-046	Entrar un miembro del público a la sala de tratamiento durante la irradiación de un paciente, de manera imprevista	Durante la irradiación de un paciente o durante las pruebas con la máquina de tratamiento se puede producir la entrada imprevista de una persona a la sala de tratamiento	1,79%
SI-114	Iniciar irradiación con un miembro del público dentro de la sala de tratamiento	El técnico de radioterapia puede accionar el botón de inicio de irradiación desde la consola de control sin percatarse de que existe un miembro del público (familiares, personal de limpieza, enfermeras, visitantes) dentro de la sala de tratamiento	0,00006%

Código dado al suceso iniciador	Denominación del suceso iniciador	Descripción del suceso iniciador	Contribución de la frecuencia del suceso iniciador a la total de todos los iniciadores
SI-115	Iniciar irradiación estando un miembro del público dentro de la sala de máquinas	El técnico de radioterapia puede accionar el botón de inicio de irradiación desde la consola de control sin percatarse de que existe un miembro del público (familiares, personal de limpieza, enfermeras, visitantes, mantenimiento +no especializado) dentro de la sala de máquinas	0,00006%

### APÉNDICE III.

#### DATOS APORTADOS POR LOS PAÍSES SOBRE EL PROCESO DE TRATAMIENTO Y VALORES ASUMIDOS

Teniendo en cuenta que el APS-LINAC se realizó para un servicio de radioterapia hipotético fue necesario determinar un grupo de datos (cantidad de pacientes totales, periódicos, por tipos de tratamientos, frecuencias de tareas, uso de dispositivos, etc.) para utilizarlos en la cuantificación del APS-LINAC. Estos valores se obtuvieron a partir del procesamiento y análisis de los datos enviados por cada uno de los expertos de los países participantes en el proyecto. Los valores adoptados no son medias aritméticas ni valores de peor escenario sino valores que toman como referencia la experiencia de servicios reales.

Para la obtención del valor final de cada parámetro se aplicaron los siguientes criterios generales:

- (1) En los casos que los valores remitidos por los países eran iguales se adoptó el valor enviado sin más consideraciones (Ejemplo: Dato No. 3).
- (2) En el caso de que los valores enviados eran iguales en varios países, pero no en todos, se adoptó el valor que más se repetía o un valor cercano al mismo. (Ejemplo: Datos No. 2 y 1b).
- (3) En el caso de que los valores diferían en todos los países se buscó un valor intermedio sin llegar a ser la media aritmética. (Ejemplo: Datos No.4).
- (4) Algunos parámetros están relacionados entre sí por lo que el valor a asumir en un parámetro que depende de otro anterior tuvo en cuenta el valor final asumido en el primero con el objetivo de mantener una lógica en todos los datos. Es decir, en esos casos no se determinó el valor del parámetro por los valores enviados. Esta información se utilizó solo verificar que el valor obtenido se mantiene en un rango creíble de acuerdo a la práctica de los países. (Ejemplo: Dato No. 7c. Ver explicación en columna adyacente para comprender su interrelación con parámetros anteriores).
- (5) Cuando algunos parámetros requerían valores en porcentuales y los países remitieron la información en valores absolutos o viceversa se calculó directamente el valor requerido y se indicó entre paréntesis.
- (6) En cuanto a las frecuencias con las que se obtiene la imagen portal y la de la dosimetría en vivo se adoptaron valores que difieren de la práctica real de los países participantes, ya que en general apenas se realizan, pero dada la importancia que estas prácticas tienen para la seguridad, resulta importante incluirlas en el estudio y analizar su impacto.
- (7) Los datos de la tabla permiten además a cualquier país comparar los valores utilizados en la cuantificación de este APS-LINAC con respecto a sus propios valores a fin de conocer las diferencias a la hora de interpretar o aplicar directamente los resultados de este estudio.
- (8) En la propia tabla aparecen notas explicatorias en las columnas ‘Comentarios por países y Consideraciones Finales’ a fin de facilitar la comprensión del valor final asumido en un parámetro dado. Los comentarios por países aparecen en el color que se asignó a cada país dentro de la tabla.

TABLA III-1. DATOS APORTADOS POR LOS PAÍSES Y VALORES ASUMIDOS A PARTIR DE LOS MISMOS

No.	Dato	Valor aportado por países				Comentarios por países	Valor definitivo (cuant. final) (% de pacientes/ No. de pacientes)	Consideraciones finales
		CUBA	ESPAÑA	MÉXICO	BRASIL			
(1)	Sesiones inicial de tratamiento							
(a)	Días en que se efectúan las sesiones de inicios de tratamiento	Todos los días	Todos los días	Todos los días	Todos los días	Todos los días	Diaria	Aunque por consideraciones radiobiológicas no deberían realizarse los viernes, en la práctica si se realizan por diferentes razones. Se ha incluido una hipótesis sobre este aspecto en el estudio
(b)	Número de sesiones de sesión inicial de tratamiento en un día	2	2	3	4	4	CUBA: Es un valor promedio que puede variar de 1 a 3 MÉXICO: 3-4 al día por equipo	Valor representativo asumido
(2)	Turnos de tratamiento diario	2	2	2	3	2	CUBA: Los turnos son de 4 horas ARGENTINA: Turnos de técnicos diarios	-
(3)	Días de tratamiento en	5	5	5	5	5	5	-

No.	Dato	Valor anterior (cuant. preliminar)	Valor aportado por países				Comentarios por países	Valor definitivo (cuant. final) (% de pacientes anuales/No. de pacientes)	Consideraciones finales
			CUBA	ESPAÑA	MÉXICO	BRASIL			
	una semana		20	5-10	10	10-12	10		
(4)	Cantidad de sesiones de tratamiento diario con electrones para un paciente	10-12	20	5-10	10	10-12	10	ESPAÑA: Salvo los tratamientos radicales con electrones que serían 30	Valor representativo asumido
(5)	Cantidad de sesiones de tratamiento diario con fotones para un paciente	28-32	25-35	25-35	25-30	25-30	30	CUBA: Depende de las DDT que se usan con más frecuencia 180 o 200 msv. Son más frecuentes 200 msv	Valor representativo asumido
(6)	Cantidad genérica de sesiones de tratamiento diario para un paciente	30	30	25-35	28	25-35	30	MÉXICO: El promedio es 25 + las reducciones o sobre impresión ARGENTINA: Criterio coincidente	Valor representativo asumido, considerando que el número de sesiones en tratamientos con fotones oscila entre 25-35, en electrones oscila alrededor de 10 y que los tratamientos de fotones son mucho mayores que los de electrones

No.	Dato	Valor aportado por países				Comentarios por países	Valor definitivo (cuant. final) (% de pacientes anuales/ No. de pacientes)	Consideraciones finales
		CUBA	ESPAÑA	MÉXICO	BRASIL			
(7)	Cantidad de pacientes tratados:							
(a)	Anualmente (PAC_A)	500	500-600	1000	780	600	600	Se consideran 8 ciclos de tratamiento al año en un servicio de radioterapia (52 semanas/año x 5 días de tratamiento (punto 3 de la tabla) entre 30 días de tratamiento por paciente (punto 6 de la tabla) lo que representa 8.3 ciclos, asumiéndose el valor aproximado de 8 ciclos anuales) y 75 pacientes diarios como valor representativo lo que resulta en 600 pacientes anuales
(b)	Diariamente (PAC_D)	82	82	75	84	82	77	Valor representativo asumido, considerando 75 pacientes diarios



No.	Dato	Valor anterior (cuant. preliminar)	Valor aportado por países				Comentarios países	por	Valor definitivo (cuant. final)  (% de pacientes anuales/ No. de pacientes)	Consideraciones finales
			CUBA	ESPAÑA	MÉXICO	BRASIL				
(e)	Trimestralmente (PAC_T)	200	180	200	255	240	-	210	Valor estimado considerando 119 pacientes mensuales (pto 7 de la tabla) que son 22 días hábiles de tratamiento + más 2 inicios de tratamiento diario x 8 días hasta completar los 30 días de tratamiento. A partir de ese momento cada día terminan dos pacientes y empiezan dos. Se suman por lo tanto 2 nuevos pacientes diarios durante los 36 días hábiles de tratamiento siguientes que completan tres	
							ARGENTINA: No se tiene la cantidad		mes de 30 días. Se obtiene un total de 119 pacientes asumiéndose el valor aproximado de 120	

No.	Dato	Valor anterior (cuant. preliminar)	Valor aportado por países				Comentarios por países	Valor definitivo (cuant. final)  (% de pacientes anuales/ No. de pacientes)	Consideraciones finales
			CUBA	ESPAÑA	MÉXICO	BRASIL			
(f)	Semestralmente (PAC_SEM)	320	300	320	435	360	300	340	<p>meses calendario. Se obtiene un total de 207 pacientes asumiéndose el valor aproximado de 210</p> <p>Valor estimado considerando 119 pacientes mensuales (pto 7 de la tabla) que son 22 días hábiles de tratamiento + más 2 inicios de tratamiento diario x 8 días hasta completar los 30 días de tratamiento. A partir de ese momento cada día terminan dos pacientes y empiezan dos. Se suman por lo tanto 2 nuevos pacientes diarios durante los 102 días hábiles de tratamiento siguientes que completan seis</p>

No.	Dato	Valor anterior (cuant. preliminar)	Valor aportado por países						Comentarios por países	por	Valor definitivo (cuant. final) (% de pacientes anuales/ No. de pacientes)	Consideraciones finales
			CUBA	ESPAÑA	MÉXICO	BRASIL	ARGENTINA					
(8)	Cantidad de campos en un tratamiento con fotones, en un volumen (una localización)	3	3	2-4	3	3	3	3	CUBA: conservador si se considera que patologías muy frecuentes próstata pueden tener de 4 a 6 campos, aunque mama, muy frecuente también tiene generalmente 2 MÉXICO: en promedio ARGENTINA: el promedio es 2,8	Valor 3 representativo asumido	meses calendario. Se obtiene un total de 339 pacientes asumiéndose el valor aproximado de 340	
(9)	Cantidad de campos en un tratamiento con electrones, en un volumen (una localización)	2	1	1	1	2	1	1	CUBA: Se hacen por lo general campos directos ARGENTINA: es no frecuente 2	1		

No.	Dato	Valor aportado por países				Comentarios por países	por	Valor definitivo (cuant. final) (% de pacientes anuales/ No. de pacientes)	Consideraciones finales
		CUBA	ESPAÑA	MÉXICO	BRASIL				
(10)	Cantidad de pacientes anuales con más de una localización (volumen) en su tratamiento	200	40% (200)	Ver Com. 50% (500)	(19,2%) 150	40% (240)	ESPAÑA: Si se refiere a Localizaciones 40% Si se refiere a Volúmenes 80%	Valor representativo asumido. Se refiere a localizaciones definidas también en el software de tratamiento como volúmenes	
(11)	Cantidad de localizaciones (volúmenes)	2	2	Ver Com. 2	2	2	ARGENTINA: La mayoría tiene un solo volumen, a lo sumo escalado en 3 reducciones sucesivas. Cuando hay más de un volumen, son 2 promedio	Valor representativo asumido. Se refiere a localizaciones definidas también en el software de tratamiento como volúmenes	
							ESPAÑA: Si se refiere a Localizaciones 2 . Si se refiere a Volúmenes 2-3		

No.	Dato	Valor anterior (cuant. preliminar)	Valor aportado por países				Comentarios por países	por	Valor definitivo (cuant. final)	Consideraciones finales
			CUBA	ESPAÑA	MÉXICO	BRASIL				
(12)	Cantidad de pacientes anuales con tratamiento con fotones	400	80% (400)	80% (400)	75% (700)	(84,6%) 660	85% (510)	MÉXICO: Los dos valores son porque contamos con dos aceleradores, solo uno de ellos da electrones	80% (480)	Valor representativo asumido
(13)	Cantidad de pacientes anuales con tratamiento con electrones	100	20% (100)	20% (100)	30% (300)	(15,4%) 120	15% (90)	MÉXICO: Los dos valores son porque contamos con dos aceleradores, solo uno de ellos da electrones	20% (120)	Valor estimado considerando valor asumido en punto 12
(14)	Cantidad de pacientes anuales con tratamiento combinado de fotones y electrones	25	5% (25)	40% (200)	5% (50)	(5,1%) 40	10% (60)	ESPAÑA: - correspondientes a ORL - correspondientes a tratamientos de mamas	15% (90)	Valor asumido, buscando compensar las diferencias considerables existentes entre los valores reportados con el número absoluto de pacientes
(15)	Cantidad de pacientes anuales	50	Ver Com.	Ver Com.	5% (50)	(10,3%)	3% (18)	ESPAÑA: Si se refiere a que se den	3% (18)	Valor representativo

No.	Dato	Valor aportado por países				Comentarios por países	por	Valor definitivo (cuant. final) (% de pacientes anuales/ No. de pacientes)	Consideraciones finales
		CUBA	ESPAÑA	MÉXICO	BRASIL				
	con nombres y patologías similares	10% (50)	80			las dos condiciones <2% (10)		asumido	
(16)	Cantidad de evaluaciones semanales durante todo el tratamiento del paciente	6	6	3	5	6	6	Se refiere a que se den las dos condiciones	
						- Número de pacientes con nombres similares 3%	Los 6 son	Valor representativo asumido	
						MÉXICO: pacientes revisados semanalmente hasta completar 20 Gy, después es cada 2 semanas			
						ARGENTINA: Mismo criterio			
(17)	Cantidad de pacientes anuales que sufren modificaciones de su tratamiento planificado como resultado de la sesión inicial de tratamiento	5% (25)	<5% (25)	5% (50)	(10,3%) 80	10% (60)	5% (30)	Valor representativo asumido	

No.	Dato	Valor anterior (cuant. preliminar)	Valor aportado por países				Comentarios por países	por	Valor definitivo (cuant. final) (% de pacientes anuales/ No. de pacientes)	Consideraciones finales
			CUBA	ESPAÑA	MÉXICO	BRASIL				
(18)	Cantidad de pacientes anuales que sufren modificaciones de su tratamiento como resultado de la evaluación semanal del paciente por el oncólogo radioterapeuta.	200	40% (200)	40% (200)	40% (400)	(23,1%) 180	10% (60)	CUBA: No menos del 40%	40% (240)	Valor representativo asumido
(19)	Cantidad de pacientes anuales con localizaciones adyacentes	250	50% (250)	40% (250)	50% (500)	(51,3%) 400	40% (240)	CUBA: Los tratamientos de mamas localizaciones adyacentes (mama, supra y ganglios de axilas) y es una patología muy frecuente	50% (300)	Valor representativo asumido
(20)	Cantidad de pacientes anuales con cuña en su tratamiento	150	40% (200)	60% (300)	45% (450)	(38,5%) 300	30% (180)	CUBA: Las cuñas se utilizan mucho en tratamientos de cabeza y cuello y mamas, que son muy frecuentes	45% (270)	Valor representativo asumido

No.	Dato	Valor aportado por países				Comentarios por países	Valor definitivo (cuant. final) (% de pacientes anuales/No. de pacientes)	Consideraciones finales	
		CUBA	ESPAÑA	MÉXICO	BRASIL				ARGENTINA
(21)	Cantidad de pacientes anuales con tratamiento isocéntrico	350	70% (350)	95% (475)	70% (700)	(83,3%) 650	84% (504)	CUBA: Del 80% de pacientes anuales con fotones (punto 12) un 10% se hace a DFS constante A: 84%. (fotones no isocéntrico es excepcional, electrones es siempre a DFS=100)	Valor estimado considerando que el 80% de los pacientes anuales tienen tratamiento con fotones (punto 12 de la tabla) y asumiendo que un 5% de ellos serían no-isocéntricos ( punto de la tabla)
(22)	Cantidad de pacientes anuales con tratamiento no-isocéntrico	150	30% (150)	5% (25)	30% (300)	(12,9%) 100	1% (6) 15% (90)	CUBA: Son el 10% de fotones que se hace a DFS constante y todo el tratamiento de electrones (20%) ARGENTINA: 1% de los tratamientos de fotones y 15% (90) todos los de electrones	Valor estimado considerando que un 5% de los tratamientos con fotones son no-isocéntricos (punto de la tabla) y que todos los tratamientos con electrones (20% de los tratamientos anuales, punto 13 de la tabla) son no isocéntricos

No.	Dato	Valor aportado por países				Comentarios por países	Valor definitivo (cuant. final) (% de pacientes anuales/No. de pacientes)	Consideraciones finales
		CUBA	ESPAÑA	MÉXICO	BRASIL			
(23)	Cantidad de pacientes anuales con tratamiento isocéntrico, con electrones	0%	98% (490)	¿?	(0%) 0	0%	CUBA: Todo el tratamiento de electrones con DFS MÉXICO: ¿?  ARGENTINA: No se hace tratamientos isocéntricos con electrones. Si son los pacientes con fotones isocéntricos y electrones esta contestado en el 14.	Valor asumido considerando que todos los tratamientos con electrones son a DFS constante
(24)	Cantidad de pacientes anuales con tratamiento isocéntrico, con fotones	70% (350)	95% (475)	70% (700)	(83,3%) 650	(74%) 444	CUBA: Idem a parámetro 21 ARGENTINA: Si se refiere a tratamientos con fotones isocéntricos sin campos de electrones es el punto 21 menos el 14. Sería 504--60=444	Valor asumido considerando que la totalidad de tratamientos isocéntricos son con fotones por lo que se adopta el valor del punto 21 de la tabla

No.	Dato	Valor aportado por países				Comentarios por países	por	Valor definitivo (cuant. final) (% de pacientes anuales/No. de pacientes)	Consideraciones finales
		CUBA	ESPAÑA	MÉXICO	BRASIL				
(25)	Cantidad de pacientes anuales con tratamiento no isocéntrico, con electrones	90	20% (100)	2% (10)	¿?	(15,4%) 120	-	CUBA: El 100% de los tratamientos con electrones es no isocéntrico (idem a parámetro 13) MÉXICO: ¿? ARGENTINA: Los tratamientos no isocéntricos con fotones no se complementan con electrones en esta práctica. Todos los tratamientos con electrones son no isocéntricos (DFS=100)	Valor asumido considerando que todos los tratamientos con electrones son a DFS constante por la totalidad de tratamientos isocéntricos con fotones por lo que se adopta el valor del punto 13 de la tabla
(26)	Cantidad de pacientes anuales con tratamiento no isocéntrico,	60	10% (50)	5% (50)	30% (300)	(7,7%) 60	-	CUBA: El 10% de los tratamientos con fotones es a DFS constante	Valor estimado considerando los valores adoptados en puntos 12 y 21

No.	Dato	Valor aportado por países				Comentarios por países	Valor definitivo (cuant. final) (% de pacientes anuales/ No. de pacientes)	Consideraciones finales
		CUBA	ESPAÑA	MÉXICO	BRASIL			
	con fotones					ARGENTINA: Si se debe interpretar como la cantidad de pacientes con tratamientos con fotones isocéntricos que no incluyen campos con electrones, coincide con 22 sin los electrones: 1%(6)		de esta tabla
(27)	Cantidad de pacientes anuales con bloques de conformación personalizados en su tratamiento con fotones	0%	Ver Com.	20% (200)	(83,3%) 650	95% (485)	2% (10)	Valor asumido Considera bloques de conformación personalizados en la opción de MLC Considera el 2% del total de pacientes con tratamiento con fotones, es decir, 480 pacientes

No.	Dato	Valor anterior (cuant. preliminar)	Valor aportado por países				Comentarios por países	Valor definitivo (cuant. final) (% de pacientes anuales/ No. de pacientes)	Consideraciones finales
			CUBA	ESPAÑA	MÉXICO	BRASIL			
(28)	Cantidad de pacientes anuales con insertos personalizados en su tratamiento con electrones	10	0%	50% (250)	30% (90)	¿?	7.5% (45)	CUBA: No se dispone de cuarto de moldes actualmente. Se utilizan un juego de insertos elaborados en el servicio inicialmente, pero no son fabricados específicamente para un paciente dado. Cerca del 90% usa insertos fabricados en el servicio, pero no personalizados	Valor asumido Considera el 30% del total de pacientes con tratamiento con electrones, es decir, 120 pacientes
(29)	Cantidad de bloques de conformación personalizados para un paciente	2	2	2-4	2	4	4	CUBA: es un valor 2 promedio, pero no son fabricados específicamente para el paciente	Valor asumido
(30)	Cantidad de insertos personalizados para un paciente	2	1-2	1	1	¿?	1	CUBA: es un valor 1 promedio, pero no son fabricados específicamente para el paciente	Valor representativo asumido
(31)	Cantidad de pacientes anuales con bolus en el tratamiento	100	1% (5)	5% (25)	5% (50)	(9%) 70	15% (90)	CUBA: es el nivel de uso actual	Valor representativo asumido

No.	Dato	Valor aportado por países					Comentarios por países	Valor definitivo (cuant. final) (% de pacientes anuales/ No. de pacientes)	Consideraciones finales
		CUBA	ESPAÑA	MÉXICO	BRASIL	ARGENTINA			
(32)	Cantidad de campos con bolus en el tratamiento de un paciente	2	2	2	1	1		2	Valor representativo asumido
(33)	Cantidad de pacientes anuales con compensadores en el tratamiento	100	0	0	(1,3%) 10	0	CUBA: No se utiliza actualmente ARGENTINA: No se usa compensadores	0	Valor representativo asumido Se excluirá del estudio los escenarios asociados a uso de compensadores.
(34)	Cantidad de campos con compensadores en el tratamiento de un paciente	2	0	0	2	0	CUBA: Ver punto anterior ARGENTINA: Idem anterior	0	Valor representativo asumido Se excluirá del estudio los escenarios asociados a uso de compensadores.
(35)	Frecuencia de imagen portal	En sesión inicial tratamiento Semanalmente durante el	En sesión inicial tratamiento Semanalmente durante el	Ver Com.	En sesión de tratamiento Semanalmente durante el	Ver Com	CUBA: En ocasiones se ha hecho en sesión inicial de tratamiento y al finalizar el primer tercio de tratamiento	En sesión inicial tratamiento y Semanalmente durante el curso del	Valor asumido dada la importancia de evaluar en el estudio el impacto del uso de este recurso

No.	Dato	Valor anterior (cuant. preliminar)	Valor aportado por países	Comentarios por países	por	Valor definitivo (cuant. final) (% de pacientes anuales/No. de pacientes)	Consideraciones finales
			CUBA    ESPAÑA    MÉXICO    BRASIL    ARGENTINA				
		tratamiento		ESPAÑA: Al sesión inicial de tratamiento Semanalmente durante el tratamiento MÉXICO: Al sesión inicial de tratamiento y modificación del mismo ARGENTINA: Al inicio. Otras a demanda (no frecuente)		tratamiento.	
(36)	Frecuencia de dosimetría en vivo	En sesión inicial de tratamiento Semanalmente durante el tratamiento	0    0    0    0    0	CUBA: Actualmente no se hace dosimetría en vivo ESPAÑA: Sólo en tratamientos especiales MÉXICO: No se realiza ARGENTINA: No se hace dosimetría en vivo		En sesión inicial de tratamiento y durante el curso del tratamiento.	Valor asumido dada la importancia de evaluar en el estudio el impacto del uso de este recurso

No.	Dato	Valor aportado por países				Comentarios por países	por	Valor definitivo (cuant. final)	Consideraciones finales
		CUBA	ESPAÑA	MÉXICO	BRASIL				
(37)	Cantidad anual de posicionamientos diarios con intervención humana	18 000	16000	18000 20000	-	21000	16200	MÉXICO: Los pacientes se posicionan a diario con intervención humana, así que no se entiende la pregunta, pero sería la cantidad de pacientes totales arriba estimada por los días totales laborales al año	Valor estimado considerando 450 pacientes al año con tratamiento isocéntrico con fotones (punto 24 de la tabla) que requieren intervención humana en el posicionamiento

No.	Dato	Valor anterior (cuant. preliminar)	Valor aportado por países			Comentarios por países	por	Valor definitivo (cuant. final)  (% de pacientes anuales/No. de pacientes)	Consideraciones finales	
			CUBA	ESPAÑA	MÉXICO					BRASIL
(38)	Cantidad de pacientes anuales	50	-	5% (25)	5%	(4,9%) 40	8.3% (50)	CUBA: No dispone del dato	No se 5% (30)	Valor representativo
										<p>ARGENTINA: Contando que en terapia avanzada con tratamiento isocéntrico no es necesaria intervención mas que al aplicar el primer campo y en los campos electrones</p> <p>solo del primer campo durante las 30 sesiones de tratamiento ( punto 5 de la tabla)+ 30 pacientes al año con tratamiento con fotones a DFS constante (punto 26 de la tabla) que requieren posicionarle los 3 campos ( punto 8 de la tabla) durante las 30 sesiones de tratamiento ( punto 6 de la tabla) + 120 pacientes anuales con tratamiento con electrones (punto 13 de la tabla) que requieren posicionarle solo 1 campo (punto 9 de la tabla) durante las 10 sesiones de tratamiento ( punto 4 de la tabla)</p>

No.	Dato	Valor aportado por países				Comentarios por países	por	Valor definitivo (cuant. final) (% de pacientes anuales/ No. de pacientes)	Consideraciones finales
		CUBA	ESPAÑA	MÉXICO	BRASIL				
	con patologías "poco frecuentes" (menos comunes)							asumido	
(39)	Cantidad de campos posicionados en sesión inicial de tratamiento	Todos los campos planificados (3 si fotones, 2 si electrones)	Todos	Todos	3 fotones 2 electrones	Todos	Todos	Valor representativo asumido	
(40)	Cantidad de pacientes anuales que pudieran tratarse en modo no-clínico	10	0% 1% (5) o menos	Ver Com.	(5,1%) 40	0	1% (6)	Valor asumido considerando que este escenario, aunque excepcional, será analizado en el APS-LINAC	
(41)	Cantidad de pacientes anuales con más de una fase en su tratamiento	100	30% (150)	30% (300)	(15,4%) 120	95% (570)	50% (300)	Valor representativo asumido	

No.	Dato	Valor aportado por países				Comentarios por países	Valor definitivo (cuant. final) (% de pacientes anuales/No. de pacientes)	Consideraciones finales
		CUBA	ESPAÑA	MÉXICO	BRASIL			
(42)	Cantidad de fases	2,5	Entre 2 y 3	2	Entre 2 y 3	Entre 2 y 3	3	Valor representativo asumido
(43)	Cantidad de pacientes anuales con más de una fracción en su tratamiento	100	¿?	100 10%	(15,4%) 120	40% (240)	20% (120)	Valor asumido

ARGENTINA: Casi todos los pacientes (95%) tienen mas de una fase o escalado dosis – volumen en el diseño de su tratamiento

CUBA: No se está trabajando con fracciones

ESPAÑA: No resulta claro lo que se pide

No.	Dato	Valor anterior (cuant. preliminar)	Valor aportado por países			Comentarios por países	por	Valor definitivo (cuant. final)  (% de pacientes anuales/ No. de pacientes)	Consideraciones finales
			CUBA	ESPAÑA	MÉXICO	BRASIL	ARGENTINA		
	(Fracción: nivel opcional dentro de una fase de tratamiento. Fracción ≠ fraccionamiento diario)						ARGENTINA: No resulta claro. Si es un fraccionamiento distinto al convencional de 5 fracciones por semana (hiper- o hipofraccionamiento), son unos 20 pacientes al año.  Si fracción es una parte de una fase que requiere varias para completarse, esa cantidad de fracciones son 2 y se aplica al 40% de los casos (240)		
(44)	Cantidad de fracciones	2	0	2	2	2	2	2	Valor representativo asumido
							CUBA: No se está trabajando con fracciones		

No.	Dato	Valor aportado por países				Comentarios por países	Valor definitivo (cuant. final) (% de pacientes anuales/ No. de pacientes)	Consideraciones finales
		CUBA	ESPAÑA	MÉXICO	BRASIL			
(45)	Cantidad de pacientes anuales que tienen un episodio de campos por finalizar durante alguna sesión de tratamiento	100	<5% (25)	¿?	(2,6%) 20	10% (60)	10% (60)	Valor representativo asumido
		20% (100)						
(46)	Cantidad de pacientes anuales que tienen un episodio de	10	<5% (25)	¿?	(2,6%) 20	10% (60)	10% (60)	Valor representativo asumido
		10%						

ARGENTINA: No resulta claro. Si es un fraccionamiento distinto al convencional de 5 fracciones por semana (hiper- o hipofraccionamiento), son unos 20 pacientes al año.

Si fracción es una parte de una fase que requiere varias para completarse, esa cantidad de fracciones son 2 y se aplica al 40% de los casos (240)

MÉXICO: No está claro

MÉXICO: idem

No.	Dato	Valor aportado por países				Comentarios por países	por	Valor definitivo (cuant. final) (% de pacientes anuales/ No. de pacientes)	Consideraciones finales
		CUBA	ESPAÑA	MÉXICO	BRASIL				
(47)	fracción por finalizar durante alguna sesión de tratamiento Cantidad de pacientes anuales que tienen un episodio de interrupción de un tratamiento diario cuya dosis administrada no es registrada por el software de tratamiento	25	1% (5)	<1% (5)	5% (5)	0	¿?	3% (18)	Valor representativo asumido Se refiere al número de pacientes que pueden tener un episodio de interrupción de su tratamiento que no es registrado por el software ( por ejemplo, pérdida de alimentación eléctrica), independientemente de si el datos queda visible o es registrado manualmente
									ARGENTINA: Si el software no registra la interrupción (supongamos un corte de energía y fallo de la UPS), el valor entregado de UM queda anotado en el display de seguridad, pero lo que el remanente puede ser registrado sin dificultad. En todos los otros casos la indicación de la interrupción es presentada en forma muy visible. No resulta claro a que episodio se refieren



**APÉNDICE IV.  
CONTRIBUCIONES DE LAS FRECUENCIAS PARCIALES A LA TOTAL**

**IV.1. RESUMEN ESTADÍSTICO DE LAS CONTRIBUCIONES**

La Tabla IV-1 presenta un resumen de las contribuciones de las secuencias accidentales para cada suceso iniciador a la frecuencia total de las exposiciones accidentales. De los resultados de la cuantificación se puede resumir lo siguiente:

- De las 25 exposiciones accidentales más probables, 24 son de un solo paciente y una es de múltiples pacientes.
- Ninguna de las exposiciones accidentales que resultaron más probables parten de sucesos iniciadores por fallos de equipo.
- Ninguna de las exposiciones accidentales que tiene efectos para el trabajador o miembros del público está entre las 25 más probables.

**TABLA IV-1. RESUMEN ESTADÍSTICO DE LOS INCIDENTES POR SUCESO INICIADOR**

Sucesos	Número
Número de sucesos iniciadores que pueden provocar incidentes resuperables y no recuperables	118
Número de sucesos iniciadores cuyas secuencias accidentales pueden tener consecuencias para los trabajadores	2
Número de sucesos iniciadores cuyas secuencias accidentales pueden tener consecuencias para miembros del público	3
Número de sucesos iniciadores cuyas secuencias accidentales pueden tener consecuencias para los pacientes	113
De éstos:	
– Número de sucesos iniciadores en los que todas sus secuencias son recuperables	3
– Número de sucesos iniciadores en los que algunas de sus secuencias no son recuperables (exposiciones accidentales)	110
Número de secuencias accidentales cuya frecuencia es superior al 1% de la frecuencia total anual de incidentes	5
De éstas:	
– con consecuencias para un solo paciente	5
– con sucesos iniciadores de origen humano	5
Número de secuencias accidentales cuya frecuencia de exposición accidental está entre 0,1% y 1% de la frecuencia total anual de ocurrencia de incidentes	20
De éstas:	
– con consecuencias para un solo paciente	19
– con consecuencias para múltiples pacientes	1
– con sucesos iniciadores de origen humano	20
Número de secuencias accidentales cuya frecuencia es inferior al 0,1% de la frecuencia total anual de ocurrencia de incidentes	93

IV.2. EXPOSICIONES ACCIDENTALES DE MÚLTIPLES PACIENTES:  
FRECUENCIA DE LAS ORIGINADAS A PARTIR DE CADA SUCESO  
INICIADOR Y SU CONTRIBUCIÓN PORCENTUAL A LA FRECUENCIA  
TOTAL.

La Tabla IV-2 presenta, para cada una de las etapas del proceso de tratamiento, la contribución de cada suceso iniciador a la frecuencia total de exposiciones accidentales de múltiples pacientes.

TABLA IV-2. EXPOSICIONES ACCIDENTALES DE MÚLTIPLES PACIENTES:  
FRECUENCIA DE LAS ORIGINADAS A PARTIR DE CADA SUCESO INICIADOR Y  
SU CONTRIBUCIÓN PORCENTUAL A LA FRECUENCIA TOTAL

Etapa del tratamiento		Iniciadores que participan en la etapa		Contribución de las frecuencias parciales a la frecuencia total de exposiciones de múltiples pacientes
Denominación	%	Cod.	Denominación	
Prescripción clínica del tratamiento	0%	-	-	-
Adquisición de datos anatómicos del paciente	1%	SI036	Fallo de hardware o software del tomógrafo computarizado o del sistema de transferencia de datos al sistema de planificación de tratamientos	1%
Delineación de volúmenes	1,8%	SI037	Fallo de software del TPS (módulos de importación de datos en formato DICOM, fallos en el registro de un nuevo paciente y en los datos adquiridos sobre el mismo, así fallos del módulo de modelo anatómico en el que se crean conjuntos de contornos para estructuras anatómicas y regiones de interés en las imágenes procedentes del TAC)	1,8%
Planificación dosimétrica del tratamiento	94,8%	SI059	Modificar erróneamente un procedimiento de uso del sistema de planificación de tratamiento (introducir un error con ello un error en el cálculo de dosis o de distribución de la misma)	83%
		SI060	Planificar un paciente con un TPS cuyos procedimientos han sido modificados pero no validados ni autorizados	10%
		SI037	Fallo de software del TPS (en el módulo de registro de cada nuevo paciente y actualización de sus datos de identificación en el TPS, o en el módulo en el que se registran las unidades de tratamiento disponibles, o en el módulo de cálculo de distribución de dosis o en el módulo de histogramas de dosis y	1,8%

Etapa del tratamiento		Iniciadores que participan en la etapa		Contribución de las frecuencias parciales a la frecuencia total de exposiciones de múltiples pacientes
Denominación	%	Cod.	Denominación	
Elaboración de moldes	0%	-	volúmenes)	-
Sesión inicial de tratamiento	0,01%	SI033	Desajuste de los indicadores de luz láser (durante el posicionamiento del paciente en la sesión inicial de tratamiento)	0,004%
		SI035	Sobreirradiación del paciente durante toma radiográfica en el acelerador (imagen portal de sesión inicial de tratamiento)	0,003%
		SI032	Desajustarse del indicador óptico de distancia (telémetro) o la retícula (durante el posicionamiento del paciente en la sesión inicial de tratamiento)	0,001%
Posicionamiento para el tratamiento diario	0,01%	SI033	Desajuste de los indicadores de luz láser (durante el posicionamiento diario del paciente)	0,004%
		SI035	Sobreirradiación del paciente durante toma radiográfica en el acelerador (imagen portal durante el posicionamiento del paciente)	0,003%
		SI032	Desajustarse del indicador óptico de distancia (telémetro) o la retícula (durante el posicionamiento diario del paciente)	0,001%
Administración del tratamiento diario	3%	SI034	Producirse un fallo del software de registro médico electrónico (electronic medical record)	1%
		SI019	Posición incorrecta del atenuador de retrodispersión	0,8%
		SI008	Desenfoque del haz de radiación	0,5%
		SI011	Deficiente deflexión del haz	0,5%
		SI022	Delimitación incorrecta de campo por fallo de colimador secundario (diafragmas)	0,2%
		SI026	Posición del gantry diferente a la prevista	0,1%
		SI031	Rotación en torno a la columna de la mesa de tratamiento irradiación	0,1%
		SI027	Desplazamiento lateral de la mesa de tratamiento durante la irradiación	0,09%
SI028	Desplazamiento longitudinal mesa de tratamiento durante la irradiación	0,09%		

Etapa del tratamiento		Iniciadores que participan en la etapa		Contribución de las frecuencias parciales a la frecuencia total de exposiciones de múltiples pacientes
Denominación	%	Cod.	Denominación	
		SI029	Desplazamiento vertical de la mesa de tratamiento durante la irradiación	0,09%
		SI030	Rotación isocéntrica de la mesa de tratamientos durante la irradiación	0,09%
		SI002	Discrepancia de la energía real del haz con la seleccionada, por fallo del sistema de radiofrecuencia durante el tratamiento con electrones	0,09%
		SI021	Posición errónea de las láminas del colimador multiláminas MLC	0,02%
		SI013	Discrepancia entre la lámina dispersora de los electrones y la que corresponde a la energía de los mismos	0,003%
		SI012	Posición incorrecta del blanco	0,003%
		SI014	Rotación incorrecta del colimador primario respecto a una de las dos posiciones que corresponda según el tipo de irradiación y la energía	0,002%
		SI010	Desviaciones radiales o transversales en el centro de la estructura aceleradora	0,002%
		SI006	Intensidad de corriente de caldeo de filamento diferente de la prevista por fallos de control y alimentación del cañón	0,002%
Etapa del tratamiento		Iniciadores que participan en la etapa		Contribución de las frecuencias parciales a la frecuencia total de exposiciones de múltiples pacientes
Denominación	%	Cod.	Denominación	
Administración del tratamiento diario	3%	SI005	Frecuencia de pulsos de radiofrecuencia diferente de la prevista durante el tratamiento con electrones por fallos del sistema de radiofrecuencia	0,001%
		SI020	Posición incorrecta de filtro cuña	0,001%
		SI009	Desviaciones radiales o transversales del haz de radiación en el extremo del cañón	0,001%
		SI001	Discrepancia de la energía real del haz con la seleccionada, por fallo del sistema	0,0004%

Etapa del tratamiento		Iniciadores que participan en la etapa		Contribución de las frecuencias parciales a la frecuencia total de exposiciones de múltiples pacientes
Denominación	%	Cod.	Denominación	
			de modulación durante el tratamiento con electrones	
		SI004	Discrepancia de la energía real del haz con la seleccionada, por variación en la impedancia característica de la red de formación de pulsos del sistema de modulación durante el tratamiento con electrones	0,0002%
		SI017	Fallo en el control dosimétrico del haz	0,0001%
		SI003	Discrepancia de la energía real del haz con la seleccionada, por fallos en el sistema de alimentación de alta tensión, durante el tratamiento con electrones	0,0001%
		SI007	Aceleración de electrones diferente de la prevista por fallos internos de la guía de ondas	0,00002%
		SI018	Pérdida de la alimentación de las cámaras de ionización	0,000004%
		SI016	Posición incorrecta del filtro secundario de acuerdo con el modo de tratamiento y la energía seleccionada	0,000003%
		SI015	Movimiento del colimador primario durante la irradiación	0,000001%
		SI023	Sobrecalentamiento del acelerador por fallos del sistema de agua de enfriamiento	0,0000002%
		SI025	Pérdida de vacío en el acelerador durante tratamiento con haces de fotones de alta energía	0,00000001%
		SI024	Pérdida de vacío en el acelerador durante tratamiento con haces de fotones de baja energía o electrones	0,000000002%
Revisión médica del paciente en el curso del tratamiento	0%	-	-	-

IV.3. EXPOSICIONES ACCIDENTALES DE UN SOLO PACIENTE: FRECUENCIA DE LAS ORIGINADAS A PARTIR DE CADA SUCESO INICIADOR Y SU CONTRIBUCIÓN A LA FRECUENCIA TOTAL

La Tabla IV-3 presenta el valor porcentual de la frecuencia de exposición accidental provocada por los iniciadores de cada una de las etapas del proceso de tratamiento, respecto a la frecuencia total de exposiciones accidentales de un solo paciente.

