



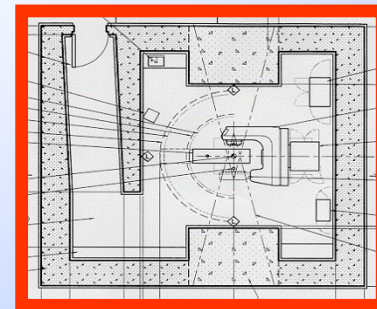
Presentación F. ESTIMACIÓN DE RIESGOS. “MÉTODO DE MATRIX DE RIESGO” RADIOTERAPIA Y GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL.

Organismo Internacional de Energía Atómica



OBJETIVO

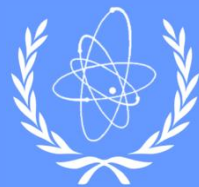
Presentar los elementos teóricos que soportan el método de Matriz de Riesgo y explicar la secuencia lógica de pasos que deben seguirse en la aplicación práctica de esta metodología.



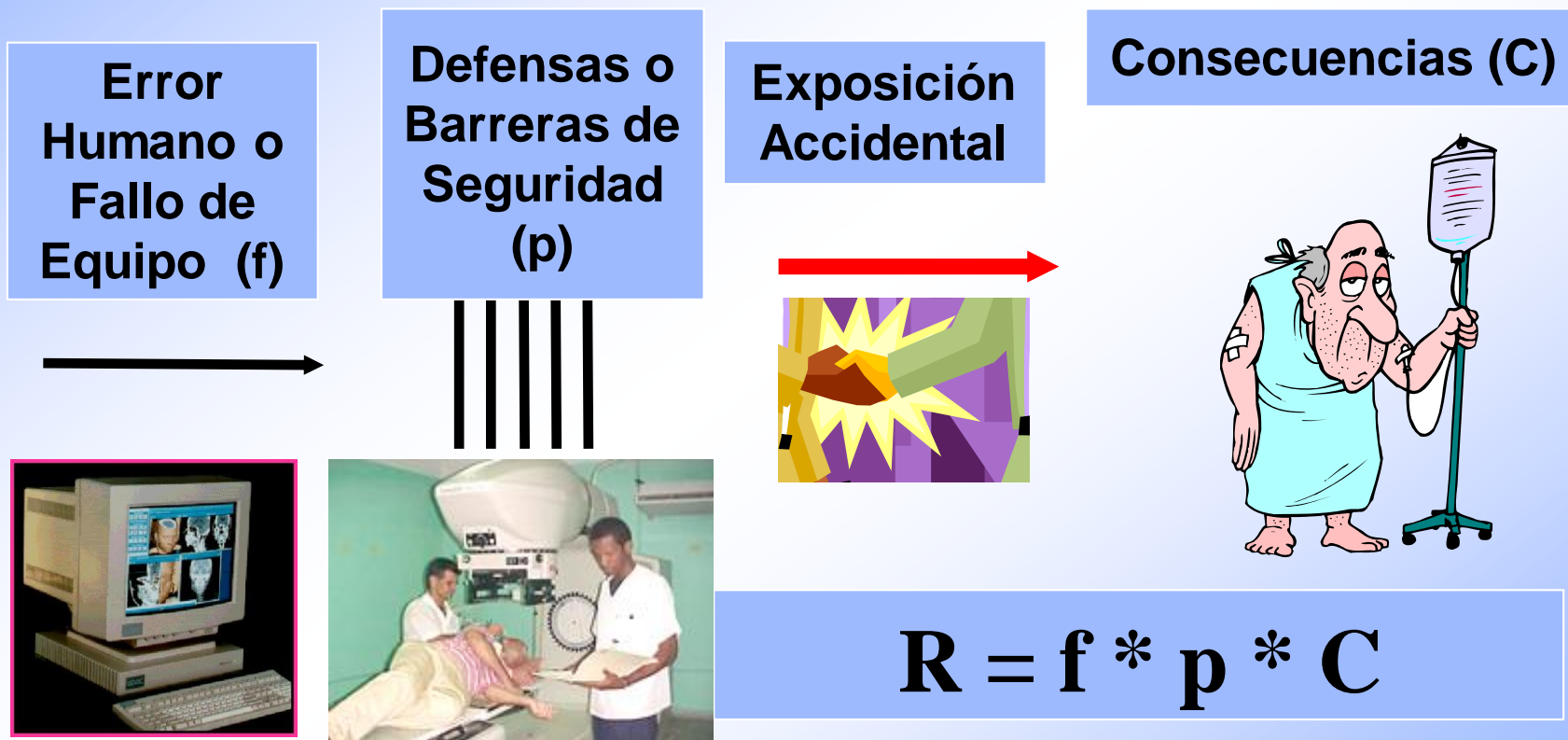


CONTENIDO

- Secuencia lógica de ocurrencia de los accidentes y su relación con el Riesgo.
- Criterios para evaluar los niveles de las variables independientes de la ecuación de Riesgo.
- Pasos para la aplicación práctica de la metodología de Matriz de Riesgo. Primer Cribado.
- Segundo Cribado. Criterios de aceptación del Riesgo.



