



L07. Identificación de escenarios.

Organismo Internacional de Energía Atómica



Proceso de Evaluación de la Seguridad



Proceso de Evaluación de la Seguridad



CONTENIDO DE LA PRESENTACIÓN.

- *Desarrollo de escenarios.*
- *Identificación de escenarios para la operación normal.*
 - Procedimientos operacionales especificados, límites y condiciones.
 - Ejemplos de escenarios (trabajadores, miembros del público).
- *Identificación de escenarios para incidentes operacionales previstos y accidentes.*
 - Sucesos iniciadores, identificación y forma de agrupar los mismos,
 - Estrategia para la selección de los sucesos iniciadores,
 - Análisis de Modos y Efectos de Fallos (FMEA) y otros métodos para identificar los sucesos iniciadores,
 - Ejemplos de escenarios (trabajadores, miembros del público).



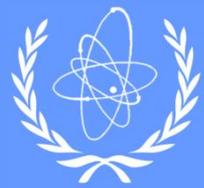
OBJETIVOS.

Resaltar la importancia de los aspectos siguientes en una evaluación de seguridad:

- 1) La identificación y selección de escenarios para la operación normal según el rango de condiciones bajo las cuales la instalación puede operar;
- 2) La identificación de los sucesos iniciadores relevantes para incidentes operacionales previstos y condiciones de accidentes.

Entender:

- *Los escenarios para la operación normal,*
- *La definición de sucesos iniciadores,*
- *La estrategia para la selección de sucesos iniciadores de accidentes.*
- *Los criterios para agrupar y desagrupar los sucesos iniciadores.*
- *Los elementos básicos de los métodos de Análisis de Modos y Efectos de Fallos (FMEA) y Estudios de Peligro y Operatividad (HAZOP) para ser utilizados para la identificación de sucesos iniciadores.*



DESARROLLO DE LOS ESCENARIOS

- **Escenario**

- *Una secuencia hipotética de procesos y eventos que pueden llevar a impactos (por ejemplo, exposición humana, contaminación ambiental, etc.),*
- *Es un conjunto procesos y eventos diseñados con el propósito de ilustrar el rango de comportamientos futuros y estados de una instalación o actividad, con el propósito de evaluar su seguridad.*

- **Los escenarios deben desarrollarse de acuerdo con el contexto de seguridad definido y deben considerar:**

- *Todos los peligros existentes y potenciales relevantes derivados de las instalaciones o actividades;*
- *Interrelación de los peligros;*
- *Evolución de los peligros en el marco de tiempo considerado;*
- *Procedimientos operacionales normales, límites y condiciones.*



DESARROLLO DE LOS ESCENARIOS

Los escenarios deben ser identificados para:

- Operación normal,
- Incidentes operacionales previstos,
- Accidentes graves,
- Periodo post operacional.



Cada escenario puede representar o limitar un rango de situaciones muy similares que reflejan ciertas condiciones que surgen durante el funcionamiento normal de una instalación o como consecuencia de un evento específico que conduce a una desviación de las condiciones de funcionamiento normal.



IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS PARA OPERACIÓN NORMAL.

La operación normal puede ser definida como:

”Operación de la Instalación o realización de la Actividad, con límites y condiciones operacionales específicas.”

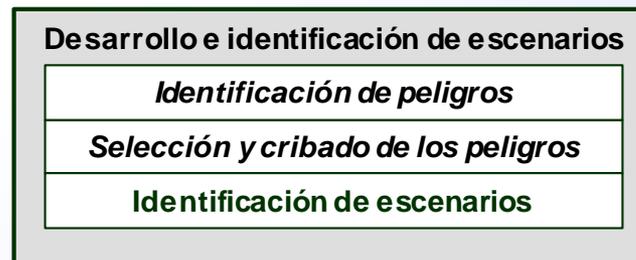
Los escenarios para el funcionamiento normal deben abordar:

- *Todas las condiciones bajo las cuales se operan los sistemas y equipos de la instalación, o bajo las cuales se realiza la actividad. Como se espera, sin desafíos internos o externos.*
- *Las condiciones normales de operación incluyen todas las fases de operación para las cuales la instalación está diseñada para funcionar (incluyendo el inicio y el apagado, según corresponda) y el mantenimiento durante el período de tiempo establecido.*
- *Se deben considerar los efectos de las variaciones en los materiales de entrada (materia prima, material de origen, etc.) durante la realización las operaciones normales.*
- *Si corresponde, la liberación planificada y controlada de material radiactivo al medio ambiente, como práctica legítima, dentro de los límites autorizados por el organismo regulador..*



IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS PARA OPERACIÓN NORMAL.

- *Los escenarios para la operación normal deben definirse con el objetivo de evaluar si la actividad se puede llevar a cabo de manera segura o si la instalación se opera de manera segura en condiciones normales de operación.*
- *Esto incluye la evaluación de las dosis de radiación (para los trabajadores y miembros del público) y de las descargas planificadas para demostrar que estarán dentro de los límites y condiciones prescritos y que se mantendrán tan bajas como sea razonablemente posible.*
- *La identificación, selección y cribado de peligros no se incluyen explícitamente. Sin embargo, aspectos tales como, considerar el desempeño de cada proceso durante la operación normal y considerar todas las vías de exposición potenciales, son comunes para la identificación de escenarios tanto para la operación normal como para incidentes operacionales previstos y accidentes.*





EJEMPLO DE ESCENARIOS PARA OPERACIÓN NORMAL

Práctica: Radioterapia Metabólica con I-131

Escenario 1 – Exposición de los trabajadores.

- Dosis a los trabajadores antes, durante y después de la administración del tratamiento:
 - Cuando se prepara el Radiofármaco (Ioduro de Sodio marcado con I-131).
 - Cuando se administra el Radiofármaco al paciente.
 - Cuando tienen contacto con el paciente después de la administración del Radiofármaco (durante la hospitalización temporal del paciente.)



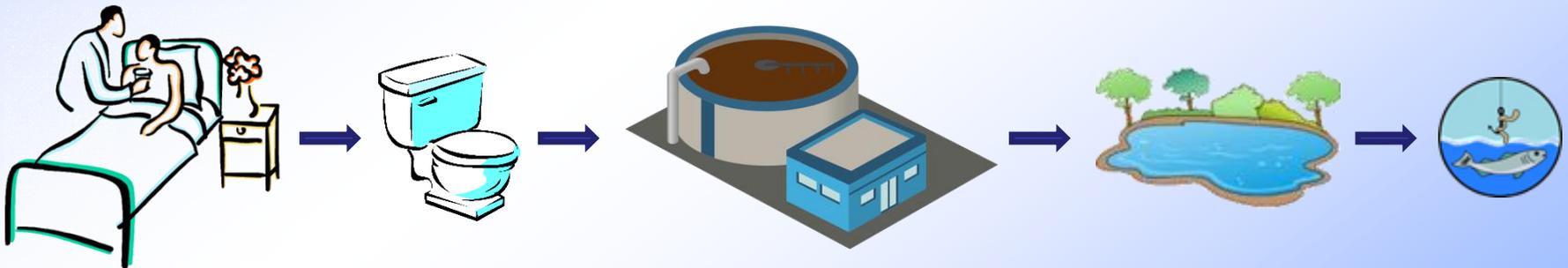


Example of scenarios for Normal operation

Práctica: Radioterapia Metabólica con I-131

Escenario 2 – Exposición de los miembros del público.

- *Durante las primeras 24 horas posteriores al tratamiento, aproximadamente el 60% de la actividad de yodo administrada se excreta, principalmente a través de la orina.*
- *Ejemplo de vías de exposición para el escenario:*
 - Excreción del paciente vía orina → alcantarillado público. → efluentes y tratamiento de lodo en planta depuradora → descarga de agua



- *Evaluación de puntos finales para el escenario:*
 - Las dosis a los trabajadores de las plantas de alcantarillado y las dosis por ingestión de agua potable y pescado.



IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS PARA INCIDENTES OPERACIONALES Y ACCIDENTES



IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS PARA INCIDENTES OPERACIONALES Y ACCIDENTES

Glosario del OIEA: Definición de Términos Fundamentales

Incidentes operacionales previstos.

Proceso operacional que se aparta del funcionamiento normal y que se prevé que puede ocurrir al menos una vez durante la vida operacional de una instalación pero que, habida cuenta de las disposiciones apropiadas previstas en el diseño, no ocasiona daños significativos a los elementos importantes para la seguridad tecnológica ni origina condiciones de accidente.

Condiciones de Accidente.

Todas las alteraciones del funcionamiento normal que sean más graves que los incidentes operacionales previstos, incluidos los accidentes base de diseño y los accidentes muy graves.



IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS PARA INCIDENTES OPERACIONALES Y ACCIDENTES

Glosario del OIEA: Definición de Términos Fundamentales

Suceso Iniciador.

Suceso identificado, del que se derivan incidentes operacionales previstos o condiciones de accidente.

Suceso Iniciador Postulado.

Suceso definido durante el diseño como capaz de dar lugar a incidentes operacionales previstos o a condiciones de accidente.



SUCESO INICIADOR.

