

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN  
CON LA COLECTIVIDAD  
UNIDAD DE GESTIÓN DE POSTGRADOS



**ESTÁNDARES DE SEGURIDAD PARA LA GESTIÓN DE  
MUNICIONES EN LAS FUERZAS ARMADAS DEL  
ECUADOR**

Proyecto de Grado de la Maestría en Gerencia de Seguridad  
y Riesgo

Mayor de Ingeniería Miguel Araque Salazar  
Director: MSC. Oscar Paredes Muñoz

Sangolquí, Diciembre de 2012

## **CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR**

Certifico que el presente proyecto de grado, denominado "ESTÁNDARES DE SEGURIDAD PARA LA GESTIÓN DE MUNICIONES EN LAS FUERZAS ARMADAS DEL ECUADOR", fue realizado en su totalidad por el Señor MAYOR DE INGENIERÍA MIGUEL BLADIMIR ARAQUE SALAZAR, cumpliendo con todas las exigencias impuestas por la Escuela Politécnica del Ejército para su elaboración, como requisito para la obtención del título de postgrado de MAGÍSTER EN GERENCIA DE SEGURIDAD Y RIESGO.

Sangolquí, Diciembre de 2012

---

MGS. ING. OSCAR PAREDES MUÑOZ  
DIRECTOR DEL PROYECTO DE GRADO

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, MAYOR DE INGENIERÍA MIGUEL BLADIMIR ARAQUE SALAZAR, declaro que el proyecto de grado "ESTÁNDARES DE SEGURIDAD PARA LA GESTIÓN DE MUNICIONES EN LAS FUERZAS ARMADAS DEL ECUADOR", es de mi autoría, el cual fue desarrollado en base a los conocimientos adquiridos en la MAESTRÍA EN GERENCIA DE SEGURIDAD Y RIESGO, a una extensa investigación y a la experiencia adquirida como autor y líder técnico del proyecto "PROTECCIÓN Y SEGURIDAD DE LA POBLACIÓN CIVIL EN EL ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MUNICIONES Y EXPLOSIVOS DE LAS FUERZAS ARMADAS", por lo cual he respetado los derechos intelectuales de terceros, haciendo constar las citas textuales presentes en su contenido, además detallando en la bibliografía todas las fuentes de consulta empleadas.

Sangolquí, Diciembre de 2012

---

ING. MIGUEL ARAQUE SALAZAR  
MAYOR DE INGENIERÍA

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por haberme permitido culminar este trabajo de investigación, el cual complementará las acciones emprendidas y las obras materializadas en el Proyecto "Protección y Seguridad de la Población Civil en el Almacenamiento y Manejo de Municiones y Explosivos de Fuerzas Armadas", las cuales fueron aspiraciones profesionales que nacieron aquellos días de noviembre de 2002, en Riobamba, donde constaté personalmente los efectos devastadores de una explosión accidental. A mis padres, por su guía y consejos permanentes, que han enrumado mi actuar en el camino del trabajo tesoero y honesto. A mi hijita Valentina, por ser mi inspiración. A los oficiales de las tres ramas de las Fuerzas Armadas quienes junto a mí crearon y constituyeron la Unidad Ejecutora del Proyecto Depósitos de Municiones de Fuerzas Armadas, especialmente al Teniente de Navío Oscar Barrionuevo, por haber contagiado en mí el espíritu investigativo e innovador. A mi Coronel Milton Escobar por su entrega y dedicación, las que permitieron a la Maestría en Gerencia de Seguridad y Riesgo de la ESPE alcanzar un elevado nivel académico, convirtiéndola sin duda alguna en la mejor del país. Finalmente, a mi General de División Fabián Varela y a mi General de Ejército Ernesto González, quienes desde la Jefatura del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, apoyaron decididamente las ideas de un grupo de jóvenes oficiales en procura de evitar que ocurran nuevos acontecimientos trágicos durante el manejo de municiones.

Miguel Bladimir Araque Salazar

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a todas aquellas personas, civiles y militares, quienes sufrieron las trágicas consecuencias de las explosiones accidentales ocurridas en el Ecuador; al personal militar que diariamente maneja las municiones de nuestras gloriosas Fuerzas Armadas Ecuatorianas y finalmente a las autoridades que tienen la responsabilidad de tomar decisiones y asignar los recursos necesarios para construir la infraestructura, adquirir el equipamiento y capacitar, para alcanzar una cultura de seguridad en procura de evitar que un nuevo evento explosivo con efectos catastróficos se presente en nuestro país.

Miguel Bladimir Araque Salazar

## **COMPENDIO**

Las municiones por su naturaleza intrínseca pueden causar daño a quienes las manipulan pero también al entorno circundante como son las áreas pobladas, es por ello que, cuando este peligro no es gestionado eficazmente se transformará en una verdadera amenaza para las personas y los bienes sean estos de carácter militar o civil. Las explosiones accidentales ocurridas en varios lugares del mundo y en nuestro país han producido efectos devastadores materializados en pérdidas humanas, materiales y económicas, ratificando la intensidad de esta amenaza. En tal virtud, es indispensable que las Fuerzas Armadas Ecuatorianas implementen estándares de seguridad para la ejecución de cada una de las actividades inherentes a los procesos de gestión de sus municiones, con la finalidad de eliminar la incertidumbre, superar las vulnerabilidades y finalmente reducir significativamente el riesgo de que se presente una nueva explosión accidental.

## **ABSTRACT**

Ammunition can cause injury to persons who handling it and to surrounding environment like inhabited area because of this intrinsic nature, when this danger isn't effectively management it will change into a real threat for the people and the military and civilian assets. The accidental explosions happened in some places around the world and in our country have caused devastating effects: casualties, injuries, material damage and economical loss, then it confirms the intensity of this threat. Therefore, the Ecuadorian Armed Forces must implement safety standards for all stockpile management activities, in order to eliminate the uncertainty, to overcome the vulnerabilities and finally to reduce the risk of a new accidental explosion.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|   | Página |
|---|--------|
| RESUMEN EJECUTIVO.....  | 1      |
| INTRODUCCIÓN.....   | 2      |
| <b>CAPÍTULO I</b>   |        |
| EL DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....                                  | 5      |
| 1.1. El problema de investigación.....                              | 5      |
| 1.1.1. Planteamiento del problema.....                              | 5      |
| 1.1.2. Formulación del problema.....                                | 7      |
| 1.1.3. Sistematización del problema.....                            | 7      |
| 1.2. Objetivos de la investigación.....                             | 8      |
| 1.2.1. Objetivo general.....  | 8      |
| 1.2.2. Objetivos específicos.....                                   | 8      |
| 1.3. Justificación e importancia de la investigación.....           | 8      |
| 1.4. Marco teórico de la investigación.....                         | 9      |
| 1.5. Hipótesis de trabajo.....                                      | 14     |
| 1.6. Aspectos metodológicos de la investigación.....                | 15     |
| 1.6.1. Estudios realizados.....                                     | 15     |
| 1.6.2. Métodos de investigación.....                                | 18     |
| 1.6.3. Fuentes y técnicas para la recolección de la información.... | 19     |
| 1.6.4. Tratamiento y presentación de la información.....            | 20     |

## **CAPÍTULO II**

### CONDICIONES DE SEGURIDAD EN LA GESTIÓN DE MUNICIONES EN EL MUNDO Y EN EL ECUADOR.....21

- 2.1. Explosiones accidentales en el Mundo..... 21
- 2.2. Explosiones accidentales en el Ecuador.....27
- 2.3. Identificación, análisis y evaluación de riesgos en la Gestión de Municiones en las Fuerzas Armadas Ecuatorianas..... 37
  - 2.3.1. Identificación de los activos a ser protegidos..... 37
  - 2.3.2. Identificación de vulnerabilidades..... 38
  - 2.3.3. Identificación del impacto o consecuencias potenciales.....40
  - 2.3.4. Identificación de peligros..... 41
  - 2.3.5. Identificación y análisis de riesgos..... 42
  - 2.3.6. Evaluación de riesgos..... 44
  - 2.3.7. Otras deficiencias en la Gestión de Municiones.....51
- 2.4. Estado del arte de la Gestión de Municiones.....53
- 2.5. Tendencias actuales en la Gestión de Municiones..... 59
  - 2.5.1. Centro de Municiones para la Defensa (*Defense Ammunition Center - DAC*)..... 59

## **CAPÍTULO III**

### PLANEACIÓN DE LARGO PLAZO PARA LA GESTIÓN SEGURA DE MUNICIONES

- 3.1. Procesos de la Gestión de Municiones..... 63
  - 3.1.1. Proceso gobernante..... 63
  - 3.1.2. Procesos agregadores de valor..... 63

|  |    |
|--|----|
| 3.2. Iniciativas propuestas para la Gestión Segura de Municiones en las Fuerzas Armadas del Ecuador.....   | 66 |
| 3.2.1. Proyecto “Protección y Seguridad de la Población Civil en el Almacenamiento y Manejo de Municiones y Explosivos de Fuerzas Armadas” ..... | 66 |
| 3.2.2. Sistema de Gestión Integral de la Munición de Fuerzas Armadas.....  | 70 |

## **CAPÍTULO IV**

### **ESTÁNDARES DE SEGURIDAD PARA EL DISEÑO Y EQUIPAMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE GESTIÓN DE MUNICIONES.....**

72

|  |    |
|--|----|
| 4.1. Planeamiento de las instalaciones de Gestión de Municiones.....   | 72 |
| 4.1.1. Ubicación técnica de las instalaciones de Gestión de Municiones.....  | 72 |
| 4.1.2. Capacidad de diseño de las instalaciones de Gestión de Municiones expresada en peso neto de explosivos..... | 74 |
| 4.1.3. Relación Cantidad - Distancia.....  | 77 |
| 4.2. Instalaciones para el almacenamiento seguro de municiones.....  | 83 |
| 4.2.1. Polvorines cubiertos por tierra.....  | 83 |
| 4.3. Equipamiento de seguridad física en las instalaciones de Gestión de Municiones.....                           | 86 |
| 4.3.1. Medidas de control de accesos.....  | 86 |
| 4.3.2. Sistema integrado de seguridad electrónica.....   | 89 |
| 4.4. Equipamiento de seguridad industrial en las instalaciones de Gestión de Municiones.....                       | 94 |

|  |    |
|--|----|
| 4.4.1. Equipos de protección personal y colectiva.....           | 94 |
| 4.4.2. Descarga de electricidad estática.....                    | 96 |
| 4.4.3. Sistemas de protección contra descargas atmosféricas..... | 97 |
| 4.4.4. Sistemas de conraincendios.....                           | 98 |
| 4.4.5. Señalización de seguridad.....                            | 99 |

## **CAPITULO V**

### **ESTÁNDARES DE SEGURIDAD PARA EL ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MUNICIONES..... 102**

|   |     |
|---|-----|
| 5.1. Clasificación de las municiones.....   | 102 |
| 5.2. Principios generales de almacenamiento y compatibilidad de municiones.....         | 104 |
| 5.3. Grupos de compatibilidad para el almacenamiento.....                               | 105 |
| 5.4. Código de clasificación de las municiones.....                                     | 108 |
| 5.5. Relación entre la división por la peligrosidad y los grupos de compatibilidad..... | 109 |
| 5.6. Almacenamiento mixto de municiones.....  | 110 |
| 5.7. Mejores prácticas de almacenamiento.....   | 112 |
| 5.8. Gestión de inventarios.....  | 114 |
| 5.9. Transporte de municiones.....  | 114 |

## **CAPÍTULO VI**

### **ESTÁNDARES DE SEGURIDAD PARA EL CONTROL, VIGILANCIA Y MANTENIMIENTO DE MUNICIONES..... 118**

|  |     |
|--|-----|
| 6.1. Inspección en la Gestión de Municiones..... | 118 |
|--|-----|

|  |     |
|--|-----|
| 6.2. Control de las condiciones de almacenamiento de las municiones... | 119 |
| 6.3. Vigilancia de municiones.....                                     | 121 |
| 6.4. Mantenimiento de las municiones.....                              | 127 |
| <b>CAPÍTULO VII</b>  |     |
| ESTÁNDARES DE SEGURIDAD PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE MUNICIONES.....   | 129 |
| 7.1. Consideraciones generales.....                                    | 129 |
| 7.2. Requerimiento generales para la seguridad.....                    | 130 |
| 7.3. Detonación a cielo abierto.....                                   | 130 |
| <b>CAPÍTULO VIII</b>   |     |
| SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN LA GESTIÓN DE MUNICIONES.....         | 133 |
| 8.1. Contexto general.....   | 133 |
| 8.2. Políticas de seguridad y salud ocupacional.....                   | 134 |
| 8.3. Planificación.....  | 138 |
| 8.4. Implementación y operación.....                                   | 141 |
| 8.5. Verificación.....   | 152 |
| 8.6. Revisión por la dirección.....                                    | 156 |
| CONCLUSIONES.....  | 158 |
| RECOMENDACIONES.....   | 161 |
| BIBLIOGRAFÍA.....  | 163 |
| GLOSARIO DE TÉRMINOS.....  | 166 |
| ANEXO "A".....   | 169 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Figura 1.  | Mosaico de recortes de prensa, publicados luego de la explosión suscitada en la Base Naval Sur.....   | 2  |
| Figura 2.  | Explosión ocurrida en la fábrica de armamento y municiones de CAVIM, Maracay, Venezuela. ....   | 19 |
| Figura 3.  | Explosiones accidentales ocurridas por Continente.....  | 23 |
| Figura 4.  | Cantidad de eventos clasificados por su posible causa.....  | 24 |
| Figura 5.  | Destrucción de un hangar con vehículos blindados luego de la explosión ocurrida el 20 de noviembre de 2002.....                                   | 32 |
| Figura 6.  | Panorámica de polvorines superficiales en el Depósito de Cumbe.....   | 37 |
| Figura 7.  | Porcentaje de cada una de las causas conocidas de los eventos de explosiones accidentales suscitadas en el Mundo.....                             | 41 |
| Figura 8.  | Alineación de polvorines del Depósito Conjunto de Municiones “Jaramijó”.....  | 53 |
| Figura 9.  | Procedimiento de descarga de contenedores con misiles aire-aire en el Depósito Conjunto de Municiones “El Corazón”.....                           | 55 |
| Figura 10. | Arribo y desembarque de municiones para su almacenamiento en un polvorín del Depósito Conjunto de Municiones “Jaramijó”.....                      | 56 |
| Figura 11. | Mapa de Procesos del Sistema de Gestión Integral de Municiones de Fuerzas Armadas.....  | 62 |
| Figura 12. | Ubicación Planeada de los Depósitos Conjuntos de Municiones.....  | 63 |
| Figura 13. | Alternativas de ubicación del Depósito Conjunto de Municiones “Amazonas”.....   | 70 |
| Figura 14. | Gráfico en 3D de un polvorín cubierto por tierra de hormigón armado en forma de arco oval.....  | 79 |
| Figura 15. | Polvorín cubierto por tierra de hormigón armado en forma de arco oval construido en el Depósito Conjunto de Municiones “El Corazón”.....          | 80 |
| Figura 16. | Polvorín cubierto por tierra de hormigón armado en forma de caja, multipropósito construido en el Depósito Conjunto de Municiones “Jaramijó”..... | 81 |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Figura 17. | Pantallas de subsistema de video vigilancia en el Cuarto de Control del Depósito Conjunto de Municiones “Jaramijó”..... | 86  |
| Figura 18. | Personal de almacenamiento de municiones vistiendo prendas de protección personal.....                                  | 90  |
| Figura 19. | Montaje de la señalización de seguridad en la fotografía de un polvorín. ....   | 94  |
| Figura 20. | Fotografía de un convoy de transporte de municiones que partió de la Base Aérea de Manta.....                           | 110 |

### ÍNDICE DE TABLAS

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Tabla 1.  | Eventos de Explosiones Accidentales reportadas por Continente, Región y Estado Miembro de las NN.UU. desde Enero de 1996 hasta Mayo de 2011*..... | 21 |
| Tabla 2.  | Análisis de las Explosiones Accidentales ocurridas en Ecuador desde 1997 hasta 2010.....  | 22 |
| Tabla 3.  | Riesgos identificados de acuerdo a su fuente.....   | 40 |
| Tabla 4.  | Análisis de los riesgos identificados.....  | 41 |
| Tabla 5.  | Valoración de los criterios del Método Mosler.....  | 42 |
| Tabla 6.  | Clasificación del riesgo por escala.....  | 44 |
| Tabla 7.  | Cálculo y cuantificación de los riesgos antisociales.....   | 44 |
| Tabla 8.  | Valoración de los criterios del Método Fine.....  | 45 |
| Tabla 9.  | Interpretación de la magnitud del riesgo.....   | 46 |
| Tabla 10. | Cuantificación del riesgo por Mal Manejo de Municiones.....   | 46 |
| Tabla 11. | Cuantificación del riesgo durante la Disposición Final de Municiones.....   | 47 |
| Tabla 12. | Nivel de riesgo intrínseco del Método Gretener.....   | 48 |
| Tabla 13. | Transporte multimodal de municiones desde las instalaciones de Gestión Conjunta de Municiones.....  | 64 |
| Tabla 14. | Áreas planificadas en cada Depósito Conjunto de Municiones.....   | 66 |

|           |  |     |
|-----------|--|-----|
| Tabla 15. | Nivel orgánico de abastecimiento clase V (Munición) de un Grupo de Artillería de 155mm expresado en cantidad de municiones y peso neto de explosivo..... | 71  |
| Tabla 16. | Cantidad máxima de municiones equivalentes a 45,359 Kg de peso neto de explosivo.....  | 72  |
| Tabla 17. | Máxima presión incidente esperada de eventos al descubierto con munición de la división de peligrosidad 1.1....  | 75  |
| Tabla 18. | Factores de peligro (K) que permiten calcular la distancia entre polvorines para la división de peligrosidad 1.1.....                                    | 76  |
| Tabla 19. | Distancias entre un polvorín cubierto por tierra y polvorín cubierto por tierra (3 bares) para la división de peligrosidad 1.1.....                      | 77  |
| Tabla 20. | Distancias entre un polvorín cubierto por tierra y polvorín cubierto por tierra no definido para la división de peligrosidad 1.1.....                    | 77  |
| Tabla 21. | Distancias hacia instalaciones para el manejo de municiones para la división de peligrosidad 1.1.....  | 78  |
| Tabla 22. | Distancias hacia edificios habitados y vías de tráfico públicas para la división de peligrosidad 1.1.....  | 78  |
| Tabla 23. | División por la peligrosidad de la Clase 1.....  | 96  |
| Tabla 24. | División por la peligrosidad vs. grupos de compatibilidad.....   | 102 |
| Tabla 25. | Cuadro de almacenamiento mixto por compatibilidad.....   | 104 |
| Tabla 26. | Factores de deterioro de las municiones y efectos.....   | 112 |
| Tabla 27. | Procesos, funciones y tareas relacionadas con la seguridad y riesgos laborales.....  | 142 |

## RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto de grado “Estándares de Seguridad para la Gestión de Municiones en las Fuerzas Armadas del Ecuador”, tiene por objetivo general implantar estándares técnicos de seguridad en la ejecución de cada uno de los procesos propios de la gestión de municiones y por objetivos específicos los siguientes: registrar las causas y efectos de las explosiones accidentales ocurridas en el Mundo los últimos 15 años, elaborar un diagnóstico de las condiciones de seguridad en la gestión de municiones en el Ecuador; identificar, analizar y evaluar los riesgos presentes en las instalaciones militares de almacenamiento de municiones consideradas críticas; plantear procesos técnicos que permitan una gestión segura y confiable de las municiones; finalmente, desarrollar estándares técnicos de seguridad para cada uno de los procesos planteados.

En Ecuador y en el Mundo han ocurrido explosiones accidentales en áreas de almacenamiento de municiones, cuyas magnitudes han alcanzado el nivel de desastre y sus efectos han causado gran número de personas muertas y heridas, especialmente civiles, además de millonarios daños materiales y ambientales.

En base de lo anterior, la hipótesis planteada para este el proyecto fue: poner en ejecución estándares de seguridad para la gestión de municiones, contribuirá a disminuir la probabilidad de ocurrencia de una explosión accidental y la incertidumbre de que sus consecuencias puedan afectar a terceros.

En base al registro y análisis de las causas y efectos de estos eventos no deseados, así como del estudio las condiciones críticas de algunas de las instalaciones de almacenamiento de las unidades de las Fuerzas Armadas, se evidencia la prioridad y urgencia de proteger a las personas, colectividades y naturaleza de los efectos negativos de este tipo de desastres, mediante la aplicación de normas de seguridad que guíen la realización de las actividades técnicas de manejo y almacenamiento de municiones y explosivos; por tanto, su alcance debería trascender de las Fuerzas Armadas hacia otras instituciones de Estado.

## INTRODUCCIÓN

Las municiones almacenadas o manejadas en condiciones inadecuadas representan un riesgo no muy visible en todas las naciones, sin embargo, dicho riesgo puede materializarse como un siniestro en forma de explosión no prevista o accidental, la cual podría causar decenas de muertos, cientos de heridos y miles de personas desplazadas en el ámbito humano; en el ámbito material extensos daños en la infraestructura en un área de varios kilómetros cuadrados y en el ámbito económico pérdidas de millones de dólares; además del deterioro ambiental y del entorno.

Las explosiones no previstas o accidentales son un problema global, según datos estadísticos de la Small Arms Survey<sup>1</sup>, desde enero de 1998 hasta marzo de 2011 han sido reportados 245 eventos en 62 países y en cada continente excepto Oceanía y la Antártida.

El evento de magnitud más reciente registrado se produjo el 26 de mayo de 2011, fecha en la que inició una serie de explosiones en el Arsenal Número 99 del Ejército Ruso ubicado en las inmediaciones de la localidad de Urman, en la República Rusa de Bashkiria, sitio que según fuentes no oficiales almacenaba alrededor de 100.000 toneladas de municiones, especialmente de artillería. Este desastre produjo al menos 10 heridos, afectó decenas de casas rurales y obligó a las autoridades locales la evacuación de 2.500 personas. Las pérdidas parciales se estimaron en cien millones de rublos (tres millones y medio de dólares).

Ecuador no ha sido ajeno a estos siniestros, es así que entre los años 1998 y 2003 sucedieron tres grandes explosiones accidentales, cuyos efectos afectaron a la población civil y militar con lamentables pérdidas humanas, materiales y económicas.

---

<sup>1</sup> El Small Arms Survey es un proyecto de investigación independiente del Instituto Superior de Estudios Internacionales y de Desarrollo de Ginebra, Suiza.

El 06 de julio de 2009 ocurrió la última explosión accidental en una unidad militar de nuestro país, en el túnel de pruebas balísticas de la Fábrica de Municiones “Santa Bárbara”, produciéndose la destrucción parcial del túnel y afectando a los ventanales de casas y edificios vecinos; sin causar muertos o heridos.

Figura 1. Mosaico de recortes de prensa, publicados luego de la explosión suscitada en la Base Naval Sur.



Fuente: Diario El Comercio, Diario Hoy.

En cumplimiento al Artículo 24-A [Producción y almacenamiento de armas] de la Ley de Fabricación, Importación, Exportación, Comercialización y Tenencia de Armas y encuadrado en uno de los objetivos estratégicos establecidos en la Política de Defensa Nacional: “Proteger a la población, los recursos y el patrimonio”; el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas se encuentra ejecutando desde Septiembre de 2008 el Proyecto “Protección y Seguridad de la Población Civil en el Almacenamiento y Manejo de Municiones y Explosivos de Fuerzas Armadas”; el cual considera el diseño, la construcción, el equipamiento y la operación de 5 Depósitos Conjuntos de Municiones en todo el país,

adicionalmente la reubicación de las municiones desde sus ubicaciones anteriores.

La infraestructura, las instalaciones y los equipos suministrados por el Proyecto, efectivamente garantizarán que los efectos de una explosión accidental de las municiones almacenadas en los polvorines de los nuevos Depósitos no afecten a la población civil; sin embargo, no eliminan la probabilidad de su ocurrencia; por lo tanto, es necesario alcanzar una solución holística que permita una gestión técnica y segura de las municiones.

Hay que entender que la gestión de municiones también genera un riesgo laboral al personal que ejecuta sus procesos y actividades, en tal virtud, es necesario que las Fuerzas Armadas, como institución del Estado Ecuatoriano, consideren el marco legal correspondiente; principalmente el Artículo 4 del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, en lo que respecta a: la creación de un sistema de aseguramiento de los riesgos profesionales, la creación de una cultura de prevención de los riesgos laborales, el cumplimiento de programas de formación o capacitación del personal y la verificación del cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades en materia de salud y seguridad en el trabajo. Adicionalmente, observar lo que indica el Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, en relación con el desarrollo de un "Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo" y como parte del mismo el compromiso de realizar una adecuada gestión técnica para identificar, evaluar y controlar los factores de riesgo; también gestionar adecuadamente el talento humano, especialmente en lo que respecta a la selección, formación y capacitación del personal; además, considerar el desarrollo de planes de emergencia y la realización de la investigación de accidentes, cuando ocurrieren; finalmente, crear el servicio de salud en el trabajo en coordinación con el centro de salud de Fuerzas Armadas más cercano.

Por lo tanto, la formulación de estándares de seguridad se constituye como el marco propicio para guiar en forma técnica la solución integral a la gestión efectiva y confiable de las municiones de las Fuerzas Armadas Ecuatorianas.

## CAPÍTULO I

### EL DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. El problema de investigación

##### 1.1.1. Planteamiento del problema

En el Ecuador son gestionadas diariamente una cantidad considerable de municiones, acción que se ve incrementada notablemente durante la realización de ejercicios militares en tiempo de paz y el empleo de las Fuerzas Armadas para actuar en situaciones de crisis y guerra.

El almacenamiento de municiones se constituye como la principal tarea de la gestión, la cual se realiza especialmente en polvorines y depósitos de unidades logísticas, así como también en el interior de las unidades operativas militares y navales. Sin embargo, de la cantidad y el tipo de municiones que son y han sido almacenadas, las instalaciones (polvorines) que los contienen fueron construidos años atrás de forma convencional sin observar estándares específicos de seguridad; a esta debilidad se suma que los alrededores de las unidades militares han sido poblados, quedando aquellas y sus instalaciones de almacenamiento de municiones dentro del perímetro urbano.

Luego de la explosión ocurrida en la ciudad de Guayaquil en el año 2003, las municiones de alto poder destructivo de la Fuerza Naval como: misiles de largo alcance, torpedos y cargas de profundidad salieron de esa ciudad y fueron reubicados para su almacenamiento en la Base Naval de Jaramijó. Este cambio de ubicación implica que el municionamiento de las unidades navales se realice en el Terminal Portuario de Manta, por lo que se debe garantizar esta actividad militar, incluido el transporte hasta este complejo portuario de uso civil, mediante el cumplimiento de estrictas normas de seguridad.

Las Fuerzas Armadas emplean armas y municiones tanto en defensa del territorio nacional frente a cualquier agresión externa o interna, como también para

incrementar sus capacidades de respuesta por medio de un programa anual de entrenamiento. Para efectuar maniobras y prácticas de tiro, las unidades deben transportar las municiones desde sus lugares de almacenamiento hasta el sitio previsto de adiestramiento, además realizar un almacenamiento temporal.

Es común observar en los sitios de almacenamiento del Ejército que las municiones en sus embalajes originales no disponen de la información requerida para su manejo seguro, es decir: el peso neto de explosivo por unidad, la clasificación por la peligrosidad, el grupo de compatibilidad de almacenamiento, la temperatura máxima y mínima a la que pueden ser conservadas y la capacidad máxima de apilamiento superior. Las empresas proveedoras tampoco entregan información técnica del tipo de explosivo y propelente que conforman la munición, ni el método más recomendable para su disposición final.

Los materiales energéticos componentes de las municiones como son los explosivos y propelentes, por ser compuestos principalmente de carbono, sufren una degradación mientras transcurre su tiempo de vida. El proceso de degradación es acelerado debido a deficientes condiciones de almacenamiento como son: la elevada humedad (la cual afecta principalmente a las pólvoras por ser higroscópicas), las temperaturas extremas, así como los incrementos y decrementos bruscos de temperatura. La acción de degradación en las municiones, puede ser fácilmente identificada cuando durante el entrenamiento real se producen fallas de tiro (no se proyecta una munición) o luego de su proyección e impacto no se produce la explosión de la misma. Sin embargo de lo anteriormente citado, no existe en ninguna de las tres Fuerzas un Plan de Control y Vigilancia de Municiones, que sea de carácter periódico y permanente; solamente la Fuerza Terrestre realiza esfuerzos aislados mediante el proceso de Certificación de las Municiones, llevado a cabo por parte de la Fábrica de Municiones “Santa Bárbara”.

Cuando llegan a nuestro país embarques de municiones compradas en el exterior, se genera un peligro que vulnera la seguridad propia de los sitios civiles de arribo, como son los terminales portuarios y aeropuertos internacionales, por

cuanto tienen restricciones en el manejo de materiales peligrosos. Este peligro es aún mayor cuando se trata de municiones de elevado calibre y poder explosivo. En tal virtud, es necesario que las Fuerzas Armadas cuenten a mediano plazo con un Puerto Militar, para la recepción de municiones y el municionamiento de las unidades navales.

Finalmente, no existe un Programa de Disposición Final de Municiones una vez terminado el tiempo de su vida útil, siendo la razón por la cual nuestras Fuerzas Armadas almacenan un elevado porcentaje de municiones caducadas y obsoletas.

Lo expuesto confirma que la inaplicación de estándares de seguridad o su ausencia en la realización de cada una de las actividades de gestión de municiones incrementa el riesgo de un evento negativo, que podría causar graves daños humanos, materiales y económicos.

### **1.1.2. Formulación del problema**

¿De qué forma, contar con estándares de seguridad minimiza el riesgo de accidentes e incidentes, durante la ejecución de los procesos de gestión de las municiones en las Fuerzas Armadas del Ecuador?

### **1.1.3. Sistematización del problema**

¿En qué medida disminuye la probabilidad de ocurrencia de una explosión accidental de municiones cuando se cuenta con estándares de seguridad en su gestión?

¿Cuán importante es para la toma de decisiones conocer que existen estándares de seguridad en la gestión de municiones?

¿Cuáles son las ventajas de realizar actividades de gestión de municiones bajo estándares de seguridad?

¿Cuánto impacto positivo en el alistamiento de las Fuerzas Armadas genera una gestión de municiones segura?

## **1.2. Objetivos de la investigación**

### **1.2.1. Objetivo general**

Implantar estándares técnicos de seguridad en la ejecución de cada uno de los procesos inherentes a la gestión de municiones en las Fuerzas Armadas.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- 1) Registrar las causas y efectos de las explosiones accidentales ocurridas en el Mundo los últimos 15 años.
- 2) Elaborar un diagnóstico de las condiciones de seguridad en la gestión de municiones en el Ecuador.
- 3) Identificar, analizar y evaluar los riesgos presentes en las instalaciones militares de almacenamiento de municiones consideradas críticas.
- 4) Plantear procesos técnicos que permitan una gestión segura y confiable de las municiones de las Fuerzas Armadas.
- 5) Desarrollar estándares técnicos de seguridad para cada uno de los procesos de la gestión de municiones.

## **1.3. Justificación e importancia de la investigación**

La Constitución de la República del Ecuador indica en el Artículo 3 [Deberes del Estado], numeral 8 “Garantizar a sus habitantes el derecho a una cultura de paz, a la seguridad integral y a vivir en una sociedad democrática y libre de corrupción”; además, como parte de los DERECHOS AL BUEN VIVIR expresados en el Capítulo II, Sección 6a. Hábitat y vivienda, el artículo 30 [Derecho al hábitat y vivienda saludable] señala: “Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica”.

El Artículo 158 [Fuerzas Armadas y Policía Nacional] señala que “Las Fuerzas Armadas y la Policía Nacional son instituciones de protección y garantía de los derechos, libertades y garantías de los ciudadanos”.

En virtud del fundamento legal citado, es responsabilidad de las Fuerzas Armadas gestionar las municiones en forma efectiva y segura, evitando que una explosión accidental afecte a la población y al entorno.

De acuerdo a los datos recolectados, analizados y presentados en junio de 2010 a la SENPLADES<sup>2</sup> en el documento de actualización del Proyecto “Protección y Seguridad de la Población Civil en el Almacenamiento de Municiones y Explosivos de las Fuerzas Armadas”, el total de la población demandante efectiva de este proyecto, aquella que se encuentra en mayor riesgo de sufrir algún tipo de consecuencia por una explosión accidental de municiones almacenadas ascendía a 590.881 habitantes a nivel nacional.

La gestión óptima de la munición durante su ciclo de vida, es fundamental para mejorar la capacidad operativa y el alistamiento de las Fuerzas Militares, sin embargo, actualmente las municiones de las Fuerzas Armadas Ecuatorianas aún no son gestionadas ni eficiente ni técnicamente, lo que impide garantizar plenamente la seguridad. La inexistencia de procesos y de estándares contribuye negativamente a tal hecho.

Por ello, es fundamental complementar los esfuerzos emprendidos por el proyecto en mención, para realizar la gestión efectiva, segura y confiable de las municiones, con procesos y estándares que además permitan innovar y mejorar el apoyo logístico en las Fuerzas Armadas; más aún tomando en cuenta que las municiones se constituyen como un abastecimiento fundamental para el cumplimiento de su misión fundamental de defensa de la soberanía y la integridad territorial<sup>3</sup>.

#### **1.4. Marco teórico de la investigación**

En relación al tema propuesto y para el desarrollo del presente proyecto, se han considerado las siguientes definiciones básicas:

---

<sup>2</sup> Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo

<sup>3</sup> Constitución Política de la República del Ecuador - 2008, Art. 158.

“Accidente: Es todo acontecimiento no deseado que interfiere o interrumpe el proceso normal de las actividades diarias, que pueden afectar al personal o provocar daños a los bienes materiales de la Institución”<sup>4</sup>

“Incidente: Es un acontecimiento no deseado que bajo circunstancias ligeramente distintas podría haber provocado un accidente.”<sup>5</sup>

Con respecto a la gestión de armas y municiones en Latinoamérica, Dreyfus, Pablo (Septiembre, 2007) en su artículo publicado en el boletín mensual No. 13 “En la mira-Observador Latinoamericano de Armas de Fuego”, escribe:

“La gestión de los depósitos estatales de armas y municiones de armas pequeñas y ligeras (APL) representa una cuestión de seguridad nacional y regional debido a dos principales riesgos que podrían derivarse de una inadecuada gestión: grandes explosiones y el desvío de armas y municiones hacia actores ilegales. Estos riesgos se ven incrementados en América Latina y el Caribe, una región afectada por problemas de falta de recursos, corrupción, violencia urbana, tráfico de drogas, tráfico de armas, crimen transnacional organizado y, en el caso específico de Colombia, a un conflicto interno armado con ramificaciones transnacionales en lo que se refiere al tráfico de armas y municiones y a las redes de financiamiento que contribuyen a financiar las actividades de los grupos armados involucrados en el conflicto.

La acumulación excesiva de armas y municiones tecnológicamente obsoletas o que exceden las necesidades de las fuerzas armadas y de seguridad de los países, incrementa todavía más los riesgos de explosión y desvío. Generalmente se le presta menos atención a lo que no está en uso. Las armas y municiones excedentes son acumuladas en depósitos en los que se presume están seguras. El riesgo de desvío y explosión sin embargo

---

<sup>4</sup> Reglamento de Instrucción “Prevención de Riesgos en el Ejército”, Ejército de Chile, 2004, Pág. 6.