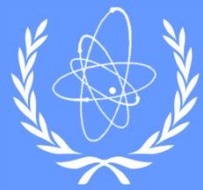
SECUENCIA LÓGICA DE LOS ACCIDENTES





MATRIZ DE RIESGO

f	P	C
MA Muy Alta	MA Muy Alta	MA Muy Alta
A Alta	A Alta	A Alta
M Media	M Media	M Media
B Baja	B Baja	B Baja
MB Muy Baja	MB Muy Baja	MB Muy Baja

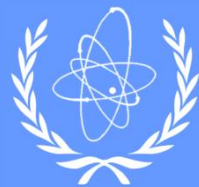


CRITERIO PARA CONSTRUIR LA MATRIZ DE RIESGO

Lógica General de combinación de las variables:

- 1. Se multiplican las dos primeras variables y el resultado de esta operación se multiplica por la tercera variable.**
- 2. Multiplicación de variables de igual nivel tiene como resultado el mismo nivel: Ejemplo Bajo * Bajo = Bajo.**
- 3. Multiplicación de variables de niveles diferentes contiguos tiene como resultado el nivel mas conservador: Ejemplo Medio * Bajo = Medio.**
- 4. Multiplicación de variables de niveles diferentes no contiguos. En este caso siempre hay dos posibles soluciones, pero se toma aquella que de mas peso al nivel con el cual se ha evaluado la variable p**

Ejemplo: Combinación $f_B * P_B * C_{MA}$. Multiplicación $f_B * P_B = B$. Al multiplicar este resultado con C_{MA} , existen dos intermedios, el M y el A. En este casos al dar mayor peso al nivel de probabilidad el Resultado sería R_M .



MATRIZ DE RIESGO.

f_A	P_A	C_{MA}	R_{MA}		f_A	P_A	C_A	R_{MA}		f_A	P_A	C_M	R_A		f_A	P_A	C_B	R_M
f_M	P_A	C_{MA}	R_{MA}		f_M	P_A	C_A	R_A		f_M	P_A	C_M	R_A		f_M	P_A	C_B	R_M
f_B	P_A	C_{MA}	R_A		f_B	P_A	C_A	R_A		f_B	P_A	C_M	R_M		f_B	P_A	C_B	R_M
f_{MB}	P_A	C_{MA}	R_A		f_{MB}	P_A	C_A	R_A		f_{MB}	P_A	C_M	R_M		f_{MB}	P_A	C_B	R_M
f_A	P_M	C_{MA}	R_{MA}		f_A	P_M	C_A	R_A		f_A	P_M	C_M	R_A		f_A	P_M	C_B	R_M
f_M	P_M	C_{MA}	R_A		f_M	P_M	C_A	R_A		f_M	P_M	C_M	R_M		f_M	P_M	C_B	R_M
f_B	P_M	C_{MA}	R_A		f_B	P_M	C_A	R_A		f_B	P_M	C_M	R_M		f_B	P_M	C_B	R_B
f_{MB}	P_M	C_{MA}	R_A		f_{MB}	P_M	C_A	R_M		f_{MB}	P_M	C_M	R_M		f_{MB}	P_M	C_B	R_B
f_A	P_B	C_{MA}	R_A		f_A	P_B	C_A	R_A		f_A	P_B	C_M	R_M		f_A	P_B	C_B	R_B
f_M	P_B	C_{MA}	R_A		f_M	P_B	C_A	R_A		f_M	P_B	C_M	R_M		f_M	P_B	C_B	R_B
f_B	P_B	C_{MA}	R_M		f_B	P_B	C_A	R_M		f_B	P_B	C_M	R_B		f_B	P_B	C_B	R_B
f_{MB}	P_B	C_{MA}	R_M		f_{MB}	P_B	C_A	R_M		f_{MB}	P_B	C_M	R_B		f_{MB}	P_B	C_B	R_B
f_A	P_{MB}	C_{MA}	R_A		f_A	P_{MB}	C_A	R_M		f_A	P_{MB}	C_M	R_M		f_A	P_{MB}	C_B	R_B
f_M	P_{MB}	C_{MA}	R_M		f_M	P_{MB}	C_A	R_M		f_M	P_{MB}	C_M	R_M		f_M	P_{MB}	C_B	R_B
f_B	P_{MB}	C_{MA}	R_M		f_B	P_{MB}	C_A	R_B		f_B	P_{MB}	C_M	R_B		f_B	P_{MB}	C_B	R_B
f_{MB}	P_{MB}	C_{MA}	R_M		f_{MB}	P_{MB}	C_A	R_B		f_{MB}	P_{MB}	C_M	R_B		f_{MB}	P_{MB}	C_B	R_B

R_{MA} R_A R_M R_B



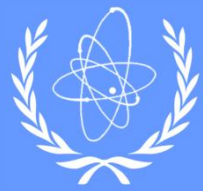
CRITERIO PARA EVALUAR LOS NIVELES DE FRECUENCIA

Para errores humanos

Cada error humano tiene una probabilidad propia (p_E). Dicha probabilidad está dada por las características de la acción humana. La frecuencia de ocurrencia de los Sucesos iniciadores motivados por errores humanos quedará expresada en sucesos/año. Depende de la probabilidad de error humano y del número de veces que se realiza la tarea en el plazo de un año (N_t), según la ecuación siguiente:



$$f = p_E * N_t$$



CRITERIO PARA EVALUAR LOS NIVELES DE FRECUENCIA

Para fallos de equipos

Cada falla de equipo ocurre con una probabilidad (tasa de fallo) propia (n). Dicha tasa de fallo está dada por las características del componente que falla. La frecuencia de ocurrencia de los Sucesos iniciadores motivados por fallo de equipo se expresa en sucesos/año. Depende de la tasa de fallo y el tiempo de trabajo del componente en cuestión en un año (T), según la ecuación siguiente:

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





CRITERIO PARA EVALUAR LOS NIVELES DE FRECUENCIA



A

Alta: El evento iniciador ocurre frecuentemente, más 50 sucesos/año.

M

Media: El evento iniciador ocurre ocasionalmente, mayor o igual que 1 y menor o igual que 50 sucesos/año.

f

B

Baja: Es poco usual o raro que ocurra el evento iniciador, menos que 1 suceso/año y mayor o igual que 5 sucesos cada 100 años

MB

Muy Baja: Es muy raro que ocurra el evento iniciador, menos de 5 Sucesos cada 100 años. No se tiene información que halla ocurrido.