Los sucesos iniciadores son:

- Todos los errores humanos, fallas en los equipos y eventos externos que pueden conducir (potencialmente causar) incidentes operacionales previstos y condiciones de accidente.
- Las causas principales de los sucesos iniciadores pueden ser fallas creíbles del equipo, errores del operador (errores humanos) y eventos naturales o inducidos por el hombre.





SUCESO INICIADOR.

Se deben distinguir **dos tipos de eventos**, mutuamente excluyentes, al analizar **los efectos o consecuencias asociadas con** cada modo de falla o error humano:

1. *Eventos que desencadenan el potencial accidente y requieren la respuesta de la defensa en profundidad.*
2. *Eventos derivados del fallo de la defensa en profundidad, que deberían actuar en respuesta a un accidente. Estos no desencadenan por sí solos el accidente, ya que si no ocurre previamente el iniciador, estos fallos se mantendrán latentes. Su influencia solo es apreciable después de ocurrido un iniciador.*

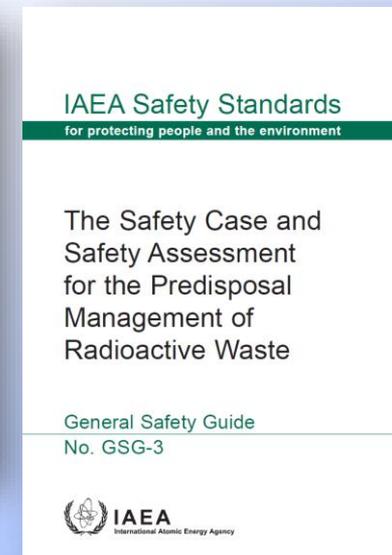
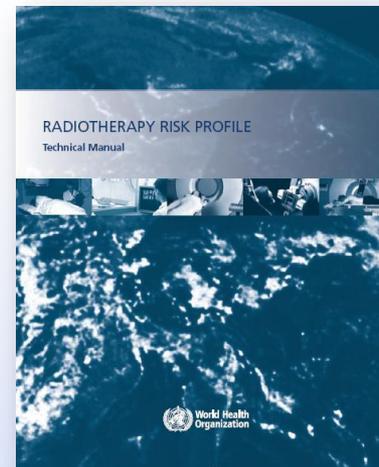


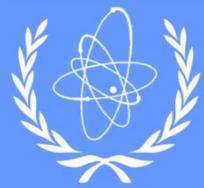
SUCESO INICIADOR.

Solamente los modos de fallos y errores humanos incluidos en el **primer grupo de eventos** deben ser seleccionados para incluirse en el **Listado de Sucesos Iniciadores**.

El segundo grupo de eventos formarán parte de la secuencia accidental. Estos eventos serán considerado como parte de la probabilidad de fallo de las defensas.

El uso de algunas publicaciones, que presentan listas genéricas de sucesos iniciadores puede ser útil para formular adecuadamente la selección.





Frequency of initiating events

La identificación de los sucesos iniciadores debe complementarse con una evaluación de la frecuencia de cada evento identificado.

- Si el evento identificado es extremadamente raro (muy raro), puede ser excluido de la evaluación ya que difícilmente ocurrirá.
- Si el evento identificado es muy frecuente, debe considerarse incluso si sus consecuencias no son muy graves.

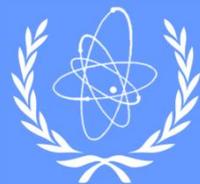


FORMA DE AGRUPAR LOS SUCESOS INICIADORES.

Aunque los modos de falla y los errores humanos seleccionados directamente de FMEA son eventos de inicio del accidente, **el número de eventos a menudo es inmanejable.**

En estos casos, los Sucesos iniciadores podrían agruparse de acuerdo con los siguientes criterios:

- Sucesos iniciadores con las mismas barreras de seguridad;
- Sucesos iniciadores que pueden conducir a accidentes con iguales consecuencias;
- Eventos iniciadores que pueden agruparse bajo una misma definición y que tienen frecuencias de ocurrencia similares.



ESTRATEGIA PARA LA SELECCIÓN DE LOS SUCESOS INICIADORES.





ESTRATEGIA PARA LA SELECCIÓN DE LOS SUCESOS INICIADORES.





SUCESOS INICIADORES QUE HAN OCURRIDO EN OTRAS INSTALACIONES

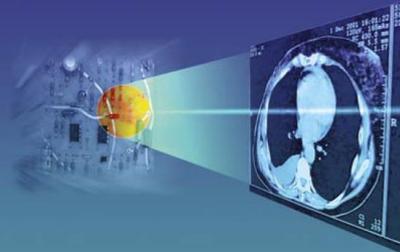
Búsqueda de literatura para conocer informes de accidentes en instalaciones similares o en actividades similares.

INVESTIGATION OF AN ACCIDENTAL EXPOSURE OF RADIOTHERAPY PATIENTS IN PANAMA

Report of a Team of Experts, 26 May-1 June 2001

 INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY

Accidental Overexposure of Radiotherapy Patients in Bialystok



 IAEA
International Atomic Energy Agency

Accidental Overexposure of Radiotherapy Patients in San José, Costa Rica



INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY

Safety Reports Series No. 17



LESSONS LEARNED FROM ACCIDENTAL EXPOSURES IN RADIOTHERAPY



ESTRATEGIA PARA LA SELECCIÓN DE LOS SUCESOS INICIADORES.



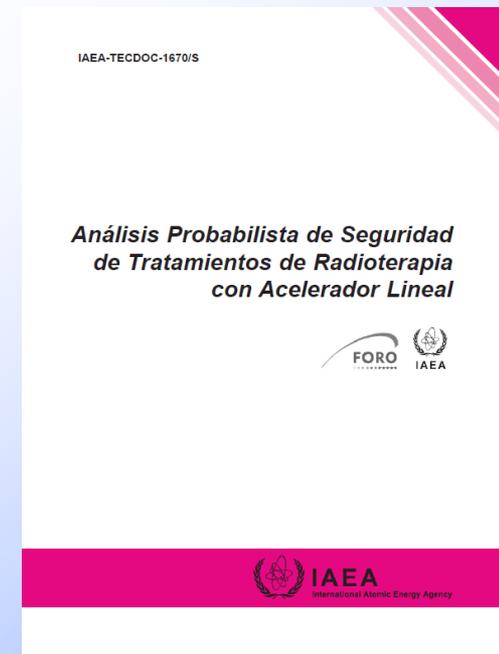


LISTAS DE SUCESOS INICIADORES PUBLICADAS.

Listas publicadas de eventos de iniciación analizados en otros estudios, listas genéricas.

Buscar información bibliográfica sobre evaluaciones de seguridad en instalaciones similares para encontrar "listas genéricas de Sucesos Inicadores" que pueden aplicarse total o parcialmente a nuestras instalaciones.

Una lista genérica es aquella que se ha desarrollado sobre la base de un análisis estructurado, sistemático y detallado de los equipos y procesos evaluados.





LISTAS DE SUCESOS INICIADORES PUBLICADAS.

Ejemplo de un Listado de Sucesos Iniciadores publicado.

