



Puerto Rico National Guard



RESPUESTA ANTE UNA DETONACION NUCLEAR



MAJ Roberto González

GUARDIA NACIONAL DE PUERTO RICO

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



AGENDA

- Introducción
- ¿Qué es un arma nuclear?
- Conceptos básicos de radiación.
- Efectos e impactos luego de una detonación nuclear en un ambiente urbano.
- Consideraciones en la respuesta luego de una detonación nuclear.
- Consideraciones para el desalojo y selección de refugios.
- Conclusión

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Introducción

- La detonación de un dispositivo nuclear improvisado de 10KT es el escenario #1 dentro del “National Planning Scenario” de “Homeland Security”.
- Estos escenarios son herramientas para la planificación que representan una gama de ataques terroristas y desastres naturales que podríamos enfrentar.
- Durante esta presentación se discutirán conceptos básicos de la radiación y algunas consideraciones que debemos tomar en cuenta en la preparación para un evento similar.

“Our People, Our Families, Our Guard”

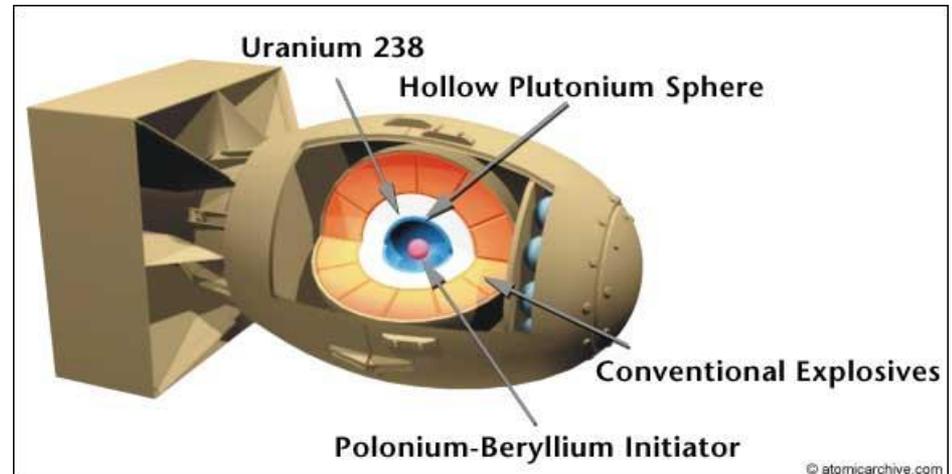
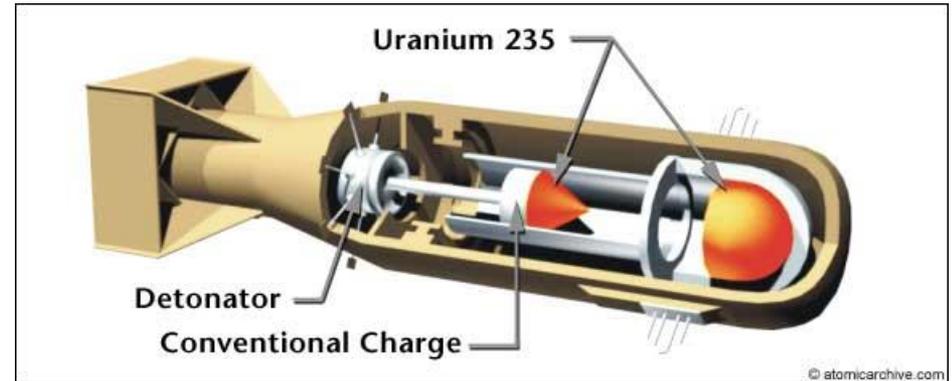


Puerto Rico National Guard



Arma Nuclear

Artefacto diseñado para liberar energía de una manera explosiva como resultado de una fisión nuclear o fusión nuclear o la combinación de ambos procesos.



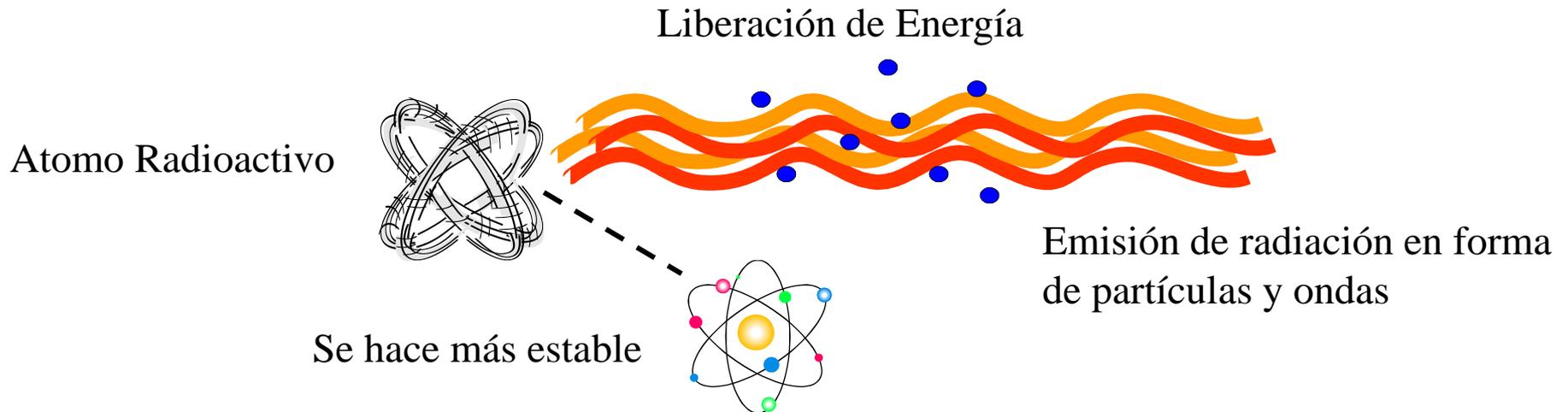
“Our People, Our Families, Our Guard”



Conceptos Básicos de Radiación

Radiación

La emisión espontánea de “partículas” o “fragmentos” de energía a partir de núcleos inestables creando núcleos más estables.