CRITERIO PARA EVALUAR LOS NIVELES DE CONSECUENCIAS

Los accidentes pueden afectar a Pacientes, trabajadores y públicos. Un determinado error humano o fallo de equipo puede afectar al mismo tiempo a uno o varios de estos “actores” del proceso.

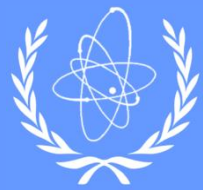
Ejemplo: Desacople de la fuente del cable permaneciendo esta, dentro del paciente, tras finalizar el tratamiento. “Braquiterapia de HDR”

Paciente: Tiene consecuencia para el paciente porque provoca una sobre dosis al paciente

Trabajador: Tiene consecuencias para el trabajador porque recibe una exposición anómala.

Público: Tiene consecuencia para el público ya que si no se detecta que la fuente se encuentra en el cuerpo del paciente, este se va para su casa y puede provocar exposiciones anómalas de miembros del público.





CRITERIO PARA EVALUAR LOS NIVELES DE CONSECUENCIAS. RADIOTERAPIA

En pacientes

MA

Muy Alta: Muertes o daños limitantes a varios pacientes (exposiciones sistemáticas). Se asume que la magnitud del error de dosis es superiores al 25% respecto a la dosis prescrita.

CA

Alta: Muerte o daños limitantes a un solo paciente, afecta a todo o gran parte del tratamiento (exposiciones programáticas) (la magnitud del error de dosis es superiores al 25% respecto a la dosis prescrita). Se incluyen también las exposiciones que afectan a múltiples pacientes cuyos errores de dosis están entre el 10 y el 25% respecto a la dosis prescrita.

M

Media: Clínicamente no ponen en riesgo la vida del paciente, son exposiciones que afectan a un paciente en una sesión de tratamiento.

B

Baja: No se producen efectos sobre los pacientes. Disminución de la defensa en profundidad.



CRITERIO PARA EVALUAR LOS NIVELES DE CONSECUENCIAS.

En trabajadores y público

MA

Muy Alta: Son de tipo catastrófico, que provocan efectos deterministas severos, resultan fatales, o conlleva a un daño o invalidez permanente.

CA

Alta: Provocan efectos deterministas, pero que no representan un peligro para la vida y no producen daños permanentes.

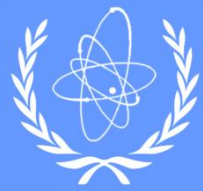
M

Media: Provocan exposiciones anómalas que están por debajo de los umbrales de los efectos deterministas, se manifiesta como un aumento de la probabilidad de efectos estocásticos.

B

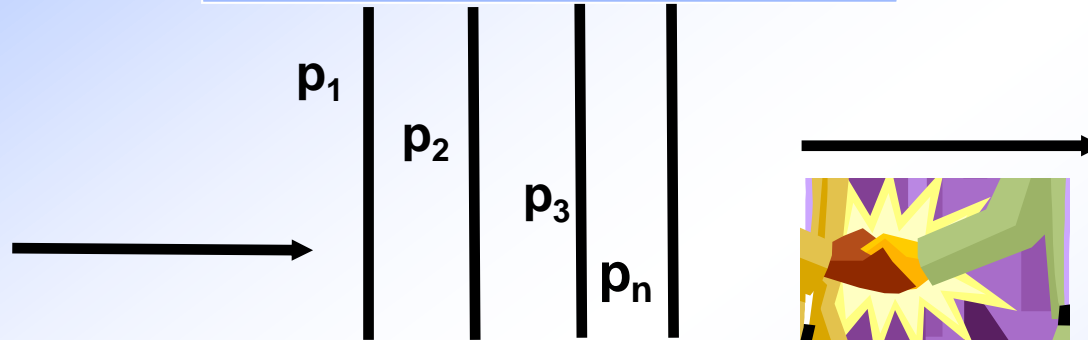
Baja: No se producen efectos sobre los trabajadores o público. Disminución de la defensa en profundidad.





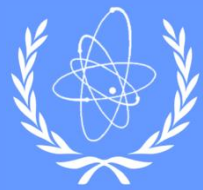
CRITERIO PARA EVALUAR LOS NIVELES DE PROBABILIDAD DE FALLO DE LAS BARRERAS

Probabilidad de fallo del conjunto de barreras (p)

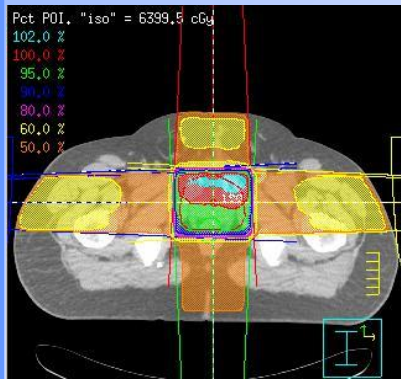


Simplificación del método.
 $p_1 = p_2 = p_n$

$$p = p_1 * p_2 * p_n$$



CRITERIO PARA EVALUAR LOS NIVELES DE PROBABILIDAD DE FALLO DE LAS BARRERAS



A

Alta: Secuencia accidental más probable y esperable (ninguna barrera de seguridad).

M

Media: Se acepta el fallo de las defensas si no están bien implementadas (una o dos barreras).

P

B

Baja: Existen suficientes defensas pero se acepta en último caso el fallo de las mismas (tres barreras)

MB

Muy Baja: Secuencia accidental prácticamente imposible. Existe suficiente defensa en profundidad (más de tres barreras)



PASOS QUE DEBEN SEGUIRSE PARA LA APLICACIÓN PRÁCTICA DEL MÉTODO

Paso 1: Determinación del listado de Sucesos Iniciales (SI)

Se analiza un Suceso Inicial (SI)

Paso 2: Estimación de la frecuencia del SI. Clasificación según los niveles establecidos.