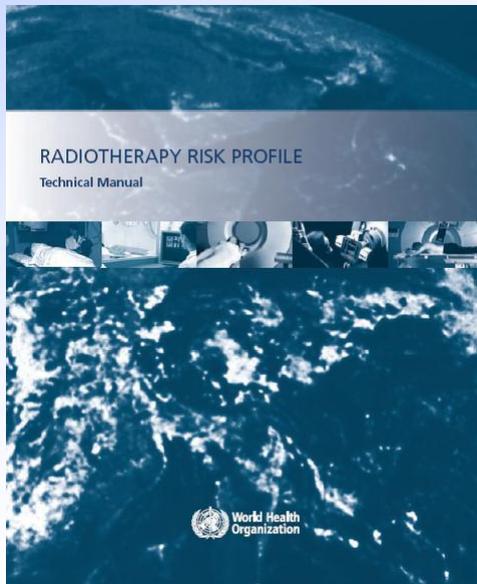
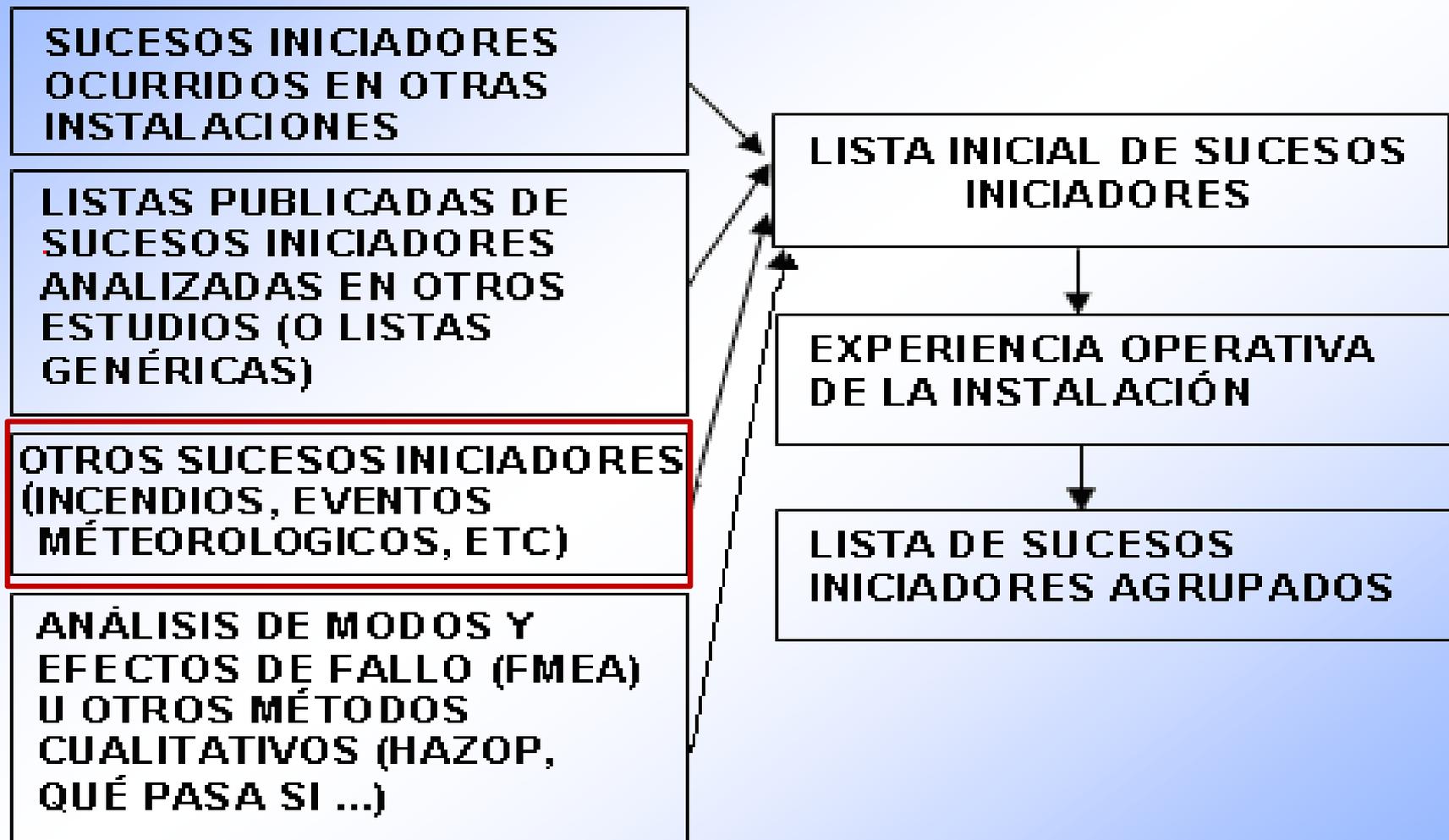


Table 6: The top three interventions

Solution	Stage	Risk
Planning protocol checklist	Positioning & immobilization	Incorrect patient positioning Different positioning for different imaging modalities Incorrect immobilization position Wrongly applied immobilization device Inaccurate transfer of prescription
	Simulation, imaging & volume determination	Incorrect imaging protocol Incorrect area imaged Wrong side/site imaged Altered patient position Incorrect orientation information
	Planning	Incorrect treatment modalities and beam positioning Incorrect beam energy Incorrect beam size Incorrect normalizations Lack of consistency on prescription point Incorrect inhomogeneity corrections Incorrect use of bolus in calculation Wrongly sited blocks Poorly constructed blocks Wrong depth dose chart for wrong machine
Independent checking	Treatment information transfer	Incorrect or inadequate data entry on record & verify system No independent check
	Patient setup	Wrong position Wrong immobilization devices Wrong side of body (left/right) Missing Bolus Incorrect isocentre Incorrect use or omission of accessories Incorrect treatment equipment accessories
	Treatment delivery	Incorrect field size and orientation Too many fractions or too few Inadequate checking of treatment parameters
Competency certification	Prescribing treatment protocol	Ad-hoc alterations of prescriptions
	Simulation, imaging & volume determination	Incorrect positioning of reference points and guides Defining wrong volume Incorrect margin applied around tumour volume Incorrect contouring of organs at risk Incorrect image fusion
	Planning	Misuse of planning software Erroneous monitor unit calculation
	Patient setup Treatment delivery	Failure to assess patient's current medical status Poor patient handling and care
	Treatment verification and monitoring	Misinterpretation of portal imaging



ESTRATEGIA PARA LA SELECCIÓN DE LOS SUCESOS INICIADORES.



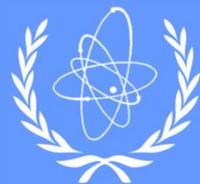
OTROS SUCESOS INICIADORES EXTERNOS

Otros Sucesos Iniciadores externos. Naturales, meteorológicos o inducidos por el hombre.

Significa buscar información relativa a la factibilidad de ocurrencia de sucesos naturales meteorológicos o inducidos por el hombre que puedan afectar la seguridad de los equipos y procesos que se ejecutan en la entidad.

En la mayoría de las instalaciones radiactivas no se da crédito a que estos sucesos pudieran afectar la seguridad de la práctica.





ESTRATEGIA PARA LA SELECCIÓN DE LOS SUCESOS INICIADORES.





APLICACIÓN DE TÉCNICAS PARA IDENTIFICACIÓN DE SUCESOS INICIADORES.

- Significa aplicar una técnica de identificación de Sucesos Iniciadores para ajustarse estrictamente a las particularidades de los equipos y procesos que se utilizan en nuestra instalación.

- Es el paso mas importante en la estrategia para seleccionar los sucesos iniciadores.

Nota: Las técnicas de FMEA (Análisis de Modos y Efectos de Fallos) y HAZOP (Estudio de Peligro y Operatividad) son ejemplos de técnicas que pueden ser aplicadas.





FMEA (Failure Modes and Effects Analysis)

El FMEA es un enfoque sistemático paso a paso para identificar y evaluar todas las fallas potenciales en cualquier proceso de diseño, fabricación o ensamblaje, o un producto o servicio.

Los modos de fallos son las formas o modos en que algo puede fallar. El análisis de efectos se refiere al estudio de las consecuencias de esos fallos.

Un FMEA tiene la intención de reconocer y evaluar los fallos potenciales y sus efectos, e identificar acciones que podrían eliminar o reducir la posibilidad de que ocurra el fallo potencial.

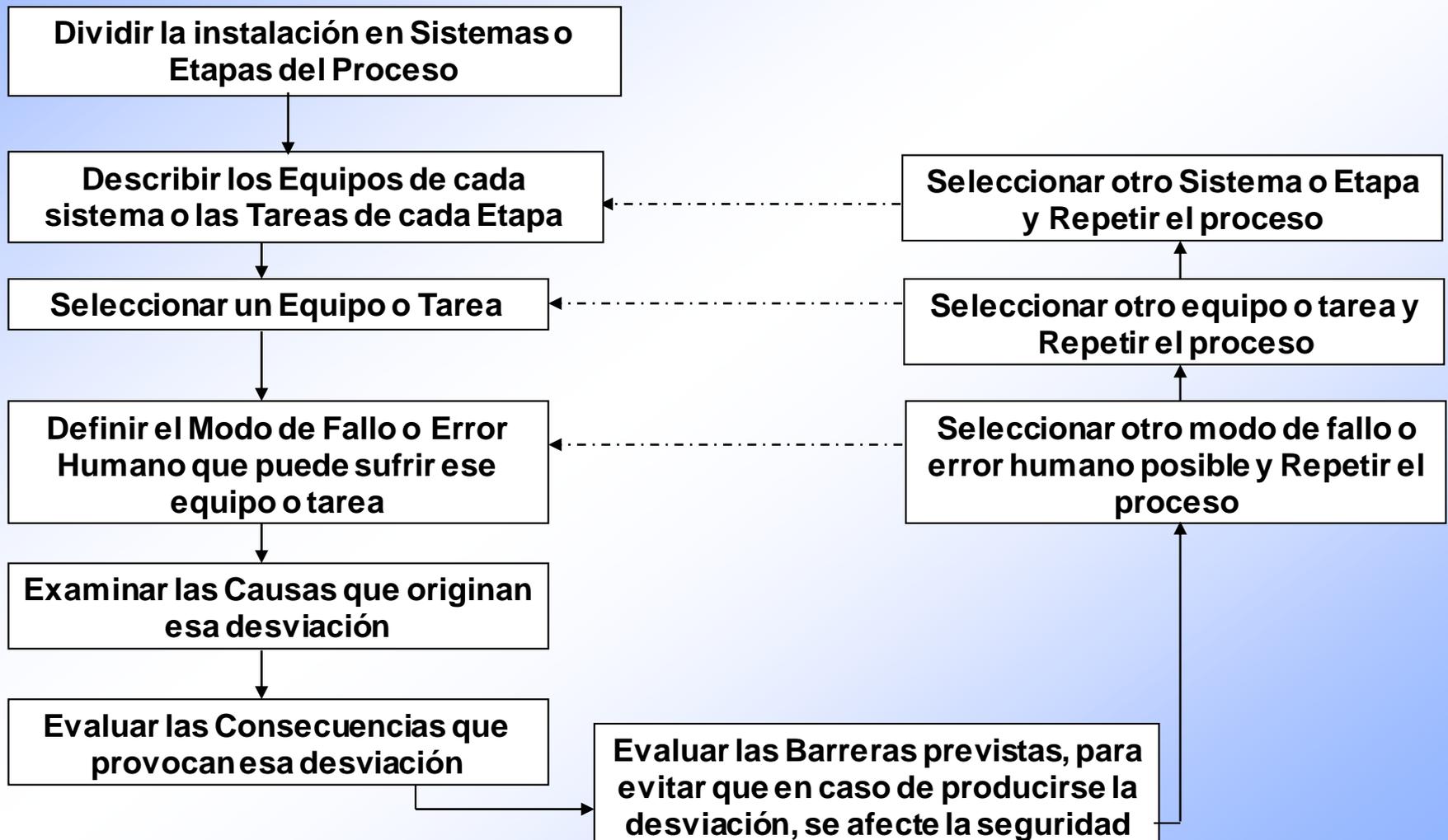
Las fallas se priorizan según la gravedad de sus consecuencias, la frecuencia con la que ocurren y la facilidad con que se pueden detectar.