<sup>5</sup> Reglamento de Instrucción “Prevención de Riesgos en el Ejército”, Ejército de Chile, 2004, Pág. 6.

aumenta en proporción directa a la magnitud de dicha acumulación. Los depósitos de armas y municiones incautadas por las fuerzas de seguridad o bajo custodia judicial, también deben ser contemplados como potenciales fuentes de desvío.

Tanto el desvío de armas y municiones como la explosión de un arsenal representan problemas de seguridad nacional debido a que pueden afectar la integridad de población, las instituciones, el territorio y la soberanía de un Estado. Las explosiones de arsenales de munición pueden causar efectos devastadores en términos de pérdida de vidas humanas e infraestructura, sobre todo cuando estos están localizados en las proximidades de grandes áreas urbanas, lo cual, es frecuente en América Latina y el Caribe donde las grandes ciudades crecen a un ritmo acelerado y muchas veces, desorganizado, por no decir caótico. El desvío de APL y sus municiones sea este ocasionado por robos, hurtos o ventas ilegales, abastece tanto a organizaciones criminales, como a grupos armados que muchas veces, tienen la capacidad de desafiar la autoridad del Estado y de controlar zonas urbanas y rurales del territorio nacional. También, el desvío de APL y sus municiones tiene una dimensión transnacional que afecta a la seguridad regional. Los traficantes de armas no reconocen fronteras y explotan las vulnerabilidades de los países vecinos. Una brecha en la gestión de arsenales, significa que armas y municiones pueden ser desviadas y trasladadas hacia países vecinos para ser utilizadas por grupos armados ilegales y por organizaciones criminales. Esta posibilidad es particularmente preocupante debido a que en el caso de los arsenales y depósitos de las fuerzas armadas y de seguridad se trataría del desvío de APL y municiones de alto poder destructivo como por ejemplo, armas automáticas (fusiles de asalto, ametralladoras, pistolas ametralladoras), morteros y su munición, armas portátiles antitanque, misiles antiaéreos portátiles (conocidos por sus sigla en inglés MANPADs) y granadas de mano.

El riesgo del desvío de APL y sus municiones ha sido seriamente tomado en consideración por los Estados latinoamericanos y del Caribe, esto es

evidente en los textos de documentos regionales e internacionales legalmente vinculantes ratificados por países de la región, como por ejemplo, la Convención Interamericana contra la Fabricación y el Tráfico Ilícitos de Armas de Fuego, Municiones, Explosivos y otros Materiales Relacionados (Cifta, 1997); la Decisión 552 de la Secretaría General de la Comunidad Andina (conocida como Plan Andino para la Prevención, Combate y Erradicación del Tráfico Ilícito de Armas Pequeñas y Ligeras en Todos sus Aspectos) y el Protocolo contra la fabricación y el tráfico ilícitos de armas de fuego, sus piezas y componentes y municiones que complementa la Convención de las Naciones Unidas contra la Delincuencia Organizada Transnacional. El Programa de Acción de las Naciones Unidas para Prevenir, Combatir y Eliminar el Tráfico Ilícito de Armas Pequeñas y Ligeras en Todos sus Aspectos (UNPoA), un documento de extrema importancia política y que ha sido ampliamente consensuado por los países de la región, contiene referencias específicas a la necesidad de garantizar la seguridad de los arsenales estatales, de destruir los excedentes y de garantizar la destrucción del armamento decomisado.

Para evitar desvíos y accidentes es necesario que en todo momento las autoridades responsables puedan rápida y eficientemente, identificar y localizar las APL y sus municiones de acuerdo a su tipo y a la función a la que están destinadas. La gestión de arsenales y depósitos estatales es un proceso complejo que requiere la coordinación de cuatro actividades intrínsecamente relacionadas: el marcaje de APL y municiones, el mantenimiento de registros adecuados, el almacenamiento seguro y la identificación y destrucción de excedentes.

La buena gestión de arsenales y depósitos excede el marco de las convenciones y declaraciones políticas. Estos documentos deben ser implementados a través de prácticas eficientes y de un adecuado entrenamiento del personal responsable por dicha gestión. El intercambio de información sobre experiencias de gestión a nivel nacional es fundamental

para identificar buenas prácticas que puedan ser asimiladas y aprovechadas por los países de la región.”

El nuevo contexto internacional ha llevado a las instituciones militares a reducir los costos operativos en todos los sectores y alcanzar una mayor eficiencia, mediante el incremento de su capacidad tecnológica; es por ello, que han realizado la inversión de millones de dólares en la incorporación de nuevas tecnologías, investigación y desarrollo.

La gestión logística de las municiones es un tema de vital importancia para las Fuerzas Armadas de los países que se encuentran actualmente enfrentando conflictos internacionales, razón por la cual han destinado todos los recursos económicos, humanos y materiales necesarios para alcanzar eficiencia y sobre todo seguridad en la ejecución de sus procesos.

Con respecto a las mejores prácticas de gestión de municiones en el mundo, es fácil identificar que la mayoría de los países pertenecientes a OTAN son quienes llevan el liderazgo en esta actividad, especialmente por la obligación y cumplimiento de estrictos estándares de seguridad.

Las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos son un referente mundial en la administración de municiones, debido a que se han nutrido de las experiencias obtenidas desde la Segunda Guerra Mundial hasta la actualidad, es así que con la finalidad de proporcionar el mejor apoyo logístico durante las operaciones conducidas en Iraq y en Afganistán, implementaron un modelo de gestión centralizada, a través de la conformación del *Joint Munitions and Lethality Life Cycle Management Command (JM&L LCMC)*. Este comando es el encargado de gestionar la investigación, el desarrollo, la producción, el almacenamiento, la distribución y la desmilitarización de toda la munición convencional; así como la administración del personal, las organizaciones, la infraestructura y los procesos requeridos para la gestión efectiva del ciclo de vida de la munición convencional que es empleada en el campo de batalla por los combatientes conjuntos.

El *Joint Munitions and Lethality Life Cycle Management* Command cumple los siguientes objetivos: facilitar productos sensibles, minimizar los costos del ciclo de vida, además, mejorar la efectividad y la integración de la adquisición de municiones, logística y tecnología.

Bajo esa misma perspectiva y para llevar a la práctica la mayoría de los procesos inherentes a la gestión de municiones, el U.S. Army Joint Munitions Command cuenta con el Defense Ammunition Command, cuya meta es ser una organización reconocida internacionalmente la que promueve y certifica las operaciones seguras y eficientes que involucran municiones y explosivos.

Otra de las iniciativas planteadas por las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos para resolver problemas concernientes al espectro de la gestión de municiones, es el *Munitions Action Plan (MAP)*, el cual es resultado del esfuerzo conjunto de varias organizaciones militares para permitir al Departamento de Defensa de los Estados Unidos (*U.S. Department of Defense*) identificar y definir las iniciativas fundamentales de mejora continua en todo el ámbito del ciclo de vida de las municiones.

El *Munitions Action Plan*, es una herramienta importante en la administración de las municiones dentro del Departamento de Defensa con dos significativas finalidades: la primera, reconocer e integrar los requerimientos necesarios para desarrollar, evaluar y adiestrar con municiones, mientras se protege la salud humana, se garantiza la seguridad industrial y se cuida el ambiente; la segunda, establecer la estructura general que identifica que debe ser hecho y que no, para mejorar las prácticas de gestión de municiones.

### **1.5. Hipótesis de trabajo**

Poner en ejecución estándares de seguridad para la gestión de municiones en las Fuerzas Armadas del Ecuador, contribuirá a disminuir la probabilidad de ocurrencia de una explosión accidental y la incertidumbre de que sus consecuencias puedan afectar a terceros.

## **1.6. Aspectos metodológicos de la investigación**

### **1.6.1. Estudios realizados**

#### **1.6.1.1. Estudio exploratorio**

La gestión de municiones realizada en forma técnica en las Fuerzas Armadas tiene muy pocos antecedentes, es así que ninguno de los documentos relacionados son de fecha anterior a la primera explosión accidental ocurrida en el Ecuador. Antes de ocurrir las tragedias, existía una falsa sensación de seguridad, debido a que siempre se habían considerado a las municiones como totalmente seguras e inclusive inalterables con el paso del tiempo; lo cual explica la falta de estándares específicos de seguridad para las actividades de manejo de municiones.

En abril de 2004, bajo el auspicio del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, el Teniente de Ingeniería Miguel Araque y el Teniente de Ingeniería Marco Navas presentaron el Proyecto de Grado “Normativa para la Ubicación, Diseño y Construcción de Polvorines Militares”, luego de una extensa investigación científica, técnica y militar, cuyo objetivo fue: “alcanzar una óptima seguridad en el almacenamiento de explosivos y municiones, en base al cumplimiento de normativas técnicas aplicadas en una estructura calculada para disminuir el riesgo de daño ante una eventual explosión”. En base al diseño estructural de un polvorín tipo, de entre cuatro propuestos en este trabajo académico, hasta la fecha, se han construido 21 polvorines cubiertos por tierra de hormigón armado en forma de arco oval en los Depósitos Conjuntos de Municiones “Jaramijó” y “El Corazón”.

A partir de la formulación del Proyecto “Depósitos de Material Bélico de las Fuerzas Armadas”, realizada en el 2004, nace la concepción de un almacenamiento conjunto con instalaciones (polverines) diseñados para cumplir estándares de seguridad internacionales. Siendo éste el predecesor del Proyecto “Protección y Seguridad de la Población Civil en el Almacenamiento y Manejo de Municiones y Explosivos de FF.AA.”

El documento de actualización del Proyecto “Protección y Seguridad de la Población Civil en el Almacenamiento y Manejo de Municiones y Explosivos de FF.AA.”<sup>6</sup>, presentado a la SENPLADES en junio de 2010, identifica vulnerabilidades en el almacenamiento y manejo de municiones, así como la limitación de las Fuerzas Armadas de garantizar seguridad a terceros. Además, en el cálculo de la población demandante efectiva identifica la cantidad de habitantes que está en riesgo de sufrir algún efecto en caso de suscitarse una explosión accidental, de acuerdo a cada uno de los cantones donde se ubican los sitios de mayor almacenamiento de municiones.

Actualmente, el Manual Técnico para el Transporte de Municiones y Explosivos es el único documento doctrinario conjunto de las Fuerzas Armadas del Ecuador que involucra una actividad de la gestión de municiones. Su alcance es proveer información y normas de seguridad relacionadas con las operaciones de transporte terrestre, aéreo y fluvial de la munición, explosivos, pirotécnicos y materiales energéticos.

Este novel manual, nacido del requerimiento de contar con normas de seguridad para efectuar las operaciones de reubicación de las municiones hacia los nuevos Depósitos Conjuntos de Municiones “Jaramijó” y “El Corazón”, fue elaborado por la Unidad Ejecutora del Proyecto “Protección y Seguridad de la Población Civil en el Almacenamiento y Manejo de Municiones y Explosivos de FF.AA.” y su primera edición tuvo su lanzamiento los primeros días de junio de 2011.

La totalidad de la bibliografía sobre gestión de existencia de munición convencional, administración de arsenales, depósitos peligrosos y explosiones no planeadas se encuentra en idioma inglés siendo los principales editores: el Departamento de Defensa de los Estados Unidos y sus organizaciones adscritas, la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), la Organización para la Seguridad y Cooperación en Europa (OSCE), el Centro Internacional de

---

<sup>6</sup> El proyecto fue priorizado por la SENPLADES el 26 de julio de 2010 mediante oficio No. SENPLADES-SIP-dap-2010-469

Desminado Humanitario - Geneva (CIDHG) y los proyectos de investigación independientes como The Small Arms Survey.

#### **1.6.1.2. Estudio descriptivo**

Para la implementación de los estándares de seguridad como solución a problemas de seguridad en la gestión de municiones, en primera instancia se verificó la observancia o no de los estándares de seguridad en las actividades relacionadas con el almacenamiento y manejo de municiones, identificando las deficiencias presentes, mediante el registro de datos de las explosiones no planeadas ocurridas en áreas de almacenamiento de municiones en varios países del Mundo y la comparación con la información recopilada sobre las explosiones accidentales sucedidas en nuestro país.

Posteriormente, se realizó una evaluación de los riesgos en las instalaciones en donde actualmente las unidades de las Fuerzas Armadas almacenan municiones, determinando las amenazas y vulnerabilidades presentes, además estimando la probabilidad de ocurrencia.

#### **1.6.1.3. Estudio explicativo**

Antes de concebir los estándares de seguridad se establecieron los procesos que permitan una gestión segura de municiones, con especial atención a aquellos agregadores de valor, ya que sus tareas implican un contacto más cercano con la munición y consecuentemente con sus riesgos asociados de explosión, fragmentación y fuego.

Los estándares de seguridad fueron desarrollados para atacar a todas y cada una de las amenazas y vulnerabilidades detectadas, además con el objetivo de reducir drásticamente la probabilidad de ocurrencia de una explosión accidental y minimizar sus efectos perjudiciales.

## **1.6.2. Métodos de investigación**

### **1.6.2.1. Método de observación**

Los tipos de observación considerados para efectuar la presente investigación son: observación directa y observación documental.

La observación directa se realizó por medio de inspecciones técnicas a varias unidades encargadas de la gestión logística de municiones, efectuando la evaluación de:

- Las características de las instalaciones de almacenamiento.
- Equipamiento de seguridad física.
- Equipamiento de seguridad industrial.
- Los procedimientos que se siguen para el almacenamiento, la vigilancia, el mantenimiento y la disposición final de las municiones.

Se emplearon listas de chequeo y formatos preestablecidos para la recopilación la información y los datos, los cuales sirvieron como insumo fundamental para elaborar el diagnóstico general en función del cumplimiento de los preceptos básicos de seguridad y la valoración cuantitativa del riesgo.

También se realizó una observación documental mediante la lectura y el análisis de la información y los datos contenidos en las fuentes bibliográficas, ya que es muy importante tener como referencia los conocimientos y experiencias adquiridas a través del tiempo por parte de otras Fuerzas Armadas del mundo.

### **1.6.2.2. Método deductivo**

Del diagnóstico cualitativo de la situación actual de las actividades de almacenamiento y manejo de municiones se determinaron las amenazas y vulnerabilidades, para posteriormente realizar una evaluación cuantitativa del riesgo y finalmente como parte del tratamiento y reducción del riesgo se elaboraron los estándares de seguridad aplicados a cada proceso de gestión.

### **1.6.3. Fuentes y Técnicas para la Recolección de la Información**

#### **1.6.3.1. Fuentes Secundarias**

Se solicitó al Ejército y a la Fuerza Naval por vía oficial que se conceda la información obtenida por las Juntas Investigadoras de Accidentes de las explosiones accidentales ocurridas en el Ecuador, para tener acceso a las conclusiones y recomendaciones, a fin de conocer las causas de los desastres ocurridos y las medidas recomendadas para evitar que sucedan nuevamente.

Las principales fuentes bibliográficas consideradas son las siguientes:

- Documentos de proyectos.
- Artículos de periódicos de publicación nacional e internacional, escritos y vía WEB.
- Guías de mejores prácticas.
- Artículos y documentos técnicos (Papers).
- Manuales técnicos y militares.
- Notas de investigación.
- Páginas electrónicas (WEB)

#### **1.6.3.2. Fuentes Primarias**

Observación.- La modalidad de la observación empleada fue la no participante, mediante inspecciones técnicas de la actividades que se realizan en las instalaciones logísticas en donde se almacenan y manejan municiones, empleando principalmente listas de chequeo, para recopilar la mayor cantidad de información y datos de las deficiencias de seguridad detectadas, con la finalidad de alimentar las matrices de análisis y evaluación del riesgo.

Talleres.- Se efectuaron talleres de expertos con representantes de las tres Fuerzas Armadas y del Comando Conjunto, compartiendo conocimientos y experticia en logística de municiones, lo que permitió establecer los procesos aplicables para una eficiente, confiable y segura gestión de municiones.

#### **1.6.4. Tratamiento y presentación de la información**

##### **1.6.4.1. Tratamiento de la información**

- Recolección de la información y datos.
- Validación de la información y datos obtenidos.
- Procesamiento y clasificación de la información.
- Evaluación cuantitativa de los riesgos identificados.
- Análisis, interpretación e inferencia de la información y los datos.

##### **1.6.4.2. Presentación de la información**

- Registro de causas y efectos de las explosiones accidentales ocurridas en el Mundo y en el Ecuador.
- Matrices de evaluación del riesgo
- Procesos de gestión de municiones
- Desarrollo de estándares de seguridad de acuerdo a cada proceso y/o actividad.

## CAPÍTULO II

### CONDICIONES DE SEGURIDAD EN LA GESTIÓN DE LAS MUNICIONES EN EL MUNDO Y EN EL ECUADOR

#### 2.1. Explosiones accidentales en el Mundo

Las actividades de gestión de municiones que realizan las Fuerzas Militares a nivel mundial representan un riesgo evidente, especialmente cuando no se aplican las buenas prácticas y los estándares de seguridad, elevándose aún más este riesgo cuando las municiones son almacenadas y manejadas en las inmediaciones de ciudades y sitios poblados. Los efectos nocivos de las explosiones accidentales ocurridas en las áreas de almacenamiento de municiones (AAM) en varios países del mundo han producido consecuencias devastadoras con un elevado costo humano, material y económico.

Figura 2. Explosión ocurrida en la fábrica de armamento y municiones de CAVIM, Maracay, Venezuela. 30 de enero de 2011.



Fuente: ©REUTERS / Gerard Aponte.

El costo humano se ha materializado en personas alejadas de sus viviendas, heridos o lesionadas y muertos, el costo material en la destrucción de hangares, edificios, viviendas, vehículos y equipos, mientras que el costo económico va más allá de la reposición de los bienes materiales destruidos y dañados, ya que implica además la posterior realización de labores de limpieza de artefactos no explotados (*Unexploded Ordnance – UXOs*) diseminados en una extensa área.

Considerando que las explosiones no planeadas ocurridas en áreas de almacenamiento de municiones, se constituyen actualmente como un problema global, ha sido efectuada una investigación en base a la información recopilada por fuentes calificadas como idóneas internacionalmente, de tal forma de obtener como resultado un registro completo de cada una de las explosiones accidentales ocurridas y registradas durante la gestión militar de municiones alrededor del mundo en los últimos 15 años. Allí radica la diferencia con respecto a los datos expuestos en los Antecedentes, ya que solamente los eventos verificados y registrados por fuentes confiables han sido considerados.

Como resumen de los datos recopilados y procesados, en la Tabla 1 se muestra un listado consolidado de los eventos de explosiones accidentales ocurridos en el mundo entre los años 1996 y 2011, clasificados por Estado, Continente y Región del Continente. El resultado final y completo del estudio investigativo se expone en el ANEXO “A” (Detalle de los Eventos de Explosiones Accidentales ocurridos en el Mundo desde Enero de 1996 hasta Mayo de 2011), se indica en forma pormenorizada el lugar de ocurrencia, la posible causa, los efectos y las fuentes consultadas.

Tabla 1. Eventos de Explosiones Accidentales reportadas por Continente, Región y Estado Miembro de las NN.UU. desde Enero de 1996 hasta Mayo de 2011\*

| Continente    | Región del Continente (número de Estados miembros de las NN.UU.) | Ubicación e incidencia de Explosiones Accidentales |                             | Distribución de eventos ocurridos por Estados. |                   |
|---------------|--|--|-----------------------------|--|-------------------|
|               |  | Número de Estados miembros de las NN.UU.           | Número de eventos ocurridos | Estados  | Número de Eventos |
| África        | África del Este (17)   | 3  | 12                          | Mozambique                                     | 9                 |
|               |  |  |                             | Tanzania                                       | 2                 |
|               |  |  |                             | Kenia  | 1                 |
|               | África Central (9)   | 2  | 4                           | República Democrática del Congo                | 3                 |
|               |  |  |                             | Angola   | 1                 |
|               | África del Norte (6)   | 2  | 5                           | Sudán  | 4                 |
|               |  |  |                             | Egipto   | 1                 |
|               | África del Sur (5)   | 0  | 0                           | No se han registrado eventos.                  |                   |
|               | África del Oeste (16)  | 5  | 7                           | Nigeria  | 2                 |
|               |  |  |                             | Côte d' Ivoire                                 | 1                 |
| Guinea        |  |  |                             | 2  |                   |
| Guinea-Bissau |  |  |                             | 1  |                   |
| Sierra Leona  |  |  |                             | 1  |                   |
| América       | América del Norte (2)  | 1  | 7                           | Estados Unidos                                 | 7                 |
|               | América Central (8)  | 4  | 6                           | México   | 3                 |
|               |  |  |                             | El Salvador                                    | 1                 |
|               |  |  |                             | Guatemala                                      | 1                 |
|               |  |  |                             | Nicaragua                                      | 1                 |
|               | Caribe (13)  | 0  | 0                           | No se han registrado eventos.                  |                   |
|               | América del Sur (11)   | 7  | 12                          | Ecuador  | 4                 |
|               |  |  |                             | Colombia                                       | 2                 |
|               |  |  |                             | Brasil   | 2                 |
|               |  |  |                             | Chile  | 1                 |
| Paraguay      |  |  |                             | 1  |                   |
| Perú          |  |  |                             | 1  |                   |
| Venezuela     |  |  |                             | 1  |                   |

ESTÁNDARES DE SEGURIDAD PARA LA GESTIÓN DE MUNICIONES EN LAS FF.AA.

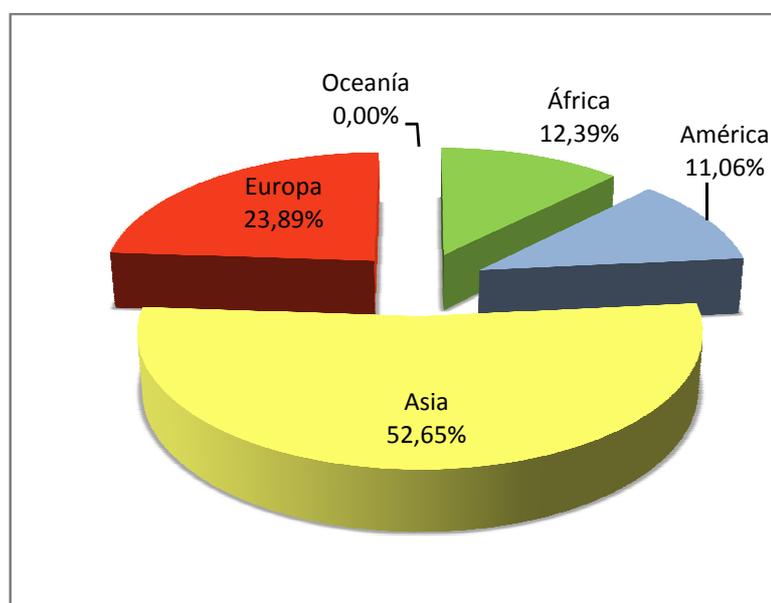
|                                 |   |           |            |                               |    |
|---------------------------------|---|-----------|------------|-------------------------------|----|
| Asia                            | Asia Central (5)                                      | 2         | 7          | Kazakhstan                    | 6  |
|                                 |   |           |            | Uzbekistan                    | 1  |
|                                 | Asia del Este (5)                                     | 2         | 10         | China                         | 7  |
|                                 |   |           |            | Corea del Norte               | 3  |
|                                 | Asia del Sur (12)                                     | 5         | 52         | Afganistán                    | 19 |
|                                 |   |           |            | India                         | 16 |
|                                 |   |           |            | Irán                          | 8  |
|                                 |   |           |            | Sri Lanka                     | 6  |
|                                 |   |           |            | Pakistán                      | 3  |
|                                 | Sud-Este Asiático (11)                                | 6         | 21         | Tailandia                     | 6  |
|                                 |   |           |            | Camboya                       | 4  |
|                                 |   |           |            | Filipinas                     | 4  |
|                                 |   |           |            | Vietnam                       | 5  |
|                                 |   |           |            | Indonesia                     | 2  |
|                                 | Asia del Oeste (17)                                   | 7         | 29         | Iraq                          | 16 |
|                                 |   |           |            | Yemen                         | 4  |
|                                 |   |           |            | Líbano                        | 3  |
| Turquía                         |   |           |            | 2                             |    |
| Georgia                         |   |           |            | 2                             |    |
| Kuwait                          |   |           |            | 1                             |    |
| Siria                           |   |           |            | 1                             |    |
| Europa                          | Europa del Este (10)                                  | 5         | 39         | Federación Rusa               | 25 |
|                                 |   |           |            | Ucrania                       | 8  |
|                                 |   |           |            | Bulgaria                      | 3  |
|                                 |   |           |            | Rumania                       | 2  |
|                                 |   |           |            | Eslovaquia                    | 1  |
|                                 | Europa del Norte (10)                                 | 0         | 0          | No se han registrado eventos. |    |
|                                 | Europa del Sur (14)                                   | 5         | 11         | Serbia                        | 3  |
|                                 |   |           |            | Albania                       | 4  |
|                                 |   |           |            | Montenegro                    | 2  |
|                                 |   |           |            | Italia                        | 1  |
| Eslovenia                       |   |           |            | 1                             |    |
| Europa del Oeste (9)            | 2   | 4         | Francia    | 2                             |    |
|                                 |   |           | Alemania   | 2                             |    |
| Oceanía                         | (14)  | 0         | 0          | No se han registrado eventos. |    |
| <b>Total Mundial en 15 años</b> | <b>Número Total de Estados miembros de las NN.UU.</b> | <b>57</b> | <b>226</b> |                               |    |

\* De acuerdo con la División Estadística de las Naciones Unidas (Revisada en Abril de 2011)

Fuente: OTAN, US DoS, ISS, GICHD, Small Arms Survey, ECAP, GZ, BBC, IRIN, Land Action UK, Adrian Wilkinson, Diario El Comercio, Global Security.

Elaborado por: CAPT. Miguel Araque

Figura 3. Explosiones accidentales ocurridas por Continente.



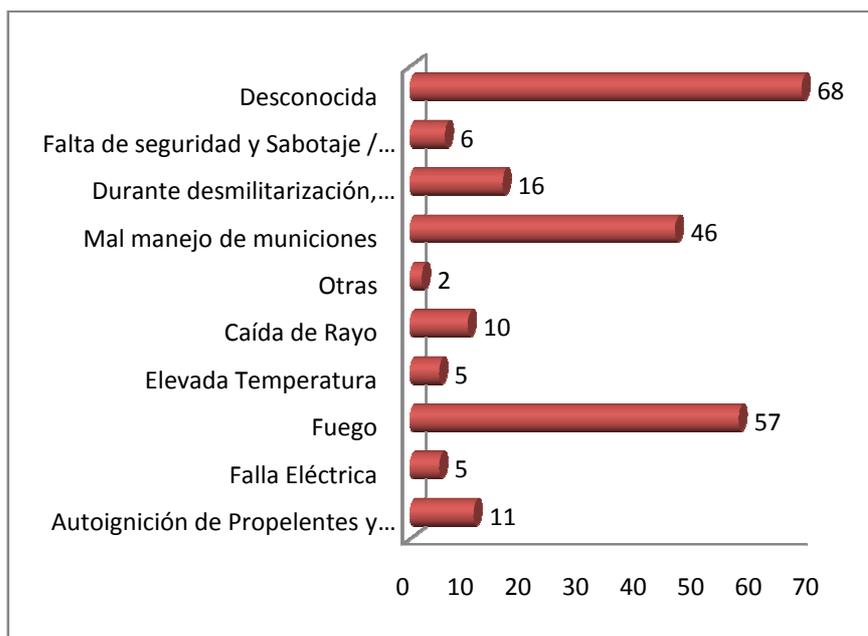
Fuente: OTAN, US DoS, ISS, GICHD, Small Arms Survey, ECAP, GZ, BBC, IRIN, Land Action UK, Adrian Willkinson, Diario El Comercio, Global Security.

Elaborado por: CAPT. Miguel Araque

De la investigación realizada se identifica que la mayor cantidad de eventos han sucedido en Asia, debido a que en ese continente se ubican Iraq y Afganistán, estados inmersos en sendos conflictos armados; le sigue Europa, en donde se ubica la Federación Rusa, siendo éste el estado que registra el mayor número de eventos ocurridos. En forma general y bajo un análisis particular por estado, se determina que una mayor cantidad de eventos ocurrieron en aquellos inmersos en ambientes post-conflicto, así como también

en aquellos cuyas Fuerzas Armadas demandan el empleo de grandes cantidades de municiones y que las acopian a gran escala.

Figura 4. Cantidad de eventos clasificados por su posible causa.



Fuente: OTAN, US DoS, ISS, GICHD, Small Arms Survey, ECAP, GZ, BBC, IRIN, Land Action UK, Adrian Wilkinson, Diario El Comercio, Global Security.

Elaborado por: CAPT. Miguel Araque

Con respecto a las posibles causas conocidas, se concluye que los eventos no deseados ocurrieron principalmente debido a la acción del fuego, seguido por las prácticas inseguras durante la gestión de municiones, específicamente por el mal manejo de municiones.

Además, se han determinado otras posibles causas de las explosiones accidentales sucedidas en áreas de almacenamiento de municiones, las cuales son usualmente atribuidas a la siguiente categorización: deterioro de las condiciones físicas y químicas de las municiones y explosivos, infraestructura y prácticas inseguras para el almacenamiento de municiones, y pobres

condiciones de seguridad física, dentro de las cuales se identifica el sabotaje deliberado.

Por el contrario, analizadas todas las causas, son las desconocidas las que predominan, teniendo como clara explicación que los testigos de los hechos fueron las primeras víctimas de cada evento, en tal virtud, no pudo ser conocido su verdadero origen.

En cuanto a los efectos, éstos fueron mayores en los países en vías de desarrollo, especialmente en los estados del Continente Africano, por las características de la infraestructura en donde se almacenaban y manejaban las municiones, debido a que esas deficientes condiciones incrementaron el riesgo de afectación física a la población civil.

Adicionalmente, hay que considerar que como parte de los efectos de una explosión no deseada, las municiones son proyectadas, cuya cantidad varía de acuerdo a las características de la instalación que las contenía, generando “municiones no explotadas” (UXOs) regadas en un área, los cuales pueden incrementar el número de personas afectadas y que requieren de un trabajo especializado para su remoción y posterior eliminación.

Finalmente, llama la atención que se hayan dado explosiones no deseadas en estados considerados como altamente industrializados, teniendo como explicación la realización de actividades que generan un elevado riesgo como la disposición final de municiones, principalmente la desmilitarización.

