



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

PROYECTO DE UN CAMPO DE EXPLOSIVOS EN LA PLAZA DE MELILLA

Autor

Francisco Torres Rodríguez-Arana

Directores

Directora académica: Dra. Rosa María Tejedor Bielsa

Director militar: Cap. Carlos Estebaranz Navarro

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2022

[Esta página se ha dejado en blanco intencionadamente]



AGRADECIMIENTOS

Las personas y organizaciones que se enumeran a continuación merecen una mención especial por sus dedicadas contribuciones a la realización de este proyecto. Desde mi integración a la Academia General Militar, han sido muchos los líderes que he tenido la suerte de servir, y desde entonces he aprendido todo lo que conozco hoy sobre el ejército. No tengo más que gratitud por todos aquellos que contribuyeron, directa o indirectamente, a mi formación como oficial. También me gustaría enfatizar el arduo trabajo de los profesores en el Centro Universitario de la Defensa y agradecerles su paciencia infinita conmigo. Un agradecimiento especial también al trabajo de mi tutora la Doctora Dña. Rosa María Tejedor Bielsa y mi instructor militar, Capitán D. Carlos Estebaranz Navarro por sus continuos consejos en la preparación de este trabajo.

En segundo lugar, agradecer al RING 8 la gran acogida durante el periodo correspondiente a las prácticas de mando, en especial a la Compañía de Zapadores. Agradecer especialmente al Capitán D. Álvaro Millán Panadero jefe de la Compañía de Apoyo, al Capitán D. Emilio Lorente Bonelli jefe de la Compañía de Zapadores, Sargentos y tropa de la 3º sección, su calurosa acogida como un zapador más de la compañía. Agradecer también al Teniente D. Gómez Rubio, por su orientación en cuanto a lo relativo a obras y costes de estas. Asimismo, agradecer a la PLM de la compañía y a todo el personal implicado en la acogida de todos los alféreces. A todo el personal nombrado, así como a aquellos no mencionados, transmitirles mi infinita gratitud.

Por último, pero no por ello menos importante, agradecer a mi familia todo el apoyo que me han dado desde que tengo uso de razón. Me gustaría hacer una mención especial a mis padres: mi padre el Coronel D. Juan Manuel Torres Peral y mi madre Dña. María Covadonga Rodríguez-Arana Muñoz, por estar siempre a pie de cañón y ser para mí un ejemplo de vida. No sería justo tampoco, escribir estas líneas sin acordarme de Marcela García Olleros, la cual me ha apoyado incondicionalmente en todo momento, animándome y empujándome a ofrecer la mejor versión de mi persona

[Esta página se ha dejado en blanco intencionadamente]



Resumen

La falta de adecuación a la normativa vigente del campo de explosivos (CEXP) de la plaza de Melilla, causada por su excesiva cercanía a edificios habitados y carreteras, limita las prácticas de explosivos de las actividades de Instrucción y Adiestramiento de la Comandancia General de Melilla (COMGEMEL).

El objetivo principal de este trabajo ha sido elaborar un proyecto de adaptación del CEXP Rostrogordo a la normativa vigente sobre la construcción de campos de explosivos en instalaciones del Ejército de Tierra (Instrucción Técnica I.T. 0301/12).

La metodología que se ha seguido es la siguiente:

- 1) En la primera fase del trabajo se ha llevado a cabo un análisis y estudio de la norma vigente (I.T. 0301-12) sobre la construcción de CEXP en instalaciones del Ejército de Tierra. Se ha hecho una evaluación del CEXP de la plaza de Melilla para detectar los incumplimientos de la normativa.
- 2) Se ha realizado la revisión de la instrucción técnica aplicable.
- 3) Se han realizado entrevistas, tanto con personal del Regimiento de Ingenieros Nº8 implicado en otros CEXP como personal cualificado en desactivación de explosivos.
- 4) Por último, se ha hecho uso de la herramienta de Carta Digital para la determinación de distancias, proyecciones de metralla y cálculos.

Palabras clave

Campo de explosivos, Instrucción y Adiestramiento, seguridad en instalaciones militares, Ejército de Tierra.

Esta página se ha dejado en blanco intencionadamente]



Abstract

The lack of adaptation to the current regulations of the explosives field (CEXP) from Melilla City, caused by its excessive proximity to inhabited buildings and roads, limits the practices of and explosives from the Instruction and Training activities of the General Command of Melilla (COMGEMEL).

The main objective of this work is to develop a project to adapt the field of explosives of the Plaza de Melilla to the current regulations on the construction of explosives fields in Army facilities (Technical Instruction I.T. 0301-12).

The methodology followed was:

- 1) As a basis for the project, there has been made an analysis and study of the current standard (I.T. 0301-12) on the construction of explosives fields in Army facilities. An evaluation of the CEXP of the Plaza de Melilla has been made to see what breaches of the regulations are found.
- 2) When looking for and proposing solutions, research and documentary review.
- 3) Surveys has been used, both with personnel from the Engineers Regiment 8th involved in other CEXPs and personnel qualified in explosives deactivation.
- 4) Finally, the Digital Chart tool has been used to determine distances, shrapnel projections and calculations.

Keywords

Explosives Field, Instruction and Training, Facility Security, Army.

[Esta página se ha dejado en blanco intencionadamente]



ÍNDICE

Resumen	iv
Abstract	vi
Lista de Figuras	xiv
Lista de Tablas	xii
Abreviaturas, siglas y acrónimos	xiv
1. Introducción	1
2. Objetivos y metodología	2
2.1. Objetivos y alcance.....	2
2.2. Metodología.....	2
3. Campos de explosivos del Ejército de Tierra	3
3.1. Campo de explosivos de la plaza de Melilla.....	6
4. Normativa aplicable a los campos de explosivos del Ejército de Tierra	8
4.1. Instrucción Técnica para la construcción de campos de explosivos en instalaciones del Ejército de Tierra (I.T. 0301/12).....	8
4.2. Análisis comparativo de la I.T. 0301/12 con el CEXP Rostrogordo.....	8
5. Adaptación del campo de explosivos de Rostrogordo a la I.T. 0301/12	14
5.1. Recopilación de información y análisis de diferentes opciones.....	14
5.2. Selección de la opción más favorable.....	16
5.3. Proyecto de adaptación.....	17
5.3.1. Plan de trabajo.....	17
5.3.2. Tiempo estimado.....	20
5.3.3. Materiales necesarios.....	21
5.3.4. Presupuesto del proyecto.....	22
6. Conclusiones	25
7. Referencias bibliográficas	26

[Esta página se ha dejado en blanco intencionadamente]



Lista de Figuras

Figura 1: Mapa de España con todos los CEXP. (Fuente: Anexo A I.T. 301/12).....	3
Figura 2: Ejemplo de ZPC realizada con Hesco-Bastion. (Fuente: Anexo B I.T. 301/12).....	4
Figura 3: Ejemplo de ZA realizada con Hesco-Bastion. (Fuente: Anexo B I.T. 0301/12).....	4
Figura 4: Ejemplo de ZR realizado con bloques de hormigón armados y macizados. (Fuente: Anexo B I.T. 301/12).....	5
Figura 5: a) Vista aérea de la plaza de Melilla; b) Vista 3D CMT Rostrogordo (Fuente: elaboración propia).....	6
Figura 6: CEXP Rostrogordo visto desde su interior. (Fuente: elaboración propia).....	6
Figura 7: Cortados de Aguadú visto desde CEXP Rostrogordo. (Fuente: elaboración propia).....	7
Figura 8: Vista aérea del CEXP Rostrogordo con la comprobación de seguridad de 800 m de radio (Fuente: elaboración propia en Carta Digital).....	9
Figura 9: Vista aérea del CEXP Rostrogordo. (Fuente: Elaboración propia en Carta Digital).....	10
Figura 10: Vista aérea del CEXP Rostrogordo con la comprobación de seguridad entre hornillos. (Fuente: elaboración propia en Carta Digital).....	10
Figura 11: Vista aérea del CEXP Rostrogordo con la comprobación de seguridad de la ZE. (Fuente: elaboración propia en Carta Digital).....	11
Figura 12: Vista aérea del CEXP Rostrogordo con la comprobación de seguridad de la ZS. (Fuente: elaboración propia en Carta Digital).....	12
Figura 13: Vista aérea del CEXP Rostrogordo con la comprobación del itinerario de seguridad. (Fuente: elaboración propia en Carta Digital).....	12
Figura 14: Vista aérea del CEXP Rostrogordo con la comprobación de la anchura mínima. (Fuente: elaboración propia en Carta Digital).....	13
Figura 15: Vista aérea del CEXP Rostrogordo con la distribución de la ZP propuesta. (Fuente: elaboración propia en Carta Digital).....	18
Figura 16: Vista aérea con las dos posibles zonas de protección.(Fuente: elaboración propia).....	19
Figura 17: Propuesta de protección conjunto (Fuente: elaboración propia en Carta Digital).....	20
Figura 18: Gráfico comparativo de los diferentes costes de materiales.....	24

[Esta página se ha dejado en blanco intencionadamente]



Lista de Tablas

Tabla 1: Rúbrica de evaluación de los criterios de la matriz ponderada. (Fuente: elaboración propia)	16
Tabla 2: Matriz ponderada (Fuente: elaboración propia)	17
Tabla 3: Ejemplo de distribución de zonas del CMT Rostrogordo. (Fuente: elaboración propia)	17
Tabla 4: Cronograma de obras de protección del CEXP Rostrogordo. (Fuente: elaboración propia).....	21
Tabla 5: Presupuesto para la adecuación del CEXP Rostrogordo (Fuente: elaboración propia).....	23

[Esta página se ha dejado en blanco intencionadamente]



Abreviaturas, siglas y acrónimos

BRIEX 35: Brigada Experimental 2035.

CEGET: Centro Geográfico del Ejército de Tierra.

CEXP: Campo de Explosivos.

C-IED: Contra IED.

CMT: Campo de Maniobras y Tiro.

CENAD: Centro Nacional de Adiestramiento.

COMGECEU: Comandancia General de Ceuta.

COMGEMEL: Comandancia General de Melilla.

EOD: *Explosive Ordnance Disposal*.

ET: Ejército de Tierra.

IGME: Instituto Geológico y Minero de España.

I.T. 0301/12: Instrucción Técnica para la construcción de campos de explosivos del Ejército de Tierra.

I/A: Instrucción y Adiestramiento.

MADOC: Mando de Adiestramiento y Doctrina.

MING: Mando de Ingenieros.

NOP: Normas Operativas.

RING 8: Regimiento de Ingenieros nº 8.

SAPO: Sección de Apoyo.

SUIGE (Subinspección General del Ejército)

ZA: Zona de Almacenaje de Explosivos.

ZADI: Zona de Almacenaje de Detonadores e Iniciadores.

ZE: Zona de Espera.

ZP: Zona de Prácticas.

ZPC: Zona de Protección Cercana.

ZR: Zona de Refugio.

ZS: Zona de Seguridad.

[Esta página se ha dejado en blanco intencionadamente]



1. Introducción

Desde el punto de vista del Ejército de Tierra (ET), un campo de explosivos (CEXP) es aquel lugar destinado a la realización de prácticas con materiales explosivos. Los distintos propósitos principales de un CEXP son la neutralización o destrucción de proyectiles y quema de pólvoras por personal EOD (*Explosive Ordnance Disposal*)¹, la realización de prácticas de explosivos y empleo de éstos en roturas de materiales, y la realización de ensayos de nuevos materiales explosivos.

Todos los CEXP del ET deben cumplir la normativa vigente actual. Actualmente, está vigente la *Instrucción Técnica (IT) para la construcción de campos de explosivos del Ejército de Tierra* (Mando de Ingenieros, 2012). El objeto de dicho documento es dar instrucciones técnicas a las unidades ejecutantes para la construcción y empleo de los CEXP, asegurando su cumplimiento la seguridad de la instalación en la realización de las prácticas de explosivos en las condiciones de ejecución.