El FMEA también documenta el conocimiento actual y las acciones sobre los riesgos, para su uso en la mejora continua.



FMEA (Failure Modes and Effects Analysis)

Ejemplo de los principales pasos para un FMEA en una instalación





HAZOP (Hazard and Operability study)

El estudio HAZOP es un examen estructurado y sistemático de un proceso u operación planificada o existente, para identificar y evaluar los problemas que pueden representar riesgos para el personal o el equipo, o para prevenir una operación eficiente.

El estudio HAZOP cuestiona sistemáticamente cada parte de un proceso u operación para descubrir cómo pueden ocurrir desviaciones de la operación normal y si se requieren medidas de protección adicionales, cambios en los procedimientos o cambios de diseño.

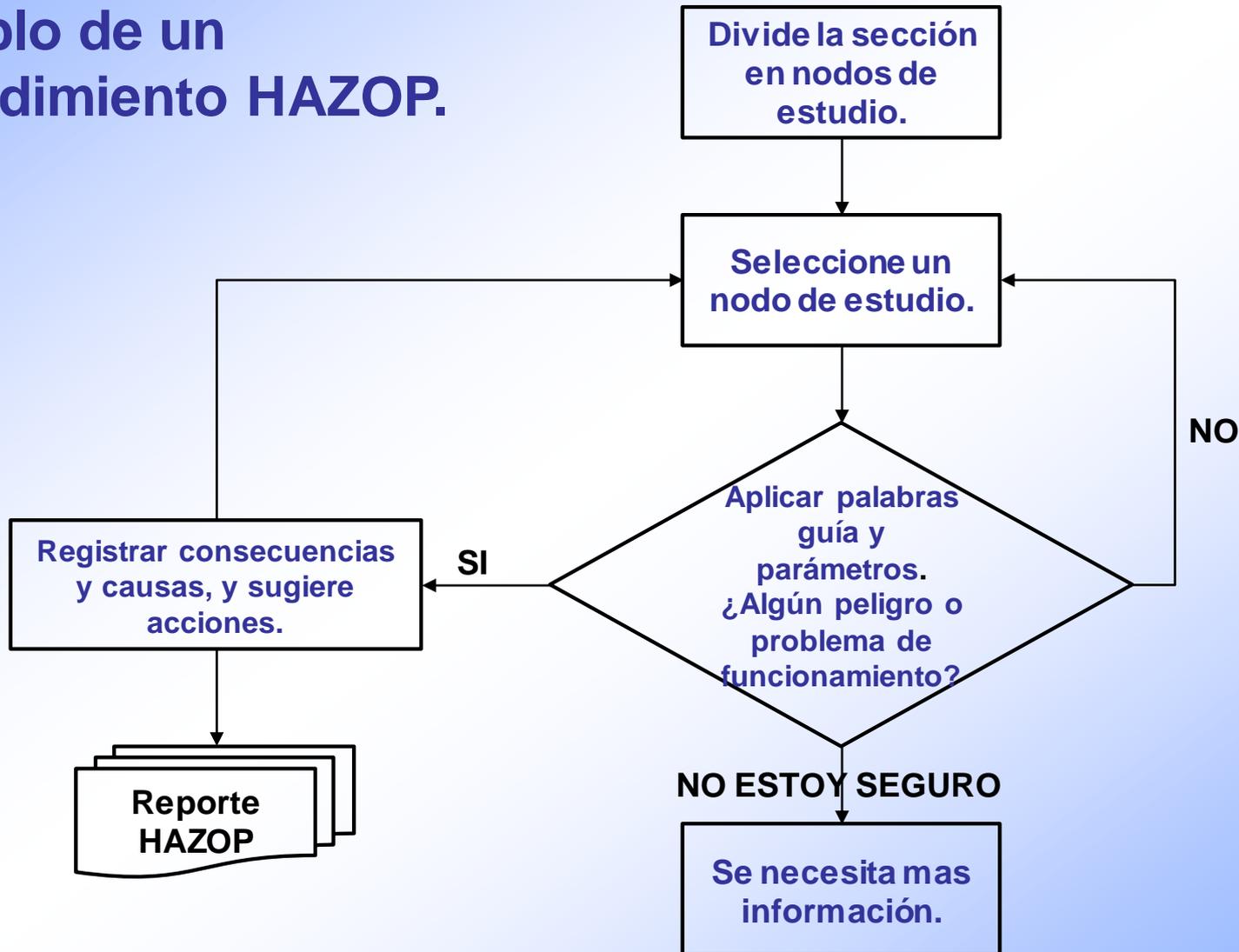
HAZOP es una técnica cualitativa basada en palabras de guía y es realizada por un equipo multidisciplinario conocedores de la técnica HAZOP, durante una serie de reuniones.





HAZOP (Hazard and Operability study)

Ejemplo de un procedimiento HAZOP.





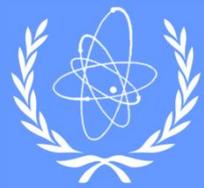
EJEMPLO DE ESCENARIO DE INCIDENTES OPERACIONALES Y ACCIDENTES.

Práctica: Diagrama de pozos con Fuentes de Cs-137 – Transporte de herramientas para el pozo.

Escenario 1 – Exposición de los Trabajadores.

- Suceso Inicial:
 - Fuego en el vehículo que contiene Fuentes radiactivas en su interior.
- Dosis a los Trabajadores:
 - Exposición externa al combatir el fuego.





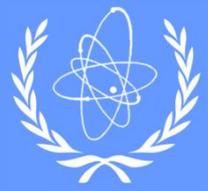
EJEMPLO DE ESCENARIO DE INCIDENTES OPERACIONALES Y ACCIDENTES.

Práctica: Diagrama de pozos con Fuentes de Cs-137 – Calibración de las herramientas del pozo.

Escenario 1 – Exposición de los miembros del público.

- Suceso Iniciador:
 - Entrada inadvertida de un individuo al área controlada durante la realización de las herramientas del pozo.
- Dosis a miembro del público:
 - Exposición externa a los individuos que ingresan al área controlada.





GRACIAS



MATERIAL ADICIONAL.