Paso 3: Evaluación de las consecuencias del SI. Clasificación según los niveles establecidos.

Paso 4: Análisis de las defensas existentes para el SI. Diferenciar Barreras, reductores de frecuencia y reductores de consecuencias. Clasificación según los niveles establecidos

Paso 5: Obtención del Riesgo resultante directamente de la matriz

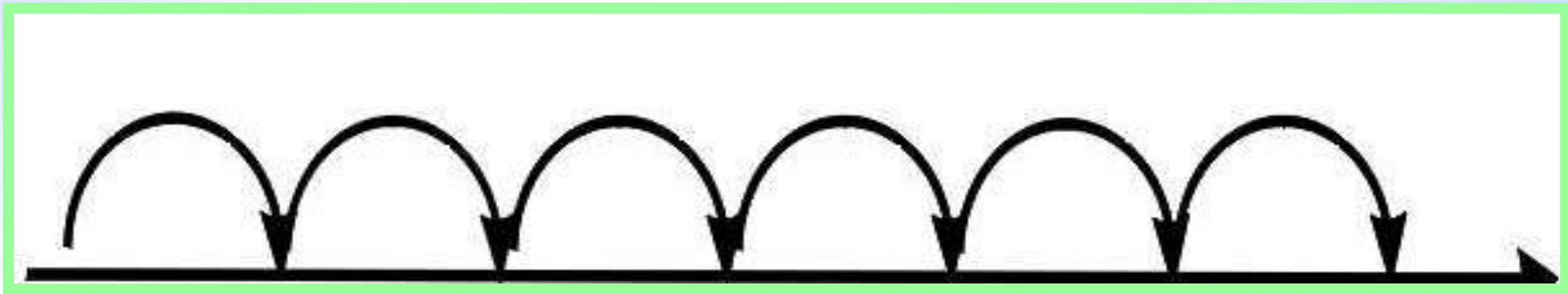
Analizar el siguiente SI



PASOS QUE DEBEN SEGUIRSE PARA LA APLICACIÓN PRÁCTICA DEL MÉTODO

Paso 1: Determinación del listado de Sucesos Inicidores (SI)

- La determinación del listado de los SI puede realizarse utilizando técnicas de análisis de riesgo.
- Adaptando los listados genéricos de SI elaborados para instalaciones similares.



Diagnóstico Tipo de Trat. Def. del Volum. Simulación Planeación Tratamiento Seguimiento



PASOS QUE DEBEN SEGUIRSE PARA LA APLICACIÓN PRÁCTICA DEL MÉTODO

Paso 2: Estimación de la frecuencia del SI. Clasificación según los niveles establecidos.

Ejemplo de SI: Error en la determinación de la dosis absorbida en condiciones de referencia. (Telecobaltoterapia)

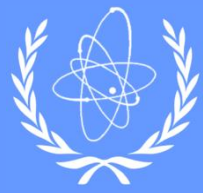
p_E → **Error humano de comisión, en una actividad no monótona, actividad técnicamente compleja que se realiza guiada por procedimiento, actividad realizada en condiciones preoperacionales, no influenciada por la presión asistencial. Se acepta una probabilidad de error humano de $8.0E-03$. (8 errores por cada 1000 veces que se realiza la tarea)**

N_t → **La tarea se realiza durante el montaje inicial de la fuente y se repite cada 5 años, cuando la fuente es cambiada. Se acepta que la tarea se realiza $1/5$ de veces/año.**

$$f = p_E * N_t = 0,0016 \text{ Sucesos/año}$$

$$0,0016 \text{ Sucesos/año} < 0,05 \text{ Sucesos/año}$$

$$\longrightarrow f_{MB} \longrightarrow f_B$$



PASOS QUE DEBEN SEGUIRSE PARA LA APLICACIÓN PRÁCTICA DEL MÉTODO

Paso 3: Evaluación de las consecuencias del SI. Clasificación según los niveles establecidos.

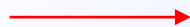
Ejemplo de SI: Error en la determinación de la dosis absorbida en condiciones de referencia. (Telecobaltoterapia)

Se realiza la pregunta siguiente:

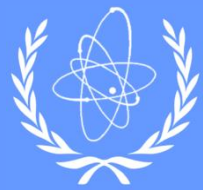
¿Que consecuencias puede causar este SI, suponiendo que no actúa ninguna barrera que evite la ocurrencia del Accidente?

En este caso la respuesta sería:

Afectaría a múltiples pacientes (error sistemático), provocaría que la dosis administrada al paciente difiera en mas de un 25 % de la dosis prescrita por el médico. Probablemente causará la muerte o daños limitantes a múltiples pacientes.



C_{MA}

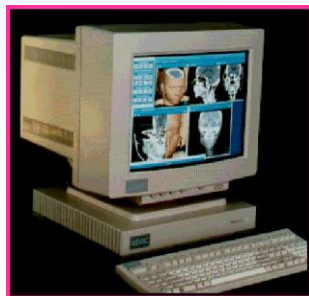


ANÁLISIS DE LAS DEFENSAS. DEFENSA EN PROFUNDIDAD

Reductores de Frecuencia



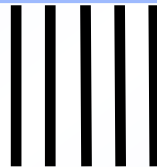
Error Humano o fallo de equipo (f)



Barreras Directas



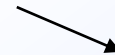
Defensas o barreras de seguridad (p)