Desde el Reglamento de Campos de Tiro del Estado Mayor Central de 1958, no se había aprobado normativa para definir y regular cómo deben de ser las zonas destinadas a la realización de prácticas de explosivos. El Mando de Ingenieros (MING), consciente de esta carencia, trabajó para en 2012 publicar la I.T. 0301/12 que contempla las instrucciones técnicas para la construcción y empleo de CEXP que, adecuándolos a las situaciones particulares existentes, mejoren las medidas de seguridad de estos.

El CEXP Rostrogordo está ubicado al Norte de Melilla y, como consecuencia de haberse construido antes de 2012, no cumple ciertos requerimientos de la I.T. 0301/12. En concreto, el mayor riesgo está en a la posible llegada de proyecciones de metralla a personal ajeno a las prácticas de explosivos. El presente proyecto está principalmente condicionado por las posibilidades invariables que admiten las dimensiones y topografía de su ubicación. Por ello, puesto que la seguridad de esta instalación debe primar sobre cualquier otra premisa, se establece la necesidad de adecuar el CEXP Rostrogordo a la norma vigente I.T. 0301/12.

La presente memoria se divide en dos bloques. El primer bloque desarrolla un análisis del grado cumplimiento del CEXP Rostrogordo de los requerimientos que exige la I.T. 0301/12. En el segundo bloque se presenta el estudio realizado de las posibles soluciones a los incumplimientos de la normativa, junto con un desarrollo y plan de obra para la opción más favorable.

¹ EOD: personal militar cualificado encargado de examinar y desarmar un dispositivo explosivo, evitando así que este explote.



2. Objetivos y metodología

2.1. Objetivos y alcance

El objetivo principal de este trabajo es elaborar un proyecto de adaptación del CEXP Rostrogordo a la normativa vigente I.T. 0301/12 sobre la construcción de campos de explosivos en instalaciones del ET. El correcto cumplimiento de la I.T. 0301/12 proporciona una seguridad que ahora mismo el CEXP Rostrogordo carece, por tanto, la ejecución del proyecto propuesto permitirá realizar las prácticas de explosivos en las jornadas de Instrucción y Adiestramiento (I/A) de las unidades de la COMGEMEL en un CEXP adaptado las condiciones de seguridad requeridas por el ET.

Los objetivos específicos son:

- Conocer las necesidades de las unidades del ET para la instrucción necesaria en el uso de explosivos.
- Analizar la norma vigente I.T. 0301/12 sobre la construcción de campos de explosivos en instalaciones del ET
- Comparar las condiciones actuales del CEXP Rostrogordo con la I.T. 0301/12.

El alcance del proyecto es definir la solución óptima al problema del CEXP Rostrogordo mediante un plan de trabajo, un conjunto de materiales necesarios y un presupuesto final, sin llegar a materializar la obra de manera física.

Si bien el estudio de las necesidades que deben cubrirse son para la instrucción y adiestramiento diaria de las unidades de la COMGEMEL, el desarrollo del proyecto podría extrapolarse para el resto de las unidades existentes en el marco de la Fuerza Terrestre. En este sentido, los resultados del proyecto podrían ser de utilidad para futuras adaptaciones de otros CEXP a la I.T. 0301/12.

2.2. Metodología

En cuanto a la metodología utilizada para la realización del trabajo que se presenta en esta memoria, se han utilizado diversas herramientas estudiadas en el transcurso del Grado en Ingeniería de Organización Industrial impartido por el Centro Universitario de la Defensa tales como la matriz ponderada, optimización de costes y Carta Digital.

Se ha utilizado un método cuantitativo, mediante mediciones y cálculos a través de la herramienta de Carta Digital del Centro Geográfico del Ejército de Tierra (CEGET), para la determinación de distancias a escala. El CEGET tiene como misión principal proporcionar a los usuarios militares la información y el apoyo geoespacial necesarios para el planeamiento y conducción de operaciones militares. Asimismo, es el órgano responsable del asesoramiento en los aspectos operativos, logísticos y técnicos en materia de geodesia y topografía.

También han analizado las posibles soluciones, para, posteriormente, realizar una comparación y una toma de decisión de la opción más favorable. Una parte de la información se ha obtenido realizando entrevistas a un grupo de interés dando así valor a la experiencia de miembros de la unidad del RING 8, tanto en la construcción de diversos CEXP como en el manejo de explosivos.

Se ha utilizado una matriz ponderada para elegir la opción más apropiada para aplicar. Para la elaboración de la matriz ponderada se han recogido en sus filas aquellas propuestas o ideas novedosas que podrían resultar útiles para la adaptación del CEXP Rostrogordo

Decidida la opción más favorable, se ha desarrollado el proyecto de modificación del campo compuesto por un plan de trabajo, un listado de materiales necesarios y un presupuesto final de proyecto.



3. Campos de explosivos del Ejército de Tierra

Un CEXP es aquel lugar destinado a la realización de prácticas con materiales explosivos. Los distintos propósitos de un CEXP son la neutralización o destrucción de proyectiles y quema de pólvoras por personal EOD, la realización de prácticas de explosivos y empleo de éstos en roturas de materiales, y la ejecución de ensayos de nuevos materiales explosivos.

La existencia de los CEXP es completamente necesaria para una correcta instrucción de personal, ya que el conocimiento y manejo de los explosivos es fundamental para un correcto adiestramiento de cualquier miembro del Ejército de Tierra.

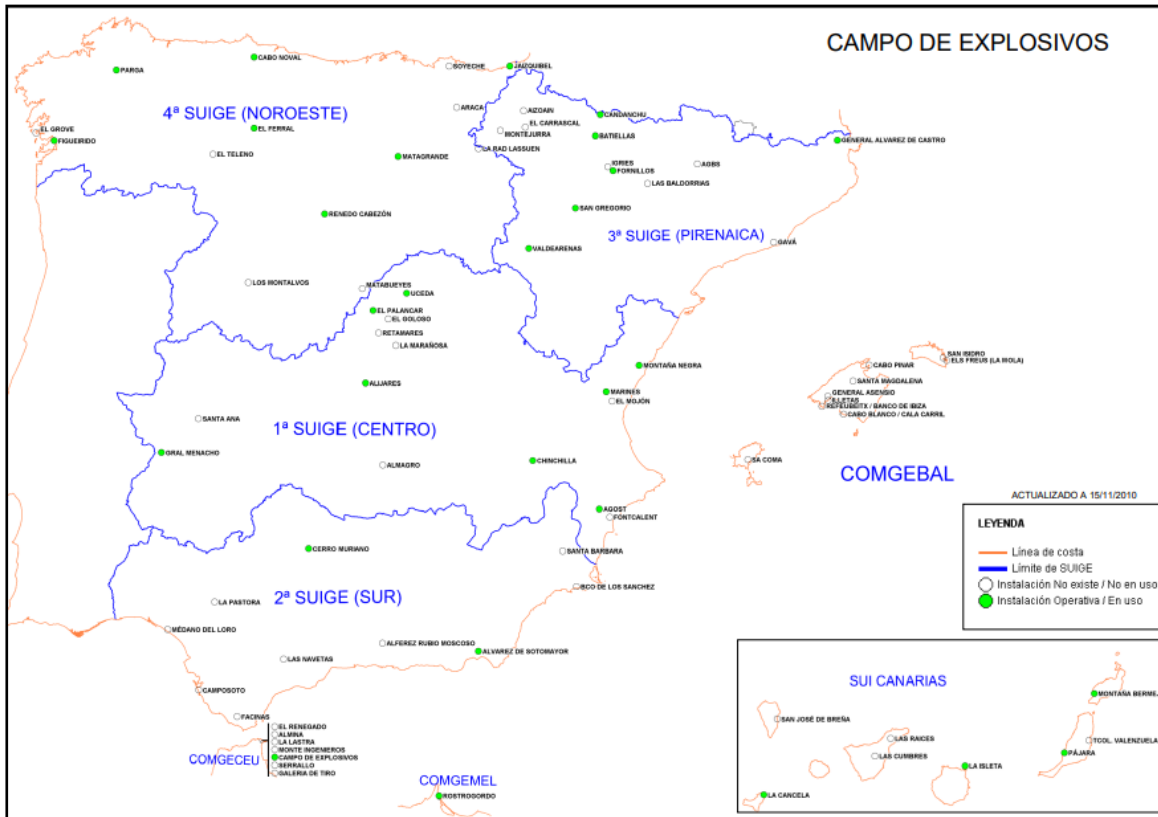


Figura 1: Mapa de España con todos los CEXP en territorio nacional. (Fuente: Anexo A I.T. 301/12)

En la Figura 1 se presenta la localización de los CEXT del ET. Actualmente existen veintinueve CEXP operativos distribuidos en ocho zonas diferentes denominadas por la Subinspección General del Ejército (SUIGE):

- 1ª SUIGE (centro de la Península Ibérica) con ocho CEXP diferentes: CEXP Uceda, CEXP El Palancar, CEXP Alijares, CEXP General Menacho, CEXP Chinchilla, CEXP Marines, CEXP Montaña Negra y CEXP Agost.
- 2ª SUIGE (Sur de la Península Ibérica) con dos CEXP diferentes: CEXP Cerro Muriano y CEXP Álvarez de Sotomayor.
- 3ª SUIGE (Noreste de la Península Ibérica) con seis CEXP diferentes: CEXP Candanchú, CEXP Batiellas, CEXP Fornillos, CEXP San Gregorio, CEXP Valdearenas y CEXP General Álvarez de Castro.
- 4ª SUIGE (Noroeste de la Península Ibérica) con siete CEXP diferentes: CEXP Figueirido, CEXP Parga, CEXP Cabo Noval, CEXP El Ferral, CEXP Matagrande, CEXP Jaizquibel y CEXP Renedo Cabezón.
- SUIGE Canarias con cuatro CEXP diferentes: CEXP La Cancela, CEXP La Isleta, CEXP Pájara y CEXP Montaña Bermeja.
- Comandancia General de Ceuta (COMGECEU) con el CEXP Baudín.
- COMGEMEL con el CEXP Rostrogordo.



Respecto a las características generales de los CEXP, su ubicación ideal es en una zona apartada, bien comunicada, señalizada y vallada en todo el perímetro de seguridad, con la finalidad de aislarla a personal ajeno a la actividad. El terreno debe ser sensiblemente llano, de fácil acceso tanto para personal como para vehículos de transporte o sanitarios. Los CEXP tienen en común las siguientes zonas.

- Zona de Prácticas (ZP). La ZP es una zona acotada y señalizada en la cual se ejecutan los ejercicios programados. En su interior, se realiza la preparación de cargas, el cebado de las mismas y se les da fuego a la orden del jefe de la práctica.
- Zona de Protección Cercana (ZPC). La ZPC es un área próxima a la zona de prácticas, pero fuera de ella, en la que el personal participante en las prácticas puede refugiarse en caso de necesidad. Puede usarse también como área para preparación y conformación de las cargas, y preparación de los artificios. En esta zona no se debe cebar ninguna carga, acción se realizará siempre en la ZP. La ZPC se compone de una pequeña explanada y un elemento de protección vertical. En la Figura 2 se muestra un ejemplo de ZPC protegida con Hesco-Bastion.



Figura 2: Ejemplo de ZPC realizada con Hesco-Bastion. (Fuente: Anexo B I.T. 301/12)

- Zona de Almacenaje de Explosivos (ZA). La ZA es un lugar preparado y protegido de proyecciones, donde se deposita el explosivo durante las prácticas. Esta zona se compone de una pequeña explanada y un elemento de protección perimetral. En la Figura 3 se muestra una correcta construcción de ZA realizada con Hesco-Bastion.



Figura 3: Ejemplo de ZA realizada con Hesco-Bastion. (Fuente: Anexo B I.T. 0301/12)



- Zona de Almacenaje de Detonadores e Iniciadores (ZADI). La ZADI es un lugar preparado y protegido de proyecciones, donde se depositan los iniciadores durante las prácticas. Puede disponer de una cubierta ligera para protección de los detonadores contra las posibles proyecciones, si bien la protección contra estas se basará sobre todo en la ZP.
- Zona de Refugio (ZR). La ZR es una construcción destinada a la protección del personal ejecutante de la práctica. Esta zona se compone de una pequeña explanada y un elemento de protección perimetral y vertical. En la Figura 4 se presenta un ejemplo de ZR construida con bloques de hormigón armado y macizado.