## **2.2. Explosiones accidentales en el Ecuador**

De acuerdo a las estadísticas mundiales, Ecuador es el país de América del Sur en donde se han registrado la mayor cantidad de eventos. Desde el año 1997 hasta junio de 2011 han ocurrido un total de 4 explosiones de municiones, las cuales tuvieron efecto durante la realización de actividades de gestión de municiones. Todas las explosiones sucedidas tuvieron un seguimiento por

parte de la prensa nacional e internacional, sin embargo solamente de las tres últimas existen registros institucionales de investigación:

Tabla 2. Análisis de las explosiones accidentales ocurridas en Ecuador desde 1997 hasta 2010.

| <b>Explosión accidental No. 1</b> |                            |   |  |  |
|-----------------------------------|----------------------------|---|--|--|
| <b>Fecha</b>                      | <b>Tipo de información</b> |   | <b>Descripción de la información recopilada</b>  |  |
| 08 de julio de 1997               | Ubicación                  | Unidad militar  | Batallón de Ingenieros No. 69 "Chimborazo"   |  |
|                                   |                            | Parroquia y/o localidad   | Amaguaña, La Balbina,  |  |
|                                   |                            | Provincia y cantón  | Pichincha, Quito   |  |
|                                   | Posible Causa              | Actividad que se desarrollaba   | Se retiraban minas de la bodega de material bélico para su posterior transporte a la Provincia de El Oro, en donde se iban a efectuar maniobras militares. |  |
|                                   |                            | Tipo de municiones involucradas   | Minas A.T. y A.P., torpedos Bangalore, granadas de mano, cartuchos para fusil y pistola, explosivos al granel.   |  |
|                                   |                            | Descripción de las condiciones inseguras  | Manipulación de municiones por parte de personal inexperto (Conscriptos) en el interior de la bodega de material bélico.                                   |  |
|                                   |                            |   | Almacenamiento de armas y municiones en la misma área de la bodega.  |  |
|                                   |                            | La instalación era inadecuada por su construcción, además estaba ubicada aproximadamente a 50 m del edificio comando del Batallón Chimborazo. |  |  |
|                                   |                            | Desconocimiento de la clasificación de las municiones por la peligrosidad.  |  |  |
|                                   |                            | No se contó con los suficientes elementos de combate al fuego para combatir el conato.  |  |  |
|                                   |                            | No se dio una alarma para la evacuación oportuna del personal cuando la situación salió de control.   |  |  |

**ESTÁNDARES DE SEGURIDAD PARA LA GESTIÓN DE MUNICIONES EN LAS FF.AA.**

|                                   |   |                                  |  |
|-----------------------------------|---|----------------------------------|--|
|                                   |   | Resultado inmediato              | Por efecto de la detonación de la espoleta de una granada de mano en el interior de la bodega de material bélico se originó un incendio que no pudo ser controlado, el cual a su vez produjo la explosión de las municiones almacenadas, generando la onda de presión y la proyección de fragmentos primarios y secundarios.   |
|                                   | Efectos y consecuencias de la explosión | Pérdidas humanas                 | 4 personas muertas, 176 con heridas de consideración y 85 con lesiones leves.  |
|                                   |   | Daños materiales a terceros      | Destrucción total de 1 autobomba y 1 tanquero del Cuerpo de Bomberos de Sangolquí.<br>15 casas destruidas ubicadas en las poblaciones Chillo Jijón y Santa Isabel.   |
|                                   |   | Daños materiales Institucionales | Destrucción total de la bodega de material bélico y edificio comando del Batallón de Ingenieros "Chimborazo".<br>Destrucción parcial de las instalaciones de los Batallones de Ingenieros "Chimborazo" y "Cotopaxi", así como de la Brigada de Aviación del Ejército.<br>Avería de 12 helicópteros de la Aviación del Ejército.<br>Destrucción total y parcial de armamento militar. |
|                                   |   | Pérdidas económicas estimadas    | 8,000 millones de sucres (1.9 millones de dólares considerando el cambio de moneda en ese año).  |
| <b>Explosión accidental No. 2</b> |   |                                  |  |
| <b>Fecha</b>                      | <b>Tipo de información</b>              |                                  | <b>Descripción de la información recopilada</b>  |
| 20 de noviembre de 2002           | Ubicación                               | Unidad militar                   | Brigada de Caballería Blindada No. 11 "Galápagos"  |
|                                   |   | Parroquia y/o localidad          | Barrio San Antonio del Aeropuerto  |
|                                   |   | Provincia y cantón               | Chimborazo, Riobamba   |
|                                   | Posible Causa                           | Actividad que se desarrollaba    | Repotenciación y mantenimiento de cargas y granadas de 155mm y de 105mm pertenecientes a la Fuerza Terrestre en el hangar 79 del Comando de Apoyo Logístico No. 11.  |
|                                   |   | Tipo de municiones involucradas  | Granadas de 155mm (cuya carga explosiva era Hexolita o Composición B, la cual es una mezcla de TNT con Hexógeno)   |
|                                   |   | Descripción de las               | Mal manejo de municiones:  |

|                                  |   |  |  |
|----------------------------------|---|--|--|
|                                  |   | condiciones inseguras  | <p>La carga explosiva de las granadas presentaba exudación.</p> <p>Conscriptos destinados a labores de estibaje realizaban tareas de operadores en la fase de limpieza y extracción del explosivo exudado.</p> <p>Existía un ambiente explosivo debido a los gases del explosivo exudado y a las partículas presentes en el aire, generadas desde el momento de la apertura del envase y por el retiro del explosivo del envase respectivamente.</p> <p>Rodaban las granadas de 155mm sobre su base para moverlas.</p> <p>En el interior de hangar se encontraban muchas más municiones de las que se iban a intervenir, además las cargas vivas (propulsoras) y los recipientes que contenían el explosivo retirado de las granadas.</p> <p>El hangar en donde se realizaba las tareas no cumplía estándares de seguridad (ubicación, construcción- puesta a tierra de la estructura).</p> <p>No se contaba con la maquinaria, equipo, herramientas y prendas de protección requeridas tanto para el trabajo de mantenimiento como para el transporte de las municiones en sitio.</p> |
|                                  |   | Resultado inmediato  | <p>La fricción del cuerpo metálico de una granada con el piso de hormigón por caída de la misma produjo una chispa que encendió un fognazo, el cual a su vez causó un incendio que produjo la primera explosión y posteriormente esta la segunda explosión en el hangar 78. (Hipótesis 1)</p>  |
|                                  | Efectos y consecuencias de la explosión | Pérdidas humanas   | <p>10 personas muertas y 538 heridas.</p>  |
|                                  |   | Daños materiales a terceros  | <p>Destrucción total de 25 viviendas ubicadas en el barrio San Antonio del Aeropuerto y la Saboya, además 18,000 viviendas afectadas parcialmente principalmente por la rotura de vidrios.</p>   |
| Daños materiales institucionales |   | <p>Destrucción total de varios hangares de la Brigada de Caballería Blindada.</p> <p>Destrucción parcial de hangares e instalaciones de comando y alojamiento de la Brigada de Caballería Blindada.</p> <p>Destrucción de: material blindado (tanques AMX-</p> |  |

**ESTÁNDARES DE SEGURIDAD PARA LA GESTIÓN DE MUNICIONES EN LAS FF.AA.**

|                                   |                            |  |   |
|-----------------------------------|----------------------------|--|---|
|                                   |                            |  | 13 y APC), vehículos tácticos, armamento menor, material de comunicaciones e intendencia, material antiaéreo (cañones Oerlikon y misiles IGLA).   |
|                                   |                            | Pérdidas económicas estimadas            | 43 millones de dólares por concepto de reconstrucción y reparación de viviendas.<br>USD 74'275,403.47 en daños al armamento, material y equipo.<br>USD 6'173,995.31 en daños a las construcciones de la Brigada de Caballería Blindada.   |
| <b>Explosión Accidental No. 3</b> |                            |  |   |
| <b>Fecha</b>                      | <b>Tipo de información</b> |  | <b>Descripción de la información recopilada</b>   |
| 23 de marzo de 2003               | Ubicación                  | Unidad militar                           | Base Naval Sur  |
|                                   |                            | Parroquia y/o localidad                  | Ximena  |
|                                   |                            | Provincia y cantón                       | Guayas, Guayaquil   |
|                                   | Posible Causa              | Actividad que se desarrollaba            | Almacenamiento de municiones  |
|                                   |                            | Tipo de municiones involucradas          | Cartuchos 0.50" y 20mm, munición 5/38" y cargas de profundidad tipo gota.   |
|                                   |                            | Descripción de las condiciones inseguras | La munición en tránsito de las unidades navales se almacenaba en un hangar que no contaba con las características de seguridad de un polvorín.<br>En el hangar no existía buena ventilación, ni control de la temperatura interior.<br>Se almacenaba munición caducada.<br>No se respetó el almacenamiento por grupos de compatibilidad.<br>Los polvorines no fueron construidos respetando la distancia de seguridad "entre polvorines". |
|                                   |                            | Resultado inmediato                      | Auto-ignición del propelente de munición caducada debido a la elevada temperatura en el interior del hangar "E", la cual contaminó con fuego a municiones 0.50" y 20mm produciendo la primera explosión, la cual lanzó fragmentos incandescentes al refugio "A" donde explotó munición 5/38" y cargas de profundidad, esta explosión a su vez por contaminó el refugio "B".   |

**ESTÁNDARES DE SEGURIDAD PARA LA GESTIÓN DE MUNICIONES EN LAS FF.AA.**

|                                   |   |  |  |
|-----------------------------------|---|--|--|
|                                   | Efectos y consecuencias de la explosión | Pérdidas humanas                         | 1 persona muerta y 28 heridas.   |
|                                   |   | Daños materiales a terceros              | 12 casas destruidas y 40 afectadas parcialmente en una zona urbano-marginal de la ciudad.  |
|                                   |   | Daños materiales institucionales         | Destrucción de todo el armamento y municiones vigentes y obsoletas almacenadas en los refugios.<br>Rotura de vidrios de los bloques de vivienda fiscal de la Base Naval Sur.   |
|                                   |   | Pérdidas económicas estimadas            | No cuantificadas.  |
| <b>Explosión Accidental No. 4</b> |   |  |  |
| <b>Fecha</b>                      | <b>Tipo de información</b>              |  | <b>Descripción de la información recopilada</b>  |
| 06 de julio de 2009               | Ubicación                               | Unidad militar                           | Fábrica de Municiones "Santa Bárbara"  |
|                                   |   | Parroquia y/o localidad                  | Sangolquí  |
|                                   |   | Provincia y cantón                       | Pichincha, Rumiñahui   |
|                                   | Posible Causa                           | Actividad que se desarrollaba            | Se había realizado disparos de prueba con cartuchos de 12.7 x 99 mm trazadores M17, sobre un espaldón de madera y llantas en el interior del túnel balístico.  |
|                                   |   | Tipo de municiones involucradas          | 21 cargas cónicas de pentolita con cordón detonante y 18 cartuchos de dinamita industrial tipo explogel.   |
|                                   |   | Descripción de las condiciones inseguras | Desconocimiento de las características y funcionamiento de la munición trazadora por lo que los operadores no se percataron de que el trazador de los proyectiles disparados quemaban en el interior de los troncos de madera (el trazador hace ignición a partir de los 91 m y la longitud total del túnel es de 100 m).<br>Almacenamiento inadecuado de explosivos en la bodega contigua al túnel de pruebas balísticas. |
|                                   |   | Resultado inmediato                      | Se produjo un incendio en el espaldón de troncos de madera y llantas en el interior del túnel balístico debido a la reacción química exotérmica de los componentes del trazador de las ojivas de cartuchos 12,7 mm disparados, este incendio más el humo y los gases acumulados hizo que por radiación y convección el fuego llegue a la   |

|  |   |                                  |  |
|--|---|----------------------------------|--|
|  |   |                                  | bodega del radar balístico donde se almacenaban cargas explosivas, la cuales por la elevada temperatura detonaron.   |
|  | Efectos y consecuencias de la explosión | Pérdidas humanas                 | No existieron muertos ni heridos.  |
|  |   | Daños materiales a terceros      | Rotura de vidrios de locales comerciales en el Centro Comercial "River Mall".  |
|  |   | Daños materiales Institucionales | Destrucción total de la bodega del radar balístico adyacente al túnel de pruebas balísticas.<br>Destrucción total del túnel de pruebas balísticas de 100m.<br>Daños del 50% de la instalación del laboratorio de pruebas balísticas.<br>Daños al equipo informático y equipos para pruebas balísticas de la Fábrica de Municiones "Santa Bárbara". |
|  |   | Pérdidas económicas estimadas    | No cuantificadas.  |

Fuente: Actas e informe de las Juntas Investigadoras de Accidentes, informes de las Juntas Evaluadoras de Accidentes de la Fuerza Terrestre y Comisión de Investigación de Accidentes de la Fuerza Naval, Diario HOY, Diario El Universo, Diario El Comercio.

Elaborado por: CAPT. Miguel Araque

Bajo el análisis realizado se puede concluir que existe una causa común presente en las 4 explosiones accidentales, la cual es la falta y/o inobservancia manifiesta de los estándares de seguridad durante las labores de manejo y almacenamiento de municiones.

Para explicar al detalle la causa común de cada una estas tragedias sucedidas se han extraído los factores más importantes:

- En el caso de la explosión en La Balbina en 1997, el empleo de personal sin capacitación ni experiencia en labores de estibaje y manipulación de municiones.
- En Riobamba en 2002, nuevamente existe la presencia de personas con poca capacitación para un trabajo de desmilitarización de

municiones, sumado a la falta de herramientas, equipos y prendas apropiadas para realizar tan delicada tarea; además la imprevisión de realizar el trabajo en una instalación adecuada, con una ubicación, diseño y construcción específica de seguridad.

Figura 5. Destrucción de un hangar con vehículos blindados luego de la explosión ocurrida el 20 de noviembre de 2002.



Fuente: MAYO. Fernando Tohaza (+).

- En Guayaquil en 2003, la omisión de almacenar municiones en una instalación adecuada (polvorín) construida respetando normas de seguridad internacionales.
- En Sangolquí en 2009, el desconocimiento de las características intrínsecas de la munición trazadora de 12.7mm (0.50”), ya que si se hubiera conocido que el trazador se enciende luego de una trayectoria en vuelo de al menos 91 metros, se habría detectado el conato de incendio en el espaldón de madera. También, si no se hubiera omitido el almacenar las cargas explosivas (las cuales detonaron en la bodega

contigua al túnel balístico) en uno de los polvorines que dispone la Fábrica de Municiones “Santa Bárbara”.

Consecuencia de estas tragedias ocurridas en Ecuador durante estos últimos 15 años en actividades de gestión de municiones se fueron registradas un total de 15 personas muertas y más de 742 heridas; además, las pérdidas económicas cuantificadas en La Balbina y Riobamba (únicamente) alcanzaron el orden de los 125 millones de dólares.

A más de las pérdidas humanas, materiales y económicas, producto perjudicial de cada una de las explosiones accidentales ocurridas, se presentaron otras consecuencias negativas cuyas repercusiones tuvieron mayor incidencia y duración en el tiempo con un alcance institucional, local y nacional; identificándose las siguientes:

- En el ámbito institucional, cada evento causó la destrucción de equipos, armamento y municiones lo que produjo una reducción en la capacidad operativa de la Fuerza involucrada.
- En el ámbito local, se presentaron problemas psicológicos sobre todo en niños y adultos mayores como estados de nerviosismo, ansiedad y temor; así como también cortes en los servicios de energía eléctrica y telefonía fija.
- También en el ámbito local, se presentaron lesiones auditivas y alteraciones audio-métricas por trauma acústico en las personas que se encontraban en el radio de acción de la onda explosiva, estas lesiones variaron en su gravedad dependiendo de la distancia de exposición.
- En el ámbito nacional, se identificó una repentina disminución del nivel de confianza de población hacia las Fuerzas Armadas y en el Gobierno Nacional.

Adicionalmente a lo indicado, luego de la explosión ocurrida en la Brigada de Caballería Blindada, quedaron diseminadas municiones de alto poder explosivo, especialmente granadas de 155mm, en un área aproximada de 4 kilómetros de radio desde el punto cero, lo que obligó a realizar una inédita

operación de remoción de *UXOs* a gran escala, la cual fue complementada con el transporte para su destrucción posterior en las faldas del Chimborazo.

A raíz de la explosión accidental ocurrida en la ciudad de Guayaquil, la prensa nacional evidenció la necesidad urgente de realizar la reubicación de los sitios de almacenamiento de municiones de las Fuerzas Armadas fuera de las ciudades y sitios poblados. Es así que el Alto Mando Militar fue llamado al pleno de la función legislativa para que presente un informe de los dos últimos eventos ocurridos.

Consecuencia de aquello, el Congreso Nacional discutió, aprobó y expidió la LEY REFORMATORIA A LA LEY DE FABRICACION, IMPORTACION, EXPORTACION, COMERCIALIZACION Y TENENCIA DE ARMAS, MUNICIONES, EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS; la misma que fue publicada en el Registro Oficial No. 77 del jueves 08 de mayo de 2003, la cual en su artículo 24-A. [Producción y almacenamiento de armas] textualmente indica: “La producción y almacenamiento de armas de guerra, así como de pólvora, bombas, explosivos y afines, debe efectuarse en locales previamente definidos por el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas en coordinación con el Municipio y el cuerpo de bomberos de la jurisdicción y autorizados por el Ministerio de Defensa Nacional. Estos locales, sean de sector público o privado, no deberán estar ubicados en centros poblados ni en propiedad comunitaria o de posesión ancestral de los pueblos indígenas, y, en ellos deberán permanecer solo personal especializado de las Fuerzas Armadas o de la empresa autorizada destinado al cuidado y mantenimiento de los mismos y bajo estrictas medidas de seguridad. Las instituciones públicas y privadas deberán dar de baja y destruir todo material explosivo, especialmente sensible, inmediatamente se produzca la caducidad de los mismos. Las instituciones de la Fuerza Pública, para este efecto, deberán contar previamente con el informe favorable del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas. Queda expresamente prohibido todo proyecto de urbanización o asentamiento poblacional de hecho dentro del perímetro de seguridad establecido por las

instituciones mencionadas. La Fuerza Pública será la encargada de hacer efectiva esta prohibición."

## **2.3. Identificación, análisis y evaluación de riesgos en la Gestión de Municiones en las Fuerzas Armadas Ecuatorianas**

### **2.3.1. Identificación de los activos a ser protegidos**

Los activos que deben ser protegidos de los efectos de una posible explosión accidental de municiones durante su gestión son los siguientes:

- 1) Personal civil.- Son todas las personas que viven o desarrollan sus actividades diarias en las inmediaciones de aquellas unidades militares que disponen de polvorines o bodegas de municiones. Están incluidas las familias del personal militar.
- 2) Personal militar.- Oficiales, voluntarios, tripulantes, aerotécnicos que prestan sus servicios en las unidades militares; adicionalmente para efectos de éste análisis se considerará como personal militar a los servidores públicos.
- 3) Instalaciones económica y socialmente sensibles.- Se considerarán entre otras: aeropuertos, hospitales, colegios y escuelas, terminales de expendio y almacenamiento de combustibles, oleoductos y poliductos, acueductos, líneas de alta tensión (inclusive las del Sistema Nacional Interconectado), coliseos, estadios y gasolineras.
- 4) Instalaciones civiles.- Edificios utilizados por el personal civil para la vivienda, comercio y servicios. Se incluye la vivienda fiscal del personal militar.
- 5) Instalaciones militares.- Son los edificios, hangares, talleres, aulas, dormitorios que se encuentran en el interior de las unidades militares.

- 6) Equipos militares.- Comprenden todas las aeronaves, vehículos blindados, tácticos y administrativos, armamento, antenas de comunicaciones y otros de uso militar.
- 7) Prestigio Institucional.- Buen nombre, reputación y confianza ciudadana en las Fuerzas Armadas.

### **2.3.2. Identificación de vulnerabilidades**

Por medio de las inspecciones y visitas técnicas realizadas se han detectado y/o confirmado vulnerabilidades en los sitios e instalaciones en donde las Fuerzas Armadas almacenan y brindan mantenimiento a sus municiones, estas vulnerabilidades identificadas afectan a la seguridad tanto física como industrial.

Las vulnerabilidades que se detallan a continuación incrementan la probabilidad de que se origine una explosión accidental y/o que sus efectos produzcan mayores daños:

- 1) Existen polvorines y las bodegas en donde se almacenan de municiones y explosivos ubicados en sitios muy cercanos a: ciudades, poblaciones, vías de comunicación y a las instalaciones administrativas de las unidades militares. Incluso existen polvorines adyacentes al aeropuerto de Loja (Catamayo), en el interior de los aeropuertos internacional de Manta y regional de Salinas.
- 2) El 90% de las estructuras de los polvorines y bodegas de almacenamiento de municiones no brindan la protección, ni la seguridad física e industrial debido a que:
  - No fueron diseñadas ni construidas bajo estándares técnicos de seguridad para contener los efectos de una explosión accidental.
  - No cuentan con un sistema de descargas eléctricas atmosféricas (pararrayos), puesta a tierra de la estructura, ni descarga personal y vehicular.

- No disponen de un sistema de control de accesos y detección temprana de incendios.
- 3) Cuando existen dos o más polvorines, no están ubicados uno del otro bajo la relación cantidad de explosivos - distancia de seguridad.

Figura 6. Panorámica de polvorines superficiales en el Depósito de Cumbe.



Fuente: CAPT. Miguel Araque

- 4) La cantidad de instalaciones destinadas al almacenamiento de municiones es menor al requerimiento establecido, por lo que no se cumplen las mejores prácticas, así:
- En la mayoría de los casos se dificulta o impide en la distribución por grupos de compatibilidad de almacenamiento mixto.
  - Se supera la altura máxima de apilamiento.
  - Se reduce el volumen de aireación y el área de circulación en su interior.

- 5) Almacenamiento de municiones que han excedido el tiempo de vida útil recomendado por los fabricantes (elevado porcentaje de municiones caducadas y obsoletas).
- 6) Se desconoce la verdadera condición de los componentes energéticos de las municiones, lo cual no permite establecer su grado de seguridad para el almacenamiento, transporte y manipulación, así como la confiabilidad para su empleo; debido a que no se realiza en forma continua el control y la vigilancia de las municiones, por falta de: instalaciones o laboratorios, equipamiento y talento humano capacitado.
- 7) Falta de logística especializada destinada para el manejo, transporte y almacenamiento de municiones, así como para el combate de incendios (vehículos, maquinarias y equipamiento); lo cual no permite que las tareas se efectúen en forma completamente segura.
- 8) No existe información técnica de las municiones existentes en las Fuerzas Armadas como tiempo de vida útil, condiciones de almacenamiento, características de sus componentes; lo cual impide optimizar su empleo y tomar decisiones en para su disposición final.
- 9) Inexistencia de estándares de seguridad para el almacenamiento, manejo y disposición final de municiones.

### **2.3.3. Identificación del impacto o consecuencias potenciales**

El impacto o consecuencias potenciales que se esperarían al acontecer una nueva explosión accidental como las ocurridas anteriormente en el Ecuador serían:

- 1) Pérdidas humanas como muerte, lesiones, afectaciones físicas y psicológicas en el personal militar y civil.
- 2) Destrucción total o parcial de instalaciones civiles ubicadas en áreas pobladas, inclusive las económica y socialmente sensibles.

- 3) Destrucción de instalaciones y equipos militares.
- 4) Pérdidas económicas resultado de los daños materiales e indemnizaciones a terceros.
- 5) Repercusiones negativas para el Gobierno Nacional en los ámbitos político, económico y social.
- 6) Deterioro del prestigio y buena imagen de las Fuerzas Armadas Ecuatorianas.
- 7) Contaminación ambiental.

#### **2.3.4. Identificación de peligros**

Del análisis de las explosiones accidentales ocurridas en áreas de almacenamiento de municiones que han sido reportados en el mundo en los últimos 15 años, se concluye que las causas identificadas se constituyen como los principales peligros potenciales que amenazan las actividades de gestión de municiones, especialmente el almacenamiento. A continuación se enumeran estos peligros:

- 1) Falta de seguridad física y sabotaje
- 2) Actividades de desmilitarización y disposición final
- 3) Mal manejo de municiones
- 4) Caída de rayo
- 5) Elevada temperatura
- 6) Fuego
- 7) Falla eléctrica
- 8) Auto-ignición de componentes y combustión espontánea

9) Otras

### 2.3.5. Identificación y análisis de riesgos

Cuando un peligro es conocido en términos de frecuencia o de probabilidad estadística se denomina “riesgo”<sup>7</sup>. Este riesgo, representa el potencial daño o pérdida de un activo que puede ser cuantificado en términos de impacto, además puede ser clasificado de acuerdo a su fuente:

Tabla 3. Riesgos identificados de acuerdo a su fuente

| <b>Riesgos Puros</b>  |   |   |
|---|---|---|
| Riesgos personales, de responsabilidad civil y patrimoniales  |   |   |
| <b>Riesgos de la naturaleza</b>   | <b>Riesgos tecnológicos</b>   | <b>Riesgos antisociales</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caída de rayo</li> <li>• Elevada temperatura.</li> <li>• Fuego (incendio forestal no provocado)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mal manejo de municiones.</li> <li>• Fuego / incendio.</li> <li>• Falla eléctrica.</li> <li>• Auto-ignición de componentes (combustión espontánea).</li> <li>• Desmilitarización y disposición final de municiones.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de seguridad física y sabotaje.</li> </ul> |

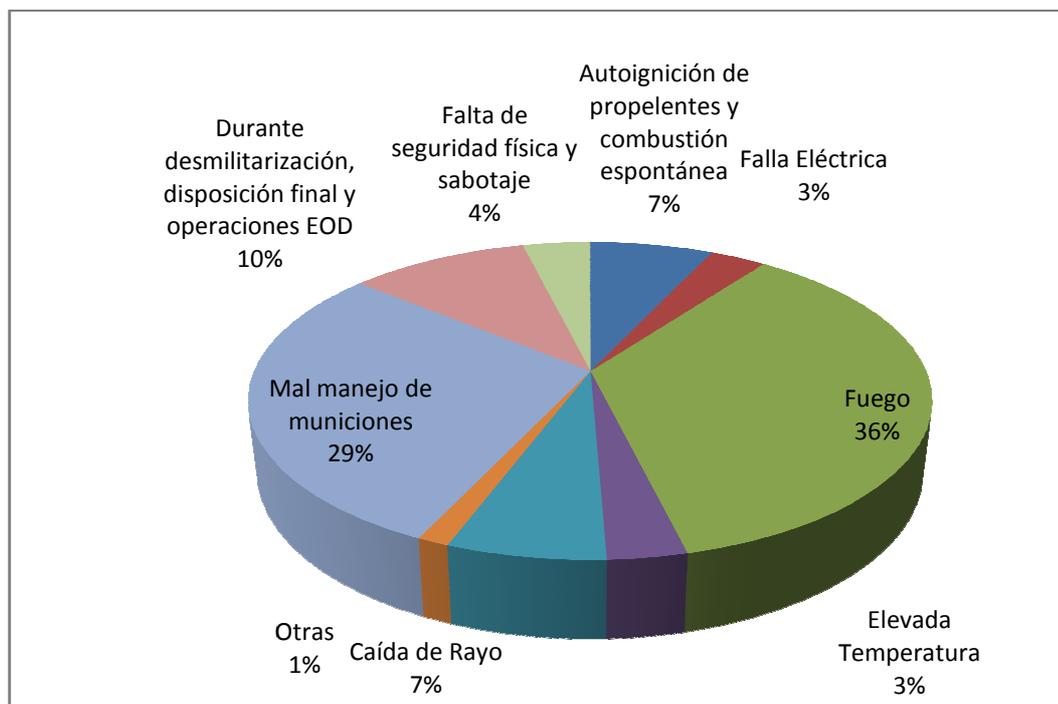
Fuente: Proyecto “Protección y Seguridad de la Población Civil en el Almacenamiento y Manejo de Municiones y Explosivos de FF.AA.”

Elaborado por: CAPT. Miguel Araque.

<sup>7</sup> Msc. Oscar Paredes, Nota de Aula de Gerencia de Riesgos de la Maestría en Gerencia de Seguridad y Riesgos

Conociendo el número total de eventos reportados de explosiones accidentales en el mundo (consecuencia inherente más crítica) y las causas “conocidas” de cada uno de ellos, se puede inferir que dichas causas conocidas se constituyen las amenazas y el porcentaje de cada una de ellas representa la probabilidad de ocurrencia; de esta forma se identifican los riesgos que podrían afectar las actividades de gestión de municiones.

Figura 7. Porcentaje de cada una de las causas conocidas de los eventos de explosiones accidentales suscitadas en el Mundo.



Fuente: Unidad Ejecutora del Proyecto.

Elaborado por: CAPT. Miguel Araque.

Una vez identificados los riesgos, se procede a determinar la consecuencia más crítica y los impactos que producen, así:

Tabla 4. Análisis de los riesgos identificados.

| Riesgos  | Probabilidad de Ocurrencia | Consecuencia Inherente más crítica | Impactos  |
|--|----------------------------|------------------------------------|---|
| Fuego / incendio                                       | 36%                        | Explosión accidental               | Pérdidas humanas, daños materiales, contaminación ambiental, pérdida de prestigio de las FF.AA. |
| Mal manejo de municiones                               | 29%                        |                                    |   |
| Desmilitarización y disposición final de municiones.   | 10%                        |                                    |   |
| Caída de rayo  | 7%                         |                                    |   |
| Auto- ignición de componentes y combustión espontánea. | 7%                         |                                    |   |
| Falta de seguridad física y sabotaje                   | 4%                         |                                    |   |
| Falla eléctrica  | 3%                         |                                    |   |
| Elevada temperatura                                    | 3%                         |                                    |   |

Fuente: Unidad Ejecutora del Proyecto.

Elaborado por: CAPT. Miguel Araque.

### 2.3.6. Evaluación de riesgos

Se realizará la evaluación de los riesgos enunciados en base a tres métodos cuantitativos: el método Mosler para los riesgos antisociales, el método Fine para la prevención de accidentes y método Gretener para el riesgo de incendios (especialmente del derivado de un incendio forestal).

Para las evaluaciones correspondientes serán considerados los casos más críticos:

#### 2.3.6.1. Método Mosler

Método Mosler aplicado a la falta de seguridad física y sabotaje.-

Tabla 5. Valoración de los criterios del Método Mosler.

| <b>Criterio de Función (F)</b>     |   |   |
|------------------------------------|---|---|
| Muy gravemente                     | 5 | Se refiere a las consecuencias negativas para las FF.AA. en el normal desenvolvimiento de las actividades operativas, logísticas y administrativas  |
| Gravemente                         | 4 |   |
| Medianamente                       | 3 |   |
| Levemente                          | 2 |   |
| Muy levemente                      | 1 |   |
| <b>Criterio de Sustitución (S)</b> |   |   |
| Muy difícilmente                   | 5 | Está referido a las dificultades para sustituir a las personas civiles y militares, a las instalaciones civiles y militares; y a los equipos militares.   |
| Difícilmente                       | 4 |   |
| Sin mucha dificultad               | 3 |   |
| Fácilmente                         | 2 |   |
| Muy fácilmente                     | 1 |   |
| <b>Criterio de Profundidad (P)</b> |   |   |
| Muy graves                         | 5 | Se refiere a la perturbación o efectos negativos en la imagen del gobierno (P <sub>1</sub> ), en la reputación y confianza ciudadana en las Fuerzas Armadas (P <sub>2</sub> ); y en su imagen frente al personal militar (P <sub>3</sub> ). |
| Graves                             | 4 |   |
| limitados                          | 3 |   |
| Leves                              | 2 |   |
| Muy leves                          | 1 |   |
| <b>Criterio de Extensión (E)</b>   |   |   |
| Internacional                      | 5 | Está referido al alcance que los daños o pérdidas puedan causar a: personal civil y militar, instalaciones civiles y militares; y equipos militares.  |
| Nacional                           | 4 |   |
| Regional                           | 3 |   |
| Local                              | 2 |   |
| Individual                         | 1 |   |
| <b>Criterio de Agresión (A)</b>    |   |   |
| Muy Elevada                        | 5 | Está referido a la probabilidad que el riesgo se presente.  |
| Elevada                            | 4 |   |
| Normal                             | 3 |   |
| Reducida                           | 2 |   |
| Muy Reducida                       | 1 |   |

| <b>Criterio de Vulnerabilidad (V)</b> |   |   |
|---------------------------------------|---|---|
| Muy Elevada                           | 5 | Está referido a la probabilidad de que realmente se produzcan daños por: la ubicación de los polvorines con respecto a la población civil, las medidas de seguridad y la condición de las municiones. |
| Elevada                               | 4 |   |
| Normal                                | 3 |   |
| Reducida                              | 2 |   |
| Muy Reducida                          | 1 |   |

Fuente: Nota de Aula del Módulo Gerencia de Riesgos de la Maestría en Gerencia en Seguridad y Riesgos; Proyecto “Protección y Seguridad de la Población Civil en el Almacenamiento y Manejo de Municiones y Explosivos de FF.AA.”

Elaborado por: CAPT. Miguel Araque

Tabla 6. Clasificación del riesgo por escala.

| <b>Valor entre</b> | <b>Clase de riesgo</b> |
|--------------------|------------------------|
| 2 y 250            | Muy reducido           |
| 251 y 500          | Reducido               |
| 501 y 750          | Normal                 |
| 751 y 1000         | Elevado                |
| 1001 y 1250        | Muy elevado            |

Fuente: Nota de Aula del Módulo Gerencia de Riesgos de la Maestría en Gerencia en Seguridad y Riesgos

Tabla 7. Cálculo y cuantificación de los riesgos antisociales.

| <b>Escenario</b>                     | <b>Almacenamiento de Municiones en el Destacamento Santa Bárbara, Cantón Catamayo, Provincia de Loja</b> |          |                      |                      |                      |          |          |          |          |           |                     |
|--------------------------------------|--|----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|---------------------|
|                                      | <b>F</b>   | <b>S</b> | <b>P<sub>1</sub></b> | <b>P<sub>2</sub></b> | <b>P<sub>3</sub></b> | <b>P</b> | <b>E</b> | <b>A</b> | <b>V</b> | <b>CR</b> | <b>CLASE RIESGO</b> |
| Falta de seguridad física y sabotaje | 5  | 5        | 5                    | 5                    | 5                    | 5        | 3        | 3        | 5        | 600       | <i>Normal</i>       |

*Forma de Cálculo:*

$$\text{Profundidad (P)} = (P_1 + P_2 + P_3) / 3$$

$$\text{Importancia del suceso (I)} = F * S$$

$$\text{Daños ocasionados (D)} = P * E$$

$$\text{Carácter del Riesgo (C)} = \text{Importancia del suceso (I)} + \text{Daños ocasionados (D)}$$

$$\text{Probabilidad (Pb)} = A * V$$

$$\text{Cuantificación del Riesgo (CR)} = \text{Carácter del riesgo (C)} * \text{Probabilidad (Pb)}$$

Fuente: Nota de Aula del Módulo Gerencia de Riesgos de la Maestría en Gerencia en Seguridad y Riesgos.

Elaborado por: CAPT. Miguel Araque.

### 2.3.6.2. Método Fine

Método Fine aplicado al mal manejo de municiones.-

Tabla 8. Valoración de los criterios del Método Fine

| Probabilidad                             | (P) | Exposición al Riesgo                       | (E) | Consecuencias Posibles  | (C) |
|--|-----|--|-----|---|-----|
| Sucede frecuentemente                    | 10  | Ocorre continuamente o muchas veces al día | 10  | Catástrofe: múltiples muertes y daños superiores a 500,000 dólares. | 100 |
| Muy posible, sucede con cierta facilidad | 6   | Frecuentemente o una vez al día            | 6   | Desastre: varias muertes o daños superiores a 200,000 dólares       | 40  |
| Poco usual pero posible (ha ocurrido)    | 3   | Ocasionalmente o una vez a la semana       | 3   | Muy serias: una muerte o daños superiores a 50,000 dólares.         | 15  |

|   |     |                             |     |   |   |
|---|-----|-----------------------------|-----|---|---|
| Muy poco usual (ocurrió en alguna parte)                | 1   | Poco usual (una vez al mes) | 2   | Serias: incapacidad permanente de personas o daños superiores a 5,000 dólares.    | 7 |
| Imaginable pero muy poco posible (no ha ocurrido aún)   | 0.5 | Rara (pocas veces al año)   | 1   | Importantes: Incapacidad temporal de personas o daños superiores a 1,500 dólares. | 3 |
| Prácticamente imposible (una probabilidad en un millón) | 0.2 | Muy rara (una vez al año)   | 0.5 | Notable: lesiones menores o daños superiores a 500 dólares.                       | 1 |
| Virtualmente imposible                                  | 0.1 | Ninguna exposición          | 0   | Irrelevante   | 0 |

Fuente: Nota de Aula del Módulo Seguridad e Higiene del Trabajo de la Maestría en Gerencia en Seguridad y Riesgos

Tabla 9. Interpretación de la magnitud del riesgo.

| Magnitud del Riesgo | Clasificación del Riesgo                                       |
|---------------------|--|
| GP < 20             | Riesgo Aceptable en el momento actual                          |
| 20 < GP < 70        | Riesgo Posible que debe ser eliminado sin demora               |
| 70 < GP < 200       | Riesgo Sustancial que requiere una actuación urgente.          |
| GP > 200            | Riesgo Alto que requiere una corrección inmediata.             |
| GP > 400            | Riesgo Muy Alto que debe modificar la operación o el proyecto. |

Fuente: Nota de Aula del Módulo Seguridad e Higiene del Trabajo de la Maestría en Gerencia en Seguridad y Riesgos.

Tabla 10. Cuantificación del riesgo por Mal Manejo de Municiones.

| Clase de Riesgo  | Peligro Identificado | Probabilidad (P) | Exposición al Riesgo (E) | Consecuencias Posibles (C) | Grado de Peligro (GP) | Interpretación del Riesgo |
|--|----------------------|------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Físico   | Explosión accidental | 1                | 6                        | 40                         | 240                   | Alto                      |
| <p><i>Forma de Cálculo:</i><br/> <math>GP = P * E * C</math></p> |                      |                  |                          |                            |                       |                           |

*Fuente: Nota de Aula del Módulo Gerencia de Riesgos de la Maestría en Gerencia en Seguridad y Riesgos.*

*Elaborado por: CAPT. Miguel Araque.*

Método Fine aplicado a la desmilitarización y disposición final de municiones.-

Tabla 11. Cuantificación del riesgo durante la Disposición Final de Municiones.

| Clase de Riesgo  | Peligro Identificado | Probabilidad (P) | Exposición al Riesgo (E) | Consecuencias Posibles (C) | Grado de Peligro (GP) | Interpretación del Riesgo |
|--|----------------------|------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Físico   | Explosión producida  | 1                | 3                        | 15                         | 45                    | Posible                   |
| <p><i>Forma de Cálculo:</i><br/> <math>GP = P * E * C</math></p> |                      |                  |                          |                            |                       |                           |

*Fuente: Nota de Aula del Módulo Gerencia de Riesgos de la Maestría en Gerencia en Seguridad y Riesgos.*

*Elaborado por: CAPT. Miguel Araque.*

### 2.3.6.3. Método Gretener

Método Gretener aplicado al riesgo de fuego o incendio.-

En este método se debe establecer la carga de fuego ponderada o  $Q_p$  en base a la siguiente expresión matemática:

$$Q_p = [P_i * H_i * C_i * R_a] / A \text{ (en Mcal/m}^2\text{)}$$

Donde:

$P_i$  = Peso en kilogramos de cada material combustible

$H_i$  = Poder calórico de cada materia en Mcal/kg

$C_i$  = Coeficiente adimensional de peligrosidad de cada material

$R_a$  = Coeficiente adimensional del riesgo de activación del material por la actividad que se realiza.

$A$  = Área de la instalación

El caso que se analizará es el de un incendio forestal cuyas llamas alcanzan uno de los polvorines del Destacamento El Corazón ubicado en el Cantón Mejía, Provincia de Pichincha. Estos polvorines están rodeados de árboles de eucalipto, matorrales bajos y hierba; los mismos que podrían encenderse por acción de un rayo o excesiva radiación solar sobre hojas secas. Por convección podría transferirse el calor hacia el interior de uno de los polvorines encendiendo los palets de madera o las cajas en cuyo interior se encuentran las municiones, las cuales de acuerdo a su peligrosidad podrían causar una detonación.