- 1. REALIZACIÓN DEL FMEA**
- 2. EJERCICIO**

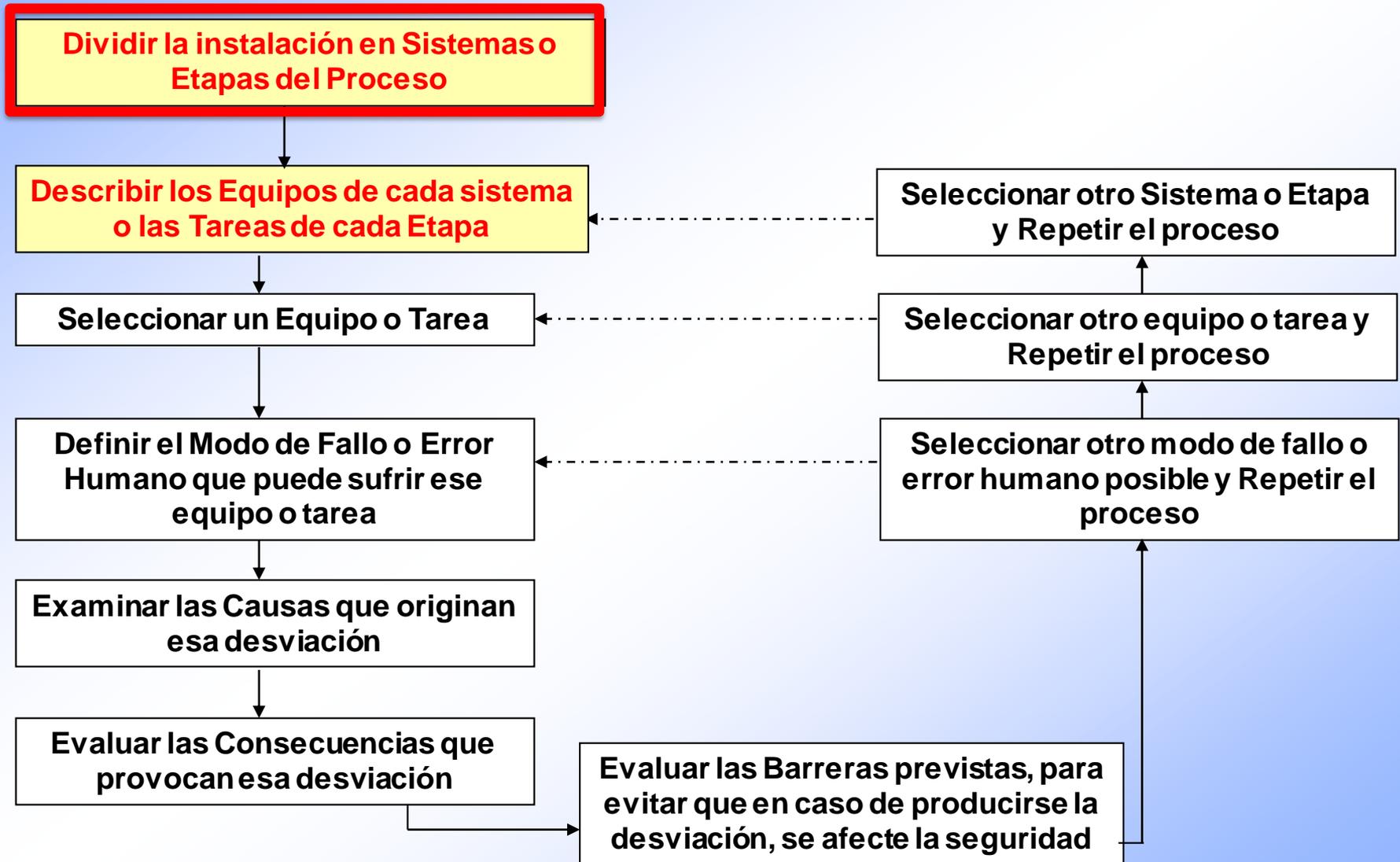


MATERIAL ADICIONAL.

1. REALIZACIÓN DEL FMEA



Principales pasos para realizar un FMEA.



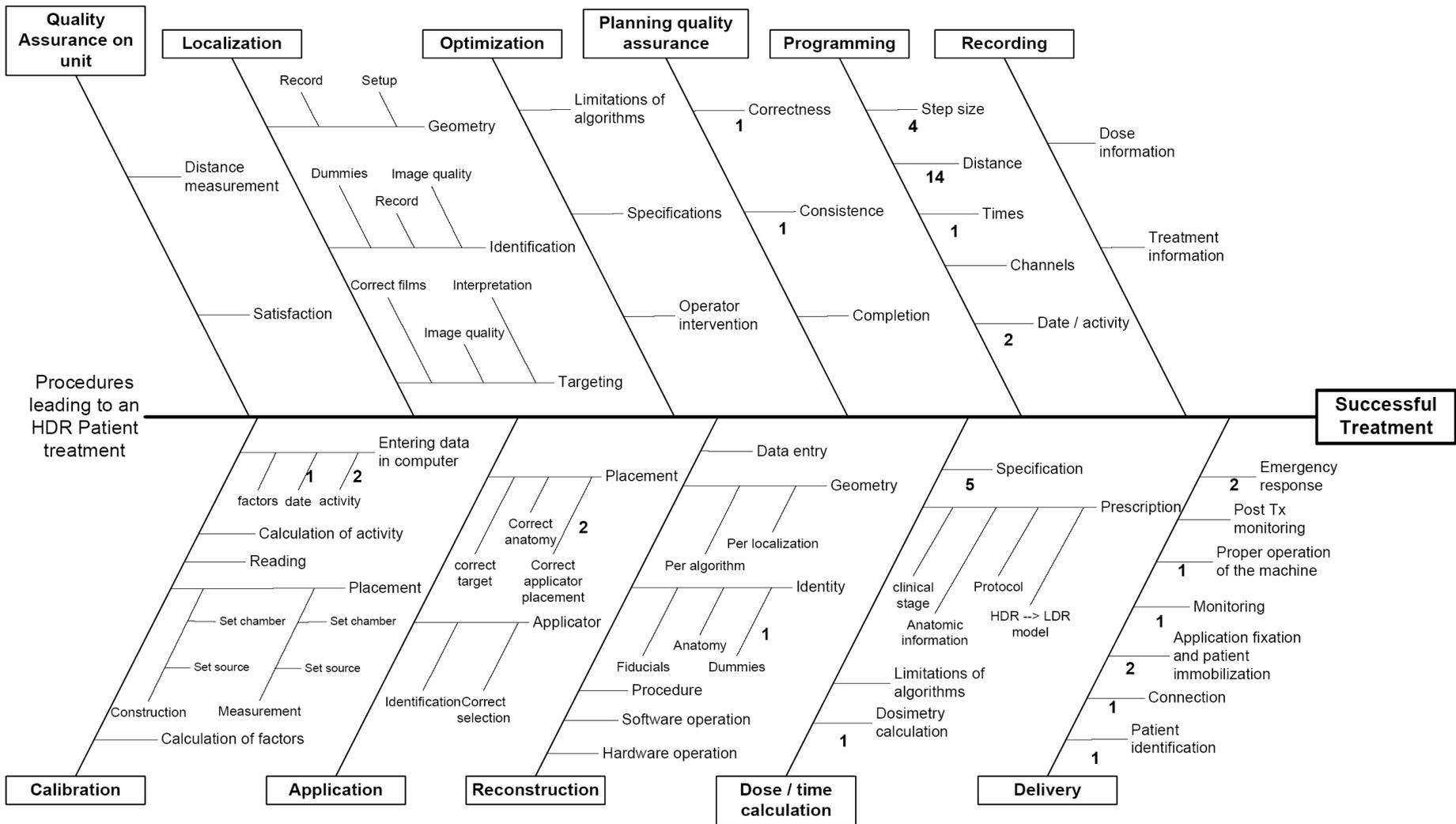


Dividir la instalación en Sistemas o Etapas del Proceso

- **Objetivo: Discretizar o dividir el proceso** en etapas independientes. Identificar claramente las etapas del proceso y las tareas asociadas a cada etapa, de manera que facilite el análisis de las desviaciones asociadas a cada paso.
- Puede realizarse a través de **Árboles de Procesos o Diagramas de Flujo**.
- Deben **ilustrar el flujo de tareas** y actividades que se realizan dentro del Paso, **respetando** siempre que sea posible, **la secuencia lógica** en que se realizan las mismas y representando las **interacciones entre las tareas** y otras etapas del proceso de tratamiento.
- Cada etapa debe tener un punto de inicio y un punto final bien definido.