“Our People, Our Families, Our Guard”

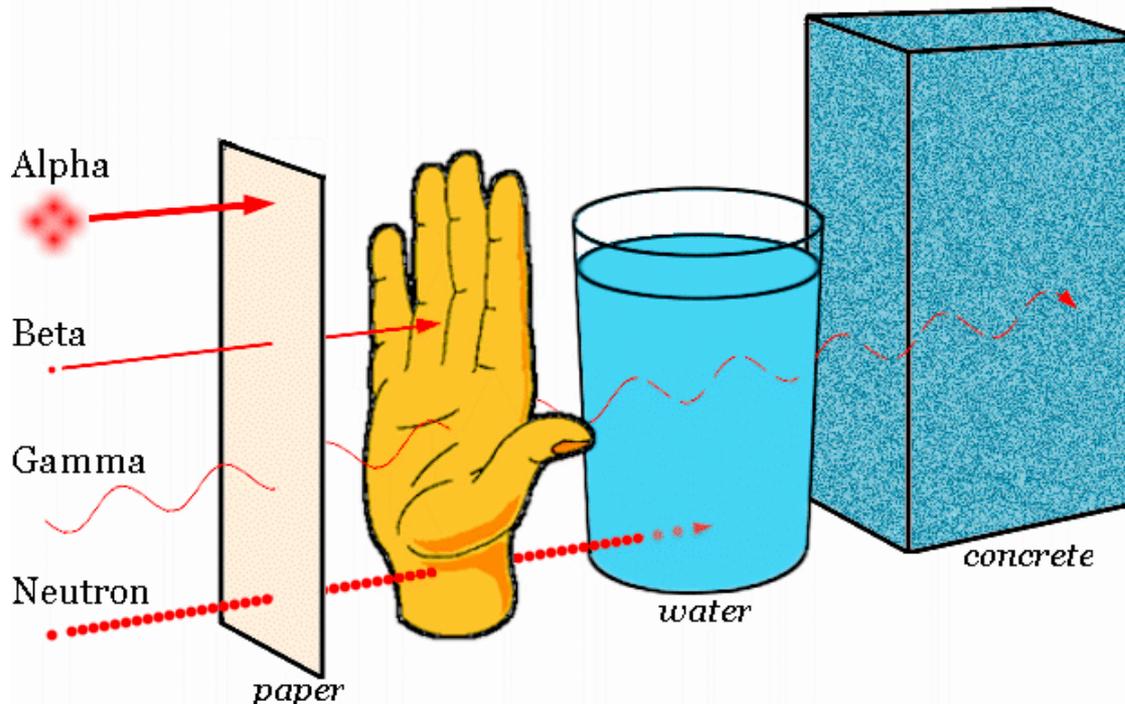


Puerto Rico National Guard



Conceptos Básicos de Radiación

Tipos de Radiación



“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard

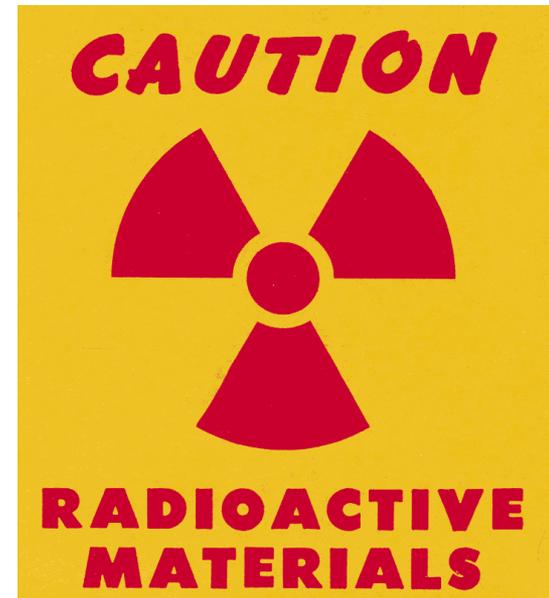


Conceptos Básicos de Radiación

Términos Radiológicos

Material radioactivo:

Cualquier material que emite radiación ionizante.



“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Conceptos Básicos de Radiación

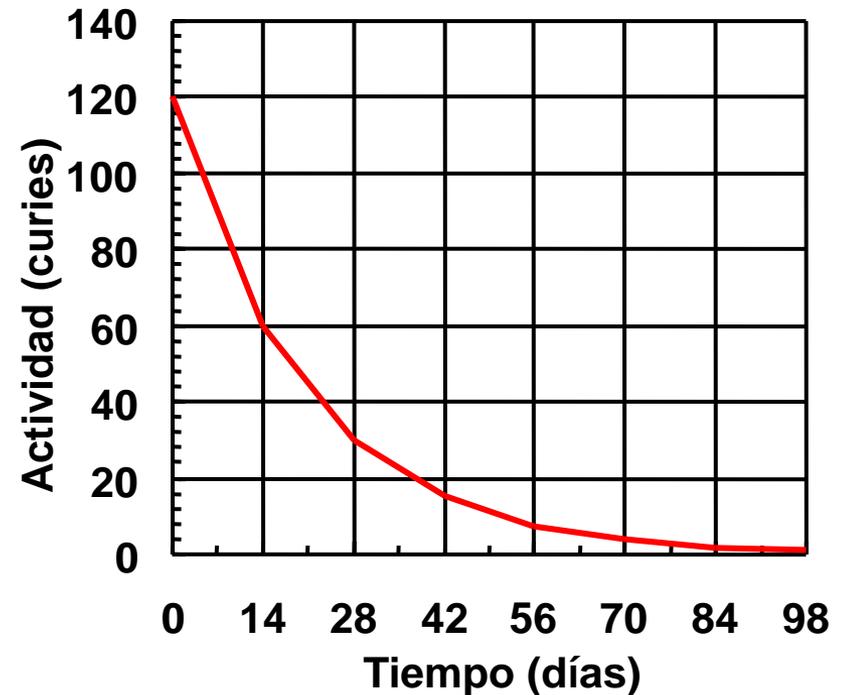
Términos Radiológicos

Decaimiento Radioactivo:

El proceso en el que un átomo inestable emite radiación ionizante.