TABLA IV-3. EXPOSICIONES ACCIDENTALES DE UN SOLO PACIENTE: FRECUENCIA DE LAS ORIGINADAS A PARTIR DE CADA SUCESO INICIADOR Y SU CONTRIBUCIÓN PORCENTUAL A LA FRECUENCIA TOTAL

Etapa del tratamiento		Iniciadores que participan en la etapa		Contribución de las frecuencias parciales a la frecuencia total de exposiciones accidentales de un solo paciente
Denominación	%	Cod.	Denominación	
Prescripción clínica del tratamiento	3%	SI039	Indicar un valor de dosis total de tratamiento diferente del de la intención médica, en la hoja de tratamiento	1,4%
		SI042	Omitir el valor de la dosis máxima para órganos de riesgo o el poner un valor erróneo en la hoja de tratamiento	1,1%
		SI040	Indicar un valor de dosis diaria de tratamiento diferente del de la intención médica, en la hoja de tratamiento	0,2%
		SI041	Indicar en la hoja de tratamiento un valor del fraccionamiento de dosis diferente del de la intención médica	0,2%
		SI043	Omitir indicar un volumen secundario de tratamiento que formaba parte de la prescripción clínica, en caso de existir varias localizaciones	0,1%
Adquisición de datos anatómicos del paciente	2%	SI038	Omitir indicar en la hoja de tratamiento órganos de riesgo (OAR) definidos durante la prescripción clínica del tratamiento	0,03%
		SI053	Perderse o modificarse la información al transferir las imágenes de la tomografía de simulación al sistema de planificación del tratamiento (TPS)	0,2%
		SI050	Tatuar en la piel del paciente marcas erróneas de referencia de la tomografía de simulación	0,1%
		SI048	Utilizar parámetros geométricos erróneos al realizar la tomografía computada de simulación	0,07%

Etapa del tratamiento		Iniciadores que participan en la etapa		Contribución de las frecuencias parciales a la frecuencia total de exposiciones accidentales de un solo paciente
Denominación	%	Cod.	Denominación	
Delineación de volúmenes	50%	SI044	Realizar la tomografía computada de simulación a paciente erróneo	0,04%
		SI052	Omitir datos o poner datos incorrectos sobre las particularidades del posicionado del paciente al realizar la tomografía de simulación	0,02%
		SI051	Omitir identificar los dispositivos de posicionado, o identificarlos mal	0,01%
		SI045	Al posicionar al paciente en la mesa del tomógrafo computarizado para realizar la simulación se omiten particularidades del posicionado o se posiciona incorrectamente al paciente	0,003%
		SI055	Denominar por error al “volumen tumoral macroscópico” (GTV) como “volumen blanco clínico” (CTV) en el TPS, utilizando erróneamente las siglas o el código de colores establecido en el servicio	20%
		SI056	Denominar por error al “volumen blanco clínico” (CTV) como “volumen tumoral macroscópico” (GTV) en el TPS, utilizando erróneamente las siglas o el código de colores establecido en el servicio	20%
		SI057	Omitir la denominación de uno o varios volúmenes blanco clínicos secundarios en el TPS	7%
		SI058	Omitir uno, varios o todos los órganos de riesgo en el TPS	3%
Planificación dosimétrica del tratamiento	7%	SI069	Omitir la evaluación dosimétrica y geométrica del impacto global de todos los haces o hacer la evaluación incorrectamente	2%
		SI065	Seleccionar un ángulo erróneo del colimador	2%
		SI063	Seleccionar una energía de haz diferente a la prescrita, al efectuar la planificación dosimétrica del tratamiento	2%
		SI062	Seleccionar un tipo de radiación diferente al prescrito (fotones por electrones o viceversa), en la planificación dosimétrica del tratamiento	0,3%

Etapa del tratamiento		Iniciadores que participan en la etapa		Contribución de las frecuencias parciales a la frecuencia total de exposiciones accidentales de un solo paciente
Denominación	%	Cod.	Denominación	
		SI066	Seleccionar un número erróneo de campos de tratamiento, diferente al prescrito por el radio oncólogo	0,3%
		SI068	Omitir localizaciones secundarias del paciente a tratar, al efectuar la planificación dosimétrica del tratamiento.	0,1%
		SI054	Planificar el tratamiento de un paciente con datos correspondientes a otro	0,1%
		SI064	Seleccionar una dirección errónea de los haces al efectuar la planificación dosimétrica del tratamiento	0,04%
		SI067	Seleccionar como plan de tratamiento definitivo una variante de plan de tratamiento incorrecta, durante la planificación dosimétrica del tratamiento	0,007%
		SI061	Seleccionar en el TPS un acelerador de otra instalación o del mismo servicio, diferente de la que requerida	0,0001%
		SI070	Introducir datos erróneos para el cálculo de las unidades monitor, durante la planificación dosimétrica del tratamiento	0,01%
		SI071	Omitir información o introducir información incorrecta sobre la posición del colimador multiláminas seleccionada en la planificación dosimétrica del tratamiento, al utilizar el protocolo de comunicación TRANSA	0,0003%
Elaboración de moldes	0,01 %	SI073	Elaborar bloque de conformación personalizado erróneo con respecto a los requeridos en la petición	0,009%
		SI074	Fijar mal los bloques de conformación a la bandeja, por cometer un error al fijarlos o por utilizar bandejas defectuosas	0,003%
		SI072	Omitir la elaboración de bloques de conformación personalizados indicados en la planificación dosimétrica del tratamiento	0,0009%
Sesión inicial de tratamiento	18%	SI086	Moverse el paciente en la sesión inicial del tratamiento, mientras se revela la imagen portal o mientras ésta se analiza	8%
		SI080	Ubicar erróneamente el isocentro (falta de coincidencia de los tres sistemas de	2,5%

Etapa del tratamiento		Iniciadores que participan en la etapa		Contribución de las frecuencias parciales a la frecuencia total de exposiciones accidentales de un solo paciente
Denominación	%	Cod.	Denominación	
			referencia (TAC-LINAC-TPS) al sesión inicial de tratamiento isocéntrico	
		SI076	Introducir en el ordenador de control valores erróneos del “punto de control de dosis” que se selecciona para que el acelerador emita un aviso de final del tratamiento	2%
		SI079	Colocar erróneamente al paciente en la mesa de tratamiento para la sesión de inicio del tratamiento	2%
		SI075	Denominar de manera imprecisa o errónea, los volúmenes de tratamiento, las fases del mismo, las fracciones o los campos, al editar la hoja de tratamiento electrónica	1,5%
		SI081	Ubicar erróneamente la entrada del haz del campo para un tratamiento no isocéntrico (DFS=constante) en la sesión inicial	1%
		SI084	Cometer un error con los modificadores del haz (bolus), ya sea durante la sesión inicial del tratamiento	0,46%
		SI077	Cometer un error con la información sobre la cuña de un campo (por omisión de la cuña, por ángulo erróneo de la misma o indicación de cuña en segmento equivocado), a la edición del caso en la computadora de tratamiento, antes de la sesión inicial de tratamiento	0,4%
		SI082	Seleccionar erróneamente los ángulos de la mesa de tratamiento durante la sesión inicial de tratamiento	0,15%
		SI087	Omitir el registro del plan de tratamiento modificado (ajustado) en la computadora de tratamiento, durante la sesión inicial	0,01%
		SI078	Iniciar el tratamiento con un paciente erróneo	0,005%
		SI083	Cometer un error al colocar los bloques de conformación en la sesión inicial del tratamiento, ya sea por omitirlos o por poner los equivocados	0,002%
Posicionamiento para el tratamiento	13%	SI099	Omitir el bolus o colocar un bolus erróneo en una sesión diaria	10%

Etapa del tratamiento		Iniciadores que participan en la etapa		Contribución de las frecuencias parciales a la frecuencia total de exposiciones accidentales de un solo paciente
Denominación	%	Cod.	Denominación	
diario		SI088	No ejecutar una modificación al tratamiento, decidida por el radio oncólogo al efectuar una de las revisiones médicas de control del paciente	3%
		SI091	Seleccionar una fracción de tratamiento errónea en el ordenador de control al preparar al paciente para el tratamiento	0,5%
		SI090	Seleccionar en el ordenador de control una fase errónea de tratamiento, al preparar el paciente para el tratamiento diario	0,04%
		SI094	Omitir el bloqueo de la mesa para el tratamiento diario	0,02%
		SI092	Seleccionar una localización (volumen) errónea de tratamiento, en el ordenador de control, durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento diario	0,004%
		SI097	Seleccionar ángulo erróneo de la mesa de tratamiento en el posicionado para la sesión diaria de tratamiento	0,0009%
		SI093	Colocar erróneamente al paciente sobre la mesa de tratamiento en una sesión diaria	0,0001%
		SI100	Cometer un error con el aplicador para haces de electrones al preparar el tratamiento diario	0,00005%
		SI095	Ubicar erróneamente el isocentro (falta de coincidencia de los tres sistemas de referencia) tras posicionar al paciente para la sesión diaria de tratamiento	0,00001%
		SI089	Posicionar a un paciente erróneo para la sesión diaria del tratamiento	0,00001%
		SI096	Ubicar erróneamente la entrada del haz del campo en tratamientos no isocéntricos (DFS=constante) durante el posicionado para el tratamiento diario	0,000004%
	SI098	Cometer un error con los bloques de conformación por omitirlos o por colocar bloques erróneos, en la preparación de la sesión diaria	0,000001%	
Administración del tratamiento diario	8%	SI117	Moverse el paciente manera observable durante la administración del tratamiento	4%

Etapa del tratamiento		Iniciadores que participan en la etapa		Contribución de las frecuencias parciales a la frecuencia total de exposiciones accidentales de un solo paciente
Denominación	%	Cod.	Denominación	
		SI116	Moverse el paciente de manera no observable durante la administración del tratamiento	2%
		SI108	Administrar el tratamiento con el acelerador en régimen “no clínico”	1%
		SI109	Administrar dos veces un campo de tratamiento por error	1%
		SI118	Moverse el paciente antes del inicio de la administración del tratamiento de manera observable	0,01%
		SI107	Administrar erróneamente el tratamiento diario dos veces en un mismo día	0,005%
		SI110	Omitir un campo de tratamiento diario	0,0007%
		SI102	Omitir la dosis que falta por dar, cuando la irradiación ha terminado de manera irregular	0,0006%
		SI111	Omitir tratar un volumen secundario en una sesión diaria de tratamiento	0,0003%
		SI106	Administrar erróneamente una o más sesiones de tratamiento diario adicionales, tras haber alcanzado el número de sesiones prescrito	0,00009%
		SI103	Dejar incompleta una fracción por omitir la dosis que faltaba, tras una terminación irregular de la irradiación	0,00002%
Revisión médica del paciente en el curso del tratamiento	0,3%	SI112	Introducir cambios a la hoja de tratamiento que correspondan a otro paciente	0,3%

#### IV.4. SUCESOS INICIADORES DE SECUENCIAS QUE LLEVAN A INCIDENTES RECUPERABLES

La Tabla IV-4 presenta aquellos sucesos iniciadores para los que todas sus secuencias accidentales son recuperables.

TABLA IV-4. SUCESOS INICIADORES QUE LLEVAN A INCIDENTES RECUPERABLES

Etapa de tratamiento	Iniciadores en las que todas sus secuencias accidentales son recuperables	
Denominación	Cod.	Denominación

Etapa de tratamiento	Iniciadores en las que todas sus secuencias accidentales son recuperables	
Denominación	Cod.	Denominación
Sesión inicial de tratamiento	SI085	Cometer un error al colocar el aplicador de electrones para la sesión inicial del tratamiento, ya sea por omisión del aplicador o por poner un aplicador erróneo
Administración del tratamiento diario	SI101	Omitir una o varias sesiones de tratamiento
	SI105	Cometer un error en el registro manual de la dosis no administrada, al interrumpirse un tratamiento y no quedar ésta registrada por el software del tratamiento

#### IV.5. EXPOSICIONES ACCIDENTALES DE LOS TRABAJADORES: FRECUENCIA DE LAS ORIGINADAS A PARTIR DE CADA SUCESO INICIADOR Y SU CONTRIBUCIÓN PORCENTUAL A LA FRECUENCIA TOTAL

La Tabla IV-5 presenta la contribución de cada suceso iniciador a la frecuencia total de exposiciones accidentales de trabajadores.

TABLA IV-5. EXPOSICIONES ACCIDENTALES DE LOS TRABAJADORES: FRECUENCIA DE LAS ORIGINADAS A PARTIR DE CADA SUCESO INICIADOR Y SU CONTRIBUCIÓN PORCENTUAL A LA FRECUENCIA TOTAL

Tipo de exposición accidental	Iniciadores que participan en la etapa		Contribución a la frecuencia total de exposiciones accidentales de trabajadores
Denominación	Cod	Denominación	
Trabajadores	SI104	Iniciar irradiación estando un técnico dentro de la sala de tratamiento	0,001%
	SI113	Iniciar irradiación estando un técnico dentro de la sala de máquinas	99,999%

#### IV.6. EXPOSICIONES ACCIDENTALES DE LOS MIEMBROS DEL PÚBLICO: FRECUENCIA DE LAS ORIGINADAS A PARTIR DE CADA SUCESO INICIADOR Y SU CONTRIBUCIÓN PORCENTUAL A LA FRECUENCIA TOTAL

La Tabla IV-6 presenta la contribución de cada suceso iniciador a la frecuencia total de exposiciones accidentales de miembros del público.

TABLA IV-6. EXPOSICIONES ACCIDENTALES DE LOS MIEMBROS DEL PÚBLICO: FRECUENCIA DE LAS ORIGINADAS A PARTIR DE CADA SUCESO INICIADOR Y SU CONTRIBUCIÓN PORCENTUAL A LA FRECUENCIA TOTAL

Tipo de exposición accidental	Iniciadores que participan en la etapa	Contribución a la frecuencia total de miembros del público
Denominación	Cod	Denominación
Miembros del público	SI114	Iniciar irradiación con un miembro del público dentro de la sala de tratamiento
	SI115	Iniciar irradiación estando un miembro del público dentro de la sala de máquinas
	SI046	Entrar un miembro del público a la sala de tratamiento durante la irradiación de un paciente, de manera imprevista
		48%
		45%
		7%

**APÉNDICE V.  
RESUMEN DE LAS BARRERAS Y DE LOS REDUCTORES DE FRECUENCIA DE  
LOS SUCESOS INICIADORES**

V.1. BARRERAS IDENTIFICADAS PARA CADA SUCESO INICIADOR DE SECUENCIA ACCIDENTAL

La Tabla V-1 presenta para cada suceso iniciador de accidente las barreras que han sido consideradas en los modelos de árboles de sucesos y la Tabla V-2 clasifica por grupos las barreras utilizadas.

TABLA V-1. BARRERAS PARA CADA SUCESO INICIADOR DE ACCIDENTE CONSIDERADAS EN LOS MODELOS DE ÁRBOLES DE SUCESOS

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI001: Discrepancia de la energía real del haz con la seleccionada, por fallo del sistema de modulación durante el tratamiento con electrones	<p><i>Enclavamiento por software:</i> El software de control, a través de las señales de monitoreo detecta una variación no prevista de las variables vigiladas y emite la señal de bloqueo del LINAC</p> <p><i>Enclavamiento dosimétrico:</i> El enclavamiento dosimétrico detecta una variación de la tasa de dosis prescrita a través de los dos platos de la cámara de ionización y del tercer plato de homogeneidad y se bloquea el LINAC</p> <p><i>Pruebas dosimétricas de QA:</i> La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realiza durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p>
SI002: Discrepancia de la energía real del haz con la seleccionada, por fallo del sistema de radiofrecuencia durante el tratamiento con electrones	<p><i>Enclavamiento por software:</i> El software de control, a través de las señales de monitoreo detecta una variación no prevista de las variables vigiladas y emite la señal de bloqueo del LINAC</p> <p><i>Enclavamiento dosimétrico:</i> El enclavamiento dosimétrico detecta una variación de la tasa de dosis prescrita a través de los dos platos de la cámara de ionización y del tercer plato de homogeneidad y se bloquea el LINAC</p> <p><i>Pruebas dosimétricas de QA:</i> La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realiza durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI003: Discrepancia de la energía real del haz con la seleccionada, por fallos en el sistema de alimentación de alta tensión, durante el tratamiento con electrones	<p>tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p> <p><i>Enclavamiento por software:</i> El software de control, a través de las señales de monitoreo detecta una variación no prevista de las variables vigiladas y emite la señal de bloqueo del LINAC</p> <p><i>Enclavamiento dosimétrico:</i> El enclavamiento dosimétrico detecta una variación de la tasa de dosis prescrita a través de los dos platos de la cámara de ionización y del tercer plato de homogeneidad y se bloquea el LINAC</p> <p><i>Pruebas dosimétricas de QA:</i> La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realiza durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p>
SI004: Discrepancia de la energía real del haz con la seleccionada, por variación en la impedancia característica de la red de formación de pulsos del sistema de modulación durante el tratamiento con electrones	<p><i>Enclavamiento por software:</i> El software de control, a través de las señales de monitoreo detecta una variación no prevista de las variables vigiladas y emite la señal de bloqueo del LINAC</p> <p><i>Enclavamiento dosimétrico:</i> El enclavamiento dosimétrico detecta una variación de la tasa de dosis prescrita a través de los dos platos de la cámara de ionización y del tercer plato de homogeneidad y se bloquea el LINAC</p> <p><i>Pruebas dosimétricas de QA:</i> La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realiza durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI005: Discrepancia entre la frecuencia real de pulsos de radiofrecuencia y la prevista, por fallos del sistema de radiofrecuencia, durante el tratamiento con electrones	<p><i>Enclavamiento por software:</i> El software de control, a través de las señales de monitoreo detecta una variación no prevista de las variables vigiladas y emite la señal de bloqueo del LINAC</p> <p><i>Enclavamiento dosimétrico:</i> El enclavamiento dosimétrico detecta una variación de la tasa de dosis prescrita a través de los dos platos de la cámara de ionización y del tercer plato de homogeneidad y se bloquea el LINAC</p> <p><i>Pruebas dosimétricas de QA:</i> La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realiza durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p>
SI006: Intensidad de corriente de caldeo de filamento diferente de la prevista por fallos de control y alimentación del cañón	<p><i>Enclavamiento por software:</i> El software de control, a través de las señales de monitoreo detecta una variación no prevista de las variables vigiladas y emite la señal de bloqueo del LINAC</p> <p><i>Enclavamiento dosimétrico:</i> El enclavamiento dosimétrico detecta una variación de la tasa de dosis prescrita a través de los dos platos de la cámara de ionización y del tercer plato de homogeneidad y se bloquea el LINAC</p> <p><i>Pruebas dosimétricas de QA:</i> La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realiza durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p>
SI007: Aceleración de electrones diferente de la prevista por fallos internos de la guía de ondas	<p><i>Enclavamiento dosimétrico:</i> El enclavamiento dosimétrico detecta una variación de la tasa de dosis prescrita a través de los dos platos de la cámara de ionización y del tercer plato de homogeneidad y se bloquea el LINAC</p> <p><i>Pruebas dosimétricas de QA:</i> La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realiza</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI008: Desenfoco del haz de radiación	<p>durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p> <p><i>Enclavamiento por software:</i> El software de control, a través de las señales de monitoreo detecta una variación no prevista de las variables vigiladas y emite la señal de bloqueo del LINAC</p> <p><i>Enclavamiento dosimétrico:</i> El enclavamiento dosimétrico detecta una variación de la tasa de dosis prescrita a través de los dos platos de la cámara de ionización y del tercer plato de homogeneidad y se bloquea el LINAC</p> <p><i>Pruebas dosimétricas de QA:</i> La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realizar durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p>
SI009: Desviaciones radiales o transversales del haz de radiación en el extremo del cañón	<p><i>Enclavamiento por software:</i> El software de control, a través de las señales de monitoreo detecta una variación no prevista de las variables vigiladas y emite la señal de bloqueo del LINAC</p> <p><i>Enclavamiento dosimétrico:</i> El enclavamiento dosimétrico detecta una variación de la tasa de dosis prescrita a través de los dos platos de la cámara de ionización y del tercer plato de homogeneidad y se bloquea el LINAC</p> <p><i>Pruebas dosimétricas de QA:</i> La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realizar durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI010: Desviaciones radiales o transversales en el centro de la estructura aceleradora	<p>durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p> <p><i>Enclavamiento por software:</i> El software de control, a través de las señales de monitoreo detecta una variación no prevista de las variables vigiladas y emite la señal de bloqueo del LINAC</p> <p><i>Enclavamiento dosimétrico:</i> El enclavamiento dosimétrico detecta una variación de la tasa de dosis prescrita a través de los dos platos de la cámara de ionización y se bloquea el LINAC</p> <p><i>Pruebas dosimétricas de QA:</i> La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realiza durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p>
SI011: Deficiente deflexión del haz	<p><i>Enclavamiento por software:</i> El software de control, a través de las señales de monitoreo detecta una variación no prevista de las variables vigiladas y emite la señal de bloqueo del LINAC</p> <p><i>Enclavamiento por temperatura del sistema de deflexión del haz:</i> A través de una combinación interruptores térmicos se detecta aumento de temperatura en el sistema de deflexión y envía una señal de bloqueo del LINAC</p> <p><i>Enclavamiento dosimétrico (EDOS):</i> El enclavamiento dosimétrico detecta una variación de la tasa de dosis prescrita a través de los dos platos de la cámara de ionización y del tercer plato de homogeneidad y se bloquea el LINAC</p> <p><i>Pruebas dosimétricas de QA:</i> La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realiza durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI012 Posición incorrecta del blanco	<p data-bbox="758 215 927 244">dosis prescrita</p> <p data-bbox="758 259 1406 387"><i>Enclavamiento por software:</i> El software de control, a través de las señales de monitoreo detecta una variación no prevista de las variables vigiladas y emite la señal de bloqueo del LINAC</p> <p data-bbox="758 403 1406 499"><i>Enclavamiento para sistema de cambio de blanco:</i> En caso de que la posición del blanco no sea la prevista, se bloquea la generación de pulsos</p> <p data-bbox="758 515 1406 678"><i>Enclavamiento dosimétrico:</i> El enclavamiento dosimétrico detecta una variación de la tasa de dosis prescrita a través de los dos platos de la cámara de ionización y del tercer plato de homogeneidad y se bloquea el LINAC</p> <p data-bbox="758 694 1406 925"><i>Pruebas dosimétricas de QA:</i> La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realiza durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los tratamientos</p> <p data-bbox="758 940 1406 1137"><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p>
SI013: Discrepancia entre la lámina dispersora de los electrones y la que corresponde a la energía de los mismos	<p data-bbox="758 1153 1406 1281"><i>Enclavamiento por software:</i> El software de control, a través de las señales de monitoreo detecta una variación no prevista de las variables vigiladas y emite la señal de bloqueo del LINAC</p> <p data-bbox="758 1296 1406 1393"><i>Enclavamiento de las láminas dispersoras:</i> Si la posición de las láminas dispersoras no es la prevista se bloquea la generación de pulsos</p> <p data-bbox="758 1408 1406 1572"><i>Enclavamiento dosimétrico:</i> El enclavamiento dosimétrico detecta una variación de la tasa de dosis prescrita a través de los dos platos de la cámara de ionización y del tercer plato de homogeneidad y se bloquea el LINAC</p> <p data-bbox="758 1588 1406 1818"><i>Pruebas dosimétricas de QA:</i> La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realiza durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los tratamientos</p> <p data-bbox="758 1834 1406 1995"><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI014: Rotación incorrecta del colimador primario respecto a una de las dos posiciones que corresponda según el tipo de irradiación y la energía	<p>dosis prescrita</p> <p><i>Enclavamiento para rotación de colimador primario:</i> En caso de que la posición del colimador no sea la prevista se bloquea la generación de pulsos de radiofrecuencia</p> <p><i>Enclavamiento dosimétrico:</i> El enclavamiento dosimétrico detecta una variación de la tasa de dosis prescrita a través de los dos platos de la cámara de ionización y del tercer plato de homogeneidad y se bloquea el LINAC</p> <p><i>Pruebas dosimétricas de QA:</i> La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realiza durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p>
SI015: Movimiento del colimador primario durante la irradiación	<p><i>Enclavamiento del freno del colimador:</i> Si se detecta movimiento del motor de rotación del colimador primario se interrumpe la alimentación del LINAC</p> <p><i>Enclavamiento para el freno del colimador:</i> Si el colimador no se mantiene trancado se bloquea la generación de pulsos</p> <p><i>Enclavamiento dosimétrico:</i> El enclavamiento dosimétrico detecta una variación de la tasa de dosis prescrita a través de los dos platos de la cámara de ionización y del tercer plato de homogeneidad y se bloquea el LINAC</p> <p><i>Pruebas dosimétricas de QA:</i> La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realiza durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p>
SI016: Posición incorrecta del filtro secundario	<p><i>Enclavamiento del filtro secundario (alimentación):</i> Si la posición del filtro secundario no se corresponde con la prevista se interrumpe la alimentación del</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
	<p>LINAC</p> <p><i>Enclavamiento del filtro secundario:</i> Si la posición del filtro secundario no se corresponde con la prevista se bloquea la generación de pulsos</p> <p><i>Enclavamiento dosimétrico:</i> El enclavamiento dosimétrico detecta una variación de la tasa de dosis prescrita a través de los dos platos de la cámara de ionización y del tercer plato de homogeneidad y se bloquea el LINAC</p> <p><i>Pruebas dosimétricas de QA:</i> La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realiza durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p>
<p>SI017: Fallo en el control dosimétrico del haz</p>	<p><i>Enclavamiento de software por presión y temperatura:</i> El software detecta variaciones de presión y temperatura en las cámaras de ionización y envía una señal de bloqueo del LINAC</p> <p><i>Enclavamiento por firmware del control dosimétrico:</i> El enclavamiento por firmware de los dispositivos lógicos programables en cada canal dosimétrico permite activar los enclavamientos por hardware e interrumpir la alimentación del LINAC si falla el sistema de control dosimétrico, así como inhibir la formación de pulsos</p> <p><i>Pruebas dosimétricas de QA:</i> La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realiza durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p>
<p>SI018: Pérdida de la alimentación de las cámaras de ionización</p>	<p><i>Enclavamiento por software para control dosimétrico:</i> Si se interrumpe el voltaje de polarización de las cámaras de ionización se interrumpe el tratamiento</p> <p><i>Enclavamiento por firmware del control dosimétrico:</i> El enclavamiento por firmware de los de</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI019: Posición incorrecta del atenuador de retrodispersión (shutter)	<p>dispositivos lógicos programables en cada canal dosimétrico permite activar los enclavamientos por hardware e interrumpir la alimentación del LINAC si falla el sistema de control dosimétrico, así como inhibir la formación de pulsos</p> <p><i>Pruebas dosimétricas de QA:</i> La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realiza durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p> <p><i>Enclavamiento por software:</i> El software monitorea la posición de shutter y en caso de desviación se interrumpe el tratamiento</p> <p><i>Enclavamiento de respaldo:</i> Enclavamiento de respaldo donde se compara la tasa en ambos canales de la cámara de ionización. Una vez que se excede un valor predeterminado permisible se interrumpe el tratamiento</p> <p><i>Pruebas dosimétricas de QA:</i> La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realiza durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los tratamientos</p>
SI020: Posición incorrecta de filtro cuña	<p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p> <p><i>Verificación cuatrimestral:</i> Cuatrimestralmente se realiza la comprobación de seguridad del shutter</p> <p><i>Enclavamiento por software del filtro cuña:</i> El software monitorea la posición del filtro cuña y en caso de desviación se interrumpe el tratamiento</p> <p><i>Enclavamiento del filtro cuña (interrupción de la alimentación):</i> El LINAC recibe la orden de interrumpir la alimentación en caso de desviación de los parámetros preestablecidos</p> <p><i>Enclavamiento del filtro cuña (interrupción de pulsos):</i> Si el código del filtro cuña no es el previsto</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI021: Posicionamiento erróneo de las láminas del colimador multiláminas MLC	<p>se bloquea la generación de pulsos</p> <p><i>Pruebas dosimétricas de QA:</i> La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realiza durante las pruebas de QA dosimétricas semanales, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p> <p><i>Verificación cuatrimestral:</i> Cuatrimestralmente se realiza la comprobación de seguridad del filtro cuña</p> <p><i>Enclavamiento por software por sistema óptico del MLC:</i> El LINAC identifica la posición de cada lámina y en caso de que su posición no se corresponda con la prevista y no se pueda controlar por software, el LINAC se bloquea</p> <p><i>Colocación del paciente en la posición de tratamiento durante el PPTD:</i> Durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento diario (PPTD) los técnico radioterapeutas (TRs) colocan e inmovilizan al paciente en la posición de tratamiento pudiéndose detectar errores de geometría o de dosis por signos visuales (coloración de la piel, etc.) producidos en las etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento y detener el tratamiento</p> <p><i>Imagen Portal Periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p>
SI022: Definición incorrecta de campo por fallo de colimador secundario (diafragmas)	<p><i>Enclavamiento por software de los diafragmas:</i> El software verifica la posición de los diafragmas y en caso de que ésta no se corresponda con la prevista el LIANC se bloquea</p> <p><i>Pruebas dosimétricas de QA (F_QA_DOS):</i> La evaluación de la constancia, planitud y simetría que se realizar durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI023: Sobrecalentamiento del LINAC por fallos del sistema de agua de enfriamiento	referencia y se detienen los tratamientos
	<i>Colocación del paciente en la posición de tratamiento durante el PPTD:</i> Durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento diario (PPTD) los técnico radioterapeutas (TRs) colocan e inmovilizan al paciente en la posición de tratamiento pudiéndose detectar errores de geometría o de dosis por signos visuales (coloración de la piel, etc.) producidos en las etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento y detener el tratamiento
	<i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso
	<i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita
	<i>Enclavamiento por software del sistema de monitoreo de temperatura:</i> El software del LINAC a través del sistema de monitoreo de temperatura de agua de enfriamiento vigila los parámetros de temperatura y cuando éstos exceden los valores preestablecidos de bloquea el LINAC
	<i>Enclavamiento de alimentación por temperatura superior:</i> Se interrumpe la alimentación del LINAC cuando la temperatura es superior a los parámetros establecidos
	<i>Enclavamiento de alimentación por presión de agua:</i> Se interrumpe la alimentación del LINAC cuando la presión es inferior a un valor preestablecido
	<i>Enclavamiento de alimentación por temperatura de la bomba de agua:</i> Se interrumpe la alimentación del LINAC cuando la temperatura de la bomba de agua es superior a un valor preestablecido
	<i>Enclavamiento dosimétrico:</i> El enclavamiento dosimétrico detecta una variación de la tasa de dosis prescrita a través de los dos platos de la cámara de ionización y del tercer plato de homogeneidad y se bloquea el LINAC
	<i>Pruebas dosimétricas de QA:</i> La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realizar durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los tratamientos