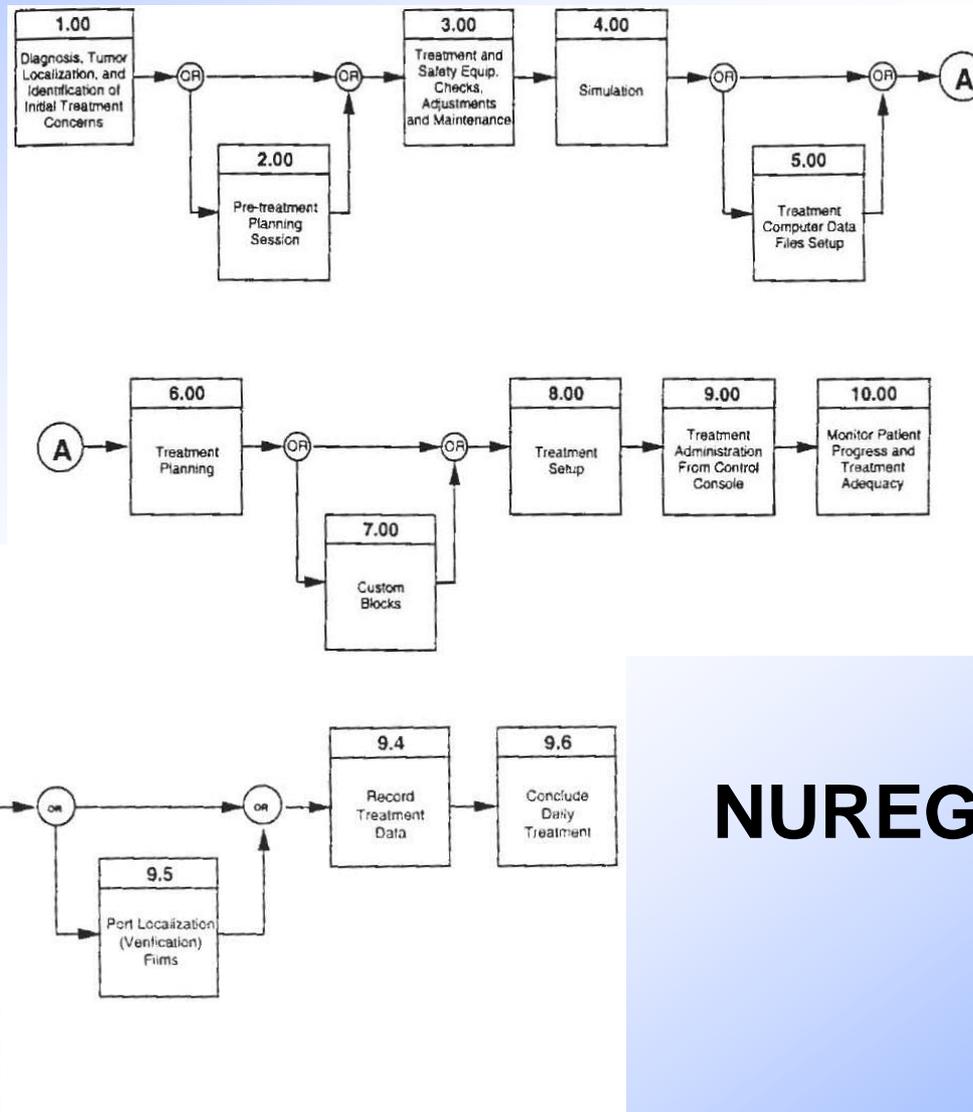
Ejemplo de un Árbol de Proceso



Process tree for brachytherapy



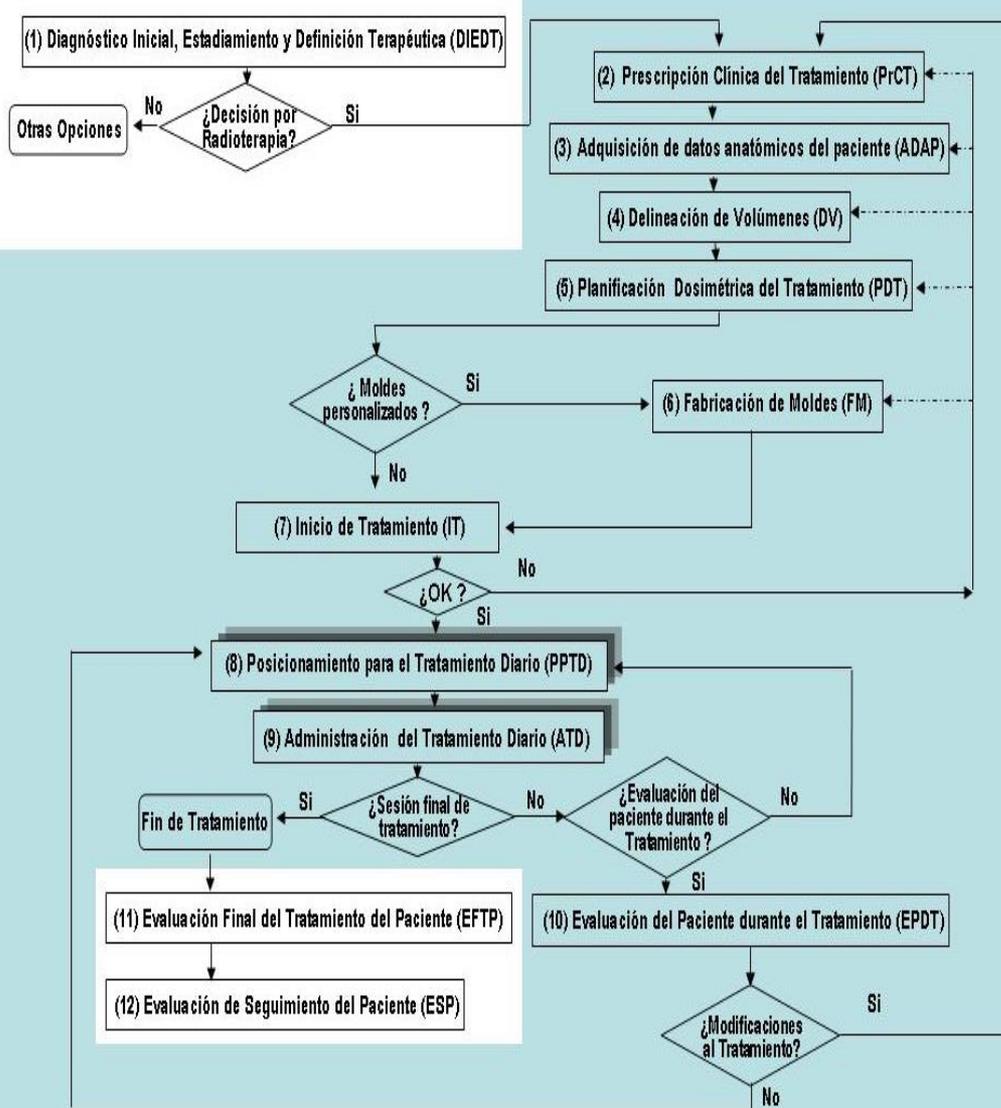
Ejemplo de un Diagrama de Flujo



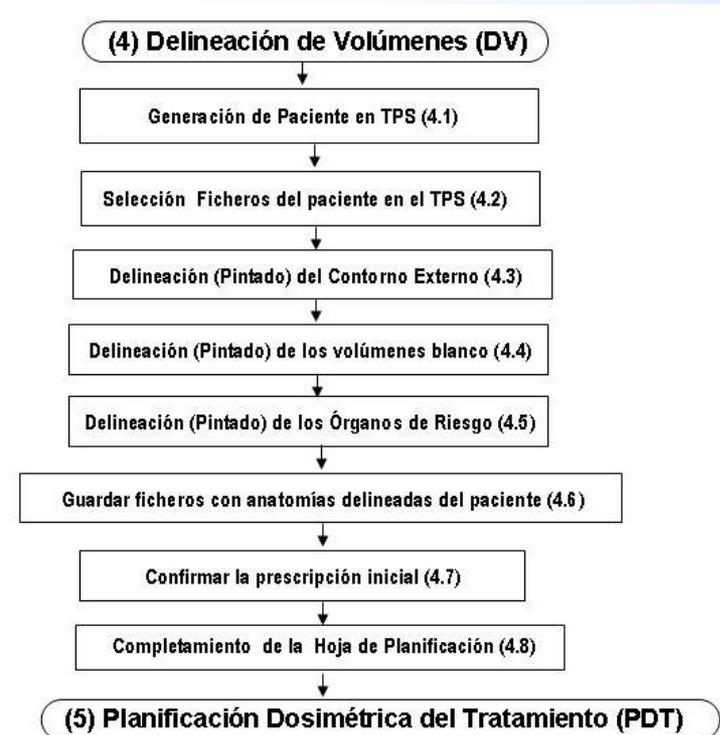
NUREG/CR 6277



Ejemplo de un Diagrama de Flujo

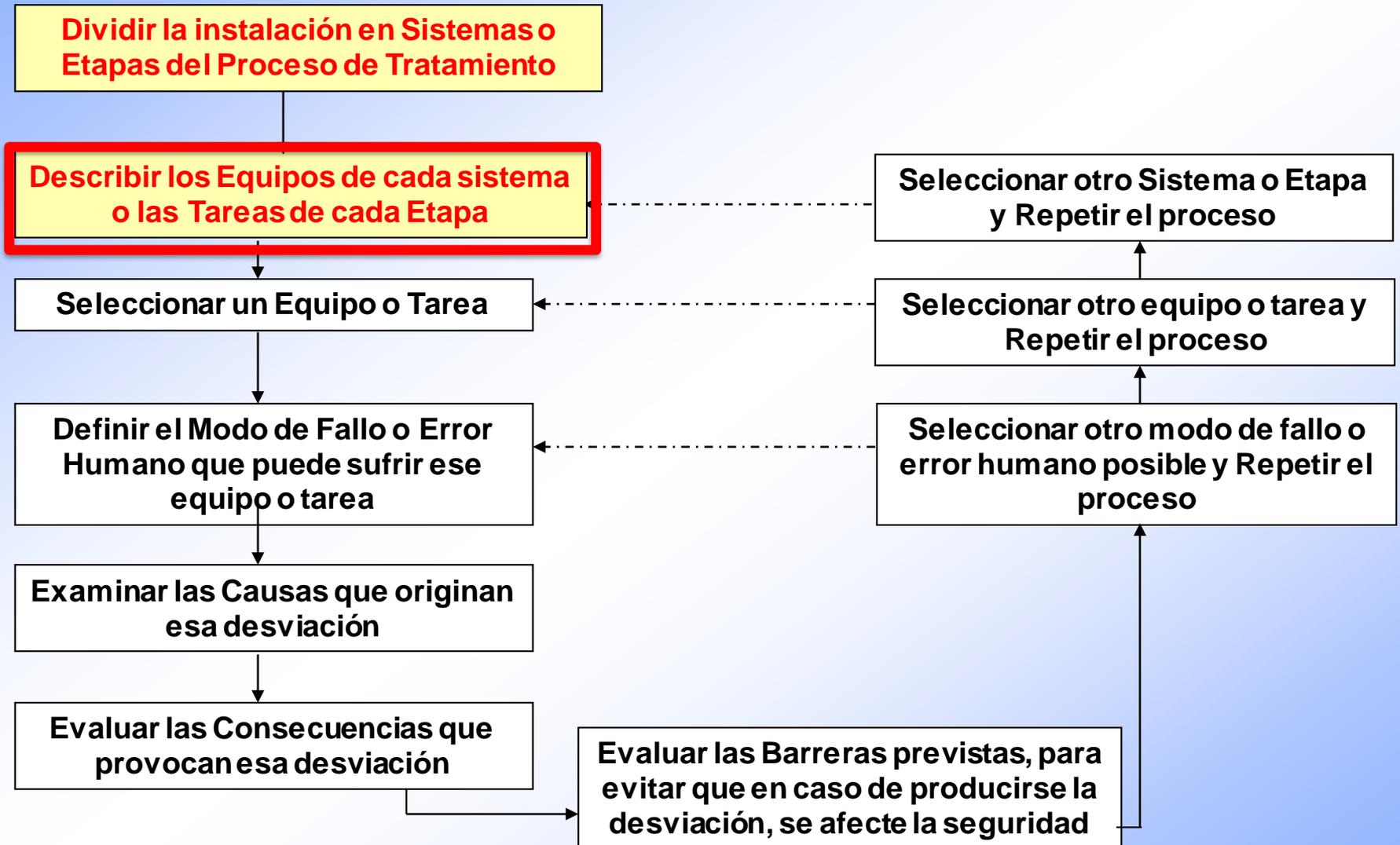


OIEA TECDOC- 1670/S





Principales pasos para realizar un FMEA





Describir los Equipos de cada sistema o las Tareas de cada Etapa

Para etapas del proceso

Denominación: *Indica el nombre de la etapa, entendiendo como tal una unidad discreta del proceso de tratamiento con punto de inicio, duración y punto final bien discernibles.*