Vida-media:

El tiempo que toma para que una muestra de materia radioactiva se reduzca a la mitad.



“Our People, Our Families, Our Guard”

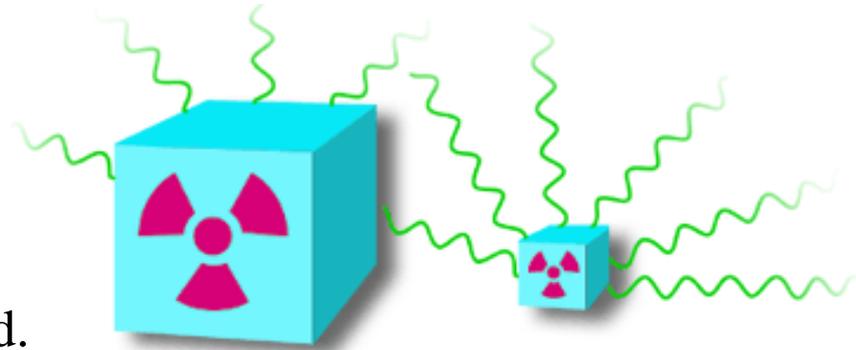


Conceptos Básicos de Radiación

Medidas de radiación (EEUU)

Curie:

- Unidad utilizada para medir radioactividad.
- Un curie es la cantidad de material radioactivo que tendrá 37,000,000,000 transformaciones en un segundo.
- A menudo se expresa en unidades más pequeñas como: una milésima (mCi), una millonésima (uCi) o hasta una billonésima (nCi) de curie.
- Un becquerel es una desintegración por segundo.





Puerto Rico National Guard



Conceptos Básicos de Radiación

Medidas de radiación (EEUU)

Rad (Radiation absorbed dose):

- Se relaciona con la cantidad de energía que absorbe un material, y es utilizada para cualquier tipo de radiación.
- No describe el efecto biológico de los diferentes tipos de radiación.

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Conceptos Básicos de Radiación

Medidas de radiación (EEUU)

Rem (Roentgen equivalent man):

- Es una unidad para determinar dosis.
- Se relaciona con la dosis absorbida en tejido humano y su daño biológico por radiación.
- No toda la radiación tiene el mismo daño biológico.

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Exposición (rem)	Efecto a la salud	Tiempo de Manifestación Síntomas (sin tratamiento)
5-10	Cambios en la composición sanguínea	
50	Náusea	Horas
55	Fatiga	
70	Vómitos	
75	Perdida de cabello	2-3 semanas
90	Diarrea	
100	Hemorragia	
400	Posibilidad de muerte	Dentro de 2 meses
1,000	Destrucción de capa intestinal	
	Sangrado interno y muerte	1-2 semanas
2,000	Daño al sistema nervioso central	
	Pérdida de la conciencia;	Minutos
	y muerte	Horas a días



Puerto Rico National Guard



Exposición



Contaminación

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Efectos e impactos de una detonación nuclear en un ambiente urbano

- Explosión
- Radiación térmica (calor)
- Radiación inicial y secundaria
- Lluvia radioactiva “Fallout”



“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Efectos e impactos de una detonación nuclear en un ambiente urbano

Explosión



- Es el efecto primario que se genera.
- Se origina por la rápida expansión de gases que genera una ola de presión.
- Se mide por la ola presión que produce extendiéndose en todas las direcciones.
- Se tarda aproximadamente 5 segundos en alcanzar la segunda milla para un dispositivo de 10KT.

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Efectos e impactos de una detonación nuclear en un ambiente urbano

Explosión

Relación de velocidad del viento con la sobrepresión y distancia de una explosión de 10 KT.

Sobrepresión Máxima (psi)	Distancia de la Zona Cero (millas) {km}	Velocidad Máxima del Viento (mph) {km/h}
50	0.18 {0.29}	934 {1503}
30	0.24 {0.39}	669 {1077}
20	0.30 {0.48}	502 {808}
10	0.44 {0.71}	294 {473}
5	0.6 {0.97}	163 {262}
2	1.1 {1.8}	70 {113}

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Efectos e impactos de una detonación nuclear en un ambiente urbano

Zonas propuestas en la planificación de una respuesta

– Daño Mínimo (LD):

- Causada por “shocks”, similares a los producidos por un trueno o un “boom” sónico, pero con mucha más fuerza.
- La heridas principalmente estarán asociadas a cristales rotos en sobrepresiones por encima de 0.5 psi.
- Este daño puede corresponder a una distancia de aproximadamente 3 millas (4,8 km) de la zona cero de una explosión nuclear de 10 KT.
- Mientras los respondedores se desplazan hacia la zona cero, las ventanas y las puertas estarán arrancadas; techos y edificios débilmente construidos exhibirán un daño mayor.

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Efectos e impactos de una detonación nuclear en un ambiente urbano

Zonas propuestas en la planificación de una respuesta

– Daño Moderado (MD):

- Los respondedores sabrán que se están pasando a la zona de MD por incremento considerable a las estructuras circundantes.
- Este daño puede corresponder a una distancia de cerca de una milla (1,6 km) de la zona cero de una explosión nuclear de 10 KT.
- Se espera una cantidad sustancial de escombros y vehículos volcados por lo que el desalojo y el paso de vehículos de rescate será difícil o imposible sin la asistencia de camiones especializados.
- Dentro de esta zona se anticipa que las líneas de agua, eléctricas, comunicaciones y gas estén rotas. Además habrán áreas incendiadas.

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Efectos e impactos de una detonación nuclear en un ambiente urbano

Zonas propuestas en la planificación de una respuesta

– Daño Moderado (MD):

- Gran parte de la población que se encuentre en esta zona sobrevive aún cuando las heridas son más serias que en la zona LD .
- Los niveles de radiación van en aumento según se acerca la zona cero.
- La visibilidad será bien limitada por espacio de al menos una hora debido al polvo levantado por la explosión.