Figura 4: Ejemplo de ZR con bloques de hormigón armados y macizados. (Fuente: Anexo B I.T. 301/12)

- Zona de Espera (ZE). La ZE es un área a una distancia suficiente para garantizar la seguridad frente a cualquier tipo de proyección del personal que se encuentre a la espera de realizar las prácticas, así como del personal sanitario que se encuentre prestando apoyo al ejercicio. Esta área al lado un helipuerto para facilitar posibles evacuaciones sanitarias de urgencia. Además, dispone de una zona de aparcamiento para los medios de la unidad usuaria.
- Zona de Seguridad (ZS). La ZS es un área que rodea la zona de prácticas delimitada por alambrada ordinaria o cualquier otro medio suficiente para evitar el acceso de personal ajeno a las prácticas. El perímetro de esta zona está identificado con carteles que adviertan de que es un CEXP.

3.1. Campo de explosivos en la plaza de Melilla

El CEXP Rostrogordo se encuentra ubicado al Norte de la plaza de Melilla, detrás del espaldón del Campo de Tiro T-2 CMT de Rostrogordo junto a un barranco que da a los Cortados de Aguadú. Se trata de un rectángulo de 100 x 16 m delimitado por un seto de alambrada ordinaria (señalado en Figura 5b mediante rectángulo rojo).

Resulta importante comprender la localización del CEXP Rostrogordo, conociendo los elementos que los rodea para saber contextualizar su situación. Es por ello por lo que en las siguientes figuras se utilizará el recurso de diferenciación por colores de los diferentes elementos según la leyenda correspondiente a cada figura.

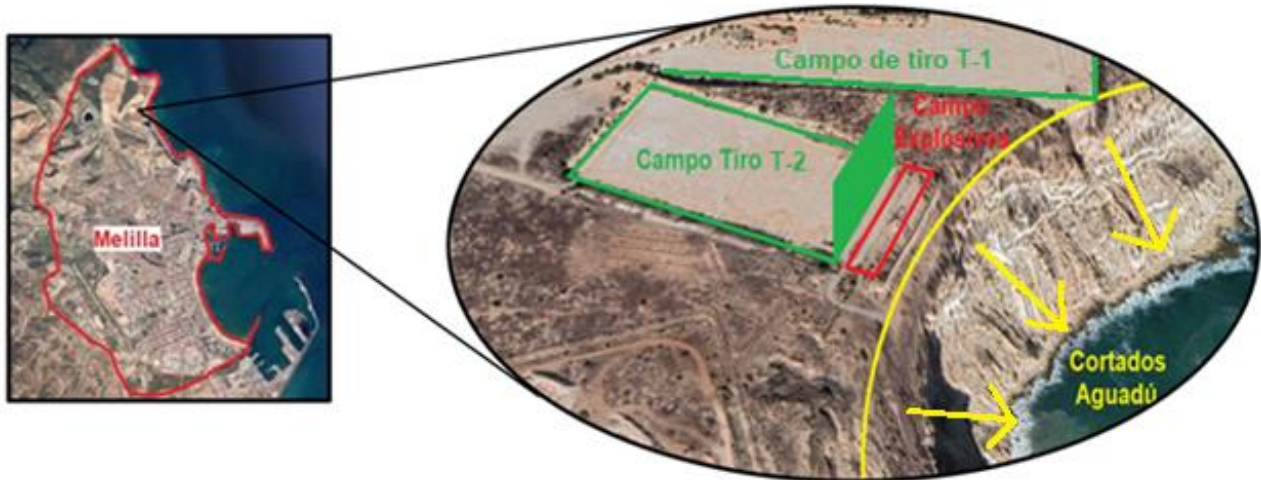


Figura 5: a) Vista aérea de la plaza de Melilla; b) Vista 3D CMT Rostrogordo (Fuente: elaboración propia en Carta Digital)

En la Figura 5a se presenta la vista aérea de la plaza de Melilla, de donde se abre la Figura 5b que muestra la *vista 3D del CMT Rostrogordo*. En color verde está marcada la delimitación de los Campos de Tiro T-1 y T-2. El panel verde relleno corresponde con el espaldón del Campo de Tiro T-2 con unas medidas de 100 x 6 m. Se muestra en color rojo la delimitación del CEXP Rostrogordo. En color amarillo se indica la delimitación con el barranco de los cortados de Aguadú. Las flechas amarillas indican la dirección de caída del acantilado, con la intención de que quede mejor reflejada la imagen en tres dimensiones.



Figura 6: CEXP Rostrogordo visto desde su interior. (Fuente: elaboración propia)



En la Figura 6 se muestra el CEXP Rostrogordo visto desde su interior. En color verde está representado el espaldón del Campo de Tiro T-2. Las líneas rectas rojas corresponden con la delimitación del CEXP Rostrogordo, y los óvalos rojos son los hornillos². Se puede observar el perímetro vallado reglamentario que sigue la línea roja perimetral.



Figura 7: Cortados de Aguadú visto desde CEXP Rostrogordo. (Fuente: elaboración propia)

En la Figura 7 se presenta la vista de los Cortados de Aguadú desde el interior del CEXP Rostrogordo. La línea curva de color amarillo corresponde con el inicio del acantilado de los cortados de Aguadú, a 100 m de altura. Las flechas amarillas indican la dirección de caída del acantilado, con la intención de reflejar la imagen en tres dimensiones. El círculo amarillo señala una carretera civil situada a 300 m de la posición desde donde se ha tomado la imagen.

Debido a la limitación espacial de las Comandancias de Ceuta y Melilla, la Instrucción Técnica I.T. 14/12 *Dirección y gestión de los campos de manobra y tiro del ET* (MADOC, 2012) permite la reducción de aquellas distancias de seguridad que no estén implicadas con riesgos vitales para cualquier persona (por ejemplo, la distancia de seguridad de contaminación acústica).

El CEXP Rostrogordo tiene establecido una carga de 1 kg de explosivo como carga máxima autorizada. Esta medida preventiva no soluciona los problemas que en los siguientes puntos se tratan, pero es un aspecto a tener en cuenta en las distancias mínimas de seguridad.

² Los hornillos son cráteres en el suelo producto de las explosiones. En las prácticas de explosivos se colocan las cargas en su interior para que estos absorban gran parte de las proyecciones.



4. Normativa aplicable a los campos de explosivos del Ejército de Tierra

4.1. Instrucción Técnica para la construcción de campos de explosivos en instalaciones del Ejército de Tierra (I.T. 0301/12)

La primera normativa vigente respecto a la construcción y normalización de CEXP a nivel ET data de 1958 con el *Reglamento de Campos de Tiro*, propuesta por el Estado Mayor Central. En 2012, debido a la necesidad de adaptación del ET hacia un ejército profesionalizado, y la actualización a una norma más contemporánea se establece por el MING la Instrucción Técnica I.T. 0301 / 12 *I.T. Para construcción de campos de explosivos (CEXP) en instalaciones del ET*, la cual sigue vigente a día de hoy.

4.2. Análisis comparativo de la I.T. 0301/12 con el CEXP Rostrogordo

Se ha realizado un estudio de la I.T. 301/12 para detectar los incumplimientos, si los hay, del CEXP Rostrogordo. El modo de análisis ha sido el estudio de la norma punto por punto y comprobación de su cumplimiento en el CEXP Rostrogordo. Se comienza por el apartado 4, ya que en los anteriores artículos no se establece requerimientos que tenga que cumplir un CEXT.

Artículo 4.1) Su ubicación ideal sería en una zona bien comunicada, señalizada y vallada en todo el perímetro de seguridad, con la finalidad de aislarla del personal ajeno a la actividad. (MING, 2012, p.3)

El CEXP y el Campo de Tiro T-2 tienen una única entrada al recinto vallado situado al Oeste del mismo, aportando al recinto una seguridad perimetral. La comunicación de las diferentes unidades con el CEXP es buena, como se ha comprobado registrando el tiempo necesario para llegar al CEXP desde las diferentes unidades de Melilla:

Trayecto Cuartel Capitán Arenas - CEXP: distancia 650 m, tiempo de llegada (automóvil) 3 min.

Trayecto Base Alfonso XIII - CEXP: distancia 5400 m, tiempo de llegada (automóvil) 14 min.

Trayecto Tercio Gran Capitán 1º de la Legión - CEXP: distancia 700 m, tiempo de llegada (automóvil) 3 min.

Sobre la base de estos registros se puede afirmar que CEXP Rostrogordo cumple el Artículo 4.1.

Artículo 4.2) Deberá estar libre de vegetación y zonas rocosas así como tener un área despejada en las inmediaciones del CEXP para poder ser utilizada por un helicóptero en una hipotética evacuación urgente. (MING, 2012, p.3)

Artículo 4.3) Deberá ser sensiblemente llano, de fácil acceso tanto para personal como para vehículos de transporte o sanitarios. (MING, 2012, p.3)

El Campo de Tiro T-2 junto al CEXT (ver Figura 5b) es una explanada completamente llana y desbrozada de 200 x 100 m que puede ser utilizado como Helicopter Landing Zone³ (HLZ), por tanto, el CEXP Rostrogordo cumple el Artículo 4.2 y el Artículo 4.3.

Artículo 4.4) El CEXP, por definición, ha de ser una zona limpia de restos de materiales. Aquellos restos de materiales que se originen como consecuencia de las prácticas realizadas serán recogidos al término de las mismas por la Unidad ejecutante y retirados a contenedores o zonas de acumulación de residuos establecidos al efecto. (MING, 2012, p.4)

Artículo 4.5) Estas zonas de acumulación de restos deberán ser revisadas para evitar que puedan contener restos de materiales explosivos. Estos contenedores / zona de acumulación de residuos deberán estar situados a una distancia mínima del CEXP de 50 metros, contar con carteles

³ Un HLZ es un área de terreno específico para los helicópteros con el fin de embarcar o desembarcar tropas o carga. Helipuerto. Fuente: termwiki.com



indicadores y diferentes contenedores para cada tipo de material: METAL – MADERA – PLÁSTICO Y OTROS. (MING, 2012, p.4)

Los restos de materiales generados en las prácticas de explosivos tienen que recogerse y llevados al punto limpio de cada Unidad ejecutante, donde se recogen y acumulan los residuos de cada práctica de explosivos. En relación con la zona limpia, se puede destacar las zonas de acumulación de residuos particulares a cada Unidad ejecutante, todas ellas situadas a más de 50 m del CEXP. Por tanto, se puede concluir que el CEXP Rostrogordo cumple el Artículo 4.4 y el Artículo 4.5.

Artículo 4.7) Los CEXP deben estar al menos a 800 m de distancia de edificios habitados, ferrocarriles, carreteras y puntos de suministro. (MING, 2012, p.4)

Mediante la herramienta de Carta Digital se estudia el cumplimiento del Artículo 4.7.



Figura 8: Vista aérea con la comprobación de seguridad. (Fuente: elaboración propia en Carta Digital)

En la Figura 8 se presenta una vista aérea del CEXP Rostrogordo y sus proximidades. En color rojo está marcado el CEXP. La circunferencia negra se corresponde con la circunferencia de seguridad de 800 m de radio mencionados en el Artículo 4.7. Las líneas diagonales negras marcan las zonas exteriores del CEXP dentro del límite de los 800 m, donde pueden encontrarse tanto personal civil, como personal militar. Al norte, se puede observar que gran parte del cuartel Capitán Arenas está en el área que limita la circunferencia de 800 m de radio. Lo mismo sucede con una extensión de mar situada al Este del CEXP. Al Oeste, cerca del límite de la circunferencia, se encuentra la carretera ML-300 junto con una docena de edificios del Embalse de Rostrogordo. En color azul se señala el perímetro del vallado de los Campos de Tiro T-1 y T-2. Se comprueba que no están a 800 m de distancia el cuartel Capitán Arenas, la carretera ML-300, una docena de edificios del Embalse de Rostrogordo y una importante porción de costa al este del CEXP Rostrogordo. Mediante este razonamiento se puede concluir que el CEXP Rostrogordo no cumple el Artículo 4.7.