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI024: Pérdida de vacío en el LINAC durante tratamiento con fotones de baja energía o electrones	<p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p> <p><i>Enclavamiento del software por pérdida de vacío:</i> El software del LINAC a través del monitoreo de vacío vigila los parámetros y cuando éstos se diferencian de los valores preestablecidos se bloquea el LINAC</p> <p><i>Enclavamiento de alimentación por pérdida de vacío en el LINAC:</i> Si la presión de vacío es mayor que un valor preestablecido se activan se interrumpe la alimentación del LINAC</p> <p><i>Enclavamiento por pérdida de vacío en el LINAC:</i> Si la presión de vacío es mayor que un valor preestablecido se bloquea la generación de pulsos del LINAC</p> <p><i>Enclavamiento dosimétrico:</i> El enclavamiento dosimétrico detecta una variación de la tasa de dosis prescrita a través de los dos platos de la cámara de ionización y del tercer plato de homogeneidad y se bloquea el LINAC</p> <p><i>Pruebas dosimétricas de QA:</i> La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realizar durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p>
SI025 Pérdida de vacío en el LINAC durante tratamiento con fotones de alta energía	<p><i>Enclavamiento del software por pérdida de vacío:</i> El software del LINAC a través del monitoreo de vacío vigila los parámetros y cuando éstos se diferencian de los valores preestablecidos se bloquea el LINAC</p> <p><i>Enclavamiento de alimentación por pérdida de vacío en el LINAC:</i> Si la presión de vacío es mayor que un valor preestablecido se activan se interrumpe la alimentación del LINAC</p> <p><i>Enclavamiento por pérdida de vacío en el LINAC:</i> Si la presión de vacío es mayor que un valor preestablecido se bloquea la generación de pulsos del LINAC</p> <p><i>Enclavamiento dosimétrico:</i> El enclavamiento dosimétrico detecta una variación de la tasa de dosis</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI026: Posición del gantry diferente a la prevista	<p data-bbox="759 219 1410 309">prescrita a través de los dos platos de la cámara de ionización y del tercer plato de homogeneidad y se bloquea el LINAC</p> <p data-bbox="759 331 1410 555"><i>Pruebas dosimétricas de QA:</i> La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realiza durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los tratamientos</p> <p data-bbox="759 577 1410 768"><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p> <p data-bbox="759 790 1410 913"><i>Enclavamiento por software de chequeo de posición del gantry:</i> El software detecta una posición no prevista del gantry y emite la señal de bloqueo del LINAC</p> <p data-bbox="759 936 1410 1025"><i>Visualización por monitor de TV:</i> El técnico radioterapeuta visualiza a través del monitor de TV que el tratamiento no se realiza según lo previsto</p> <p data-bbox="759 1048 1410 1238"><i>Pruebas mecánicas de QA:</i> La evaluación de los controles mecánicos (movimientos del brazo (gantry, colimador, cabezal, camilla) permiten verificar si los indicadores angulares o mecánicos mantienen su constancia, en caso contrario, se detienen los tratamientos</p> <p data-bbox="759 1261 1410 1451"><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p>
SI027: Desplazamiento lateral de la mesa de tratamiento durante la irradiación	<p data-bbox="759 1473 1410 1597"><i>Enclavamiento por software de chequeo de posición lateral de la camilla:</i> El software detecta una posición no prevista de la posición lateral de la camilla y emite la señal de bloqueo del LINAC</p> <p data-bbox="759 1619 1410 1709"><i>Visualización por monitor de TV:</i> El técnico radioterapeuta visualiza a través del Monitor de TV que el tratamiento no se realiza según lo previsto</p> <p data-bbox="759 1731 1410 1921"><i>Pruebas mecánicas de QA:</i> La evaluación de los controles mecánicos (movimientos del brazo (gantry, colimador, cabezal, camilla) permiten verificar si los indicadores angulares o mecánicos mantienen su constancia, en caso contrario, se detienen los tratamientos</p> <p data-bbox="759 1944 1410 2029"><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI028: Desplazamiento longitudinal mesa de tratamiento durante la irradiación	<p>frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p> <p><i>Enclavamiento por software de chequeo de posición longitudinal de la camilla:</i> El software detecta una posición no prevista de la posición longitudinal de la camilla y emite la señal de bloqueo del LINAC</p> <p><i>Visualización por monitor de TV:</i> El técnico radioterapeuta visualiza a través del monitor de TV que el tratamiento no se realiza según lo previsto</p> <p><i>Pruebas mecánicas de QA:</i> La evaluación de los controles mecánicos (movimientos del brazo (gantry, colimador, cabezal, camilla) permiten verificar si los indicadores angulares o mecánicos mantienen su constancia, en caso contrario, se detienen los tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p>
SI029: Desplazamiento vertical de la mesa de tratamiento durante la irradiación	<p><i>Enclavamiento por software de chequeo de posición vertical de la camilla:</i> El software detecta una posición no prevista de la posición vertical de la camilla y emite la señal de bloqueo del LINAC</p> <p><i>Visualización por monitor de TV:</i> El técnico radioterapeuta visualiza a través del monitor de TV que el tratamiento no se realiza según lo previsto</p> <p><i>Pruebas mecánicas de QA :</i> La evaluación de los controles mecánicos (movimientos del brazo (gantry, colimador, cabezal, camilla) permiten verificar si los indicadores angulares o mecánicos mantienen su constancia, en caso contrario, se detienen los tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p>
SI030: Rotación isocéntrica de la mesa de tratamientos durante la irradiación	<p><i>Enclavamiento por software de chequeo de posición isocéntrica de la camilla:</i> El software detecta una posición no prevista de la posición isocéntrica de la camilla y emite la señal de bloqueo del LINAC</p> <p><i>Visualización por monitor de TV:</i> El técnico radioterapeuta visualiza a través del Monitor de TV que el tratamiento no se realiza según lo previsto</p> <p><i>Pruebas mecánicas de QA:</i> La evaluación de los controles mecánicos (movimientos del brazo (gantry,</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI031: Rotación en torno a la columna de la mesa de tratamiento irradiación	<p>colimador, cabezal, camilla) permiten verificar si los indicadores angulares o mecánicos mantienen su constancia, en caso contrario, se detienen los tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p> <p><i>Enclavamiento por software de chequeo de movimiento rotatorio (columna) de la camilla:</i> El software detecta una posición no prevista de la columna de la camilla y emite la señal de bloqueo del LINAC</p> <p><i>Visualización por monitor de TV:</i> El técnico radioterapeuta visualiza a través del Monitor de TV que el tratamiento no se realiza según lo previsto</p> <p><i>Pruebas mecánicas de QA:</i> La evaluación de los controles mecánicos (movimientos del brazo (gantry, colimador, cabezal, camilla) permiten verificar si los indicadores angulares o mecánicos mantienen su constancia, en caso contrario, se detienen los tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p>
SI032: Desajuste de la retícula o del indicador óptico de distancia (telémetro óptico)	<p><i>Verificación con luz de campo de la correspondencia con marcas en piel del paciente durante el posicionamiento para el tratamiento diario:</i> Durante el posicionamiento para el tratamiento diario se verifica con la luz de campo la correspondencia del campo a tratar con las marcas del campo en la piel del paciente pudiéndose detectar errores de geometría en el posicionamiento</p> <p><i>Revisión de imagen portal por el físico médico y el oncólogo en el sesión inicial de tratamiento:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p> <p><i>Pruebas de QA del telémetro:</i> La evaluación del control del telémetro permite verificar si éste mantiene su constancia, en caso contrario, se detienen los tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI033: Desajuste de los indicadores de luz tipo láser	<p>durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p> <p><i>Verificación con luz de campo de la correspondencia con marcas en piel del paciente durante el posicionamiento para el tratamiento diario:</i> Durante el posicionamiento para el tratamiento diario se verifica con la luz de campo la correspondencia del campo a tratar con las marcas del campo en la piel del paciente pudiéndose detectar errores de geometría en el posicionamiento</p> <p><i>Revisión de imagen portal por el físico médico y el oncólogo en la sesión inicial de tratamiento:</i> Durante el sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p> <p><i>Pruebas de QA del láser:</i> La evaluación del control del láser permite verificar si éste mantiene su constancia, en caso contrario, se detienen los tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p>
SI034: Producirse un fallo del software de registro médico electrónico (electronic medical record)	<p><i>Pruebas dosimétricas de QA:</i> La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realizar durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los tratamientos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita</p>
SI035: Sobreirradiación del paciente durante toma radiográfica en el acelerador	<p><i>Enclavamiento dosimétrico:</i> El enclavamiento dosimétrico detecta una variación de la tasa de dosis prescrita a través de los dos platos de la cámara de ionización y del tercer plato de homogeneidad y se bloquea el LINAC</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR)</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI036: Fallo de hardware o software del tomógrafo computarizado o del sistema de transferencia de datos al sistema de planificación de tratamientos	<p>detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis</p> <p><i>Delineación de volúmenes:</i> Durante la etapa de delineación de volúmenes (DV) el oncólogo radioterapeuta (OR) delinea (pinta) en el sistema de planificación de tratamiento (TPS) volúmenes y órganos críticos (OAR) pudiendo detectar errores de geometría producidos en las etapas precedentes</p> <p><i>Revisión de imagen portal por el físico médico y el oncólogo en la sesión inicial de tratamiento:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis</p>
SI037: Fallo de software del TPS	<p><i>Verificación independiente por otro físico médico durante la planificación dosimétrica del tratamiento:</i> Los cálculos resultantes de la planificación dosimétrica del tratamiento del paciente son verificados mediante cálculo independiente por un físico médico diferente al que planificó el caso, pudiendo detectar errores de la planificación dosimétrica realizada</p> <p><i>Pruebas de QA del TPS:</i> Si se detectan inconsistencias durante los controles de calidad a los el TPS que se somete periódicamente, se detienen los tratamientos. Tipos de prueba:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diaria: Verificación de los periféricos de entrada y salida</li> <li>• Semanal: Verificación del digitalizador y transferencia del TAC</li> <li>• Mensual: Verificación del procesador central, digitalizador, periféricos, revalidación del haz externo, transferencia electrónica del plan, presentación de detalles del plan.</li> <li>• Trimestral: Verificación de plotter, UPS, densidad y geometría del TAC,</li> <li>• Anual: Verificación de periféricos de entrada y salida, revalidación de haz externo, unidades monitor, transferencia electrónica del plan</li> </ul> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI038: Omitir indicar en la hoja de tratamiento órganos de riesgo (OAR) definidos durante la prescripción clínica del tratamiento	<p>dosis prescrita</p> <p><i>Delineación de órganos de riesgo durante la delineación de volúmenes:</i> Durante la etapa de delineación de volúmenes el oncólogo radioterapeuta delinea (pinta) en el sistema de planificación de tratamiento (TPS) los órganos críticos asociados al volumen a tratar pudiendo detectar errores de omisión de OAR durante la prescripción clínica del tratamiento</p> <p><i>Definición y conformación del PTV durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) define y conforma el volumen blanco de planificación (PTV) detectando errores de geometría producidos en las etapas precedentes, en este caso la omisión en la hoja de tratamiento de uno o varios OAR a proteger</p> <p><i>Evaluación del plan de tratamiento con el OR durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) evalúa con el oncólogo radioterapeuta (OR) el plan de tratamiento elaborado detectando errores de dosimetría o geometría producidos en las etapas o pasos precedentes, en este caso la protección de OAR por omisión de la información en la hoja de tratamiento</p> <p><i>Colocación e inmovilización del paciente en la posición de tratamiento durante el IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se coloca e inmoviliza al paciente en la posición de tratamiento en presencia del oncólogo radioterapeuta (OR) a cargo del caso, el físico médico (FM) y los técnicos radioterapeutas (TRs) pudiéndose detectar errores de geometría del tratamiento en las etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento, en este caso la protección de OAR por omisión de la información en la hoja de tratamiento</p> <p><i>Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso la protección de OAR por omisión de la información en la hoja de tratamiento</p> <p><i>Observación del paciente por el técnico radioterapeuta (TR) durante la colocación del paciente en la posición de tratamiento durante el PPTD:</i> Durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento diario (PPTD) los técnico radioterapeutas (TRs) colocan e inmovilizan al paciente en la posición de tratamiento pudiéndose detectar errores de geometría o de dosis por signos visuales (coloración de la piel, etc.) producidos en las</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI039: Indicar un valor de dosis total de tratamiento diferente del de la intención médica, en la hoja de tratamiento	<p>etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento, en este caso la protección de OAR por omisión de la información en la hoja de tratamiento y detener el tratamiento.</p> <p><i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso la protección de OAR por omisión de la información en la hoja de tratamiento</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita</p> <p><i>Análisis de la distribución relativa de dosis durante la planificación dosimétrica del tratamiento:</i> Durante el análisis de la distribución relativa de dosis en la planificación dosimétrica del tratamiento el físico médico puede percatarse de errores relacionados la geometría y a dosimetría de los campos planificados, en este caso el valor erróneo de la dosis total de tratamiento (DTT) indicado en la hoja de tratamiento</p> <p><i>Evaluación del plan de tratamiento con el OR durante la planificación dosimétrica del tratamiento:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) evalúa con el oncólogo radioterapeuta (OR) el plan de tratamiento elaborado detectando errores de dosimetría o geometría producidos en las etapas o pasos precedentes, en este caso el valor erróneo de la dosis total de tratamiento (DTT) indicado en la hoja de tratamiento</p> <p><i>Cálculo de las unidades monitor durante la planificación dosimétrica del tratamiento:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) calcula las unidades monitor introduciendo en el software dos de los tres valores de dosis prescrito (dosis total de tratamiento, dosis diaria de tratamiento y fraccionamiento de dosis) y verificando la consistencia entre los mismos, con lo detectaría posibles errores en los valores que fueron indicados en la hoja de tratamiento durante la prescripción clínica del tratamiento (PrCT), de acuerdo a la experiencia del físico médico</p> <p><i>Gestión de la prescripción del tratamiento en sesión inicial de tratamiento:</i> Durante la etapa de sesión inicial de tratamiento se realiza la recepción de la información del paciente y la gestión de la prescripción en la computadora de tratamiento</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI040: Indicar un valor de dosis diaria de tratamiento diferente del de la intención médica, en la hoja de tratamiento	<p data-bbox="759 215 1410 309">pudiéndose detectar posibles errores en los valores que fueron indicados en la hoja de tratamiento durante la prescripción clínica del tratamiento (PrCT)</p> <p data-bbox="759 327 1410 555"><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita</p> <p data-bbox="759 573 1410 833"><i>Análisis de la distribución relativa de dosis durante la PDT:</i> Durante el análisis de la distribución relativa de dosis en la planificación dosimétrica del tratamiento el físico médico puede percatarse de errores relacionados la geometría y a dosimetría de los campos planificados, en este caso el valor erróneo de la dosis diaria de tratamiento (DDT) indicado en la hoja de tratamiento</p> <p data-bbox="759 851 1410 1146"><i>Evaluación del plan de tratamiento con el OR durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) evalúa con el oncólogo radioterapeuta (OR) el plan de tratamiento elaborado detectando errores de dosimetría o geometría producidos en las etapas o pasos precedentes, en este caso el valor erróneo de la dosis diaria de tratamiento (DTT) indicado en la hoja de tratamiento</p> <p data-bbox="759 1164 1410 1563"><i>Cálculo de las unidades monitor durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) calcula las unidades monitor introduciendo en el software dos de los tres valores de dosis prescrito (dosis total de tratamiento, dosis diaria de tratamiento y fraccionamiento de dosis) y verificando la consistencia entre los mismos, con lo detectaría posibles errores en los valores que fueron prescritos en la hoja de tratamiento durante la prescripción clínica del tratamiento (PrCT), de acuerdo a la experiencia del físico médico</p> <p data-bbox="759 1581 1410 1841"><i>Gestión de la prescripción del tratamiento en IT:</i> Durante la etapa de sesión inicial de tratamiento se realiza la recepción de la información del paciente y la gestión de la prescripción en la computadora de tratamiento pudiéndose detectar posibles errores en los valores que fueron indicados en la hoja de tratamiento durante la prescripción clínica del tratamiento (PrCT)</p> <p data-bbox="759 1859 1410 2018"><i>Observación del técnico radioterapeuta (TR) durante la colocación del paciente en la posición de tratamiento durante el PPTD:</i> Durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento diario (PPDT) los técnico radioterapeutas 8TRs)</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI041: Indicar en la hoja de tratamiento un valor del fraccionamiento de dosis diferente del de la intención médica	<p>colocan e inmovilizan al paciente en la posición de tratamiento pudiéndose detectar errores de geometría o de dosis por signos visuales (coloración de la piel, etc.) producidos en las etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento y detener el tratamiento</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita</p> <p><i>Evaluación del plan de tratamiento con el OR durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) evalúa con el oncólogo radioterapeuta (OR) el plan de tratamiento elaborado detectando errores de dosimetría o geometría producidos en las etapas o pasos precedentes, en este caso el valor erróneo de la dosis diaria de tratamiento (DTT) indicado en la hoja de tratamiento</p> <p><i>Cálculo de las unidades monitor durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) calcula las unidades monitor introduciendo en el software dos de los tres valores de dosis prescrito (dosis total de tratamiento, dosis diaria de tratamiento y fraccionamiento de dosis) y verificando la consistencia entre los mismos, con lo detectaría posibles errores en los valores que fueron prescritos en la hoja de tratamiento durante la prescripción clínica del tratamiento (PrCT), de acuerdo a la experiencia del físico médico</p> <p><i>Gestión de la prescripción del tratamiento en IT:</i> Durante la etapa de sesión inicial de tratamiento se realiza la recepción de la información del paciente y la gestión de la prescripción en la computadora de tratamiento pudiéndose detectar posibles errores en los valores que fueron indicados en la hoja de tratamiento durante la prescripción clínica del tratamiento (PrCT)</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita</p>
SI042: Omitir el valor de la dosis máxima para órganos de riesgo o el poner un valor	<p><i>Análisis de la distribución relativa de dosis durante la PDT:</i> Durante el análisis de la distribución relativa de dosis en la planificación dosimétrica del tratamiento el</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
erróneo en la hoja de tratamiento	<p>físico médico puede percatarse de errores relacionados la geometría y a dosimetría de los campos planificados, en este caso la omisión o indicación de valor erróneo de la dosis permitida a OAR en la hoja de tratamiento</p> <p><i>Evaluación del plan de tratamiento con el OR durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) evalúa con el oncólogo radioterapeuta (OR) el plan de tratamiento elaborado detectando errores de dosimetría o geometría producidos en las etapas o pasos precedentes, en este caso la omisión o indicación de valor erróneo de la dosis permitida a OAR en la hoja de tratamiento</p> <p><i>Gestión de la prescripción del tratamiento en IT:</i> Durante la etapa de sesión inicial de tratamiento se realiza la recepción de la información del paciente y la gestión de la prescripción en la computadora de tratamiento pudiéndose detectar posibles errores en los valores que fueron indicados en la hoja de tratamiento durante la prescripción clínica del tratamiento (PrCT)</p> <p><i>Observación del técnico radioterapeuta durante la colocación del paciente en la posición de tratamiento durante el PPTD:</i> Durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento diario (PPDT) los técnico radioterapeutas (TRs) colocan e inmovilizan al paciente en la posición de tratamiento pudiéndose detectar errores de geometría o de dosis por signos visuales (coloración de la piel, etc.) producidos en las etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento y detener el tratamiento</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita</p> <p><i>Delineación de volúmenes:</i> Durante la etapa de delineación de volúmenes (DV) el oncólogo radioterapeuta (OR) delinea (pinta) en el sistema de planificación de tratamiento (TPS) volúmenes y órganos críticos (OAR) pudiendo detectar errores de geometría producidos en las etapas precedentes, en este caso la omisión de información sobre volúmenes secundarios de tratamiento del paciente</p> <p><i>Evaluación del plan de tratamiento con el OR durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) evalúa con el oncólogo radioterapeuta (OR) el plan de tratamiento elaborado detectando errores de</p>
SI043: Omitir indicar un volumen secundario de tratamiento que formaba parte de la prescripción clínica, en caso de existir varias localizaciones	

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI044: Realizar la tomografía computada de simulación a paciente erróneo	dosimetría o geometría producidos en las etapas o pasos precedentes, en este caso la omisión de información sobre volúmenes secundarios de tratamiento del paciente
	<i>Gestión de la prescripción del tratamiento en IT:</i> Durante la etapa de sesión inicial de tratamiento se realiza la recepción de la información del paciente y la gestión de la prescripción en la computadora de tratamiento pudiéndose detectar posibles errores en los valores que fueron indicados en la hoja de tratamiento durante la prescripción clínica del tratamiento (PrCT)
	<i>Colocación e inmovilización del paciente en la posición de tratamiento durante el IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se coloca e inmoviliza al paciente en la posición de tratamiento en presencia del oncólogo radioterapeuta (OR) a cargo del caso, el físico médico (FM) y los técnicos radioterapeutas (TRs) pudiéndose detectar errores de geometría del tratamiento en las etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento, en este caso la omisión de información sobre volúmenes secundarios de tratamiento del paciente
	<i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita, en este caso la omisión de información sobre volúmenes secundarios de tratamiento del paciente
	<i>Fotografía del paciente en la hoja de realización de la TAC:</i> La fotografía que se inserta en la hoja de realización de la TAC que elabora el oncólogo radioterapeuta al finalizar la prescripción clínica del tratamiento permite detectar errores de identificación de paciente durante la etapa de adquisición de datos anatómicos del paciente (ADAP)
<i>Dato específico (ID, código, etc.) indicado en la hoja de realización de la TAC:</i> Los datos de identidad del paciente (nombre, ID, código) que se indican en la hoja de realización de la TAC que elabora el oncólogo radioterapeuta al finalizar la prescripción clínica del tratamiento permite detectar errores de identificación de paciente durante la etapa de adquisición de datos anatómicos del paciente (ADAP)	
<i>Delineación de volúmenes:</i> Durante la etapa de delineación de volúmenes (DV) el oncólogo radioterapeuta (OR) delinea (pinta) en el sistema de planificación de tratamiento (TPS) volúmenes y órganos críticos (OAR) pudiendo detectar errores de geometría producidos en las etapas precedentes, en	

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI045: Al posicionar al paciente en la mesa del tomógrafo computarizado para realizar la simulación se omiten particularidades del posicionado o se posiciona incorrectamente al paciente	<p>este caso que las imágenes corresponden a otro paciente</p> <p><i>Colocación e inmovilización del paciente en la posición de tratamiento durante IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se coloca e inmoviliza al paciente en la posición de tratamiento en presencia del oncólogo radioterapeuta (OR) a cargo del caso, el físico médico (FM) y los técnicos radioterapeutas (TRs) pudiéndose detectar errores de geometría del tratamiento en las etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento, en este caso que se ha planificado el caso con las imágenes de otro paciente</p> <p><i>Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso que se ha planificado el caso con las imágenes de otro paciente</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita</p> <p><i>Delineación de volúmenes (DV) durante la DV:</i> Durante la etapa de delineación de volúmenes (DV) el oncólogo radioterapeuta (OR) delinea (pinta) en el sistema de planificación de tratamiento (TPS) volúmenes y órganos críticos (OAR) pudiendo detectar errores de geometría producidos en las etapas precedentes, en este caso que se ha inmovilizado erróneamente</p> <p><i>Definición y conformación del PTV durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) define y conforma el volumen blanco de planificación (PTV) detectando errores de geometría producidos en las etapas precedentes, en este caso que se ha inmovilizado erróneamente</p> <p><i>Colocación e inmovilización del paciente en la posición de tratamiento durante IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se coloca e inmoviliza al paciente en la posición de tratamiento en presencia del oncólogo radioterapeuta (OR) a cargo del caso, el físico médico (FM) y los técnicos radioterapeutas (TRs) pudiéndose detectar errores de geometría del tratamiento en las etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento, en este caso que fueron elaborados erróneamente los dispositivos de</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
	<p>posicionamiento del paciente</p> <p><i>Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT :</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso que fueron elaborados erróneamente los dispositivos de posicionamiento del paciente</p> <p><i>Observación del técnico radioterapeuta (TR) durante la colocación del paciente en la posición de tratamiento durante el PPTD :</i> Durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento diario (PPDT) los técnico radioterapeutas (TRs) colocan e inmovilizan al paciente en la posición de tratamiento pudiéndose detectar errores de geometría o de dosis por signos visuales (coloración de la piel, etc.) producidos en las etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento y detener el tratamiento, en este caso que fueron elaborados erróneamente los dispositivos de posicionamiento del paciente</p> <p><i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso que fueron elaborados erróneamente los dispositivos de posicionamiento del paciente</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita</p>
SI046: Entrar un miembro del público a la sala de tratamiento durante la irradiación de un paciente, de manera imprevista	<p><i>Advertencia del técnico radioterapeuta en cuarto de control:</i> La ubicación del cuarto de control junto a la entrada a la sala de tratamiento permite al técnico radioterapeuta controlar el acceso imprevisto a la sala de tratamiento durante la irradiación de la máquina</p> <p><i>Señal lumínica en acceso a sala de tratamiento:</i> El acceso a la sala de tratamiento dispone de una señal lumínica roja y verde que se activa de acuerdo al estado en que se encuentre la máquina de tratamiento, irradiando o no, respectivamente para alertar al personal que intenta acceder a la misma sobre la existencia o no de peligro radiológico</p> <p><i>Señal sonora proveniente de la sala de tratamiento:</i> Cuando la máquina de tratamiento se encuentra irradiando se produce una señal sonora que permite</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI047: Utilizar referencias erróneas del plano de comienzo del barrido de la tomografía computada de simulación	<p>alertar al personal sobre la existencia de un peligro radiológico en la sala de tratamiento</p> <p><i>Enclavamiento de acceso a la sala de tratamiento</i> : El acceso a la sala de tratamiento cuenta con un dispositivo que interrumpe la irradiación en la sala de tratamiento cuando se traspasa el umbral de acceso</p> <p><i>Delineación de volúmenes (DV) durante la DV</i>: Durante la etapa de delineación de volúmenes (DV) el oncólogo radioterapeuta (OR) delinea (pinta) en el sistema de planificación de tratamiento (TPS) volúmenes y órganos críticos (OAR) pudiendo detectar errores de geometría producidos en las etapas precedentes, en este caso que se han utilizado referencias erróneas para la realización de la TAC de simulación</p> <p><i>Colocación e inmovilización del paciente en la posición de tratamiento durante IT</i>: Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se coloca e inmoviliza al paciente en la posición de tratamiento en presencia del oncólogo radioterapeuta (OR) a cargo del caso, el físico médico (FM) y los técnicos radioterapeutas (TRs) pudiéndose detectar errores de geometría del tratamiento en las etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento, en este caso que se han utilizado referencias erróneas para la realización de la TAC de simulación</p> <p><i>Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT</i>: Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso que se han utilizado referencias erróneas para la realización de la TAC de simulación</p> <p><i>Imagen portal periódica</i>: Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso que se han utilizado referencias erróneas para la realización de la TAC de simulación</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento</i>: En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita</p>
SI048: Utilizar parámetros geométricos erróneos al realizar la tomografía computada de simulación	<p><i>Delineación de volúmenes</i>: Durante la etapa de Delineación de Volúmenes (DV) el oncólogo radioterapeuta (OR) delinea (pinta) en el sistema de planificación de tratamiento (TPS) volúmenes y</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
	<p>órganos críticos (OAR) pudiendo detectar errores de geometría producidos en las etapas precedentes, en este caso relacionados con el uso de parámetros geométricos erróneos durante la realización de la TAC</p> <p><i>Definición y conformación del PTV durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) define y conforma el volumen blanco de planificación (PTV) detectando errores de geometría producidos en las etapas precedentes, en este caso relacionados con el uso de parámetros geométricos erróneos durante la realización de la TAC</p> <p><i>Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso relacionados con el uso de parámetros geométricos erróneos durante la realización de la TAC</p> <p><i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso relacionados con el uso de parámetros geométricos erróneos durante la realización de la TAC</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita</p>
<p>SI049: Omitir las marcas en la piel del paciente, que deberían indicar los puntos de referencia de la tomografía de simulación</p>	<p><i>Ubicación del isocentro durante IT:</i> Durante la ubicación del isocentro de tratamiento en la sesión inicial de tratamiento (IT) el personal utiliza las marcas de referencia de la TAC de Simulación en la piel del paciente y puede detectar errores por incongruencias visuales</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita</p>
<p>SI050: Tatuaje en la piel del paciente marcas erróneas de referencia de la tomografía de simulación</p>	<p><i>Ubicación del isocentro durante IT:</i> Durante la ubicación del isocentro de tratamiento en la sesión inicial de tratamiento (IT) el personal técnico presente podría detectar errores asociados al tatuaje de las</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI051: Omitir identificar los dispositivos de posicionado, o identificarlos mal	<p>marcas de referencia de la TAC de simulación por incongruencias visuales</p>
	<p><i>Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso, relacionadas con marcas erróneas de referencia de la TACs tatuadas en la piel del paciente</p>
	<p><i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso, relacionadas con marcas erróneas de referencia de la TACs tatuadas en la piel del paciente</p>
	<p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita</p>
	<p><i>Colocación e inmovilización del paciente en la posición de tratamiento durante IT :</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se coloca e inmoviliza al paciente en la posición de tratamiento en presencia del oncólogo radioterapeuta (OR) a cargo del caso, el físico médico (FM) y los técnicos radioterapeutas (TRs) pudiéndose detectar errores de geometría del tratamiento en las etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento, en este caso, relacionados con los dispositivos de posicionamiento del paciente</p>
<p><i>Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso, relacionados con los dispositivos de posicionamiento del paciente</p>	
<p><i>Colocación del paciente en la posición de tratamiento durante el PPTD :</i> Durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento diario (PPDT) los técnico radioterapeutas (TRs) colocan e inmovilizan al paciente en la posición de tratamiento pudiéndose detectar errores de geometría o de dosis por signos visuales (coloración de la piel, etc.) producidos en las etapas precedentes del proceso de planificación del</p>	

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI052: Omitir datos o poner datos incorrectos sobre las particularidades del posicionado del paciente al realizar la tomografía de simulación	<p>tratamiento y detener el tratamiento, en este caso, relacionados con los dispositivos de posicionamiento del paciente</p> <p><i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso, relacionados con los dispositivos de posicionamiento del paciente</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita</p> <p><i>Colocación e inmovilización del paciente en la posición de tratamiento durante IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se coloca e inmoviliza al paciente en la posición de tratamiento en presencia del oncólogo radioterapeuta (OR) a cargo del caso, el físico médico (FM) y los técnicos radioterapeutas (TRs) pudiéndose detectar errores de geometría del tratamiento en las etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento, en este caso particularidades del posicionamiento del paciente</p> <p><i>Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso particularidades del posicionamiento del paciente</p> <p><i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso., en este caso particularidades del posicionamiento del paciente</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita</p>
SI053: Perderse o modificarse la información al transferir las imágenes de la tomografía de simulación al sistema de planificación del	<p><i>Delineación de volúmenes:</i> Durante la etapa de Delineación de Volúmenes (DV) el oncólogo radioterapeuta (OR) delinea (pinta) en el sistema de planificación de tratamiento (TPS) volúmenes y</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
tratamiento (TPS)	<p>órganos críticos (OAR) pudiendo detectar errores de geometría producidos en las etapas precedentes, en este caso errores por omisión, pérdida o cambio de información en las imágenes TAC</p> <p><i>Definición y conformación del PTV durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) define y conforma el volumen blanco de planificación (PTV) detectando errores de geometría producidos en las etapas precedentes., en este caso errores por omisión, pérdida o cambio de información en las imágenes TAC</p> <p><i>Colocación e inmovilización del paciente en la posición de tratamiento durante IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se coloca e inmoviliza al paciente en la posición de tratamiento en presencia del oncólogo radioterapeuta (OR) a cargo del caso, el físico médico (FM) y los técnicos radioterapeutas (TRs) pudiéndose detectar errores de geometría del tratamiento en las etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento, en este caso errores por omisión, pérdida o cambio de información en las imágenes TAC</p> <p><i>Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso errores por omisión, pérdida o cambio de información en las imágenes TAC</p> <p><i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso errores por omisión, pérdida o cambio de información en las imágenes TAC</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita</p>
SI054: Planificar el tratamiento de un paciente con datos correspondientes a otro	<p><i>Ubicación del isocentro durante IT:</i> Durante la ubicación del isocentro de tratamiento en la sesión inicial de tratamiento (IT) el personal utiliza las marcas de referencia de la TAC de simulación en la piel del paciente y puede detectar errores por incongruencias visuales, en este caso por tratarse de un paciente erróneo</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
<p>SI055 : Denominar por error al “volumen tumoral macroscópico” (GTV) como “volumen blanco clínico” (CTV) en el TPS, utilizando erróneamente las siglas o el código de colores establecido en el servicio</p>	<p><i>Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso por tratarse de un paciente erróneo</p> <p><i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso por tratarse de un paciente erróneo</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita, en este caso por tratarse de un paciente erróneo prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes</p>
<p>SI056: Denominar por error al “volumen blanco clínico” (CTV) como “volumen tumoral macroscópico” (GTV) en el TPS, utilizando erróneamente las siglas o el código de colores establecido en el servicio</p>	<p><i>Evaluación del plan de tratamiento con el OR durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) evalúa con el oncólogo radioterapeuta (OR) el plan de tratamiento elaborado detectando errores de dosimetría o geometría producidos en las etapas o pasos precedentes, en este caso la denominación errónea del GTV como CTV</p> <p><i>Definición y conformación del PTV durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) define y conforma el volumen blanco de planificación (PTV) detectando errores de geometría producidos en las etapas precedentes, en este caso la denominación errónea del GTV como CTV</p> <p><i>Evaluación del plan de tratamiento con el OR durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) evalúa con el oncólogo radioterapeuta (OR) el plan de tratamiento elaborado detectando errores de dosimetría o geometría producidos en las etapas o pasos precedentes, en este caso la denominación errónea del CTV como GTV</p> <p><i>Definición y conformación del PTV durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) define y conforma el volumen blanco de planificación (PTV) detectando errores de geometría producidos en las etapas precedentes, en este caso la denominación</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI057: Omitir la denominación de uno o varios volúmenes blanco clínicos secundarios en el TPS	<p>errónea del CTV como GTV</p> <p><i>Evaluación del plan de tratamiento con el OR durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) evalúa con el oncólogo radioterapeuta (OR) el plan de tratamiento elaborado detectando errores de dosimetría o geometría producidos en las etapas o pasos precedentes, en este caso la omisión de CTVs secundarios durante la delineación de volúmenes en el TPS</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes</p>
SI058: Omitir uno, varios o todos los órganos de riesgo en el TPS	<p><i>Definición y conformación del PTV durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) define y conforma el volumen blanco de planificación (PTV) detectando errores de geometría producidos en las etapas precedentes, en este caso la omisión de uno, varios o todos los OARs durante la delineación de volúmenes</p> <p><i>Evaluación del plan de tratamiento con el OR durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) evalúa con el oncólogo radioterapeuta (OR) el plan de tratamiento elaborado detectando errores de dosimetría o geometría producidos en las etapas o pasos precedentes, en este caso la omisión de uno, varios o todos los OARs durante la delineación de volúmenes</p> <p><i>Colocación e inmovilización del paciente en la posición de tratamiento durante IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se coloca e inmoviliza al paciente en la posición de tratamiento en presencia del oncólogo radioterapeuta (OR) a cargo del caso, el físico médico (FM) y los técnicos radioterapeutas (TRs) pudiéndose detectar errores de geometría del tratamiento en las etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento, en este caso la omisión de uno, varios o todos los OARs durante la delineación de volúmenes</p> <p><i>Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT :</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso la</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI059: Modificar erróneamente los procedimientos de uso del TPS recomendados por el proveedor	<p>omisión de uno, varios o todos los OARs durante la delineación de volúmenes</p> <p><i>Observación del TR durante la colocación del paciente en la posición de tratamiento durante el PPTD:</i> Durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento diario (PPDT) los técnico radioterapeutas (TRTs) colocan e inmovilizan al paciente en la posición de tratamiento pudiéndose detectar errores de geometría o de dosis por signos visuales (coloración de la piel, etc.) producidos en las etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento y detener el tratamiento</p> <p><i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso la omisión de uno, varios o todos los OARs durante la delineación de volúmenes</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problema del tratamiento en las etapas precedentes</p> <p><i>Verificación de TPS después de cambios:</i> Procedimiento del servicio que establece la realización de controles de verificación del sistema de planificación del tratamiento (TPS) después de modificaciones del mismo para su validación y aprobación para uso clínico</p> <p><i>Control mensual de QA del TPS:</i> Control de calidad mensual del Sistema de Planificación del tratamiento (TPS) establecido en el Servicio que verifica la constancia de ciertos parámetros de funcionamiento del TPS para mantenerlo apto para su uso clínico (revalidación del haz externo)</p>
SI060: Planificar un paciente con un TPS cuyos procedimientos han sido modificados pero no validados ni autorizados	<p><i>Evaluación del plan de tratamiento con el OR durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) evalúa con el oncólogo radioterapeuta (OR) el plan de tratamiento elaborado detectando errores de dosimetría o geometría producidos en las etapas o pasos precedentes, en este caso, debido a modificaciones del TPS</p> <p><i>Verificación independiente por otro FM durante la planificación dosimétrica del tratamiento:</i> Los cálculos resultantes de la planificación dosimétrica del tratamiento del paciente son verificados mediante cálculo independiente por un físico médico diferente</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
	<p>al que planificó el caso, pudiendo detectar errores de la planificación dosimétrica realizada, en este caso, debido a modificaciones del TPS</p> <p><i>Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso, debido a modificaciones del TPS</p> <p><i>Dosimetría en vivo en la sesión inicial de tratamiento:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento del paciente se realiza la dosimetría en vivo para verificar la correspondencia de las dosis administradas con las planificadas, lo que permite detectar errores en la administración de dosis, en este caso, debido a modificaciones del TPS</p> <p><i>Colocación e inmovilización del paciente en la posición de tratamiento durante la sesión inicial de tratamiento:</i> Durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento diario (PPDT) los técnico radioterapeutas (TRs) colocan e inmovilizan al paciente en la posición de tratamiento pudiéndose detectar errores de geometría o de dosis por signos visuales (coloración de la piel, etc.) producidos en las etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento y detener el tratamiento, en este caso, debido a modificaciones del TPS</p> <p><i>Imagen portal periódica (PPTD_IPP):</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso, debido a modificaciones del TPS</p> <p><i>Dosimetría en vivo durante el tratamiento:</i> Durante la administración del tratamiento diario al paciente se realiza, con una frecuencia semanal, la dosimetría en vivo para verificar la correspondencia de las dosis administradas con las planificadas, lo que permite detectar errores en la administración de dosis, en este caso, debido a modificaciones del TPS</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes</p>
SI061: Seleccionar en el TPS un acelerador de otra instalación o del mismo servicio,	<i>Protección por protocolo de comunicación del LINAC:</i> Mecanismo que dispone el LINAC que no

Denominación del suceso iniciador	Barreras
diferente de la que requerida	<p data-bbox="756 215 1410 277">permite que la máquina cargue información que se le envíe y no le corresponda</p> <p data-bbox="756 293 1410 591"><i>Colocación e inmovilización del paciente en la posición de tratamiento durante IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se coloca e inmoviliza al paciente en la posición de tratamiento en presencia del oncólogo radioterapeuta (OR) a cargo del caso, el físico médico (FM) y los técnicos radioterapeutas (TRs) pudiéndose detectar errores de geometría del tratamiento en las etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento</p> <p data-bbox="756 607 1410 804"><i>Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p> <p data-bbox="756 819 1410 1016"><i>Dosimetría en vivo en la sesión inicial de tratamiento:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento del paciente se realiza la dosimetría en vivo para verificar la correspondencia de las dosis administradas con las planificadas, lo que permite detectar errores en la administración de dosis</p> <p data-bbox="756 1032 1410 1361"><i>Observación del TR durante la colocación del paciente en la posición de tratamiento durante el PPTD:</i> Durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento diario (PPDT) los técnico radioterapeutas (TRs) colocan e inmovilizan al paciente en la posición de tratamiento pudiéndose detectar errores de geometría o de dosis por signos visuales (coloración de la piel, etc.) producidos en las etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento y detener el tratamiento</p> <p data-bbox="756 1377 1410 1574"><i>Dosimetría en vivo durante el tratamiento:</i> Durante la administración del tratamiento diario al paciente se realiza, con una frecuencia semanal, la dosimetría en vivo para verificar la correspondencia de las dosis administradas con las planificadas, lo que permite detectar errores en la administración de dosis</p> <p data-bbox="756 1590 1410 1787"><i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con Imagen Portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p> <p data-bbox="756 1803 1410 2029"><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI062: Seleccionar un tipo de radiación diferente al prescrito (fotones por electrones o viceversa), en la planificación dosimétrica del tratamiento	<p>etapas precedentes</p> <p><i>Cálculo de la distribución relativa de dosis durante la PDT:</i> Durante el cálculo de la distribución relativa de dosis en la planificación dosimétrica del tratamiento se obtienen curvas de isodosis que son muy características para cada tipo de haz (electrones o fotones) por lo que el FM podría percatarse del error de selección</p> <p><i>Evaluación del plan de tratamiento con el OR durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) evalúa con el oncólogo radioterapeuta (OR) el plan de tratamiento elaborado detectando errores de dosimetría o geometría producidos en las etapas o pasos precedentes, en este caso por las curvas de isodosis que son muy características para cada tipo de haz (electrones o fotones)</p> <p><i>Aprobación del plan de tratamiento por el oncólogo radioterapeuta en IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento el oncólogo radioterapeuta a cargo del caso debe aprobar el tratamiento como resultado de que todas las comprobaciones de la sesión inicial de tratamiento del paciente han sido correctas, ocasión que podría detener la administración del tratamiento si detecta errores en el tratamiento planificado, en este caso relacionada con la omisión de los aplicadores de electrones o su colocación innecesaria</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes.</p>
SI063: Seleccionar una energía del haz diferente a la prescrita al efectuar la planificación dosimétrica del tratamiento	<p><i>Evaluación del plan de tratamiento con el OR durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) evalúa con el oncólogo radioterapeuta (OR) el plan de tratamiento elaborado detectando errores de dosimetría o geometría producidos en las etapas o pasos precedentes, en este caso asociados al valor de energía considerado en la PDT</p> <p><i>Colocación del paciente en la posición de tratamiento durante el PPTD:</i> Durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento diario (PPDT) los técnico radioterapeutas (STRs) colocan e inmovilizan al paciente en la posición de tratamiento pudiéndose detectar errores de geometría o de dosis por signos visuales (coloración de la piel, etc.) producidos en las etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento, en este caso asociados al valor de energía</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI064: Seleccionar una dirección errónea de los haces al efectuar la planificación dosimétrica del tratamiento	<p>considerado en la PDT , y detener el tratamiento</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes</p> <p><i>Análisis de la distribución relativa de dosis durante la PDT:</i> Durante el análisis de la distribución relativa de dosis en la planificación dosimétrica del tratamiento el físico médico puede percatarse de errores relacionados la geometría y a dosimetría de los campos planificados, en este caso asociados a la dirección de los campos seleccionada</p> <p><i>Evaluación del plan de tratamiento con el OR durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) evalúa con el oncólogo radioterapeuta (OR) el plan de tratamiento elaborado detectando errores de dosimetría o geometría producidos en las etapas o pasos precedentes, en este caso asociados a la dirección de los campos seleccionada</p> <p><i>Ubicación del ángulo de tratamiento del gantry por el mando de control de sala:</i> Durante la ubicación del ángulo de tratamiento en la sesión inicial de tratamiento el personal que interviene puede percatarse de los errores asociados con la geometría de los campos planificados, en este caso asociados a la dirección de los campos seleccionada</p> <p><i>Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso asociados a la dirección de los campos seleccionada</p> <p><i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso asociados a la dirección de los campos seleccionada</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problema del tratamiento en las</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI065: Seleccionar un ángulo erróneo del colimador	<p>etapas precedentes</p> <p><i>Análisis de la distribución relativa de dosis durante la PDT:</i> Durante el análisis de la distribución relativa de dosis en la planificación dosimétrica del tratamiento el físico médico puede percatarse de errores relacionados la geometría y a dosimetría de los campos planificado, en este caso de conformación del campo</p> <p><i>Optimización de la propuesta de plan de tratamiento con el OR durante la PDT:</i> Durante la optimización de la propuesta de Plan de tratamiento el físico médico y/o el oncólogo radioterapeuta pueden detectar errores relacionados la geometría y a dosimetría de los campos planificados, en este caso de conformación del campo</p> <p><i>Evaluación del plan de tratamiento con el OR durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) evalúa con el oncólogo radioterapeuta (OR) el plan de tratamiento elaborado detectando errores de dosimetría o geometría producidos en las etapas o pasos precedentes</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problema del tratamiento en las etapas precedentes</p>
SI066: Seleccionar un número erróneo de campos de tratamiento, diferente al prescrito por el radio oncólogo	<p><i>Evaluación del plan de tratamiento con el OR durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) evalúa con el oncólogo radioterapeuta (OR) el plan de tratamiento elaborado detectando errores de dosimetría o geometría producidos en las etapas o pasos precedentes, en este caso el número de campos considerados en la planificación del tratamiento</p> <p><i>Selección del campo a irradiar durante el IT:</i> Durante la selección del campo a irradiar en la sesión inicial de tratamiento (IT) el personal que participa, en particular el oncólogo radioterapeuta (OR), puede detectar problemas con los campos a tratar en el paciente, en este caso el número de campos considerados en la planificación del tratamiento</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
<p>SI067: Seleccionar como plan de tratamiento definitivo una variante de plan de tratamiento incorrecta, durante la planificación dosimétrica del tratamiento</p>	<p>etapas precedentes</p> <p><i>Verificación independiente por otro FM durante la planificación dosimétrica del tratamiento:</i> Los cálculos resultantes de la planificación dosimétrica del tratamiento del paciente son verificados mediante cálculo independiente por un físico médico diferente al que planificó el caso, pudiendo detectar errores de la planificación dosimétrica realizada, en este caso la selección de un plan de tratamiento diferente al aprobado</p> <p><i>Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso la selección de un plan de tratamiento diferente al aprobado, dada las diferencias geométricas</p> <p><i>Dosimetría en vivo en la sesión inicial de tratamiento:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento del paciente se realiza la dosimetría en vivo para verificar la correspondencia de las dosis administradas con las planificadas, lo que permite detectar errores en la administración de dosis, en este caso la selección de un plan de tratamiento diferente al aprobado, dada la diferencia de dosis con el plan impreso aprobado y archivado</p> <p><i>Observación del TR durante la colocación e inmovilización del paciente en la posición de tratamiento durante la sesión inicial de tratamiento:</i> Durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento diario (PPDT) los técnico radioterapeutas (TRs) colocan e inmovilizan al paciente en la posición de tratamiento pudiéndose detectar errores de geometría o de dosis por signos visuales (coloración de la piel, etc) producidos en las etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento en este caso por la selección de un plan de tratamiento diferente al aprobado y detener el tratamiento</p> <p><i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso, en este caso la selección de un plan de tratamiento diferente al aprobado, dada las diferencias geométricas</p> <p><i>Dosimetría en vivo durante el tratamiento:</i> Durante la administración del tratamiento diario al paciente se realiza, con una frecuencia semanal, la dosimetría en vivo para verificar la correspondencia de las dosis administradas con las planificadas, lo que permite</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI068: Omitir localizaciones secundarias del paciente a tratar, al efectuar la planificación dosimétrica del tratamiento	<p>detectar errores en la administración de dosis, en este caso la selección de un plan de tratamiento diferente al aprobado, dada la diferencia de dosis con el plan impreso aprobado y archivado</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problema del tratamiento en las etapas precedentes</p> <p><i>Evaluación del plan de tratamiento con el OR durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) evalúa con el oncólogo radioterapeuta (OR) el plan de tratamiento elaborado detectando errores de dosimetría o geometría producidos en las etapas o pasos precedentes</p> <p><i>Posicionamiento del paciente en localización secundaria durante el IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se requiere el posicionamiento de todas las localizaciones lo que permite detectar el error de omisión de tratamiento de una localización (volumen) secundario</p>
SI069: Omitir la evaluación dosimétrica y geométrica del impacto global de todos los haces o hacer la evaluación incorrectamente	<p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problema del tratamiento en las etapas precedentes</p> <p><i>Evaluación del plan de tratamiento con el OR durante la PDT:</i> Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) evalúa con el oncólogo radioterapeuta (OR) el plan de tratamiento elaborado detectando errores de dosimetría o geometría producidos en las etapas o pasos precedentes</p> <p><i>Ajuste geométrico de campos adyacentes durante el IT:</i> Durante la etapa de sesión inicial de tratamiento (IT) el personal que interviene puede detectar visualmente que hay solapamientos geométricos de campos adyacentes incorrectos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problema del tratamiento en las</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI070: Introducir datos erróneos para el cálculo de las unidades monitor, durante la planificación dosimétrica del tratamiento	<p>etapas precedentes</p> <p><i>Verificación independiente por otro FM durante la planificación dosimétrica del tratamiento:</i> Los cálculos resultantes de la planificación dosimétrica del tratamiento del paciente son verificados mediante cálculo independiente por un físico médico diferente al que planificó el caso, pudiendo detectar errores de la planificación dosimétrica realizada, en este caso asociadas al cálculo de las unidades monitor</p> <p><i>Dosimetría en vivo en la sesión inicial de tratamiento:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento del paciente se realiza la dosimetría en vivo para verificar la correspondencia de las dosis administradas con las planificadas, lo que permite detectar errores en la administración de dosis, en este caso asociadas al cálculo de las unidades monitor</p> <p><i>Observación del TR durante la colocación del paciente en la posición de tratamiento durante el PPTD:</i> Durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento diario (PPDT) los técnico radioterapeutas (TRs) colocan e inmovilizan al paciente en la posición de tratamiento pudiéndose detectar errores de geometría o de dosis por signos visuales (coloración de la piel, etc.) producidos en las etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento, en este caso asociadas al cálculo de las unidades monitor y detener el tratamiento</p> <p><i>Dosimetría en vivo durante el tratamiento (PPTD_DIV):</i> Durante la administración del tratamiento diario al paciente se realiza, con una frecuencia semanal, la dosimetría en vivo para verificar la correspondencia de las dosis administradas con las planificadas, lo que permite detectar errores en la administración de dosis, en este caso asociadas al cálculo de las unidades monitor</p> <p><i>Imagen portal periódica (PPTD_IPP):</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes</p>
SI071: Omitir información o introducir información incorrecta sobre la posición del colimador multiláminas seleccionada en la	<p><i>Verificación de la Transferencia del plan de tratamiento en la PC de tratamiento durante la planificación dosimétrica del tratamiento:</i> Los datos</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
planificación dosimétrica del tratamiento, al utilizar el protocolo de comunicación TRANSA	<p>de la planificación dosimétrica del tratamiento que son transferidos a la computadora de tratamiento son verificados por el físico médico (FM) o dosimetrista (DT) en la computadora gemela para asegurar que los datos recibidos son los correctos, detectándose cualquier error en la información transferida</p> <p><i>Verificación de MLC en pantalla durante el IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento se verifica en la pantalla en sala de tratamiento la posición del MLC lo que puede detectar errores asociados a su configuración, en este caso por errores de transmisión</p> <p><i>Verificación con luz de campo :</i> Durante la sesión inicial de tratamiento se verifica se proyecta una luz de campo sobre la piel del paciente que puede detectar errores de geometría, en este caso asociados a la configuración del MLC por errores de transmisión</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problema del tratamiento en las etapas precedentes</p>
SI072: Omitir la elaboración de bloques de conformación personalizados indicados en la planificación dosimétrica del tratamiento	<p><i>Colocación de bloques de conformación durante la sesión inicial de tratamiento:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento se deben colocar los moldes en los tratamientos de los campos que lo requieren, por lo que pueden detectarse algunos errores en el proceso de elaboración de moldes, en este caso la omisión de su elaboración al no disponerse para su colocación</p> <p><i>Marcar el campo en la piel del paciente durante la sesión inicial de tratamiento:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento se marca en la piel del paciente la configuración del campo utilizando la luz de campo que se proyecta sobre la misma, ocasión en que pudieran detectarse ciertos errores de geometría, en este caso asociadas a zonas no protegidas por no utilizarse moldes por omisión de su elaboración</p> <p><i>Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p> <p><i>Colocación de bloques de conformación durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento diario:</i> Durante el posicionamiento para el tratamiento diario se deben colocar los moldes en los tratamientos de los campos que lo requieren, por lo que pueden detectarse algunos errores en el proceso de elaboración de moldes, en este caso la omisión de su</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI073: Elaborar bloque de conformación personalizado erróneo con respecto a los requeridos en la petición	elaboración al no disponerse para su colocación
	<i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso
	<i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problema del tratamiento en las etapas precedentes
	<i>Marcar el campo en la piel del paciente durante la sesión inicial de tratamiento:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento se marca en la piel del paciente la configuración del campo utilizando la luz de campo que se proyecta sobre la misma, ocasión en que pudieran detectarse ciertos errores de geometría, en este caso asociadas a utilizar moldes con errores de elaboración
	<i>Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso
	<i>Dosimetría en vivo en la sesión inicial de tratamiento:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento del paciente se realiza la dosimetría en vivo para verificar la correspondencia de las dosis administradas con las planificadas, lo que permite detectar errores en la administración de dosis, en este caso asociadas al error en la fijación a la bandeja del bloque de conformación por la lectura del diodo ubicado específicamente para verificar el bloqueo
<i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso	
<i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problema del tratamiento en las	