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Efectos e impactos de una detonación nuclear en un ambiente urbano

Zonas propuestas en la planificación de una respuesta

– Daño Severo (SD):

- Pocos edificios, si algunos, estarán estructuralmente estables o si quiera de pie.
- Se espera que muy pocos sobrevivan, sin embargo, aquellos que estén en estructuras sólidas podrían sobrevivir la explosión inicial.
- Sólo debe entrarse a rescatar a sobrevivientes confirmados.
- El tamaño de la montaña de escombros podría alcanzar los 30 pies debido a los edificios colapsados.
- La visibilidad será bien limitada por espacio de una hora debido al polvo levantado por la explosión.

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Efectos e impactos de una detonación nuclear en un ambiente urbano

Zonas propuestas en la planificación de una respuesta

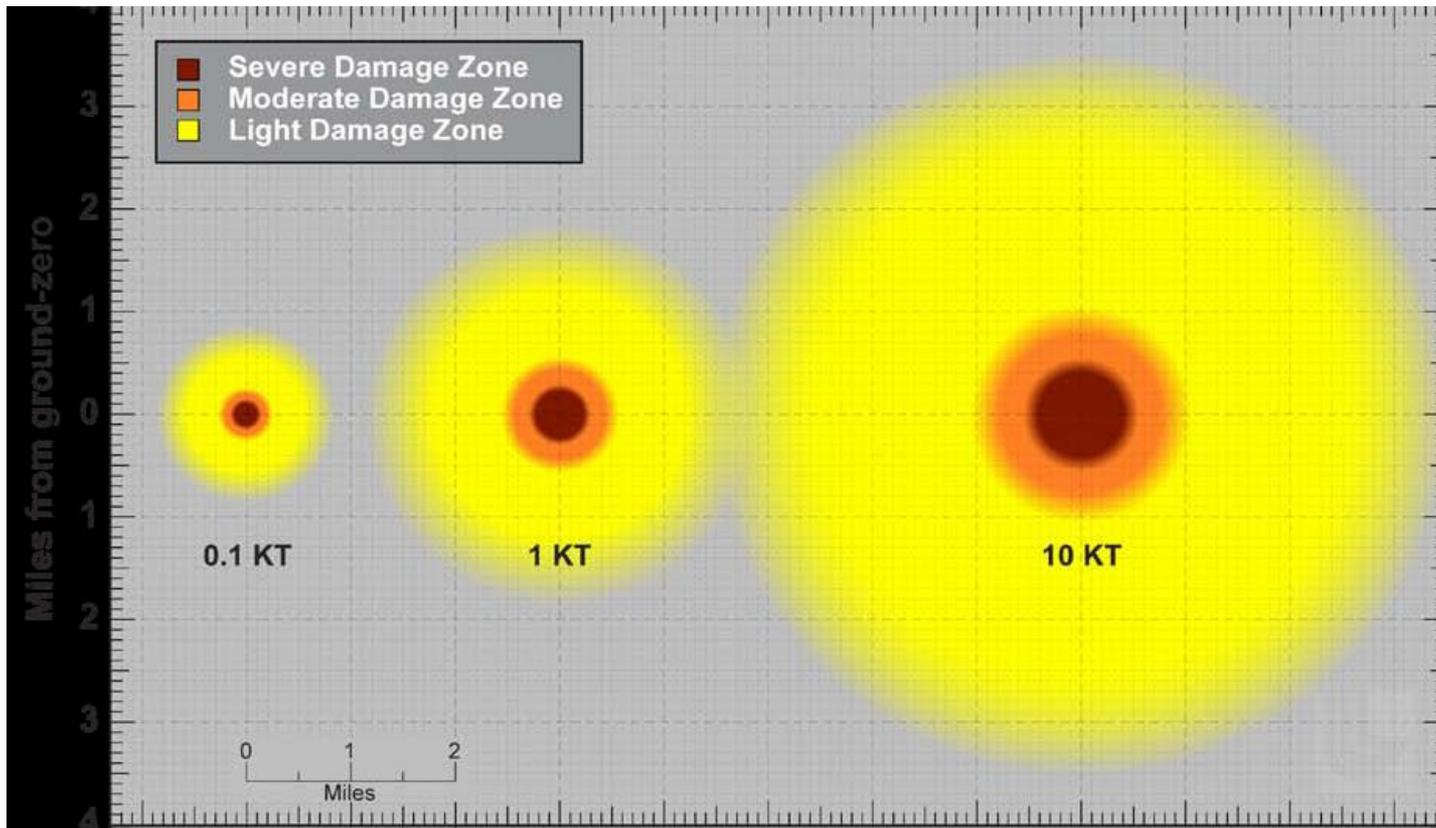
– Daño Severo (SD):

- El radio de esta zona podría alcanzar media milla (800 m).
- Los niveles de radiación serán altos.
- Los escombros en las calles harán imposible que se realicen rescates rápidos.
- Los rescatadores sólo deben entrar a rescatar a sobrevivientes confirmados.

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Fuente: Planning Guidance for Response to a Nuclear Detonation

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



“Our People, Our Families, Our Guard”

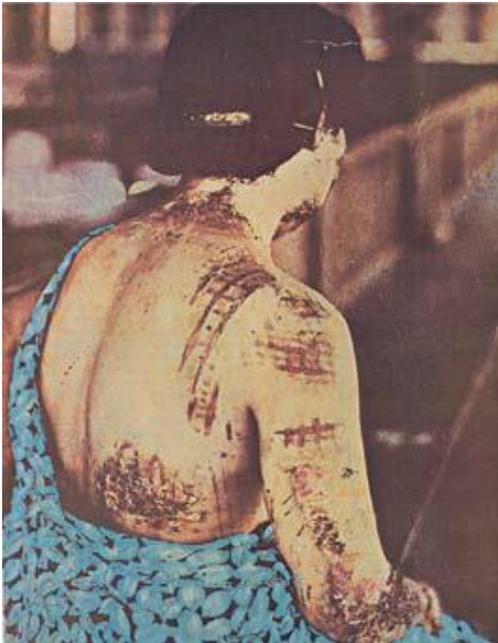


Puerto Rico National Guard



Efectos e impactos de una detonación nuclear en un ambiente urbano

Radiación térmica



- El efecto térmico provoca quemaduras y puede encender ciertos materiales inflamables.
- Dependiendo de la inflamabilidad de los diversos materiales y la distancia de la zona cero, los vientos bien pueden extinguir o airear los materiales en combustión.
- Observar el “flash” puede causar daño temporero o permanente a los ojos.