Definición y Objetivos: *Se indica una breve definición de la etapa y cuál es el objetivo final que se persigue en el mismo.*

Breve descripción: *Se describen brevemente las tareas que se deben ejecutar en esta Etapa.*

Resultado que se obtiene: *Indica el resultado o salidas que se obtiene al finalizar la Etapa tanto desde el punto de vista del tratamiento como de la documentación, materiales y/o aditamentos que se generan.*

Responsabilidades y Personal involucrado: *Indica quién es el responsable principal por la ejecución de la Etapa y el personal de otras especialidades que interviene en el mismo.*

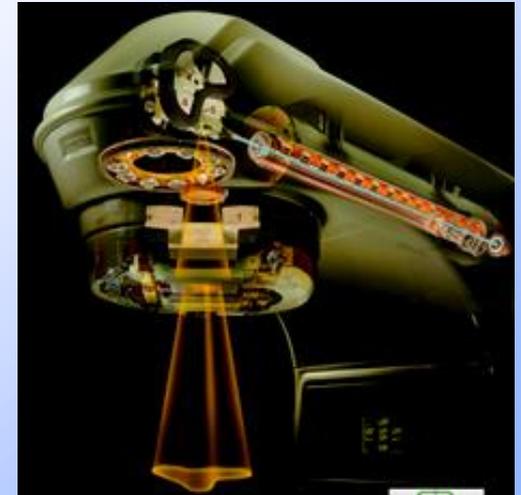


Describir los Equipos de cada sistema o las Tareas de cada Etapa

Para equipos utilizados en la práctica

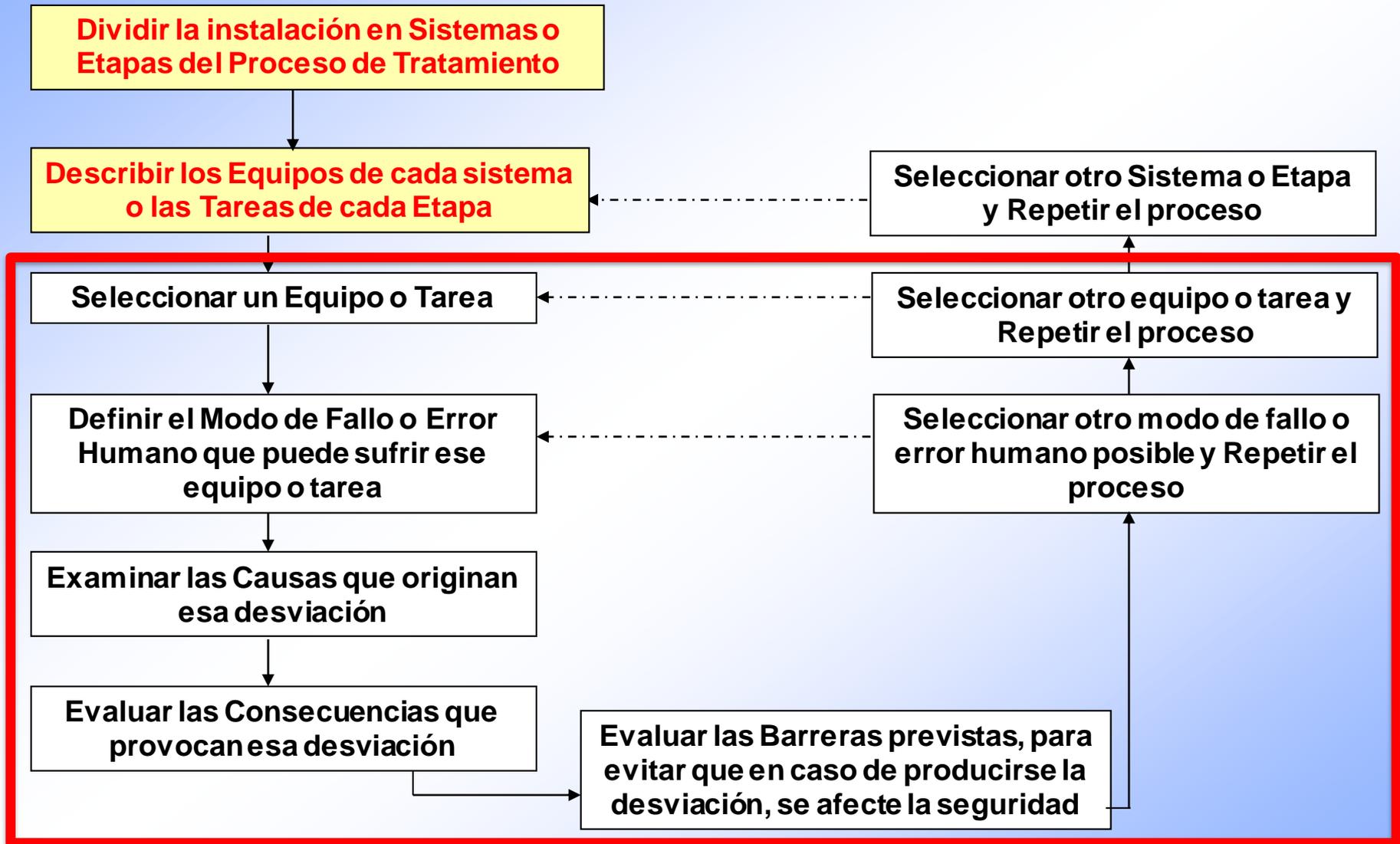
Es conveniente que la descripción tenga el siguiente alcance para cada uno de los equipos:

- ✓ Denominación de los Sistemas principales.
- ✓ Descripción del principio de funcionamiento
- ✓ Diagramas, planos y/o esquemas del sistema
- ✓ Control y operación
- ✓ Componentes del sistema
- ✓ Interfases con otros sistemas





Principales pasos para realizar un FMEA





Errores Humanos

1. Errores humanos: Ejemplos de clasificación:

✓ *POR SU FORMA EXTERNA*

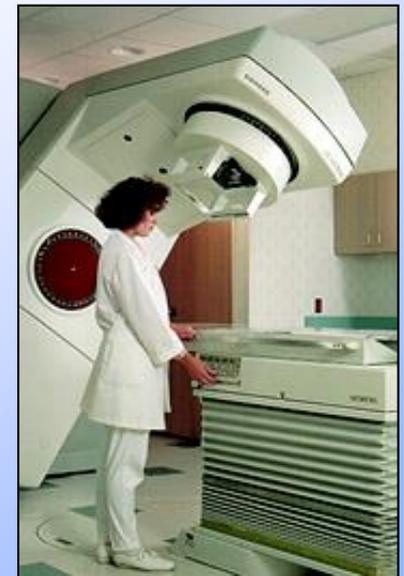
- Error de Omisión
- Error de Comisión

✓ *POR LOS PROCESOS HUMANOS INVOLUCRADOS*

- Error Cognitivo
- Error Manual

✓ *POR LOS MECANISMOS DEL ERROR*

- Error no Intencional
- Violaciones





Error humano de Omisión y Comisión

- ✓ ***ERROR DE OMISIÓN: No realizar una acción o tarea requerida. Pueden ser:***
 - ❖ Omisión de una tarea completa
 - ❖ Omisión de un paso de la tarea
- ✓ ***ERROR DE COMISIÓN: Realización incorrecta de una tarea o realizar una tarea que se no se requiere y que puede provocar una consecuencia indeseada. Pueden ser:***
 - ❖ Errores de selección: Emisión de una información o comando erróneo, oral o escrito; Selección de un control erróneo; Posicionamiento erróneo de un control.
 - ❖ Errores cualitativos: Por defecto, por exceso
 - ❖ Errores de secuencia: Se altera el orden de un secuencia dada de operaciones
 - ❖ Errores de tiempo: Demasiado tarde, Demasiado temprano



Errores humanos Cognitivos y Manuales.

❖ **ERROR COGNITIVO:** Se producen durante los procesos de diagnóstico y toma de decisiones que tienen lugar en el ser humano al recibir una señal que requiere una respuesta.

❖ **ERROR MANUAL:** Se producen en la fase post-diagnóstico, durante la ejecución física de la respuesta :

❖ **Errores de selección:** Emisión de una información o comando erróneo, oral o escrito; Selección de un control erróneo; Posicionamiento erróneo de un control.