Con esta información se puede inferir para obtener los siguientes datos:

$P_i$  = 2,250 kg de madera = 80 palets de 25 kg cada uno + 250 Kg de cajas de madera

$H_i$  = 4.578 Mcal/Kg (por tratarse de madera de pino)

$C_i$  = 1.0 (por ser un sólido con punto de inflamación > 200°C)

$R_a$  = 1.0 (por ser almacenamiento la actividad)

$A$  = 8m \* 30 m = 240 m<sup>2</sup> (área de uno de los polvorines)

$$Q_p = [2,250 \text{ kg} * 4.578 \text{ Mcal/kg} * 1.0 * 1.0] / 240 \text{ m}^2 = 42.92 \text{ Mcal/m}^2$$

Lo que significa un nivel de riesgo bajo, con un grado de riesgo 1, conforme a la información de la tabla 12.

Tabla 12. Nivel de Riesgo Intrínseco del Método Gretener

| Nivel de Riesgo | Grado de Riesgo | Carga de Fuego<br>Qp (Mcal/m <sup>2</sup> ) |
|-----------------|-----------------|---|
| Bajo            | 1               | Qp < 100                                    |
|                 | 2               | 100 < Qp < 200                              |
| Medio           | 3               | 200 < Qp < 300                              |
|                 | 4               | 300 < Qp < 400                              |
|                 | 5               | 400 < Qp < 800                              |
| Alto            | 6               | 800 < Qp < 1,600                            |
|                 | 7               | 1,600 < Qp < 3,200                          |
|                 | 8               | Qp > 3,200                                  |

Fuente: Nota de Aula del Módulo Seguridad e Higiene del Trabajo de la Maestría en Gerencia en Seguridad y Riesgos.

### 2.3.7. Otras deficiencias en la Gestión de Municiones

- 1) A excepción de los polvorines de la Base Naval de Jaramijó en donde se almacenan misiles de largo alcance, la instalación en la Base Aérea de Taura donde son almacenados misiles aéreos y las bodegas de la Fuerza Terrestre en Cumbe donde son almacenados cohetes de artillería de campo, los cuales cuentan con sistemas de acondicionamiento de aire; todos los demás polvorines y bodegas de municiones y explosivos de las unidades de las Fuerzas Armadas no fueron concebidas y/o equipadas para contrarrestar los efectos de la temperatura y humedad ambientales, por lo que se produce una aceleración en el proceso de degradación de los componentes de los

explosivos y municiones almacenadas, disminuyendo su vida útil. Tampoco se dispone de un sistema de vigilancia y control que permita registrar los datos de las condiciones ambientales de almacenamiento de la munición, por lo que no pueden evaluarse dichas condiciones, para tomar correctivos que permitan optimizar el tiempo de vida de las municiones.

- 2) Las municiones no reciben el correspondiente mantenimiento o lo reciben en forma deficiente, debido a las siguientes razones:
  - No se sigue un procedimiento técnico;
  - No están correctamente definidos los planes de mantenimiento;
  - No se dispone del personal técnico capacitado;
  - La munición es de varios orígenes y en muchos casos el tipo de munición esta fuera de uso o de fabricación, lo que complica técnicamente su reparación;
  - No se dispone de instalaciones y equipamiento adecuados acorde a las exigencias del mantenimiento de todos los tipos de munición existente.
- 3) Mala distribución de la munición para el consumo, sin que se considere su fecha de fabricación y tiempo de vida útil.
- 4) Deficiencia en la planificación de la adquisición de las municiones de las 3 Fuerzas.
- 5) Las Fuerzas Armadas no disponen de una base de datos completa, actualizada y centralizada que permita conocer la situación de las municiones existentes, de tal forma de optimizar su empleo y tomar decisiones en función de su condición y estado de riesgo. Este déficit provoca la acumulación excesiva de municiones obsoletas o que exceden las necesidades, consecuentemente se incrementa el riesgo de explosión accidental y de perdidas por robo. Esta falta de información, crea una visión errónea de la situación del arsenal nacional, generando un ambiente susceptible, que da lugar a pérdidas y sustracciones por falta de un control eficiente.

- 6) Nunca antes se ha realizado la evaluación de impacto ambiental para la gestión de municiones, por tal razón no se cuenta con un plan de mitigación ambiental. Las instalaciones donde se almacenan actualmente las municiones, carecen de espacios destinados al tratamiento de los residuos producto del manejo de las mismas.
- 7) Finalmente, se genera un elevado riesgo de afectación debido al municionamiento de las unidades navales en el Terminal Portuario de Manta, por cuanto las municiones deben ser transportadas por la ciudad previa a su llegada al sitio de embarque.

#### **2.4. Estado del Arte de la Gestión de Municiones**

Las unidades de las Fuerzas Armadas como parte de sus labores profesionales realizan diariamente el almacenamiento, transporte, manejo, empleo y destrucción de municiones y explosivos, sin embargo, en la actualidad no cuentan con la infraestructura y logística específicas y requeridas para efectuar las mencionadas actividades; por lo tanto, no existe la capacidad de garantizar la seguridad del personal militar y civil que labora en las unidades militares, tampoco la protección de los pobladores civiles que viven en sus inmediaciones, frente a los efectos de una posible explosión accidental de municiones la cual pudiera suscitarse en dichos sitios.

Bajo ese entorno, las Fuerzas Armadas Ecuatorianas disponen de 146 polvorines distribuidos en 51 sitios a lo largo y ancho del país, de aquellos más del 95% están ubicados cerca de las zonas pobladas, constituyéndose cada uno de ellos en potencial amenaza para la población civil y sus bienes, los bienes del Estado y el medio ambiente.

Por lo expuesto, el problema central radica principalmente en el almacenamiento anti-técnico de municiones y explosivos que realizan las unidades de las tres ramas de las Fuerzas Armadas en edificaciones

construidas sin criterios de seguridad y/o implantados en sitios adyacentes, cercanos o incluso dentro de ciudades y áreas pobladas.

Para dar solución a este problema, el cual se ha exteriorizado en varios países alrededor del mundo y que en nuestro país se evidenció con las explosiones accidentales sucedidas en La Balbina, Riobamba y Guayaquil, el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas en el mes de Septiembre de 2003 presentó al Congreso Nacional el Proyecto “Depósitos de Material Bélico de FF.AA.” por un valor de 122 millones de dólares, en el cual se recopilaban las necesidades individuales de cada Fuerza para el almacenamiento de sus municiones, sin embargo, no fue priorizado por lo disímil de los requerimientos presentados.

El 29 de marzo de 2005 nuevamente es presentado el Proyecto “Depósitos de Material Bélico de FF.AA.”, por un monto de 81 millones de dólares, luego de un trabajo de reformulación, en el cual se alinearon y estandarizaron los requerimientos de cada Fuerza, especialmente al considerar un polvorín tipo para el almacenamiento de municiones.

En el 2006, fue formulado el Proyecto “Protección y Seguridad de la Población Civil en el Almacenamiento y Manejo de Municiones y Explosivos de FF.AA.” con profundas modificaciones al proyecto antecesor, entre las cuales se destaca la reorientación social de su objetivo general, siendo este: “Implementar un sistema efectivo de protección a la población civil, militar y sus bienes para minimizar el riesgo de afectación en caso de explosiones accidentales, mediante la infraestructura y el equipamiento técnico que permitan el almacenamiento y manejo seguro de municiones y explosivos de las unidades de las Fuerzas Armadas”.

Este proyecto fue aprobado y priorizado por la SENPLADES por un monto total de 77'966,854.77 dólares; por lo que el 11 de agosto de 2008 el Ministerio de Defensa Nacional comunicó al Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas la

asignación de 19'106,919.93 dólares correspondientes a los recursos del primer año de su ejecución.

En junio de 2010 el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas presentó a la SENPLADES la actualización del Proyecto “Protección y Seguridad de la Población Civil en el Almacenamiento y Manejo de Municiones y Explosivos de FF.AA.”. En la cual en el análisis de la oferta y demanda, establece la demanda insatisfecha actual expresada en la cantidad de población por cada cantón que podría sufrir algún grado de afectación en caso de que se suscite una nueva explosión accidental de municiones almacenadas, de dicho análisis fueron presentados los siguientes datos (en cantidad de habitantes): 105,741 en Cuenca; 15,472 en Riobamba; 28,157 en Machala; 353,519 en Guayaquil; 3,429 en Naranjal; 4,399 en Catamayo; 19,083 en Portoviejo; 18,189 en Manta; 874 en Gualaquiza; 3,862 en Orellana; 3,996 en Mejía y 10,492 en Salinas. Según el estudio El total de la población a nivel nacional que estaría en condición de riesgo es de 567,213 habitantes.<sup>8</sup>

De acuerdo al análisis efectuado, el proyecto considera una ejecución ordenada y sistemática con la finalidad de eliminar progresivamente el riesgo de afectación a la población civil y a las instalaciones sensibles, por lo tanto, se priorizó la construcción de los Depósitos Conjuntos de Municiones “Jaramijó” y “El Corazón”, ya que la reubicación de las municiones al primero permitirá proteger a 390,791 habitantes de los cantones Guayaquil, Manta y Portoviejo; mientras que la reubicación de las municiones al segundo permitirá evitar un posible daño a la línea del sistema nacional interconectado, lo que causaría una enorme pérdida económica para el país y adicionalmente proteger a 3,996 habitantes del cantón Mejía.

Es así que como parte de la ejecución del proyecto, en noviembre de 2010 se concluyó la construcción de las obras planificadas en la Primera Etapa de los Depósitos Conjuntos de Municiones “El Corazón” y “Jaramijó” que comprende

---

<sup>8</sup> Datos actualizados a junio de 2010.

la infraestructura y las instalaciones tanto del área de almacenamiento de municiones como del área de disposición final, de acuerdo al siguiente detalle: en el Depósito Conjunto de Municiones “El Corazón” se construyeron 10 instalaciones de almacenamiento de municiones (polvorines), la infraestructura vial, eléctrica y alcantarillado pluvial del área de almacenamiento, además el sitio protegido para la destrucción de municiones caducadas; mientras que en el Depósito Conjunto de Municiones “Jaramijó” se construyeron 21 instalaciones para el almacenamiento de municiones (polvorines), la infraestructura vial, eléctrica, electrónica y alcantarillado pluvial, además el sitio protegido para la destrucción de municiones caducadas y el edificio administrativo.

Figura 8. Alineación de polvorines del Depósito Conjunto de Municiones “Jaramijó”.



Fuente: Unidad Ejecutora del Proyecto.

Actualmente, se encuentra culminada la construcción de la Segunda Etapa del Depósito Conjunto de Municiones “Jaramijó” cuyas obras son: la infraestructura urbanística, eléctrica y sanitaria del área administrativa, un hangar para

motobomba contraincendios y dos hangares para montacargas, además el asfaltado y cunetas de la vía al sitio de destrucción de municiones; así mismo la Segunda Etapa del Depósito Conjunto de Municiones “El Corazón” cuyas obras son: la infraestructura urbanística, eléctrica y sanitaria del área administrativa, doble cerramiento perimetral, el edificio administrativo, un hangar para motobomba contraincendios y dos hangares para montacargas. Adicionalmente, se están ejecutando obras de infraestructura de seguridad electrónica y comunicaciones para ambos Depósitos.

Hasta julio de 2011 se había adquirido el siguiente equipamiento para el manejo, transporte y almacenamiento seguro de municiones: 3 camionetas doble cabina 4x4 para labores administrativas, 2 vehículos 4x4 para la protección de convoyes de municiones, 2 cuadrones para la seguridad física del área de almacenamiento, 10 montacargas con especificación “Electrical Enclosed”, pallets y cajas de madera para el embalaje de municiones, equipos informáticos para el inventario de municiones, prendas de protección personal y de contraincendios, extintores de incendios de PQS y CO2.

En marzo de 2010 por requerimiento del Ministerio de Transportes y Obras Públicas con la finalidad de concluir las obras del nuevo Aeropuerto Internacional de Latacunga y de cumplir las normativa aeronáutica internacional, se realizó la reubicación definitiva de las municiones que se encontraban almacenadas en polvorines de la Base Aérea Cotopaxi ubicada en la ciudad de Latacunga, hacia 6 de los nuevos polvorines del Depósito Conjunto de Municiones “El Corazón”. Esta reubicación se constituyó como el primer transporte de municiones de las Fuerzas Armadas a gran escala y principalmente permitió eliminar el riesgo de afectación por explosión de las municiones allí almacenadas, protegiendo a 23.668 habitantes del cantón.

Figura 9. Procedimiento de descarga de contenedores con misiles aire-aire en el Depósito Conjunto de Municiones “El Corazón” (fotografía tomada el 05 de mayo de 2010).



Fuente: Unidad Ejecutora del Proyecto.

Desde el 16 de agosto hasta el 22 de octubre de 2010, bajo la planificación y coordinación del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, se llevó a efecto la destrucción de 509 toneladas de municiones y explosivos en condición de caducadas y obsoletas pertenecientes a las Fuerzas Terrestre, Naval y Aérea. Esta destrucción, la mayor acontecida en el Ecuador, fue ejecutada por un equipo conformado por oficiales y tropa especializados en el tema; contó con el apoyo logístico y el asesoramiento técnico de la Oficina de Eliminación y Reducción de Armas (*Office of Weapons Removal and Abatement*) del Departamento de Estado de los Estados Unidos de América.

Durante los meses de septiembre y octubre de 2011, se realizaron operaciones de transporte de gran escala para reubicar las municiones de las unidades militares de las 3 Fuerzas hacia los nuevos polvorines del Depósito Conjunto de Municiones “Jaramijó”; lo que ha permitido eliminar el riesgo de afectación por explosión de las municiones almacenadas en los cantones de Guayaquil y

Manta, adicionalmente con la particularidad que se contrató una póliza de seguros por responsabilidad civil de daños a terceros en caso que se suceda una explosión accidental que afecte a la población y sus bienes.

Figura 10. Arribo y desembarque de municiones para su almacenamiento en un polvorín del Depósito Conjunto de Municiones “Jaramijó” (fotografía tomada el 26 de septiembre de 2011).



Fuente: Unidad Ejecutora del Proyecto.

## 2.5. Tendencias Actuales en la Gestión de Municiones

### 2.5.1. Centro de Municiones para la Defensa (*Defense Ammunition Center - DAC*)

Está ubicado en la Planta de Municiones del Ejército en McAlester, estado de Oklahoma, Estados Unidos de Norteamérica, teniendo como misión ser el centro de apoyo logístico de municiones en las áreas de entrenamiento, seguridad de explosivos, ingeniería orientada para actividades logísticas, soluciones de desmilitarización, administración técnica e inspecciones operacionales; a través de una mano de obra calificada, experta y

experimentada en apoyo a los combatientes de las Fuerzas Armadas Estadounidenses.

Su meta es promover y garantizar operaciones que involucran municiones y explosivos en forma segura y eficiente desde el momento en que las municiones y explosivos entran en inventario de los arsenales o su manufactura hasta su empleo en entrenamiento, tiempo de guerra o desmilitarización. El Centro cuenta con la certificación ISO 9001:2000 desde el 2002. Además, tiene como clientes al Departamento de Defensa, Departamento del Ejército, Comando Conjunto de Municiones (Joint Munitions Command), Guardia Costera, Armada, Infantería de Marina, Fuerza Aérea, Fuerzas Armadas extranjeras, industrias privadas y agencias federales.

Las principales actividades que desarrolla en procura de alcanzar la meta propuesta son: entrenamiento, seguridad en el manejo de explosivos, desmilitarización, tecnologías de ingeniería orientada para actividades logísticas, administración de programas de carreras afines a la gestión de municiones y asistencia técnica.

El Centro de Municiones para la Defensa provee apoyo logístico a las tropas en campaña a través de las siguientes organizaciones integradas:

- 1) Directorado de Entrenamiento.- Proporciona entrenamiento y conocimientos relacionados con municiones para el personal militar y civil perteneciente a los organismos y agencias del Departamento de Defensa. Ofrece una variedad de entrenamiento a través de equipos móviles, cursos en modalidad a distancia (en línea) y presencial.

En las instalaciones de enseñanza (School House) del Centro se dictan entre otros los siguientes cursos:

- Seguridad de explosivos del Ejército Estadounidense de acuerdo a la relación Cantidad – Distancia (Ammo-82 US Army Explosives Safety Quantity Distance)

- Sistema de ubicación segura para explosivos (Ammo-103 Explosives Safety safe Siting System & Asset)
  - Desmilitarización de municiones (Ammo-04 Ammunition Demilitarization))
  - Almacenamiento de municiones (Ammo-12 Ammunition Storage)
  - Vigilancia de municiones (Ammo-14 Ammunition Surveillance)
  - Consideraciones ambientales para el personal de munición (Ammo-31 Environmental Considerations for Ammunition Personnel)
  - Seguridad de explosivos y gestión de riesgos ambientales (Ammo-36 Explosives Safety and Enviromental Risk Management)
  - Transporte técnico de materiales peligrosos (Ammo-62 Technical Transportation of Hazardous Materials)
- 2) Directorado de Tecnología.- Desarrolla soluciones de desmilitarización seguras, eficientes, económicas y ambientalmente aceptables. Es la responsable de mantener actualizada la base de datos “MIDAS” que tiene inventariada toda la munición de los EE.UU., así como de la OTAN, la cual se emplea para proporcionar datos técnicos requeridos en las operaciones de desmilitarización.
- 3) Directorado de Operaciones.- Cuya misión es realizar inspecciones de las municiones almacenadas en las bases de los EE.UU. alrededor del mundo. Administra dos programas de carrera profesional con especialización en municiones:
- Especialista en el Aseguramiento de la Calidad en la Vigilancia de las Municiones (CP-20 Quality Assurance Specialist Ammunition Surveillance – QASAS). De dos años de duración: 1 año en el aula de clases y 1 año en trabajo de campo. Actualmente este programa de carrera tiene 22 estudiantes extranjeros.
  - Gerencia de Municiones (CP-33 Ammunition Manager program)

Adicionalmente se encarga de elaborar y/o actualizar publicaciones relacionadas con la logística de municiones, entre la cual se destaca el libro

amarillo (Yellow Book – Hazard Clasification of United States Military Explosives and Munitions)

- 4) Directorado de Ingeniería.- Su misión es proveer asistencia de ingeniería al Departamento de Defensa para operaciones de municiones a gran escala y menor escala. El directorado provee apoyo de ingeniería en las áreas de recepción, almacenamiento, transporte, mantenimiento, vigilancia, desmilitarización y modernización de municiones. En tal virtud, está en condiciones de:
- Diseñar métodos y procedimientos para el manejo, inutilización, almacenamiento, transporte seguro de municiones.
  - Diseñar y desarrollar equipos para la gestión de municiones durante todo su ciclo de vida útil.
  - Conducir pruebas para mejorar los estándares, métodos y procedimientos seguros para el movimiento de las municiones.
  - Realizar pruebas de empaquetado y elaborar dibujos técnicos.
- 5) Centro Técnico del Ejército de los EE.UU. para la Seguridad de Explosivos.- Su misión es preservar y mejorar las capacidades de combate proporcionando un ambiente seguro y saludable para los soldados, civiles, familias y contratistas, a través de la ejecución y administración de programas de seguridad de explosivos.

Este centro está en capacidad de:

- Realizar la asistencia en seguridad de explosivos en el Teatro de Operaciones mediante equipos móviles.
- Efectuar la ubicación y planificación técnica de los sitios destinados para el almacenamiento y manejo seguro de explosivos.
- Asignar una clasificación por la peligrosidad a a las municiones y explosivos de fabricación nueva.
- Apoyar o efectuar la investigación de accidentes que involucren municiones y explosivos.
- Efectuar la evaluación de riesgos en el manejo de explosivos.

## **CAPÍTULO III**

### **PLANEACIÓN DE LARGO PLAZO PARA LA GESTIÓN SEGURA DE MUNICIONES**

#### **3.1. Procesos de la Gestión de Municiones**

Para que la gestión de municiones en las Fuerzas Armadas Ecuatorianas se realice en forma técnica, sistemática y planificada, debe contar con procesos, subprocesos y actividades. Al igual que en otros sistemas, los procesos agregadores de valor son los más importantes dentro de la gestión de municiones, ya que de ellos depende directamente el manejo de las municiones y explosivos, por tanto, cuando estos son cumplidos bajo estándares técnicos, se puede garantizar la seguridad.

A continuación se detallan, el proceso gobernante y los procesos agregadores de valor de la gestión de municiones, cada uno con sus respectivos subprocesos:

##### **3.1.1. *Proceso gobernante***

###### **3.1.1.1. Comando, dirección ejecutiva y planificación**

- 1) Emisión de directrices,
- 2) Planificación de actividades,
- 3) Supervisión y control permanentes,
- 4) Materialización de un canal de mando con la Dirección de Logística del Comando Conjunto de las FF.AA.,
- 5) Materialización de un canal técnico entre las unidades logísticas de las Fuerzas Armadas.

##### **3.1.2. Procesos agregadores de valor**

###### **3.1.2.1. Organización, inventario y control de las existencias**

- 1) Elaboración de planes de almacenamiento por polvorín,
- 2) Marcación de las municiones,
- 3) Contabilización y registro,
- 4) Inventario físico.

#### **3.1.2.2. Almacenamiento y manejo de municiones y explosivos**

- 1) Preparación del polvorín para el almacenamiento,
- 2) Recepción de las municiones,
- 3) Almacenamiento y organización física de la munición en los polvorines,
- 4) Entrega de la munición.

#### **3.1.2.3. Control de las condiciones de almacenamiento y vigilancia de las municiones**

- 1) Registro de condiciones de almacenamiento en cada uno de los polvorines,
- 2) Inspección visual de la munición,
- 3) Identificación de defectos y registro,
- 4) Desensamblaje de las municiones,
- 5) Análisis físico, químico y balístico de la munición,
- 6) Clasificación de las municiones por su condición,
- 7) Identificación y segregación de la munición que ha terminado su vida útil.

#### **3.1.2.4. Mantenimiento y recuperación de municiones**

- 1) Mantenimiento preventivo y proactivo de los componentes electrónicos y mecánicos de los misiles de largo alcance y aéreos.
- 2) Mantenimiento preventivo y proactivo de los componentes electrónicos y mecánicos de los torpedos.
- 3) Mantenimiento preventivo de la munición mayor y menor

#### **3.1.2.5. Transporte de municiones**

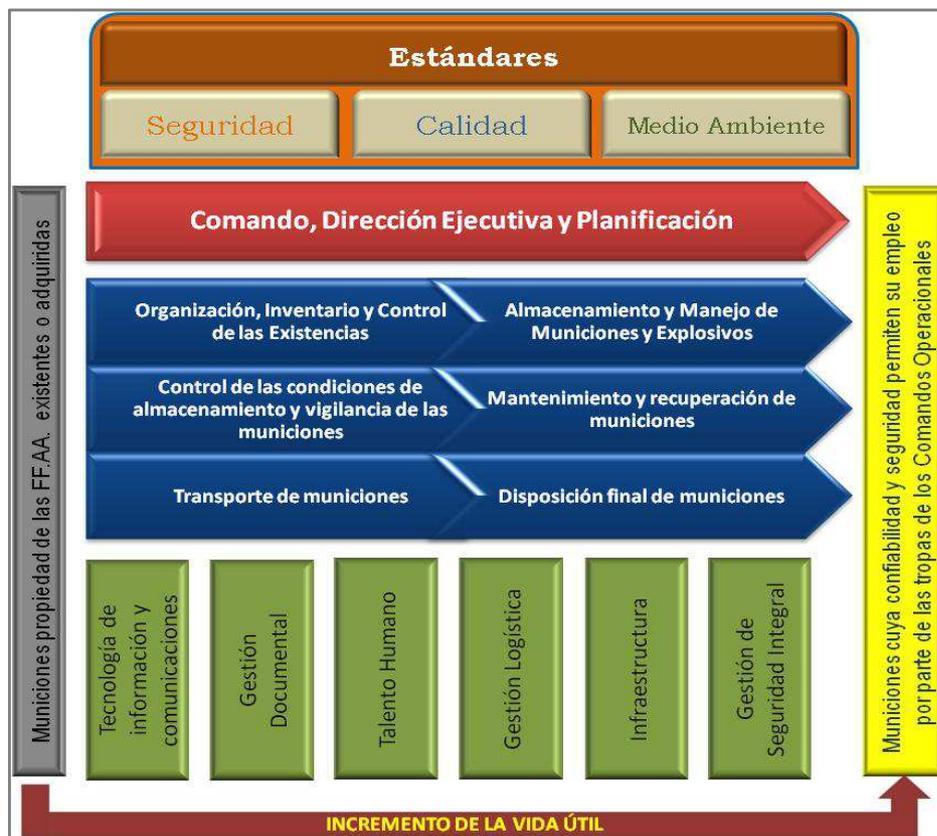
- 1) Embalaje de municiones
- 2) Aseguramiento de la carga

- 3) Inspección del vehículo y carga
- 4) Transporte

### 3.1.2.6. Disposición final de municiones

- 1) Selección del método más óptimo de disposición final
- 2) Separación manual de componentes (para determinado tipo de municiones)
- 3) Detonación a cielo abierto
- 4) Incineración a cielo abierto
- 5) Recuperación de TNT
- 6) Remediación ambiental

Figura 11. Mapa de procesos del Sistema de Gestión Integral de Municiones de Fuerzas Armadas.



Fuente: TNNV. Oscar Barrionuevo, Unidad Ejecutora del Proyecto

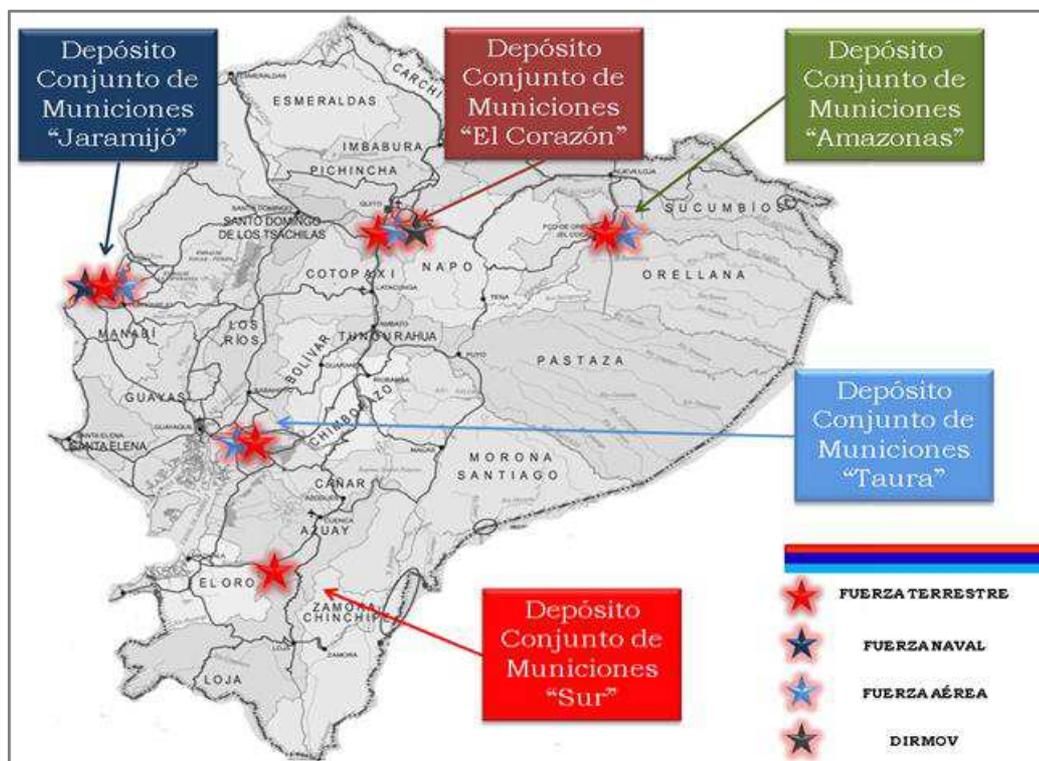
Elaborado por: CAPT. Miguel Araque.

### 3.2. Iniciativas propuestas para la Gestión Segura de Municiones en las Fuerzas Armadas del Ecuador

#### 3.2.1. Proyecto “Protección y Seguridad de la Población Civil en el Almacenamiento y Manejo de Municiones y Explosivos de Fuerzas Armadas”

La actualización del proyecto del año 2010 redujo de 15 a 5 sitios la ubicación de los nuevos “Depósitos Conjuntos de Municiones”, considerando los más recientes requerimientos operativos y logísticos de las 3 Fuerzas y reforzando el criterio de seguridad a la población civil; permitiendo además optimizar aún más los recursos económicos, materiales y sobre todo humanos para realizar una gestión conjunta y segura de las municiones a gran escala en todo el territorio nacional.

Figura 12. Ubicación planeada de los Depósitos Conjuntos de Municiones.



Fuente: Unidad Ejecutora del Proyecto.

La ubicación geográfica de los Depósitos Conjuntos de Municiones cercana a las principales vías, a los aeropuertos y a línea de ferrocarril será clave para realizar un transporte multimodal de las municiones, ya que desde cada uno se podrá privilegiar el uso de más de un medio de transporte, así:

Tabla 13. Transporte multimodal de municiones desde las Instalaciones de Gestión Conjunta de Municiones.

| Instalaciones de Gestión Conjunta de Municiones       | Medio de transporte  |   |  |   |
|---|--|---|--|---|
|   | Terrestre por carretera  | Terrestre por ferrocarril   | Aéreo  | Marítimo y fluvial  |
| Depósito Conjunto de Municiones “ <i>El Corazón</i> ” | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vía Quito – Ambato</li> <li>• Vía Quito – Santo Domingo</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quito – Riobamba</li> <li>• Quito – San Lorenzo</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aeropuerto de Quito</li> <li>• Aeropuerto de Latacunga</li> </ul> | -----   |
| Depósito Conjunto de Municiones “ <i>Jaramijó</i> ”   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vía Manta – Guayaquil</li> <li>• Vía Manta – Portoviejo</li> <li>• Vía Rocafuerte - Portoviejo</li> </ul> | -----   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aeropuerto de Manta</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puerto de Manta – Océano Pacífico</li> </ul> |
| Depósito Conjunto de Municiones “ <i>Sur</i> ”        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vía Cuenca - Pasaje</li> </ul>  | -----   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aeropuerto de Cuenca</li> </ul>                                   | -----   |
| Depósito Conjunto de Municiones “ <i>Taura</i> ”      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vía Taura - Guayaquil</li> </ul>  | -----   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Base Aérea de Taura</li> </ul>                                    | -----   |
| Depósito Conjunto de Municiones “ <i>Amazonas</i> ”   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vía Orellana – Quito</li> <li>• Vía Orellana - Loreto - Tena</li> </ul>                                   | -----   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aeropuerto de Pto. Fco. de Orellana</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Río Napo</li> </ul>                          |

Fuente: Unidad Ejecutora del Proyecto

Elaborado por: CAPT. Miguel Araque

Hay que considerar que para materializar el transporte de municiones por ferrocarril desde el Depósito Conjunto de Municiones “El Corazón” se deberá efectuar la construcción de una estación de transferencia (vehicular – férrea) y realizar la adquisición de uno o más auto-ferros adaptados para dicha función y bajo normas de seguridad.

Para alcanzar la operación de cada Depósito Conjunto de Municiones y dar solución integral al almacenamiento a gran escala de las municiones y explosivos de las unidades de la Fuerza Terrestre, Naval y Aérea; se requiere la ejecución ordenada y sistemática de cada uno los componentes u objetivos específicos planteados en el proyecto, los cuales son los siguientes:

- 1) Poseer los estudios y diseños del Puerto Militar y de los Depósitos Conjuntos de Municiones;
- 2) Construir obras de ingeniería destinadas al almacenamiento y manejo seguro de municiones y explosivos;
- 3) Adquirir el equipamiento para el manejo, transporte y almacenamiento seguro de las municiones;
- 4) Reubicar las municiones, operar los Depósitos Conjuntos de Municiones y administrar el proyecto.

Estos componentes son interdependientes, de tal forma que: con estudios se puede realizar la construcción de cada uno de los Depósitos, construidos los Depósitos se los puede equipar, y una vez que éstos han sido construcciones y equipados pueden entrar en operación para recibir las municiones que deben ser reubicadas desde las unidades militares, para que almacenadas allí no representen un peligro para la población.

Tabla 14. Áreas planificadas en cada Depósito Conjunto de Municiones.

| Depósito<br>Conjunto de<br>Municiones | Áreas          |                |                               |                      |
|---------------------------------------|----------------|----------------|-------------------------------|----------------------|
|                                       | Administrativa | Almacenamiento | Vigilancia y<br>Mantenimiento | Disposición<br>Final |
| “El Corazón”                          | X              | X              | X                             | X                    |
| “Jaramijó”                            | X              | X              | X                             | X                    |
| “Sur”                                 | X              | X              | X                             |                      |
| “Taura”                               | X              | X              | X                             |                      |
| “Amazonas”                            | X              | X              |                               |                      |

Fuente: Unidad Ejecutora del Proyecto.

Elaborado por: CAPT. Miguel Araque

Los objetivos específicos detallan en sus actividades la materialización de las instalaciones y los equipos necesarios para realizar otras tareas inherentes a la gestión de municiones como la inspección, vigilancia, mantenimiento y disposición final de municiones. Además, en el último componente incluso se considera como una actividad la contratación de una póliza de seguro por responsabilidad civil de daños a terceros durante el transporte de municiones y explosivos hacia cada uno de los Depósitos Conjuntos.

Las estrategias planteadas para alcanzar el objetivo del proyecto garantizando una gestión eficiente y segura de municiones son:

- 1) Disponer de la infraestructura, el equipamiento y el personal idóneo que permita la gestión conjunta de municiones en forma segura, eficiente y eficaz;
- 2) Disponer de un sistema que permita la administración de los Depósitos Conjuntos de Municiones de las Fuerzas Armadas bajo la norma ISO 9001 y OHSAS 18001;

- 3) Implementar un sistema de seguridad integral efectivo en todos los depósitos conjuntos de municiones (seguridad integral = seguridad física + seguridad y salud ocupacional);
- 4) Minimizar los impactos a la vida humana y al medio ambiente causados por una explosión accidental;
- 5) Difundir y capacitar sobre las normas y medidas de seguridad al 100% de personal que labora en los depósitos conjuntos de municiones.

### **3.2.2. Sistema de Gestión Integral de la Munición de Fuerzas Armadas (SIGEIM)**

La visión propuesta es: ser una organización referente a nivel regional en la gestión de municiones de las Fuerzas Armadas, utilizando las mejores prácticas para alcanzar calidad en la ejecución de los procesos, seguridad en las actividades de manejo de municiones y respeto al medio ambiente, a través del conocimiento y la tecnología.

La misión que cumpliría este sistema es: planificar una eficiente e integral gestión de las municiones y explosivos de las Fuerzas Armadas del Ecuador en forma permanente y técnica, desde su adquisición hasta su disposición final, mediante la coordinación, la estandarización, la supervisión, el control y la emisión las políticas para el efecto.

Los objetivos que plantea el SIGEIM son:

- 1) Garantizar la seguridad y confiabilidad de las municiones que emplean las Fuerzas Armadas, desde su adquisición.
- 2) Normar y tecnificar la manipulación, almacenamiento y transporte de las municiones de las Fuerzas Armadas.