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Efectos e impactos de una detonación nuclear en un ambiente urbano

Radiación térmica



- Cerca de la bola de fuego, la energía térmica es tan intensa que la infraestructura y los seres humanos son incinerados.
- Letalidad inmediata sería de 100% en las proximidades.
- Edificios multi-pisos ofrecen cierta protección.
- La intensa luz puede servir de señal para aquellos que se encuentren a más de una milla para cubrirse, alejarse de cristales y lanzarse al suelo.

“Our People, Our Families, Our Guard”

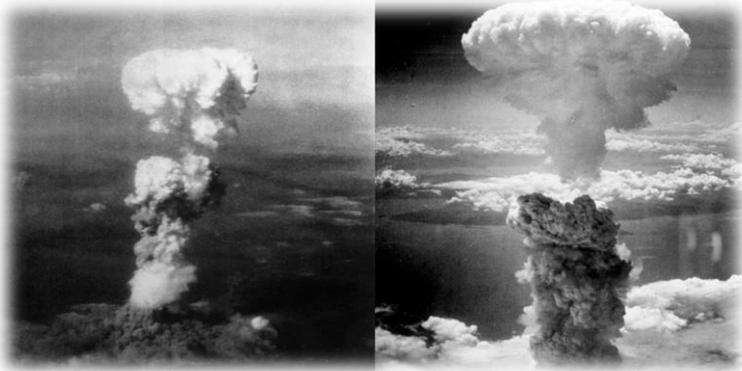


Puerto Rico National Guard



Efectos e impactos de una detonación nuclear en un ambiente urbano

Lluvia radioactiva “Fallout”



- Radiación es uno de los primeros productos de una explosión nuclear.
- Tiene dos categorías:
 - Inicial
 - Residual (lluvia radioactivo)
- La radiación desciende con la dispersión y la disminución de la actividad radioactiva.
- El “fallout” es la fuente principal de la radiación inicial.

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Efectos e impactos de una detonación nuclear en un ambiente urbano

Lluvia radioactiva “Fallout”



- Una detonación causa una fisión que produce radionúclidos.
- Las partículas radioactivas se adhieren al polvo levantado por la explosión creando el “fallout”.
- La radiación desciende con la dispersión y la disminución de la actividad radioactiva.
- El “fallout” es la fuente principal de la radiación residual.
- Como regla general estas partículas tienen el tamaño de un grano de arena.

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Efectos e impactos de una detonación nuclear en un ambiente urbano

Lluvia radioactiva “Fallout”



- Una detonación causa una fisión que produce radionúclidos.
- Mientras se levanta la nube los vientos transportan las partículas radiactivas transportándolas distancias significativas a favor del viento.
- El patrón de precipitación será irregular, rara vez se comportan de una manera fácilmente predecible.
- El área del “fallout” de riesgo se extenderá de 10 a 20 millas de la zona de explosión con una bomba de 10 KT.

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Efectos e impactos de una detonación nuclear en un ambiente urbano

Lluvia radioactiva “Fallout”



- La zona con una razón de exposición sobre los 100 rem por hora trasciende varias millas por las primeras 6 horas.
- Todo evento de rescate debe realizarse con el equipo de monitoreo apropiado.

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Efectos e impactos de una detonación nuclear en un ambiente urbano

Zona de “Fallout” Peligroso (DF)

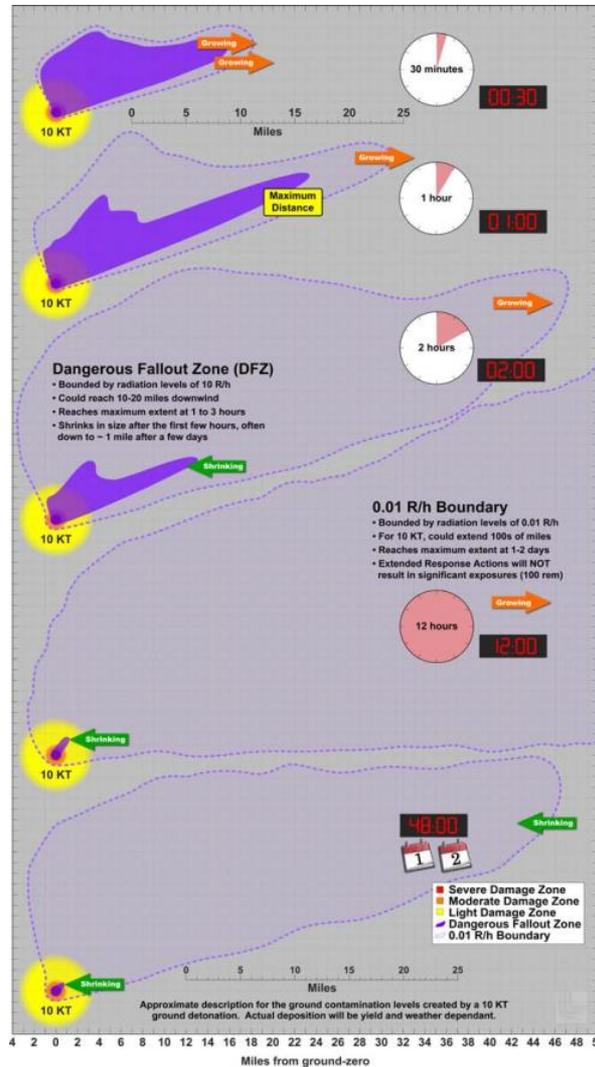
- Área impactada por “fallout” que impacta las operaciones de rescate y/o puede causar lesiones radiológicas agudas.
- Distinto a LD, MD y SD no se distingue por los daños estructurales sino por los niveles de radiación.
- Se define como el área con una razón de exposición de 10 rem por hora o más.
- Toda operación de respuestas dentro de esta zona debe justificarse, optimizarse y planificarse.
- Esta zona eventualmente irá disminuyendo.