Exposición accidental



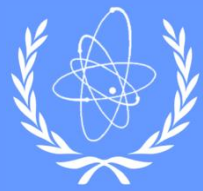
Reductores de Consecuencias



Consecuencias (C)



$$R = f * p * C$$



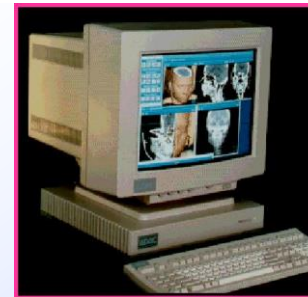
PASOS QUE DEBEN SEGUIRSE PARA LA APLICACIÓN PRÁCTICA DEL MÉTODO

Paso 4: Análisis de las defensas existentes para el SI. Diferenciar Barreras, reductores de frecuencia y reductores de consecuencias. Clasificación según los niveles establecidos

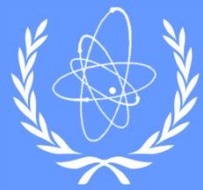
Ejemplo de SI: Error en la determinación de la dosis absorbida en condiciones de referencia. (Telecobaltoterapia)

En este caso la respuesta sería:

Reductores de frecuencia



- **Capacitación del físico en la realización de las pruebas de puesta en servicio.**
- **Utilizar protocolos reconocidos internacionalmente para la realización de las pruebas.**



PASOS QUE DEBEN SEGUIRSE PARA LA APLICACIÓN PRÁCTICA DEL MÉTODO

Paso 4: Análisis de las defensas existentes para el SI. Diferenciar Barreras, reductores de frecuencia y reductores de consecuencias. Clasificación según los niveles establecidos

Ejemplo de SI: Error en la determinación de la dosis absorbida en condiciones de referencia. (Telecobaltoterapia)

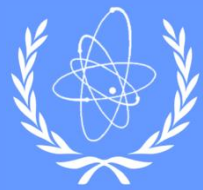
En este caso la respuesta sería:

Barreras directas.

- **Verificación redundante e independiente de los resultados de la calibración, (por otro Físico Médico y con otro sistema dosimétrico).**
- **Puesta en servicio del TPS. Planificación de casos pruebas y comparación de los resultados con mediciones directas.**



→ **P_M**



PASOS QUE DEBEN SEGUIRSE PARA LA APLICACIÓN PRÁCTICA DEL MÉTODO

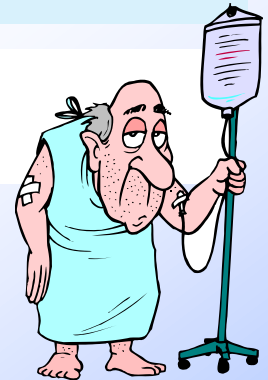
Paso 4: Análisis de las defensas existentes para el SI. Diferenciar Barreras, reductores de frecuencia y reductores de consecuencias. Clasificación según los niveles establecidos

Ejemplo de SI: Error en la determinación de la dosis absorbida en condiciones de referencia. (Telecobaltoterapia)

En este caso la respuesta sería:

Reductores de Consecuencias.

- **QA del Hospital. Prueba mensual de constancia de dosis de referencia.**
- **QA del Hospital. Prueba anual de constancia de dosis de referencia.**
- **Ejercicios de intercomparación postal (OIEA- OMS).**
- **Observación diaria del paciente por parte del técnico operador.**
- **Procedimiento de seguimiento semanal del paciente por el médico.**
- **Auditoria externa periódica. (Prueba de Determinación de la dosis absorbida en condiciones de referencia).**





EJEMPLO DE APLICACIÓN

Paso 5: Obtención del Riesgo resultante directamente de la matriz

Ejemplo de SI: Error en la determinación de la dosis absorbida en condiciones de referencia. (Telecobaltoterapia)

$$R = f * P * C$$

Etapas del Proceso: Aceptación y Puesta en servicio

Frecuencia	Red de f	Consecuencia	Defensas	Riesgo
f_B	Capacitación del Físico	C_{MA}	P_M	?



UTILIZACIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGO PARA OBTENER EL RIESGO RESULTANTE

f_A	P_A	C_{MA}	R_{MA}		f_A	P_A	C_A	R_{MA}		f_A	P_A	C_M	R_A		f_A	P_A	C_B	R_M
f_M	P_A	C_{MA}	R_{MA}		f_M	P_A	C_A	R_A		f_M	P_A	C_M	R_A		f_M	P_A	C_B	R_M
f_B	P_A	C_{MA}	R_A		f_B	P_A	C_A	R_A		f_B	P_A	C_M	R_M		f_B	P_A	C_B	R_M
f_{MB}	P_A	C_{MA}	R_A		f_{MB}	P_A	C_A	R_A		f_{MB}	P_A	C_M	R_M		f_{MB}	P_A	C_B	R_M
f_A	P_M	C_{MA}	R_{MA}		f_A	P_M	C_A	R_A		f_A	P_M	C_M	R_A		f_A	P_M	C_B	R_M
f_M	P_M	C_{MA}	R_A		f_M	P_M	C_A	R_A		f_M	P_M	C_M	R_M		f_M	P_M	C_B	R_M
f_B	P_M	C_{MA}	R_A		f_B	P_M	C_A	R_A		f_B	P_M	C_M	R_M		f_B	P_M	C_B	R_B
f_{MB}	P_M	C_{MA}	R_A		f_{MB}	P_M	C_A	R_M		f_{MB}	P_M	C_M	R_M		f_{MB}	P_M	C_B	R_B
f_A	P_B	C_{MA}	R_A		f_A	P_B	C_A	R_A		f_A	P_B	C_M	R_M		f_A	P_B	C_B	R_B
f_M	P_B	C_{MA}	R_A		f_M	P_B	C_A	R_A		f_M	P_B	C_M	R_M		f_M	P_B	C_B	R_B
f_B	P_B	C_{MA}	R_M		f_B	P_B	C_A	R_M		f_B	P_B	C_M	R_B		f_B	P_B	C_B	R_B
f_{MB}	P_B	C_{MA}	R_M		f_{MB}	P_B	C_A	R_M		f_{MB}	P_B	C_M	R_B		f_{MB}	P_B	C_B	R_B
f_A	P_{MB}	C_{MA}	R_A		f_A	P_{MB}	C_A	R_M		f_A	P_{MB}	C_M	R_M		f_A	P_{MB}	C_B	R_B
f_M	P_{MB}	C_{MA}	R_M		f_M	P_{MB}	C_A	R_M		f_M	P_{MB}	C_M	R_M		f_M	P_{MB}	C_B	R_B
f_B	P_{MB}	C_{MA}	R_M		f_B	P_{MB}	C_A	R_B		f_B	P_{MB}	C_M	R_B		f_B	P_{MB}	C_B	R_B
f_{MB}	P_{MB}	C_{MA}	R_M		f_{MB}	P_{MB}	C_A	R_B		f_{MB}	P_{MB}	C_M	R_B		f_{MB}	P_{MB}	C_B	R_B