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI074: Fijar mal los bloques de conformación a la bandeja, por cometer un error al fijarlos o por utilizar bandejas defectuosas	<p>etapas precedentes</p> <p><i>Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p> <p><i>Dosimetría en vivo en la sesión inicial de tratamiento:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento del paciente se realiza la dosimetría en vivo para verificar la correspondencia de las dosis administradas con las planificadas, lo que permite detectar errores en la administración de dosis, en este caso asociadas al error en la fijación a la bandeja del bloque de conformación por la lectura del diodo ubicado específicamente para verificar el bloqueo</p> <p><i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p>
SI075: Denominar de manera imprecisa o errónea, los volúmenes de tratamiento, las fases del mismo, las fracciones o los campos, al editar la hoja de tratamiento electrónica	<p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes</p> <p><i>Aprobación del plan de tratamiento por el oncólogo radioterapeuta en IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento el oncólogo radioterapeuta a cargo del caso debe aprobar el tratamiento como resultado de que todas las comprobaciones de la sesión inicial de tratamiento del paciente han sido correctas, ocasión que podría detener la administración del tratamiento si detecta errores en el tratamiento planificado, en este caso relacionada con la denominación errónea de volúmenes, fases, fracciones y campos</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes</p>
SI076: Introducir en el ordenador de control valores erróneos del “punto de control de dosis” que se selecciona para que el acelerador emita un aviso de final del	<p><i>Registro manual independiente del tratamiento administrado diariamente:</i> Registro manual del técnico radioterapeuta (TR) sobre los datos del tratamiento diario que como mecanismo redundante al</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
tratamiento	<p>registro automatizado de la computadora de tratamiento y que permite detectar ciertos errores durante el tratamiento del paciente, según la experiencia del TR</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes</p>
<p>SI077: Cometer un error con la información sobre la cuña de un campo (por omisión de la cuña, por ángulo erróneo de la misma o indicación de cuña en segmento equivocado), a la edición del caso en la computadora de tratamiento, antes de la sesión inicial de tratamiento</p>	<p><i>Dosimetría en vivo en la sesión inicial de tratamiento:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento del paciente se realiza la dosimetría en vivo para verificar la correspondencia de las dosis administradas con las planificadas, lo que permite detectar errores en la administración de dosis, en este caso asociadas a la cuña</p> <p><i>Dosimetría en vivo durante el tratamiento:</i> Durante la administración del tratamiento diario al paciente se realiza, con una frecuencia semanal, la dosimetría en vivo para verificar la correspondencia de las dosis administradas con las planificadas, lo que permite detectar errores en la administración de dosis, en este caso asociadas a la cuña</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes</p>
<p>SI078: Iniciar el tratamiento con un paciente erróneo</p>	<p><i>Tarjeta de identificación del paciente:</i> El oncólogo radioterapeuta (OR) entrega al paciente una tarjeta de identificación (TIP) al finalizar la prescripción clínica del tratamiento que permite detectar errores de identificación de paciente durante las etapas del proceso de tratamiento</p> <p><i>Fotografía del paciente en la hoja de tratamiento:</i> La fotografía del paciente que se inserta en la hoja de tratamiento que elabora el oncólogo radioterapeuta (OR) al finalizar la prescripción clínica del tratamiento permite detectar errores de identificación de paciente durante las etapas del proceso de tratamiento</p> <p><i>Dato específico (ID, código, etc.) indicado en la hoja de tratamiento:</i> Los datos de identidad del paciente (nombre, ID, código) que se indican en la hoja de tratamiento que elabora el oncólogo radioterapeuta (OR) al finalizar la prescripción clínica del</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
<p>SI079: Colocar erróneamente al paciente en la mesa de tratamiento para la sesión de inicio del tratamiento</p>	<p>tratamiento permite detectar errores de identificación de paciente durante las etapas del proceso de tratamiento</p> <p><i>Fotografía del paciente en la hoja de tratamiento electrónica:</i> La fotografía del paciente que se inserta en la hoja de tratamiento electrónica en la computadora de tratamiento por el técnico radioterapeuta (TR) durante la edición del caso previo al sesión inicial de tratamiento permite detectar errores de identificación de paciente durante las etapas del proceso de tratamiento</p> <p><i>Colocación e inmovilización del paciente en la posición de tratamiento durante IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se coloca e inmoviliza al paciente en la posición de tratamiento en presencia del oncólogo radioterapeuta (OR) a cargo del caso, el físico médico (FM) y los técnicos radioterapeutas (TRs) pudiéndose detectar errores de geometría del tratamiento en las etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento</p> <p><i>Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p> <p><i>Dispositivo de colocación e inmovilización personalizados:</i> Los dispositivos de colocación e inmovilización del paciente, fabricados durante la adquisición de sus datos anatómicos, constituyen una barrera para ciertos errores de reproducibilidad de la posición del paciente para el tratamiento</p> <p><i>Selección del campo a irradiar en IT:</i> La selección del campo a irradiar permite detectar durante el posicionamiento del paciente posibles errores de colocación del mismo</p> <p><i>Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p> <p><i>Observación del TR durante la colocación del paciente en la posición de tratamiento durante el PPTD:</i> Durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento diario (PPDT) los técnico radioterapeutas (TRs) colocan e inmovilizan al paciente en la posición de tratamiento pudiéndose detectar errores de geometría o de dosis por signos visuales (coloración de la piel, etc.) producidos en las etapas precedentes del proceso de planificación del</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
<p>SI080: Ubicar erróneamente el isocentro (falta de coincidencia de los tres sistemas de referencia (el tomógrafo computarizado, el acelerador lineal y el TPS) al inicio de un tratamiento isocéntrico</p>	<p>tratamiento y detener el tratamiento</p> <p><i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problema del tratamiento en las etapas precedentes</p> <p><i>Verificación de geometría en la sesión inicial de tratamiento:</i> Durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento en la sesión inicial de tratamiento se verifica el correcto posicionamiento del campo a tratar mediante un lazo de verificación que comprueba la distancia fuente-superficie (DFS) pudiéndose detectar errores, en este caso relacionados con la ubicación del isocentro de tratamiento</p> <p><i>Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p> <p><i>Posicionamiento y verificación de campo siguiente:</i> Durante el posicionamiento y verificación del campo siguiente se pueden detectar posibles errores en este caso relacionados con la ubicación del isocentro de tratamiento</p> <p><i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes</p>
<p>SI081: Ubicar erróneamente la entrada del haz del campo para un tratamiento no isocéntrico (DFS=constante) en la sesión</p>	<p><i>Verificación de geometría en la sesión inicial de tratamiento:</i> Durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento en la sesión inicial de tratamiento</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
inicial del tratamiento	<p>se verifica el correcto posicionamiento del campo a tratar mediante un lazo de verificación que comprueba la distancia fuente-superficie (DFS) pudiéndose detectar errores, en este caso relacionados con la ubicación del isocentro de tratamiento</p> <p><i>Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p> <p><i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes</p>
SI082: Seleccionar erróneamente los ángulos de la mesa de tratamiento durante la sesión inicial de tratamiento	<p><i>Enclavamiento de tolerancias de ángulos de la mesa de tratamiento:</i> Enclavamiento del ángulo de tratamiento de la camilla con respecto al ángulo de tratamiento considerado en el sistema de planificación del tratamiento (TPS)</p> <p><i>Verificación con luz de campo en la sesión inicial de tratamiento:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento se verifica se proyecta una luz de campo sobre la piel del paciente que puede detectar errores de geometría</p> <p><i>Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p> <p><i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI083: Cometer un error al colocar los bloques de conformación en la sesión inicial del tratamiento, ya sea por omitirlos o por poner los equivocados	<p>desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes</p> <p><i>Enclavamiento por ausencia de bandeja portabloqueadores:</i> Enclavamiento del software del LINAC que no permite irradiar si no se ha colocado la bandeja de bloqueadores una vez que se haya habilitado esta protección previamente (0/1)</p> <p><i>Enclavamiento por bandeja portabloqueadores errónea:</i> Enclavamiento del software del LINAC que no permite irradiar si no se ha colocado la bandeja de bloqueadores correcta una vez que se haya habilitado esta protección previamente (0/1)</p> <p><i>Verificación con luz de campo en la sesión inicial de tratamiento:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento se verifica se proyecta una luz de campo sobre la piel del paciente que puede detectar errores de geometría</p> <p><i>Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p> <p><i>Colocación de bloques de conformación durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento diario:</i> Durante el posicionamiento para el tratamiento diario se deben colocar los moldes en los tratamientos de los campos que lo requieren, por lo que pueden detectarse algunos errores asociados a los bloques de conformación, en este caso su omisión o uso de bloques erróneos</p> <p><i>Verificación con luz de campo de la correspondencia con marcas en piel del paciente durante el posicionamiento para el tratamiento diario:</i> Durante el posicionamiento para el tratamiento diario se verifica con la luz de campo la correspondencia del campo a tratar con las marcas del campo en la piel del paciente pudiéndose detectar errores de geometría en el posicionamiento</p> <p><i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI084: Cometer un error con los modificadores del haz (bolus), ya sea durante la sesión inicial del tratamiento	<p data-bbox="759 215 1406 277">prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes</p> <p data-bbox="759 293 1406 622"><i>Aprobación del plan de tratamiento por el oncólogo radioterapeuta en IT:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento el oncólogo radioterapeuta a cargo del caso debe aprobar el tratamiento como resultado de que todas las comprobaciones de la 1 sesión inicial de tratamiento del paciente han sido correctas, ocasión que podría detener la administración del tratamiento si detecta errores en el tratamiento planificado, en este caso relacionados con el uso de bolus en el tratamiento</p> <p data-bbox="759 638 1406 869"><i>Dosimetría en vivo en la sesión inicial de tratamiento:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento del paciente se realiza la dosimetría en vivo para verificar la correspondencia de las dosis administradas con las planificadas, lo que permite detectar errores en la administración de dosis, en este caso relacionados con el uso de bolus en el tratamiento</p> <p data-bbox="759 884 1406 1149"><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes</p>
SI085: Cometer un error al colocar el aplicador de electrones para la sesión inicial del tratamiento, ya sea por omisión del aplicador o por poner un aplicador erróneo	<p data-bbox="759 1167 1406 1328"><i>Enclavamiento por ausencia de aplicador de electrones:</i> Enclavamiento de la máquina de tratamiento que no permite irradiar en modo electrones si no se está colocado el aplicador de electrones correspondiente</p> <p data-bbox="759 1344 1406 1574"><i>Enclavamiento por no correspondencia de aplicador de electrones colocado y energía de haz de electrones seleccionada:</i> Enclavamiento de la máquina de tratamiento que no permite irradiar en modo electrones si el aplicador de electrones colocado no se corresponde con la energía de electrones seleccionada para el tratamiento</p> <p data-bbox="759 1590 1406 1787"><i>Colocación de bloques de conformación durante la sesión inicial de tratamiento con electrones:</i> Durante la sesión inicial de tratamiento se deben colocar los bloques de conformación (insertos) para el tratamiento con electrones lo que detectaría la ausencia del aplicador correspondiente</p> <p data-bbox="759 1803 1406 2029"><i>Aprobación del plan de tratamiento por el oncólogo radioterapeuta en IT (IT_35):</i> Durante la sesión inicial de tratamiento el oncólogo radioterapeuta a cargo del caso debe aprobar el tratamiento como resultado de que todas las comprobaciones de la sesión inicial de tratamiento del paciente han sido correctas, ocasión que podría detener la administración del tratamiento si</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI086: Moverse el paciente en la sesión inicial del tratamiento, mientras se revela la imagen portal o mientras ésta se analiza	<p>detecta errores en el tratamiento planificado, en este caso relacionados con el uso/omisión de aplicador de electrones</p> <p><i>Comprobación con luz de campo de la correspondencia con marcas en la piel del paciente en IT:</i> Después de la pausa para el revelado de la imagen portal durante la sesión inicial de tratamiento y la aprobación del tratamiento el técnico radioterapeuta entra a la sala de tratamiento y verifica con la luz de campo y las marcas en la piel del paciente que no se ha producido ningún movimiento que modifique el campo a irradiar</p>
SI087: Omitir el registro del plan de tratamiento modificado (ajustado) en la computadora de tratamiento, durante la sesión inicial	<p><i>Enclavamiento por bloqueo del tratamiento:</i> Protección del software de tratamiento que permite bloquear el tratamiento de un paciente cuando por alguna causa no debe seguir tratándose, en este caso por modificaciones del plan de tratamiento durante la sesión inicial de tratamiento que requieren replanificación y un nuevo sesión inicial de tratamiento</p> <p><i>Tarjeta de paciente para nueva sesión inicial de tratamiento:</i> Procedimiento administrativo que consiste en la entrega al paciente de una Tarjeta con cita para una nueva sesión inicial de tratamiento, en este caso por modificaciones del plan de tratamiento durante la sesión inicial de tratamiento que requieren replanificación y un nuevo sesión inicial de tratamiento. Esta tarjeta se diferencia de la tarjeta que recibe el paciente para tratamiento diario en caso de sesión inicial de tratamiento satisfactorio</p> <p><i>Verificación de datos de tratamiento en el posicionamiento para el tratamiento diario:</i> Proceso que se realiza cuando se selecciona en la computadora de tratamiento al paciente que será posicionado para tratamiento diario donde se verifica los datos de tratamiento comparando los apuntes de la hoja de tratamiento, el registro manual y la hoja de tratamiento electrónica, lo cual permite detectar errores en información sobre el tratamiento</p> <p><i>Verificación con luz de campo de la correspondencia con marcas en piel del paciente durante el posicionamiento para el tratamiento diario:</i> Durante el posicionamiento para el tratamiento diario se verifica con la luz de campo la correspondencia del campo a tratar con las marcas del campo en la piel del paciente pudiéndose detectar errores de geometría en el posicionamiento</p> <p><i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI088: No ejecutar una modificación al tratamiento, decidida por el radio oncólogo al efectuar una de las revisiones médicas de control del paciente	<p>proceso</p> <p><i>Dosimetría en vivo durante el tratamiento:</i> Durante la administración del tratamiento diario al paciente se realiza, con una frecuencia semanal, la dosimetría en vivo para verificar la correspondencia de las dosis administradas con las planificadas, lo que permite detectar errores en la administración de dosis</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problema del tratamiento en las etapas precedentes</p> <p><i>Verificación de datos de tratamiento en el posicionamiento para el tratamiento diario:</i> Proceso que se realiza cuando se selecciona en la computadora de tratamiento al paciente que será posicionado para tratamiento diario donde se verifica los datos de tratamiento comparando los apuntes de la hoja de tratamiento, el Registro manual y la hoja de tratamiento electrónica, lo cual permite detectar errores en información sobre el tratamiento</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes</p>
SI089: Posicionar a un paciente erróneo para la sesión diaria del tratamiento	<p><i>Tarjeta de identificación del paciente:</i> Concluido la sesión inicial de tratamiento se le entrega al paciente su tarjeta de identificación (TIP) que permite detectar errores de identificación de paciente durante las etapas del proceso de tratamiento</p> <p><i>Fotografía del paciente en la hoja de tratamiento:</i> La fotografía del paciente que se inserta en la hoja de tratamiento que elabora el oncólogo radioterapeuta (OR) al finalizar la prescripción clínica del tratamiento permite detectar errores de identificación de paciente durante las etapas del proceso de tratamiento</p> <p><i>Dato específico (ID, código, etc.) indicado en la hoja de tratamiento:</i> Los datos de identidad del paciente (nombre, ID, código) que se indican en la hoja de tratamiento que elabora el oncólogo radioterapeuta (OR) al finalizar la prescripción clínica del tratamiento permite detectar errores de identificación de paciente durante las etapas del proceso de</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
<p>SI090: Seleccionar en el ordenador de control una fase errónea de tratamiento, al preparar el paciente para el tratamiento diario</p>	<p>tratamiento</p> <p><i>Fotografía del paciente en la hoja de tratamiento Electrónica:</i> La fotografía del paciente que se inserta en la hoja de tratamiento electrónica en la computadora de tratamiento por el técnico radioterapeuta (TR) durante la edición del caso previo al sesión inicial de tratamiento permite detectar errores de identificación de paciente durante las etapas del proceso de tratamiento</p> <p><i>Observación del TR durante la colocación del paciente en la posición de tratamiento durante el PPTD:</i> Durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento diario (PPDT) los técnico radioterapeutas (TRs) colocan e inmovilizan al paciente en la posición de tratamiento pudiéndose detectar errores de geometría o de dosis por signos visuales (coloración de la piel, etc.) producidos en las etapas precedentes y detener el tratamiento</p> <p><i>Verificación con luz de campo de la correspondencia con marcas en piel del paciente durante el posicionamiento para el tratamiento diario:</i> Durante el posicionamiento para el tratamiento diario se verifica con la luz de campo la correspondencia del campo a tratar con las marcas del campo en la piel del paciente pudiéndose detectar errores de geometría en el posicionamiento</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes</p> <p><i>Verificación de datos de tratamiento en el posicionamiento para el tratamiento diario:</i> Proceso que se realiza cuando se selecciona en la computadora de tratamiento al paciente que será posicionado para tratamiento diario donde se verifica los datos de tratamiento comparando los apuntes de la hoja de tratamiento, el registro manual y la hoja de tratamiento electrónica, lo cual permite detectar errores en información sobre el tratamiento, en este caso relacionadas con la selección de una fase errónea de tratamiento</p> <p><i>Registro manual independiente del tratamiento administrado diariamente:</i> Registro manual del técnico radioterapeuta (TR) sobre los datos del tratamiento diario que como mecanismo redundante al registro automatizado de la computadora de tratamiento y que permite detectar ciertos errores durante el tratamiento del paciente, según la</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI091: Seleccionar una fracción de tratamiento errónea en el ordenador de control al preparar al paciente para el tratamiento diario	<p>experiencia del TR, en este caso relacionadas con la selección de una fase errónea de tratamiento</p> <p><i>Impresión diaria de la hoja de sesión de tratamiento:</i> La impresión diaria de la hoja de sesión permite visualizar información del tratamiento administrado detectando errores, en este caso relacionadas con la selección de una fase errónea de tratamiento</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes</p> <p><i>Verificación de datos de tratamiento en el Posicionamiento para el tratamiento diario:</i> Proceso que se realiza cuando se selecciona en la computadora de tratamiento al paciente que será posicionado para tratamiento diario donde se verifica los datos de tratamiento comparando los apuntes de la hoja de tratamiento, el registro manual y la hoja de tratamiento electrónica, lo cual permite detectar errores en información sobre el tratamiento</p> <p><i>Registro manual independiente del tratamiento administrado diariamente:</i> Registro manual del técnico radioterapeuta (TR) sobre los datos del tratamiento diario que como mecanismo redundante al registro automatizado de la computadora de tratamiento y que permite detectar ciertos errores durante el tratamiento del paciente, según la experiencia del TR</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes</p>
SI092: Seleccionar una localización (volumen) errónea de tratamiento, en el ordenador de control, durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento diario	<p><i>Verificación con luz de campo de la correspondencia con marcas en piel del paciente durante el posicionamiento para el tratamiento diario :</i> Durante el posicionamiento para el tratamiento diario se verifica con la luz de campo la correspondencia del campo a tratar con las marcas del campo en la piel del paciente pudiéndose detectar errores de geometría en el posicionamiento, en este caso de localización errónea</p> <p><i>Enclavamiento por no correspondencia de aplicador de electrones colocado y energía de haz de electrones seleccionada:</i> Enclavamiento de la máquina de</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
	<p>tratamiento que no permite irradiar en modo electrones si el aplicador de electrones colocado no se corresponde con la energía de electrones seleccionada para el tratamiento, en este caso, si la localización errónea tiene indicado un aplicador diferente</p> <p><i>Registro manual independiente del tratamiento administrado diariamente:</i> Registro manual del técnico radioterapeuta (TR) sobre los datos del tratamiento diario que como mecanismo redundante al registro automatizado de la computadora de tratamiento y que permite detectar ciertos errores durante el tratamiento del paciente, según la experiencia del TR, en este caso que ha sido administrado un tratamiento a localización errónea</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes</p>
<p>S093: Colocar erróneamente al paciente sobre la mesa de tratamiento en una sesión diaria</p>	<p><i>Dispositivo de colocación e inmovilización personalizados:</i> Los dispositivos de colocación e inmovilización del paciente, fabricados durante la adquisición de sus datos anatómicos, constituyen una barrera para ciertos errores de reproducibilidad de la posición del paciente para el tratamiento</p> <p><i>Verificación con luz de campo de la correspondencia con marcas en piel del paciente durante el posicionamiento para el tratamiento diario:</i> Durante el posicionamiento para el tratamiento diario se verifica con la luz de campo la correspondencia del campo a tratar con las marcas del campo en la piel del paciente pudiéndose detectar errores de geometría en el posicionamiento</p> <p><i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problema del tratamiento en las etapas precedentes</p>
<p>SI094: Omitir el bloqueo de la mesa para el</p>	<p><i>Enclavamiento por freno de la mesa de tratamiento:</i> Enclavamiento que no permite irradiar si no está</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
tratamiento diario	<p>colocado el freno de la mesa de tratamiento</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes</p>
<p>SI095: Ubicar erróneamente el isocentro (falta de coincidencia de los tres sistemas de referencia) tras posicionar al paciente para la sesión diaria de tratamiento</p>	<p><i>Verificación con luz de campo de la correspondencia con marcas en piel del paciente durante el posicionamiento para el tratamiento diario:</i> Durante el posicionamiento para el tratamiento diario se verifica con la luz de campo la correspondencia del campo a tratar con las marcas del campo en la piel del paciente pudiéndose detectar errores de geometría en el posicionamiento</p> <p><i>Verificación de DFS con telémetro:</i> Verificación que realizan los TR para comprobar que la indicación del telémetro se corresponde con la distancia fuente superficie correspondiente, pudiendo detectar errores en la ubicación del isocentro</p> <p><i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p>
<p>SI096: Ubicar erróneamente la entrada del haz del campo en tratamientos no isocéntricos (DFS=constante) durante el posicionado para el tratamiento diario</p>	<p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes</p> <p><i>Verificación con luz de campo de la correspondencia con marcas en piel del paciente durante el posicionamiento para el tratamiento diario:</i> Durante el posicionamiento para el tratamiento diario se verifica con la luz de campo la correspondencia del campo a tratar con las marcas del campo en la piel del paciente pudiéndose detectar errores de geometría en el posicionamiento</p> <p><i>Verificación de DFS con telémetro:</i> Verificación que realizan los TR para comprobar que la indicación del telémetro se corresponde con la distancia fuente superficie correspondiente, pudiendo detectar errores en la ubicación del isocentro</p> <p><i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI097: Seleccionar ángulo erróneo de la mesa de tratamiento en el posicionado para la sesión diaria de tratamiento	<p>verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes</p> <p><i>Enclavamiento de tolerancias de ángulos de la mesa de tratamiento:</i> Enclavamiento del ángulo de tratamiento de la camilla con respecto al ángulo de tratamiento considerado en el sistema de planificación del tratamiento (TPS)</p> <p><i>Verificación con luz de campo de la correspondencia con marcas en piel del paciente durante el posicionamiento para el tratamiento diario:</i> Durante el posicionamiento para el tratamiento diario se verifica con la luz de campo la correspondencia del campo a tratar con las marcas del campo en la piel del paciente pudiéndose detectar errores de geometría en el posicionamiento</p> <p><i>Imagen portal periódica:</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes</p>
SI098: Cometer un error con los bloques de conformación por omitirlos o por colocar bloques erróneos, en la preparación de la sesión diaria de tratamiento	<p><i>Enclavamiento por ausencia de bandeja portabloqueadores:</i> Enclavamiento del software del LINAC que no permite irradiar si no se ha colocado la bandeja de bloqueadores una vez que se haya habilitado esta protección previamente (0/1)</p> <p><i>Enclavamiento por bandeja portabloqueadores errónea:</i> Enclavamiento del software del LINAC que no permite irradiar si no se ha colocado la bandeja de bloqueadores correcta una vez que se haya habilitado esta protección previamente (0/1)</p> <p><i>Verificación con luz de campo de la correspondencia con marcas en piel del paciente durante el</i></p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI099: Omitir el bolus o colocar un bolus erróneo en una sesión diaria	<p><i>posicionamiento para el tratamiento diario:</i> Durante el posicionamiento para el tratamiento diario se verifica con la luz de campo la correspondencia del campo a tratar con las marcas del campo en la piel del paciente pudiéndose detectar errores de geometría en el posicionamiento</p> <p><i>Imagen portal periódica :</i> Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problemas del tratamiento en las etapas precedentes</p>
SI100: Cometer un error con el aplicador para haces de electrones al preparar el tratamiento diario	<p><i>Dosimetría en vivo durante el tratamiento:</i> Durante la administración del tratamiento diario al paciente se realiza, con una frecuencia semanal, la dosimetría en vivo para verificar la correspondencia de las dosis administradas con las planificadas, lo que permite detectar errores en la administración de dosis</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problema del tratamiento en las etapas precedentes</p> <p><i>Enclavamiento por ausencia de aplicador de electrones:</i> Enclavamiento de la máquina de tratamiento que no permite irradiar en modo electrones si no se está colocado el aplicador de electrones correspondiente</p> <p><i>Enclavamiento por no correspondencia de aplicador de electrones colocado y energía de haz de electrones seleccionada:</i> Enclavamiento de la máquina de tratamiento que no permite irradiar en modo electrones si el aplicador de electrones colocado no se corresponde con la energía de electrones seleccionada para el tratamiento</p> <p><i>Colocación de bloques de conformación durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento diario:</i> Durante el posicionamiento para el tratamiento diario se deben colocar los moldes en los tratamientos de los campos que lo requieren, por lo que pueden detectarse algunos errores en este caso asociados a la</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI101: Omitir una o varias sesiones de tratamiento	<p>omisión del aplicador</p> <p><i>Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento:</i> En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta errores de geometría o de dosis cuando las desviaciones de éstas superan el 10% de la dosis prescrita u otros problema del tratamiento en las etapas precedentes</p> <p><i>Verificación de datos de tratamiento en el posicionamiento para el tratamiento diario:</i> Proceso que se realiza cuando se selecciona en la computadora de tratamiento al paciente que será posicionado para tratamiento diario donde se verifica los datos de tratamiento comparando los apuntes de la hoja de tratamiento, el registro manual y la hoja de tratamiento electrónica, lo cual permite detectar errores en información sobre el tratamiento, en este caso la omisión de una sesión de tratamiento el día anterior</p> <p><i>Revisión de la hoja de tratamiento en la evaluación del paciente durante el tratamiento:</i> En la consulta semanal de evaluación del paciente durante el tratamiento el OR revisa la hoja de tratamiento y puede detectar errores asociados a la ejecución del tratamiento, en este caso la omisión de sesiones de tratamiento</p>
SI102: Omitir la dosis que falta por dar, cuando la irradiación ha terminado de manera irregular	<p><i>Hoja de tratamiento electrónica:</i> Hoja de tratamiento computarizada incluida en el sistema de registro y verificación (SRV) del software de tratamiento que registra los datos del tratamiento administrado y permite a los técnicos radioterapeutas detectar errores asociados con la ejecución del tratamiento planificado</p> <p><i>Impresión diaria de la hoja de sesión de tratamiento:</i> La impresión diaria de la hoja de sesión permite visualizar información del tratamiento administrado detectando errores, en este caso relacionadas con la omisión del tratamiento de un campo por finalizar</p> <p><i>Revisión de la hoja de tratamiento en la evaluación del paciente durante el tratamiento:</i> En la consulta semanal de evaluación del paciente durante el tratamiento el OR revisa la hoja de tratamiento y puede detectar errores asociados a la ejecución del tratamiento, en este caso la omisión de campos por finalizar</p>
SI103: Dejar incompleta una fracción por omitir la dosis que faltaba, tras una terminación irregular de la irradiación	<p><i>Hoja de tratamiento electrónica:</i> Hoja de tratamiento computarizada incluida en el sistema de registro y verificación (SRV) del software de tratamiento que registra los datos del tratamiento administrado y permite a los técnicos radioterapeutas detectar errores asociados con la ejecución del tratamiento planificado</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI104: Iniciar irradiación estando un técnico dentro de la sala de tratamiento	<p><i>Impresión diaria de la hoja de sesión de tratamiento:</i> La impresión diaria de la hoja de sesión permite visualizar información del tratamiento administrado detectando errores, en este caso relacionadas con la omisión del tratamiento de una fracción por finalizar</p> <p><i>Revisión de la hoja de tratamiento en la evaluación del paciente durante el tratamiento:</i> En la consulta semanal de evaluación del paciente durante el tratamiento el OR revisa la hoja de tratamiento y puede detectar errores asociados a la ejecución del tratamiento, en este caso la omisión de fracciones por finalizar</p> <p><i>Temporizador:</i> Dispositivo que no permite el inicio de la irradiación en la sala de tratamiento en un intervalo de tiempo establecido después que el técnico radioterapeuta acciona el botón de abandono de la sala de tratamiento asegurando un margen de tiempo que haga efectiva la salida del TR del laberinto</p> <p><i>Parada de emergencia en cuarto de control con intercomunicador bidireccional:</i> Interruptor de parada de emergencia en el cuarto de control que puede ser accionado por el técnico radioterapeuta (TR) para detener la irradiación, en este caso, al sentir por el intercomunicador la voz de alarma de una persona dentro de la sala de tratamiento si el intercomunicador ha sido habilitado bidireccionalmente</p> <p><i>Parada de emergencia en sala de tratamiento:</i> En la sala de tratamiento se disponen de interruptores de parada de emergencia que pueden ser accionado por personal que se encuentre dentro de la misma para detener la irradiación en caso necesario</p> <p><i>Ubicación del TR en laberinto:</i> El técnico radioterapeuta puede optar por ubicarse en el laberinto de la sala de tratamiento para evitar que el haz de radiación incida directamente sobre él en caso de quedar atrapado en la misma durante la irradiación</p> <p><i>Enclavamiento de acceso a la sala de tratamiento:</i> El acceso a la sala de tratamiento cuenta con un dispositivo que interrumpe la irradiación en la sala de tratamiento cuando se traspasa el umbral de acceso</p>
SI105: Cometer un error en el registro manual de la dosis no administrada, al interrumpirse un tratamiento y no quedar ésta registrada por el software del tratamiento	<p><i>Alarma del punto de control de dosis para finalización de tratamiento:</i> Herramienta del software de tratamiento que permite su utilización para informar al técnico radioterapeuta que se ha alcanzado el límite de dosis total prescrita para el tratamiento del paciente</p> <p><i>Registro manual independiente del tratamiento administrado diariamente:</i> Registro manual del técnico radioterapeuta (TR) sobre los datos del tratamiento diario que como mecanismo redundante al registro automatizado de la computadora de</p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI106: Administrar erróneamente una o más sesiones de tratamiento diario adicionales, tras haber alcanzado el número de sesiones prescrito	<p>tratamiento y que permite detectar ciertos errores durante el tratamiento del paciente, según la experiencia del TR</p> <p><i>Revisión de la hoja de tratamiento en la evaluación del paciente durante el tratamiento:</i> En la consulta semanal de evaluación del paciente durante el tratamiento el OR revisa la hoja de tratamiento y puede detectar errores asociados a la ejecución del tratamiento, en este caso la administración de dosis adicional en tratamiento diario</p> <p><i>Enclavamiento por el punto de control de dosis para finalización de tratamiento:</i> Herramienta del software de tratamiento que permite su utilización para informar al técnico radioterapeuta que se ha alcanzado el límite de dosis total prescrita para el tratamiento del paciente y no permite continuar el tratamiento</p> <p><i>Registro manual independiente del tratamiento administrado diariamente:</i> Registro manual del técnico radioterapeuta (TR) sobre los datos del tratamiento diario que como mecanismo redundante al registro automatizado de la computadora de tratamiento y que permite detectar ciertos errores durante el tratamiento del paciente, según la experiencia del TR</p> <p><i>Revisión de la hoja de tratamiento en la evaluación del paciente durante el tratamiento:</i> En la consulta semanal de evaluación del paciente durante el tratamiento el OR revisa la hoja de tratamiento y puede detectar errores asociados a la ejecución del tratamiento, en este caso la administración de sesión adicional en tratamiento diario</p>
SI107: Administrar erróneamente el tratamiento diario dos veces en un mismo día	<p><i>Aviso por software de paciente ya tratado:</i> Aviso que emite el software de tratamiento para informar al técnico-radioterapeuta que el paciente ya ha sido tratado en el día</p> <p><i>Registro manual independiente del tratamiento administrado diariamente:</i> Registro manual del técnico radioterapeuta (TR) sobre los datos del tratamiento diario que como mecanismo redundante al registro automatizado de la computadora de tratamiento y que permite detectar ciertos errores durante el tratamiento del paciente, según la experiencia del TR</p> <p><i>Hoja de tratamiento electrónica:</i> Hoja de tratamiento computarizada incluida en el sistema de registro y verificación (SRV) del software de tratamiento que registra los datos del tratamiento administrado y permite a los técnicos radioterapeutas detectar errores asociados con la ejecución del tratamiento planificado</p>
SI108: Administrar el tratamiento con el acelerador en régimen “no clínico”	Suceso iniciador sin barreras