“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



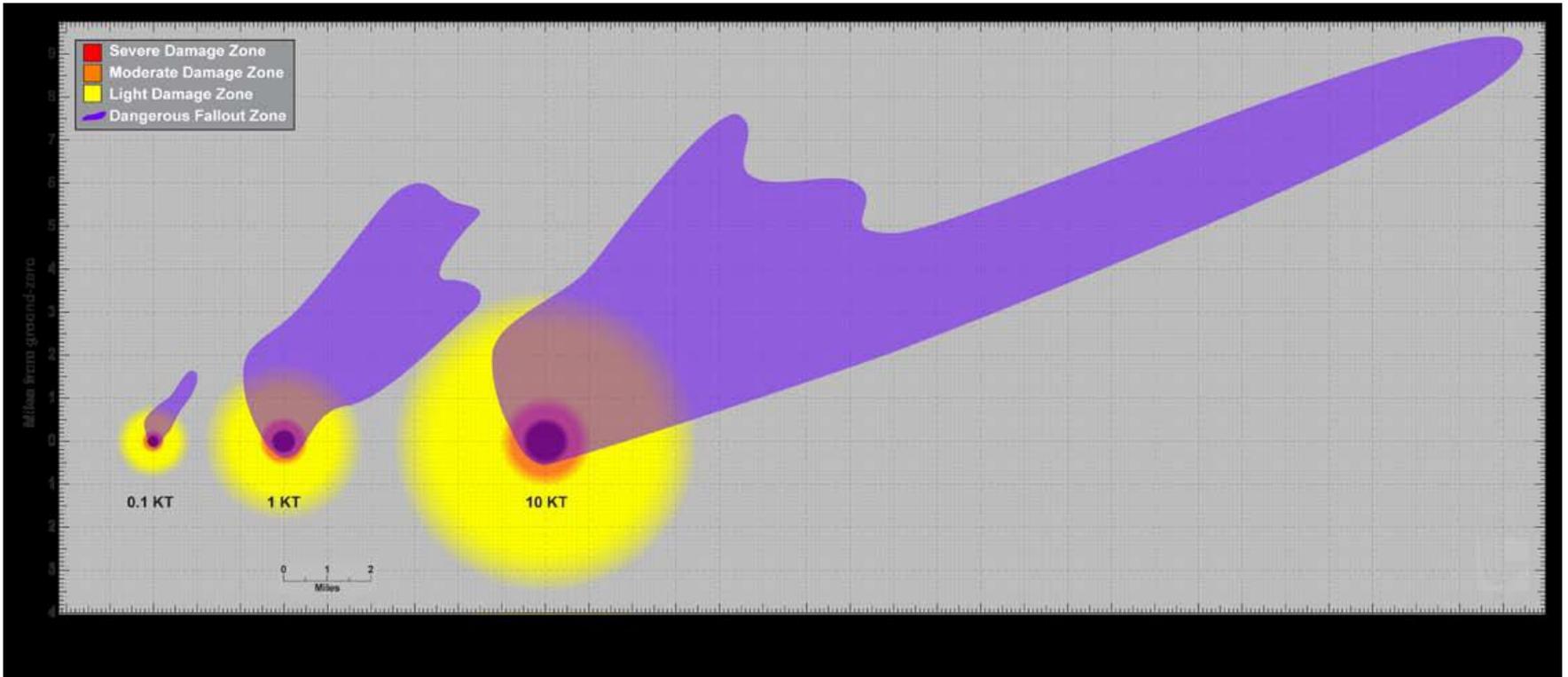
“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Zona de “Fallout” peligroso (DF)



Fuente: Planning Guidance for Response to a Nuclear Detonation

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Descenso de exposición radioactiva luego de una explosión nuclear

Tiempo (horas)	Dosis (R/h)	Tiempo (horas)	Dosis (R/h)
1	1,000	36	15
1.5	610	48 (2 días)	10
2	400	72 (3 días)	6.2
3	230	100 (~4 días)	4.0
5	130	200 (~ 8 días)	1.7
6	100	400 (~ 17 días)	0.69
10	63	600 (~ 25 días)	0.40
15	40	800 (~ 33 días)	0.31
24	23	1000 (~ 42 días)	.24

Fuente: Planning Guidance for Response to a Nuclear Detonation

“Our People, Our Families, Our Guard”

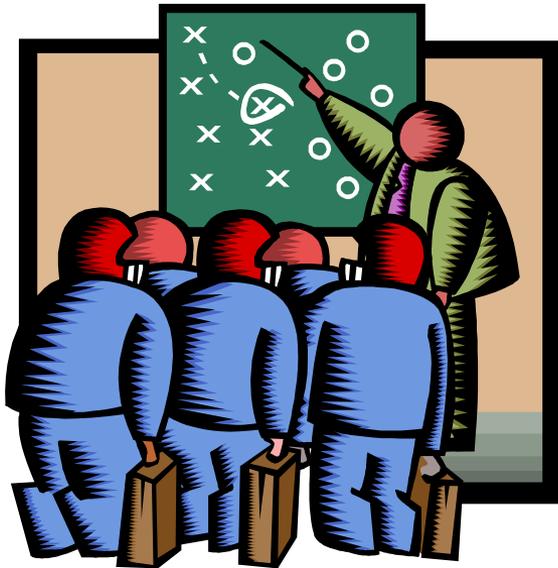


Puerto Rico National Guard



Consideraciones en la respuesta luego de una detonación nuclear

Planificación



- Durante las primeras horas y días la sobrevivencia de las víctimas dependerá de sus acciones.
- Respondedores que se encuentren dentro de un radio de 2 millas probablemente serán víctimas.
- La responsabilidad principal en la respuesta recaerá principalmente en las regiones adyacentes “no afectadas”.
- Debido al pulso electromagnético (EMP) la infraestructura de comunicaciones se asume debe estar dañada.