❖ **Errores cualitativos:** Por defecto, por exceso

❖ **Errores de secuencia:** Se altera el orden de una secuencia dada de operaciones

❖ **Errores de tiempo:** Demasiado tarde, Demasiado temprano



Error humano de No intencional y Violaciones

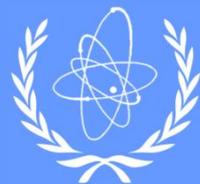
- ✓ ***ERROR NO INTENCIONAL: Se dividen en:***
 - ❖ ***Lapsos:*** Errores que se producen cuando se sabe qué hacer y sin desearlo se realiza una acción incorrectamente. A menudo son producidos por falta de atención
 - ❖ ***Equivocaciones:*** Errores que se producen cuando se decide realizar una acción que es apropiada para otra situación diferente de la que está ocurriendo en realidad
- ✓ ***VIOLACIONES: Se refiere a las decisiones deliberadas (por cualquier razón) de ignorar las reglas, códigos de seguridad establecidos***



Frecuencia de los Errores Humanos.

Probabilidades de Error Humano.

Error	Tipo de Comportamiento	Características de la tarea	Probabilidad de error humano
1	Errores extraordinarios: que no se espera que puedan ocurrir, si el operador trabaja sin estrés.		10 ⁻⁵ (1 en 100,000)
2	Errores en tareas simples realizadas regularmente en lugares habituales, con mínimo estrés.		10 ⁻⁴ (1 en 10,000)
3	Errores de comisión: tales como la operación del botón erróneo o la lectura de la pantalla errónea. Tarea más compleja, menos tiempo disponible, son necesarios algunos indicios.	Sencilla bajo estrés	10 ⁻³ (1 en 1,000)
		Compleja libre de estrés	3*10 ⁻³ (3 en 1,000)
		Compleja y bajo estrés	6*10 ⁻³ (6 en 1,000)
		Monótona	9*10 ⁻³ (9 en 1,000)
4	Error de omisión: en los que existen dependencia de indicios y memoria circunstanciales. Tarea compleja, no familiar, con poca retroalimentación y algunas distracciones.	Sencilla bajo estrés	10 ⁻² (1 en 100)
		Compleja libre de estrés	3*10 ⁻² (3 en 100)
		Compleja y bajo estrés	6*10 ⁻² (6 en 100)
		Monótona	9*10 ⁻² (9 en 100)
5	Tareas muy complejas, estrés considerable, poco tiempo para su ejecución.		10 ⁻¹ (1 en 10)
6	Procesos que involucran pensamiento creativo: operación compleja y no familiar en las que el tiempo es corto y el estrés es elevado.		10 ⁻¹ to 1



Ejemplo de una Tabla de FMEA-H

Proceso: Proceso de Tratamiento de Radioterapia con Acelerador Lineal de Usos Médicos (LINAC).						Etapa: Planificación Dosimétrica de Tratamiento (PDT-LINAC)		
Fecha: Julio 2006								
Ilo	Tarea	Error Humano	Causas	Efectos			Barreras de Seguridad	Comentarios
				Pac.	TOE	Púb.		
5.1.	Selección del Paciente en el TPS	Omitir la selección del paciente en el TPS PDT-5.2.1-O	-	-	-	-	-	• No se da crédito al error.
		Seleccionar a un paciente erróneo en el TPS (diferente al que se intenta planificar según Hoja de Tratamiento) PDT-5.2.2-C	<ul style="list-style-type: none"> • Lapsus • Similitud de nombres del paciente • Interrupciones del trabajo del OR 	X	-	-	Ubicación del isocentro en Inicio del tratamiento Revisión de la Imagen portal por el FM y OR Revisión Médica del Paciente durante el tratamiento	• Error de baja probabilidad pues deben coincidir el nombre del paciente y la misma patología



Modos de Fallo de Equipos

Ejemplos de clasificación: **INTERRUPTORES Y VÁLVULAS**

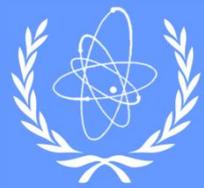
Modo de Fallo	Explicación
Fallo al permanecer en la posición	Fallo de componentes a permanecer en la posición requerida. El fallo implica no cumplimiento de su función cuando es demandada.
Fallo al cierre	Fallo de un componente al moverse a una nueva posición (cerrada).
Fallo a la apertura	Caracteriza el fallo de un componente a moverse a una posición nueva (abierta). Opuesto a “Fallo al Cierre”.
Funcionamiento no deseado (Falso)	Caracteriza el fallo de componentes a mantener su estado (Ej: 1-Cambiar de estado sin ser demandado, 2-un componente que debe estar desconectado y se conecte y opere sin que se requiera).



Modos de Fallo de Equipos

Ejemplos de clasificación: *PARA EQUIPOS ROTATORIOS (MOTORES, BOMBAS, COMPRESORES)*

Modo de Fallo	Explicación
Fallo al arranque	Caracteriza el fallo de componentes a arrancar cuando se demanden. Se aplica a todos los componentes que ejecuten su función arrancando y moviéndose continuamente (rotando).
Fallo de operación	Caracteriza el fallo de un componente a continuar operando (usualmente movimiento rotativo), durante un tiempo de misión requerido. Se aplica a todo componente que ejecuta su función mediante un movimiento continuo.



Modos de Fallo de Equipos

Ejemplos de clasificación: *PARA TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE FLUIDOS*

Modo de Fallo	Explicación
Fuga externa	Caracteriza el fallo del componente a retener el fluido
Ruptura	Caracteriza una gran ruptura en la frontera que retenga fluido. Es un fallo catastrófico
Obstrucción	Caracteriza cualquier fallo que evita el flujo en una dirección requerida, no causada por la operación normal del componente



Modos de Fallo de Equipos

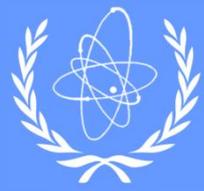
Ejemplos de clasificación: **OTROS**

Modo de Fallo	Explicación
Fallo de software	Error de programación de un software. Subconjunto de Fallo al Funcionar
Descalibración	Caracteriza el fallo de un componente cuando sus parámetros de salida están desajustados con respecto a la calibración original
Sobre-calentamiento	Caracteriza el fallo de un componente que eleva su temperatura por encima de los parámetros de diseño



Ejemplo de una Tabla de FMEA equipos

Unidad: Acelerador Lineal de Usos Médicos (LINAC).								Sistema: Sistema de Posicionamiento del Blanco, Filtrado y Colimación del Haz. (CCH)		
Fecha: 23 de marzo 2006										
No	Equipo	Modo de Fallo	Causas	Efectos				Barreras de Seguridad		Comentarios
				Disp.	Pub.	Trab	Pac.	Tipo	Denominación	
Subsistema de Cambio de Blanco										
1	Motor de Cambio de Posición del Blanco	Fallo de funcionamiento	-Fallo del motor -Señal falsa				X	V	Interruptores de posición	<ul style="list-style-type: none"> Los interruptores de posición determinan la posición del blanco. El sistema cuenta con una protección por software que inhibe la operación del LINAC hasta tanto se logre el posicionamiento correcto
								V	Potenciómetro de chequeo de posición	<ul style="list-style-type: none"> El potenciómetro permite monitorear la posición del blanco.
								T	Enclavamiento por hardware	<ul style="list-style-type: none"> Se bloquea el LINAC si la posición del blanco no es la prevista.
								T	Enclavamiento dosimétrico	<ul style="list-style-type: none"> El sistema de control dosimétrico detecta que se está recibiendo una dosis diferente de la prescrita y se procede a detener el tratamiento



MATERIAL ADICIONAL.

2. EJERCICIO



Ejercicio

Para la práctica de Medicina Nuclear Diagnóstica:

- 1. Realizar un diagrama de flujo de las etapas en las cuales puede dividirse esta práctica.**
- 2. Seleccionar 3 tareas y analizar en una Tabla de FMEA los posibles errores humanos**
- 3. Considerar como errores humanos:**
 - Omitir un paso**
 - Realizar una tarea de manera incorrecta (por exceso, por defecto, alterar el orden de una secuencia, etc.)**





Identificación de Sucesos Iniciadores. Frecuencia

La frecuencia del suceso iniciador depende de la naturaleza del mismo y se evalúa diferenciadamente para “Errores Humanos” y “Falla de Equipos”.

- Los Errores humanos son mas frecuentes y depende de la probabilidad del error y el número de veces que se realiza la tarea.



$$f = p_E * N_t$$

f → Frecuencia del suceso evaluada en sucesos/año

p_E → Probabilidad del error humano (bibliografía)

N_t → Número de veces que se realiza la tarea



Identificación de Sucesos Iniciadores. Frecuencia

La frecuencia de sucesos iniciadores derivados de “Fallos de Equipos”.

- Los Fallos de Equipos son sucesos menos frecuentes ya que el desarrollo de la tecnología lo demanda.

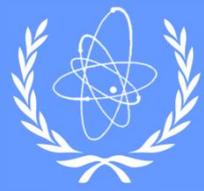


$$f = \frac{2n + 1}{2T}$$

f \longrightarrow Frecuencia del suceso evaluada en sucesos/año

n \longrightarrow Tasa de fallo del componente (bibliografía)

T \longrightarrow Tiempo de trabajo del componente en el año



GRACIAS