- 3) Fortalecer las competencias profesionales del personal de las FF.AA. que efectúa actividades de gestión de municiones, a través de una capacitación continua y permanente, tanto en el interior como en el exterior del país.
- 4) Diseñar, implementar y mantener adecuadamente la infraestructura requerida para realizar el apoyo logístico de Abastecimientos Clase V (municiones, misiles, minas, explosivos) de las Fuerzas Armadas.
- 5) Desarrollar un sistema de seguridad integral, disminuyendo el riesgo de robos, sabotajes, atentados y accidentes que involucren las municiones de las Fuerzas Armadas, acorde con la situación actual y amenaza regional existente.
- 6) Modernizar y tecnificar un sistema conjunto de mantenimiento de las municiones de las Fuerzas Armadas.
- 7) Garantizar el cuidado del medio ambiente en todas las actividades de gestión de municiones.
- 8) Desarrollar capacidades técnicas para ejecutar la disposición final de las municiones, destrucción de municiones no detonadas y demás artificios explosivos.

Como parte de operativa de este sistema, cada Depósito Conjunto de Municiones deberá cumplir su misión, la cual es: gestionar las municiones y explosivos de las Fuerzas Armadas en forma técnica y eficiente en tiempos de paz, conflicto y guerra, a fin de proveer a las Fuerzas Operativas Terrestres, Navales y Aéreas de munición en cantidad, calidad, momento y lugar adecuados, de acuerdo a las exigencias de las operaciones militares. Y sus tareas son: transportar, manipular, almacenar, mantener, controlar y efectuar la disposición final de las municiones y explosivos.

## **CAPÍTULO IV**

### **ESTÁNDARES DE SEGURIDAD PARA EL DISEÑO Y EQUIPAMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE GESTIÓN DE MUNICIONES**

#### **4.1. Planeamiento de las instalaciones de Gestión de Municiones**

##### **4.1.1. Ubicación técnica de las instalaciones de Gestión de Municiones**

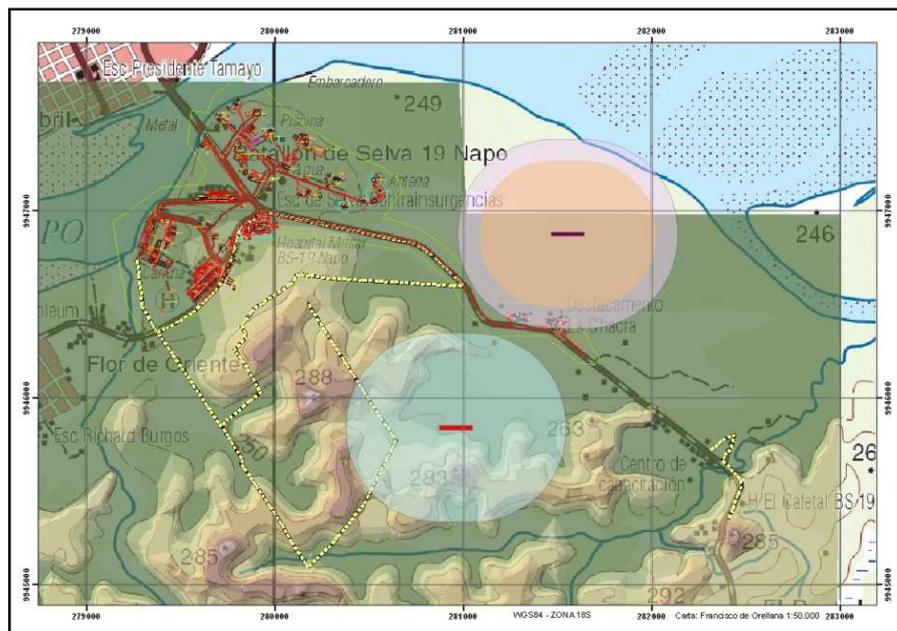
Para garantizar que los efectos de una explosión accidental producida en un Área de Almacenamiento de Municiones no causen daños a la población civil circundante y a las instalaciones militares cercanas, es imprescindible realizar la ubicación técnica de las instalaciones, por medio de un estudio multi-variable, el cual emplee como herramienta un sistema de información geográfica (SIG). Los nuevos Depósitos Conjuntos de Municiones de las Fuerzas Armadas han sido ubicados en el territorio nacional por medio de este estudio con la colaboración del Instituto Geográfico Militar (IGM).

Como parte del estudio, se realiza la selección de la mejor alternativa de ubicación considerando los siguientes parámetros (variables):

- 1) Linderos del terreno de la unidad militar, de acuerdo al levantamiento predial e informe de linderación correspondiente;
- 2) Localización de las áreas de protección ambiental, para no afectarlas;
- 3) Distancias de seguridad hacia:
  - Ciudades y poblaciones cercanas;
  - Edificios de la unidad militar;
  - Vías, carreteras, ríos navegables y líneas de ferrocarril;
  - Poliductos, oleoductos, acueductos y líneas de transmisión eléctrica (especialmente de alta tensión);

- 4) Análisis de las características topográficas y de relieve del área de terreno, considerando evitar sitios con pendientes muy inclinadas;
- 5) Separación adecuada hacia ríos de llanura, para evitar futuras inundaciones (en las regiones costa y amazónica);
- 6) Vías de acceso y posibilidad de transporte multimodal.

Figura 13. Alternativas de ubicación del Depósito Conjunto de Municiones “Amazonas”.



Fuente: IGM, Unidad Ejecutora del Proyecto.

Una vez que el sitio ha sido identificado mediante la ubicación efectuada, se verifica que el terreno escogido se encuentre en un área rural, a la fecha del estudio, conforme al ordenamiento territorial del respectivo cantón; con la finalidad de cumplir lo dispuesto en el artículo 24-A. [Producción y almacenamiento de armas] de la LEY REFORMATIVA A LA LEY DE

FABRICACION, IMPORTACION, EXPORTACION, COMERCIALIZACION Y TENENCIA DE ARMAS, MUNICIONES, EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS.

Finalmente, se realiza una inspección física en el sitio, de tal forma de comprobar en el terreno las características analizadas en la cartografía digital y en las fotografías aéreas.

#### **4.1.2. Capacidad de diseño de las instalaciones de Gestión de Municiones en peso neto de explosivos**

El punto de partida para realizar la ubicación técnica y el diseño de la implantación de las instalaciones de un nuevo depósito de municiones o de un nuevo polvorín en una unidad militar es determinar la cantidad máxima de explosivos y municiones que cada edificación almacenará o manejará en su interior. Esta cantidad máxima de municiones será igual a la sumatoria del peso neto de explosivos total de cada una de las municiones.

Para la planificación del área de almacenamiento de los nuevos Depósitos Conjuntos de Municiones se estableció una cantidad de diseño de 45,359 kilogramos de peso neto de explosivos, la cual representa la máxima cantidad de municiones que cada polvorín puede almacenar en su interior, obviamente considerando adicionalmente y en forma obligatoria: la división por la peligrosidad, los grupos de compatibilidad y el volumen útil de almacenamiento; los cuales se explicarán más adelante.

Tabla 15. Nivel orgánico de abastecimiento Clase V (Munición) de un Grupo de Artillería de 155mm expresado en cantidad de municiones y peso neto de explosivo.

| Tipo de munición                | Cantidad | Peso neto de explosivos (Kg) | Peso neto de explosivos total (Kg) |
|---------------------------------|----------|------------------------------|------------------------------------|
| Cartucho 9mm (M1 PARABELLUM)    | 7,290    | 0.0004                       | 2.916                              |
| Cartucho 5.56mm (M855)          | 108,360  | 0.0017                       | 184.212                            |
| Cartucho 0.50" (M33 LNKD AC)    | 32,400   | 0.0155                       | 502.200                            |
| Cartucho 40mm (HE M397 SNGL RD) | 240      | 0.0593                       | 14.232                             |
| Granadas de mano (MK3A2)        | 580      | 0.2268                       | 131.544                            |
| Cohete LOW 66mm (M72A7)         | 25       | 0.4460                       | 11.150                             |
| Proyectil, 155mm (HE M795)      | 960      | 10.9316                      | 10,494.336                         |
| <b>Total</b>                    |          |                              | <b>11,340.590</b>                  |

Fuente: Tablas de Cálculo para la Planificación Logística, *Hazard Classification of United States Military Explosives and Munitions*.

Elaborado por: CAPT. Miguel Araque

Con la finalidad de establecer una situación crítica para el diseño, 45,359 Kg de peso neto de explosivos corresponde al total de la munición requerida por un Grupo de Artillería de 155mm para realizar un ataque a una posición sumariamente organizada (3 - 5 días), es decir tres días del nivel operacional; a la cual se le añadirá un día del nivel de seguridad; es decir, igual al nivel máximo de la clase V. Considerando que para cada día de operación se requerirá el nivel de orgánico (11,340 Kg).

Este criterio de diseño establecido estandariza las distancias de seguridad calculadas lo que permite conocer con anterioridad los efectos esperados en diferentes ubicaciones en caso de que ocurra una explosión accidental. Por lo tanto, su vulneración o incorrecta aplicación implica que existirán mayores daños a los previstos en el diseño original.

Tabla 16. Cantidad máxima de municiones equivalentes a 45,359 Kg de peso neto de explosivo.

| Fuerza    | Tipo de Munición                  | Peso Neto de Explosivos por Unidad (Kg) | Cantidad (unidades) | Peso Neto de Explosivos Total (Kg) |
|-----------|-----------------------------------|---|---------------------|------------------------------------|
| Terrestre | Proyectil, 155mm HE M795 (TNT)    | 10.9316                                 | 4,149               | 45,355.00                          |
|           | Cartucho. 105mm HE M323           | 5.6971                                  | 7,961               | 45,354.61                          |
| Aérea     | Bomba. GP 500 LB MK82-1           | 87.0898                                 | 520                 | 45,286.69                          |
|           | Bomba. GP 250 LB MK81-1           | 45.3592                                 | 1,000               | 45,359.20                          |
| Naval     | Torpedo Pesado                    | 550.00                                  | 82                  | 45,100.00                          |
|           | Misil Largo Alcance EXOCET        | 57.6200                                 | 787                 | 45,346.94                          |
| 3 Fuerzas | Cartucho 5.56mm BALL M855 SNGL RD | 0.0017                                  | 26'680,000          | 45,356.00                          |

Fuente: *Hazard Classification of United States Military Explosives and Munitions.*

Elaborado por: CAPT. Miguel Araque

Es importante indicar que se prevé que no se podrá almacenar una cantidad mayor a la establecida para el diseño, de acuerdo al volumen útil de cada uno de los polvorines nuevos contruidos en cada Depósito Conjunto de Municiones.

En caso de requerirse la construcción de polvorines para almacenar las municiones de una unidad operativa, inicialmente se detallará la carga básica, se calculará el peso neto de explosivo total y de acuerdo a los grupos de compatibilidad de almacenamiento mixto se determinará la cantidad de polvorines requeridos y las distancias de seguridad requeridas.

Conforme a la planificación de almacenamiento de municiones de las unidades operativas, la carga básica total de las municiones se distribuirá para el almacenamiento de la siguiente manera:

- Unidades de Infantería, Ingeniería y Comunicaciones, toda la carga básica de municiones podrá permanecer en sus polvorines.
- Unidades de Aviación del Ejército, Artillería, Caballería Blindada y Mecanizada, el 50% de la carga básica de municiones en sus polvorines, el 50% restante en los Depósitos Conjuntos de Municiones
- Dependiendo de la ubicación y características de los polvorines disponibles en las unidades se respetará lo fijado, caso contrario un porcentaje mayor de municiones irá a los Depósitos Conjuntos de Municiones.

#### **4.1.3. Relación Cantidad – Distancia**

Los posibles daños materiales o lesiones personales efecto de las explosiones que pueden ocurrir durante la gestión de municiones, normalmente están establecidos por la distancia predominante entre el sitio de posible explosión y el sitio expuesto; también por la capacidad del sitio de posible explosión de contener la sobrepresión de la carga explosiva, los fragmentos primarios, secundarios y escombros, además por la capacidad del sitio expuesto de resistir los efectos de la explosión.

Por lo expuesto, la distancia de separación entre el sitio expuesto y el sitio de probable explosión se constituye como el principal estándar de protección, ya que permite tomar en cuenta en forma anticipada los efectos de la explosión como la sobrepresión y la resistencia requerida para enfrentarlos.

Para establecer la relación entre la cantidad de explosivos y las distancias de seguridad se deberán considerar los siguientes factores:

- 1) La cantidad total de explosivos presentes en un polvorín, instalación de mantenimiento, instalación de vigilancia o sitio de disposición final. Como se

indicó en el título anterior, esta cantidad deberá estar expresada en peso neto de explosivos.

- 2) Las características de protección del sitio de posible explosión y de resistencia del sitio expuesto. El sitio de posible explosión será un polvorín, una instalación de mantenimiento o vigilancia; mientras que el sitio expuesto podrá ser otro polvorín, una instalación de mantenimiento o vigilancia, los edificios administrativos, de alojamiento y servicios, las vías públicas, etc.
- 3) La división por la peligrosidad de las municiones almacenadas o manipuladas.

#### **4.1.3.1. Clases de distancias de seguridad**

En base a los efectos esperados y para establecer una determinada protección del sitio expuesto, existen las siguientes distancias de seguridad:

- 1) Distancia entre polvorines (*intermagazine distance*) (IMD).- Es la mínima distancia permitida entre dos polvorines que almacenen municiones. Esta distancia tiene por finalidad impedir una detonación simultánea, por lo tanto, no debe omitirse.
- 2) Distancia hacia instalaciones de manejo de municiones (*intra-line distance*) (ILD).- Es la distancia que debe ser mantenida entre un polvorín en servicio y un edificio en donde se realizan tareas de mantenimiento y vigilancia de municiones.
- 3) Distancia hacia vías de tráfico públicas (*public traffic route distance*) (PTRD).- Es la mínima distancia permitida entre una vía de tráfico pública y una instalación que contiene municiones y explosivos.
- 4) Distancia hacia edificios habitados (*inhabited building distance*) (IBD).- Es la mínima distancia permitida entre un edificio habitado y una instalación que

contiene municiones y explosivos. Esta distancia intenta evitar un daño estructural grave por la onda explosiva, la llama y las proyecciones.

- 5) Distancia de seguridad humana (*human safety*) (HS).- Es la distancia a la cual las personas pueden estar al descubierto sin ser afectadas por los efectos de una explosión.

Tabla 17. Máxima presión incidente esperada de eventos al descubierto con munición de la división de peligrosidad 1.1.

| Distancia hacia el Sitio Expuesto                               | Factor K<br>(m/kg <sup>1/3</sup> ) | Máxima Presión Incidente |     |       |
|---|------------------------------------|--------------------------|-----|-------|
|   |                                    | kPa                      | psi | bares |
| Distancia entre polvorines                                      | 2.38                               | 186.2                    | 27  | 1.861 |
| Distancia hacia instalaciones de manejo de municiones con berma | 3.57                               | 82.7                     | 12  | 0.827 |
| Distancia hacia instalaciones de manejo de municiones sin berma | 7.14                               | 24.1                     | 3.5 | 0.241 |
| Distancia hacia vías de tráfico públicas (Q < 45.400 kg)        | 9.52                               | 15.9                     | 2.3 | 0.158 |
| Distancia hacia edificios habitados (Q < 45.400 kg)             | 15.87                              | 8.3                      | 1.2 | 0.082 |
| Distancia de seguridad humana                                   | 44.40                              | 2.0                      | 0.3 | 0.02  |

Fuente: *DoD Ammunition and Explosives Safety Standards, 2008; Manual of NATO Safety Principles for the Storage of Military Ammunition and Explosives.*

Elaborado por: CAPT. Miguel Araque

Es importante indicar que los factores K y por tanto las distancias de seguridad variarán de acuerdo a las características del sitio de probable explosión (polvorín), además por su orientación. Es por ello que cuando el sitio expuesto es un polvorín cubierto por tierra tanto el valor de K como la distancia de seguridad serán menores que las establecidas con un polvorín superficial.

#### 4.1.3.2. Determinación de las distancias de seguridad

Para proporcionar una protección contra la onda explosiva producida por municiones de la división de peligrosidad 1.1, las distancias requeridas se calculan utilizando las fórmulas del tipo  $D = K \cdot Q^{1/3}$ ; donde D es la distancia en metros, K es un factor dependiente del riesgo asumido o permitido (grado de daño aceptable) y Q es el peso neto de explosivo en kilogramos (*net explosive quantity*) (NEQ).

Tabla 18. Factores de peligro (K) que permiten calcular la distancia entre polvorines para la división de peligrosidad 1.1.

| Sitio Expuesto                                    |                            | Sitio de Probable Explosión  |         |                     |                     |
|---|----------------------------|------------------------------|---------|---------------------|---------------------|
|   |                            | Polvorín Cubierto por Tierra |         |                     |                     |
|   |                            | Lateral                      | Trasero | Frontal (con berma) | Frontal (sin berma) |
| <i>Polvorín Cubierto por Tierra (7 bares)</i>     | <i>Lateral</i>             | 0.5                          | 0.5     | 1.09                | 1.09                |
|   | <i>Trasero</i>             | 0.5                          | 0.5     | 0.79                | 0.79                |
|   | <i>Frontal (sin berma)</i> | 1.09                         | 0.79    | 2.38                | 2.38                |
|   | <i>Frontal (con berma)</i> | 1.09                         | 0.79    | 1.79                | 2.38                |
| <i>Polvorín Cubierto por Tierra (3 bares)</i>     | <i>Lateral</i>             | 0.5                          | 0.5     | 1.09                | 1.09                |
|   | <i>Trasero</i>             | 0.5                          | 0.5     | 0.79                | 0.79                |
|   | <i>Frontal (sin berma)</i> | 1.79                         | 1.79    | 3.57                | 3.57                |
|   | <i>Frontal (con berma)</i> | 1.79                         | 1.79    | 2.38                | 2.38                |
| <i>Polvorín Cubierto por Tierra (No definido)</i> | <i>Lateral</i>             | 0.79                         | 0.79    | 2.38                | 2.38                |
|   | <i>Trasero</i>             | 0.5                          | 0.5     | 0.79                | 0.79                |
|   | <i>Frontal (sin berma)</i> | 2.38                         | 2.38    | 2.38                | 4.36                |
|   | <i>Frontal (con berma)</i> | 2.38                         | 2.38    | 2.38                | 2.38                |

Fuente: DoD Ammunition and Explosives Safety Standards, 2008.

Tabla 19. Distancias entre un polvorín cubierto por tierra y polvorín cubierto por tierra (3 bares) para la división de peligrosidad 1.1

| Distancia entre Polvorines Cubiertos por Tierra (Sitio de Probable Explosión - Sitio Expuesto) | Factor K               | Cantidad Almacenada - Peso Neto de Explosivo en Kilogramos / Distancia |          |        |
|--|------------------------|--|----------|--------|
|  | (m/kg <sup>1/3</sup> ) | 11,339.75  | 22,679.5 | 45,359 |
| Lateral - Lateral  | 0.5                    | 11.3 m   | 14.2 m   | 17.8 m |
| Distancia Frontal con Berma - Trasero  | 0.79                   | 17.8 m   | 22.4 m   | 28.2 m |
| Distancia Trasero – Frontal con berma  | 1.79                   | 40.21 m  | 50.7 m   | 63.8 m |

Fuente: *DoD Ammunition and Explosives Safety Standards*, 2008.

Elaborado por: CAPT. Miguel Araque

Tabla 20. Distancias entre un polvorín cubierto por tierra y polvorín cubierto por tierra no definido para la división de peligrosidad 1.1.

| Distancia entre Polvorines Cubiertos por Tierra (Sitio de Probable Explosión - Sitio Expuesto) | Factor K               | Cantidad Almacenada - Peso Neto de Explosivo en Kilogramos / Distancia |          |        |
|--|------------------------|--|----------|--------|
|  | (m/kg <sup>1/3</sup> ) | 11,339.75  | 22,679.5 | 45,359 |
| Lateral - Lateral  | 0.79                   | 17.8 m   | 22.4 m   | 28.2 m |
| Frontal con berma - Trasero  | 0.79                   | 17.8 m   | 22.4 m   | 28.2 m |
| Trasero – Frontal con berma  | 2.38                   | 53.5 m   | 67.4 m   | 84.9 m |

Fuente: *DoD Ammunition and Explosives Safety Standards*, 2008.

Elaborado por: CAPT. Miguel Araque

Tabla 21. Distancias hacia instalaciones para el manejo de municiones para la división de peligrosidad 1.1.

| Peso Neto de Explosivo (Kg) | Distancia en metros hacia una Instalación con Bermas desde un Polvorín Cubierto por Tierra |         |         | Distancia en metros hacia una Instalación sin Bermas desde un Polvorín Cubierto por Tierra |         |         |
|-----------------------------|--|---------|---------|--|---------|---------|
|                             | Frontal  | Lateral | Trasera | Frontal  | Lateral | Trasera |
| 22,679.5                    | 112.4  | 78.7    | 67.4    | 202.1  | 179.7   | 134.7   |
| 31,751.0                    | 125.7  | 88.0    | 75.4    | 226.1  | 201.1   | 150.7   |
| 45,359.0                    | 141.6  | 99.1    | 84.9    | 254.6  | 226.5   | 169.8   |

Fuente: *DoD Ammunition and Explosives Safety Standards*, 2008.

Elaborado por: CAPT. Miguel Araque

Tabla 22. Distancias hacia Edificios Habitados y Vías de Tráfico Públicas para la División de Peligrosidad 1.1.

| Peso Neto de Explosivo (Kg) | Distancias en metros hacia edificios habitados desde un Polvorín Cubierto por Tierra |         |         | Distancias en metros hacia vías de tráfico públicas desde un Polvorín Cubierto por Tierra |         |         |
|-----------------------------|--|---------|---------|---|---------|---------|
|                             | Frontal  | Lateral | Trasera | Frontal   | Lateral | Trasera |
| 22,679.5                    | 392.9  | 392.9   | 381.00  | 235.7   | 235.7   | 228.60  |
| 31,751.0                    | 439.5  | 439.5   | 381.00  | 263.7   | 263.7   | 228.60  |
| 45,359.0                    | 495.0  | 495.0   | 381.0   | 297.0   | 297.0   | 228.6   |

Fuente: *DoD Ammunition and Explosives Safety Standards*, 2008.

Elaborado por: CAPT. Miguel Araque

Las distancias de seguridad mostradas corresponden al almacenamiento de municiones y explosivos de la división de peligrosidad 1.1, siendo éstas

mayores con respecto a las demás divisiones de peligrosidad, por tanto las más críticas para el diseño.

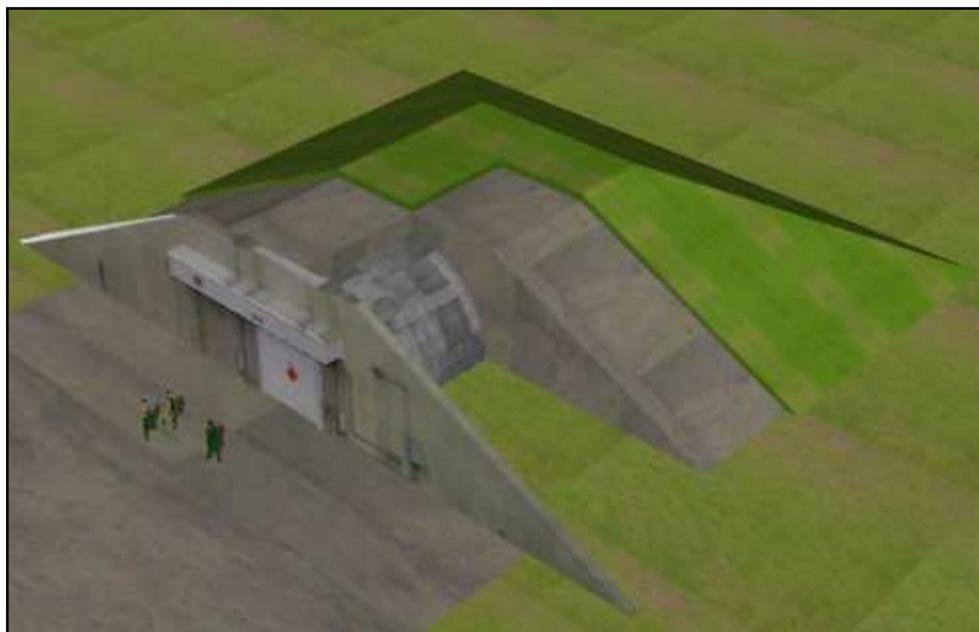
## **4.2. Instalaciones para el almacenamiento seguro de municiones**

### **4.2.1. Polvorines cubiertos por tierra**

A continuación se enlistan las ventajas que proporcionan los polvorines cubiertos por tierra:

- 1) Reducen los peligros producidos por la sobrepresión de la carga explosiva, los fragmentos y los escombros.
- 2) Proporcionan la mejor protección al material almacenado en su interior, ya que la cubierta de tierra cumple el papel de aislante térmico.
- 3) Ubicados a la distancia entre polvorines establecida, evitan la propagación de una explosión accidental hacia los polvorines adyacentes.
- 4) Su implantación requiere de menor espacio de terreno (menor área a expropiar), menor longitud de vías (tanto de acceso como interiores), menor perímetro de cerca; esto debido a la disminución considerable de las distancia de seguridad requeridas.
- 5) Pueden ser diseñados con distintas longitudes bajo la misma configuración.

Figura 14. Gráfico en 3D de un polvorín cubierto por tierra, de hormigón armado en forma de arco oval.



Fuente: Normativa para la Ubicación, Diseño y Construcción de Polvorines Militares.

#### 4.2.1.1. Tipos de polvorines cubiertos por tierra construidos en los Depósitos Conjuntos de Municiones

- 1) Polvorín cubierto por tierra de hormigón armado en forma de arco oval.- Clasificado como ESTÁNDAR por cuanto su dibujo de diseño: 33-15-74 tiene la aprobación del Consejo de Seguridad en el Manejo de Explosivos del Departamento de Defensa de los Estados Unidos (*Department of Defense Explosives Safety Board*) (DDESB).

Disponible en las siguientes dimensiones:

- Grande: 7.80 m x 28.0 m x 4.24 m (cubierta de tierra de mínimo, 0.61 m)
- Mediano: 7.80 m x 21.0 m x 4.24 m (cubierta de tierra de mínimo, 0.61 m)

Figura 15. Polvorín cubierto por tierra, de hormigón armado en forma de arco oval construido en el Depósito Conjunto de Municiones “El Corazón”.



Fuente: Unidad Ejecutora del Proyecto.

- 2) Polvorín cubierto por tierra de hormigón armado en forma de arco oval, de hormigón armado en forma de caja, multipropósito.- Clasificado como NO ESTÁNDAR, por cuanto su dibujo de diseño no tiene la aprobación del Consejo de Seguridad en el Manejo de Explosivos del Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

Disponible en las siguientes dimensiones:

- 15.0 m x 15.0 m x 4.30 m (cubierta de tierra de mínimo, 0.61m)

Figura 16. Polvorín cubierto por tierra de hormigón armado en forma de caja, multipropósito construido en el Depósito Conjunto de Municiones “Jaramijó”.



Fuente: Unidad Ejecutora del Proyecto.

### **4.3. Equipamiento de seguridad física en las instalaciones de Gestión de Municiones**

#### **4.3.1. Medidas de control de accesos**

El control de accesos es un mecanismo de seguridad física que asegura que únicamente el personal o vehículos autorizados ingresen a las diferentes áreas de cada Depósito Conjunto de Municiones. Un efectivo control de accesos depende de los siguientes componentes: medios físicos y tecnológicos, personal, políticas y procedimientos.

##### **4.3.1.1. Punto de control de accesos**

Es una instalación simple tipo garita de ingreso ubicado en el acceso principal al Depósito de Municiones, en donde se realizarán las siguientes actividades:

- Controlar o restringir el acceso.

- Registro de ingresos y salidas de personas y vehículos,
- Impedir el ingreso de los siguientes ítems: armas, artículos inflamables, cámaras, teléfonos celulares, aparatos de navegación GPS.
- Entregar o verificar el porte de tarjetas de identificación y accesos autorizados.

Al frente del punto de control de accesos se localizará una torre de vigilancia con un centinela armado y con acceso a comunicaciones.

#### **4.3.1.2. Barreras Físicas / Cerramiento Perimetral**

Los cerramientos definen el perímetro y se constituyen como la primera barrera física que restringe el acceso de personas no autorizadas hacia el espacio protegido de un Depósito de Municiones.

Por lo tanto, el área de almacenamiento de municiones estará rodeada por un doble cerramiento perimetral. Cada línea del cerramiento estará ubicado al menos a 10 metros una de la otra, de tal forma de retardar el ingreso de la amenaza, facilitar su detección y a la vez cumplir la función de corta fuegos externo.

De forma similar, el área administrativa, el área de vigilancia y mantenimiento de municiones dispondrán de una cerca simple para protección del edificio administrativo en el primer caso y de las maestranzas o centros de mantenimiento en el segundo.

Por recomendaciones de la OSCE y OTAN las características normalizadas que debe cumplir un cerramiento (cerca), a fin de que retrase la intrusión hasta por 1 minuto, son las siguientes:

- Malla de alambre entrelazado de acero galvanizado o plastificada con un espesor de 2,5 a 3,0 milímetros,
- La abertura máxima del entrelazado será de 76 milímetros,
- La altura mínima del cerco será de 2,0 metros,

- En la parte superior dispondrá de 2 o más líneas de alambre de púas,
- Separación máxima entre postes de fijación será de 3,76 metros,
- En la parte inferior tendrá un muro y/o cadena de hormigón armado, para evitar el levantamiento de la malla o su trasposición por la parte inferior;
- En el contorno exterior del perímetro del cerramiento se dejará un área libre de al menos 10 metros, para permitir la observación.

#### **4.3.1.3. Iluminación exterior y alumbrado público**

Durante las noches, el espacio protegido se encontrará adecuadamente iluminado, lo que permitirá detectar una intrusión, ya sea visualmente por un centinela o por medio de las cámaras de video-vigilancia.

Los ingresos peatonales y vehiculares que son parte de la cerca perimetral dispondrán de luminarias halógenas de seguridad, las cuales serán activadas por un sensor de movimiento; además contarán con luces de emergencia.

El acceso al interruptor de iluminación lo tendrá solamente el personal autorizado, debiendo estar restringido a otras personas, por lo cual es importante su ubicación y protección anti-vandalismo.

Para interferir con la observación nocturna de posibles amenazas desde el exterior se podrán montar reflectores de elevada incandescencia orientados hacia afuera del complejo.

#### **4.3.1.4. Mecanismos de seguridad en las puertas de los polvorines**

La puerta de cada polvorín dispondrá de cualquiera de los siguientes mecanismos de seguridad:

- Una cerradura embutida y un candado ambos de alta seguridad, cada uno con su propia llave única.

- Una cerradura embutida de alta seguridad que requiera de dos llaves únicas separadas.
- Dos cerraduras embutidas de alta seguridad que requieran cada una de su propia llave única
- Dos candados y hembrillas de alta seguridad, cada uno con su propia llave única.

#### **4.3.2. Sistema integrado de seguridad electrónica**

El sistema integrado de seguridad electrónica estará diseñado y concebido para complementar los medios físicos convencionales implementados para garantizar la seguridad física y la seguridad y salud ocupacional en cada uno de los Depósitos Conjuntos de Municiones y polvorines localizados en unidades operativas.

Estará conformado por la agrupación de varios subsistemas, los cuales se detallan a continuación:

- 1) Subsistema integrador.- Basado en una arquitectura tipo cliente-servidor, constituido básicamente por un servidor principal con su respectivo software integrador, un servidor back up o de redundancia y estaciones clientes de trabajo. Este subsistema deberá tener la capacidad de integrar todos los demás subsistemas en una sola solución. Además deberá tener la capacidad de intercambiar información e instrucciones específicas con otros programas de aplicación (software) a través de sus bases de datos. El subsistema integrador deberá ser capaz de centralizar la información para tener un control directo e indicar por medio de alarmas visuales y sonoras las novedades suscitadas como: accesos no permitidos y violaciones al perímetro de las áreas vigiladas por las cámaras de seguridad, radares y sensores; así como también conatos de incendio detectados. Permitirá la administración de un operador-supervisor de seguridad, posibilitando la revisión de las condiciones de seguridad desde su puesto de trabajo y tendrá

la capacidad de generar reportes de tipo de alarma, fecha y hora de ocurrencia.

- 2) Subsistema de video-vigilancia.- Estará compuesto por cámaras fijas IP de alta resolución y cámaras móviles PTZ, teclados con joystick para control de cámaras móviles, streamers de video, switches ethernet industriales, UPSs, switch KVM, servidores de administración de video digital DVM (Digital Video Manager), estaciones de operación del sistema de video digital, monitores de visualización. Frente a cada uno de los polvorines se ubicarán cámaras fijas de alta resolución (2 megapíxeles) con capacidad para visión bajo condiciones de baja intensidad de luz, enfocando al ingreso. El perímetro del área de almacenamiento (polvorines) estará cubierto por cámaras móviles PTZ con cañón iluminador de luz visible y térmicas. La cobertura proporcionada por el sistema de video vigilancia y su interacción con los otros sistemas de seguridad diseñados para las diferentes áreas de un Depósito de Municiones, permitirán ejecutar el principio de detecta, retrasar y responder
  
- 3) Subsistema de detección y alarma de incendios.- Permitirá la detección temprana de conatos de incendios y tendrá la capacidad de reportar a un panel central todas las alarmas del subsistema. Estará constituido principalmente por: un panel central de alarmas, detectores lineales de temperatura y sensores de temperatura, humo y humedad en cada polvorín; detectores fotoeléctricos del tipo inteligente, estaciones manuales de activación de alarma, difusores de sonido (sirenas) con luz estroboscópica. Este subsistema será implementado en las áreas de almacenamiento y mantenimiento de municiones, además, en las instalaciones del área administrativa. Dentro de los polvorines se usará tecnología de detección por aspiración de muestras de aire de su interior, el sensor deberá ser capaz de detectar trazas de humo, temperatura interna y la humedad relativa. Los detectores de humo que se colocarán en las instalaciones del área administrativa serán sensibles a fuegos incipientes y pequeños, inteligentes, direccionables y con tecnología de microprocesadores.

- 4) Subsistema de monitoreo de condiciones ambientales.- Constituido por termo-higrómetros con especificación explosion-proof que permitirán obtener los datos de temperatura y humedad relativa en el interior de cada uno de los polvorines, sensores de temperatura, humo y humedad; también un interfaz permitirá registrar las condiciones obtenidas en una base de datos, la misma que estará en capacidad de compartir la información.
- 5) Subsistema de audio-evacuación.- Este subsistema deberá estar asociado con el subsistema de detección y alarma de incendios. Estará compuesto por: una unidad de control autónoma, amplificadores digitales de audio, altavoces en los interiores y difusores de audio de alta potencia en los exteriores.
- 6) Subsistema de control de accesos.- Permitirá controlar el acceso de personas y vehículos autorizados al área de almacenamiento (polvorines), así como de personas acreditadas al edificio administrativo. El subsistema valida los accesos personales mediante la comprobación de la identidad y los vehiculares por identificación del vehículo y del conductor. Estará compuesto por los siguientes dispositivos: lectoras de tarjetas de proximidad, lectoras biométricas, barreras vehiculares, semáforos, molinetes de acceso peatonal e intercomunicadores.
- 7) Subsistema de detección de intrusos.- Provee seguridad permanente mediante la detección con precisión de personal y vehículos en un rango de 1400 metros en cualquier condición climática o de visibilidad. Estará compuesto principalmente por uno o más radares de vigilancia perimetral y un servidor. Con la finalidad de identificar al intruso luego de su detección, deberá estar trabajando conjuntamente con el subsistema de video vigilancia.