“Our People, Our Families, Our Guard”

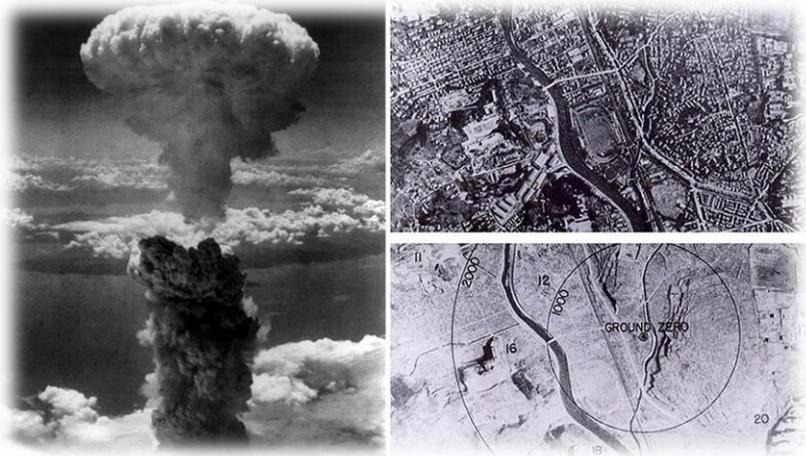


Puerto Rico National Guard



Consideraciones en la respuesta luego de una detonación nuclear

Planificación



- La prioridad es salvar vidas mientras se protege a los respondedores.
- La efectividad de las misiones de rescates y actividades críticas dependerán en parte de las condiciones del área afectada.
- La planificación a base de zonas, optimiza la utilización de recursos y permite determinar prioridades.
- Monitorear la exposición a la radiación de los respondedores es vital.

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Consideraciones en la respuesta luego de una detonación nuclear

Seguridad “safety”



- Es parte integral de toda planificación de respuesta.
- En una detonación nuclear no solo responderán rescatistas, sino otro personal diestro (ej. operadores de equipo pesado, celadores, etc.).
- Los modelos de dispersión serán clave para la planificación y seguridad de los respondedores.

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Consideraciones en la respuesta luego de una detonación nuclear

Seguridad y estrategias

- Todos los planes de respuestas deben estar integrados y coordinados.
- Principios de un programa de seguridad
 - Justificación - beneficio vs. riesgo
 - Optimización - esfuerzos dirigidos a maximizar el beneficio total.
 - Limitación - establecimiento de límites de exposición.
- Dada la complejidad se requerirán peritos en diversas áreas.
- ALARA



“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



NCRP's Commentary 19 provides additional responder guidelines that are applicable for consideration in planning for nuclear detonation response. These guidelines only address short-term (acute or deterministic) effects. Exposure at these levels can also result in long-term (lifetime cancer or stochastic) health effects.

NCRP Emergency Responder Guidelines

CONCEPT	VALUE	EXPLANATION
Inner Perimeter	10 R/h	Responders should establish an inner perimeter (e.g., an operational boundary) at an <i>exposure rate of 10 R/h</i> . <i>Exposure and radioactivity levels within the inner perimeter have the potential to produce acute radiation injury and thus actions taken within this area should be restricted to time-sensitive, mission-critical activities such as life-saving.</i>
Decision Dose	50 rad (0.5 Gy)	The cumulative absorbed dose that triggers a decision on whether to withdraw an emergency responder from within or near (but outside) the inner perimeter is 50 rad (0.5 Gy).
Responder Acute Radiation Sickness	>100 rad (1 Gy)	Nausea and vomiting are among the earliest clinical signs of acute radiation sickness. Nausea and vomiting are symptoms that occur as whole-body absorbed doses become high [i.e., >100 rad (>1 Gy)]. If these symptoms occur during the conduct of activities within a radiation area, the affected individual(s) should be removed from the area, and provided appropriate medical care.
<i>ALARA for Terrorism Incidents</i>	No value assigned	In a nuclear terrorism emergency, it may be neither practical nor appropriate for radiation protection considerations to automatically be governed by guidelines applied in more routine scenarios. While the fundamental concept of keeping all radiation exposures as low as reasonably achievable (<i>ALARA</i>) <i>should still apply, it may not be realistic to apply other traditional radiation protection guidelines for limitation of radiation dose. The traditional guidelines are based on an assumption of low-level exposure over long periods, and govern activities and situations that are more controllable and are not as critical as those associated with responding to a nuclear terrorism incident.</i>
Radiation Control for Terrorism Incidents	No value assigned	The approach to worker radiation protection in a terrorism incident is based on two considerations: (1) the identification of radiation control zones, and (2) the control of the absorbed dose to individual emergency responders. The radiation control zones segment the site into areas of differing levels of radiation risk by using observed <i>exposure rates</i> . <i>The absorbed dose to an individual emergency responder governs decisions regarding duration (stay time) for various emergency response activities.</i>



Puerto Rico National Guard



Consideraciones en la respuesta luego de una detonación nuclear

Operaciones de búsqueda y rescate



- Las operaciones en zonas no impactadas radiológicamente serán las más eficientes y efectivas.
- Los niveles de radiación serán un factor adicional en la planificación de búsqueda y rescate.
- La planificación requerirá un esfuerzo multidisciplinario que minimice/controla el riesgo de los rescatistas.
- Los rescatistas deben estar adiestrados en técnicas de protección radiológicas para minimizar su exposición.

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Consideraciones en la respuesta luego de una detonación nuclear

Descontaminación de infraestructura crítica



- En la fase inicial de la respuesta el acceso o ocupación debe ser absolutamente necesaria (ej. Utilidades, carreteras).
- Los modelos de dispersión y el continuo monitoreo facilita la toma de decisiones.
- Debe considerarse técnicas que sean rápidas, efectivas y fácil de realizarse.
- Determinar niveles iniciales y deseados.
- Niveles deseados pueden variar por tipo de infraestructura (ej. Subestación eléctrica vs. facilidad médica).