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI109: Administrar dos veces un campo de tratamiento por error	<p><i>Hoja de tratamiento electrónica:</i> Hoja de tratamiento computarizada incluida en el sistema de registro y verificación (SRV) del software de tratamiento que registra los datos del tratamiento administrado y permite a los técnicos radioterapeutas detectar errores asociados con la ejecución del tratamiento planificado</p> <p><i>Registro manual independiente del tratamiento administrado diariamente:</i> Registro manual del técnico radioterapeuta (TR) sobre los datos del tratamiento diario que como mecanismo redundante al registro automatizado de la computadora de tratamiento y que permite detectar ciertos errores durante el tratamiento del paciente, según la experiencia del TR</p>
SI110: Omitir un campo de tratamiento diario	<p><i>Hoja de tratamiento electrónica:</i> Hoja de tratamiento computarizada incluida en el sistema de registro y verificación (SRV) del software de tratamiento que registra los datos del tratamiento administrado y permite a los técnicos radioterapeutas detectar errores asociados con la ejecución del tratamiento planificado</p> <p><i>Impresión diaria de la hoja de sesión de tratamiento:</i> La impresión diaria de la hoja de sesión permite visualizar información del tratamiento administrado detectando errores, en este caso relacionadas con la omisión del tratamiento de una fracción por finalizar</p> <p><i>Registro manual independiente del tratamiento administrado diariamente:</i> Registro manual del técnico radioterapeuta (TR) sobre los datos del tratamiento diario que como mecanismo redundante al registro automatizado de la computadora de tratamiento y que permite detectar ciertos errores durante el tratamiento del paciente, según la experiencia del TR</p> <p><i>Revisión de la hoja de tratamiento en la evaluación del paciente durante el tratamiento:</i> En la consulta semanal de evaluación del paciente durante el tratamiento el OR revisa la hoja de tratamiento y puede detectar errores asociados a la ejecución del tratamiento</p>
SI111: Omitir tratar un volumen secundario en una sesión diaria de tratamiento	<p><i>Hoja de tratamiento electrónica:</i> Hoja de tratamiento computarizada incluida en el sistema de registro y verificación (SRV) del software de tratamiento que registra los datos del tratamiento administrado y permite a los técnicos radioterapeutas detectar errores asociados con la ejecución del tratamiento planificado</p> <p><i>Impresión diaria de la hoja de sesión de tratamiento:</i> La impresión diaria de la hoja de sesión permite visualizar información del tratamiento administrado detectando errores, en este caso relacionadas con la omisión del tratamiento de una fracción por finalizar</p> <p><i>Registro manual independiente del tratamiento</i></p>

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI112: Introducir cambios a la hoja de tratamiento que correspondan a otro paciente	<p><i>administrado diariamente:</i> Registro manual del técnico radioterapeuta (TR) sobre los datos del tratamiento diario que como mecanismo redundante al registro automatizado de la computadora de tratamiento y que permite detectar ciertos errores durante el tratamiento del paciente, según la experiencia del TR</p> <p><i>Revisión de la hoja de tratamiento en la evaluación del paciente durante el tratamiento:</i> En la consulta semanal de evaluación del paciente durante el tratamiento el OR revisa la hoja de tratamiento y puede detectar errores asociados a la ejecución del tratamiento</p> <p><i>Fotografía del paciente en la hoja de tratamiento:</i> La fotografía del paciente que se inserta en la hoja de tratamiento que elabora el oncólogo radioterapeuta (OR) al finalizar la prescripción clínica del tratamiento permite detectar errores de identificación de paciente durante las etapas del proceso de tratamiento</p> <p><i>Interrogatorio y examen físico de paciente en PPTD:</i> En la consulta semanal de evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) el oncólogo radioterapeuta (OR) interroga y examina al paciente pudiendo detectar el paciente erróneo</p>
SI113: Iniciar irradiación estando un técnico dentro de la sala de máquinas	<p><i>Parada de emergencia en sala de máquinas:</i> En la sala de máquinas se dispone de un botón de parada de emergencia que puede ser accionado por personal que se encuentre dentro de la misma para detener la irradiación en caso necesario</p> <p><i>Parada de emergencia en cuarto de control:</i> En el cuarto de control existe un botón de parada de emergencia que puede ser accionado por el técnico radioterapeuta (TR) para detener la irradiación en caso necesario</p> <p><i>Parada de emergencia en sala de tratamiento:</i> En la sala de tratamiento se disponen de botones de parada de emergencia que puede ser accionado por personal que se encuentre dentro de la misma para detener la irradiación en caso necesario</p> <p><i>parada de emergencia en laberinto:</i> En el laberinto que conduce a la sala de tratamiento se dispone de un botón de parada de emergencia que puede ser accionado por personal que se encuentre dentro del mismo para detener la irradiación en caso necesario</p> <p><i>Enclavamiento de acceso a la sala de tratamiento:</i> El acceso a la sala de tratamiento cuenta con un dispositivo que interrumpe la irradiación en la sala de tratamiento cuando se traspasa el umbral de acceso</p>
SI114: Iniciar irradiación con un miembro del público dentro de la sala de tratamiento	Suceso iniciador sin barreras

Denominación del suceso iniciador	Barreras
SI115: Iniciar irradiación estando un miembro del público dentro de la sala de máquinas	Suceso iniciador sin barreras
SI116 Moverse el paciente de manera no observable durante la administración del tratamiento	Suceso iniciador sin barreras
SI117: Moverse el paciente manera observable durante la administración del tratamiento	<p><i>Monitores de televisión en cuarto de control:</i> Dentro del cuarto de control existen monitores de televisión que permiten al técnico radioterapeuta observar al paciente durante la administración del tratamiento</p> <p><i>Intercomunicadores en cuarto de control:</i> Dentro del cuarto de control existe un intercomunicador que permite la comunicación bidireccional entre el paciente y los técnicos radioterapeutas en el cuarto de control durante la administración del tratamiento</p> <p><i>Parada de emergencia en cuarto de control:</i> En el cuarto de control existe un botón de parada de emergencia que puede ser accionado por el técnico radioterapeuta (TR) para detener la irradiación en caso necesario</p>
SI118: Moverse el paciente antes del inicio de la administración del tratamiento de manera observable	<p><i>Monitores de televisión en cuarto de control:</i> Dentro del cuarto de control existen monitores de televisión que permiten al técnico radioterapeuta observar al paciente durante la administración del tratamiento</p> <p><i>Intercomunicadores en cuarto de control:</i> Dentro del cuarto de control existe un intercomunicador que permite la comunicación bidireccional entre el paciente y los técnicos radioterapeutas en el cuarto de control durante la administración del tratamiento</p>

## V.2. CLASIFICACIÓN DE LAS BARRERAS

TABLA V-2. CLASIFICACIÓN DE LAS BARRERAS IDENTIFICADAS EN EL ESTUDIO

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Enclavamiento dosimétrico (EDOS)	21	17,80%	-		EDOS	Enclavamiento dosimétrico	El enclavamiento dosimétrico detecta una variación de la tasa de dosis prescrita a través de los dos platos de la cámara de ionización y del tercer plato de homogeneidad y se bloquea el LINAC	SI-001-017, 023-025, 035	17,8% (21)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Pruebas de QA (QA)	38	32, 2%			QA_DOS	Pruebas dosimétricas de QA	La evaluación de la constancia de dosis de referencia que se realiza durante las pruebas de QA dosimétricas diarias, mensuales o anuales (según corresponda) permite detectar inconsistencia en la dosis de referencia y si ocurre una variación de +/- 3% se detienen los tratamientos	SI-001-020,022-025,034	21,19% (25)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					QA_MEC	Pruebas mecánicas de QA	La evaluación de los controles mecánicos (movimientos del brazo (gantry, colimador, cabezal, camilla) permiten verificar si los indicadores angulares o mecánicos mantienen su constancia, en caso contrario, se detienen los tratamientos	SI-026-031	5,08% (6)
Pruebas de QA (QA)	37	31,36%	Posicionamiento (QA_POS)		QA_TEL	Pruebas de QA del Telémetro	La evaluación del control del telémetro permite verificar si éste mantiene su constancia, en caso contrario, se detienen los tratamientos	SI-032	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					QA_LASER	Pruebas de QA del Láser	La evaluación del control del láser permite verificar si éste mantiene su constancia, en caso contrario, se detienen los tratamientos	SI-033	0,85% (1)
			Mantenimiento (QA_MTTO)		QA_SHUT	Verificación cuatrimestral del shutter	Cuatrimstralmente se realiza la comprobación de seguridad del shutter	SI-019	0,85% (1)
					QA_WEDGE	Verificación cuatrimestral del filtro cuña	Cuatrimstralmente se realiza la comprobación de seguridad del filtro cuña	SI-020	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Pruebas de QA (QA)	37	31,36%	TPS (QA_TPS)		QA_TPS	Pruebas de QA del TPS	Si se detectan inconsistencias durante los controles de calidad a los el TPS que se somete periódicamente, se detienen los tratamientos. Tipos de prueba: -Diaria: Verificación de los periféricos de entrada y salida -Semanal: Verificación del digitalizador y transferencia del TAC -Mensual: Verificación del procesador central, digitalizador, periféricos, revalidación del haz externo, transferencia electrónica del plan, presentación de detalles del plan. -Trimestral: Verificación de plotter, UPS, densidad y geometría del TAC, -Anual: Verificación de periféricos de entrada y salida, revalidación de haz externo, unidades	SI-037, 059	1,69% (2)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (si procede)	de (si)	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					TPS_Ver_Upgrade	Verificación de TPS después de cambios	Procedimiento del Servicio que establece la realización de controles de verificación del Sistema de Planificación del tratamiento (TPS) después de modificaciones del mismo para su validación y aprobación para uso clínico	SI-059	0,85% (1)
Enclavamiento por software (ENCL_SOFT)	28	23,73%			ES_MHT	Enclavamiento por software del sistema de modulación y alta tensión	El software del área de control, a través de las señales de monitoreo detecta una variación no prevista del ancho, amplitud o frecuencia de los pulsos y emite la señal de bloqueo del LINAC	SI-001	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					ES_MMS	Enclavamiento por software del sistema del magneto del magnetrón	El software del área de control, a través de las señales de monitoreo detecta una variación no prevista de las variables vigiladas y emite la señal de bloqueo del LINAC	SI-002	0,85% (1)
					ES_CBD	Enclavamiento por software de la tensión o sobrecarga	El software del área de control, detecta una variación no prevista de la tensión o sobrecarga y emite la señal de bloqueo del LINAC	SI-003	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (si procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					ES_PFN	Enclavamiento por software del transformador de pulsos	El software del área de control, vigila las señales de corriente y de tensión, y al detectar una variación no prevista emite la señal de bloqueo del LINAC	SI-004	0,85% (1)
Enclavamiento por software (ENCL_SOFT)	28	23,73%			ES_MTS	Enclavamiento por software del sistema de sintonización del magnetrón	El software del área de control, detecta los errores de fase y monitorea la posición del sintonizador. Al detectar una variación no prevista emite la señal de bloqueo del LINAC	SI-005	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					ES_GFPSU	Enclavamiento por software del Filamento del cañón	El software del área de control, monitorea la tensión y la corriente. Al detectar una variación no prevista emite la señal de bloqueo del LINAC	SI-006	0,85% (1)
					ES_FOCUS	Enclavamiento por software del sistema de enfoque	El software del área de control, monitorea la tensión y la corriente. Al detectar una variación no prevista emite la señal de bloqueo del LINAC	SI-008	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					ES_BCS1R1T	Enclavamiento por software de las bobinas de centrado	El software del área de control, monitorea la corriente en las bobinas de centrado y al detectar una variación no prevista emite la señal de bloqueo del LINAC	SI-009	0,85% (1)
					ES_BCS2R2T	Enclavamiento por software de las bobinas de centrado	El software del área de control, monitorea la corriente en las bobinas de centrado y al detectar una variación no prevista emite la señal de bloqueo del LINAC	SI-010	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (si procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Enclavamiento por software (ENCL_SOFT)	28	23,73%			ES_BBS	Enclavamiento por software del sistema de deflexión del haz	El software del área de control, monitorea la tensión las bobinas de deflexión y al detectar una variación no prevista emite la señal de bloqueo del LINAC	SI-011	0,85% (1)
					ES_TSS	Enclavamiento por software del sistema de cambio de blanco	El software del área de control, monitorea la posición del blanco y al detectar una variación no prevista emite la señal de bloqueo del LINAC	SI-012	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (si procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					ES_SFS	Enclavamiento por software de las láminas dispersoras	El software del área de control, monitorea la posición de las láminas dispersoras y al detectar una variación no prevista emite la señal de bloqueo del LINAC	SI-013	0,85% (1)
					ES_300V_CAMION	Enclavamiento por software para control dosimétrico	Si se interrumpe el voltaje de polarización de las cámaras de ionización se interrumpe el tratamiento	SI-018	0,85% (1)
Enclavamiento por software (ENCL_SOFT)	28	23,73%			ES_i525	Enclavamiento por software del shutter	El software monitorea la posición de shutter y en caso de desviación se interrumpe el tratamiento	SI-019	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (si procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					ES_WEDGE	Enclavamiento por software del filtro cuña	El software monitorea la posición del filtro cuña y en caso de desviación se interrumpe el tratamiento	SI-020	0,85% (1)
					ES_MLC_CAMERA	Enclavamiento por software por sistema óptico del MLC	El subsistema óptico identifica la posición de cada lámina y en caso de que la posición de las láminas no se corresponda con la prevista y no se pueda controlar por software, el LINAC se bloquea	SI-021	0,85% (1)
					ES_DIAF_X_Y	Enclavamiento por software de los diafragmas	El software del área de control verifique la posición de los diafragmas y en caso de que ésta no se corresponda con la prevista el LINAC se bloquea	SI-022	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Enclavamiento por software (ENCL_SOFT)	28	23,73%			ES_SAE	Enclavamiento por software del sistema de monitoreo de temperatura	El software del LINAC a través del sistema de monitoreo de temperatura de agua de enfriamiento vigila los parámetros de temperatura y cuando éstos exceden los valores preestablecidos de bloquea el LINAC	SI-023	0,85% (1)
					ES_VAC	Enclavamiento por software por vacío	El software del LINAC a través del monitoreo de vacío vigila los parámetros de presión en el cañón y el blanco y cuando éstos exceden los valores preestablecidos se bloquea el LINAC	SI-024, 025	1,69% (2)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (si procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					ES_GANTRY	Enclavamiento por software de chequeo de posición del gantry	El software del área de control, a través de la señal de monitoreo detecta una posición no prevista del gantry y emite la señal de bloqueo del LINAC	SI-026	0,85% (1)
Enclavamiento por software (ENCL_SOFT)	28	23,73%			ES_LAT_CAM	Enclavamiento por software de chequeo de posición lateral de la camilla	El software del área de control, a través de la señal de monitoreo detecta una posición no prevista de la posición lateral de la camilla y emite la señal de bloqueo del LINAC	SI-027	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					ES_LON_CAM	Enclavamiento por software de chequeo de posición longitudinal de la camilla	El software del área de control, a través de la señal de monitoreo detecta una posición no prevista de la posición longitudinal de la camilla y emite la señal de bloqueo del LINAC	SI-028	0,85% (1)
					ES_VER_CAM	Enclavamiento por software de chequeo de posición vertical de la camilla	El software del área de control, a través de la señal de monitoreo detecta una posición no prevista de la posición vertical de la camilla y emite la señal de bloqueo del LINAC	SI-029	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (si procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					ES_ISO_CAM	Enclavamiento por software de chequeo de posición isocéntrica de la camilla	El software del área de control, a través de la señal de monitoreo detecta una posición no prevista de la posición isocéntrica de la camilla y emite la señal de bloqueo del LINAC	SI-030	0,85% (1)
Enclavamiento por software (ENCL_SOFT)	28	23,73%			ES_COL_CAM	Enclavamiento por software de chequeo de movimiento rotatorio (columna) de la camilla	El software del área de control, a través de la señal de monitoreo detecta una posición no prevista de la columna de la camilla y emite la señal de bloqueo del LINAC	SI-031	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (si procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					OT_094_DHE	Enclavamiento por temperatura del sistema de deflexión del haz	A través de una combinación de interruptores térmicos se envía una señal de bloqueo del LINAC	SI-011	0,85% (1)
					DOS_PR_TEMP	Enclavamiento de software por presión y temperatura	El software del área de control detecta variaciones de presión y temperatura en las cámaras de ionización y envía una señal de bloqueo del LINAC	SI-017	0,85% (1)
Enclavamientos asociados al sistema de agua de enfriamiento (ENC_SAE)	3	2,54%			EP_TEMP42GC	Enclavamiento principal por temperatura	Se interrumpe la alimentación del LINAC cuando la temperatura es superior a los parámetros establecidos	SI-023	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Enclavamientos asociados a la interrupción de la frecuencia de repetición de pulso (ENC_PRF)	8	6,78%			PRES02BAR	Enclavamiento principal por presión de agua	El enclavamiento principal detiene al LINAC cuando la presión es inferior a un valor preestablecido	SI-023	0,85% (1)
					TEMP90GC	Enclavamiento principal por temperatura de la bomba de agua	El enclavamiento principal detiene al LINAC cuando la temperatura de la bomba de agua es superior a un valor preestablecido	SI-023	0,85% (1)
					TSS_PRF	Enclavamiento para sistema de cambio de blanco	En caso de que la posición del blanco no sea la prevista, se bloquea la generación de pulsos	SI-012	0,85% (1)
				SFS_PRF	Enclavamiento de las láminas dispersoras	El enclavamiento bloquea al LINAC si la posición de las láminas dispersoras no es la prevista	SI-013	0,85% (1)	

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (si procede)	de (si)	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Enclavamientos asociados a la interrupción de la frecuencia de repetición de pulso (ENC_PRF)	8	6,78%			PCS_PRF	Enclavamiento para rotación de colimador primario	En caso de que la posición no sea la prevista se bloquea la generación de pulsos de radiofrecuencia	SI-014	0,85% (1)
					MOVPCS_PRF	Enclavamiento para el freno del colimador	Si se detecta movimiento del motor de rotación del colimador primario se interrumpe la alimentación del LINAC	SI-015	0,85% (1)
					FS_PRF	Enclavamiento del filtro secundario	Si la posición del filtro secundario no es la prevista para el tratamiento, se bloquea la generación de pulsos	SI-016	0,85% (1)
					WEDGE_PRF	Enclavamiento del filtro cuña	Si el código del filtro cuña no es el previsto se bloquea la generación de pulsos	SI-020	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					VAC_PRF	Enclavamiento por pérdida de vacío en el LINAC	Si la presión de vacío es mayor que un valor preestablecido se activan se interrumpe la alimentación del LINAC	SI-024, 025	1,69% (2)
Enclavamientos asociados los contactores del sistema de alta tensión (ENC_HT)	5	4,24%			MOVPCS_EHT	Enclavamiento del freno del colimador	Si se detecta movimiento del motor de rotación del colimador primario se interrumpe la alimentación del LINAC	SI-015	0,85% (1)
					VAC_HT	Enclavamiento por pérdida de vacío en el LINAC	Si la presión de vacío es mayor que un valor preestablecido se activan se interrumpe la alimentación del LINAC	SI-024, 025	1,69% (2)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (si procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					SFS_EHT	Enclavamiento del filtro secundario	Si la posición del filtro secundario no se corresponde con la prevista se interrumpe la alimentación del LINAC	SI-016	0,85% (1)
					DIE-RHA_HT	Enclavamiento del filtro cuña	EL LINAC recibe la orden de interrumpir la alimentación en caso de desviación de los parámetros preestablecidos	SI-020	0,85% (1)
Procedimientos y dispositivos de emergencia (PD_EMERG)	6	5,08%			ST_PE	parada de emergencia en sala de tratamiento	En la sala de tratamiento se disponen de interruptores de parada de emergencia que pueden ser accionados por personal que se encuentre dentro de la misma para detener la irradiación	SI-104, 113	1,69% (2)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					SM_PE	Parada de emergencia en sala de máquinas	En la sala de máquinas se dispone de un botón de parada de emergencia que puede ser accionado por personal que se encuentre dentro de la misma para detener la irradiación	SI-113	0,85% (1)
					H3_TR_LAB	Ubicación del TR en laberinto	El técnico radioterapeuta puede optar por ubicarse en el laberinto de la sala de tratamiento para evitar que el haz de radiación incida directamente sobre él en caso de quedar atrapado en la misma durante la irradiación	SI-104, 113	1,69% (2)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (si procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Barreras contra el acceso a sala de tratamiento y permanencia en la misma (ACC_PRE_ST)	7	5,93%			ST-ENCL	Enclavamiento de acceso a la sala de tratamiento	El acceso a la sala de tratamiento cuenta con un dispositivo que interrumpe la irradiación en la sala de tratamiento cuando se traspasa el umbral de acceso	SI-046, 104, 113	2,54% (3)
					ST_TEMPO	Temporizador	Dispositivo que no permite el inicio de la irradiación en la sala de tratamiento en un intervalo de tiempo establecido después que el técnico radioterapeuta acciona el botón de abandono de la sala de tratamiento asegurando un margen de tiempo que haga efectiva la salida del TR del laberinto	SI-104	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					CC_ADVRT	Detección por el técnico radioterapeuta de intento de acceso a la sala de tratamiento	La ubicación del cuarto de control junto a la entrada a la sala de tratamiento permite al técnico radioterapeuta controlar el acceso imprevisto a la sala de tratamiento durante la irradiación de la máquina	SI-046	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Barreras contra el acceso a sala de tratamiento y permanencia en la misma	7	5,93%			ST_SL	Señal Lumínica en Acceso a sala de tratamiento	El acceso a la sala de tratamiento dispone de una señal lumínica roja y verde que se activa de acuerdo al estado en que se encuentre la máquina de tratamiento, irradiando o no, respectivamente para alertar al personal que intenta acceder a la misma sobre la existencia o no de peligro radiológico	SI-046	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (si procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					ST_SS	Señal sonora proveniente de la sala de tratamiento	Cuando la máquina de tratamiento se encuentra irradiando se produce una señal sonora que permite alertar al personal sobre la existencia de un peligro radiológico en la sala de tratamiento	SI-046	0,85% (1)
Sistema de comunicación con el paciente (monitor/intercomunicador) (COM_PAC)	12	10,17%			F-MONTV	Visualización por Monitor de TV	El técnico radioterapeuta visualiza a través del Monitor de TV que el tratamiento no se realiza según lo previsto	SI026-031,117, 118	6,78 (8)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente	Sub-grupo barreras (procede)	de (si)	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad %							
				CC_IC (CC_PE_IC+CC_IC)	Intercomunicador bi-direccional en cuarto de control	Dentro del cuarto de control existe un intercomunicador que permite la comunicación bidireccional entre el paciente y los técnicos radioterapeutas en el cuarto de control durante la administración del tratamiento	SI-104, 113 117, 118	3,38% (4)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo de barreras (si procede)	Código de la barrera (si)	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%						
Sistema de identificación del paciente (ID_PAC)	12	10,17%	Sistema de identificación de paciente en la hoja de realización de la TAC (IDPAC_HRTAC)	HRTAC_foto	Fotografía del paciente en la hoja de realización de la TAC	La fotografía que se inserta en la hoja de realización de la TAC que elabora el oncólogo radioterapeuta al finalizar la prescripción clínica del tratamiento permite detectar errores de identificación de paciente durante la etapa de adquisición de datos anatómicos del paciente (ADAP)	SI-044	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					HRTAC-Dato	Dato específico (ID, código, etc.) indicado en la hoja de realización de la TAC	Los datos de identidad del paciente (nombre, ID, código) que se indican en la hoja de realización de la TAC que elabora el oncólogo radioterapeuta al finalizar la prescripción clínica del tratamiento permite detectar errores de identificación de paciente durante la etapa de adquisición de datos anatómicos del paciente (ADAP)	SI-044	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo de barreras (si procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Sistema de identificación del paciente (ID_PAC)	12	10,17%	Sistema de identificación de paciente en la hija de realización de la TAC (IDPAC_HRTAC)		FOTO-HT	Fotografía del paciente en la hoja de tratamiento	La fotografía del paciente que se inserta en la hoja de tratamiento que elabora el oncólogo radioterapeuta (OR) al finalizar la prescripción clínica del tratamiento permite detectar errores de identificación de paciente durante las etapas del proceso de tratamiento	SI-078, 089, 112	2,54% (3)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente	Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad %							
				DATO_HT	Dato específico (ID, código, etc.) indicado en la hoja de tratamiento	Los datos de identidad del paciente (nombre, ID, código) que se indican en la hoja de tratamiento que elabora el oncólogo radioterapeuta (OR) al finalizar la prescripción clínica del tratamiento permite detectar errores de identificación de paciente durante las etapas del proceso de tratamiento	SI-078, 089	1,69% (2)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (si procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Sistema de identificación del paciente (ID_PAC)	12	10,17%			FOTO_HTE	Fotografía del paciente en la hoja de tratamiento electrónica	La fotografía del paciente que se inserta en la hoja de tratamiento electrónica en la computadora de tratamiento por el técnico radioterapeuta (TR) durante la edición del caso previo al sesión inicial de tratamiento permite detectar errores de identificación de paciente durante las etapas del proceso de tratamiento	SI-078, 089	1,69% (2)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					TIP	Tarjeta de Identificación del paciente	Oncólogo radioterapeuta (OR) entrega al paciente una tarjeta de identificación (TIP) al finalizar la prescripción clínica del tratamiento que permite detectar errores de identificación de paciente durante las etapas del proceso de tratamiento	SI-078, 089	1,69% (2)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					IT_TNIT	Tarjeta de paciente para nuevo sesión inicial de tratamiento	Procedimiento administrativo que consiste en la entrega al paciente de una Tarjeta con cita para un nuevo sesión inicial de tratamiento, en este caso por modificaciones del plan de tratamiento durante la sesión inicial de tratamiento que requieren re-planificación y un nuevo sesión inicial de tratamiento. Esta tarjeta se diferencia de la tarjeta que recibe el paciente para tratamiento diario en caso de sesión inicial de tratamiento satisfactorio	SI-87	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Barreras para la geometría del tratamiento durante la planificación (GEOM_PLAN)	15	12,71%	Delineación volúmenes (DV)	de	DV_3_4_5	Delineación de volúmenes	Durante la etapa de delineación de volúmenes (DV) el oncólogo radioterapeuta (OR) delinea (pinta) en el sistema de planificación de tratamiento (TPS) volúmenes y órganos críticos (OAR) pudiendo detectar errores de geometría producidos en las etapas precedentes	SI036, 043-045, 047, 048, 053	5,93% (7)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (si procede)	de (si)	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					DV_.5	Delineación de OAR durante la DV	Durante la etapa de delineación de volúmenes (DV) el oncólogo radioterapeuta (OR) delinea (pinta) en el sistema de planificación de tratamiento (TPS) los órganos críticos (OAR) asociados al volumen a tratar pudiendo detectar errores de omisión de OAR durante la prescripción clínica del tratamiento (PrCT)	SI-038	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente	Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad %							
				PDT_5	Definición y Conformación del PTV durante la PDT	Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) define y conforma el volumen blanco de planificación (PTV) detectando errores de geometría producidos en las etapas precedentes	SI-038, 045, 048, 053, 055, 056, 058	5,93% (7)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Barreras para la dosimetría del tratamiento durante la planificación (DOSIM_PLAN)	14	11,86%			PDT_6	Cálculo de la distribución relativa de dosis durante la PDT	Durante el cálculo de la distribución relativa de dosis en la planificación dosimétrica del tratamiento se obtienen curvas de isodosis que son muy características para cada tipo de haz (electrones o fotones) por lo que el FM podría percatarse del error de selección	SI-062	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (si procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					PDT_7	Análisis de la distribución relativa de dosis durante la PDT	Durante el análisis de la distribución relativa de dosis en la planificación dosimétrica del tratamiento el físico médico puede percatarse de errores relacionados con la geometría y a dosimetría de los campos planificados	SI-039, 040, 042, 064, 065	4,24% (5)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					PDT_9	Optimización de la Propuesta de Plan de tratamiento con el OR durante la PDT	Durante la optimización de la propuesta de Plan de tratamiento el físico médico y/o el oncólogo radioterapeuta pueden detectar errores relacionados la geometría y a dosimetría de los campos planificados	SI-065	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente	Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad %							
Barreras para la dosimetría del tratamiento durante la planificación (DOSIM_PLAN)				PDT_14	Cálculo de las unidades monitor durante la PDT	Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) calcula las unidades monitor introduciendo en el software dos de los tres valores de dosis prescrito ( de tratamiento, dosis diaria de tratamiento y fraccionamiento de dosis) y verificando la consistencia entre los mismos, con lo detecta posibles errores en los valores que fueron prescritos en la hoja de tratamiento durante la prescripción clínica del tratamiento (PrCT)	SI-039-041	2,54% (3)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente	Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad %							
				PDT_15	Verificación independiente por otro FM durante la planificación dosimétrica del tratamiento	Los cálculos resultantes de la planificación dosimétrica del tratamiento del paciente son verificados mediante cálculo independiente por un físico médico diferente al que planificó el caso, pudiendo detectar errores de la planificación dosimétrica realizada	SI-037, 060, 067, 070	3,39% (4)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Barreras de transferencia de información TPS_LINAC (TRANSF_TPS_PCLINAC)	2	1,69%			PDT_19	Verificación de la Transferencia del plan de tratamiento en la PC de tratamiento durante la planificación dosimétrica del tratamiento	Los datos de la planificación dosimétrica del tratamiento que son transferidos a la Computadora de tratamiento son verificados por el físico médico (FM) o dosimetrista (DT) en la computadora gemela para asegurar que los datos recibidos son los correctos, detectándose cualquier error en la información transferida	SI-071	0,85% (1)
					SF_DICOM_LINAC_Z	Protección por Protocolo de Comunicación del LINAC	Mecanismo que dispone el LINAC que no permite que la máquina cargue información que se le envíe y no le corresponda	SI-061	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Barreras de conciliación y aprobación médica (APR_MEDICA)	22	18,64%			PDT_11	Evaluación del plan de tratamiento con el OR durante la PDT	Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) evalúa con el oncólogo radioterapeuta (OR) el plan de tratamiento elaborado detectando errores de dosimetría o geometría producidos en las etapas o pasos precedentes	SI-038-043, 055-058, 060, 062-066, 068, 069	15,25% (18)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (si procede)	de (si)	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					IT_35	Aprobación del plan de tratamiento por el oncólogo radioterapeuta en el IT	Durante la sesión inicial de tratamiento el oncólogo radioterapeuta a cargo del caso debe aprobar el tratamiento como resultado de que todas las comprobaciones de la sesión inicial de tratamiento del paciente han sido correctas, ocasión que podría detener la administración del tratamiento si detecta errores en el tratamiento planificado	SI-062, 075, 084, 085	3,39% (4)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Barreras para la geometría del tratamiento durante el posicionamiento (GEOM-POS)	103	87,29%	Sesión inicial de tratamiento (GEOM_IT)		IT_LS	Posicionamiento del paciente en localización secundaria durante el IT	Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se requiere el posicionamiento de todas las localizaciones lo que permite detectar el error de omisión de tratamiento de una localización (volumen) secundario	SI-068	0,85% (1)
					IT_VPCS	Posicionamiento y verificación de campo siguiente	Durante el posicionamiento y verificación del campo siguiente se pueden detectar posibles errores en este caso relacionados con la ubicación del isocentro de tratamiento	SI-80	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (si procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					IT_AG	Ajuste geométrico de campos adyacentes durante el IT	Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el personal que interviene puede detectar visualmente que hay solapamientos geométricos de campos adyacentes incorrectos	SI-069	0,85% (1)
					IT-VCLC	Verificación con luz de campo	Durante la sesión inicial de tratamiento se verifica se proyecta una luz de campo sobre la piel del paciente que puede detectar errores de geometría	SI-071	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo de barreras (si procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Barreras para la geometría del tratamiento durante el posicionamiento (GEOM-POS)	103	87,29%	Sesión inicial de tratamiento (GEOM_IT)	de	IT-Ver-Geom	Verificación de Geometría en la sesión inicial de tratamiento	Durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento en la sesión inicial de tratamiento se verifica el correcto posicionamiento del campo a tratar mediante un lazo de verificación que comprueba la distancia fuente-superficie (DFS) pudiéndose detectar errores, en este caso relacionados con la ubicación del isocentro de tratamiento	SI-080, 081	1,69% (2)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (si procede)	de (si)	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					IT_23	Marcar el campo en la piel del paciente durante el IT	Durante la sesión inicial de tratamiento se marca en la piel del paciente la configuración del campo utilizando la luz de campo que se proyecta sobre la misma, ocasión en que pudieran detectarse ciertos errores de geometría	SI-072, 073, 82, 083	3,39% (4)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Barreras para la geometría del tratamiento durante el posicionamiento (GEOM-POS)	103	87,29%	Sesión inicial de tratamiento (GEOM_IT)	de	IT_36	Comprobación con luz de campo de la correspondencia con marcas en la piel del paciente en IT	Después de la pausa para el revelado de la imagen portal durante la sesión inicial de tratamiento y la aprobación del tratamiento el técnico radioterapeuta entra a la sala de tratamiento y verifica con la luz de campo y las marcas en la piel del paciente que no se ha producido ningún movimiento que modifique el campo a irradiar	SI-086	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente	Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad %							
				IT_6_17	Colocación e inmovilización del paciente en la posición de tratamiento durante el IT	Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se coloca e inmoviliza al paciente en la posición de tratamiento en presencia del oncólogo radioterapeuta (OR) a cargo del caso, el físico médico (FM) y los técnicos radioterapeutas (TRs) pudiéndose detectar errores de geometría del tratamiento en las etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento	SI-038, 043-045, 047, 051-053, 058, 061, 078	9,32% (11)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo de barreras (si procede)	de (si Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%						
Barreras para la geometría del tratamiento durante el posicionamiento (GEOM-POS)	103	87,29%	Sesión inicial de tratamiento (GEOM_IT)	de IT_8_19	Ubicación del isocentro durante IT	Durante la ubicación del isocentro de tratamiento en la sesión inicial de tratamiento (IT) el personal utiliza las marcas de referencia de la TAC de Simulación en la piel del paciente y puede detectar errores por incongruencias visuales	SI-040, 050, 054	2,54% (3)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (si procede)	de (si)	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					IT_9_20	Selección del campo a irradiar durante el IT	Durante la selección del campo a irradiar en la sesión inicial de tratamiento (IT) el personal que participa, en particular el oncólogo radioterapeuta (OR), puede detectar problemas con los campos a tratar en el paciente	SI-066, 079	1,69% (2)
					IT_11_22	Ubicación del ángulo de tratamiento del Gantry por el Mando de Control de Sala	Durante la ubicación del ángulo de tratamiento en la sesión inicial de tratamiento el personal que interviene puede percatarse de los errores asociados con la geometría de los campos planificados	SI-064	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (si procede)	de (si Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%						
Barreras para la geometría del tratamiento durante el posicionamiento (GEOM-POS)	103	87,29%		IT_12	Verificación de MLC en pantalla durante el IT	Durante la sesión inicial de tratamiento se verifica en la pantalla en sala de tratamiento la posición del MLC lo que puede detectar errores asociados a su configuración	SI-071	0,85% (1)
			Posicionamiento para el tratamiento diario (GEOM_PPTD)	PPTD_21	Verificación con luz de campo de la correspondencia con marcas en piel del paciente durante el posicionamiento para el tratamiento diario	Durante el posicionamiento para el tratamiento diario se verifica con la luz de campo la correspondencia del campo a tratar con las marcas del campo en la piel del paciente pudiéndose detectar errores de geometría en el posicionamiento	SI-032, 033, 083, 087, 089, 092, 093, 095-098	9,32% (11)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					DFS_telémetro	Verificación de DFS con telémetro	Verificación que realizan los TR para comprobar que la indicación del telémetro se corresponde con la distancia fuente superficie correspondiente, pudiendo detectar errores en la ubicación del isocentro	SI-095, 096	1,69% (2)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (procede)	de (si)	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Barreras para la geometría del tratamiento durante el posicionamiento (GEOM-POS)	103	87,29%	Imagen portal (IP)		IT_34	Revisión de imagen portal por el FM y OR en IT	Durante la sesión inicial de tratamiento (IT) se realiza una imagen portal que es revisada por el oncólogo radioterapeuta (OR) y el físico médico (FM) donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso	SI-032, 033, 036, 038, 044, 045, 047, 048, 050-054, 058, 060, 061, 064, 067, 072-074, 078-083	22,88% (27)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente	Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad %							
				PPTD_IPP	Imagen portal periódica	Durante la administración del tratamiento diario (ATD) se realiza una verificación con imagen portal con una frecuencia semanal donde se detectan errores de geometría del tratamiento en las etapas o pasos precedentes del proceso	SI-021, 022, 038, 045, 047,048, 050-054, 058, 060, 061,067,072-074, 079-083, 087,093,095-098	24,58% (29)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (procede)	de (si)	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Barreras para la geometría del tratamiento durante el posicionamiento (GEOM-POS)	103	87,29%	Dispositivos de colocación e inmovilización (D_INM)	de e	D-INM	Dispositivo de colocación e inmovilización personalizados	Los dispositivos de colocación e inmovilización del paciente, fabricados durante la adquisición de sus datos anatómicos, constituyen una barrera para ciertos errores de reproducibilidad de la posición del paciente para el tratamiento	SI-079, 093	1,69% (2)
			Barreras de mesa de tratamiento (MT)	de la de	F_E_AMT	Enclavamiento de tolerancias de ángulos de la mesa de tratamiento	Enclavamiento del ángulo de tratamiento de la camilla con respecto al ángulo de tratamiento considerado en el Sistema de Planificación del tratamiento (TPS)	SI-082, 097	1,69% (2)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					E-MT	Enclavamiento por freno de la mesa de tratamiento	Enclavamiento que no permite irradiar si no está colocado el freno de la mesa de tratamiento	SI-94	0,85% (1)
Barreras para la dosimetría del tratamiento durante el posicionamiento (DOSIM_POS)	30	25,42%	Dosimetría vivo (DIV)	en	IT_DIV	Dosimetría en vivo en la sesión inicial de tratamiento	Durante la sesión inicial de tratamiento se realiza la dosimetría en vivo para verificar la correspondencia de las dosis administradas con las planificadas	SI-060, 061, 067, 070, 073, 074, 077, 084	6,78% (8)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente	Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad %							
				PPTD_DIV	Dosimetría en vivo durante el tratamiento	Durante la administración del tratamiento diario se realiza, con una frecuencia semanal, la dosimetría en vivo para verificar la correspondencia de las dosis administradas con las planificadas, lo que permite detectar errores en la administración de dosis	SI-060, 061, 067, 070, 077, 087, 099	5,93 % (7)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente	Sub-grupo barreras (procede)	de (si)	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad %							
				PPTD_6_16	Observación del TR durante la colocación del paciente en la posición de tratamiento durante el PPTD	Durante el posicionamiento del paciente para el tratamiento diario (PPTD) los técnico radioterapeutas (TRs) colocan e inmovilizan al paciente en la posición de tratamiento pudiéndose detectar errores de geometría o de dosis por signos visuales (coloración de la piel, etc.) producidos en las etapas precedentes del proceso de planificación del tratamiento	SI-021, 022, 038, 040, 042, 045, 051,058, 060, 061,063,067,070, 079,089	12,71% (15)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (si procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Sistema de registro y verificación manual (SRV_MANUAL)	25	21,19%			IT_1	Gestión de la prescripción del tratamiento en IT	Durante la etapa de sesión inicial de tratamiento se realiza la recepción de la información del paciente y la gestión de la prescripción en la computadora de tratamiento pudiéndose detectar posibles errores en los valores que fueron indicados en la hoja de tratamiento durante la prescripción clínica del tratamiento (PrCT)	SI039-043	4,24% (5)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					PPTD_4	Verificación de datos de tratamiento en el posicionamiento para el tratamiento diario	Proceso que se realiza cuando se selecciona en la computadora de tratamiento al paciente que será posicionado para tratamiento diario donde se verifica los datos de tratamiento comparando los apuntes de la hoja de tratamiento, el Registro manual y la hoja de tratamiento electrónica, lo cual permite detectar errores en información sobre el tratamiento	SI-087, 088, 090-092, 101	5,08% (6)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Sistema de registro y verificación manual (SRV_MANUAL)	25	21,19%			ATD_9	Registro manual independiente del tratamiento administrado diariamente	Registro manual del técnico radioterapeuta (TR) sobre los datos del tratamiento diario que como mecanismo redundante al registro automatizado de la computadora de tratamiento y que permite detectar ciertos errores durante el tratamiento del paciente, según la experiencia del TR	SI-076, 090-092, 106, 107, 109-111	7,63% (9)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					HST	Impresión diaria de la hoja de sesión de tratamiento	La impresión diaria de la hoja de sesión permite visualizar información del tratamiento administrado detectando errores, en este caso relacionadas con la omisión del tratamiento de un campo por finalizar	SI-090, 102, 103, 110, 111	4,24% (5)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Sistema de registro y verificación electrónico (LINAC) (SRV_ELECTRONICO)	9	7,63%			ATD_HTE (R/V)	Hoja de tratamiento electrónica	Hoja de tratamiento computarizada incluida en el sistema de registro y verificación (SRV) del software de tratamiento que registra los datos del tratamiento administrado y permite a los técnicos radioterapeutas detectar errores asociados con la ejecución del tratamiento planificado	SI-102, 103, 107, 109-111	5,08% (6)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (si procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					ATD_PCD (R/V)	Alarma del punto de control de dosis para finalización de tratamiento	Herramienta del software de tratamiento que permite su utilización para informar al técnico radioterapeuta que se ha alcanzado el límite de dosis total prescrita para el tratamiento del paciente	SI-105, 106	1,69% (2)
					ATD_PT	Aviso por software de paciente ya tratado	Aviso que emite el software de tratamiento para informar al técnico-radioterapeuta que el paciente ya ha sido tratado en el día	SI-107	0,85% (1)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (si procede)	de (si)	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT_T)	101	85,59%			EPDT	Revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento	En la evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) que se realiza con una frecuencia semanal el oncólogo radioterapeuta (OR) detecta las desviaciones que superan el 10% de la dosis prescrita	SI-001-045,047-054,057-058,060-077,079-084,087-101	79,66% (94)
					EPDT_4	Revisión de la hoja de tratamiento en la evaluación del paciente durante el tratamiento	En la consulta semanal de evaluación del paciente durante el tratamiento el OR revisa la hoja de tratamiento y puede detectar errores asociados a la ejecución del tratamiento	SI-102, 103, 105, 106, 110, 111	5,08% (6)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras (si procede)	de (si)	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					EPDT_3_5	Interrogatorio al paciente en EPDT	En la consulta semanal de evaluación del paciente durante el tratamiento (EPDT) el oncólogo radioterapeuta (OR) interroga y examina al paciente pudiendo detectar el paciente erróneo	SI-112	0,85% (1)
Barreras asociadas a los bloques de conformación (BLOQUES)	9	7,63			IT_13_16	Colocación de bloques de conformación durante el IT	Durante la sesión inicial de tratamiento se deben colocar los moldes en los tratamientos de los campos que lo requieren, por lo que pueden detectarse algunos errores en el proceso de elaboración de moldes	SI-072, 085	1,69% (2)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
			Protección bandejas (BANDEJAS)	por	AB_0_1	Enclavamiento por ausencia de bandeja portabloqueadore	Enclavamiento del software del LINAC que no permite irradiar si no se ha colocado la bandeja de bloqueadores una vez que se haya habilitado esta protección previamente (0/1)	SI-083, 098	1,69% (2)
					BE_1_137	Enclavamiento por bandeja portabloqueadores errónea	Enclavamiento del software del LINAC que no permite irradiar si no se ha colocado la bandeja de bloqueadores correcta una vez que se haya habilitado esta protección previamente (0/1)	SI-083, 098	1,69% (2)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
			Protección bandejas (BANDEJAS)	por	PPTD_11_15	Colocación de bloques de conformación durante el PPTD	Durante el posicionamiento para el tratamiento diario se deben colocar los moldes en los tratamientos de los campos que lo requieren, por lo que pueden detectarse algunos errores en el proceso de elaboración de moldes	SI-072, 083, 100	2, 54% (3)
Barreras por aplicadores de electrones (APLICADOR)	5	4,24%			E-AAE	Enclavamiento por ausencia de aplicador de electrones	Enclavamiento de la máquina de tratamiento que no permite irradiar en modo electrones si no se está colocado el aplicador de electrones correspondiente	SI-085, 092, 100	2,54% (3)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
					E-AEE	Enclavamiento por no correspondencia de aplicador de electrones colocado y energía de haz de electrones seleccionada	Enclavamiento de la máquina de tratamiento que no permite irradiar en modo electrones si el aplicador de electrones colocado no se corresponde con la energía de electrones seleccionada para el tratamiento	SI-085, 100	1,69% (2)