Artículo 5.1) La ZP se bordeará únicamente con un hilo de alambrada o seto, con la finalidad de delimitar el área y favorecer una evacuación urgente. Dispondrá de hornillos donde se colocarán las cargas para darles fuego. Estos hornillos deben de tener una profundidad mínima de 60 cm y al menos una superficie de 4 m². Con una carga máxima autorizada de 1 kilogramo de explosivo, los hornillos deberán tener una distancia mínima de 2 metros entre sí. (MING, 2012, p.4)

El perímetro de la ZP consta de un vallado compuesto por alambrada simple. Se puede observar en la Figura 6 (apartado 3.1 de la memoria) como la alambrada conforma el perímetro del CEXP. Mediante la herramienta de Carta Digital comprueba la distancia entre hornillos y comprobar si esta es inferior a 2 m.

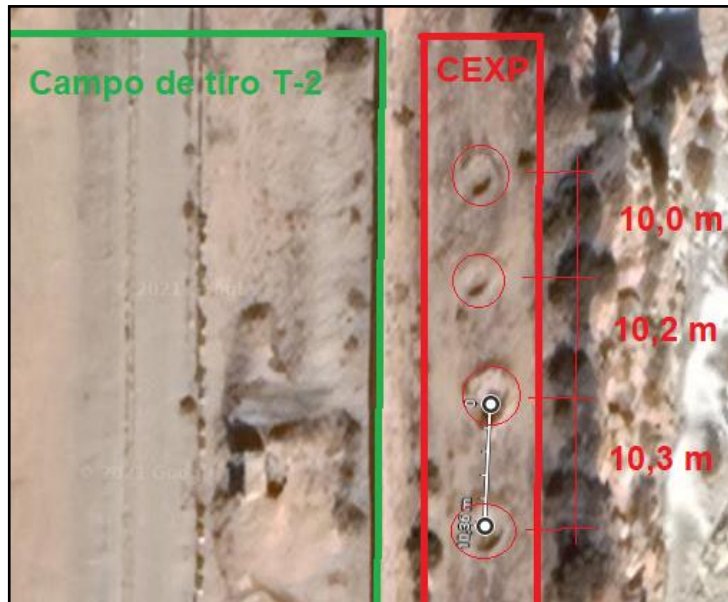


Figura 9: Vista aérea del CEXP Rostrogordo. (Fuente: elaboración propia en Carta Digital)

En la Figura 9 se presenta la vista aérea del CEXP Rostrogordo visto desde relativa cercanía para la comprobación de seguridad entre hornillos. Las circunferencias rojas señalan la localización de cada hornillo del CEXP Rostrogordo. A la derecha de estas, se encuentra la distancia entre cada hornillo, comprobándose que en ningún caso estas distancias son inferiores a 2 m. La profundidad mínima de 60 cm y la superficie mínima de 4 m² se han medido directamente.

La medición del área del hornillo se realizó mediante un flexómetro Tylon STANLEY, donde los resultados quedan plasmados en la Figura 10. Se puede observar un radio (R) de 1,30 m, por tanto un área de 5,30 m² y una profundidad (P) de 0,70 m, por tanto, el CEXP Rostrogordo cumple el Artículo 5.1.

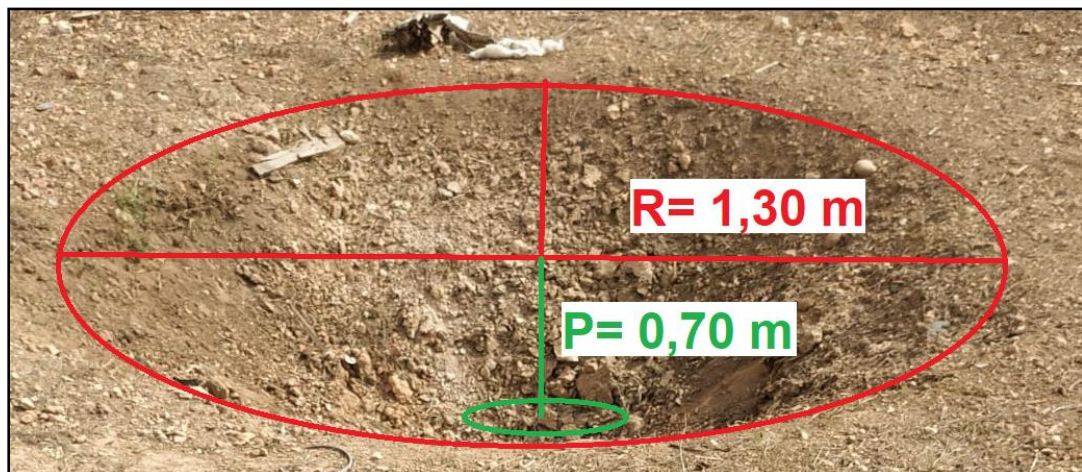


Figura 10: Hornillo del CEXP Rostrogordo con las comprobaciones de seguridad. (Fuente: elaboración propia)

Artículo 5.2) La Zona de Protección Cercana (ZPC) será un área próxima a la zona de prácticas, pero fuera de ella, en la que el personal participante en las prácticas podrá refugiarse en caso de necesidad. Podrá usarse también como área para preparación y conformación de las cargas y preparación de los artificios. En esta zona NO se cebará ninguna carga, esta acción se realizará siempre en la ZP. Esta zona se compone de una pequeña explanada y un elemento de protección vertical que construido a base de gaviones, merlones de tierra compacta o muros de hormigón. Este elemento de protección deberá tener una altura mínima de un metro y veinte centímetros. Con una carga máxima autorizada de 1 kilogramo de explosivo, la distancia mínima de la ZPC al perímetro de la ZP debe ser de 4 metros. (MING, 2012, p.5).



Debido a la inexistencia de una ZPC, el CEXP Rostrogordo no cumple el Artículo 5.2.

Artículo 5.3) La Zona de Almacenaje de explosivos (ZA) será un lugar preparado y protegido de proyecciones, donde se depositará el explosivo durante las prácticas. En caso de ejecutarse la protección mediante obra de fábrica esta consistirá en un muro de bloque hormigón armado y macizado de un metro y veinte centímetros de altura reforzado mediante un merlón frontal de la misma altura. Con una carga máxima autorizada de 1 kilogramo de explosivo, la distancia mínima de la ZA a la ZPC debe ser de 23 metros. (MING, 2012, p.6)

Debido a la inexistencia de una ZA, el CEXP Rostrogordo no cumple el Artículo 5.3.

Artículo 5.4) La Zona de Almacenaje para Detonadores e Iniciadores (ZADI) será un lugar preparado y protegido de proyecciones, donde se depositará los iniciadores durante las prácticas. La ZADI se encontrará a la misma distancia que la zona de almacenaje de explosivos, manteniendo con ésta una distancia mínima de seguridad de 10m. (MING, 2012, p.7)

Debido a la inexistencia de una ZADI, el CEXP Rostrogordo no cumple el Artículo 5.4.

Artículo 5.5) La Zona de Refugio (ZR) será una construcción destinada a la protección del personal ejecutante de la práctica. Esta zona se compone de una pequeña explanada y un elemento de protección perimetral y vertical. Este elemento se podrá construir con material reglamentario tipo Hesco-Bastión y una cubierta reforzada con sacos terreros, o con elementos de obra compuestos por hormigón armado, fábrica de bloques armados y macizados, y un forjado. Con una carga máxima autorizada de 1 kilogramo de explosivo, la distancia mínima desde la ZR a la ZP debe ser de 60 metros. (MING, 2012, p.8)

Debido a la inexistencia de una ZR, el CEXP Rostrogordo no cumple el Artículo 5.5.

Artículo 5.6) La Zona de Espera (ZE) es un área, a una distancia suficiente para garantizar la seguridad frente a cualquier tipo de proyección, del personal que se encuentre a la espera de realizar las prácticas así como del personal sanitario que se encuentre prestando apoyo al ejercicio. Esta área tendrá anexa un helipuerto destinado a la evacuación sanitaria de urgencia, y una zona de aparcamiento para los medios de la unidad usuaria. Con una carga máxima autorizada de 1 kilogramo de explosivo, la distancia mínima de la ZE a la ZP debe ser de 150 metros. (MING, 2012, p.8).

La ZE que se usa actualmente es la parte más alejada del Campo de Tiro T-2, que se encuentra entre 150 y 200 m. Además, cuenta con toda la llanura del campo de tiro para uso como HLZ, en caso necesario, con unas dimensiones de 50 x 100 m.



Figura 11: Vista aérea del CEXP Rostrogordo. (Fuente: elaboración propia en Carta Digital)

En la Figura 11 se muestra la vista aérea del CEXP Rostrogordo a partir de la cual se comprueba la distancia de seguridad de la ZE. Con estos datos se puede concluir que el CEXP Rostrogordo cumple el Artículo 5.6.

Artículo 5.7) La Zona de Seguridad (ZS) es un área que rodea la zona de prácticas delimitada por alambrada ordinaria o cualquier otro medio suficiente para evitar el acceso de personal ajeno a las prácticas. El perímetro de esta zona estará identificado con carteles que adviertan de que es un Campo de Explosivos. Con una carga máxima autorizada de 1 kilogramo de explosivo, la distancia mínima de la ZS a la ZP debe ser de 150 metros. (MING, 2012, p.8).

Mediante la herramienta de Carta Digital se estudia el cumplimiento del Artículo 5.7.

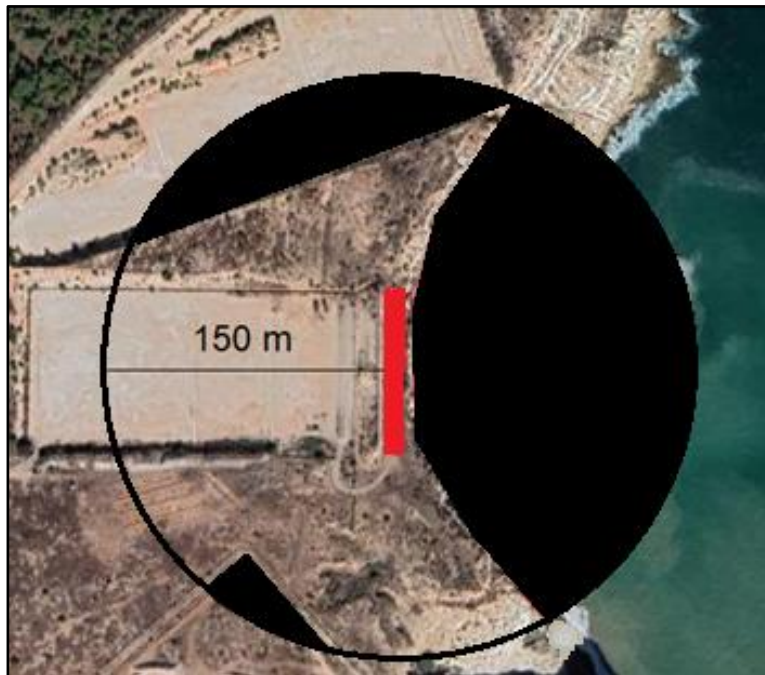


Figura 12: Vista aérea con la comprobación de seguridad de la ZS. (Fuente: elaboración propia en Carta Digital)

La Figura 12 presenta la comprobación de distancia de seguridad de la ZS. En color negro se marca las zonas que no cumplen los 150 m de distancia desde la ZP ajenos al CEXP. La distancia de seguridad de 150 m no se cumple en tres zonas: al Sur con la alambrada perimetral (hay un tramo de la valla perimetral del campo de tiro que está a menos de 150m de la ZP), al Norte con el Campo de Tiro T-1 y al Este con los Cortados de Aguadú y el mar. Mediante este razonamiento se puede concluir que el CEXP Rostrogordo no cumple el Artículo 5.7.

Artículo 5.8) El itinerario hasta el CEXP es un camino de acceso desde la entrada, hasta la ZP enlazando las diferentes zonas. Esta vía, permitirá el acceso de vehículos medios y pesados no solo para suministro de material sino también el acceso de ambulancias a la zona de prácticas. Su anchura estará en torno a los 4 m, suficientes para un vehículo. Partirá desde la explanada de aparcamiento hasta la zona de prácticas. (MING, 2012, p.9)

Mediante la herramienta de Carta Digital se comprueba el cumplimiento del Artículo 5.8.