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Consideraciones en la respuesta luego de una detonación nuclear

Refugio/desalojo



- Una de las mayores amenazas será el “fallout” sobre las zonas pobladas.
- Acciones protectoras principales; refugios y desalojo.
- El tiempo de reacción y la decisión tomada por la población determinará la magnitud de la exposición a la radiación y la sobrevivencia.
- La educación conjuntamente con la eficiencia de la comunicación redundará en la cantidad de sobrevivientes, al final será una decisión individual.

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Consideraciones en la respuesta luego de una detonación nuclear

Refugio/desalojo



- Refugio – lugar que provee una barrera que reduce significativamente contra los efectos agudos de la radiación.
- Desalojo – abandono de un lugar no adecuado que la acción resulte en un beneficio en comparación a permanecer en el lugar.
- Se persigue:
 - Protegerse contra los niveles altos de radiación que se presentarían durante las primeras 72 horas.
 - Reducir los efectos a largo plazo asociados a una explosión nuclear.
 - Asegurar que las medidas preventivas sean informadas en beneficio del público.

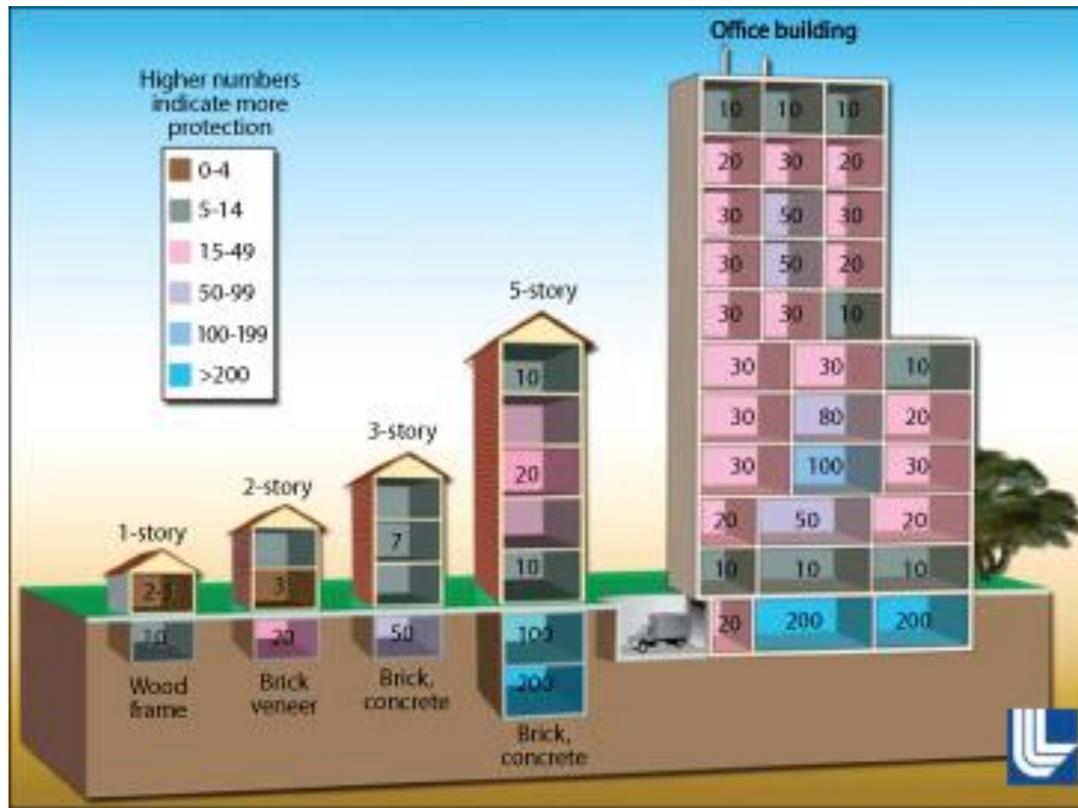
“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Factor de reducción a exposición radiológica por tipo de estructura



Fuente: Lawrence Livermore National Laboratory

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Consideraciones en la respuesta luego de una detonación nuclear

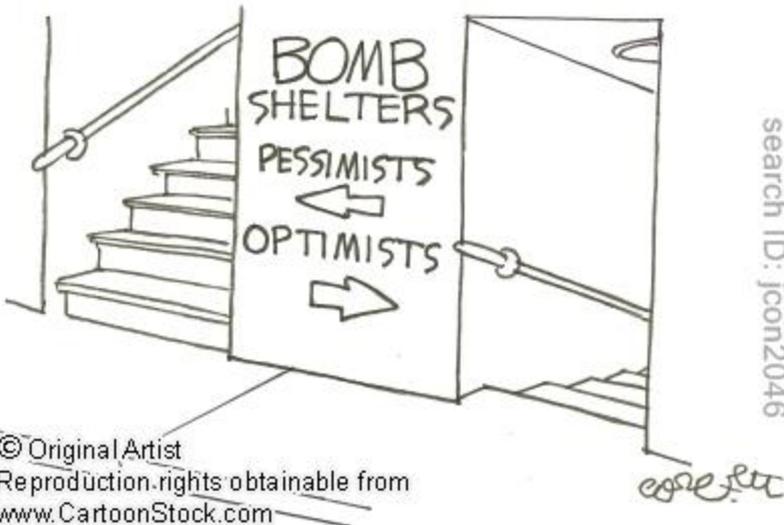
Refugio/desalojo

- Personas ubicadas en las zonas LD y MD tienen otras consideraciones:

- Daño estructural del refugio
- Fuego
- Lesiones de gravedad

Consideraciones para las operaciones de desalojo:

- Conciencia de la situación “Situational Awareness”
- Prioridades
- Transición de refugios
- Riesgos del proceso



“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Conclusión

- El reconocimiento de una emergencia de gran magnitud nos obliga a educarnos, adiestrarnos y prepararnos.
- Estas destrezas son flexibles y son demostradas constantemente.
- En este tipo de escenario, como en todas las emergencias, el trabajo en equipo es fundamental para el éxito en el salvaguardar vidas, propiedad y regresar a la normalidad lo antes posible.

“Our People, Our Families, Our Guard”



Puerto Rico National Guard



Preguntas



“Our People, Our Families, Our Guard”