Figura 17. Pantallas de subsistema de video vigilancia en el cuarto de control del Depósito Conjunto de Municiones “Jaramijó”.



Fuente: Unidad Ejecutora del Proyecto.

Para mejorar las condiciones de seguridad de polvorines e instalaciones de gestión de municiones que sean de una menor sensibilidad o importancia, al menos se contará con los sistemas de video-vigilancia y detección temprana de incendios.

La infraestructura de telecomunicaciones implementada en cada una de las áreas del Depósito Conjunto de Municiones deberá estar diseñada para llevar todos los datos suministrados por los diferentes subsistemas al subsistema integrador. Estará constituida por enlaces de fibra óptica que forman una topología de estrella constituida por anillos o por radios de doble canal con sistema de encriptación.

El control y monitoreo de todos los subsistemas se realizará desde una estación en un cuarto de control ubicado en el edificio administrativo del área del mismo nombre bajo el criterio de distancia de seguridad, en el caso de cada

uno de los Depósitos Conjuntos de Municiones; y, en el caso de unidades que posean polvorines en una habitación u oficina ubicada en el edificio comando o prevención (no en la garita de ingreso). Adyacente al cuarto de control se ubicará el cuarto de servidores.

En razón que la habitación de control se constituirá como el centro nervioso del sistema, la instalación en donde se sitúe contará con un efectivo control de accesos, detección y combate de incendios.

Para garantizar la funcionalidad del sistema, se requerirá la estandarización de los equipos componentes de cada subsistema; además el cumplimiento las siguientes normas generales internacionales relativas a este tipo de sistema:

- DoD 5100.76-M “*Physical security of sensitive conventional Arms, Ammunition, and Explosives*”;
- DoD 5200.08-R “Physical Security Program”;
- *Unified Facilities Criteria* UFC 4-021-02NF “*Security Engineering Electronic Security Systems*”.
- *National Electric Manufacturers Association* (NEMA).
- *Factory Mutual* (FM).
- *International Standardization Organization* (ISO).
- *National Electric Code* (NEC).
- *National Fire Protection Agency* (NFPA)
- *Electronic Industries Association* (EIA).
- *Federal Communications Commission* (FCC).
- *International Electrotechnical Commission* (IEC).
- Certificados de la norma técnica *Underwriters Laboratories* (UL).

Para el futuro se preverá la integración entre el sistema integrado de seguridad de cada Depósito Conjunto de Municiones y el sistema de gestión de la información de la munición, a través de sus bases de datos, de tal forma de compartir los datos de temperatura y humedad, lo que permitirá mantener un histórico de dicho registro.

Adicionalmente, se podrá integrar los sistemas de seguridad de los 5 Depósitos Conjuntos con la finalidad de realizar un control y monitoreo desde el C3I2 del Comando Conjunto de las FF.AA.

#### **4.4. Equipamiento de seguridad industrial en las instalaciones de Gestión de Municiones**

##### **4.4.1. Equipos de protección personal y colectiva**

###### **4.4.1.1. Prendas y equipos de protección personal**

El personal asignado a tareas de almacenamiento de municiones deberá contar con las siguientes prendas de protección personal:

- 1) Overol de tela NOMEX® III A, especialmente para el manejo de municiones del tipo incendiarias, de iluminación y fumígenas; las cuales contengan fósforo blanco;
- 2) Overol de tela 65% poliéster y 25% algodón con tratamiento ignífugo, para todas las demás actividades de manejo de municiones;
- 3) Botas de media caña con punta de acero, para protección de los pies durante la realización de todas las actividades;
- 4) Guantes de seguridad, para la protección de las manos durante las actividades de manejo de municiones y sus embalajes;
- 5) Gafas de seguridad resistentes al impacto de fragmentos, para la protección visual durante la realización de todas las actividades;
- 6) Respiradores purificadores de aire de media máscara y dos cartuchos, para la protección respiratoria en el interior de los polvorines;

- 7) Mascarillas de filtrado desechables con filtro de carbón activo, para la protección respiratoria del personal que realiza actividades de supervisión e inventarios;
- 8) Protección de cabeza, mediante casco liviano tipo gorra con un centro de gravedad bajo, para todas las actividades de manejo de municiones y en el interior de los polvorines;
- 9) Protector auditivo reutilizable con cordel, para los operadores de los montacargas;
- 10) chaleco tipo malla con cinta reflectiva, para la realización de todas las actividades;
- 11) Faja de soporte lumbar, para el personal que realice el levantamiento de pequeñas cargas.

Figura 18. Personal de almacenamiento de municiones vistiendo prendas de protección personal.



Fuente: Unidad Ejecutora del Proyecto.

#### **4.4.1.2. Equipos de protección colectiva**

Para reducir el riesgo de accidentes e incidentes que involucren municiones y explosivos en las actividades de almacenamiento, vigilancia y mantenimiento de municiones se contará con los siguientes equipos:

- 1) Iluminación especial a prueba de explosión (ExProof), la cual consiste en las luminarias, interruptores, accesorios y tubería blindada, con los respectivos sellos, todos especiales; los cuales estarán disponibles en los polvorines, instalaciones de vigilancia y mantenimiento de municiones, así como en los laboratorios de análisis químico de los componentes energéticos. Las áreas en donde puede ocurrir la sublimación o condensación de explosivos, deberán ser consideradas como lugares peligrosos de Clase I, División 1 y Clase II, División 1. Aquellas áreas que contienen polvos explosivos o explosivos que pueden producir polvo durante su manipulación y estos polvos son capaces de ser dispersados en la atmósfera, deberán ser considerados como lugares peligrosos Clase II, División 1.
- 2) Equipos a prueba de explosión, dentro de los cuales se encuentran los motorizados como dampers, extractores y otros destinados a la ventilación, así como los electrónicos como sensores y termo-higrómetros.
- 3) Montacargas con especificación *Electrical-Enclosed* (EE) para la operación en el interior de los polvorines.

#### **4.4.2. Descarga de electricidad estática**

Los polvorines, las instalaciones de vigilancia y mantenimiento de municiones deberán contar con una estructura adecuadamente aterrizada. Las puertas y otros elementos metálicos también estarán aterrizados.

En la parte frontal de los polvorines se dispondrá de una placa para la descarga electroestática del personal y un cable con lagarto para la descarga de los vehículos que hayan transportado municiones.

#### **4.4.3. Sistemas de protección contra descargas atmosféricas**

Se ubicarán en las todas las instalaciones de gestión de municiones, inclusive en las edificaciones administrativas.

Los sistemas de protección contra descargas eléctricas puede ser de los siguientes tipos: mástil, integrado y catenario.

Estos sistemas de protección contra descargas eléctricas dispondrán de:

- 1) Terminales aéreos para interceptar los rayos. Los terminales aéreos pueden incluir: cables aéreos (catenario), puntas verticales (mástil) o elementos estructurales del edificio aterrizados (integrado). Deben ser capaces de conducir sin peligro un rayo.
- 2) Conductores de bajada, pueden ser planos o de sección circular, los cuales proveen camino de baja impedancia desde los terminales aéreos hasta el sistema de electrodos a tierra.
- 3) Protección de aumento de voltaje para los conductores de entrada.
- 4) Sistema de electrodos a tierra o sistema de puesta a tierra, para disipar la energía eléctrica de los rayos hacia la tierra. Puede ser de forma lineal o circular con al menos 3 electrodos, además cada electrodo tendrá una longitud mínima de 80 centímetros.

Para mejorar las condiciones de descarga es recomendable que todos los sistemas a tierra se encuentren interconectados.

#### **4.4.4. Sistema de contraincendios**

##### **4.4.4.1. Medidas de combate al fuego**

Los bomberos, que acudan a un combatir el fuego de municiones y explosivos, deberán tener un total conocimiento de las reacciones específicas de las municiones y explosivos cuando son expuestas al calor y a las llamas. Antes de la aproximación a la escena del fuego deberán ser informados de la clasificación por la peligrosidad de las municiones involucradas en el fuego y las condiciones existentes en la escena.

El fuego que involucra municiones y explosivos deberá ser combatido o no de acuerdo a la clasificación por la peligrosidad de las municiones, la división del fuego, el escenario del fuego y los procedimientos.

##### **4.4.4.2. Equipos de combate al fuego**

Cada Depósito Conjunto de Municiones contará con una motobomba del tipo aeroportuario para combatir los incendios. En la motobomba irán al menos 4 bomberos.

Existirá una línea de hidrantes para el abastecimiento de agua de la motobomba fuera de las alineaciones de los polvorines.

Cada polvorín dispondrá de un extintor portátil de polvo químico seco (PQS) en el exterior del polvorín y un extintor a ruedas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en el interior, ambos con una clasificación mínima 2A:10BC. En los Depósitos Conjuntos de Municiones el primero tiene una capacidad de 10 libras de agente extintor y el segundo de 50 libras.

Los polvorines superficiales para munición 1.4S, las instalaciones de vigilancia y mantenimiento de municiones contarán con detectores de humo y rociadores de agua ubicados en la parte superior.

Sistemas de diluvio rápido serán montados sobre los sitios en donde se realice el desmontaje de municiones o se efectúen pruebas químicas con componentes energéticos.

#### **4.4.4.3. Equipos y prendas de protección de los bomberos**

Los bomberos que realicen el combate al fuego en los Depósitos de Municiones contarán al menos con las siguientes prendas y equipos de protección personal:

- 1) Traje estructural para bombero: chaqueta y pantalón de NOMEX® III A con aislante termal, barrera de vapor y forro interior.
- 2) Casco de fibra de vidrio resistente al impacto, a las altas temperaturas y a los químicos con protector facial de policarbonato.
- 3) Monja de NOMEX®.
- 4) Equipo de respiración autónoma.

#### **4.4.5. Señalización de seguridad**

Es indispensable que las instalaciones de gestión de municiones cuenten con la señalización de seguridad, lo que permitirá identificar áreas restringidas, advertir peligros, listar los ítems prohibidos, conocer la ubicación de equipos de extinción de incendios y mostrar las vías de escape principalmente.

##### **4.4.5.1. Señalización de las áreas de Gestión de Municiones**

En el acceso a cada una de las áreas se ubicará con un rótulo que identifique el área e indique la precaución y el equipo de protección a emplear en ella.

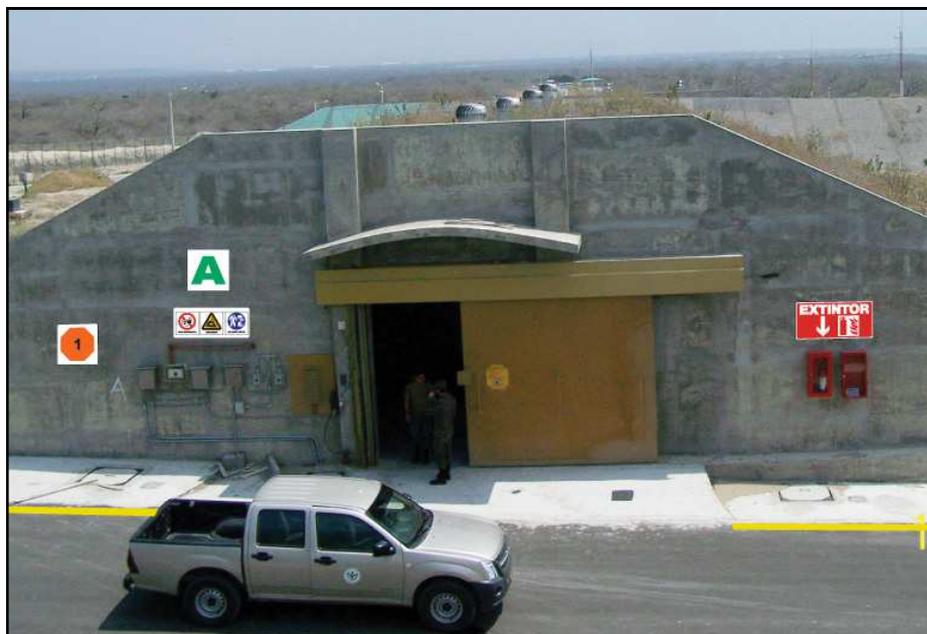
Los hidrantes estarán plenamente identificados con la señal correspondiente.

Se identificarán los puntos de encuentro, para la reunión segura del personal en caso de accidente o incidente explosivo.

El sitio de destrucción de municiones contará con un asta para el izaje de una bandera roja, visible a distancia, la cual permanecerá izada mientras se realicen las operaciones de destrucción de municiones. Esta bandera tendrá una dimensión mínima de 1 metro de ancho por 1.5 metros de largo.

#### 4.4.5.2. Señalización de los polvorines

Figura 19. Montaje de la señalización de seguridad en la fotografía de un polvorín.



Fuente: Unidad Ejecutora del Proyecto.

En el exterior de los polvorines se colocará la siguiente señalización de seguridad:

- Señal de la división por la peligrosidad de las municiones almacenadas, considerando que estará visible la de mayor peligro;
- Señal de ubicación del extintor;
- Señal de ubicación de la placa de descarga.

En el interior de los polvorines se marcará el piso de los mismos con líneas amarillas y rojas para identificar la zona de separación mínima entre las estibas de municiones con los muros. Las columnas interiores estarán identificadas con bandas reflectivas verticales amarillo-negro.

#### **4.4.5.3. Señalización del edificio administrativo**

Adicionalmente a la señalización informativa, el edificio administrativo contará con:

- Flechas direccionales foto-luminiscentes de pared-piso que indican la ruta de escape;
- Señales electro-luminiscentes que identifican cada salida;
- Ubicación de extintores.

## CAPÍTULO V

### ESTÁNDARES DE SEGURIDAD PARA EL ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MUNICIONES

#### 5.1. Clasificación de las municiones

Con la finalidad de promover un almacenamiento y transporte seguro de materiales peligrosos, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha concebido un Sistema de Clasificación Internacional. Este sistema consiste de 9 clases (1 - 9), de las cuales la Clase 1 contiene la mayoría de las municiones y explosivos, siendo a su vez ésta dividida en seis divisiones.

Cada una de las divisiones por la peligrosidad de las municiones indica el tipo primario de peligro que se espera al ocurrir un evento accidental.

Tabla 23. División por la peligrosidad de la Clase 1

| División | Definición   | Peligros  | Materiales incluidos  |
|----------|--|---|---|
| 1.1      | Sustancias y artículos que tienen un peligro de detonación masiva. | Onda expansiva, proyecciones de alta velocidad y otras proyecciones de relativa baja velocidad. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projectiles de artillería del tipo alto explosivo (HE).</li> <li>• Altos explosivos e iniciadores</li> </ul> |

|     |   |   |  |
|-----|---|---|--|
| 1.2 | Sustancias y artículos que tienen un peligro de producción y proyección de fragmentos, pero no se prevé que exista una detonación masiva.   | Considerable proyección de fragmentos primarios y municiones no explotadas. Los efectos de la onda expansiva son limitados. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Municiones de mortero de 120mm, 81mm y 60mm.</li> </ul>   |
| 1.3 | Sustancias y artículos que tienen peligro de fuego masivo y un menor peligro de onda expansiva o un menor peligro de proyección, o ambas; pero que no tiene peligro de detonación masiva. | Quemado con gran violencia e intenso calor emitiendo una considerable radiación termal                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Municiones de iluminación.</li> <li>• Municiones y explosivos comburentes.</li> <li>• Algunas cargas propulsoras de municiones de 155mm.</li> </ul> |
| 1.4 | Sustancias y artículos que no presentan un peligro significativo.   | Fuego moderado sin explosión cuyos efectos son confinados en gran parte al contenedor.                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Municiones de armas pequeñas como: cartuchos de 9mm, 5,55mm, 7,62mm, 12,7mm.</li> </ul>   |
| 1.5 | Sustancias detonantes muy insensibles con muy poca probabilidad de iniciación, que tienen peligro de detonación masiva.   | Muy pequeña probabilidad de iniciación o transición de combustión a detonación bajo condiciones normales.                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agentes comerciales para voladuras como: ANFO y emulsiones de nitrato de amonio.</li> </ul>   |

|     |   |   |  |
|-----|---|---|--|
| 1.6 | Artículos extremadamente insensibles que no tienen peligro de explosión masiva. | Insignificante probabilidad de iniciación o propagación accidental. El riesgo está limitado a la explosión de un solo artículo. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustancias detonantes extremadamente insensibles (EIDS).</li> </ul> |
|-----|---|---|--|

Fuente: *Manual of NATO Safety Principles for the Storage of Military Ammunition and Explosives*, Guía de Mejores Prácticas sobre Procedimientos para la Gestión de Existencias de Munición Convencional.

Elaborado por: CAPT. Miguel Araque.

## 5.2. Principios generales de almacenamiento y compatibilidad de municiones

- 1) La seguridad de las municiones y explosivos en el almacenamiento se incrementará al más alto grado cuando cada tipo de artículo se almacena por separado. Sin embargo, cuando el almacenamiento ideal no es factible y conforme a un apropiado balance entre los requerimientos de seguridad y otros factores, se puede realizar un almacenamiento mixto de algunos tipos de municiones y explosivos.
- 2) Las municiones y explosivos son considerados como compatibles cuando pueden ser almacenados juntos, sin que esto signifique un incremento sustancial en la probabilidad de accidente o por la magnitud de una cantidad dada, la intensidad del efecto de tal accidente.
- 3) Las municiones y explosivos no deben estar almacenados junto con otros artículos y materiales los cuales también representen un peligro. Ejemplos de estos artículos son: materiales altamente inflamables, combustibles, ácidos o corrosivos.

- 4) Las municiones y los explosivos con embalajes dañados o defectuosos, en condiciones sospechosas, o con otras características que incrementen el riesgo de almacenamiento, serán almacenados en forma separada.
- 5) Hay que considerar que los principios de mezcla por grupos de compatibilidad pueden diferir en circunstancias de almacenamiento y transporte.

### **5.3. Grupos de compatibilidad para el almacenamiento**

Todos los tipos de municiones y explosivos serán asignados a uno de los 13 grupos de compatibilidad para el almacenamiento, basándose en la similitud de sus características, propiedades y efectos potenciales en caso de un accidente.

Los parámetros más importantes utilizados en la asignación de los grupos de compatibilidad son:

- Propiedades químicas y físicas,
- Características de diseño,
- Configuración del embalaje/empaque interno y externo,
- División por la peligrosidad de la clase 1,
- Peso neto de explosivo,
- Condición de deterioro,
- Sensibilidad de iniciación,
- Efectos de deflagración, explosión o detonación.

#### **5.3.1. Asignación y definición de los grupos de compatibilidad de almacenamiento**

- 1) Grupo A.- Explosivos iniciadores al granel, los cuales necesariamente tienen sensibilidad al calor, fricción o percusión para hacerlos convenientes para su uso como elementos iniciadores de un tren explosivo. Ejemplos: ácido de

plomo, estifinato de plomo, fulminato de mercurio, ciclonita seca (RDX) y tetranitrato de pentaeritrita seco (PETN).

- 2) Grupo B.- Detonadores y artefactos iniciadores similares que contienen una sustancia primaria explosiva y no contienen dos o más características de seguridad independientes. Ítems que contienen explosivos iniciadores los cuales son diseñados para iniciar o continuar el funcionamiento de un tren explosivo. Ejemplos: detonadores, cápsulas detonantes, cargas iniciadoras de armas pequeñas y espoletas.
- 3) Grupo C.- Propelentes al granel, cargas de propulsión y artefactos que contienen propulsores con o sin su propio medio de ignición. Ítems que en la iniciación, deflagrarán, explotarán o detonarán. Ejemplos: propelentes de base simple, doble, triple y compuestos, motores de cohetes (de propelente sólido), y municiones con proyectiles inertes.
- 4) Grupo D.- Pólvora negra, altos explosivos (HE) y municiones que contienen alto explosivo sin su propio medio de iniciación y sin carga propulsora, o dispositivos que contienen un explosivo iniciador y contienen dos o más características de seguridad independientes. Las municiones y explosivos de las cuales se espera que exploten o detonen cuando algún ítem dado o componente de las mismas es iniciado; con excepción de los dispositivos que contienen explosivos iniciadores con características de seguridad independientes. Ejemplos: trinitrotolueno (TNT) al granel, composición B, pólvora negra, RDX o PETN húmedos, bombas, proyectiles, bombas de racimo, cargas de profundidad y cabezas de combate de los torpedos.
- 5) Grupo E.- Municiones que contienen alto explosivo sin su propio medio de iniciación y contienen carga propulsora o con ella (distintas de aquellas que contengan líquidos inflamables o hipergólicos). Municiones o artefactos que contienen HE y contienen cargas propulsoras. Ejemplos: municiones de artillería, cohetes o misiles guiados.

- 6) Grupo F.- Municiones que contiene alto explosivo con su propio medio de iniciación y con carga propulsora (distintas de aquellas que contengan líquidos inflamables o hipergólicos) o sin carga propulsora. Ejemplos: granadas, artefactos de sondeo e ítems similares que tienen un tren explosivo en línea en el iniciador.
- 7) Grupo G.- Municiones pirotécnicas, de iluminación, incendiarias y fumígenas (de humo), incluyendo las lacrimógenas; distintas a las municiones que son activadas por agua o que contienen fósforo blanco (*white phosphorus*) (WP), líquido o gel inflamable. Municiones que por su funcionamiento tienen resultados incendiarios, de iluminación, lacrimógenos, de generación humo o sonido. Ejemplos: bengalas, señales luminosas, municiones incendiarias o de iluminación y otros artefactos que producen humo o gas lacrimógeno.
- 8) Grupo H.- Municiones que contienen explosivos y fósforo blanco (WP) u otro material pirofórico. Las municiones de este grupo contienen cargas de relleno que son espontáneamente inflamables al ser expuestas a la atmósfera. Ejemplos: fósforo blanco, fósforo blanco plastificado (*white phosphorus plasticized*) (PWP) y otras municiones que contienen material pirofórico.
- 9) Grupo J.- Municiones que contienen explosivos y líquidos o geles inflamables. Las municiones de este grupo contienen líquidos o geles inflamables distintos de los que son espontáneamente inflamables cuando son expuestos al agua o a la atmósfera. Ejemplos: municiones rellenas de gel o líquido incendiario, artefactos explosivos de combustible aéreo, misiles y torpedos cargados con combustible líquido inflamable.
- 10) Grupo K.- Municiones que contienen explosivos y agentes químicos tóxicos. Las municiones de este grupo contienen químicos específicamente diseñados para causar efectos incapacitantes más severos que los producidos por los lacrimógenos. Ejemplos: municiones de mortero o artillería

(con espoleta o sin ella), granadas, cohetes o bombas; todas las anteriores rellenas de agentes químicos incapacitantes o letales.

- 11) Grupo L.- Municiones no incluidas en otros grupos de compatibilidad. Municiones cuyas características que no permiten almacenar conjuntamente con otros tipos de municiones o clases de explosivos. Ejemplos: dispositivos activados por agua, motores pre-empaquetados de cohetes de combustible líquido hiperbólico y municiones de cualquier grupo dañadas o con sospechas de que se encuentran dañadas.
- 12) Grupo N.- Municiones de la división de peligrosidad 1.6 que contienen únicamente sustancias detonantes extremadamente insensibles (*extremely insensitive detonating substances*) (EIDS). Ejemplos: bombas y cabezas de guerra.
- 13) Grupo S.- Municiones que no presentan un peligro significativo. Municiones empacadas y diseñadas para que algunos efectos peligrosos provenientes de su activación accidental sean confinados al interior del paquete, a menos que el paquete haya sido degradado por el fuego, en cuyo caso todos los efectos de la explosión o proyección son limitados en una proporción que no impedirá significativamente las operaciones de combate contra el fuego y otras medidas de emergencia. Ejemplos: cartuchos tipo ordinario de armas pequeñas, baterías termales, interruptores de explosivos y otros ítems de municiones que encuentren criterio dentro de este grupo.

#### **5.4. Código de clasificación de las municiones**

El código de clasificación de las municiones, es una identificación de seguridad básica, el cual está compuesto por el número de la división por la peligrosidad y la letra del grupo de compatibilidad, por ejemplo: "1.4S".

Es importante que todos los contenedores, cajas y embalajes de las municiones tengan claramente marcado su respectivo código de clasificación.

### 5.5. Relación entre la división por la peligrosidad y los grupos de compatibilidad

Tabla 24. División por la Peligrosidad vs. Grupos de Compatibilidad

| <b>Tipo de Munición</b>  | <b>Grupo de Compatibilidad</b> | <b>División por la Peligrosidad</b> |
|--|--------------------------------|-------------------------------------|
| Explosivos iniciadores.  | A                              | 1.1                                 |
| Detonadores y dispositivos iniciadores similares.  | B                              | 1.1, 1.2 o 1.4                      |
| Propelentes al granel, cargas propulsoras dispositivos que contienen propelentes sin o con su medio de iniciación.         | C                              | 1.1, 1.2, 1.3 o 1.4                 |
| Pólvora negra, altos explosivos y municiones con alto explosivos sin su propio medio de iniciación y sin carga propulsora. | D                              | 1.1, 1.2 o 1.5                      |
| Municiones con alto explosivo con su propio medio de iniciación y con carga propulsora.                                    | E                              | 1.1, 1.2                            |
| Municiones con alto explosivo con su propio medio de iniciación y con o sin su carga propulsora.                           | F                              | 1.1, 1.2                            |

|   |   |                     |
|---|---|---------------------|
| Municiones pirotécnicas, de iluminación, incendiarias, fumígenas o lacrimógenas; diferentes a las que son activadas por la exposición al agua o la atmósfera. | G | 1.1, 1.2, 1.3 o 1.4 |
| Municiones que contienen tanto explosivo como fósforo blanco u otro material pirofórico.  | H | 1.2 o 1.3           |
| Municiones que contienen tanto explosivos como relleno de líquido o gel inflamable.   | J | 1.3                 |
| Municiones que contienen tanto explosivos como agentes químicos tóxicos.  | K | 1.2                 |
| Munición no incluida en otros grupos que requiere almacenamiento separado.  | L | 1.1, 1.2, 1.3 o 1.4 |
| Municiones que contienen únicamente sustancias detonantes extremadamente insensibles.   | N | 1.6                 |
| Municiones que no presentan un peligro significativo.   | S | 1.4                 |

Fuente: *DoD Ammunition and Explosives Safety Standards*, 2008.

## 5.6. Almacenamiento mixto de municiones

Las municiones y explosivos de diferentes grupos de compatibilidad pueden ser mezclados únicamente como se indica en el cuadro que se muestra a continuación:

Tabla 25. Cuadro de almacenamiento mixto por compatibilidad

| Grupo | A | B | C | D | E | F | G | H | J | K | L | N | S |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A     | X | Z |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| B     | Z | X | Z | Z | Z | Z | Z |   |   |   |   | X | X |
| C     |   | Z | X | X | X | Z | Z |   |   |   |   | X | X |
| D     |   | Z | X | X | X | Z | Z |   |   |   |   | X | X |
| E     |   | Z | X | X | X | Z | Z |   |   |   |   | X | X |
| F     |   | Z | Z | Z | Z | X | Z |   |   |   |   | Z | X |
| G     |   | Z | Z | Z | Z | Z | X |   |   |   |   | Z | X |
| H     |   |   |   |   |   |   |   | X |   |   |   |   | X |
| J     |   |   |   |   |   |   |   |   | X |   |   |   | X |
| K     |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Z |   |   |   |
| L     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| N     |   | X | X | X | X | Z | Z |   |   |   |   | X | X |
| S     |   | X | X | X | X | X | X | X | X |   |   | X | X |

Fuente: DoD Ammunition and Explosives Safety Standards, 2008.

Notas para emplear del cuadro:

<sup>1</sup> La marca “X” en una intersección indica que estos grupos pueden ser combinados en el almacenamiento; de otra manera es prohibido o restringido de acuerdo a la nota #2.

<sup>2</sup> La marca “Z” en una intersección indica que el almacenamiento mixto lógico de cantidades limitadas de algunos artículos de diferentes grupos puede ser aprobado por consideraciones operacionales o cuando no se cuente con la suficiente cantidad de polvorines, siempre y cuando estos polvorines garanticen la no propagación de una explosión accidental.

<sup>3</sup> Cuando se dispone de igual número de componentes separados y empaquetados de cartuchos completos de cualquier tipo simple de municiones, éstos pueden ser almacenados juntos, considerando que la compatibilidad será la del cartucho ensamblado.

<sup>4</sup> Los ítems de las municiones sin explosivos que contienen sustancias pertenecientes a otra clasificación de peligrosidad de la ONU, puede ser asignada al mismo grupo de compatibilidad como los ítems que contienen explosivos y la misma sustancia, y ser almacenados con ellos.

<sup>5</sup> Para propósitos de mezcla, todos los artículos deberán estar empacados en contenedores aprobados para el transporte y el almacenamiento. Los artículos no deberán ser abiertos con el propósito de distribuir las municiones sin sus empaques en las localizaciones de almacenamiento. Contenedores exteriores pueden ser abiertos en localizaciones de almacenamiento con el propósito de inventario; para remover en cantidades limitadas municiones que se encuentran aún dentro en empaques interiores; y para el desempaque, inspección y re-empaquetamiento de municiones pertenecientes a la división de peligrosidad 1.4.

<sup>6</sup> Artículos de compatibilidad de cualquiera de los grupos de compatibilidad B o F, deberán estar cada uno segregados en el almacenamiento de los artículos de otros grupos de compatibilidad por medidas efectivas en prevenir la propagación de artículos de los grupos B o F hacia artículos de otros grupos de compatibilidad.

<sup>7</sup> Conforme a la restricción de la marca "Z", para propósitos de almacenamiento, las espoletas asignadas al grupo D también serán compatibles con las espoletas asignadas al grupo B.

<sup>8</sup> Los artículos del grupo de compatibilidad L siempre se deben almacenar separados de los artículos de otros grupos de compatibilidad, así como de otros artículos del grupo de compatibilidad L.

## **5.7. Mejores prácticas de almacenamiento**

### **5.7.1. Estibaje**

El estibaje debe ser realizado sobre palets de madera tratada y resistente o de metal, para aislar las cajas de municiones de las condiciones del piso, facilitar

la circulación del aire, mejorar la estabilidad de la pila y permitir el acceso de las uñas del montacargas.

### **5.7.2. Contenedores**

Las municiones deben mantenerse en sus contenedores originales por tanto tiempo como sea posible, para prevenir la exposición a los elementos. Se requiere re-empaquetar los ítems que han sido abiertos y no usados.

Las cajas parcialmente llenas deberán estar claramente identificadas mediante rótulos o pintándolas de color, además colocadas sobre las selladas y a un fácil alcance. Esta práctica se la efectuará especialmente con las cajas que contengan municiones que se encuentran al granel o listas para su entrega.

### **5.7.3. Apilamiento de municiones**

Se organizarán apilamientos de municiones en forma ordenada de acuerdo al número de lote.

Aquellos apilamientos que cuya base no permita una buena estabilidad serán asegurados con bandas metálicas.

La altura de apilamiento por ninguna circunstancia superará los dos metros y medio, sin embargo, ésta siempre dependerá de la estabilidad del apilamiento de cajas o contenedores.

Los apilamientos se ubicarán a una distancia mínima de 15 cm de los muros del polvorín. Para realizar la inspección de los apilamientos se recomienda una separación de al menos 61 centímetros.

En el interior de los polvorines deberán ser dejados pasillos de al menos 46 centímetros entre apilamientos; pasillos más amplios serán necesarios para la operación del montacargas y dependerán de sus características de operación.

#### **5.7.4. Municiones que contienen fósforo blanco**

Al ingreso del polvorín que almacene municiones de fósforo blanco se ubicará un envase grande con agua con la finalidad de sumergir las municiones que presentan fugas evitando su ignición.

#### **5.8. Gestión de inventarios**

Una eficaz gestión del inventario se constituye como una herramienta substancial para garantizar la seguridad durante las actividades de gestión de municiones.

Conocer el tipo de munición, lote y cantidad no es suficiente para reducir las posibilidades de accidente durante el almacenamiento, manejo y empleo de las municiones; entonces se torna indispensable disponer de la información técnica completa de la munición y sus lotes, la cual permitirá advertir las características que implican peligro, reconocer su estado y distinguir su condición y estabilidad.

El inventario además guía las actividades de vigilancia de las municiones como la inspección visual de lotes sospechosos y la detección de municiones caducadas, defectuosas y obsoletas; permitiendo a la vez mejorar la confiabilidad de las municiones que son distribuidas para el entrenamiento y el combate.

#### **5.9. Transporte de municiones**

El Manual Técnico para el Transporte de Municiones y Explosivos (MT-154-01) establece las normas de seguridad a seguir durante las actividades de transporte de municiones, explosivos, pirotécnicos y materiales pirotécnicos de las Fuerzas Armadas.

Para complementar las normas del manual citado, a continuación se detallan las consideraciones de seguridad que se deberán tomar en cuenta durante la planificación del transporte de municiones y explosivos, las cuales serán insumo fundamental para la elaboración de la orden de movimiento:

- 1) Situación.- posibles amenazas naturales y antisociales que se podrían presentar durante la ejecución del movimiento.
- 2) Selección de las rutas.- conforme a la situación que se viva se establecerán dos o más rutas, entre las cuales se definirá una ruta principal y una secundaria, adicionalmente se podrán establecer rutas auxiliares para hacer enlace entre la ruta principal y secundaria en caso de producirse interrupciones.
- 3) Selección del horario.- dependerá del conocimiento de la(s) ruta(s) seleccionadas, ya que si se cruza una ciudad se preferirá realizar el movimiento durante las horas de la noche y/o madrugada, mientras que en carretera se evitará las horas de mayor frecuencia de tráfico. Hay que tomar en cuenta que si se diera una explosión accidental de municiones transportadas en las inmediaciones de un área poblada, las personas tendrán mayor protección dentro de sus casas. Para la selección del horario también se considerará el tiempo de operación (suma de los tiempos de carga, descarga y movimiento).
- 4) Recursos humanos y materiales.- seleccionar el personal que disponga de las competencias requeridas para el cumplimiento de las actividades, dotación de prendas y equipos de protección personal, además conocimiento de las posibilidades y capacidades de los vehículos y maquinarias que se emplearán, a fin de que sean los adecuados.
- 5) Compatibilidad de las municiones para el transporte.- cada vehículo llevará únicamente municiones compatibles.

- 6) Peso neto de explosivo más crítico.- se calculará el peso neto de explosivo que se transportará por vehículo, además el mayor se considerará como el más crítico.
- 7) Categorías de seguridad de las municiones.- se determinarán las categorías de seguridad de las municiones que se transportarán. La categoría del convoy será la más alta que se haya determinado. Siempre que se transporten municiones de categoría I se incrementará la seguridad física del convoy, para lo cual se debe solicitar un equipo de protección de convoy del Grupo Especial de Operaciones "Ecuador".
- 8) Organización del convoy.- un convoy que transporte municiones a gran escala estará conformado al menos por: sub-unidad de transporte, sub-unidad de seguridad, sub-unidad evacuación médica y sub-unidad de contraincendios.
- 9) Puntos de relevo y de control de tránsito.- el punto de relevo es el sitio planificado donde se realizará el cambio de conductores; mientras que los puntos de control de tránsito serán puntos en la carretera donde existen bifurcaciones, puentes, túneles, desvíos o impuestos en la panificación. Cuando se pase por estos puntos se informarán las novedades.
- 10) Velocidad máxima y distancia inter-vehicular.- la velocidad máxima siempre será menor a la establecida por la Ley de Tránsito y dependerá de las características de la ruta y de los vehículos. La distancia inter-vehicular no será mayor a 50 metros.
- 11) Coordinaciones: normalmente se realiza la coordinación con las unidades de inteligencia para que proporcionen seguridad velada. Para el transporte de municiones a gran escala se coordinará además con la Policía Nacional,

Cuerpo de Bomberos y servicios de emergencias (Cruz Roja, Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Hospitales).