Figura 13: Vista aérea con la comprobación del itinerario de seguridad. (Fuente: elaboración propia en Carta Digital)

En la Figura 13 se muestra la comprobación del itinerario de seguridad del CEXP Rostrogordo. El itinerario desde la puerta hasta el CEXP son 450 m en los que hay dos puntos de estrechamiento. A continuación se muestra la comprobación de paso más estrecho, mediante la herramienta de Carta Digital.



Figura 14: Vista aérea del CEXP Rostrogordo. (Fuente: elaboración propia en Carta Digital)

En la Figura 14 se puede observar el punto más estrecho con una anchura de 4,75 m. Mediante este razonamiento se puede concluir que el CEXP Rostrogordo cumple el Artículo 5.8.

Como recopilación de deficiencias del CEXP Rostrogordo según la I.T. 0301/12 se obtiene la siguiente lista:

- El CEXP Rostrogordo se encuentra a menos de 150 m de su límite perimetral de ZS. Incumple el Artículo 5.7.
- El CEXP Rostrogordo se encuentra a menos de 800 m de distancia de edificios habitados, carreteras y puntos de suministro. Incumple el Artículo 4.7.
- El CEXP Rostrogordo no posee una ZPC. Incumple el Artículo 5.2.
- El CEXP Rostrogordo no posee una ZR. Incumple el Artículo 5.3.
- El CEXP Rostrogordo no posee una ZA. Incumple el Artículo 5.4.
- El CEXP Rostrogordo no posee una ZADI. Incumple el Artículo 5.5.



5. Adaptación del campo de explosivos de Rostrogordo a la I.T. 0301/12

Para conseguir la adaptación del CEXP Rostrogordo a la I.T. 0301/12 se ha optado por la recopilación de información y posibles soluciones a través de diversas fuentes de información. Con todas las posibles soluciones se ha realizado una selección de la opción más favorable mediante una matriz ponderada.

5.1. Recopilación de información y análisis de diferentes opciones

Para la recopilación de información se han usado dos fuentes principales de información:

- EL informe del Teniente Francisco Antonio Cívico Gutiérrez (2013) sobre la rehabilitación del CEXP de Ceuta. En dicho proyecto se realizan obras de protección modelo de la I.T. 0301/12. Además, el presupuesto del proyecto resulta útil para tener en cuenta posibles materiales para la adaptación del CEXP Rostrogordo.
- Entrevistas personales realizadas a un grupo de interés explotando la experiencia de miembros de la unidad del RING 8, tanto en la construcción de diversos CEXP como en el manejo de explosivos. Todas ellas han sido llevadas a cabo mediante el formato verbal (tomando notas) de una duración media de entre 10 y 20 minutos. Todas las entrevistas siguen un patrón común compuesto por las siguientes preguntas:
 - ¿Qué factores tendría usted en cuenta a la hora de realizar cualquier construcción en el CEXP?
 - ¿Cómo solucionaría usted el problema de los 150 m de seguridad en las zonas norte, sur y este?
 - A la hora de contemplar la seguridad en un CEXP, ¿qué considera usted lo más importante?
 - ¿Cuánto tarda la SAPO en construir un modelo de ZPC/ZA/ZADI/ZR? ¿Y un muro de Hesco-Bastion de 25 x 2 celdas modelo MIL 7?
 - ¿De dónde obtiene los materiales el RING 8 para obras de protección como la de una ZPC/ZA/ZADI/ZR y un muro de Hesco-Bastion de 25x2 celdas?

El grupo de interés está compuesto por 4 miembros del RING 8:

- Entrevista al Teniente Gómez Rubio, jefe de la 1ª sección de la Compañía de Zapadores del RING 8, realizada el jueves 23 de septiembre de 2021 a las 12:30 h en el parque de ingenieros⁴ de la compañía⁵. La entrevista realizada al Teniente Gómez-Rubio fue útil para definir posibles soluciones respecto al problema de la zona de seguridad de 150 m, tales como la construcción de muros alrededor de la ZA del CEXP Rostrogordo. Además, el Teniente Gómez Rubio comenta que para la seguridad del CEXP lo más importante es la protección ante las posibles proyecciones de metralla. En cuanto al tema de construcción no supo definir factores a tener en cuenta ni rendimiento de trabajo ni proveedores de materiales de construcción.
- Entrevista al Sargento Gaviria, jefe de pelotón de la sección de construcción de la Compañía de Apoyo del RING 8, realizada el miércoles 29 de septiembre de 2021 a las 11:00 h en las oficinas del hangar de la Compañía de Apoyo. Mediante la entrevista realizada al Sargento Gaviria se obtuvieron posibles soluciones respecto al problema de la zona de seguridad de 150 m, tales como la inhabilitación de los Campos de Tiro T-1 y T-2 mientras se hace uso del CEXP Rostrogordo y aumentar la profundidad de los hornillos. Al igual que el Teniente Gómez-Rubio, el Sargento Gaviria defiende que a la hora de contemplar la seguridad en un CEXP lo más importante es la protección ante las posibles proyecciones de metralla. El Sargento resalta la importancia de los elementos de protección para el personal que realiza la práctica de explosivos, de manera que sugiere la proposición de un plan de protección compuesto por una ZPC, ZA, ZADI y ZR. Respecto a esto último el Sargento Gaviria informa de que para un plan de obra de ese calibre los materiales se obtienen directamente de empresas locales como Materiales De Construcción Ulehe S.L, Leroy Merlin y Solo Stocks. Por último, respecto al

⁴ El parque de ingenieros el lugar donde se centraliza todo el material y herramientas de dotación para los diferentes cometidos que pueda tener la unidad de ingenieros.

⁵ Una compañía es una unidad militar formada por tres secciones y mandada por un oficial, normalmente un capitán. Dependiendo de la especialidad de la compañía, puede estar formada por 30-120 personas.



tiempo necesario, el Sargento Gaviria hace una aproximación basada en proyectos similares realizado con los miembros de sección, que queda reflejada en el cronograma de proyecto (ver Tabla 4).

- Entrevista al Capitán Millán, jefe de la Compañía de Apoyo, realizada el viernes 1 de octubre de 2021 a las 11:00 h en su despacho de la compañía. A través de la entrevista realizada se mencionan posibles soluciones como mover el CEXP Rostrogordo por completo a un lugar de la plaza de Melilla donde se cumpla la I.T. 0301/12 en su totalidad. En caso de estudio y comprobación de inviabilidad de esta opción, el Capitán Millán propone una solución al problema de distancia de seguridad de 150 m en la zona sur, la cual consiste en limitar el perímetro del CEXP a la mitad, quedándose con la parte más septentrional de este. Al igual que los anteriormente entrevistados, el Capitán Millán defiende que a la hora de contemplar la seguridad en un CEXP lo más importante es la protección ante las posibles proyecciones de metralla.
- El último miembro entrevistado prefiere mantenerse de manera anónima. Su entrevista se realizó el martes 5 de octubre de 2021 en el cuartel del RING 8. Aunque la entrevista con esta persona no concluye con nuevas opciones para la adaptación del CEXP, sí que refuerza la idea de la limitación de la ZP a la parte más septentrional con objeto de evitar el incumplimiento del Artículo 5.7 sobre la distancia de seguridad de 150 m al sur del CEXP con la valla perimetral del Capo de Tiro T-2. Por otro lado, esta persona sugiere el estudio del terreno en caso de que se lleve a cabo el aumento de profundidad de los hornillos, ya que al estar en un acantilado de los Cortados de Aguadú, las excavaciones pueden suponer un riesgo para la seguridad y la posibilidad de desprendimientos.

Como resultado de las fuentes de información se obtienen las siguientes opciones a desarrollar.

- Mover el CEXP Rostrogordo en su totalidad a otra zona de la plaza de Melilla. Mediante esta medida se consigue cumplimentar la I.T. 0301/12 en su totalidad. Esta opción no es compatible con el resto de opciones, ya que están enfocadas a la ubicación del CEXP actual.
- Realizar obras de protección modelo de Zona de Protección Cercana, Zona de Almacenaje, Zona de Almacenaje de Detonadores e Indicadores y Zona Refugio. Mediante estas obras de protección se consigue el cumplimiento de los artículos 5.2, 5.3, 5.4 y 5.5 sobre la necesidad de los elementos de protección en un CEXP.
- Aumentar la profundidad de los hornillos. Mediante la absorción de la explosión y protección de las proyecciones de metralla se consigue el cumplimiento del Artículo 5.7 sobre la distancia de seguridad de 150 m en las tres zonas (Norte, Sur y Este). Esta opción fue considerada como válida hasta que se realizó un estudio del terreno a través del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) que determina poco seguro la realización de excavaciones en el CEXP debido a la cercanía a los Cortados de Aguadú y posibilidad de desprendimientos. La realización de prácticas de explosivos no resulta peligroso en cuanto a desprendimientos ya que la carga máxima autorizada en el CEXP Rostrogordo es de 1 kg.
- Construir un muro en la zona norte del CEXP. Mediante la protección de las proyecciones de metralla se consigue el cumplimiento del Artículo 5.7 sobre la distancia de seguridad de 150 m en la zona norte del CEXP con el Campo de Tiro T-1. Esta opción no es compatible con la opción de cerrar ambos campos de tiro durante el uso del CEXP (opción 7, más adelante), ya que la finalidad de ambas opciones es la misma.
- Construir un muro en la zona sur del CEXP. Mediante la protección de las proyecciones de metralla, se consigue el cumplimiento del Artículo 5.7 sobre la distancia de seguridad de 150 m en la zona sur del CEXP con el vallado perimetral del Campo de Tiro T-1. Esta opción no es compatible con la opción de limitar la ZP a la zona más septentrional (opción 8), ya que la finalidad de ambas opciones es la misma.
- Construir un muro en la zona este del CEXP. Mediante la protección de las proyecciones de metralla, se consigue el cumplimiento del Artículo 5.7 sobre la distancia de seguridad de 150 m en la zona este del CEXP con los Cortados de Aguadú.
- Cerrar Campos de Tiro T-1 y T-2 durante la realización de prácticas de explosivos. Mediante esta medida se consigue el cumplimiento del Artículo 5.7 sobre la distancia de seguridad de 150 m en la zona norte del CEXP con el Campo de Tiro T-1. Esta opción no es compatible con la opción de construir un muro en la zona norte del CEXP (opción 4), ya que la finalidad de ambas opciones es la misma.



- Limitar la ZP a la parte más septentrional del CEXP. Mediante esta medida se consigue el cumplimiento del Artículo 5.7 sobre la distancia de seguridad de 150 m en la zona sur del CEXP con el vallado perimetral del Campo de Tiro T-1. Esta opción no es compatible con la opción de construir un muro en la zona sur del CEXP (opción 5), ya que la finalidad de ambas opciones es la misma.

5.2. Selección de la opción más favorable

Se ha hecho uso de una matriz ponderada para poder hacer una selección precisa y objetiva de la combinación de opciones óptima. El objetivo de esta matriz ponderada es seleccionar la combinación de opciones óptima que consigan que el CEXP Rostrogordo cumpla la I.T. 0301/12. Los criterios a evaluar en cada opción se han obtenido a través de las entrevistas personales, donde se han ponderado entre los valores absolutos 1 y 5 de manera consensuada entre los miembros del grupo de interés de la unidad RING 8.

- Coste económico (ponderación 4/5): se pretende que el coste económico sea el mínimo posible.
- Garantía de éxito (ponderación 5/5): se buscan propuestas con resultados potenciales asegurados.
- Tiempo requerido (ponderación 2/5): se valora que las propuestas no hagan un uso abusivo del tiempo.
- Grado de dificultad (ponderación 2/5): las propuestas no deben suponer una adversidad sino una oportunidad .
- Logística necesaria (ponderación 3/5): los medios necesarios para llevar a cabo la propuesta han de ser los mínimos posibles.
- Seguridad (ponderación 5/5): se buscan propuestas que estén planteadas desde el lado de la seguridad.