Denominación del grupo de barrera (Código)	Cantidad de sucesos iniciadores en que el grupo de barrera está presente		Sub-grupo barreras procede)	de (si	Código de la barrera	Denominación de la barrera	Definición de la barrera	Sucesos iniciadores en que interviene la barrera	% de participación de la barrera en el total de iniciadores (Número de iniciadores)
	Cantidad	%							
Bloqueo de tratamiento (E_BT)	1	0,85%			E_BT	Enclavamiento por bloqueo del tratamiento	Protección del software de tratamiento que permite bloquear el tratamiento de un paciente cuando por alguna causa no debe seguir tratándose, en este caso por modificaciones del plan de tratamiento durante la sesión inicial de tratamiento que requieren replanificación y un nuevo sesión inicial de tratamiento	SI-087	0,85% (1)

### V.3. RESUMEN DE LOS REDUCTORES DE FRECUENCIA DE LOS SUCESOS INICIADORES IDENTIFICADOS

TABLA V.3. REDUCTORES DE FRECUENCIA Y SUCESOS INICIADORES ASOCIADOS

Denominación del RF-SI	Definición del RF-SI	Sucesos iniciadores en que interviene el RF-SI	Presencia del RF-SI en el total de iniciadores % (Número de iniciadores)
Diseño ergonómico de la hoja de tratamiento	Diseño de la hoja de tratamiento concebido para garantizar que se registre, de forma sencilla, práctica e inequívoca, toda la información sobre el paciente y su tratamiento desde la consulta inicial hasta la finalización del tratamiento, reduciendo la probabilidad de errores de omisión o comisión durante su completamiento, uso o revisión con ayuda de recursos “ergonómicos” incorporados al mismo	SI-038, 039, 040, 041, 042, 043, 052, 088, 093, 095, 096, 099, 100	11,02% (13)
Diseño ergonómico de la hoja de realización de la TAC	Diseño de la hoja de realización de la TAC concebido para garantizar que se registre, de forma sencilla, práctica e inequívoca, toda la información sobre el paciente y su tratamiento necesaria para la realización de la TAC y sobre los resultados de la TAC reduciendo la probabilidad de errores de omisión o comisión durante su completamiento, uso o revisión con ayuda de recursos “ergonómicos” incorporados al mismo	SI-043, 052	1,7% (2)
Apuntes en la funda de envío de la información de la TAC	Práctica utilizada en algunos servicios que consiste en resaltar en la cara anterior de la funda donde se re-envía la información resultante de la TAC los datos mas relevantes sobre el posicionamiento realizado para TAC (tipos de soportes, posición de miembros, etc) a fin de tenerlos en cuenta en las etapas siguientes de planificación y tratamiento	SI-052	0,9% (2)
Diseño ergonómico del software de transferencia de imágenes TAC al TPS	Diseño del software de transferencia de las imágenes TAC hacia el TPS que incorpora recursos “ergonómicos” para reducir la probabilidad de errores humanos durante la introducción, recepción e interpretación de datos (asociados fundamentalmente a los datos de identificación del paciente, la partida de imágenes, la orientación prono/supino, cabeza/pies, entre otros) y garantizar la transferencia inequívoca de la información	SI-052	0,9% (2)
Procesador y software del	Sistema del tomógrafo que influye en la recepción, procesamiento y	SI-054	0,9%

Denominación del RF-SI	Definición del RF-SI	Sucesos iniciadores en que interviene el RF-SI	Presencia del RF-SI en el total de iniciadores % (Número de iniciadores)
TAC	transmisión de información sobre las imágenes TAC		(2)
Bandejas de fijación de moldes	Las bandejas donde se fijan los moldes elaborados para los tratamientos pueden tener defectos de holguras que afectan la función de conformación de los bloques. La presencia de estas holguras se debe al desgaste durante su uso unido a un deficiente control anual de calidad de las mismas	SI-074	0,9% (2)
Sesión técnica de nuevos casos	Sesión técnica en la que participan oncólogos radioterapeutas, físicos médicos, dosimetrías y técnicos radioterapeutas para discutir las características del tratamiento que debe recibir el paciente a fin de que todo el equipo de radioterapia esté familiarizado con las particularidades del mismo cuando le corresponda interactuar con el caso	SI-079, 080, 081, 082, 083, 084	5,08% (6)
Comunicar al paciente no presentarse a tratamiento	Procedimiento oral que debe ejecutar el oncólogo radioterapeuta cuando decide detener o modificar el tratamiento del paciente como resultado de la evaluación semanal comunicándole al paciente no presentarse a tratamiento. Este procedimiento complementa otros procedimientos y acciones escritas u orales establecidas para estos casos	SI-088	0,9% (2)
Comunicar al físico médico detención o modificación del tratamiento de un paciente	Procedimiento oral que debe ejecutar el oncólogo radioterapeuta cuando decide detener o modificar el tratamiento del paciente como resultado de la evaluación semanal comunicándolo al físico médico a cargo. Este procedimiento complementa otros procedimientos y acciones escritas u orales establecidas para estos casos	SI-088	0,9% (2)
Comunicar al técnico radioterapeuta la detención o modificación del tratamiento de un paciente	Procedimiento oral que debe ejecutar el oncólogo radioterapeuta cuando decide detener o modificar el tratamiento del paciente como resultado de la evaluación semanal comunicándolo al técnico radioterapeuta a cargo. Este procedimiento complementa otros procedimientos y acciones escritas u orales establecidas para estos casos	SI-088	0,9% (2)
Indicación en la hoja de tratamiento del paciente sobre	Procedimiento que obliga al oncólogo radioterapeuta a indicar en la hoja de tratamiento las modificaciones al tratamiento que resulten de la evaluación	SI-088	0,9% (2)

Denominación del RF-SI	Definición del RF-SI	Sucesos iniciadores en que interviene el RF-SI	Presencia del RF-SI en el total de iniciadores % (Número de iniciadores)
modificación del tratamiento en EPDT	semanal del paciente. Este reductor de frecuencia está asociado también al diseño ergonómico de la hoja de tratamiento		
Fotografía del posicionamiento del paciente en la hoja de tratamiento	Práctica utilizada en algunos servicios de radioterapia que consiste en colocar una foto sobre el posicionamiento del paciente en un espacio habilitado para ello en su hoja de tratamiento una vez concluido la sesión inicial de tratamiento. Con este recurso se intenta reducir la probabilidad de errores al reproducir el posicionamiento en las siguientes sesiones de tratamiento	SI-093, 095, 096	2,54% (3)
Marcas del campo a tratar en la piel del paciente	Práctica utilizada en algunos servicios de radioterapia que consiste en marcar en la piel del paciente el contorno del campo a tratar una vez aprobado en la sesión inicial de tratamiento. Con este recurso se intenta reducir la probabilidad de errores al reproducir el posicionamiento en las siguientes sesiones de tratamiento	SI-093, 095, 096, 098	3,4% (4)
Orientaciones generales al paciente sobre su tratamiento (marcas) en IT	Procedimiento oral que debe ejecutar la enfermera una vez concluido la sesión inicial de tratamiento para orientar al paciente al cuidado de las marcas realizadas sobre su piel para evitar que se borren	SI-093, 095, 096, 098	3,4% (4)
Procedimiento de retirada de ST	Procedimiento que establece que el técnico radioterapeuta que acciona el temporizador mientras abandona la sala de tratamiento para iniciar una irradiación debe asegurarse que es el último en salir de la misma	SI-104, 114	1,7% (2)
Registro y verificación del software del LINAC	Sistema electrónico del LINAC que registra y verifica toda la información sobre el tratamiento administrado a un paciente	SI-109	0,9% (1)
Instrucción al paciente a mantener la posición	Procedimiento que establece que el técnico radioterapeuta debe orientar al paciente a que mantenga la posición una vez que lo ha colocado y se dispone a abandonar la sala de tratamiento para iniciar la irradiación	SI-116	0,9% (1)
Sedación del paciente	Práctica utilizada en algunos servicios que consiste en sedar previamente a pacientes que lo requieran para asegurar que no se muevan durante la administración de su tratamiento	SI-116	0,9% (1)

## APÉNDICE VI. EJEMPLO DE CÓMO DETERMINAR LAS SECUENCIAS ACCIDENTALES

En este apéndice se ejemplifica, utilizando el suceso iniciador SI-055 “Denominar erróneamente como volumen blanco clínico al volumen tumoral macroscópico delineado en el TPS por utilización errónea de siglas o código de colores convenido en el servicio”, el procedimiento seguido para determinar la frecuencia de ocurrencia de las secuencias accidentales.

### VI.1. DENOMINACIÓN DEL SUCESO INICIADOR

SI055: Denominar por error al volumen tumoral macroscópico como volumen blanco clínico en el TPS, utilizando erróneamente las siglas o el código de colores establecido en el servicio.

### VI.2. DEFINICIÓN DEL SUCESO INICIADOR

El radio oncólogo delinea correctamente el volumen tumoral macroscópico en el TPS pero lo denomina erróneamente, o utiliza una representación diferente al convenio adoptado, haciendo que pueda interpretarse como un CTV lo cual reduce la probabilidad de control de la enfermedad microscópica al aumentar la probabilidad de recidiva.

### VI.3. DIAGRAMA LÓGICO DEL ÁRBOL DE SUCESOS DEL INICIADOR

SI <sub>055</sub>	Delineación y conformación del volumen blanco de planificación (PTV) durante la planificación dosimétrica del tratamiento (PDT)	Evaluación del plan de tratamiento con el oncólogo radioterapeuta (OR) durante la PDT	# Sec	Consecuencias
	PDT-5.5	PDT-5.11		
				(1) Sin consecuencias (SC)
				(2) Sin consecuencias (SC)
				(3) Exposición accidental de un solo paciente (Z34B)

El diagrama demuestra que para este suceso iniciador existe una sola secuencia accidental que provoca la exposición accidental de un solo paciente.

### VI.4. DENOMINACIÓN DE LOS CABECEROS DEL ÁRBOL DE SUCESOS

#### *Evaluación del plan de tratamiento con el OR durante la PDT (PDT-5.11)*

Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) evalúa con el oncólogo radioterapeuta (OR) el plan de tratamiento elaborado detectando errores de dosimetría o geometría producidos en las etapas o pasos precedentes, en este caso la denominación errónea del volumen tumoral macroscópico (GTV) como volumen blanco clínico (CTV).

#### *Definición y conformación del PTV durante la PDT (PDT-5.5)*

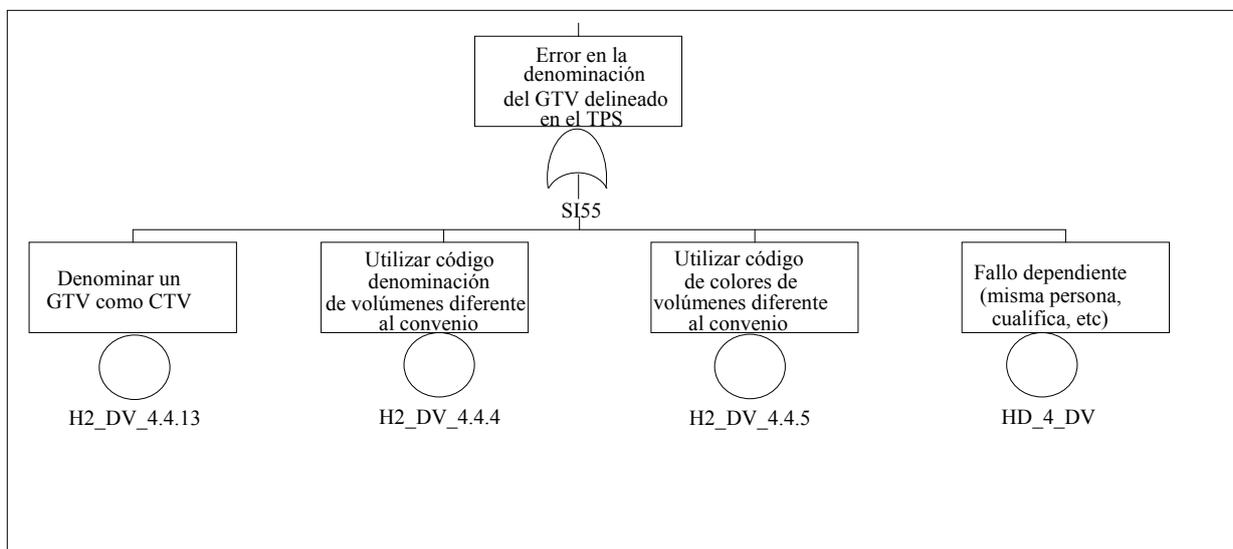
Durante la etapa de planificación dosimétrica del tratamiento (PDT) el físico médico (FM) define y conforma el volumen blanco de planificación (PTV) detectando errores de geometría

producidos en las etapas precedentes, en este caso la denominación errónea del GTV como CTV.

#### VI.5. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS CONSIDERADAS DURANTE LA ELABORACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL ÁRBOL DE SUCESOS DEL INICIADOR

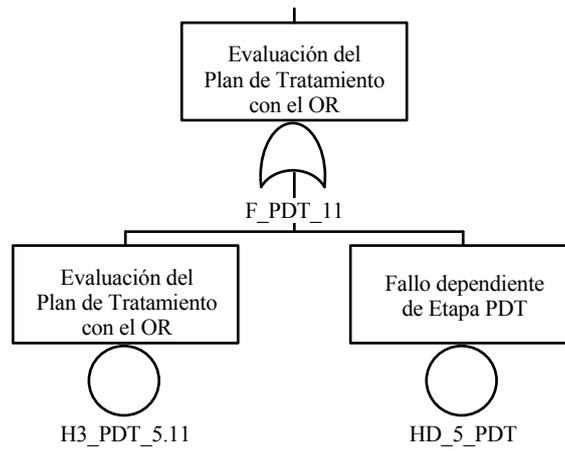
- (1) Se asume que de todas las posibilidades de denominación errónea del volumen tumoral macroscópico por oncólogo radioterapeuta la más probable sería denominarlo como volumen blanco clínico. No se da crédito a otras denominaciones erróneas.
- (2) Se asume que el físico médico puede detectar el error en la delineación y conformación del PTV durante la planificación dosimétrica del tratamiento (PTV) en el 70% de los casos, de acuerdo a su experiencia, por lo que se asume un coeficiente que reduce la efectividad (robustez) de la barrera igual a 3.7.
- (3) Se asume que durante la evaluación del plan de tratamiento por el oncólogo radioterapeuta en la planificación dosimétrica del tratamiento éste podría detectar el error en el 90% de los casos, por lo que se asume un coeficiente que reduce la efectividad (robustez) de la barrera igual a 1.9.
- (4) Se considera que la imagen portal no constituye barrera para este error ya que se compara con la DRR generada en la planificación dosimétrica del tratamiento.
- (5) No se da crédito a la evaluación del paciente durante el tratamiento como barrera para este error ya que el oncólogo radioterapeuta observará la reducción macroscópica del tumor y podría percatarse de que no está siendo tratada adecuadamente la enfermedad microscópica en el seguimiento a largo plazo e incluso no percatarse durante el tratamiento y finalizado el tratamiento se puede presentar una recidiva.

#### VI.6. ÁRBOL DE FALLOS DEL SUCESO INICIADOR

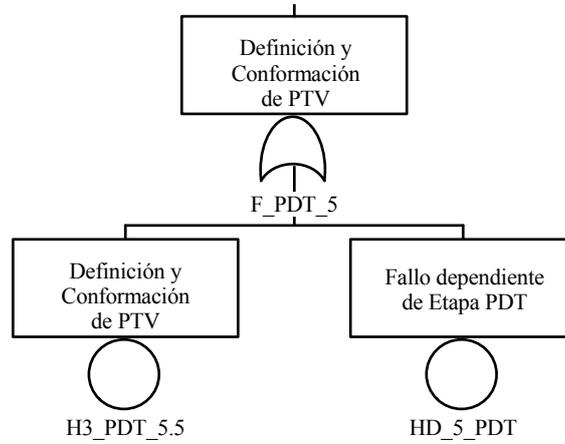


#### VI.7. ÁRBOL DE FALLOS DE LAS BARRERAS

Árbol de fallos de la barrera “Evaluación del plan de tratamiento con el oncólogo radioterapeuta durante la planificación dosimétrica del tratamiento (PDT-5.11)”



Árbol de fallos de la barrera “Definición y conformación del PTV durante la PDT (PDT-5.5)”



## **APÉNDICE VII. ANÁLISIS DE LAS INCERTIDUMBRES DEL APS**

### **VII.1. INTRODUCCIÓN**

En un estudio cuantitativo de riesgos, en general, los principales contribuyentes a las incertidumbres globales proceden de áreas en las que existen pocos datos de entrada y de aquéllas en las que predominan las incertidumbres en los modelos. Ejemplos de datos insuficientes son los de las frecuencias de errores humanos, la de los fallos interdependientes y las de fallo de software, entre otros.

El término incertidumbre se emplea para describir dos conceptos diferentes:

- variabilidad aleatoria en un parámetro.
- imprecisión en los modelos, sus parámetros o predicciones.

La distinción entre estos dos conceptos es importante para el proceso de toma de decisiones y es por ello que los análisis de incertidumbres en los estudios de riesgo incluyen ambos conceptos por separado.

Los tipos de incertidumbres que aparecen en la realización de un APS se suelen clasificar en:

- incertidumbres relacionadas con el grado de detalle del estudio.
- incertidumbres de los modelos; que proceden de las deficiencias de dichos modelos para representar la realidad.
- incertidumbres de los valores de los parámetros; que surgen de imprecisiones del proceso de estimación de los mismos.

Como buena práctica, todos los estudios de riesgos deben incluir una evaluación de las incertidumbres, y ésta puede incluir análisis cualitativos de incertidumbres, análisis cuantitativos, o combinación de ambos tipos de análisis.

Si bien en los estudios de APS realizados al sector nucleenergético, donde los estudios de APS han sido ampliamente aplicados y estandarizados, es habitual que se realicen ambos tipos de análisis de incertidumbres (cuantitativos y cualitativos) [NUREG 2300 “PRA Procedures Guide”], en los estudios de riesgo de otros sectores [NUREG/CR-6642 “Risk Analysis And Evaluation Of Regulatory Options For Nuclear Byproduct Material Systems”], [Norma UNE 150008 “Análisis y Evaluación del Riesgo Ambiental”] hasta ahora ha sido habitual realizar análisis cualitativos de incertidumbres.

Dado que el presente estudio aporta resultados numéricos y comparaciones entre éstos, se consideró imprescindible conocer las limitaciones, sobre todo a la hora de comparar valores próximos o de ordenar secuencias accidentales en razón del valor numérico de sus probabilidades, así como de dar recomendaciones sobre medidas preventivas, basadas en dichos valores numéricos. Con esta finalidad se realizó no sólo un análisis cualitativo detallado de incertidumbres sino también un análisis cuantitativo, aplicando Montecarlo, de los valores absolutos de los resultados generales del APS. Para las medidas de importancia de Fussell-Vesely y las de incremento de riesgo sólo se realizaron cálculos sencillos aproximados que permitieran, no obstante, estimar o al menos acotar, las incertidumbres.

### **VII.2. ANÁLISIS CUALITATIVO DE INCERTIDUMBRES**

#### **VII.2.1. Metodología del análisis cualitativo de las incertidumbres**

El procedimiento para llevar a cabo un estudio cualitativo de las incertidumbres, de forma sencilla y sistemática, consiste en elaborar una tabla concisa, en la que se relacionan las diferentes áreas de un APS, con las potenciales limitaciones asociadas a modelos y datos de

entrada, clasificando su impacto en los resultados. Un ejemplo es la tal como se muestra en la Tabla VII-1.

TABLA VII-1. FORMATO UTILIZADO PARA EL ANÁLISIS CUALITATIVO DE INCERTIDUMBRES

Tipo de incertidumbre:					
Nr.	Posible fuente de incertidumbre	Efecto potencial sobre el estudio	Impacto	Tratamiento dado en el estudio a la fuente de incertidumbre y medidas para minimizar el impacto de la misma	Comentarios

Donde:

Tipo de incertidumbre: Se clasifican las incertidumbres en cuatro tipos: 1) incertidumbres según el grado de profundidad del estudio; 2) incertidumbres de los modelos; 3) incertidumbres de los valores de los parámetros; y 4) aplicabilidad de los resultados del APS al caso en cuestión.

Nr.: número consecutivo de las fuentes de incertidumbres. Se utilizan dos cifras significativas: X.Y. La primera cifra (X) toma valores del 1 al 4 y coincide con el número asignado a cada tipo de incertidumbres. La segunda cifra (Y) es un número consecutivo que comienza con 1, en cada uno de los cuatro tipos de incertidumbres.

Posible fuente de incertidumbre: se analiza de manera sistemática las fuentes potenciales de incertidumbres en cada una de las etapas principales de un APS. Para garantizar la sistematicidad del estudio se incluyen todas las potenciales fuentes de incertidumbre no únicamente las principales. La importancia se destaca en la columna de *Impacto*.

Efecto potencial de la incertidumbre: se refiere a las consecuencias de la misma sobre los resultados del APS.

Impacto: la clasificación según el impacto se realiza en tres niveles:

*Bajo*: Se aplica a aquellas fuentes de incertidumbres que han sido suficientemente minimizadas en el estudio.

*Moderado*: se aplica a aquellas fuentes de incertidumbres que deben tenerse en cuenta durante la interpretación de los análisis de resultados, pero que no tienen una gran influencia en los resultados finales.

*Significativo*: se aplica a aquellas que pueden tener una elevada influencia en la interpretación de los resultados y que no se deben dejar de tenerse en consideración.

Tratamiento dado en el estudio a la fuente de incertidumbre y medidas para minimizar el impacto de la misma: en este apartado se indica de manera concisa el tratamiento dado en el estudio a la fuente de incertidumbre en cuestión, y se identifican las principales medidas adoptadas en el estudio para disminuir el impacto de la misma sobre los resultados.

Comentarios: se indica cualquier otro aspecto de interés relacionado con la fuente de incertidumbre.

En la Sección VII.2.3 se incluyen las tablas de análisis cualitativo de incertidumbres del presente estudio.

### **VII.2.2. Interpretación de los resultados indicados en las tablas análisis de incertidumbres**

La gestión de riesgos no es posible si se desconocen las incertidumbres sobre las hipótesis y estructura de los modelos, así como de los datos utilizados para la cuantificación o no están, admitidas y documentadas por los analistas. Es decir, el análisis de incertidumbres requiere de una actitud crítica con respecto al trabajo realizado y ése es el propósito de las tablas de la Sección VII.2.3.

Los resultados de las tablas del análisis de incertidumbres pueden utilizarse para:

- Analizar la validez del alcance y completitud del estudio.
- Analizar la validez y aplicabilidad de los modelos utilizados en el estudio.
- Analizar la validez y aplicabilidad de los resultados numéricos en el estudio.
- Ayudar a la toma de decisiones en materia de seguridad propuestas por el estudio.
- Priorizar nuevos proyectos y estudios dirigidos a profundizar en los aspectos metodológicos de los análisis de riesgo.

### VII.2.3. Tablas de análisis cualitativo de las incertidumbres del APS-LINAC

Tipo de incertidumbres				1. Incertidumbres por el grado de detalle del estudio		
Nr.	Posible fuente de incertidumbre	de	Efecto potencial sobre el estudio	Impacto	Tratamiento dado en el estudio a la fuente de incertidumbre y medidas para minimizar el impacto de la misma	Comentarios
1.1	Insuficiente alcance del estudio para el análisis de todas las fuentes de peligro		Es posible que otros peligros potenciales con mayor probabilidad de ocurrencia no sean gestionados por la gerencia	Bajo	En el presente estudio sólo se consideró el riesgo radiológico durante el tratamiento de radioterapia con acelerador lineal, excluyendo los riesgos por intoxicación, electrocución, impacto de objetos, etc.	Es conveniente que la gestión de riesgos del hospital incluya todos los otros posibles riesgos, tanto relacionados con otros tipos de radioterapia, rayos X diagnóstico, riesgos biológicos, etc.) El hospital también debería analizar los riesgos de intoxicación, electrocución, impacto de objetos, etc., asociados al acelerador lineal
1.2	Insuficiente completitud del estudio a todas las etapas y actividades relacionadas con el proceso de tratamiento		Si el alcance del estudio está muy limitado, éste no permitiría tomar decisiones, o la decisión adoptada respecto a una etapa del servicio de radioterapia podría tener un efecto perjudicial sobre otra etapa	Moderado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se realizó un APS al proceso de tratamiento de radioterapia con aceleradores lineales desde la etapa de prescripción clínica hasta la evaluación semanal del paciente durante el tratamiento</li> <li>- Se excluyeron del análisis aquellas acciones que constituyen decisión médica</li> <li>- También quedan fuera del estudio otras actividades importantes que aunque no forman parte del tratamiento en sí, también conllevan peligro potencial. Estas actividades son: pruebas de aceptación, de puesta en servicio,</li> </ul>	Las decisiones médicas también pueden ser fuente importante error que no están consideradas en el estudio Varias de las exposiciones accidentales ocurridas en radioterapia han ocurrido por errores iniciados en las etapas de puesta en servicio, calibración y mantenimiento. En el presente estudio se ha partido de la hipótesis de que en el servicio genérico de radioterapia ya se han aplicado medidas de seguridad para disminuir el riesgo

Tipo de incertidumbres				1. Incertidumbres por el grado de detalle del estudio			
Nr.	Posible fuente de incertidumbre	de	Efecto potencial sobre el estudio	Impacto	Tratamiento dado en el estudio a la fuente de incertidumbre y medidas para minimizar el impacto de la misma	Comentarios	
					calibración y mantenimiento.		
1.3	No inclusión de todas las personas expuestas	las	Estudio incompleto. Gestión de riesgos deficiente	Bajo	El estudio se aplicó a los pacientes, personas ocupacionalmente expuestas y público, aunque el énfasis del estudio se orientó hacia los pacientes		
1.4	Excesiva modularización de los equipos que intervienen en el proceso de tratamiento		La excesiva modularización de los equipos puede traer como consecuencia que no se analicen modos de fallos relevantes	Moderado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sólo se ha analizado en detalle el acelerador lineal. Otros equipos (sistema de planificación de tratamientos, tomógrafo computarizado de simulación) se han analizado como macro componentes</li> <li>- Aunque no se ha profundizado en las partes que conforman estos equipos, sí se han considerado los errores humanos relacionados con su manejo</li> <li>- El análisis del TPS incluyó los siguientes módulos: Registro del paciente, modelo de la unidad, módulo DICOM, adquisición de datos del paciente, modelo anatómico, PLAN, Vista 3D, histogramas</li> <li>- El análisis del TAC incluyó los siguientes módulos: Procesador y software del TAC, equipo</li> </ul>	Un estudio más detallado del TPS y TAC permitiría analizar modos de fallo más detallados y posibles dependencias y fallos causa común	

Tipo de incertidumbres				1. Incertidumbres por el grado de detalle del estudio		
Nr.	Posible fuente de incertidumbre	de	Efecto potencial sobre el estudio	Impacto	Tratamiento dado en el estudio a la fuente de incertidumbre y medidas para minimizar el impacto de la misma	Comentarios
1.5	Deficiente composición multidisciplinaria del equipo de trabajo del APS		Errores de modelación provocados por un conocimiento limitado del proceso de tratamiento, los equipos y las metodologías de APS	Bajo	<p>Manejo en el APS LINAC y medidas para minimizar el impacto de las incertidumbres:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En el APS participó un equipo multidisciplinario de expertos en las siguientes especialidades: APS, factores humanos, seguridad radiológica de práctica médica, radio oncólogos, físicos médicos, dosimetristas, técnicos radioterapeutas, suministrador de la tecnología e ingenieros de mantenimientos</li> <li>- Todos los resultados parciales, documentos e informes técnicos fueron sometidos a un sistema de revisiones cruzadas e interdisciplinarias</li> <li>- Se realizaron 6 reuniones técnicas de 1 semana de duración para analizar y discutir los resultados parciales y finales del APS</li> <li>- Cada reunión técnica se destinó a analizar un tema específico (servicio de radioterapia de referencia, análisis de los sucesos iniciadores obtenidos mediante el FMEA, análisis de los modelos de</li> </ul>	El proyecto se realizó a tiempo parcial durante 3 años

Tipo de incertidumbres				1. Incertidumbres por el grado de detalle del estudio			
Nr.	Posible fuente de incertidumbre	de	Efecto potencial sobre el estudio	Impacto	Tratamiento dado en el estudio a la fuente de incertidumbre y medidas para minimizar el impacto de la misma	Comentarios	
1.6	Información sobre el diseño de los equipos, controles, protecciones, tareas de mantenimientos, diagramas y planos, procedimientos de trabajo del proceso de tratamiento, etc, descrita en insuficiente detalle para realizar un APS		Durante esta etapa pueden acumularse indefiniciones e imprecisiones que eventualmente provoquen que los modelos de APS no simulen adecuadamente el proceso	Bajo	<p>árboles de sucesos, árboles de fallo y criterios de cuantificación, análisis de resultados de la cuantificación del APS)</p> <p>- Cada informe técnico del APS fue enviado para su revisión cruzada e interdisciplinaria 1 mes antes de realizar cada reunión técnica</p> <p>Equipo multidisciplinario de trabajo. Antes de iniciar las tareas de identificación de peligros y modelación del APS se elaboraron dos informes técnicos: uno con la descripción del proceso de tratamiento y otro sobre la descripción de los equipos con alcance suficiente para utilizarlos en el APS. Ambos informes fueron sometidos a consenso por los expertos</p>	<p>- Los equipos que se utilizan en un proceso de tratamiento pueden provenir de suministradores diferentes y el alcance de la información técnica puede ser insuficiente</p> <p>- Los procedimientos del proceso de tratamiento pueden no estar formalizados</p>	
Tipo de incertidumbres				2. Incertidumbres en los modelos de APS			
Nr.	Posible fuente de incertidumbre	de	Efecto potencial sobre el estudio	Impacto	Tratamiento dado en el estudio a la fuente de incertidumbre y medidas para minimizar el impacto de la misma	Comentarios	
2.1	Incorrecta definición de la		Posible sobreestimación o	Bajo	- En el presente estudio se consideró	- La definición de las exposiciones	

Tipo de incertidumbres				2. Incertidumbres en los modelos de APS		
Nr.	Posible fuente de incertidumbre	de	Efecto potencial sobre el estudio	Impacto	Tratamiento dado en el estudio a la fuente de incertidumbre y medidas para minimizar el impacto de la misma	Comentarios
	severidad de las consecuencias indeseadas o exposiciones accidentales	de	las subestimación del riesgo de algunos sucesos iniciadores		<p>como exposición accidental del paciente a las desviaciones en la dosis administrada de más de un 10% de la dosis total prescrita</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se separaron los iniciadores que pueden provocar exposiciones accidentales sobre un solo paciente de los iniciadores con posibles consecuencias sobre múltiples pacientes</li> <li>- No se consideraron exposiciones accidentales a aquellos incidentes que o no tienen efectos de consideración o son recuperables</li> <li>- Algunas de las secuencias identificadas fueron simuladas de forma controlada en un acelerador para determinar si podrían producir desviaciones superiores a <math>\pm 10\%</math> de la dosis prevista y el tipo de exposición accidental asociada</li> <li>- Siempre que existía más de una posibilidad, la severidad de las consecuencias se asumió para el peor caso</li> </ul>	accidentales permite un alcance suficiente para realizar un análisis sistemático y exhaustivo, sin introducir un excesivo detalle que posteriormente complicara los modelos y cuantificación del APS
2.2	Listado incompleto de sucesos iniciadores accidente	de	Omisión de secuencias de accidentales significativas	Bajo	Los métodos utilizadas para la identificación de los sucesos iniciadores fueron: a) FMEA de los equipos involucrados en el	Aunque nunca se tiene certeza de que pueda ocurrir algún suceso iniciador no considerado en el estudio, se considera que el listado utilizado es

Tipo de incertidumbres				2. Incertidumbres en los modelos de APS		
Nr.	Posible fuente de incertidumbre	Efecto potencial sobre el estudio	Impacto	Tratamiento dado en el estudio a la fuente de incertidumbre y medidas para minimizar el impacto de la misma	Comentarios	
2.3	Deficiente agrupamiento de sucesos iniciadores. Denominación imprecisa del grupo de iniciadores	Pérdida de información significativa sobre el origen de los sucesos iniciadores	Bajo	<p>tratamiento; b) FMEA sobre las tareas del proceso de tratamiento; c) sucesos iniciadores ocurridos en otras instalaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los 158 modos de fallo de equipo y 295 errores humanos iniciadores de accidente fueron agrupados en 118</li> <li>- Con el fin de no perder información significativa, para cada grupo de sucesos iniciadores se desarrolló un árbol de fallos conteniendo los principales modos de fallo o errores humanos que forman parte de dicho grupo e identificados mediante el FMEA</li> </ul>	<p>lo suficientemente completo de modo que cualquier omisión no sea significativa con respecto al total de iniciadores evaluados</p> <p>Durante el proceso de cuantificación, cada suceso básico del árbol de fallos de los iniciadores forma parte de un conjunto mínimo de fallo de las secuencias accidentales, por lo que en la práctica no se pierde información significativa</p>	
2.4	Las barreras y medidas de seguridad del proceso de tratamiento y los equipos no están establecidas sobre la base de la definición de funciones de seguridad	Dificulta la modelación de árboles de sucesos y árboles de fallo. Podría suceder que los árboles de sucesos y árboles de fallo no simulen adecuadamente la seguridad del proceso de tratamiento	Moderado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El equipo de trabajo agrupó las barreras y medidas de seguridad según los objetivos de seguridad que debían lograrse</li> <li>- Los modelos de árboles de sucesos y árboles de fallo fueron realizados durante sesiones de trabajo de los expertos de APS con los expertos del servicio de radioterapia</li> <li>- Se realizaron 2 Reuniones Técnicas de una semana de duración del equipo multidisciplinario para</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las funciones de seguridad constituyen los objetivos específicos que deben lograrse con fines de seguridad. Una función de seguridad es un propósito que debe lograrse. No es un objeto o sistema físico. Este propósito deberá ser logrado mediante las “barreras de seguridad”</li> <li>- Debe lograrse un consenso internacional sobre las funciones de seguridad que conviene que el</li> </ul>	

Tipo de incertidumbres				2. Incertidumbres en los modelos de APS		
Nr.	Posible fuente de incertidumbre	Efecto potencial sobre el estudio	Impacto	Tratamiento dado en el estudio a la fuente de incertidumbre y medidas para minimizar el impacto de la misma	Comentarios	
				analizar y discutir los modelos del APS. Previamente, con un mes de antelación, se envió un Informe técnico con todos los modelos para su revisión cruzada e interdisciplinaria	proceso de tratamiento satisfaga	
2.5	Alcance limitado del análisis de dependencias cualitativas	Pueden considerarse como independientes sucesos que realmente tengan dependencias funcionales o por equipos compartidos (o tareas compartidas)	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mediante árboles de sucesos se modelaron las dependencias funcionales</li> <li>- Las dependencias por equipos (o tareas) compartidos fueron modeladas mediante árboles de fallos y árboles de sucesos</li> <li>- Los fallos por causa común residuales fueron considerados como sucesos básicos en los modelos de árboles de fallo</li> </ul>	Se consideran fallos por causa común residual a aquellas dependencias que no pueden ser incluidas en los modelos como dependencias funcionales o por equipos compartidos. Por ejemplo si un físico médico realiza la planificación dosimétrica con el TPS y como medida de seguridad ese mismo físico realiza un cálculo manual de la planificación, entonces la probabilidad de error del cálculo manual no es completamente independiente de la realizada con el TPS, debido a que es la misma persona la que realiza ambos cálculos, con igual conocimiento y experiencia	
2.6	Alcance limitado del análisis de errores humanos (valores de barrido)	Estimaciones conservadoras de la probabilidad de error humano	Moderado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se realizó un análisis cualitativo detallado de todas las acciones humanas</li> <li>- En los modelos de árboles de sucesos y árboles de fallo se</li> </ul>	Se deben promover análisis detallados de las acciones humanas identificadas como importantes en el presente estudio	