Analizando todos los Sucesos Iniciares se puede hacer un primer cribado que permita priorizar, en función de criterios de administración de riesgos



NECESIDAD DEL SEGUNDO CRIBADO.

El Método de la Matriz de Riesgo es un método conservador ya que en su aplicación hemos asumido varias hipótesis de este carácter que son:

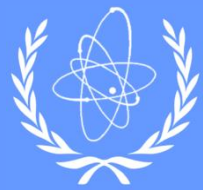
- Se ha considerado que todas las barreras directas tienen la misma probabilidad de fallo y no se analiza la robustez de estas.**
- No se ha contemplado la influencia de los reductores de frecuencia al disminuir la frecuencia del SI y con ello el Riesgo resultante.**
- No se ha contemplado la influencia de los reductores de consecuencia al disminuir las consecuencias y con ello el riesgo resultante.**

Se justifica hacer un segundo cribado que nos muestre resultados más realistas



PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL SEGUNDO CRIBADO.

- A₁- ¿Son suficientemente robustas las barreras existentes, como para asignar una probabilidad de fallo más baja, que permita clasificar el riesgo en un nivel inferior?**
- A₂- ¿Son suficientemente robustos los reductores de frecuencia o los reductores de consecuencias existentes?**



SEGUNDO CRIBADO.

A₁- ¿Son suficientemente robustas las barreras existentes, como para asignar una probabilidad de fallo más baja, que permita clasificar el riesgo en un nivel inferior?

No	Tipo de Barrera	Robustez expresada en puntos
1	Barreras tipo 1: Enclavamientos o bloqueos	32
2	Barreras tipo 2: Alarmas	16
3	Barreras tipo 3: Procedimiento de trabajo que se ejecuta por personas diferentes	8
4	Barreras tipo 4: Procedimiento de trabajo que ejecuta la misma persona, pero en etapas o momentos diferentes	4



SEGUNDO CRIBADO.

A₁- ¿Son suficientemente robustas las barreras existentes, como para asignar una probabilidad de fallo más baja, que permita clasificar el riesgo en un nivel inferior?

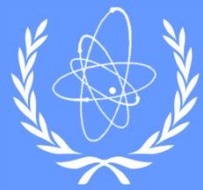
1. Para probabilidad de fallo p_M : (2 Barreras)

Se considera robusto el conjunto de barreras si: $p_1 * p_2 \geq 32$ puntos. Ello permite reclasificar la probabilidad desde p_M hasta p_B .

Se considera que el conjunto de barreras es muy robusto si $p_1 * p_2 > 64$ puntos. Ello permite reclasificar la probabilidad desde p_M hasta p_{MB} .

2. Para probabilidad de fallo p_B : (3 Barreras)

Se considera robusto el conjunto de barreras si $p_1 * p_2 * p_3 > 64$ puntos. Ello permite reducir la probabilidad desde p_B hasta p_{MB} .



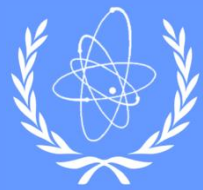
SEGUNDO CRIBADO.

A₁- ¿Son suficientemente robustas las barreras existentes, como para asignar una probabilidad de fallo más baja, que permita clasificar el riesgo en un nivel inferior?

Ejemplo: ¿cómo se evalúa la robustez de las barreras?

No	Tipo de Barrera	Robustez expresada en puntos
1	“Verificación redundante e independiente de los resultados de la calibración, por otro Físico Médico y con otro sistema dosimétrico” Barreras tipo 3	8
2	“Puesta en servicio del TPS. Planificación de casos pruebas y comparación de los resultados con mediciones directas” Barreras tipo 4	4

Si, $(p1 * p2) = 32$, cumple con el criterio de dos barreras robustas $(p1 * p2 \geq 32$ puntos). P_M pasa a P_B



SEGUNDO CRIBADO.

A₂- ¿Son suficientemente robustos los reductores de frecuencia o los reductores de consecuencias existentes?

Robustez de los reductores de Frecuencia

TABLA 5. CRITERIOS PARA EVALUAR LA ROBUSTEZ DEL CONJUNTO DE REDUCTORES DE FRECUENCIA. METODOLOGÍA DE LA MATRIZ DE RIESGO.

Descripción general de los Reductores de Frecuencias	Robustez	Peso
Enclavamientos y Mejoras tecnológicas	Muy Robusta	32
Señales y alarmas	Robusta	16
Protocolos, procedimientos y carga de trabajo moderada	Normal	8
Formación	Blanda	4



SEGUNDO CRIBADO.