En la Tabla 1 se presenta la rúbrica de evaluación de los criterios de la matriz ponderada. Todos los valores pertenecientes a la rúbrica de evaluación han sido seleccionados de manera consensuada con miembros del grupo de interés de la unidad RING 8.

Tabla 1: Rúbrica de evaluación de los criterios de la matriz ponderada. (Fuente: elaboración propia)

CRITERIOS	PUNTUACIÓN 1/5	PUNTUACIÓN 2/5	PUNTUACIÓN 3/5	PUNTUACIÓN 4/5	PUNTUACIÓN 5/5
COSTE ECONÓMICO	Coste superior a 20,000 €	Coste inferior a 15,000 €	Coste inferior a 10,000 €	Coste inferior a 5,000 €	Ningún coste económico
GARANTÍAS DE ÉXITO	50-60%	60-70%	70-80%	80-90%	90-100%
TIEMPO REQUERIDO	Más de 4 meses	3-4 meses	2-3 meses	1-2 meses	Menos de 1 mes
GRADO DE DIFICULTAD	Dificultad técnica. Dificultad de planeamiento. Dificultad de ejecución.	Dificultad técnica. Dificultad de planeamiento. Ejecución sencilla.	Dificultad técnica. Planeamiento sencillo. Dificultad de ejecución.	Dificultad técnica. Planeamiento sencillo. Ejecución sencilla.	Sencillez técnica. Pplaneamiento sencillo. Ejecución sencilla.
LOGÍSTICA NECESARIA	Necesidad de adquisición tanto de materiales como medios. Transporte y almacenaje ajeno.	Necesidad de adquisición tanto de materiales como medios. Transporte y almacenaje propio.	Medios Propios. Necesidad de adquisición de materiales. Transporte y almacenaje ajeno.	Medios Propios. Necesidad de adquisición de materiales. Transporte y almacenaje propio.	Medios propios. Sin necesidad de adquisición de materiales. Transporte y almacenaje propio.
SEGURIDAD	-	Grado 4 (alto riesgo)	Grado 3 (riesgo medio-alto)	Grado 2 (riesgo bajo-medio)	Grado 1 (bajo riesgo)

En la Tabla 2 se presenta la matriz ponderada, donde se obtiene la combinación óptima para la adecuación del CEXP Rostrogordo a la I.T. 0301/12.

- 1) Cerrar Campos de Tiro T-1 y T-2 durante la realización de prácticas de explosivos.
- 2) Limitar la ZP a la parte más septentrional del CEXP Rostrogordo.
- 3) Construir un muro en la zona este del CEXP Rostrogordo.



- 4) Realizar obras de protección modelo: Zona de Protección Cercana, Zona de Almacenaje, Zona de Almacenaje de Detonadores e Indicadores y Zona Refugio.

Tabla 2: Matriz ponderada (Fuente: elaboración propia)

	COSTE ECONÓMICO	GARANTÍAS DE ÉXITO	TIEMPO REQUERIDO	GRADO DE DIFICULTAD	LOGÍSTICA NECESARIA	SEGURIDAD	PUNTUACIÓN
	4	5	2	2	3	5	
Cerrar Campos de Tiro T-1 y T-2	5	5	5	5	5	5	105
Limitar la ZP a la parte más septentrional del CEXP	5	5	5	5	5	5	105
Construir un muro en la zona norte	3	5	3	3	2	4	75
Construir un muro en la zona sur	3	5	3	3	2	4	75
Construir un muro en la zona este	3	5	3	3	2	4	75
Realizar obras de protección: ZPC, ZA, ZADI y ZR.	2	5	2	3	2	5	74
Aumentar la profundidad de los hornillos	5	1	5	5	5	2	70
Mover el CEXP Rostrogordo	1	2	1	1	1	3	36

Una vez se ejecuten las acciones propuestas, el CEXP Rostrogordo cumplirá la normativa vigente I.T. 0301/12, ya que se compensan faltas de distancia de seguridad mediante un plan de obras de protección (muro ZP, ZPC, ZA, ZADI y ZR) y mediante acciones burocráticas (restringir el uso del CEXP de manera simultánea con los Campos de Tiro T-1 y T-2).

5.3. Proyecto de adaptación

5.3.1. Plan de trabajo

- 1) Para cerrar los Campos de Tiro T-1 y T-2 durante el uso del CEXP Rostrogordo no es necesario ningún plan de trabajo, ya que se trata de una acción burocrática. La unidad G3⁶ de la COMGEMEL es la encargada de la planificación y asignación de las distintas zonas del CMT Rostrogordo (Campo de Tiro T-1, Campo de Tiro T-2 y CEXP Rostrogordo) a las diferentes unidades de Melilla. De la siguiente manera, el trámite administrativo comienza en la unidad s3⁷ del RING 8 donde se eleva la proposición a la G3 de la COMGEMEL.

La situación final deseada con esta opción consiste en una medida de coordinación desarrollada por la COMGEMEL donde se asignan las diferentes zonas del CMT Rostrogordo durante las diferentes jornadas de instrucción de manera que el uso del CEXP Rostrogordo implica la inutilización de los Campos de Tiro T-1 y T-2.

En la Tabla 3 se presenta un ejemplo de la distribución de las zonas del CMT Rostrogordo entre diferentes unidades de la COMGEMEL para una semana ordinaria. En ella se puede apreciar como los días que se utiliza el CEXP Rostrogordo, ambos Campos de Tiro T-1 y T-2 quedan inutilizados (en el caso de la Tabla 3 corresponde con los días martes D+1 y jueves D+3). Así mismo, los días que cualquiera de los dos campos de tiro son utilizados, el CEXP Rostrogordo queda inutilizado (en el caso de la Tabla 3 corresponde con los días lunes D y miércoles D+2). Cabe destacar que ambos Campos de Tiro T-1 y T-2 sí que pueden ser utilizados simultáneamente (en el caso de la Figura 19 corresponde

Tabla 3: Ejemplo de distribución de zonas del CMT Rostrogordo. (Fuente: elaboración propia)

DISTRIBUCIÓN CMT ROSTROGORDO SEMANA X	LUNES DÍA D	MARTES DÍA D+1	MIÉRCOLES DÍA D+2	JUEVES DÍA D+3	VIERNES DÍA D+4
Campo de Tiro T-1	Regimiento Caballería 'Alcántara' 10	(Inutilizado por uso de CEXP)	Regimiento Mixto Artillería nº 32	(Inutilizado por uso de CEXP)	-
Campo de Tiro T-2	-	(Inutilizado por uso de CEXP)	Grupo Regulares Melilla nº 52	(Inutilizado por uso de CEXP)	-
CEXP Rostrogordo	(Inutilizado por uso de CT)	Regimiento Ingenieros nº 8	(Inutilizado por uso de CT)	Tercio 'Gran Capitán' 1º la Legión	-

⁶ La unidad G3 de una plana mayor de mando es aquella unidad encargada de las operaciones a nivel brigada.

⁷ La unidad s3 de una plana de mando es aquella unidad encargada de las operaciones a nivel batallón o regimiento,

con el día miércoles D+2). Por último, las cuadrículas en las que aparece un guion “-“ implica que la zona se encuentra libre sin unidad asignada.

- 2) Para la limitación de la ZP a la parte más septentrional del CEXP Rostrogordo, se plantea la distribución de la ZP propuesta en la Figura 15.



Figura 15: Vista aérea del CEXP Rostrogordo. (Fuente: elaboración propia en Carta Digital)

La Figura 15 presenta la nueva distribución de la ZP. Tiene la mitad de longitud que el CEXP existente, de manera que sus dimensiones totales son 50 x 16 m. Está compuesto por cinco hornillos, lo cual es más que suficiente para una práctica de explosivos a nivel sección⁸. Los dos hornillos más septentrionales de la nueva distribución del terreno no están materializados, y fuera del CEXP propuesto hay hornillos que quedan deshabilitados. De esta manera se solventa el problema con la distancia de seguridad de 150 m al Sur con el perímetro de los campos de tiro.

El plan de trabajo para esta acción consiste en las acciones que se mencionan a continuación.

- Retirar la alambrada en aquella zona que no pertenezca a la ZP propuesta.
 - Colocar y cerrar piquetas. Nuevo límite sur del CEXP Rostrogordo.
 - Materializar los dos hornillos más septentrionales del CEXP propuesto mediante maquinaria retroexcavadora con un diámetro de 2,60 m y una profundidad de 0,70 m.
 - Tapar los hornillos situados al sur del CEXP propuesto mediante maquinaria retroexcavadora o minimáquina.
- 3) Para la construcción del muro en la zona este del CEXP se decide realizar en base a Hesco-Bastion ya que de lo contrario, un muro de hormigón armado implica un asentamiento. Al estar situados cerca del acantilado de los Cortados de Aguadú, esta opción queda descartada. De esta manera se solventa el problema de la distancia de seguridad de 150 m al Este del con los Cortados de Aguadú y el mar. El plan de trabajo para esta acción consiste en:
- Preparación del terreno: desbroce de la zona, nivelación de la superficie.
 - Colocación y relleno de Hesco-Bastion.

⁸ Una sección es una unidad militar formada por dos o más pelotones y mandada por un oficial, normalmente un teniente. Dependiendo de la especialidad de la sección, puede estar formada por 15-40 personas.

- 4) Para la construcción de los elementos de protección modelo (ZPC, ZA, ZADI y ZR) se proponen dos posibles zonas, acotadas como ZONA 1 y ZONA 2 (ver Figura 16). La ZONA 1 se encuentra al Sur del Campo de Tiro T-2, entre el espaldón sur y el vallado perimetral. La ZONA 2 se encuentra al Norte del Campo de Tiro T-2, entre ambos campos de tiro. Se le da prioridad de construcción a la ZONA 1 sobre la ZONA 2 debido a que en la ZONA-2 se necesita un mayor movimiento de tierras para el desbroce y la nivelación, pero en ninguno de los dos casos tendríamos que realizar el camino de acceso ya que se utiliza el propio campo como acceso hasta la zona de práctica (ZP). La clave del éxito reside en guardar en todo momento las distancias de seguridad exigidas por la I.T. 0301/12.



Figura 16: Vista aérea con las dos posibles zonas de protección. (Fuente: elaboración propia en Carta Digital)

La Figura 16 presenta las dos posibles localizaciones para las construcciones de protección. En ambas zonas contienen una ZPC, ZA, ZADI Y ZR, con las distancias requeridas justificadas en la Figura 17. Los planos de estas zonas de protección modelo se encuentran anexos a la I.T. 0301/12, y se han adjuntado a esta memoria como Anexo A, Anexo B, Anexo C y Anexo D junto con sus respectivos planes de obra.

La forma de proceder en la unidad de construcción del RING 8 en Melilla es a través de la elaboración de fichas de obra individuales a cada elemento particular de protección. Estas fichas individuales están divididas en dos apartados: descripción de la obra y control de la obra. Por una parte la descripción de la obra tiene a su vez siete subapartados: dimensiones, descripción de uso, personal necesario, medios, materiales, duración y coste económico. Por otra parte el control de la obra tiene tres subapartados: estructura, secuencia y posibles mejoras.



Teniendo todos los elementos de la obra de protección definidos, se reúnen todas las propuestas en un único plan de protección conjunto, representado en la Figura 17.



Figura 17: Propuesta de protección conjunta (Fuente: elaboración propia en Carta Digital)

5.3.2. Tiempo estimado

El plan de trabajo está estimado en un total de 20 jornadas de trabajo. Este tiempo de ejecución se ha estimado a través de los tiempos de los diferentes planes de obra y la unificación del plan conjunto mediante un cronograma (Tabla 4). Para el cálculo de las jornadas de trabajo se consideran aquellas que posean unas condiciones meteorológicas y de capacidades adecuadas. Los viernes serán dedicados al mantenimiento de equipos, máquinas y vehículos. De la siguiente manera el plan conjunto de protección está compuesto por 33 días naturales, sin contemplar posibles fiestas nacionales o fiestas de la ciudad autónoma de Melilla.

Es condicionante conocer la situación de la unidad ejecutante de la obra, que en este caso sería la Sección de Apoyo (SAPO) del RING 8, la cual se encuentra con una plantilla de entidad pelotón⁹ con jornadas de trabajo de 8 horas.