Tipo de incertidumbres				2. Incertidumbres en los modelos de APS		
Nr.	Posible fuente de incertidumbre	de	Efecto potencial sobre el estudio	Impacto	Tratamiento dado en el estudio a la fuente de incertidumbre y medidas para minimizar el impacto de la misma	Comentarios
2.7	Durante la modelación de árboles de sucesos se comprobó que en algunas etapas y tareas del proceso de tratamiento se pueden detectar errores de etapas previas y en otras no.		Dificulta la modelación de árboles de sucesos y árboles de fallo. Podría suceder que los árboles de sucesos y árboles de fallo no simulen adecuadamente la seguridad del proceso de tratamiento	Moderado	<p>consideraron todas las acciones humanas que pueden tener lugar antes de que ocurra un suceso iniciador (acciones pre-iniciadores), después que ocurre el mismo (acciones post-iniciadores) o que pueden constituir directamente el suceso iniciador</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No se realizaron árboles de fiabilidad humana</li> <li>- En sesiones técnicas de trabajo se analizó la efectividad de la tarea para detectar errores en etapas previas</li> <li>- Se calculó la probabilidad de fallo utilizando coeficientes que evaluaban la efectividad de la tarea para cumplir funciones de seguridad</li> </ul>	<p>- La probabilidad efectiva de fallo de la barrera <math>P_{FB}</math> (Ef) se estimó a partir de:</p> $P_{FB} (Ef) = \frac{P_{FB} \times C_{ef} + 1 \times C_{inef}}{100}$ <p>Donde <math>C_{ef}</math>, es el porciento de casos para los cuáles esa tarea actúa como barrera y <math>C_{inef}</math>, es el porciento de casos para los cuáles esa tarea no actúa como barrera, es decir, su probabilidad de fallo es 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El coeficiente de reducción de robustez de la barrera (<math>K_{ef}</math>) se determinó de la forma siguiente:</li> </ul>

Tipo de incertidumbres				2. Incertidumbres en los modelos de APS		
Nr.	Posible fuente de incertidumbre	Efecto potencial sobre el estudio	Impacto	Tratamiento dado en el estudio a la fuente de incertidumbre y medidas para minimizar el impacto de la misma	Comentarios	
					$K_{ef} = \frac{P_{FB} (Ef)}{P_{FB}}$	
					Donde $P_{FB}$ : Probabilidad nominal de fallo de la barrera	
2.8	Deficiente modelación de los árboles de sucesos	Podría suceder que los árboles de sucesos no simulen adecuadamente la seguridad del proceso de tratamiento	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los expertos en APS y los expertos del servicio de radioterapia elaboraron los modelos de árboles de sucesos en sesiones de trabajo conjuntas</li> <li>- Se realizaron dos Reuniones Técnicas de una semana de duración del equipo multidisciplinario para analizar y discutir los modelos del APS. Previamente, con un mes de antelación, se envió un Informe técnico con todos los modelos para su revisión cruzada e interdisciplinaria</li> <li>- Se realizaron informes técnicos con resultados parciales de la modelación con árboles de sucesos</li> </ul>		
2.9	Deficiente modelación de árboles de fallos	Podría suceder que los árboles de fallos no incluyan todos los modos	Bajo	Revisiones cruzadas e interdisciplinarias de los modelos de árboles de fallo. Se realizaron		

Tipo de incertidumbres				2. Incertidumbres en los modelos de APS				
Nr.	Posible fuente de incertidumbre	de	Efecto potencial sobre el estudio	Impacto	Tratamiento dado en el estudio a la fuente de incertidumbre y medidas para minimizar el impacto de la misma	Comentarios		
			de fallo o errores humanos relacionados con el evento tope. Errores en el tipo de compuerta		informes técnicos con resultados parciales de la modelación con árboles de sucesos			
2.10	Errores en la determinación de las ecuaciones booleanas		Errores en los resultados de la cuantificación de la frecuencia de las exposiciones accidentales	Bajo	Revisiones cruzadas de los árboles y resultados de la cuantificación	- Ejemplos de errores podrían ser los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• utilización de compuertas lógicas equivocadas</li> <li>• conjuntos mínimos ilegales</li> </ul>		
Tipo de incertidumbres				3. Incertidumbres en los valores de los parámetros				
Nr.	Posible fuente de incertidumbre	de	Efecto potencial sobre el estudio	Impacto	Tratamiento dado en el estudio a la fuente de incertidumbre y medidas para minimizar el impacto de la misma	Comentarios		
3.1	Aplicabilidad de los datos de fiabilidad de los componentes		Incertidumbres en los resultados de la cuantificación de la frecuencia de las exposiciones accidentales	Moderado	- A falta de registro estadístico de sucesos raros, se utilizaron árboles de fallo para descomponerlos en fallos más elementales para los cuales sí se tienen datos o éstos pueden ser estimados - Se utilizan datos de fiabilidad genéricos y se toman sus valores más altos de la probabilidad de error, por lo que los resultados de son conservadores y del lado de la	- Cuando no se dispone de datos específicos, es usual que los estudios de riesgo utilicen bases de datos genéricas - Dada la carencia de datos específicos, no fue posible realizar ajustes bayesianos		

Tipo de incertidumbres				3. Incertidumbres en los valores de los parámetros		
Nr.	Posible fuente de incertidumbre	de	Efecto potencial sobre el estudio	Impacto	Tratamiento dado en el estudio a la fuente de incertidumbre y medidas para minimizar el impacto de la misma	Comentarios
3.2	Aplicabilidad de los datos de fiabilidad del software		Incertidumbres en la frecuencia de las exposiciones accidentales	Significativo	Se utilizaron valores conservadores de probabilidad de fallo del software, por lo que los resultados de la cuantificación son conservadores y del lado de la seguridad	Los equipos utilizados en radioterapia son altamente informatizados, por lo que la fiabilidad del software es un aspecto crítico para la cuantificación, sin embargo la fiabilidad de software es de reciente investigación
3.3	Aplicabilidad de los datos de probabilidades de error humano		Incertidumbres en los resultados de la cuantificación de la frecuencia de las exposiciones accidentales	Significativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se utilizaron valores de barrido para las probabilidades de error humano (0,01 para las acciones iniciadores de accidente y 0,1 para las acciones post-accidentales), por lo que los resultados son conservadores y del lado de la seguridad</li> <li>- La estimación de la frecuencia de los sucesos iniciadores se calculó como la probabilidad de error multiplicada por la frecuencia anual con que se realiza la tarea. Puesto que algunas actividades se repiten muchas veces al año (varias veces de entre miles), la frecuencia del error es altamente dependiente de la frecuencia con la que se realiza la tareas</li> <li>- Al utilizar los mismos datos de probabilidad, la frecuencia de la</li> </ul>	Los errores humanos son predominantes en el estudio

Tipo de incertidumbres				3. Incertidumbres en los valores de los parámetros		
Nr.	Posible fuente de incertidumbre	de	Efecto potencial sobre el estudio	Impacto	Tratamiento dado en el estudio a la fuente de incertidumbre y medidas para minimizar el impacto de la misma	Comentarios
3.4	Limitaciones en la estimación de las probabilidades de fallos causa común residuales	en la	Incertidumbres de la frecuencia de las exposiciones accidentales	Significativo	<p>secuencia accidental es más dependiente de los modelos y de la frecuencia de las tareas, que de la misma probabilidad de error</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se incluyó un mismo fallo de causa común residual para todos los errores originados en la misma etapa. Este fallo de causa común evalúa dependencias de la misma persona, alta carga asistencial, calificación y experiencia, etc.</li> <li>- Se utilizaron valores de barrido para estimar la probabilidad de fallo causa común residual (0,005). Estos valores elevados hacen que los resultados sean conservadores y del lado de la seguridad</li> </ul>	- Es importante que los estudios de riesgo utilicen las probabilidades de fallo condicionales que representan este tipo de fallos causa común

Tipo de incertidumbres				3. Incertidumbres en los valores de los parámetros		
Nr.	Posible fuente de incertidumbre	de	Efecto potencial sobre el estudio	Impacto	Tratamiento dado en el estudio a la fuente de incertidumbre y medidas para minimizar el impacto de la misma	Comentarios
3.5	Propagación de incertidumbres a los resultados finales	de las	Incertidumbres en los resultados de la cuantificación de la frecuencia de las exposiciones accidentales	Significativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El análisis de resultados y los histogramas de riesgos se presentan mediante valores relativos (porcentuales)</li> <li>- Esto hace que el impacto de las incertidumbres sea menor, ya que es un cociente de dos valores con similares incertidumbres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las acciones humanas, fallos por causa común y fiabilidad de software son dominantes en el estudio, por lo que el impacto de estos datos es significativo</li> <li>- La propagación de error de los datos de cuantificación puede ser superior a 1 orden de magnitud</li> <li>- En el análisis de resultados no se utilizaron los valores absolutos. No se realizaron comparaciones con otros estudios. Los valores relativos se comparan con resultados del propio APS</li> </ul>
3.6	Uso insuficiente de análisis de sensibilidad e importancia.	de	Dificulta el análisis de los resultados	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En el análisis de resultados se utilizan ampliamente las medidas de importancia</li> <li>- Se realizaron análisis de sensibilidad de barreras con los que se estudió el efecto que tiene la falta de la barrera con la consiguiente modificación de los modelos de árboles de sucesos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los análisis de sensibilidad e importancia complementan el análisis cuantitativo de incertidumbres</li> </ul>
Tipo de incertidumbres				4. Aplicabilidad de los resultados del APS		

Nr.	Posible fuente de incertidumbre	de	Efecto potencial sobre el estudio	Impacto	Tratamiento dado en el estudio a la fuente de incertidumbre y medidas para minimizar el impacto de la misma	Comentarios
4.1	Escasa garantía de calidad del APS	de	Propagación de errores a lo largo del estudio	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grupo multidisciplinario de personas</li> <li>- Revisiones cruzadas e interdisciplinarias de los reportes parciales y finales del APS</li> <li>- Documentación detallada de los modelos, hipótesis e información relevante del APS</li> <li>- Realización de encuentros técnicos del grupo multidisciplinario para analizar cada una de las etapas críticas del APS</li> </ul>	Los aplicación de criterios de garantía de calidad es necesaria en un estudio de riesgo
4.2	Aplicabilidad de los resultados	de	Toma de decisiones erróneas relacionadas con la seguridad	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El APS realizado se realizó sobre un servicio hipotético</li> <li>- Los resultados pueden ser válidos para servicios de radioterapia con similares barreras y características de tratamiento que las del servicio hipotético objeto de APS</li> <li>- Los histogramas de riesgos y análisis de resultados deben utilizarse para priorizar la utilización de medidas de seguridad, no para desatender otras áreas o etapas del proceso de tratamiento, cuya presencia ha sido parte del estudio. Si éstas se descuidan, el perfil de riesgo se modificaría y también la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los análisis de riesgos son estudios específicos cuyos resultados no deben extrapolarse mecánicamente a otros servicios de radioterapia.</li> <li>- Su mayor aplicabilidad es metodológica para propiciar que se realicen estudios específicos en servicios de tratamientos de radioterapia con LINAC</li> </ul>

Tipo de incertidumbres				4. Aplicabilidad de los resultados del APS		
Nr.	Posible fuente de incertidumbre	de	Efecto potencial sobre el estudio	Impacto	Tratamiento dado en el estudio a la fuente de incertidumbre y medidas para minimizar el impacto de la misma	Comentarios
					aplicabilidad de los resultados	

### VII.3. ESTIMACIONES CUANTITATIVAS DE LAS INCERTIDUMBRES EN LAS MEDIDAS DE FUSSEL VESELY (FV)

#### *Metodología*

El cálculo de la medida de FV para el elemento A es el cociente entre la frecuencia de los conjuntos mínimos de fallo (“cutsets”) en los que interviene A, dividida por la total.

Si denominamos:

- FV(A) a la medida FV para el elemento A
- F(A) a la frecuencia de los “cutsets” en los que interviene A
- F(Q) a la frecuencia total de todos los cutsets
- F(R) a la frecuencia del resto de los “cutsets” en los que no interviene A

Entonces, simplificando:

$$FV(A) = \frac{F(A)}{F(Q)} = \frac{F(A)}{F(A) + F(R)} = \frac{1}{1 + \frac{F(R)}{F(A)}}$$

Dado que los paquetes de software existentes no tienen la posibilidad de hacer los cálculos de las incertidumbres para las medidas de importancia, correspondientes a cualquier F(A) y cualquier F(R), se han efectuado en este estudio estimaciones cuantitativas para una tabla de valores de casos simplificados, tomando hipótesis conservadoras para las incertidumbres de F(A) y F(R).

Primero se estimaron las incertidumbres de FV para tres conjuntos de casos, en los intervalos de:

(1/2 F(A), 2F(A) ),

(1/3 F(A), 3F(A) ),

(1/4 F(A), 4F(A) ).

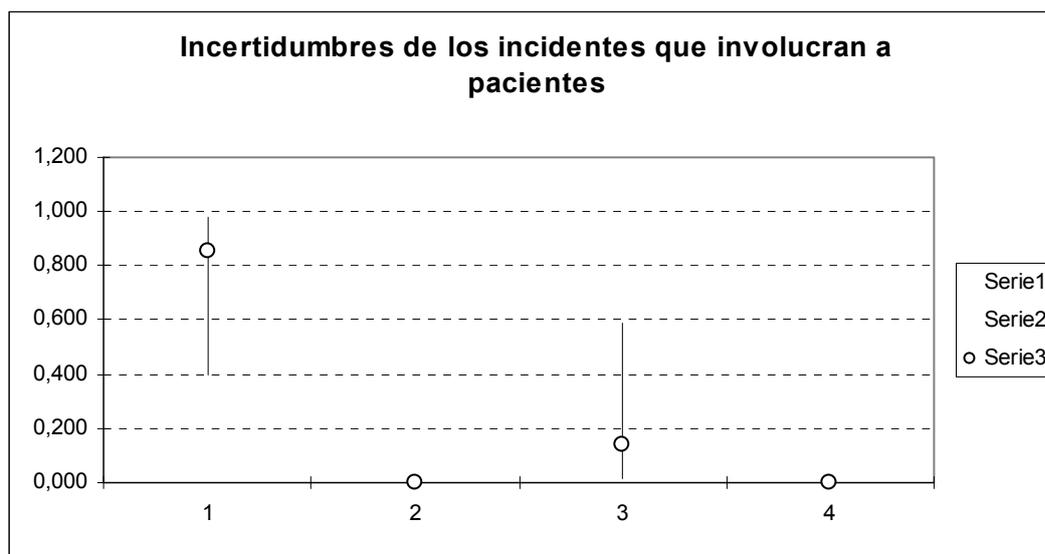
El método de cálculo utilizado consistió en calcular valores límite superior e inferior de FV a partir de los límites del intervalo de F(A) y F(R).

Con el propósito de validar las estimaciones realizadas, para cada conjunto de casos, fueron comparados los resultados de las estimaciones de incertidumbres de la medida de importancia de Fussell –Vesely con respecto a tres cálculos tipo realizados por Monte Carlo para valores absolutos: *a) Frecuencia de incidentes en pacientes, b) Frecuencia de exposiciones accidentales de múltiples pacientes, c) Frecuencia de exposiciones accidentales de un solo paciente.*

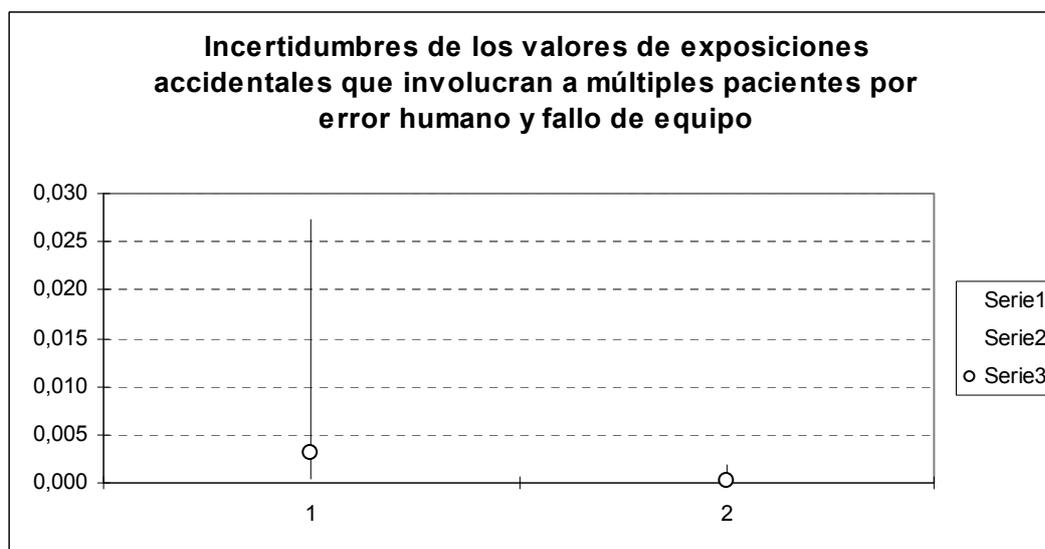
Como resultado de este análisis se comprobó que de los tres conjuntos de casos, la utilización de un factor 4 es conservadora y que el factor 3 es el que más se ajusta al estudio. A continuación se representan las tablas y gráficos de los resultados obtenidos para el Factor 3. El límite superior se ha identificado en las tablas con **M** mayúscula seguido de la magnitud en cuestión, y el límite inferior con **m** minúscula.

*Estimación de las incertidumbres de los incidentes que involucran a pacientes*

No.	Tipo de incidente	M(FV)	m(FV)	FV
1	Incidentes recuperables afectando a un solo paciente	0,982	0,400	0,857
2	Incidentes recuperables afectando a múltiples pacientes	0,006	0,00008	0,0007
3	Exposiciones accidentales de un solo paciente	0,592	0,018	0,14
4	Exposiciones accidentales de múltiples pacientes	0,029	0,0004	0,0033

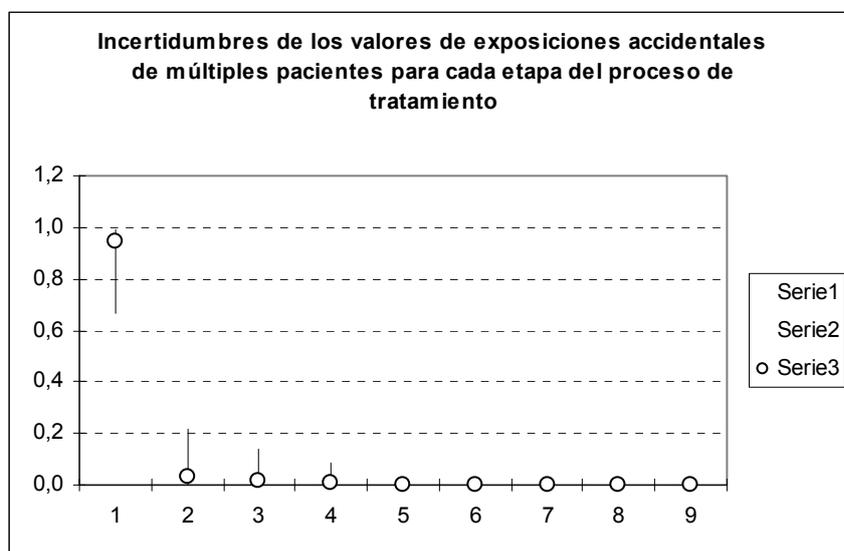


		M(FV)	m(FV)	FV
1	Exposiciones accidentales de múltiples pacientes por error humano	0,027	0,0003	0,0031
2	Exposiciones accidentales de múltiples pacientes por fallo de equipo	0,002	0,00002	0,0002



*Estimación de las incertidumbres de los valores de exposiciones accidentales de múltiples pacientes para cada etapa del proceso de tratamiento*

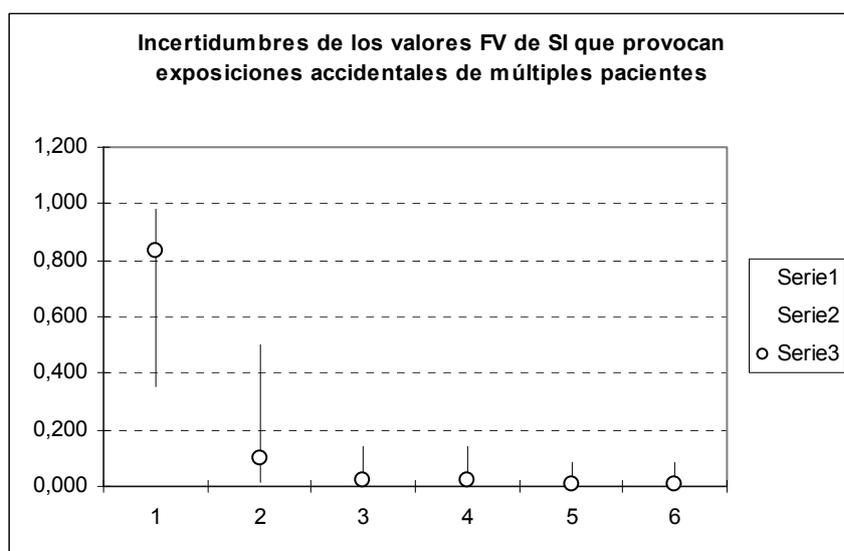
No	Etapa del proceso de tratamiento	M(FV)	m(FV)	FV
1	Planificación dosimétrica del tratamiento	0,994	0,669	0,948
2	Administración del tratamiento diario	0,218	0,003	0,03
3	Delineación de volúmenes	0,142	0,002	0,018
4	Adquisición de datos anatómicos del paciente	0,083	0,001	0,01
5	Sesión inicial de tratamiento	0,001	0,000	0,0001
6	Posicionamiento para el tratamiento diario	0,001	0,000	0,0001
7	Prescripción clínica del tratamiento	0	0	0
8	Elaboración de moldes	0	0	0
9	Revisión médica del paciente en el curso del tratamiento	0	0	0



*Estimación de las incertidumbres de los valores de importancia de FV de los sucesos iniciadores de exposiciones accidentales de múltiples pacientes*

No	Denominación del suceso iniciador	M(FV)	m(FV)	FV
SI-059 (1)	Modificar erróneamente un procedimiento de uso del sistema de planificación de tratamiento (introducir con ello un error en el cálculo de dosis o de distribución de la misma)	0,978	0,352	0,83
SI-060 (2)	Utilizar el sistema de planificación de tratamiento (TPS) con modificaciones de sus procedimientos de uso sin validación y autorización	0,500	0,012	0,10
SI-037 (3)	Producirse un fallo de software del TPS (en el módulo de registro de cada nuevo paciente y actualización de sus datos de identificación en el TPS, o en el módulo en el que se registran las unidades de tratamiento disponibles, o en el módulo de cálculo de distribución de dosis o en el módulo de histogramas de dosis y volúmenes)	0,142	0,002	0,02
SI-037	Producirse un fallo de software del TPS (módulos de importación de datos en formato DICOM, fallos en el registro	0,142	0,002	0,02

No	Denominación del suceso iniciador	M(FV)	m(FV)	FV
(4)	de un nuevo paciente y en los datos adquiridos sobre el mismo, así fallos del módulo de modelo anatómico en el que se crean conjuntos de contornos para estructuras anatómicas y regiones de interés en las imágenes procedentes del TAC)			
SI-034	Producirse un fallo del software de registro médico electrónico (electronic medical record)	0,083	0,001	0,01
(5)				
SI-036	Producirse un fallo de hardware y software del TAC o del sistema de transferencia de datos al sistema de planificación de tratamientos	0,083	0,001	0,01
(6)				

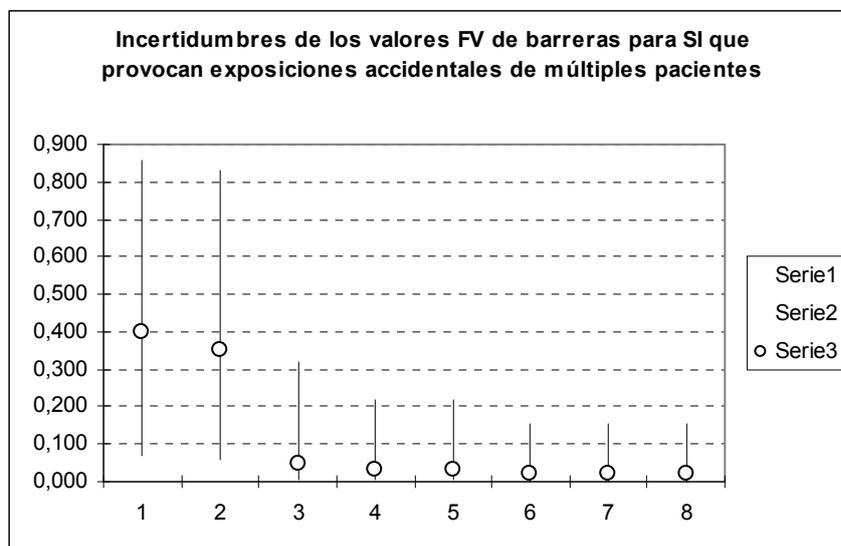


*Estimación de las incertidumbres de los valores de importancia de FV de barreras para sucesos iniciadores de exposiciones accidentales de múltiples pacientes*

#### Contribución individual

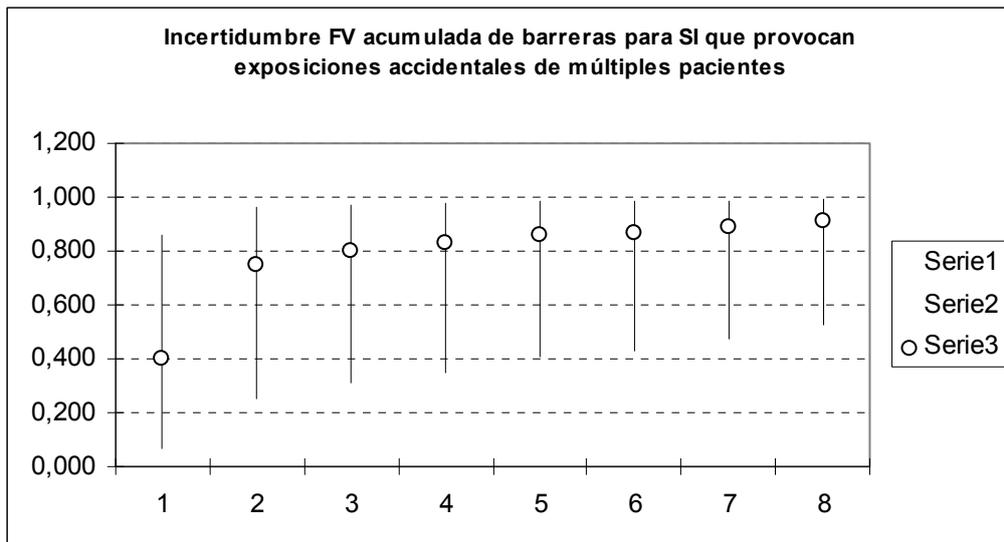
No	Denominación	M(FV)	m(FV)	FV
1	Omitir la revalidación del haz externo en el control de calidad mensual del TPS, o realizarla erróneamente	0,857	0,069	0,40
2	Omitir validar o verificar los sistemas de planificación de tratamiento después de modificar un procedimiento de uso del TPS	0,829	0,056	0,35
3	Omitir la revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento, o pasar por alto efectos anormales u otros signos externos	0,321	0,006	0,05
4	Omitir la verificación independiente de la planificación dosimétrica por otro físico médico o realizarla erróneamente	0,218	0,003	0,03
5	Omitir la observación del paciente por parte del técnico de radioterapia en el tratamiento diario o pasar por alto efectos anormales	0,218	0,003	0,03
6	Omitir la imagen portal u obtener una imagen deficiente para su propósito	0,155	0,002	0,02

No	Denominación	M(FV)	m(FV)	FV
7	Omitir o cometer un error con la dosimetría in vivo en la sesión de inicio del tratamiento	0,155	0,002	0,02
8	Omitir la evaluación de la imagen portal en la sesión inicial de tratamiento o realizarla erróneamente	0,155	0,002	0,02



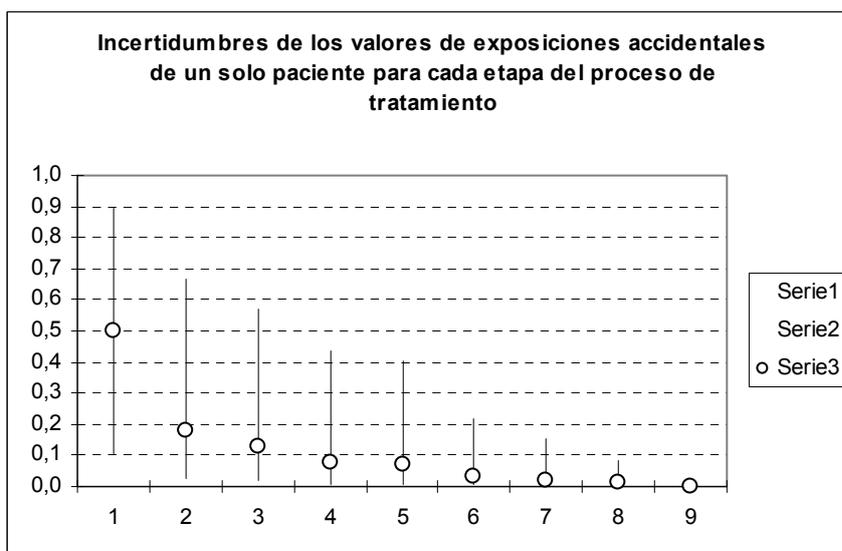
#### Contribución acumulada

No	Denominación	M(FV)	m(FV)	FVa
1	Omitir la revalidación del haz externo en el control de calidad mensual del TPS, o realizarla erróneamente	0,857	0,069	0,40
2	Omitir validar o verificar los sistemas de planificación de tratamiento después de modificar un procedimiento de uso del TPS	0,964	0,250	0,75
3	Omitir la revisión médica de control del paciente durante el curso del tratamiento, o pasar por alto efectos anormales u otros signos externos	0,973	0,308	0,80
4	Omitir la verificación independiente de la planificación dosimétrica por otro físico médico o realizarla erróneamente	0,978	0,352	0,83
5	Omitir la observación del paciente por parte del técnico de radioterapia en el tratamiento diario o pasar por alto efectos anormales	0,982	0,406	0,86
6	Omitir la imagen portal u obtener una imagen deficiente para su propósito	0,984	0,426	0,87
7	Omitir o cometer un error con la dosimetría in vivo en la sesión de inicio del tratamiento	0,986	0,473	0,89
8	Omitir la evaluación de la imagen portal en la sesión inicial de tratamiento o realizarla erróneamente	0,989	0,529	0,91



*Estimación de las incertidumbres de los valores de exposiciones accidentales de un solo paciente para cada etapa del proceso de tratamiento*

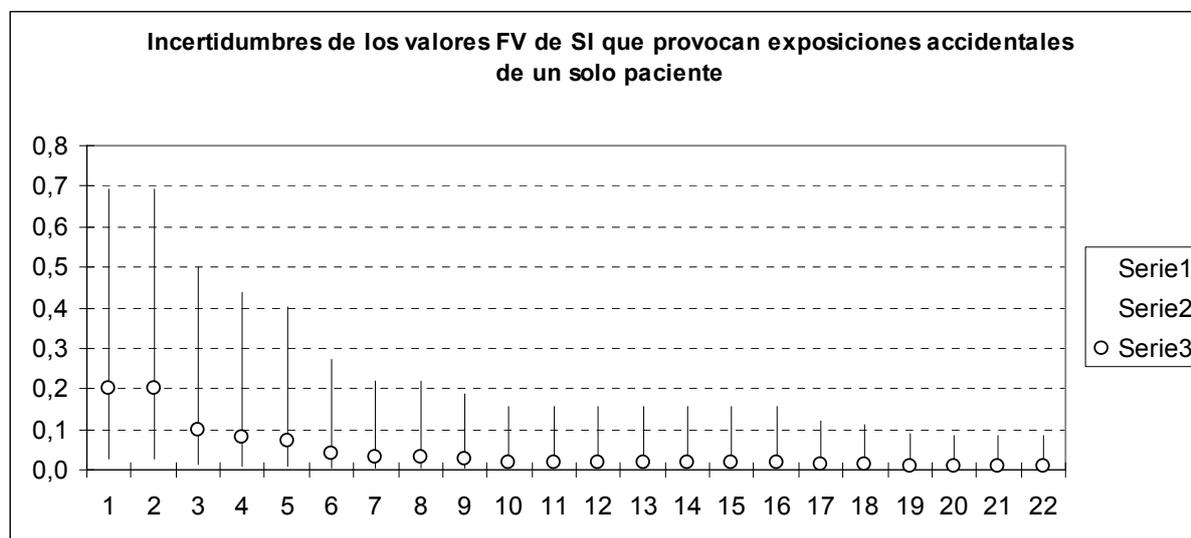
No	Etapa del proceso de tratamiento	M(FV)	m(FV)	FV
1	Delineación de volúmenes	0,900	0,100	0,50
2	Sesión inicial de tratamiento	0,664	0,024	0,18
3	Posicionamiento para el tratamiento diario	0,574	0,016	0,13
4	Administración del tratamiento diario	0,439	0,010	0,08
5	Planificación dosimétrica del tratamiento	0,404	0,008	0,07
6	Prescripción clínica del tratamiento	0,218	0,003	0,03
7	Adquisición de datos anatómicos del paciente	0,155	0,002	0,02
8	Elaboración de moldes	0,083	0,001	0,01
9	Revisión médica del paciente en el curso del tratamiento	0,026	0,000	0,003



*Estimación de las incertidumbres de los valores de importancia de FV de los sucesos iniciadores de exposiciones accidentales de un solo paciente*

No	Denominación del suceso iniciador	M(FV)	m(FV)	FV
SI-055 (1)	Denominar por error al volumen tumoral macroscópico como volumen blanco clínico en el TPS, utilizando erróneamente las siglas o el código de colores establecido en el servicio	0,692	0,027	0,20
SI-056 (2)	Denominar por error al volumen blanco clínico como volumen tumoral macroscópico en el TPS, utilizando erróneamente las siglas o el código de colores establecido en el servicio	0,692	0,027	0,20
SI-099 (3)	Omitir la colocación de bolus o colocar el bolus erróneo	0,500	0,012	0,10
SI-086 (4)	Moverse el paciente mientras se revela y analiza la imagen portal en la sesión inicial de tratamiento	0,439	0,010	0,08
SI-057 (5)	Omitir la denominación de uno o varios volúmenes blancos clínicos secundarios en el TPS	0,404	0,008	0,07
SI-117 (6)	Movimiento significativo (observable) del paciente durante la administración del tratamiento	0,273	0,005	0,04
SI-058 (7)	Omitir la denominación de uno, varios o todos los órganos de riesgo en el TPS	0,218	0,003	0,03
SI-088 (8)	No ejecutar las modificaciones al plan de tratamiento prescritas por el radio oncólogo, por ejemplo, al efectuar una de las revisiones médicas de control del paciente	0,218	0,003	0,03
SI-080 (9)	Ubicar erróneamente el isocentro (falta de coincidencia de los tres sistemas de referencia (TAC-LINAC-TPS) en la sesión inicial de tratamiento isocéntrico	0,188	0,003	0,025
SI-076 (10)	Introducir en el ordenador de control valores erróneos del “punto de control de dosis” que se selecciona para que el acelerador emita un aviso de final del tratamiento	0,155	0,002	0,02
SI-079 (11)	Colocar erróneamente al paciente en la mesa de tratamiento para la sesión de inicio del tratamiento	0,155	0,002	0,02
SI-116 (12)	Movimiento leve (no observable) del paciente durante la administración del tratamiento	0,155	0,002	0,02
SI-069 (13)	Omitir la evaluación dosimétrica y geométrica del impacto global de todos los haces, o cometer un error al hacerla	0,155	0,002	0,02
SI-065 (14)	Conformar un volumen de tratamiento erróneo, debido a introducir un error con el ángulo del colimador	0,155	0,002	0,02
SI-063 (15)	Seleccionar una energía de haz diferente a la prescrita, al efectuar la planificación dosimétrica del tratamiento	0,155	0,002	0,02

No	Denominación del suceso iniciador	M(FV)	m(FV)	FV
SI-040 (16)	Omitir la marca de los puntos de referencia de la TAC de simulación sobre la piel del paciente	0,155	0,002	0,02
SI-075 (17)	Denominar de manera imprecisa o errónea, los volúmenes de tratamiento, fases del mismo, fracciones y campos al editar la hoja de tratamiento electrónica. Esto suele denominarse “edición del caso” y se lleva a cabo en el ordenador de control antes de la sesión inicial de tratamiento y es particularmente importante si se utiliza un TPS de un fabricante diferente al del acelerador	0,121	0,002	0,015
SI-039 (18)	Indicar en la hoja de tratamiento un valor de dosis total de tratamiento (DTT), diferente del de la intención médica	0,113	0,002	0,014
SI-042 (19)	Omitir el valor de la dosis máxima para órganos de riesgo (OAR), o poner un valor erróneo en la hoja de tratamiento	0,091	0,001	0,011
SI-081 (20)	Ubicar erróneamente la entrada del haz del campo en tratamientos no isocéntricos (DFS=constante), en la sesión inicial de tratamiento	0,083	0,001	0,01
SI-108 (21)	Administrar tratamiento irradiando con el acelerador en régimen no clínico	0,083	0,001	0,01
SI-107 (22)	Administrar erróneamente un campo de tratamiento dos veces en una sesión de tratamiento	0,083	0,001	0,01

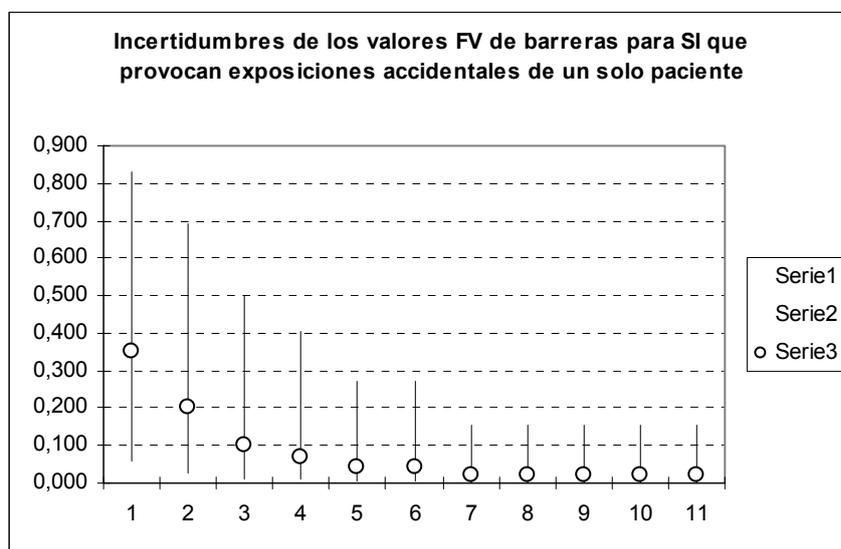


*Estimación de las incertidumbres de los valores de importancia de FV de barreras para sucesos iniciadores de exposiciones accidentales de múltiples un solo pacientes*

#### Contribución individual

No	Denominación	M(FV)	m(FV)	FV
1	Fallar la dosimetría en vivo, tal como omitirla, producirse un fallo o desajuste de los dosímetros que invalide su calibración	0,829	0,056	0,35

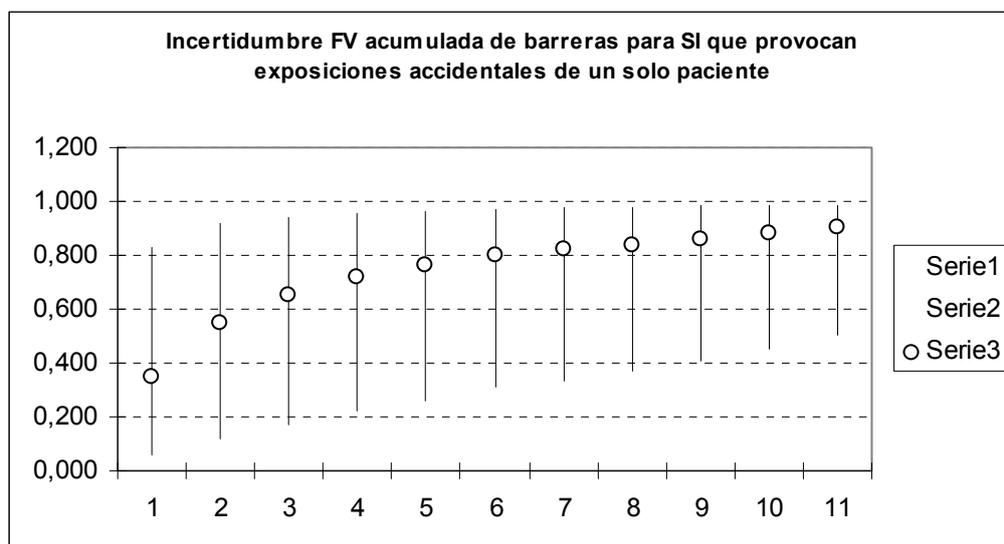
No	Denominación	M(FV)	m(FV)	FV
2	Omitir las revisiones médicas de control del paciente en el curso del tratamiento o pasar por alto efectos anómalos	0,692	0,027	0,20
3	No detectar errores de la etapa de delineación de volúmenes al delinear y conformar el volumen blanco (PTV) durante la planificación del tratamiento	0,500	0,012	0,10
4	Evaluar incorrectamente y aprobar el plan de tratamiento por parte del físico y el radio oncólogo	0,404	0,008	0,07
5	Cometer errores con la hoja de tratamiento propiciados por su diseño deficiente, desde el punto de vista ergonómico	0,273	0,005	0,04
6	Omitir la verificación del posicionado diario del paciente con respecto a la fotografía de posicionado ubicada en la hoja de tratamiento	0,273	0,005	0,04
7	Cometer un error al verificar la distancia de la fuente a la superficie en la sesión inicial de tratamiento	0,155	0,002	0,02
8	Omitir la imagen portal periódica o cometer un error al evaluarla	0,155	0,002	0,02
9	Omitir la reunión de nuevos pacientes o cometer errores y malentendidos en la misma	0,155	0,002	0,02
10	Omitir la colocación de la fotografía de posicionamiento en la hoja de tratamiento en la sesión de inicio o poner una fotografía cuya calidad es insuficiente para una buena identificación	0,155	0,002	0,02
11	Omitir la activación del enclavamiento por software de la continuación del tratamiento, una vez que el radio oncólogo decide modificarlo y, por tanto debería impedirse la continuación del anterior	0,155	0,002	0,02



#### Contribución acumulada

No	Denominación	M(FV)	m(FV)	FVa
1	Fallar la dosimetría en vivo, tal como omitirla, producirse un fallo o desajuste de los dosímetros que invalide su calibración	0,829	0,056	0,35

No	Denominación	M(FV)	m(FV)	FVa
2	Omitir las revisiones médicas de control del paciente en el curso del tratamiento o pasar por alto efectos anómalos	0,917	0,120	0,55
3	No detectar errores de la etapa de delineación de volúmenes al delinear y conformar el volumen blanco (PTV) durante la planificación del tratamiento	0,944	0,171	0,65
4	Evaluar incorrectamente y aprobar el plan de tratamiento por parte del físico y el radio oncólogo.	0,959	0,222	0,72
5	Cometer errores con la hoja de tratamiento propiciados por su diseño deficiente, desde el punto de vista ergonómico	0,966	0,260	0,76
6	Omitir la verificación del posicionado diario del paciente con respecto a la fotografía de posicionado ubicada en la hoja de tratamiento	0,973	0,308	0,80
7	Cometer un error al verificar la distancia de la fuente a la superficie en la sesión inicial de tratamiento	0,976	0,336	0,82
8	Omitir la imagen portal periódica o cometer un error al evaluarla	0,979	0,368	0,84
9	Omitir la reunión de nuevos pacientes o cometer errores y malentendidos en la misma	0,982	0,406	0,86
10	Omitir la colocación de la fotografía de posicionamiento en la hoja de tratamiento en la sesión de inicio o poner una fotografía cuya calidad es insuficiente para una buena identificación	0,985	0,449	0,88
11	Omitir la activación del enclavamiento por software de la continuación del tratamiento, una vez que el radio oncólogo decide modificarlo y, por tanto debería impedirse la continuación del anterior	0,988	0,500	0,90



#### VII.4. RECOMENDACIÓN DERIVADA DEL CÁLCULO DE LAS INCERTIDUMBRES FV

Dado que este cálculo simplificado es inevitablemente conservador, se recomienda como tarea de seguimiento posterior, el efectuar un cálculo más realista a base de simular la FV por método de Monte Carlo, en lugar de los cálculos basados en los límites del intervalo.