A₂- ¿Son suficientemente robustos los reductores de frecuencia o los reductores de consecuencias existentes?

Para los Reductores de Frecuencia

- 1. Si la multiplicación de la robustez de los reductores de Frecuencia es mayor o igual que 32 Puntos ($RF1*RF2*RF3*...*RFn \geq 32$) es posible reducir un nivel de Frecuencia, es decir: por ejemplo, de FA pasa a FM.**
- 2. Si la multiplicación de la robustez de los reductores de Frecuencia es mayor que 64 Puntos ($RF1*RF2*RF3*...*RFn > 64$) es posible reducir dos niveles de Frecuencia, es decir: por ejemplo, de FA pasa a FB.**

Nota: En ambos casos no se permite alcanzar el nivel de frecuencia muy bajo (FMB) para aquellos sucesos derivados de errores humanos.



SEGUNDO CRIBADO.

A₂- ¿Son suficientemente robustos los reductores de frecuencia o los reductores de consecuencias existentes?

Ejemplo: ¿cómo se evalúa la robustez de los reductores de frecuencia?

No	Tipo de Barrera	Robustez expresada en puntos
1	“Carga de trabajo moderada” Reductor de Frecuencia tipo 3	8
2	“Capacitación del tecnólogo” Reductor tipo 4	4

Existen solo 2 reductores de frecuencia. La robustez de los reductores de Frecuencia es mayor o igual que 32 Puntos ($RF1 * RF2 = 32$), es posible reducir un nivel de Frecuencia. No es posible reducirla frecuencia desde el nivel FB hasta el nivel FMB si se trata un suceso iniciador derivado de Errores Humanos.



SEGUNDO CRIBADO.

A₂- ¿Son suficientemente robustos los reductores de frecuencia o los reductores de consecuencias existentes?

Para los Reductores de Consecuencia

- 1. Si la multiplicación de la robustez de los reductores de Consecuencia es mayor o igual que 64 Puntos ($RC1*RC2*RC3*...*RCn > 64$) es posible reducir un nivel de Consecuencia, es decir: por ejemplo, de CMA pasa a CA.**

Nota: En el caso de los reductores de consecuencia, en ningún caso, se puede reducir las Consecuencias medias (CM) hasta las consecuencias bajas (CB) ya que, por definición nunca pueden alcanzarse la consecuencias bajas a partir de secuencias que tienen consecuencias medias.



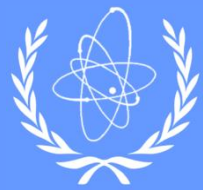
SEGUNDO CRIBADO.

A₂- ¿Son suficientemente robustos los reductores de frecuencia o los reductores de consecuencias existentes?

Robustez de los reductores de Consecuencias

TABLA 6. CRITERIOS PARA EVALUAR LA ROBUSTEZ DEL CONJUNTO DE REDUCTORES DE CONSECUENCIAS. METODOLOGÍA DE LA MATRIZ DE RIESGO.

Descripción general de los Reductores de Consecuencias	Robustez	Peso
Enclavamientos	Muy Robusta	32
Alarmas	Robusta	16
Protocolos y procedimientos	Normal	8
Planes de Emergencias	Blanda	4
Controles de calidad (mensuales y anuales)	Teórica	1



SEGUNDO CRIBADO.

A₂- ¿Son suficientemente robustos los reductores de frecuencia o los reductores de consecuencias existentes?

Ejemplo: ¿cómo se evalúa la robustez de los reductores de consecuencia?

No	Tipo de Barrera	Robustez expresada en puntos
1	“Revisión médica semanal del paciente” Reductor de Consecuencia tipo 3	8
2	“Controles de calidad mensuales y anuales” Reductor tipo 5	1

La robustez de los reductores de Consecuencia no es mayor que 64 Puntos ($RC1 * RC2 = 8$) no es posible reducir un nivel de Consecuencia.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DEL SEGUNDO CRIBADO

Resultados del segundo cribado.

Ejemplo de SI: Error en la determinación de la dosis absorbida en condiciones de referencia. (Telecobaltoterapia)

$$R = f * P * C$$

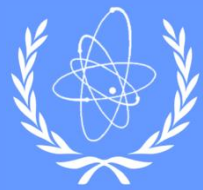
Etapa del Proceso: Aceptación y Puesta en servicio

Frecuencia	Red de f	Consecuencia	Defensas	Riesgo
f_B	Capacitación del Físico	C_{MA}	P_B	?



UTILIZACIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGO DESPUÉS DEL SEGUNDO CRIBADO