Duración estimada en limitar la ZP a la zona norte: 1 jornada de trabajo.

- Retirar piquetas ZP zona sur: 1 hora
- Colocar y cerrar piquetas: 1 hora
- Materializar 2 hornillos zona norte: 1 hora
- Tapar hornillos zona sur: 1 hora

⁹ Un pelotón es una unidad militar que está formado por 1 o 2 escuadras y mandada por un suboficial, normalmente un sargento. Dependiendo de la especialidad del pelotón, puede estar formada por 4-10 personas.



Duración estimada en construir muro en ZP: 4 jornadas de trabajo.

- Preparación del terreno: 16 horas.
- Colocación y relleno Hesco-Bastion: 16 horas.

Duración estimada en construir ZPC: 4 jornadas de trabajo.

- Preparación del terreno: 8 horas.
- Colocación y relleno Hesco-Bastion: 6 horas.
- Construcción merlones: 6 horas.
- Extendido grava: 3 horas.

Duración estimada en construir ZA: 3 jornadas de trabajo.

- Preparación del terreno: 8 horas.
- Colocación y relleno Hesco-Bastion: 5 horas.
- Construcción merlones: 5 horas.
- Extendido grava: 1 hora.

Duración estimada en construir ZADI: 3 jornadas de trabajo.

- Preparación del terreno: 8 horas.
- Colocación y relleno Hesco-Bastion: 5 horas.
- Construcción merlones: 5 horas.
- Extendido grava: 1 hora.

Duración estimada en construir ZR: 5 jornadas de trabajo.

- Preparación del terreno: 8 horas.
- Colocación y relleno Hesco-Bastion: 8 horas.
- Colocación de la cubierta: 8 horas.
- Colocación sacos terreros y relleno de la cubierta: 12 horas
- Construcción merlones: 4 horas.
- Extendido grava: 1 hora.

Duración estimada total: 20 jornadas de trabajo, 33 días naturales.

La Tabla 4 presenta el cronograma de obras de protección del CEXP Rostrogordo, con un total de 20 jornadas de trabajo.

Tabla 4: Cronograma de obras de protección del CEXP Rostrogordo. (Fuente: elaboración propia)

TRABAJO A REALIZAR/ DÍA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Limitar ZP zona Norte	■																																		
Muro ZP zona Este		■	■	■				■	■	■																									
ZPC																																			
ZA																																			
ZADI																																			
ZR																																			

5.3.3. Materiales necesarios

En cuanto a los materiales necesarios, se ha hecho una lista esquematizada según las obras a realizar, con sus respectivas herramientas y material necesario para su materialización. Todas las construcciones de protección están planteadas en base a Hesco-Bastion ya que en el caso de los bloques de hormigón el presupuesto aumenta un 105%.

- Muro de Hesco-Bastion al Este del CEXP:
 - 50 células de Hesco-Bastion (modelo MIL 7)



- Material de relleno para los Hesco-Bastion.
- Zona de Protección Cercana:
 - 13 células de Hesco-Bastion (modelo MIL 1).
 - 4 m³ de grava.
 - Material de relleno para los Hesco-Bastion y los merlones.
- Zona de Almacenaje:
 - 20 células de Hesco-Bastion (modelo MIL 1).
 - 2.4 m³ de grava.
 - Material de relleno para los Hesco-Bastion y los merlones.
- Zona de Almacenaje de Detonadores e Iniciadores:
 - 20 células de Hesco-Bastion (modelo MIL 1).
 - 2.4 m³ de grava.
 - Material de relleno para los Hesco-Bastion y los merlones.
- Zona Refugio:
 - 50 células de Hesco-Bastion (modelo MIL 1).
 - 4 Tablones de pino de 4,00 x 0,20 x 0,05 m.
 - 7 perfiles IPE-220 de 6 m.
 - 48 m de tubo cuadrado de 80 x 40 mm.
 - 48 m² de chapa ondulada galvanizada.
 - 100 tornillos rosca chapa.
 - 500 sacos terreros de 20 kg.
 - 4.2 m³ de grava.
 - 4 kg de pintura antioxidante.
 - Material de relleno para los Hesco-Bastion y los merlones.

5.3.4. Presupuesto del proyecto

Para el presupuesto del proyecto se ha tenido en cuenta el informe del Teniente Francisco Antonio Cívico Gutiérrez (2013), jefe de la sección de construcciones verticales del Regimiento de Ingenieros nº 7, Ceuta, donde realizó obras de protección en el CEXP Ceuta. Más en particular, realizó una ZPC, ZA y ZR en dicho CEXP. Bien es cierto que el informe muestra los precios de los materiales desactualizados, el trabajo del Teniente Francisco Antonio Cívico Gutiérrez es de gran valor para poder tener en cuenta ciertos materiales para el plan de obra. A continuación se justifican el precio unitario de los materiales.

- Hesco-Bastion MIL 1: presupuesto solicitado a la empresa HESCO obteniendo un coste unitario de 49,11 €.
- Hesco Bastion MIL 7: presupuesto solicitado a la empresa HESCO obteniendo un coste unitario de 60,61 €.
- Grava: la empresa Materiales De Construcción Ulehe S.L. ofrece 12,00 € por cada m³ de grava.
- Tablones de pino: la empresa Leroy Merlín ofrece 55,36 € por cada tablón de pino de 4,00 x 0,20 x 0,05 m.
- Perfiles IPE 220, 6m: presupuesto solicitado a la empresa Acero Panel obteniendo un coste unitario de 242,03 €.
- Tubo cuadrado: la empresa Leroy Merlín ofrece 4,69 € por cada metro de tubo.



- Chapa ondulada galvanizada: presupuesto solicitado a la empresa Acero Panel obteniendo un coste de 15,58 € el m² de chapa.
- Tornillos rosca chapa: la empresa Leroy Merlín ofrece 0,10 € por cada tornillo.
- Pintura antioxidante: la empresa Leroy Merlín ofrece 9,92 € por cada L de pintura.
- Sacos terreros: presupuesto solicitado a la empresa Solo Stocks obteniendo un coste unitario de 2 €.

Enfocado al plan de trabajo, se calcula el presupuesto individual para cada obra de protección, de manera que se obtienen los siguientes costes:

- Presupuesto muro Hesco-Bastion al Este del CEXP Rostrogordo: 4666,91 €
- Presupuesto ZPC: 1494,25 €
- Presupuesto ZA: 1224,76 €
- Presupuesto ZADI: 1224,76 €
- Presupuesto ZR: 6131,01 €
- **PRESUPUESTO TOTAL: 14741,69 €**

En la Tabla 5 se presenta la tabla de presupuestos para la adecuación del CEXP Rostrogordo. Inicialmente se hace un cálculo total de los materiales necesarios para después hacer un cálculo del presupuesto con el precio unitario de cada material.

Tabla 5: Presupuesto para la adecuación del CEXP Rostrogordo (Fuente: elaboración propia)

	UNIDADES	ZPC	ZA	ZADI	ZR	MURO ZP	TOTAL
HESCO-BASTION (MIL-1)	CELDAS	13	20	20	50		103 CELDAS
HESCO BASTION (MIL-7)	CELDAS					50	50 CELDAS
GRAVA 15/15	m ³	4	2.4	2.4	4.2		13 m ³
TABLONES DE PINO	UNIDAD				4		4 UNIDAD
PERFILES IPE 220, 6 m	UNIDAD				7		7 UNIDAD
TUBO CUADRADO	m				48		48 m
CHAPA ONDULADA GALVANIZADA	m ²				48		48 m ²
TORNILLOS ROSCA CHAPA	UNIDAD				100		100 UNIDAD
PINTURA ANTIOXIDANTE	kg				4		4 kg
SACOS TERREROS	UNIDAD				500		500 UNIDAD

	TOTAL		PRECIO UNITARIO (€)	TOTAL MATERIAL
HESCO-BASTION (MIL-1)	103	CELDAS	49.11	5058.33 €
HESCO BASTION (MIL-7)	50	CELDAS	60.61	3030.50 €
GRAVA 15/15	13	m ³	12.00	156.00 €
TABLONES DE PINO	4	UNIDAD	55.36	221.44 €
PERFILES IPE 220, 6 m	7	UNIDAD	242.03	1694.21 €
TUBO CUADRADO	48	m	4.69	225.22 €
CHAPA ONDULADA GALVANIZADA	48	m ²	15.58	747.84 €
TORNILLOS ROSCA CHAPA	100	UNIDAD	0.10	10.00 €
PINTURA ANTIOXIDANTE	4	kg	9.92	39.68 €
SACOS TERREROS	500	UNIDAD	2.00	1000.00 €

PRECIO SIN IVA	12183.22 €
PRECIO TOTAL	14741.69 €

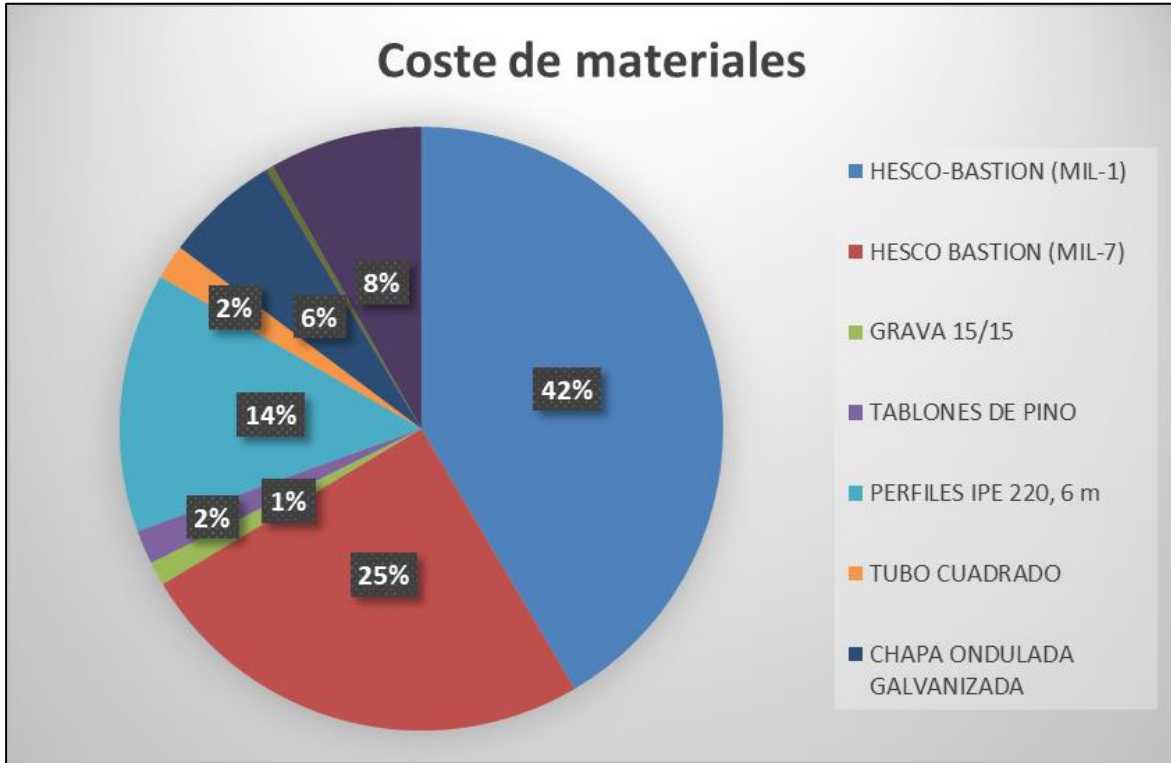


Figura 18: Gráfico comparativo de los diferentes costes de materiales. (Fuente: elaboración propia)

En la Figura 18 se presenta una gráfica comparativa de los diferentes costes de materiales. Según se puede observar, se destina un 67% del coste total del proyecto a las celdas Hesco-Bastion (MIL-1 y MIL-7).

Se concluye un coste total del proyecto de **14741,69 €**.