##### *Estimaciones cuantitativas de las incertidumbres en el factor de incremento del riesgo (FV)*

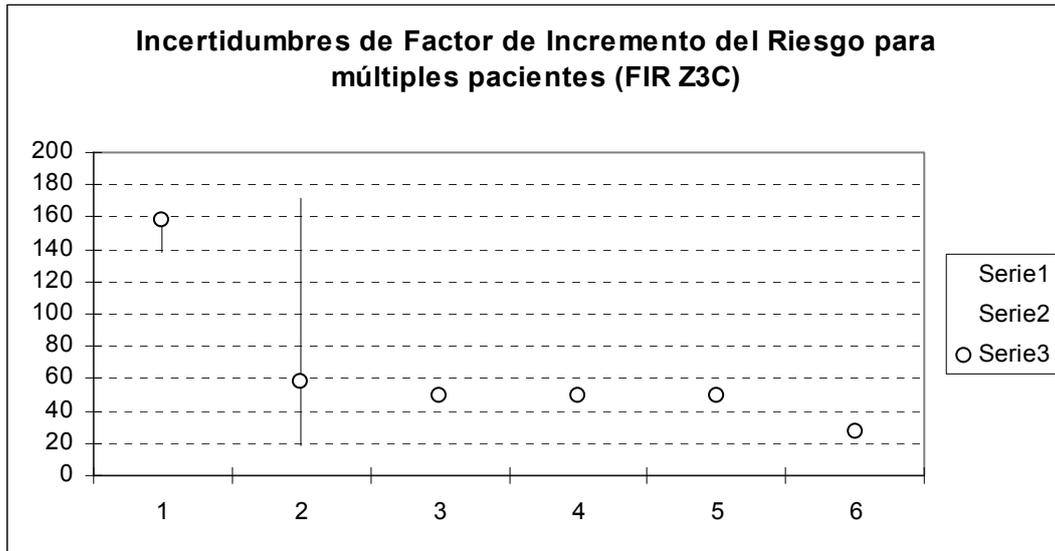
Para estimar las incertidumbres del factor de incremento del riesgo se ha realizado un análisis de sensibilidad basado en el siguiente procedimiento:

- Modificar la probabilidad de fallo del suceso básico a sus valores extremos, según el Factor de Error que le corresponda.
- Recalcular la frecuencia de exposiciones accidentales de múltiples pacientes o de un solo paciente según sea el caso.
- Analizar la variabilidad del factor de incremento del riesgo para cada caso.

Los resultados del análisis se muestran en las siguientes tablas y gráficos.

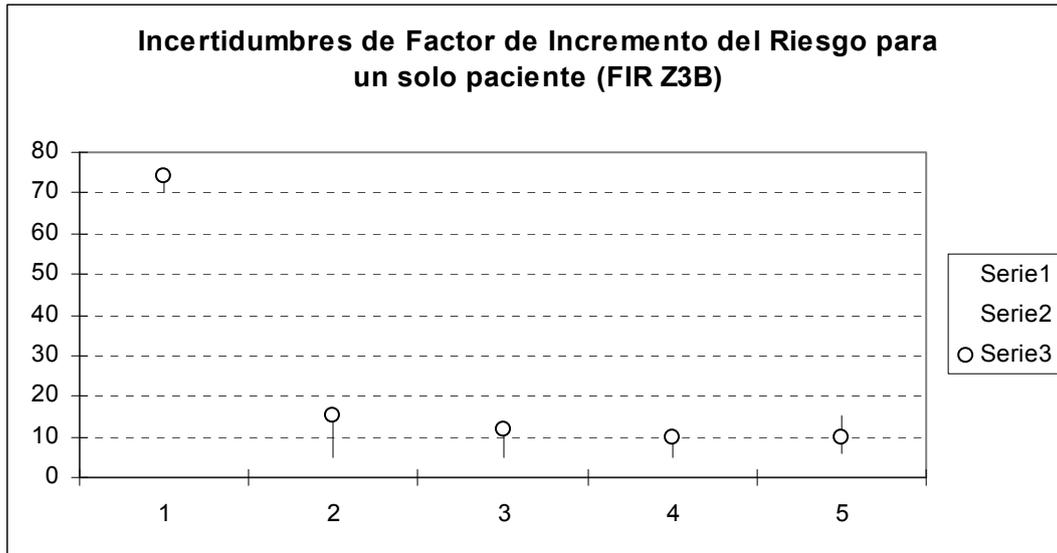
##### *Estimación de las incertidumbres de los valores de importancia de incremento del riesgo para exposiciones accidentales de múltiples pacientes*

Denominación del suceso	FIR MAXIMO		FIR MINIMO		FIR BASICO	
	Prob	FIR	Prob	FIR	Prob	FIR
Producirse un fallo del sistema de control del cabezal de irradiación del acelerador (software o circuitos electrónicos)	1,00E-06	161	1,00E-03	138	1,00E-04	158
Modificar un procedimiento de uso del TPS, de manera escrita o no escrita	1,00E-04	172	1,00E-01	19	1,00E-02	58
Producirse un fallo del software del LINAC al importar datos en formato DICOM	1,00E-06	52	1,00E-03	49	1,00E-04	50
Producirse un fallo del sistema de registro y verificación por software	1,00E-06	52	1,00E-03	49	1,00E-04	50
Producirse un fallo del software al transferir datos del TPS al LINAC para ejecutar el tratamiento	1,00E-06	52	1,00E-03	49	1,00E-04	50
Producirse un fallo de software del TPS	1,00E-06	28	1,00E-03	27	1,00E-04	27



*Estimación de las incertidumbres de los valores de importancia de incremento del riesgo para exposiciones accidentales de un solo paciente*

Denominación del suceso	FIR MAXIMO		FIR MINIMO		FIR BASICO	
	Prob	FIR	Prob	FIR	Prob	FIR
No existir (o fallar) el sistema de registro y verificación	1,00E-06	76	1,00E-03	70	1,00E-04	74
Moverse significativamente el paciente antes del tratamiento (movimiento suficiente para ser observable)	1,00E-04	13	1,00E-01	5	1,00E-02	15
Omitir la verificación de la fotografía de posicionamiento en hoja de tratamiento	1,00E-04	12	1,00E-01	5	1,00E-02	12
Estar ausente el técnico de radioterapia durante la sesión de inicio del tratamiento.	1,00E-04	12	1,00E-01	5	1,00E-02	10
Omitir el bolus/compensador al posicionar al paciente para el tratamiento diario o poner otro bolus por equivocación	1,00E-04	15	1,00E-01	6	1,00E-02	10



## VII.5. ESTIMACIONES CUANTITATIVAS DE LAS INCERTIDUMBRES EN EL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE BARRERAS

Para estimar las incertidumbres del análisis de sensibilidad de barreras se ha seguido el siguiente procedimiento:

- Mediante Monte Carlo se calcularon las incertidumbres de la Frecuencia anual de exposición accidental de las secuencias en las que se encontraba presente la barrera
- Los percentiles del factor  $S$  se estimaron utilizando la ecuación del análisis de sensibilidad de barreras:

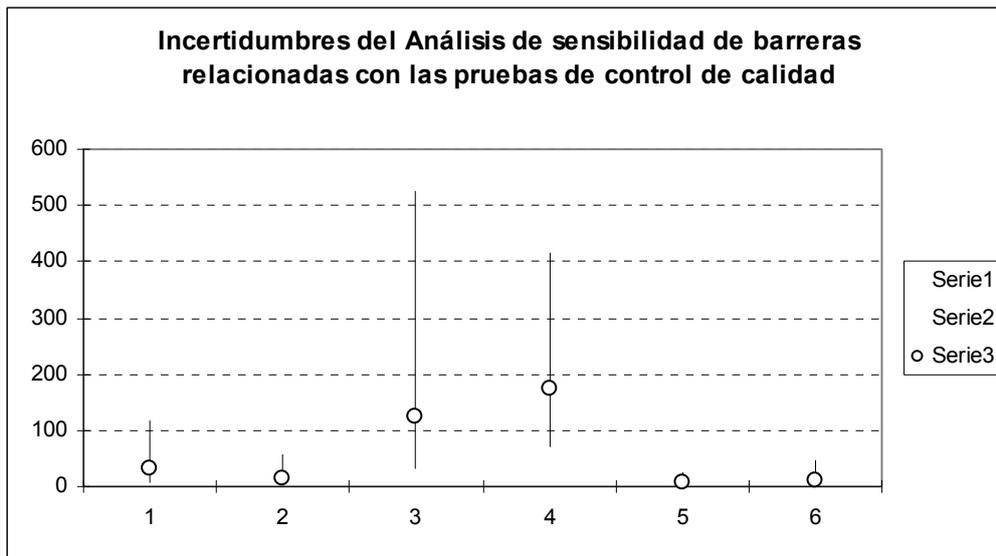
$$S = \frac{FSI_{Sinbarrera}}{FSI_{conbarrera}}$$

Donde:  $FSI con barreras$  es la frecuencia anual de exposición accidental de las secuencias en las que se encontraba la barrera y  $FSI sin barreras$  es la frecuencia de exposiciones accidentales de las secuencias sin la barrera

Los resultados del análisis se muestran en las siguientes tablas y gráficos.

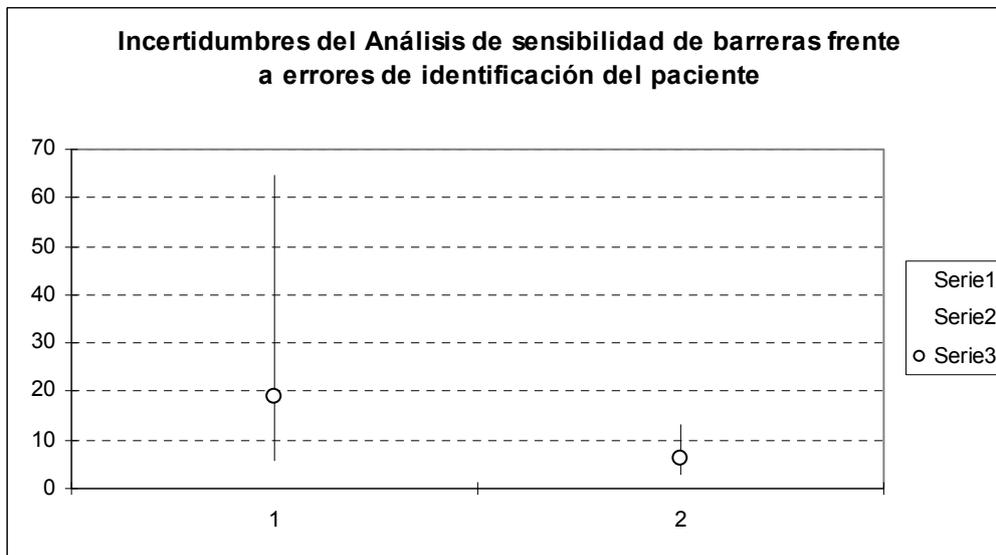
### *Barreras relacionadas con las pruebas de control de calidad*

Denominación de la barrera	MS	mS	S
Pruebas dosimétricas de control de calidad	119	8	31
Pruebas mecánicas de control de calidad	56	4	15
Pruebas de control de calidad del telémetro	525	30	126
Pruebas de control de calidad de los luces de localización láser	415	72	173
Pruebas de control de calidad del TPS	24	3	8
Verificación del TPS tras modificaciones o mejoras	45	2	10



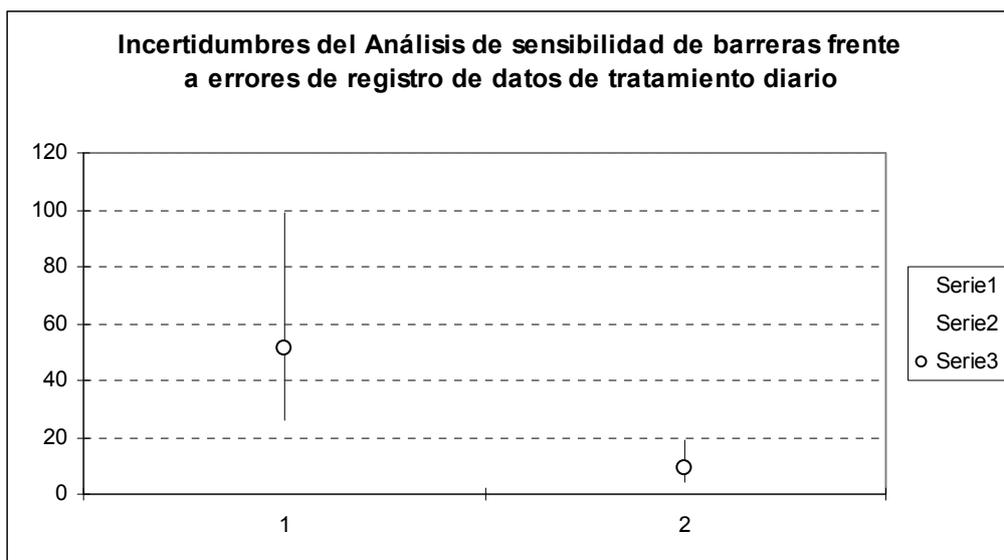
*Barreras frente a errores de identificación del paciente*

Denominación de la barrera	MS	mS	S
Fotografía del paciente en la hoja de tratamiento	65	6	19
Dato identificador (ID, código, etc.) en la hoja de tratamiento	13	3	6



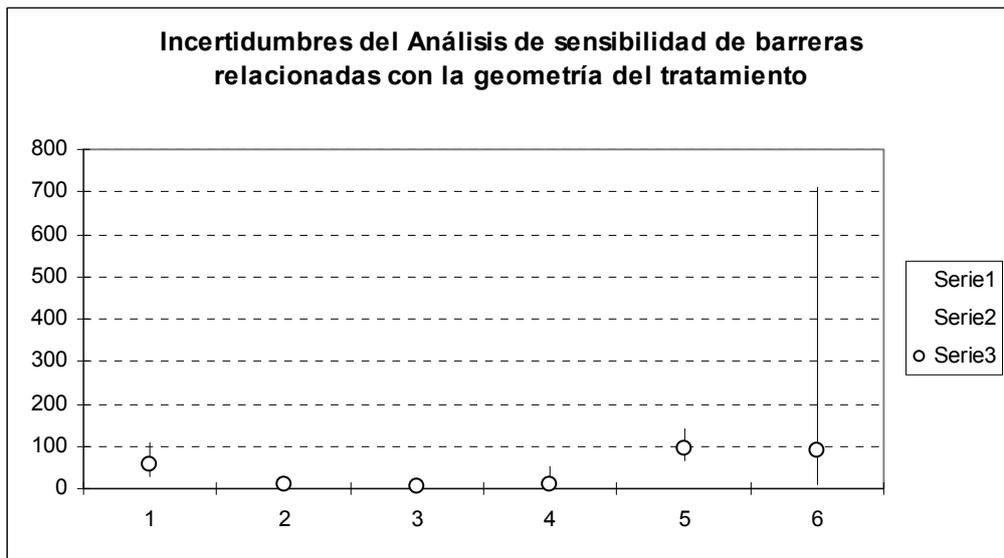
*Barreras frente a errores de registro de datos de tratamiento diario*

Denominación de la barrera	MS	mS	S
Impresión diaria de la hoja de sesión de tratamiento	99	26	51
Registro redundante e independiente del realizado por la máquina del tratamiento administrado diariamente	19	4	9



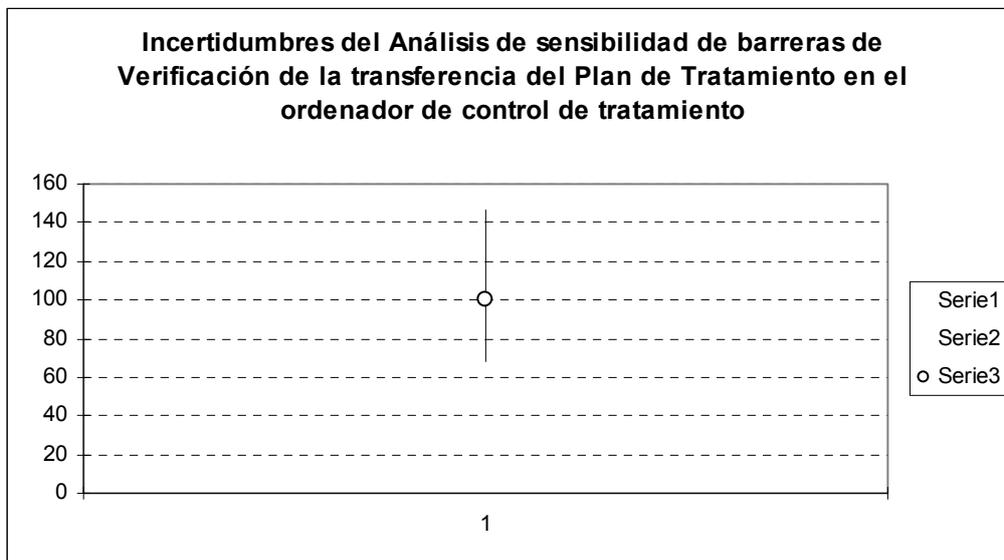
*Barreras relacionadas con la geometría del tratamiento*

Denominación de la barrera	MS	mS	S
Verificación de la coincidencia del campo luminoso con marcas en piel del paciente, en el posicionado para el tratamiento diario	107	29	56
Ubicación del isocentro durante la sesión de sesión inicial de tratamiento	27	5	11
Marcar el campo en la piel del paciente durante la sesión inicial de tratamiento	22	2	7
Verificación de la geometría en la sesión de inicio del tratamiento	50	2	10
Verificación del colimador multiláminas en pantalla en la sesión inicial del tratamiento	139	65	95
Verificación de distancia fuente superficie mediante el telémetro	709	11	90



*Barrera relacionada con la interfase TPS - acelerador lineal*

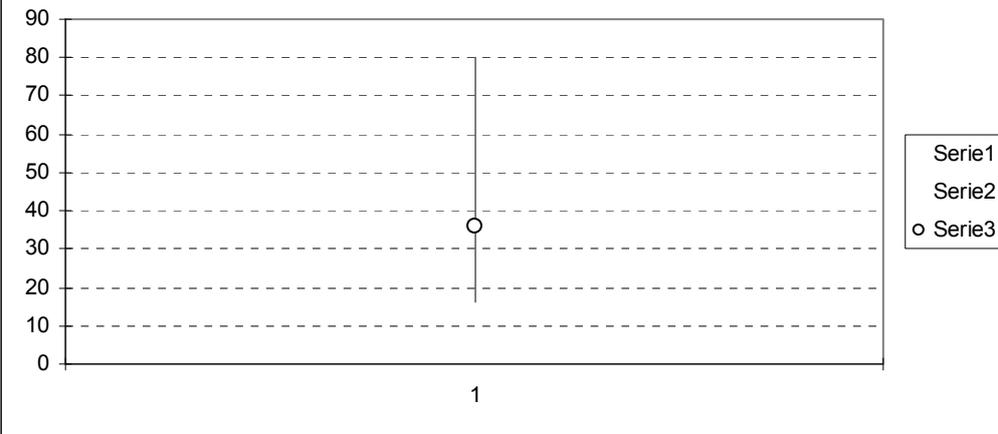
Denominación de la barrera	MS	mS	S
Verificación de la transferencia del plan de tratamiento en el ordenador de control de tratamiento	146	68	100



*Barrera relacionada con la observación del paciente*

Denominación de la barrera	MS	mS	S
Visualización por monitor de TV	80	16	36

**Incertidumbres del Análisis de sensibilidad de barreras relacionadas con la observación del paciente**



## REFERENCIAS

- [1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Sobreexposición accidental de pacientes de radioterapia en San José (Costa Rica), OIEA, Viena (1999).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Lessons Learned from Accidental Exposures in Radiotherapy, Safety Reports Series No. 17, IAEA, Vienna (2000).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Investigation of an Accidental Exposure of Radiotherapy Patients in Panama, IAEA, Vienna (2001).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in Samut Prakarn, IAEA, Vienna (2002).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Accidental Overexposure of Radiotherapy Patients in Bialystok, IAEA, Vienna (2004).
- [6] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Prevention of Accidental Exposure to Patients Undergoing Radiation Therapy, ICRP Publication 86. Annals of the ICRP 30 (3), Pergamon Press, Oxford (2002).
- [7] HOLMBERG, O., McCLEAN, B., Preventing treatment errors in radiotherapy by identifying and evaluating near-misses and actual incidents, *Journal of Radiotherapy in Practice* 3 (2002) 13–25.
- [8] WILLIAMS, M.V., Improving patient safety in radiotherapy by learning from near-misses, incidents and errors, *British Journal of Radiology* 80(953) (2007) 297–301.
- [9] ALBERTA HERITAGE FOUNDATION FOR MEDICAL RESEARCH, A reference guide for learning from incidents in radiation treatment: HTA Initiative #22 (2006) (<http://www.ihe.ca/documents/hta/HTA-FR22.pdf>, accessed 27 July 2008).
- [10] BARACH, P., SMALL, S.D., Reporting and preventing medical mishaps: lessons from non-medical near miss reporting systems, *British Medical Journal* 320 (2000) 759–763.
- [11] RADIATION ONCOLOGY SAFETY INFORMATION SYSTEM, ROSIS database: a voluntary safety reporting system for Radiation Oncology ([www.rosis.info](http://www.rosis.info)).
- [12] WORLD HEALTH ORGANIZATION, Radiotherapy Risk Profile WHO/IER/PSP/2008.12, Geneva (2008).
- [13] COX, S., TAIT, R., Safety, Reliability and Risk Management, Butterworth–Heinemann, Oxford, UK (1998).
- [14] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Relative Risk Analysis in Regulating the Use of Radiation–Emitting Medical Devices, A preliminary Application, NUREG/ CR –6323 UCRL-ID-120051, USA (1995).
- [15] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, A Workshop on Developing Risk Assessment Methods for Medical Use of Radioactive Material, NUREG/CP –0144 INEL-94/ 0111, USA (1995).
- [16] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Human Factor Evaluation of Teletherapy, NUREG/ CR-6277, USA (1995).
- [17] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Human Factor Evaluation of Remote Afterloading Brachytherapy, NUREG/ CR-6125 (1995).
- [18] HENRIKSEN, K.R.D., JONES, R.E., MORISSEAU, D.S., PERSENSKY, J.J., “Na Examination of Human Factor in External Beam Radiation Therapy: Findings and Implications, Proceedings of the U.S. Nuclear Regulatory Commission Twenty - First Water Reactor Safety Information Meeting, Washington, DC: U.S. Government Printing Office (1994).
- [19] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Case studies in the Application of Probabilistic Safety Assessment Techniques to Radiation Sources, IAEA-TECDOC-1494, IAEA, Vienna (2006).

- [20] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Protection from Potential Exposure: Application to selected radiation sources, ICRP Publication 76, Annals of the ICRP 27(2), Pergamon Press, Oxford (1997).
- [21] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Procedures for Conducting Probabilistic Safety Assessment of Nuclear Power Plants (Level 1), IAEA Safety Series No. 50-P-4, IAEA, Vienna (1992).
- [22] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, ORGANISMO INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, AGENCIA DE LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Normas Internacionales Básicas de Seguridad para la Protección contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de Fuentes de Radiación, Colección de Seguridad nº 115, OIEA, Viena (1996).
- [23] THOMADSEN B., LIN, S-W., LAEMMRICH, P., WALLER, S., CHENG, A., CALDWELL, B., RANKIN, R., STITT, J., Analysis of treatment delivery errors in brachytherapy using formal risk analysis techniques, *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* **57** (2003) 1492–1508.
- [24] CENTRO NACIONAL DE SEGURIDAD NUCLEAR, Informe Técnico del Análisis Probabilista de Seguridad al Proceso de Tratamiento con Cobalto-terapia, CNSN-APS Co, Cuba (2003).
- [25] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA), Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale, IEC Standard, Publication 812, First edition, Geneva (1985).
- [26] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Generic Component Reliability Data for Research Reactor PSA, IAEA-TECDOC-930, IAEA, Vienna (1997).
- [27] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Component Reliability Data for use in Probabilistic Safety Assessment, IAEA-TECDOC-478, IAEA, Vienna (1988).
- [28] US DEPARTMENT OF ENERGY, Hazard and Barrier Analysis Guidance Document, EH-33 Office of Operating Experience Analysis and Feedback, Department of Energy, USA, (1996).
- [29] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Human Reliability Analysis in Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants: A Safety Practice, IAEA Safety Series No. 50-P-10, IAEA, Vienna (1996).
- [30] US NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Good practices for implementing Human Reliability Analysis (HRA), Final Report, NUREG 1792, EEUU (2005).
- [31] ELECTRICAL POWER RESEARCH INSTITUTE, Systematic Human Action Reliability Procedure (SHARP), EPRI NP 3583, EEUU (1984).
- [32] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, Medical Accelerator Safety Considerations, Medical Physics (Report No. 56, Vol 20, Issue 4,) (1993).
- [33] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Determining the Quality of Probabilistic Safety Assessment (PSA) for Applications in Nuclear Power Plants, IAEA-TECDOC-1511, IAEA, Vienna (2006).
- [34] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Commissioning and Quality Assurance of Computerized Planning Systems for Radiation Treatment of Cancer, Technical Reports Series No. 430, IAEA, Vienna (2004).
- [35] SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FÍSICA MÉDICA, Protocolo para el Control de la Calidad en sistemas de Planificación de Terapia con Radiaciones Ionizantes, SEFM, España (2005).

- [36] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, General requirements for safety – collateral standard: programmable electrical medical systems, IEC standard medical electric equipment (Part 1-4), IEC, Geneva.
- [37] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, Functional safety of electrical/electronic/ programmable electrical systems, parte 3 “Software Requirements”, IEC Standard, IEC 61508, IEC, Geneva.
- [38] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Review of Probabilistic Safety Assessments by Regulatory Bodies, IAEA Safety Reports Series No. 25, IAEA, Vienna (2002).
- [39] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Terminología utilizada en Seguridad Nuclear y Protección Radiológica, Glosario de Seguridad, OIEA, Viena (2007).
- [40] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Preventing Accidental Exposures from New External Beam Radiation Therapy Technologies. ICRP Publication 112. Annals of the ICRP 39 (4), Pergamon Press, Oxford (2010).

## **ANEXO**

### **RELACIÓN DE INFORMES TÉCNICOS DEL APS**

A continuación se indican los títulos de los informes técnicos detallados que se generaron en el estudio:

- (1) P1\_RT\_01\_2006 “Descripción del Acelerador Lineal y otros equipos asociados al tratamiento”.
- (2) P1\_RT\_02\_2006 “Descripción de los Procesos Asociados al Tratamiento de Radioterapia con LINAC”.
- (3) P1\_RT\_03\_2006 “Análisis de Modos y Efectos de Fallo (FMEA) del LINAC y otros equipos asociados al tratamiento”.
- (4) P1\_RT\_04\_2006 “Análisis de Modos y Efectos de Fallo Humano (FMEA-Humano) del Proceso de Tratamiento con LINAC y de los Procesos de chequeos periódicos, mantenimientos y calibraciones de equipos y sistemas para su uso clínico”.
- (5) P1\_RT\_05\_2007 “Cuantificación del APS-RT- LINAC”.
  - P1\_RT\_05\_2007 Parte 5\_1 “Modelos de Árboles de Sucesos”.
  - P1\_RT\_05\_2007 Parte 5\_2 “Resultados de la cuantificación de los sistemas y etapas del proceso de tratamiento con LINAC”.
  - P1\_RT\_05\_2007 Parte 5\_3 “Árboles de Fallo de Sucesos Iniciadores”.
  - P1\_RT\_05\_2007 Parte 5\_4 “Árboles de Fallo de los cabeceros de los Árboles de Sucesos”.
  - P1\_RT\_05\_2007 Parte 5\_5 “Resultados de la cuantificación de las secuencias accidentales y sucesos iniciadores”.
  - P1\_RT\_05\_2007 Parte 5\_6 “Resultados de la cuantificación de cada barrera. “
  - P1\_RT\_05\_2007 Parte 5\_7 “Probabilidades de los Sucesos Básicos.”

## DEFINICIONES

Las definiciones a continuación sirven exclusivamente para la presente publicación.

**Análisis del modo y efecto de los fallos-FMEA** (failure mode and effects analysis): Método inductivo de análisis para analizar sistemáticamente las causas y consecuencias de fallos de componentes en un sistema o proceso.

**Análisis de riesgos** (risk analysis): Estudio de las causas de determinados sucesos y las consecuencias que éstos puedan producir. Habitualmente incluye la evaluación de la probabilidad de ocurrencia de las consecuencias estudiadas.

**Barreras de seguridad** (safety barriers): Son aquellas medidas de protección previstas para evitar o reducir las consecuencias de un accidente a partir del suceso iniciador. En el contexto del presente estudio no se consideran como barreras la calificación de los trabajadores y los mantenimientos preventivos, ni aquellas medidas que actúan antes del suceso iniciador, aunque estos disminuyen la frecuencia de ocurrencia del mismo. Tampoco se consideran las acciones reguladoras. Se ejemplifican algunos tipos de barreras típicas:

- *Enclavamientos*: Son aquellos sistemas y/o equipos tecnológicos que cumplen una función de protección y son capaces de detectar automáticamente una condición insegura y proteger frente a sus consecuencias (por ejemplo, el enclavamiento de la puerta de la sala de tratamiento, los bloqueos por software del procesador de control del acelerador, etc.).
- *Alarmas*: Señal sonora o visual que alerta a las personas de la necesidad de una actuación, y que requieren de la participación humana. Dentro de esta categoría se encuentran los sistemas de comunicación y visualización del paciente (cámara de TV e intercomunicadores), lámpara de irradiación a la entrada de la sala de tratamiento, dosímetro de área, etc.
- *Procedimientos*: Instrucciones escritas sobre las etapas y/o tareas del proceso de tratamiento, destinadas a guiar la ejecución de la tarea y evitar que se produzcan errores o desviaciones en las diferentes etapas del proceso de tratamiento, como por ejemplo, protocolos de planificación de nuevos pacientes, simulación del tratamiento, seguimiento del paciente, y en general una gran parte de las acciones del programa de aseguramiento de calidad.
- *Procedimientos de emergencia*: Constituyen las acciones de emergencia previstas ante situaciones de accidente para mitigar sus consecuencias, por ejemplo, atascos de la fuente.

**Conjunto mínimo de fallo** (minimal cut set): Conjunto de sucesos básicos (modos de fallo, errores humanos) cuyo número es el mínimo para que se produzca el suceso no deseado. Si uno de los elementos del conjunto faltase, el suceso no deseado no tendría lugar.

**Error humano** (human error): Acción que excede los límites de aceptabilidad. Se reconocen tres tipos de situaciones que constituyen error humano: *realizar una acción incorrecta, no realizar una acción que debe realizarse, no realizar la acción en el tiempo requerido, cuando existen límites de tiempo*. Algunos ejemplos de clasificación de errores humanos son los siguientes:

- *Error de omisión*: no realizar una acción o tarea requerida.

- *Error de comisión*: realizar de manera incorrecta de una tarea o realizar una tarea que se no se requiere y que puede provocar una consecuencia indeseada.
- *Lapsos*: cometer errores que se producen cuando se sabe qué hacer y sin desearlo se realiza una acción incorrectamente. A menudo son producidos por falta de atención.
- *Equivocaciones*: Errores que se producen cuando se decide realizar una acción que es apropiada para otra situación diferente de la que está ocurriendo en realidad.

## SIGLAS UTILIZADAS

### SECUENCIA ACCIDENTAL: CADENA DE ACONTECIMIENTOS QUE CULMINA EN UN ACCIDENTE

Sigla	Significado
ADAP	Adquisición de datos anatómicos del paciente
ATD	Administración del tratamiento diario
APS	Análisis probabilista de seguridad
APS-RT-LINAC	Sigla empleada para denominar de forma simplificada al análisis probabilista de seguridad del proceso de tratamiento de radioterapia con un acelerador lineal para usos médicos
CTV	Volumen blanco clínico
DICOM	Siglas en inglés de protocolo para imágenes y comunicación digitales en medicina (digital imaging and communications in medicine)
DFS	Distancia fuente superficie
DV	Delineación de volúmenes
EPDT	Evaluación del paciente durante el tratamiento
EFP	Evaluación final del paciente
ESP	Evaluación de seguimiento del paciente
EM-LINAC	Elaboración de moldes
FIR	Factor de incremento del riesgo
FM	Especialista en física médica, radiofísico o físico médico
FMEA	Siglas en inglés de análisis de modos y efectos de fallo (failure modes and effects analysis)
FRR	Factor de reducción del riesgo
FV	Medida de importancia de Fussell-Vesely
GTV	Volumen tumoral macroscópico
HT	Hoja de tratamiento del paciente
HTE	Hoja de tratamiento electrónica
HRTAC	Hoja de realización de TAC
HST	Hoja de sesión de tratamiento
ICRU	Comisión Internacional de Unidades y Medidas de Radiación (International Commission on Radiation Units and Measurements)
IMRT	Radioterapia de intensidad modulada
IRM	Imagen de resonancia magnética
IRT	Radioterapia intraoperatoria
IT	Sesión inicial de tratamiento
IV	Volumen irradiado
LINAC	Acelerador lineal

MLC	Colimador multiláminas
NPC	Reunión Técnica de Nuevos Casos ( de las siglas en inglés New Planning Patient Conference)
OR	Oncólogo radioterapeuta
OAR(s)	Órgano(s) de riesgo (órganos críticos)
PCD	Punto de control de dosis
PDT	Planificación dosimétrica del tratamiento
PPTD	Posicionamiento para el tratamiento diario
PrCT	Prescripción clínica de tratamiento
PTV	Volumen blanco de planificación
RTC-3D	Radioterapia conformada tridimensional
TAC	Tomografía axial computerizada
TBI	Irradiación de cuerpo total
TOE	Trabajador ocupacionalmente expuesto
TPS	Sistema de planificación de tratamientos
TR	Técnico de radioterapia
TV	Volumen tratado