- 12) Plan de emergencia.- detalla las acciones que se tomarán para enfrentar un accidente durante el movimiento. Da prioridad a la atención a las víctimas (heridos), su evacuación y al manejo de las municiones para que no generen un riesgo mayor.
- 13) Plan de contingencia.- el cual indica las acciones a seguir para continuar el transporte de las municiones hasta su destino luego de sucedido algún incidente o accidente.

Figura 20. Fotografía de un convoy de transporte de municiones que partió de la Base Aérea de Manta (tomada el 26 de septiembre de 2011).



Fuente: Unidad Ejecutora del Proyecto.

## CAPÍTULO VI

### ESTÁNDARES DE SEGURIDAD PARA EL CONTROL, VIGILANCIA Y MANTENIMIENTO DE MUNICIONES

#### 6.1. Inspección en la Gestión de Municiones

La inspección es la forma más rápida de evaluar el cumplimiento de los requisitos normativos en materia de seguridad de explosivos, la protección de la población y de los bienes del Estado frente a la exposición innecesaria a los riesgos relacionados con material explosivo.

Las inspecciones deben ser programadas periódicamente y en forma continua de tal forma que permitan tomar correctivos inmediatos y dar solución a los problemas detectados.

Para alcanzar una óptima seguridad en la gestión de municiones se requiere realizar la inspección física y visual de:

- Instalaciones destinadas para el almacenamiento y manejo de municiones:
  - Polvorines,
  - Maestranzas o centros de mantenimiento,
  - Laboratorios de análisis de la munición
- Medios de seguridad física:
  - Barreras (cerramientos, muros, cercas),
  - Dispositivos de seguridad (puertas, cerraduras, candados),
  - Dispositivos electrónicos (cámaras, detectores, radares, etc)
- Equipos de protección personal y colectiva
- Procedimientos de almacenamiento, transporte, vigilancia, mantenimiento y disposición final de las municiones.

El procedimiento más conveniente de recopilar información durante la realización de inspecciones es mediante la elaboración de listas de chequeo.

## 6.2. Control de las condiciones de almacenamiento de las municiones

Existen factores que causan el deterioro e incluso destrucción las municiones, por lo tanto debe mantenerse bajo control, porque no solamente que la pueden dejar fuera de servicio sino incrementar su peligrosidad. Estos factores son:

- Temperaturas extremas, sean estas muy elevadas o bajas,
- Cambios bruscos de temperatura durante el día,
- Humedad excesiva,
- Vibraciones, y:
- Golpes.

En el interior de las municiones los factores mencionados generan los siguientes efectos de deterioro de componentes:

Tabla 26. Factores de deterioro de las municiones y efectos.

| <b>Factores de deterioro</b>      | <b>Efectos en el interior de las municiones</b>              | <b>Tipo de deterioro</b> |
|-----------------------------------|--|--------------------------|
| Elevada temperatura               | Desprendimiento de adhesivos                                 | Químico                  |
|                                   | Agotamiento del estabilizador                                |                          |
|                                   | Derretimiento y flujo del material energético                |                          |
| Baja temperaturas                 | Fracturación o resquebrajamiento de los propelentes sólidos* | Químico                  |
|                                   | Extracción de elementos químicos                             |                          |
| Excesivo tiempo de almacenamiento | Envejecimiento de los componentes                            | Eléctrico                |

|                    |   |          |
|--------------------|---|----------|
| Golpes o vibración | Daño de los componentes                         |          |
| Elevada humedad    | Descomposición de anillos selladores y empaques | Mecánico |
|                    | Óxido   |          |
| Golpes o vibración | Desalineación de piezas                         |          |

\*La fracturación del propelente de un misil o cohete podría causar la explosión del mismo en lugar de la ignición de proyección.

Fuente: *Defense Treat Reduction Agency*.

Elaborado por: CAPT. Miguel Araque

Al igual que los alimentos, los componentes energéticos de las municiones se degradan con el tiempo, debido al deterioro de su estabilizador. La degradación del estabilizador hace que aumente el riesgo de auto-ignición del propelente. Las condiciones deficientes de almacenamiento pueden acelerar esta degradación, especialmente, una elevada temperatura promedio de almacenamiento.

De acuerdo a las normas internacionales de control de materiales energéticos que componen las municiones como la STANAG 4582, AOP-48 y otros estudios técnicos, se señala que las condiciones ambientales de almacenamiento de estos materiales deben ser controladas y registradas; además se indica que la temperatura ambiente que permite alcanzar el tiempo de vida útil de las municiones es de 25° C. Por otro lado, un eficiente almacenamiento de municiones depende también de las condiciones óptimas de humedad relativa.

Por lo expuesto, para asegurar la calidad de almacenamiento de las municiones es necesario registrar las condiciones de almacenamiento, para lo cual se contará con:

- Equipos electrónicos del subsistema de monitoreo de condiciones ambientales instalados en el interior de cada polvorín;

- Instrumentos de recolección de datos tipo DUMMY (en función del diseño original del contenedor original del contenedor), que permitirán registrar la temperatura y humedad, bajo las mismas condiciones de las municiones.

Los datos registrados serán almacenados en una base de datos históricos, los cuales para su interpretación podrán ser migrados a una tabla de EXCEL desde donde se podrán generar curvas térmicas de almacenamiento por polvorín. La información procesada permitirá predecir la vida útil de las municiones almacenadas y colaborar con la vigilancia de las municiones.

### **6.3. Vigilancia de municiones**

Como parte de un sistema de gestión integral de municiones y para garantizar las actividades inherentes que se realizan, es indispensable conocer y supervisar la calidad de las municiones desde que se reciben, durante su almacenamiento, transporte, manipulación y uso; hasta su disposición final.

La vigilancia de municiones es un método sistemático que tiene por objetivo “determinar la condición y estabilidad de los abastecimiento clase V de las Fuerzas Armadas (municiones convencionales, cohetes, misiles guiados) durante toda su vida útil, mediante la evaluación de sus propiedades, características y capacidad de rendimiento”.

Las actividades técnico-científicas que deben ser realizadas por personas formalmente entrenadas y certificadas para alcanzar el objetivo del sistema son:

- Inspección visual de las municiones;
- Desmontaje o desensamblado de la munición para análisis;
- Análisis físico para detectar alteraciones;
- Análisis químico de las pólvoras, propelentes, explosivos y pirotécnicos componentes de las municiones.

- Comprobación balística mediante pruebas dinámicas y de trayectoria.

La vigilancia determina la condición de las municiones, la cual obedece a su “vida útil” y a su “estabilidad”. El término “vida útil” está definido como el tiempo de duración en el cual una munición puede ser almacenada antes de que su rendimiento se degrade. La “estabilidad” es una calificación de la situación de las municiones que depende de sus características físicas y químicas, las cuales afectan la seguridad durante su almacenamiento, transporte y uso, por el riesgo de inflamación espontánea.

En forma general existe una relación inversamente proporcional entre el tiempo de almacenamiento de la munición y su estabilidad; ya que a medida que el tiempo de almacenamiento supera su vida útil, menor es su estabilidad.

La implementación de un programa de vigilancia de municiones permitirá:

- Detectar daños mecánicos producidos por la humedad (óxido) y golpes.
- Clasificar a las municiones de acuerdo a su condición de empleo.
- Determinar la estabilidad de los componentes químicos de los materiales energéticos de las municiones.
- Identificar defectos que permitan determinar el grado de seguridad o la situación de riesgo de las municiones para su almacenamiento, manipulación y transporte.
- Verificar el rendimiento energético de los propelentes dentro de los límites balísticos.
- Garantizar la confiabilidad (óptimo funcionamiento) de las municiones para su empleo en entrenamiento y combate, evitando fallas de tiro y accidentes.
- Determinar la efectividad de las municiones en el blanco, para asegurar el cumplimiento de su misión de combate.
- Predecir las características de envejecimientos de los materiales energéticos de forma de determinar el tiempo de vida útil restante de la munición.

- Identificar munición deteriorada la cual reviste un peligro mayor, para su aislamiento y posterior destrucción.

Finalmente, hay que indicar que el conocimiento de la condición real de las municiones que se encuentran en stock permitirá además planificar oportunamente la compra de la munición para reposición y consumo.

### **6.3.1. Grupos de condición de defectos aplicado en las Fuerzas Armadas Inglesas**

- 1) Crítico: defectos que afectan la seguridad en el almacenamiento, la manipulación, el transporte o el uso de las municiones;
- 2) Mayor: defectos que afectan el rendimiento (performance) de la munición y que requiere que sea tomada una acción de reparación;
- 3) Menor: defectos que no afectan la seguridad o el rendimiento de la munición, pero son de tal naturaleza que la munición no debería ser distribuida antes de que hayan sido tomadas acciones de reparación;
- 4) Insignificante: cualquier defecto que no está dentro de las categorías anteriores pero que podrían deteriorar la munición si no es tomada una acción de reparación;
- 5) Técnico: cualquier defecto que requiere una investigación técnica adicional.

### **6.3.2. Condición de las municiones**

Las municiones pueden deteriorarse o llegar a dañarse si su almacenamiento, manejo y transporte se lo ha realizado inadecuadamente. Como resultado de aquello, las municiones pueden presentar fallas en su funcionamiento, aumentando la peligrosidad en su manipulación y empleo. En base a lo

enunciado radica la importancia relevante de realizar eficientemente las actividades de Gestión de Municiones de acuerdo con las mejores prácticas.

Para definir el grado de funcionalidad y confiabilidad de las municiones almacenadas en un Depósito y reconocer cualquier restricción sobre su uso, es imprescindible que se establezca su verdadero estado para que posteriormente sean clasificadas por su condición física y química.

Las Fuerzas Armadas con mayor experiencia en el mundo luego de realizar la determinación del nivel de condición de las municiones proceden a clasificarlas o codificarlas para dar a conocer su situación así como la posibilidad de su empleo en condiciones seguras.

### **6.3.3. Clasificación de la condición de las municiones empleada en las Fuerzas Armadas Inglesas**

La siguiente clasificación depende de la condición física y química de las municiones:

Condición A: Existencias utilizables disponibles para el empleo.

Condición B: Existencias restringidas para su uso pendiente a investigación técnica

- B1 – Manejo y movimiento irrestricto o ilimitado;
- B2 – Sujeto a restricción de manejo y movimiento;
- B3 – Aplicable a cierto lote y números de lote únicamente;
- B4 – Vida útil expirada.

Condición C: Existencias no disponibles para el empleo, pendiente de inspección técnica, reparación, modificación o prueba.

- C1 – Proceso o reparación menor requerida;
- C2 – Proceso o reparación mayor requerida;
- C3 – A la espera de inspección únicamente;

C4 – A la espera de proceso de manufactura o reparación.

Condición D: Existencias dispuestas para disposición final

D1 – Existencias excedentes pero útiles;

D2 – Existencias fuera de servicio.

#### **6.3.4. Códigos de condición de las municiones aplicado en las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos de América**

Los códigos de condición de las municiones (CCM) son letras individuales que clasifican las existencias de las municiones. Cada CCM identifica el grado de funcionalidad, condición e integridad (preparación para distribución y uso):

CCM A – Utilizable, en servicio (Distribución sin calificación)

Pertrechos nuevos, usados, reparados o reacondicionados que son utilizables y distribuibles a todas las unidades usuarias sin limitaciones o restricciones. Este código incluye pertrechos con más de seis meses de vida útil restante.

CCM B – Utilizable, en servicio (Distribución con calificación)

Pertrechos nuevos, usados, reparados o reacondicionados que son utilizables y distribuibles para su propósito y efecto práctico; no obstante, su distribución es restringida a unidades específicas, actividades o áreas geográficas por razones de su limitada utilidad o corta expectativa de vida útil. Este código incluye pertrechos con una vida útil restante de tres a seis meses.

CCM C – Utilizable, en servicio (Prioridad de distribución)

Ítems que son servibles y distribuibles a usuarios seleccionados, pero que deben ser distribuidos antes que el material de condiciones A y B, para evitar su pérdida como activos útiles. Incluye pertrechos con menos de tres meses de vida útil restante.

CCM D – Utilizable, en servicio (Prueba/Modificación)

Pertrechos utilizables que requieren prueba, alteración, modificación, conversión o des-ensamblaje. Este código no incluye los ítems que deben ser inspeccionados o probados inmediatamente antes de su distribución.

CCM E – No utilizable, fuera de servicio (Reparación limitada)

Pertrechos que implican realizar únicamente un gasto o esfuerzo limitado para recuperar su condición utilizable de empleo, la cual es alcanzada en el Depósito donde es stock esté localizado. El mantenimiento menor es exterior alrededor de la munición. Incluye todas las reparaciones de la superficie externa y reparación o reemplazo del embalaje, empaque, paletización o marcación.

CCM F – No utilizable, fuera de servicio (Reparable)

Pertrechos económicamente reparables, que requieren reparación, puesta a punto o reacondicionamiento. Un mantenimiento mayor de ellos usualmente requiere el reemplazo de parte de los componentes del ítem o su modificación.

CCM G – No utilizable, fuera de servicio (Incompleta)

Pertrechos que requieren partes o componentes adicionales para su completamiento total antes de su distribución.

CCM H – No utilizable, fuera de servicio (Descartada)

Pertrechos que han sido catalogados como fuera de servicio y de los que no se encuentra una solución para su reparación. Este código incluye pertrechos cuya reparación es económicamente inviable.

CCM J – Suspendido (En stock)

Pertrechos en existencias cuya distribución y uso han sido suspendidas en espera de una clasificación de su condición o análisis, cuando la verdadera condición se desconoce.

**CCM K – Suspendido (De retorno)**

Pertrechos retornados desde los usuarios y a la espera de su clasificación de condición. Incluye ítems identificados por número de lote y nombre del ítem, pero cuya condición no ha sido examinada. Los lotes en este código serán inspeccionados y apropiadamente clasificados acorde a la normativa.

**CCM L – Suspendido (En litigio)**

Pertrechos mantenidos como pendientes por litigio o negociación con contratista.

**CCM M – Suspendido (En trabajo)**

Material identificado en el registro de control de inventarios, el cual ha sido entregado a una instalación de mantenimiento para su tratamiento.

**CCM N – (Apta para uso de emergencia en combate)**

Lotes de municiones suspendidos para su distribución excepto para el uso de emergencia en combate.

**CCM P – No utilizable, fuera de servicio (Para reciclaje)**

Material determinado como fuera de servicio cuya reparación es inviable económicamente debido a una inspección física, desmantelamiento o decisión de ingeniería, que contiene componentes y partes que pueden ser recicladas o reutilizadas.

#### **6.4. Mantenimiento de las municiones**

El mantenimiento es una actividad muy específica a cada tipo de municiones que requiere de la utilización de maquinarias, equipos y stock de herramientas adecuadas para realizar las reparaciones necesarias.

El mantenimiento de las municiones se lo realizará en una instalación denominada maestranza, la cual será específicamente diseñada y construida para este fin, en tal virtud, ninguna munición podrá ser modificada, reacondicionada o recuperada en el interior de un polvorín, a menos que éste se encuentre totalmente vacío y se cuente con la autorización respectiva para aquello.

Para las actividades de mantenimiento se emplearan herramientas de madera, bronce o con revestimiento especial, las cuales no deben producir chispas en condiciones normales; los equipos serán neumáticos o eléctricos con especificación de seguridad intrínseca. Es por ello que las herramientas o equipos que por su material, encendido o funcionamiento puedan causar chispas por ningún motivo serán empleadas para la manipulación, desmontaje o reparación de las municiones.

El personal encargado del mantenimiento de municiones deberá estar calificado para cada una de las tareas que debe realizar; además, durante la ejecución de su trabajo usarán prendas y equipos de protección personal, al menos las establecidas para personal asignado al almacenamiento de municiones.

## **CAPÍTULO VII**

### **ESTÁNDARES DE SEGURIDAD PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE MUNICIONES**

#### **7.1. Consideraciones generales**

El ciclo de vida de las municiones inicia con la compra de las mismas y termina cuando son disparadas, lanzadas o cuando una vez cumplido su tiempo de vida útil, se verifica su falta de estabilidad. En tiempo de paz no todas son disparadas o lanzadas, ya que solamente un porcentaje es destinado a prácticas y entrenamiento, permitiendo tener en stock una cantidad adecuada para reaccionar frente a un conflicto armado.

A pesar contar con un sistema efectivo de gestión de municiones siempre existirá un remanente de municiones que no habrá sido empleado en entrenamiento ni operaciones, por lo que una vez determinada su condición, deberá pasar a su disposición final.

La selección de la técnica más eficiente, económica y amigable con el medio ambiente para la disposición final de municiones depende de los siguientes factores:

- 1) La prioridad y urgencia de su destrucción,
- 2) La condición de estabilidad de las municiones,
- 3) El tipo y cantidad de municiones,
- 4) La disponibilidad de información técnica de las municiones,
- 5) El potencial impacto al medio ambiente;
- 6) La capacidad en términos de infraestructura, equipamiento, tecnología y personal capacitado.

## **7.2. Requerimientos generales para la seguridad y prevención de accidentes**

El personal involucrado directa o indirectamente en operaciones de disposición final de municiones deberá estar entrenado en seguridad de explosivos y será capaz de reconocer los peligros inherentes a los explosivos.

Cuando una condición anormal ha sido detectada y existe ausencia de procedimientos para solventar dicha condición, el trabajo será suspendido y se requerirá de la dirección técnica calificada antes de continuar la operación.

Algunas municiones son difíciles de explotar en comparación con otras, por lo tanto, después de cada detonación deberá realizarse un barrido de área para localizar algún material que no haya sido detonado.

La prevención del fuego es una parte integral de cualquier operación de disposición final de municiones, en tal virtud, hasta que no se hayan tomado todas las medidas de prevención y protección contra el fuego, dichas operaciones no podrán ser conducidas. Estas medidas incluyen la evaluación de riesgo de incendio, la presencia del equipo de combate al fuego y la coordinación con el Cuerpo de Bomberos de la localidad.

La máxima cantidad de explosivos que puede ser dispuesta finalmente al mismo tiempo incluirá el peso neto de explosivo de los items más el peso de las cargas de demolición. Cada sitio de disposición final deberá especificar el límite, el cual no deberá ser excedido, a fin de que las distancias de seguridad no sean violadas.

## **7.3. Detonación a cielo abierto**

La detonación a cielo abierto es un método de destrucción de municiones muy empleado en varios países del mundo, especialmente por su facilidad de ejecución y relativo bajo costo.

En este método, las municiones son agrupadas en un sitio específico, posteriormente son colocadas cargas explosivas de demolición cebadas generalmente con cordón detonante. El objetivo que se busca conseguir es que una vez que detonen cargas de demolición lo hagan por simpatía las municiones, por tal razón, es factible para municiones que contengan un elevado peso neto de explosivo.

Las consideraciones de seguridad para la realización de la detonación a cielo abierto son:

- 1) Participación de personal altamente entrenado y competente en detonaciones controladas, equipado con prendas de protección personal;
- 2) Contar con cargas y accesorios de demolición apropiados;
- 3) Contar con dos medio de comunicaciones para establecer el enlace entre el personal de demoliciones y el puesto de mando (edificio administrativo);
- 4) Disponer de un sitio de destrucción amplio y que cuente con un área de seguridad para contener los efectos de la onda explosiva y los fragmentos;
- 5) Establecer un peso neto de explosivo máximo a destruir;
- 6) Asegurar el perímetro de seguridad antes, durante y después de las detonaciones;
- 7) Izar una bandera roja durante la realización de las operaciones, hasta que haya concluido el barrido posterior y hayan cesado las operaciones;
- 8) Un equipo de contraincendios estará presente en la escena para combatir los fuegos que puedan iniciar debido a las operaciones (motobomba);
- 9) Un kit de primeros auxilios estará presente durante todas las operaciones (ambulancia);

- 10) Efectuar un barrido posterior a las detonaciones, para verificar que no hayan quedado municiones no explotadas o fragmentos peligrosos;
- 11) Se debe comunicar que existe una restricción de vuelo de aeronaves sobre el sitio de destrucción de al menos 200 metros de altitud.

Para limitar el alcance de los fragmentos y mitigar el ruido, deberá ser usado un foso de al menos 1,22 metros de profundidad, para allí colocar las municiones y luego de cebadas las cargas, recubrir todos los ítems con al menos 0,61 metros de tierra. Para conseguir un efecto superior, se podrá colocar un recubrimiento pesado de caucho elaborado con llantas usadas.

#### **7.4. Incineración a cielo abierto**

Este método se emplea principalmente para destruir propelentes y compuestos pirotécnicos al granel. Esta técnica también es apropiada para destruir bajos explosivos en pequeñas cantidades ya que la combustión de grandes cantidades podría derivar en una explosión total.

Para evitar el contacto directo con el suelo y evitar filtraciones de contaminantes hacia el nivel freático se deberá realizar la incineración sobre una plataforma o cubeta de hormigón la cual estará cubierta por una cama de 10 centímetros de arena para soportar las altas temperaturas, además deberá tener las dimensiones suficientes para retener los residuos de la combustión.

Las consideraciones de seguridad para realizar incineración a cielo abierto son:

- 1) Personal capacitado equipado con prendas de protección personal;
- 2) Contar con un equipo de contraincendios y un kit de primeros auxilios;
- 3) Asegurarse que el material por incinerar sea dispersado hasta llegar a un espesor máximo de 7.5 centímetros.

## CAPÍTULO VIII

### SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN LA GESTIÓN DE MUNICIONES

#### 8.1. Contexto general

La Seguridad y Salud Ocupacional es un tema de reciente aplicación en las Fuerzas Armadas Ecuatorianas, por cuanto anteriormente era gestionada únicamente mediante normas reglamentarias que se exigían en la realización de las diferentes actividades castrenses.

A finales del 2011, el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas crea dentro de su organización la Dirección de Seguridad, Salud y Ambiente, la cual actualmente se encuentra planificando las estrategias para implementar una política de seguridad , salud ocupacional y medio ambiente, de cumplimiento obligatorio de las unidades de las tres ramas de las Fuerzas Armadas.

En razón de su reciente creación, dicha organismo directivo de Fuerzas Armadas no cuenta con los estudios relativos a la seguridad y salud ocupacional. No obstante de aquello, en el ámbito de la gestión de las municiones, la Unidad Ejecutora del Proyecto "Protección y Seguridad de la Población Civil en el Almacenamiento y Manejo de Municiones y Explosivos de Fuerzas Armadas" orientó esfuerzos para que el diseño de las instalaciones y el equipamiento de los Depósitos Conjuntos de Municiones cumplan las exigencias relativas al tema.

El Instituto de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas (ISSFA) protege la seguridad laboral de todos sus afiliados mediante la prestación del seguro de accidentes profesionales, el cual se efectiviza cuando el militar se discapacita de manera total o parcial en actos de servicio, por enfermedad profesional o a consecuencia del desempeño de sus actividades profesionales habituales. Sin embargo, a diferencia del IESS no cuenta con una Dirección de Riesgos del Trabajo, por lo cual trabaja en coordinación con la Dirección de Seguridad, Salud y Ambiente del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.

Es importante considerar que incluso la más óptima gestión de las municiones implica convivir con un riesgo aceptable, en tal virtud, será necesario aplicar una metodología conocida como Planificar-Hacer-Verificar-Actuar, que mediante un proceso sistemático y continuo permitirá identificar los riesgos laborales, evaluarlos y posteriormente implementar programas de control que establezcan acciones preventivas y correctivas.

Para garantizar la integridad y salud del personal militar que labore en los depósitos conjuntos de municiones, es indispensable implementar un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional, cuya finalidad será proteger a los operarios de los efectos nocivos de los accidentes o incidentes que pudieran ocurrir durante las operaciones de transporte, almacenamiento y manejo de municiones y explosivos; además, reducir la incidencia de enfermedades laborales.

## **8.2. Políticas de seguridad y salud ocupacional**

La Dirección de Logística del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas será el organismo responsable de emitir y actualizar las políticas y directrices que normen el funcionamiento de cada uno de los depósitos conjuntos de municiones, incluidas aquellas relacionadas con la prevención de riesgos, la seguridad y la salud ocupacional.

Complementariamente, la Dirección de Seguridad, Salud y Ambiente del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas permanentemente realizará la supervisión del cumplimiento de las directrices y de la ejecución de los planes elaborados para incrementar las condiciones de seguridad.

Las políticas redactadas y clasificadas en directrices, estrategias y acciones serán documentadas y estarán a disposición de todos los interesados, además, serán comunicadas a todos los miembros que laboren en los depósitos conjuntos de municiones y serán revisadas anualmente.

### **8.2.1. Directrices, estrategias y acciones de seguridad y salud ocupacional**

- 1) Limitar la exposición del mínimo número de personas, por el mínimo tiempo y a la mínima cantidad de municiones y explosivos; consistente con las operaciones seguras y eficientes.<sup>9</sup>
- 2) Cumplir estrictamente las normas técnicas establecidas para el manejo, almacenamiento, transporte, mantenimiento y disposición final de las municiones y explosivos.
  - a) Estandarización de las normas de almacenamiento de municiones.
    - Elaboración del manual técnico de almacenamiento de municiones.
  - b) Estandarización de los procedimientos de operación de cada uno de los depósitos conjuntos de municiones
  - c) Señalización de seguridad en todas las instalaciones destinadas para la gestión de municiones.
    - Colocación de señales y símbolos de seguridad conforme a la norma INEN 439. Señales de: obligación, prohibición, advertencia y seguridad.
    - Colocación de símbolos que identifiquen la clasificación por la peligrosidad de las municiones (acorde al Sistema de Identificación y Clasificación de las ONU para explosivos) e identificación de grupos de compatibilidad de almacenamiento mixto.
    - Cada polvorín dispondrá en su interior de la información del peso neto explosivo total almacenado y diagrama del plan de almacenamiento.
    - Demarcación del interior de los polvorines acorde a las mejores prácticas de almacenamiento.

---

<sup>9</sup> Tomado y traducido de la DoD Directive 6055.9

- Clara identificación de extintores, hidrantes, rutas y salidas de escape.
  - Todas las instalaciones que posean más de una puerta de salida dispondrán de un plano de evacuación, este plano será reproducido y sus copias colocadas en sitios de la instalación donde sean plenamente visibles para los operarios y visitantes.
- d) Supervisión permanente de las actividades relacionadas con la gestión de municiones
- Determinar condiciones seguras de operación mediante el uso de listas de chequeo.
  - Verificación diaria del inventario y de las condiciones de las municiones almacenadas o transportadas.
  - Realizar inspecciones semanales del cumplimiento de las normas técnicas de almacenamiento de municiones.
- 3) Establecer medidas y controles para evitar las condiciones inseguras de trabajo.
- a) Mantener los vehículos, equipos y maquinarias en las mejores condiciones de uso.
- Planificar y efectuar el mantenimiento periódico de vehículos, equipos y maquinarias.
  - Realizar inspecciones de vehículos, equipos y maquinarias, previo a su operación.
- b) Procurar la operación segura de los montacargas
- Verificar que los operadores de los montacargas cuenten con una certificación que acredite una capacitación específica de operación.

- Elaborar las normas de operación de los montacargas y verificar su cumplimiento.
  - c) Registrar y documentar todos incidentes y accidentes ocurridos y realizar la investigación de los mismos.
  - d) Mantener todas las instalaciones limpias y ordenadas.
  - e) Efectuar permanentemente inspecciones de seguridad para identificar situaciones o condiciones peligrosas.
- 4) Promover la cultura de seguridad y salud ocupacional en todas las actividades.
- a) Desarrollar campañas de sensibilización sobre prevención de riesgos, seguridad y salud ocupacional, dirigidas a todo el personal de los depósitos de municiones.
  - b) Establecer la obligatoriedad del uso de equipos y prendas de protección personal.
    - Implementar un programa de dotación de equipos y prendas de protección personal.
    - Elaborar un registro de dotación de equipos y prendas de protección personal.
    - Capacitar sobre el uso correcto de equipos y prendas de protección personal.
    - Controlar el uso de equipos y prendas de protección personal.
    - Normalizar los equipos y prendas de protección personal.
- 5) Capacitación permanente del personal de los depósitos conjuntos de municiones en seguridad y salud ocupacional
- a) Elaborar y ejecutar un plan de capacitación anual sobre seguridad y prevención de riesgos.

- b) Realizar prácticas y simulacros.
- c) Desarrollar material didáctico específico sobre seguridad y salud ocupacional en tareas de gestión de municiones.

### **8.3. Planificación**

#### **8.3.1. Identificación, evaluación y control de riesgos**

La identificación y evaluación de los riesgos laborales que pueden presentarse durante los procesos de gestión de municiones es el punto de partida para la planificación de la gestión de seguridad y salud ocupacional. Para lo cual se cumplirá la siguiente metodología de 3 etapas:

- 1) Obtención de información e identificación de los peligros y riesgos potenciales que se presentan en las labores de gestión de municiones:

De cada uno de los macro-procesos, especialmente de los fundamentales o agregadores de valor se obtendrá la siguiente información:

- a) Procesos
- b) Actividades que se realizan como parte de cada proceso.
- c) Lugares de trabajo y sus condiciones.
- d) Carga laboral:
  - Personal involucrado
  - Tiempos de trabajo
- e) Procedimientos que se realizan:
  - Equipos, máquinas y herramientas empleados
  - Materiales y sustancias utilizadas
- f) Identificación de los peligros

2) Análisis de riesgos referido. Evaluación y categorización de los riesgos:

La información obtenida en la etapa anterior deberá ser analizada y procesada mediante los siguientes pasos:

a) Identificación y clasificación del riesgo laboral:

- Riesgos químicos
- Riesgos físicos
- Riesgos psicosociales
- Riesgos ergonómicos
- Riesgos medioambientales

b) Estimación de las consecuencias

c) Estimación de la vulnerabilidad

d) Estimación de la frecuencia

e) Evaluación y categorización de los riesgos mediante el método básico y el método FINE.

f) Elaboración de la matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos

Es importante tomar en cuenta que el proceso de identificación y evaluación de los riesgos debe ser continuo y permanente, en tal virtud, debe ser actualizado por lo menos una vez cada 4 meses o cuando cambien las condiciones de las actividades que se ejecutan.

3) Control de los riesgos

Implementar un conjunto de acciones para eliminar y/o controlar los riesgos que se hayan detectado. Las acciones tomadas para el control de los

riesgos y su urgencia de adopción estarán acorde al nivel de riesgo y al número de posibles afectados.

### **8.3.2. Requisitos legales**

Como parte de los deberes y derechos ciudadanos consagrados en la Constitución de la República del Ecuador se considera en el artículo 32 el derecho a la vida y a la integridad física, psíquica y moral como un derecho fundamental. De forma paralela, en cuanto a la política social y económica, se establece el deber que tiene el estado de velar por la salud "cuya realización se vincula a otros derechos, entre ellos.... el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir", artículo 32.

Como un principio al derecho al trabajo y al derecho que tienen los trabajadores a su seguridad y salud, la Constitución indica en el artículo 326.5 "Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar".

### **8.3.3. Objetivos y metas**

#### 1) Objetivo General

Reducir la posibilidad de afectación al personal militar que realiza actividades de gestión de municiones, mediante el desarrollo e implementación de un efectivo sistema de prevención de riesgos, seguridad y salud ocupacional.

#### 2) Objetivos Específicos

- a) Identificar los peligros que se pueden presentar en la ejecución de cada uno de los procesos y actividades inherentes a la gestión de municiones.

- b) Evaluar los riesgos laborales que se generan durante las actividades de gestión de las municiones.
- c) Determinar acciones preventivas y correctivas para minimizar o eliminar riesgos laborales.
- d) Crear las condiciones para la implementación del estándar OHSAS 18001:2007 (Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo) y permitir su posterior certificación.

### 3) Metas

- a) Fomentar una cultura de seguridad en el 100% del personal que cumple funciones en los depósitos conjuntos de municiones, mediante la difusión de las mejores prácticas en el manejo de municiones y el cumplimiento de las medidas de seguridad.
- b) Establecer los estándares de protección que deben alcanzar el 100% de la indumentaria y equipo de protección individual que serán entregados al personal del depósito.
- c) Reducir a 0 el número de casos de enfermedades laborales adquiridas por las actividades de gestión de municiones.
- d) Reducir a 0 el número de casos de accidentes de trabajo producidos por equipos, herramientas y maquinarias utilizadas en las actividades de gestión de municiones.
- e) En el plazo de 2 años alcanzar la certificación OHSAS 18001.
- f) En el plazo de 1 año, capacitar formalmente en seguridad integral al menos al 30% del personal que cumple actividades del macro-proceso “almacenamiento y manejo de municiones y explosivos”.