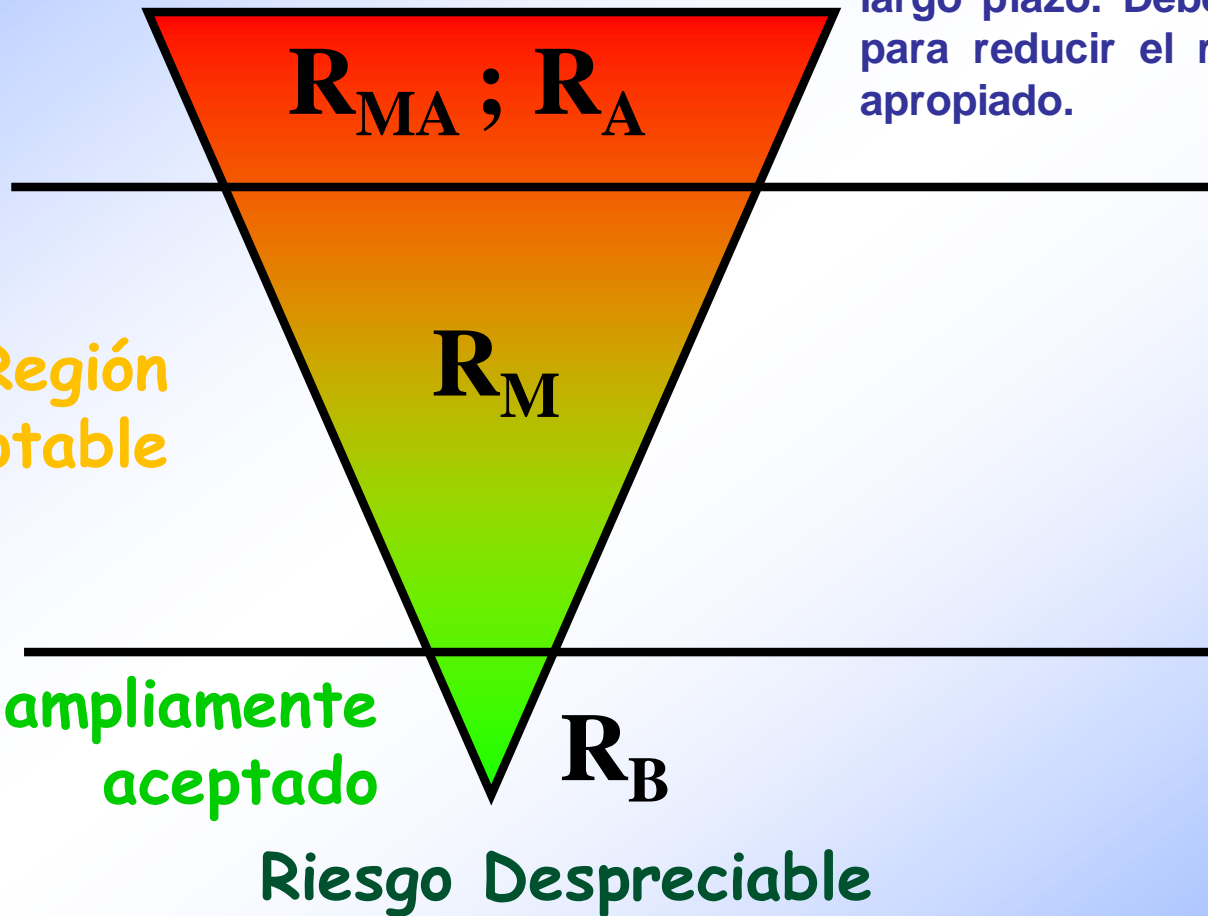
f_A	P_A	C_{MA}	R_{MA}		f_A	P_A	C_A	R_{MA}		f_A	P_A	C_M	R_A		f_A	P_A	C_B	R_M
f_M	P_A	C_{MA}	R_{MA}		f_M	P_A	C_A	R_A		f_M	P_A	C_M	R_A		f_M	P_A	C_B	R_M
f_B	P_A	C_{MA}	R_A		f_B	P_A	C_A	R_A		f_B	P_A	C_M	R_M		f_B	P_A	C_B	R_M
f_{MB}	P_A	C_{MA}	R_A		f_{MB}	P_A	C_A	R_A		f_{MB}	P_A	C_M	R_M		f_{MB}	P_A	C_B	R_M
f_A	P_M	C_{MA}	R_{MA}		f_A	P_M	C_A	R_A		f_A	P_M	C_M	R_A		f_A	P_M	C_B	R_M
f_M	P_M	C_{MA}	R_A		f_M	P_M	C_A	R_A		f_M	P_M	C_M	R_M		f_M	P_M	C_B	R_M
f_B	P_M	C_{MA}	R_A		f_B	P_M	C_A	R_A		f_B	P_M	C_M	R_M		f_B	P_M	C_B	R_B
f_{MB}	P_M	C_{MA}	R_A		f_{MB}	P_M	C_A	R_M		f_{MB}	P_M	C_M	R_M		f_{MB}	P_M	C_B	R_B
f_A	P_B	C_{MA}	R_A		f_A	P_B	C_A	R_A		f_A	P_B	C_M	R_M		f_A	P_B	C_B	R_B
f_M	P_B	C_{MA}	R_A		f_M	P_B	C_A	R_A		f_M	P_B	C_M	R_M		f_M	P_B	C_B	R_B
f_B	P_B	C_{MA}	R_M		f_B	P_B	C_A	R_M		f_B	P_B	C_M	R_B		f_B	P_B	C_B	R_B
f_{MB}	P_B	C_{MA}	R_M		f_{MB}	P_B	C_A	R_M		f_{MB}	P_B	C_M	R_B		f_{MB}	P_B	C_B	R_B
f_A	P_{MB}	C_{MA}	R_A		f_A	P_{MB}	C_A	R_M		f_A	P_{MB}	C_M	R_M		f_A	P_{MB}	C_B	R_B
f_M	P_{MB}	C_{MA}	R_M		f_M	P_{MB}	C_A	R_M		f_M	P_{MB}	C_M	R_M		f_M	P_{MB}	C_B	R_B
f_B	P_{MB}	C_{MA}	R_M		f_B	P_{MB}	C_A	R_B		f_B	P_{MB}	C_M	R_B		f_B	P_{MB}	C_B	R_B
f_{MB}	P_{MB}	C_{MA}	R_M		f_{MB}	P_{MB}	C_A	R_B		f_{MB}	P_{MB}	C_M	R_B		f_{MB}	P_{MB}	C_B	R_B

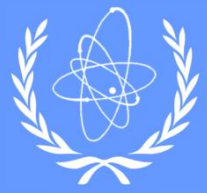


CRITERIOS PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO

R_{MA} , es considerado inaceptable (Riesgo Inminente).

R_A es considerado inaceptable a largo plazo. Deben tomarse medidas para reducir el riesgo en un tiempo apropiado.





Gracias