## **8.4. Implementación y operación**

### **8.4.1. Funciones, responsabilidad y autoridad**

Tabla 27. Procesos, funciones y tareas relacionadas con la seguridad y riesgos laborales.

| PROCESO            |  | FUNCIÓN  | TAREAS RELACIONADAS CON LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE SEGURIDAD Y CONTROL DE RIESGOS  |
|--------------------|--|--|--|
| GOBERNANTE         | COMANDO, DIRECCIÓN EJECUTIVA Y PLANIFICACIÓN       | Comandar el Depósito Conjunto de Municiones en forma eficiente y eficaz.                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Supervisar el cumplimiento de las políticas de seguridad y salud ocupacional.</li> <li>• Legalizar los documentos relacionados con la seguridad y salud ocupacional.</li> <li>• Desarrollar y verificar la implementación de las acciones preventivas y correctivas de seguridad</li> </ul> |
| AGREGADOR DE VALOR | ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MUNICIONES Y EXPLOSIVOS | Comandar directamente al personal encargado del manejo y almacenamiento de municiones                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que las actividades de gestión de municiones se realicen en cumplimiento a los estándares de seguridad y salud ocupacional.</li> <li>• Supervisar que las señales de seguridad se encuentren convenientemente instaladas.</li> </ul>  |
|                    |  | Realizar las labores de manejo y almacenamiento de municiones.                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeccionar los equipos y maquinarias antes de su operación.</li> <li>• Verificar permanentemente el cumplimiento del almacenamiento por grupos de compatibilidad de almacenamiento (actualizar el Plan de Almacenamiento por polvorín).</li> </ul>  |
| HABILITANTE        | GESTIÓN LOGÍSTICA Y ADMINISTRATIVA                 | Planificar y ejecutar las funciones administrativas y logísticas del Depósito Conjunto de Municiones | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestionar la adquisición y reposición de prensas y equipos de protección personal y colectiva.</li> <li>• Planificar el mantenimiento periódico de instalaciones, vehículos, maquinarias y equipos.</li> </ul>  |

|  |  |  |
|--|--|--|
| <p style="text-align: center;">GESTION DE<br/>INVENTARIOS<br/>DE MUNICIONES</p>    | <p style="text-align: center;">Elaborar y actualizar los inventarios de municiones en forma precisa y confiable.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informar si existiere una condición de riesgo de las municiones acorde a sus datos de caducidad.</li> <li>• Conforme a los inventarios determinar que en cada polvorín no se exceda el límite de Peso Neto de Explosivo.</li> </ul>   |
| <p style="text-align: center;">SEGURIDAD FÍSICA E INDUSTRIAL</p>                   | <p style="text-align: center;">Operar el sistema integral de seguridad electrónica del Depósito Conjunto de Municiones</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observar e informar el incumplimiento de normas de seguridad.</li> <li>• Dar la alarma oportuna cuando se detecte la ocurrencia de un incidente u accidente.</li> </ul>   |
|  | <p style="text-align: center;">Realizar labores de combate de incendios, proporcionar los primeros auxilios a heridos</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar el plan de evacuación.</li> <li>• Combatir incendios, si es el caso de verse involucrada munición, conforme la división por la peligrosidad.</li> <li>• Montar la zona de triaje de víctimas.</li> <li>• Efectuar el rescate de víctimas.</li> <li>• Proporcionar los primeros auxilios a los heridos.</li> <li>• Realizar la capacitación y prácticas o simulacros.</li> <li>• Planificar el equipamiento de contra incendios y su renovación.</li> </ul> |
| <p style="text-align: center;">TRANSPORTES</p>                                     | <p style="text-align: center;">Conduce vehículos ligeros y de transporte de personal con seguridad</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplir las normas de seguridad.</li> <li>• Inspeccionar los vehículos antes de su operación.</li> <li>• Colaborar en la ejecución del plan de evacuación.</li> </ul>   |
| <p style="text-align: center;">GESTIÓN DE<br/>INFORMÁTICA Y<br/>COMUNICACIONES</p> | <p style="text-align: center;">Materializar el enlace de comunicaciones de voz y datos entre el Depósito Conjunto y el CC.FF.AA. y las Fuerzas y habilitar los sistemas informáticos</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener el enlace permanentemente cuando se suceda una crisis.</li> <li>• Elaborar y actualizar permanentemente las IEC.</li> <li>• Tener actualizado el listado de los teléfonos importantes.</li> </ul>  |

### **8.4.2. Competencia, formación y toma de conciencia**

#### 1) Selección del Personal

El personal que cumpla funciones en cada uno de los depósitos conjuntos de municiones deberá ser minuciosamente seleccionado de acuerdo a un perfil profesional y en base a competencias profesionales, cumpliendo los siguientes requisitos:

- a) Ser seleccionado por cada Fuerza para presentarse como candidato a ocupar vacantes en el depósito de municiones, en base al cumplimiento de un perfil profesional;
- b) Evaluación de la ficha de antecedentes personales;
- c) Ser declarado idóneo luego de rendir el examen psicológico;
- d) Aprobar la entrevista de selección (prueba del polígrafo);
- e) Aprobar el examen físico – médico pre-ocupacional. (Test de Drogas).

#### 2) Entrenamiento

Cada depósito conjunto de municiones elaborará un programa de capacitación anual con el propósito de mejorar los procedimientos e incrementar las competencias profesionales, a fin de reducir los riesgos e incrementar la seguridad, esta capacitación tendrá un carácter específico de acuerdo a las funciones y tareas respectivas.

Como parte de la capacitación es necesario considerar que el personal debe disponer de una de la certificación que avale su aptitud para la operación de una maquinaria y/o equipo antes de operarla(o).

#### 3) Competencias

Semestralmente se montarán evaluaciones al personal de cada depósito conjunto de municiones, a fin de determinar el nivel de conocimientos y habilidades generales que poseen para el cumplimiento de sus funciones y

tareas relacionadas con la implementación de un sistema de seguridad y salud.

Se elaborará un registro que archive los resultados de las evaluaciones.

### **8.4.3. Comunicación**

- 1) La comunicación interna entre todos los miembros del depósito conjunto de municiones será directa; verticalmente, en primera instancia con el jefe inmediato y en segunda con el comandante del depósito.
- 2) Implementación de las comunicaciones durante una emergencia y crisis
  - a) Nombramiento de un portavoz oficial;
  - b) Considerar la posible sucesión del portavoz;
  - c) Elaborar comunicados oficiales en base a coordinaciones con el equipo de gestión integral de riesgos;
  - d) Considerar mejorar el estado de ánimo de las personas indicando las acciones realizadas y el apoyo de los organismos calificados;
  - e) En base a los planes priorizar la información;
  - f) Nunca difundir información no confirmada, dudosa y peor falsa;
  - g) Clasificar la información de acuerdo al receptor, la prioridad de la emisión y la seguridad (compartimentación de la información);
  - h) Cumplimiento de las instrucciones para la explotación de las comunicaciones (nominativos, frecuencias, instrucciones);
  - i) Restablecer los canales de comunicaciones.

#### **8.4.4. Documentación**

- 1) Elaboración, reproducción y distribución de los ejemplares de la política y los objetivos del sistema de prevención de riesgos laborales, seguridad y salud ocupacional.
- 2) Registro de las dotaciones entregadas de prendas y equipos de protección personal.
- 3) Notificación de los incidentes y accidentes ocurridos.
- 4) Plan de emergencia

Es una guía diseñada previamente de las actividades que deben realizar los miembros de cada depósito conjunto de municiones para la protección de las personas, el medio ambiente y los activos, facilitando la coordinación de los participantes en las acciones de rescate de personas, manejo de impacto ambiental y protección de activos.

El plan de emergencia debe considerar los siguientes sub-planes:

- a) Plan de evacuación;
- b) Plan de rescate;
- c) Plan de atención médica.

Para su elaboración deben ser tomadas en cuenta: las políticas, estrategias, estructura, procesos, procedimientos, tareas, y recursos; además considerar su finalidad de alcanzar un compromiso para proteger la vida y la integridad de las personas.

- 5) Planes de contingencia

Conjunto de procedimientos establecidos para garantizar la continuidad operativa de los procesos críticos de cada uno de los depósitos conjuntos de municiones, en base de un análisis de los riesgos que podrían

afectarlos; de tal forma de continuar realizando las tareas establecidas y seguir alcanzando los objetivos.

Debe considerar la conformación de un centro de control de contingencia, identificando claramente el jefe de contingencia. Como parte de su planificación se debe tomar en cuenta que el centro de control deberá poseer al menos la siguiente información: datos sobre el sistema de comunicaciones, planos de las instalaciones, una guía de teléfonos importantes actualizada y los planes de emergencias y contingencias.

#### **8.4.5. Control de documentos**

- 1) Los documentos estarán debidamente legalizados con la firma de los responsables, así:
  - Persona que elaboró el documento;
  - Persona que lo revisó;
  - Persona que lo supervisó.
- 2) Los documentos se conservarán en archivadores clasificados de acuerdo a su tipo.
- 3) Cada archivador estará plenamente identificado y contendrá el índice de su contenido.
- 4) El medio digital se considerará como medio de soporte adicional obligatorio de todos los documentos.
- 5) Aquellos documentos que deban ser conocidos por los miembros de los depósitos de municiones serán reproducidos y distribuidos.

#### **8.4.6. Control operacional**

1) Seguimiento y monitoreo del proceso de gestión de seguridad y salud ocupacional:

Mensualmente el comando del depósito conjunto de municiones presentará a la Dirección de Seguridad, Salud y Ambiente del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas un informe sobre la seguridad y salud ocupacional, en donde se identificarán las condiciones inseguras detectadas y las acciones tomadas.

Trimestralmente se realizará inspección a las labores de gestión de municiones y gestión de riesgos en cada uno de los depósitos conjuntos de municiones, siendo realizada por una comisión mixta conformada por un Oficial del Departamento de Control y Evaluación de la Dirección de Logística del CC.FF.AA. y un delegado de la Dirección de Seguridad, Salud y Ambiente del CC.FF.AA.

2) Implantación, prueba y mantenimiento de planes

a) Los planes serán instituidos una vez que hayan sido difundidos a todo el personal que cumple actividades de gestión de municiones.

b) Los planes deben ser revisados y/o actualizados periódicamente, especialmente luego de los siguientes eventos:

- Simulacros y situaciones reales;
- Cambios en la organización;
- Cambios en el ambiente operacional del Depósito;
- Nuevas políticas o requerimientos legales regulatorios.

c) Puesta en marcha del plan de emergencias

El plan de emergencias iniciará desde el momento en que se dé la alarma; para su ejecución se deberá establecer un centro de comando.

Considerará realizar la posterior evaluación de daños privilegiando el trabajo técnico mediante la utilización de listas de chequeo.

Es importante que se realicen prácticas y simulacros del plan, a fin de preparar al personal, detectar fallas y realizar una mejora continua.

#### **8.4.7. Preparación y respuesta ante emergencias**

##### 1) Tipos de emergencias

###### a) Emergencia grado 1

- Aquella en la cual no se suspenden las actividades.
- No necesita la intervención total de las funciones de emergencia.

###### b) Emergencia grado 2

- Aquella en la cual se suspenden las actividades.
- No necesita la intervención inmediata de las funciones de emergencia.

###### c) Emergencia grado 3

- Aquella en la cual se suspenden las actividades.
- Requiere de la intervención inmediata y total de las funciones de emergencia.

##### 2) Preparación para emergencias

Mensualmente se realizarán simulacros para enfrentar diferentes amenazas que pudieran poner en riesgo al personal, los equipos y las instalaciones de cada depósito conjunto de municiones, de tal forma de conocer el grado de alistamiento del personal frente a:

###### a) Incendio (I);

- b) Ataque (A);
- c) Sabotaje (S);
- d) Explosión accidental de municiones almacenadas, transportadas, en mantenimiento o previo a su disposición final (E).

El cronograma de ejecución de los simulacros será como se muestra a continuación:

| <b>Mes</b>    | <b>Enero</b> | <b>Febrero</b> | <b>Marzo</b> | <b>Abril</b> | <b>Mayo</b> | <b>Junio</b> |
|---------------|--------------|----------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| <b>Riesgo</b> | I            | A              | S            | E            | I           | A            |

| <b>Mes</b>    | <b>Julio</b> | <b>Agosto</b> | <b>Sept.</b> | <b>Oct.</b> | <b>Noviem.</b> | <b>Diciem.</b> |
|---------------|--------------|---------------|--------------|-------------|----------------|----------------|
| <b>Riesgo</b> | S            | E             | I            | A           | S              | E              |

Se deberá tomar en cuenta que durante los simulacros de incendios se vaciarán los extintores requeridos.

- 3) Respuesta ante las emergencias:
  - a) Acciones operativas iniciales;
  - b) Evacuación por completo de los ocupantes de las instalaciones;
  - c) Atención médica de emergencia;
  - d) Rescate de personas;
  - e) Apoyo logístico a los grupos de emergencia.
- 4) Procedimientos ante emergencias:
  - a) Dar la alarma;
  - b) Notificar a las funciones de emergencia y a los organismos de socorro externos (de ser el caso);
  - c) Constituir el centro de control de emergencias;

- d) Implantar el puesto de comando de acciones;
  - e) Iniciar las acciones de control de emergencias establecidas;
  - f) Coordinar las acciones con y entre los grupos de emergencia;
  - g) Realizar el control de daños mediante la verificación del estado de las instalaciones y funcionamiento de los sistemas de emergencia;
  - h) Coordinar con los grupos de apoyo;
  - i) Establecer y mantener las comunicaciones;
  - j) Controlar el ingreso de personas ajenas;
  - k) Evacuar de acuerdo a la situación;
  - l) Desarrollar medidas de protección de bienes;
  - m) Atender a los medios de comunicación (si es del caso);
  - n) Mantener el control sobre las personas rescatadas.
- 5) Centro de Control de Emergencia / Contingencia
- a) Deberá estar liderado por el comandante del depósito y conformado por todos los oficiales disponibles.
  - b) Inicialmente deberá establecerse en el edificio administrativo del depósito, además, deberá seleccionarse un lugar alternativo, el cual se lo identificará y comunicará su ubicación.
  - c) Únicamente desde el Centro de Control de Emergencias se establecerá el enlace y comunicaciones con el Comando Conjunto de las FF.AA., Comando Operacional y organismos de socorro.
  - d) Coordinará las acciones con las funciones de emergencias y los organismos de socorro externos.
  - e) Deberá contar con todos los planos de la infraestructura e instalaciones.

- f) Deberá contar con las IEC (Instrucciones para la explotación de las comunicaciones) y un listado de los números telefónicos importantes.

## **8.5. Verificación**

### **8.5.1. Medición y seguimiento del desempeño**

- 1) Se consolidará el número de incidentes y accidentes ocurridos y registrados en cada depósito conjunto de municiones de forma mensual; adicionalmente el número de informes de situación de peligro comunicados y resueltos. Estos datos serán publicados en el informativo principal para conocimiento de los operarios de cada depósito.
- 2) El comando de cada depósito conjunto de municiones realizará dos supervisiones mensuales a las operaciones de gestión de municiones, de las cuales una será avisada y otra no avisada; en la cual se verificará:
  - a) Conocimiento y cumplimiento estricto de las políticas de seguridad establecidas.
  - b) Correcta utilización de las prendas de protección personal.
  - c) Tiempo de reacción y empleo de medios frente un accidente.
  - d) Empleo eficaz de listas de chequeo para evaluar la seguridad.

### **8.5.2. Evaluación del cumplimiento legal**

Semestralmente, el comando de cada depósito conjunto de municiones revisará el cumplimiento de la normativa legal y de ser el caso incorporará dentro de las políticas lo indicado en las nuevas disposiciones establecidas por los organismos competentes.

### **8.5.3. Investigación de incidentes, no conformidad, acción preventiva y correctiva**

#### 1) Investigación de accidentes

Todos los incidentes y accidentes ocurridos en las áreas que conforman cada uno de los depósitos conjuntos de municiones serán registrados y debidamente investigados con el propósito de evitar que se vuelvan a repetir sucesos similares, determinando las causas raíz que los generaron y desarrollando recomendaciones que permitan eliminar o reducir los riesgos presentes en determinada actividad o lugar.

El proceso de investigación de accidentes que se debe seguir será el siguiente:

##### a) Programación

Inmediatamente después del incidente/accidente las operaciones serán detenidas hasta verificar y determinar que existen condiciones seguras para retomarlas y continuar. A continuación se designará al equipo de trabajo que realizará el trabajo técnico, el cual sin perder tiempo se trasladará al sitio de ocurrencia.

##### b) Recolección de datos

Es una actividad que se realiza en todo momento mientras se realiza la investigación. Es importante destacar que la calidad del informe final dependerá de la minuciosidad y exactitud de los investigadores. Se obtendrán datos de la inspección al sitio de los hechos, de la entrevista a testigos y afectados. Adicionalmente se tomarán evidencias en muestras y fotografías.

##### c) Determinación de la causa raíz

Establecer los factores personales y/o factores de trabajo que incidieron en la ocurrencia del hecho investigado. Generalmente las

causas raíces se vinculan a la(s) persona(s) involucrada(s) en el accidente/incidente, mientras que las causas relacionadas son propias del ambiente de trabajo. Se recomienda emplear el método del árbol causal.

d) Desarrollo de recomendaciones

Se debe exponer una o varias recomendaciones por cada causa raíz. Lo ideal es que las recomendaciones puedan ser plasmadas en la práctica y que se apliquen principalmente en los factores personales que pueden ser corregidos.

e) Elaboración del informe

En el informe se explicará claramente lo sucedido, se determinará la causa raíz y los factores contribuyentes, finalmente se redactarán las recomendaciones para evitar la ocurrencia de accidentes similares en el futuro. Adicionalmente, se tendrá en mente identificar oportunidades para alcanzar la mejora continua.

Cuando la investigación haya arrojado resultados (causa raíz y recomendaciones), éstos serán comunicados a todos los interesados.

2) No conformidad

Cualquier persona que labore en los depósitos conjuntos de municiones y detectare el incumplimiento de las condiciones de operación segura o la no aplicación de las políticas de seguridad, está obligado a informar inmediatamente, para lo cual hará conocer en primera instancia a su jefe inmediato, posteriormente llenará un formulario de Informe de Situación de Peligro (ISP) el cual será entregado al subcomandante del depósito.

### 3) Acción preventiva y acción correctiva

En todo momento se privilegiará la adopción de acciones preventivas a fin de evitar la ocurrencia de incidentes y accidentes durante las actividades de gestión de las municiones.

Como parte de las acciones preventivas se realizarán observaciones e inspecciones.

Las inspecciones podrán ser informales y formales realizadas permanentemente o en forma periódica, así:

- a) La inspección de condiciones de funcionamiento de vehículos, maquinarias y equipos, se realizará cada vez que se inicie su operación o funcionamiento. Para su realización se utilizarán listas de chequeo.
- b) La inspección de instalaciones se efectuará semanalmente, utilizando listas de chequeo. El orden y limpieza son aspectos fundamentales que inicialmente deberán ser observados.

Una vez recibido un informe de situación de peligro se tomarán en el menor tiempo posible la acción correctiva correspondiente que permita “eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación indeseable”<sup>10</sup>.

#### **8.5.4. Control de los registros**

Con la finalidad de demostrar los resultados alcanzados por cada depósito conjunto de municiones en términos seguridad y salud ocupacional, así como documentar el cumplimiento de los requisitos para alcanzar un sistema de prevención de riesgos y el estándar OHSAS; se dispondrá de los registros y documentos actualizados y legalizados.

Los registros deberán permanecer plenamente legibles, identificables y trazables, para lo cual deberán ser almacenados y protegidos adecuadamente.

---

<sup>10</sup> Tomado de OHSAS 18001:2007

### **8.5.5. Auditoría interna**

Cuatrimestralmente el comando de cada depósito conjunto de municiones solicitará a la Dirección de Logística del CC.FF.AA. la organización de un equipo especial para que efectúe una auditoría al sistema de prevención de riesgos, seguridad y salud ocupacional para:

- 1) Determinar el cumplimiento de las responsabilidades que tienen los miembros del depósito en el cumplimiento de las políticas y directrices de seguridad y salud ocupacional.
- 2) Verificar la existencia íntegra de los registros correspondientes.
- 3) Determinar responsabilidades por el incumplimiento de las políticas
- 4) Determinar la competencia de los operarios en la realización de actividades que conllevan un elevado riesgo.
- 5) Verificar la acreditación respectiva en la operación de vehículos, maquinarias y equipos.

### **8.6. Revisión por la dirección**

La Dirección de Logística y la Dirección de Seguridad, Salud y Ambiente del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas serán las encargadas de revisar el sistema de prevención de riesgos, seguridad y salud ocupacional en forma semestral, con la finalidad de asegurar el cumplimiento de las políticas, los objetivos y las metas propuestas, además determinar las actualizaciones y cambios requeridos en pos de una mejora continua del sistema vigente.

Los elementos de entrada para la revisión deben incluir:

- 1) Las conclusiones y recomendaciones arrojadas por las auditorías internas;
- 2) Los resultados de la investigación de accidentes y la efectiva aplicación de las acciones correctivas y acciones preventivas (si se hubiesen suscitado);

- 3) El grado de cumplimiento de cada uno de los objetivos y metas propuestas por el sistema.

Los resultados producto de las revisiones efectuadas deben ser coherentes con el compromiso de mejora continua y deberán incluir una decisión y acción que permitan realizar cambios positivos en:

- 1) El desempeño de la seguridad y salud ocupacional
- 2) La política y objetivos propuestos por el sistema
- 3) Los recursos empleados

Los resultados más importantes obtenidos en la revisión por el Comando Conjunto de las FF.AA. deberán estar disponibles para su comunicación y consulta tanto interna como externa.

## CONCLUSIONES

Las explosiones accidentales en áreas de almacenamiento de municiones constituyen un riesgo global, cuyos efectos perjudiciales han ocasionado pérdidas humanas, daños materiales e inmensos costos económicos en varios países del Mundo, incluido Ecuador; en un período de 15 años, comprendido entre enero de 1996 y mayo de 2011 sucedieron 226 explosiones accidentales en 57 países, cuyas consecuencias fueron de 2773 personas muertas y 12190 heridas.

Ninguna área de almacenamiento de municiones del Mundo es 100% segura, por cuanto, siempre existirá la peligrosidad intrínseca de cada una de las municiones, la cual genera un riesgo que no puede ser eliminado en su totalidad. Este riesgo presente, de que suceda un accidente o un incidente, únicamente puede ser minimizado, permaneciendo latente como riesgo residual o tolerable; mientras que los efectos pueden ser calculados o pronosticados.

Durante la gestión de municiones, la simple presencia física de la munición es un peligro constante, mientras que el riesgo es dependiente de: las condiciones físicas y químicas de las municiones, las condiciones ambientales, el entrenamiento y capacitación del personal, la ubicación y características de las instalaciones y la infraestructura de almacenamiento; y, finalmente de los equipos, maquinarias y vehículos empleados en el manejo, transporte, mantenimiento, reparación y disposición final de las municiones.

El riesgo tolerable, puede ser administrado eficazmente solamente si los procesos del sistema de gestión de municiones, inclusive la infraestructura y el equipamiento para el almacenamiento y manejo de municiones, se cumplen bajo los estándares de seguridad redactados en el presente proyecto. En el trabajo consuetudinario, estos estándares se constituirán en las mejores prácticas para la ejecución de las actividades de cada proceso.

Del análisis de los eventos que han desencadenado explosiones accidentales los últimos 15 años en el Mundo y en el Ecuador, se concluye que los incendios y el mal manejo de municiones son las dos principales causas identificadas, por lo tanto, la implementación de estándares de seguridad contribuirán a atacar estas causas, mediante normas técnicas que incidan decididamente en reducir la probabilidad de fuego dentro y fuera de las instalaciones de gestión de municiones y sobre todo orientar las actividades propias de los procesos agregadores de valor durante las actividades de manejo de municiones.

La ubicación técnica de las áreas de gestión de municiones y sus instalaciones, en base a distancias de seguridad, es indispensable para garantizar la protección a terceros, especialmente a la población civil, la cual es la más vulnerable frente a los efectos de una explosión accidental; en tal virtud, siempre deberán ser respetadas las distancias de seguridad requeridas, las cuales corresponderán al peso neto de explosivo que se almacene o maneje.

Las distancias de seguridad calculadas, en base al tipo de instalaciones y al tipo y cantidad de municiones y explosivos que se almacenen o manejen, permiten estimar los efectos esperados en caso de explosión, por ello, son decisivas en la planificación de áreas seguras de gestión de municiones.

En nuestro país, mientras no sean reubicadas todas las municiones en los polvorines de los 5 Depósitos Conjuntos planificados en el Proyecto “Protección y Seguridad de la Población Civil en el Almacenamiento y Manejo de Municiones y Explosivos de FF.AA.”, se mantendrá presente el riesgo de afectación, principalmente a la población civil en caso de ocurrir una nueva explosión accidental.

Las municiones y explosivos son materiales peligrosos, razón por la cual su manipulación puede causar daño de diferente magnitud y naturaleza a las personas quienes los manipulen.

En términos matemáticos se puede concluir que la seguridad requerida durante las operaciones de gestión de municiones es igual a:

|  |
|--|
| <p><b>Seguridad</b> = Entrenamiento + Equipamiento + Motivación + Ejecución con Precaución</p> |
|--|

## RECOMENDACIONES

Realizar una verificación de las condiciones de seguridad de los polvorines que disponen las unidades Fuerzas Armadas cuya munición aún no ha sido reubicada hacia los nuevos Depósitos Conjuntos, especialmente de su ubicación técnica, a fin de incorporar medidas de seguridad y protección como: equipamiento contra-incendios, distribución de las municiones por grupos de compatibilidad de almacenamiento, construcción de bermas perimetrales, reducción del total de peso neto de explosivo almacenado.

Levantar, registrar y actualizar la información de seguridad de cada una de las municiones que disponen y adquieren las Fuerzas Armadas: clasificación por la peligrosidad y grupo de compatibilidad de almacenamiento mixto, con la finalidad de manejar la munición conforme a su peligro específico.

Crear, administrar y actualizar una base de datos de la información técnica completa de las municiones, sus componentes y sus respectivos lotes, además los datos concernientes a su estado particular (condición) y las condiciones ambientales de almacenamiento, mediante la adquisición de un hardware robusto (servidor y terminales) y un software especializado (programa), con el objetivo de realizar un efectivo control de inventario, que permita establecer controles que incidan en la reducción del riesgo de accidentes durante las actividades de gestión de municiones.

Establecer un sistema informático en red, que administre en forma integral la información de las municiones de las Fuerzas Armadas, con la capacidad de conectar a los 5 Depósitos Conjuntos de Municiones, con la Dirección de Logística del Comando Conjunto y Direcciones de Logística de cada Fuerza (Ejército, Armada y Fuerza Aérea); además de generar reportes de las actividades de distribución de las municiones y actualizar en tiempo real el

estado actual de las existencias, de tal forma de colaborar en la toma de decisiones durante la planificación y conducción de las operaciones militares.

Contratar un seguro por responsabilidad civil contra daños a terceros cuando se realice el transporte de municiones y explosivos a gran escala, lo cual permitirá efectuar la transferencia del riesgo presente en dicha actividad. El costo de la póliza estará acorde con la pérdida probable máxima calculada y las medidas técnicas y operativas correspondientes tendientes a disminuir la probabilidad de ocurrencia o los efectos del riesgo.

Implementar a mediano plazo un efectivo programa de vigilancia de municiones, mediante una metodología de inspecciones físicas realizadas por personal especializado y análisis químico; con la finalidad de las condiciones de seguridad y estabilidad, además conocer cuándo efectivamente una munición debe pasar a su disposición final. Esto permitirá optimizar la vida útil de las municiones, que son un bien de Estado Ecuatoriano.

Implementar un estudio que complemente lo relativo a la Seguridad y Salud Ocupacional dentro de cada uno de los Depósitos Conjuntos de Municiones o considerar como tema para un nuevo proyecto de grado de la Maestría en Gerencia en Seguridad y Riesgo, el siguiente: "IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN LOS NUEVOS DEPÓSITOS CONJUNTOS DE MUNICIONES", para minimizar los posibles impactos a la vida humana y al medio ambiente.

## BIBLIOGRAFÍA

### a) Documentos presentados en clases y seminarios

Defense Threat Reduction Agency. (2008). Seguridad Física y Gestión de Arsenales (PSSM) de Armas Pequeñas y Ligeras (SALW). En el Seminario Técnico de Seguridad Física y Gestión de Arsenales. Guayaquil, Ecuador.

Paredes, O. (2010). Nota de Aula del Módulo Gerencia de Riesgos. En Escuela Politécnica del Ejército, Maestría en Gerencia en Seguridad y Riesgos. Sangolquí, Ecuador.

Valencia, F. (2010). Nota de Aula del Módulo Seguridad e Higiene del Trabajo. En Escuela Politécnica del Ejército, Maestría en Gerencia en Seguridad y Riesgos. Sangolquí, Ecuador.

Rosero, R. (2010). Presentación en Power Point del Módulo de Gerencia de la Seguridad Empresarial. En Escuela Politécnica del Ejército, Maestría en Gerencia en Seguridad y Riesgos. Sangolquí, Ecuador.

### b) Ley

ECUADOR. Constitución de la República del Ecuador. Quito, Ecuador, actualizada a noviembre de 2009.

ECUADOR. Ley de Fabricación, Importación, Exportación, Comercialización y Tenencia de Armas, Municiones, Explosivos y Accesorios. Decreto Supremo - 3757. Registro Oficial 311. Quito, Ecuador, 7 de noviembre de 1980. p. 1-17.

### c) Libros

Shaun, D., Flynn, R., Taylor, P., Moore, T. (2006). *Facility Security Handbook*. (Second Edition). Couldson, United States of America: Jane's Information Group.

Small Arms Survey. (2011). *Conventional Ammunition in Surplus: A Reference Guide*. Book Series. (Second Edition). Geneva, Switzerland.

**d) Normas**

U.S. Army Defense Ammunition Center. (2007). Hazard Classification of United States Military Explosives and Munitions. McAlester, Oklahoma, United States of America.

Organization for Security and Co-operation in Europe. (2006). Guía de Mejores Prácticas sobre Procedimientos para la Gestión de Existencias de Munición Convencional.

Organization for Security and Co-operation in Europe. (2008). Guía de Mejores Prácticas sobre Seguridad Física de la Munición Convencional Almacenada.

**e) Normas Técnicas**

AASTP-1 (STANAG 440). Manual of NATO Safety Principles for the Storage of Military Ammunition and Explosives. NATO (North Atlantic Treaty Organization), 2010. 588 p.

DOD 6055.9-STD U.S. DoD Ammunition and Explosives Safety Standards. Washington D.C, United States of America: DoD (Department of Defense), February 29, 2008. 359 p.

FM 4-30.13 (FM 9-13). Ammunition Handbook: Tactics, Techniques, and Procedures for Munitions Handlers. Washington D.C, United States of America: DoA (Department of Army). March, 2001. 160 p.

MT-154-01. Manual Técnico para el Transporte de Municiones y Explosivos. Quito, Ecuador: Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, 2011. 155 p.

R. Is.C.(P) 911. Reglamento de Instrucción "Prevención de Riesgos en el Ejército". Santiago, Chile: Ejército de Chile, 2004. 45 p.

R. Is. Ing.(P) 1154 C.V. Reglamento de Instrucción "Prevención de Riesgo en el Empleo y Manipulación de Explosivos". Santiago, Chile: Ejército de Chile, 2005. 40 p.

**f) Proyectos y planes**

Araque, M. (2010). *Proyecto "Protección y Seguridad de la Población Civil en el Almacenamiento y Manejo de Municiones y Explosivos de FF.AA."*. Documento SENPLADES. Quito: Comando Conjunto de las FF.AA.

Araque, M. (2011). *Proyecto de Consultoría "Prevención de Riesgos en la Operación del Depósito Conjunto de Municiones Jaramijó"*. Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejército, Maestría en Gerencia de Seguridad y Riesgos.

Barrionuevo, O. (2009). *Especificaciones del sistema integrado de seguridad electrónica del Depósito Conjunto de Municiones "Jaramijó"*. Quito: Comando Conjunto de las FF.AA.

Barrionuevo, O. (2010). *Plan de Acción de Munición Fuerzas Armadas del Ecuador 2010-2018*. Documento de Proyecto. Quito: Comando Conjunto de las FF.AA.

### **g) Reportes técnicos y de investigación**

Explosive Cababilities Limited. (2010). *The Threat from Explosive Events in Ammunition Storage Areas*. United Kindom.

Geneva International Centre for Humanitarian Demining. (2002). *Explosive Remnants of War (ERW) – Undesired Explosive Events in Ammunition Storage Areas*. Geneva, Switzerland.

Geneva International Centre for Humanitarian Demining. (2008). *A Guide to Ammunition Storage*. Geneva, Switzerland.

King, B. (2011). *Safer Stockpiles: Practitioner's Experiences with Physical Security and Stockpile Management (PSSM) Assistance Programmes*. Occasional Paper No. 27. Geneva, Switzerland: Small Arms Survey.

Small Arms Survey. 2011. *Unplanned Explosions at Munition Sites*. Research Notes. Geneva, Switzerland.

United States Department of State. (2010). *Dangerous depots: The Growing Humanitarian Problem Posed by Aging and Poorly Maintained Munitions Storage Sites*. Washington D.C, United States of America: Bureau of Political-Military Affairs.

### **h) Tesis**

Araque, M., Navas, M. (2004) *Normativa para la Ubicación, Diseño y Construcción de Polvorines Militares*. Proyecto de Grado previo a obtener el título de Ingeniero Civil. Sangolquí, Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Compatibilidad de Municiones.-** Es la condición segura de almacenamiento y transporte de municiones y explosivos de diferentes clases o tipos en una misma área, sin que se incremente significativamente el riesgo de accidente o la magnitud de los efectos de un accidente.

**Depósito Conjunto de Municiones.-** Es una instalación logística del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas donde se reciben, clasifican, contabilizan, almacenan, mantienen y entregan municiones de las unidades terrestres, navales y aéreas.

**Edificios Habitados.-** Edificios o estructuras ocupados por personal o público en general, los cuales pueden estar ubicados en el interior o exterior de las unidades militares (escuelas, iglesias, residencias, almacenes, cines, comedores, fábricas, etc.)

**Factor K.-** Es el coeficiente de protección empleado en el cálculo de las distancias de seguridad, el cual guarda relación directa con el máximo de presión incidente y sus efectos esperados.

**Munición.-** Es un dispositivo completo cargado con explosivos, propelentes, pirotécnicos (bombas, granadas, cohetes, misiles, minas, proyectiles, cartuchos) para uso en las operaciones militares, incluidas las demoliciones.

**Peso Neto de Explosivo (Net Explosive Quantity) (NEQ).-** Es la cantidad total de material explosivo o altos explosivos contenidos en una munición, expresada en kilogramos.

**Polvorín.-** Edificio o estructura empleada para almacenar exclusivamente municiones. Son de dos tipos: superficiales y cubiertos por tierra.

**Polvorín Cubierto por Tierra (*Earth-Covered Magazine*) (ECM).-** Polvorín construido con hormigón armado o acero corrugado sobre el nivel del terreno cuya estructura está cubierta de tierra en la parte superior, trasera y lateral (2

lados); el cual proporciona una protección superior que la del polvorín superficial, reduciendo los efectos de una explosión accidental ocurrida en su interior. Los polvorines cubiertos por tierra tienen dos designaciones: por la resistencia del muro frontal y la puerta (7-Bares, 3-Bares o Indefinido) y por la aprobación del diseño por parte del Departamento de Defensa de los EE.UU. (Estándar y No Estándar).

**Polvorín Cubierto por Tierra No Estándar.-** Todos aquellos polvorines cubiertos por tierra que no fueron construidos de acuerdo a los diseños aprobados por la DDESB.

**Propelente.-** Es una composición química explosiva que permite la proyección de proyectiles o la propulsión de cohetes y misiles, la cual genera gases.

**Relación Cantidad – Distancia (*Quantity – Distance*) (*Q-D*)-** Es la relación que existe entre el peso neto de explosivo total y la distancia de seguridad, considerando además que esta última proporciona tipos definidos de protección.

**Seguridad Industrial.-** "Conjunto de actividades dedicadas a la identificación, evaluación y control de los factores de riesgo que pueden ocasionar accidentes de trabajo. Tomando en cuenta todas aquellas acciones y actividades que hacen que el trabajador labore en condiciones seguras tanto ambientales como personales con el fin de conservar la salud y preservar los recursos humanos y personales"<sup>11</sup>

“La Seguridad Industrial tiene por objetivo la prevención y mitigación de riesgos, así como la protección contra accidentes y siniestros, capaces de producir daño o perjuicio a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, derivados de la actividad industrial o de la utilización, funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones o equipos y de la producción, uso o consumo, almacenamiento o desecho de los productos industriales”<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> <http://www.mtas.es/Insht>

<sup>12</sup> <http://www.mtas.es/Insht>

**Sitio de Posible Explosión (*Potencial Explosion Site*) (PES).**- Es un lugar o instalación que contiene o se espera que contenga municiones y explosivos; la cual en el evento de una explosión accidental creará efectos peligrosos.

***Unexploded ordnance (UXO).***- Munición no explotada considerada como resto explosivo de guerra.

**Vía de Tráfico Pública.**- Es cualquier calle pública, carretera, autopista, curso de río navegable, línea de ferrocarril o vía de uso militar y no militar.

"La simple presencia de la munición representa un riesgo para la seguridad humana, la implantación de estándares de seguridad en su gestión lo minimiza."

MAYO. Miguel Araque