6. Conclusiones

Detectada la necesidad de que el COMGEMEL disponga de un CEXP que permita las actividades necesarias de instrucción y adiestramiento de sus unidades, se ha elaborado un proyecto que adapta el CEXP Rostrogordo a la norma vigente I.T. 0301/12. El proyecto se ha definido tanto por acciones burocráticas (restringir el uso del CEXP de manera simultánea con los Campos de Tiro T-1 y T-2) como planes de trabajo y propuesta de obras de protección (muro ZP, ZPC, ZA, ZADI y ZR).

Los incumplimientos de la I.T. 0301/12 más importantes del CEXT Rostrogordo detectados son:

- CEXP Rostrogordo a menos de 800 m de edificios habitados, ferrocarriles, carreteras o puntos de suministro.
- CEXP Rostrogordo a menos de 150 m de tres zonas exteriores al recinto de seguridad: al Norte con el Campo de Tiro T-1, al Este con los Cortados de Aguadú y al Sur con el perímetro de la valla del Campo de Tiro T-2.
- Inexistencia de elementos de protección ZPC, ZA, ZADI y ZR.

Combinando la información obtenida de las entrevistas personales realizadas a un grupo de interés del RING 8 y el informe de la rehabilitación del CEXP Ceuta (Teniente Francisco Antonio Cívico Gutiérrez, 2013) ha sido posible proponer varias soluciones para solucionar los incumplimientos del CEXP. Este análisis se ha realizado, con el fin de elegir la combinación óptima de adaptación, utilizando una matriz ponderada. Todos los criterios de puntuación y ponderación de factores han sido consensuados con el grupo de interés del RING 8.

Una vez seleccionada la combinación de soluciones óptima, se han desarrollado las acciones necesarias para conseguir un correcto cumplimiento de la norma I.T. 0301/12. Se acude a la I.T. 14/12 *Dirección y gestión de los campos de manobra y tiro del ET* (MADOC, 2012) para compaginar la deficiencia de 800 m entre el CEXP y edificios habitados, ferrocarriles, carreteras o puntos de suministro ya que en dicha I.T. 14/12 se exime a las ciudades de Ceuta y Melilla de la necesidad de cumplir los 800 m de seguridad. También se ha propuesto la toma de acciones burocráticas como la solicitud a la COMGEMEL de la inutilización de los Campos de Tiro T-1 y T-2 durante el uso del CEXP Rostrogordo. Por último, se ha diseñado un plan de obras de protección compuesto por 5 elementos de protección: un muro en la ZP y la materialización de una ZPC, ZA, ZADI y ZR.

El presupuesto total del proyecto es de 14741,69 €



7. Referencias bibliográficas

- Mando de Ingenieros del Ejército de Tierra (2012). *I.T. 0301/12: Instrucción Técnica para la construcción de campos de explosivos del Ejército de Tierra*. [Consultado: 02-01-2022]
- Mando de Adiestramiento y Doctrina (2012). *I.T. 14/12: Dirección y gestión de los campos de manobra y tiro del ET*. [Consultado: 18-01-2022]
- Teniente Francisco Antonio Cívico Gutiérrez (2013). Informe Técnico para la rehabilitación del CEXP Ceuta. Jefe de la sección de construcciones verticales del Regimiento de Ingenieros nº 7. [Consultado 27-12-2021]
- Estado Mayor Central (1956). *Reglamento de Campos de Tiro*. [Consultado 12-02-2022]

ANEXOS

ANEXO A: OBRA ZONA PROTECCIÓN CERCANA

ANEXO B: OBRA ZONA ALMACENAMIENTO

ANEXO C: OBRA ZONA DE ALMACENAMIENTO DETONADORES/ INICIADORES

ANEXO D: OBRA ZONA REFUGIO

[Esta página se ha dejado en blanco intencionadamente]

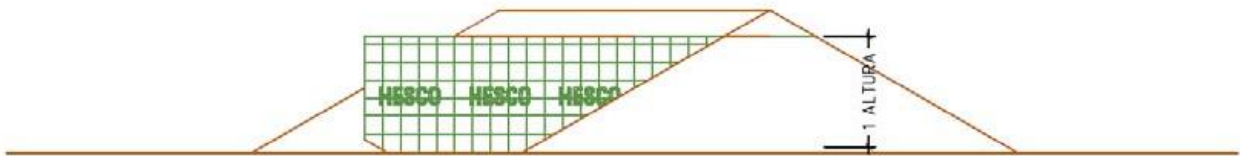
ANEXO A: Obra Zona Protección Cercana

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	
DIMENSIONES	6,0 x 11,0 x 1,7 m
DESCRIPCIÓN DE USO	Protección con Hesco-Bastion. Zona de Protección Cercana
PERSONAL NECESARIO	1 Pelotón
MEDIOS	Retropala/minimáquina, material de peones
MATERIALES	<ul style="list-style-type: none"> - 13 células de Hesco (mod. MIL 1) - 4 m³ de grava - Material de relleno para los Hesco-Bastions y los merlones.
DURACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación del terreno: 1 día. - Colocación y relleno Hesco-Bastion: 3 horas. - Construcción merlones: 3 horas. - Extendido grava: 1 hora.
COSTE ECONÓMICO	1494,25 €

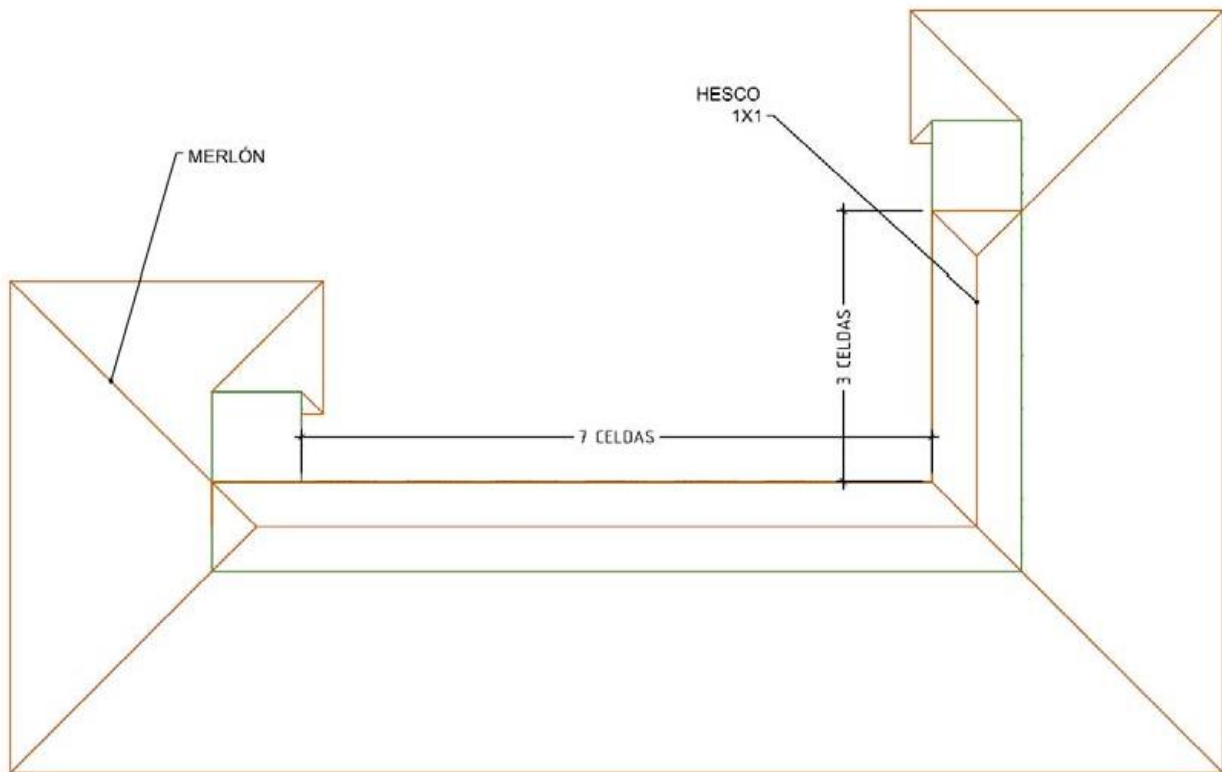
CONTROL DE OBRA	
ESTRUCTURA DE HESCO	Estructura en base a Hesco-Bastion, de una altura y formando una L, rellenos de material granular. Además, se construyen unos merlones de tierra en la parte exterior hasta crear un copete sobre el Hesco.
SECUENCIA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nivelación de toda la superficie. 2. Colocación de los Hesco-Bastions. 3. Relleno y compactación del interior con material granular. 4. Construcción del merlón exterior. 5. Extendido de grava en el interior.
POSIBLES MEJORAS	Para aumentar la durabilidad y evitar los deterioros producidos por las lluvias, se puede verter una lechada de mortero de cemento sobre el copete y los merlones.



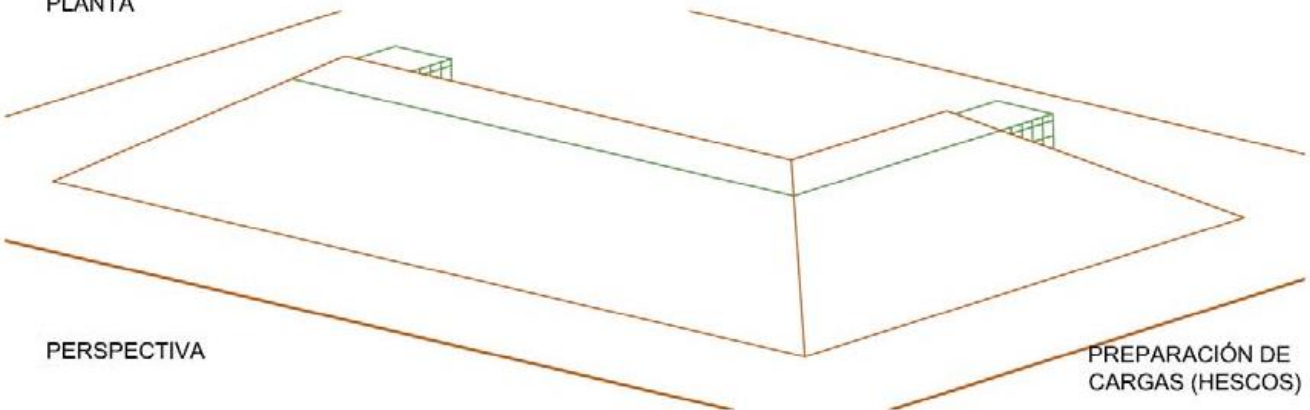
ALZADO FRONTAL



ALZADO LATERAL



PLANTA



PERSPECTIVA

PREPARACIÓN DE CARGAS (HESCOS)

Figura 19: Planos ZPC para el CEXP Rostrogordo. (Fuente: Anexo C I.T. 0301/12)

ANEXO B: Obra Zona Almacenamiento

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	
DIMENSIONES	9,0 x 10,0 x 1,1 m
DESCRIPCIÓN DE USO	Protección con Hesco-Bastion Zona de Almacenamiento de explosivos/artificios
PERSONAL NECESARIO	1 Pelotón
MEDIOS	Retropala/minimáquina, material de peones
MATERIALES	<ul style="list-style-type: none"> - 20 células de Hesco-Bastion (mod. MIL 1) - 2.4 m³ de grava - Material de relleno para los Hesco-Bastions y los merlones
DURACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación del terreno: 1 día. - Colocación y relleno Hescos: 4 horas. - Construcción merlones: 4 horas. - Extendido grava: 1 hora.
COSTE ECONÓMICO	1224,76 €

CONTROL DE OBRA	
ESTRUCTURA DE HESCO	Estructura en base a Hesco-Bastion, de una altura, rellenos de material granular. Además, se construyen unos merlones de tierra en la parte exterior.
SECUENCIA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nivelación de toda la superficie. 2. Colocación de los Hesco-Bastions. 3. Relleno y compactación del interior con material granular. 4. Construcción del merlón exterior. 5. Extendido de grava en el interior.
POSIBLES MEJORAS	Para aumentar la durabilidad y evitar los deterioros producidos por las lluvias, se puede verter una lechada de mortero de cemento sobre la parte superior del Hesco y los merlones.

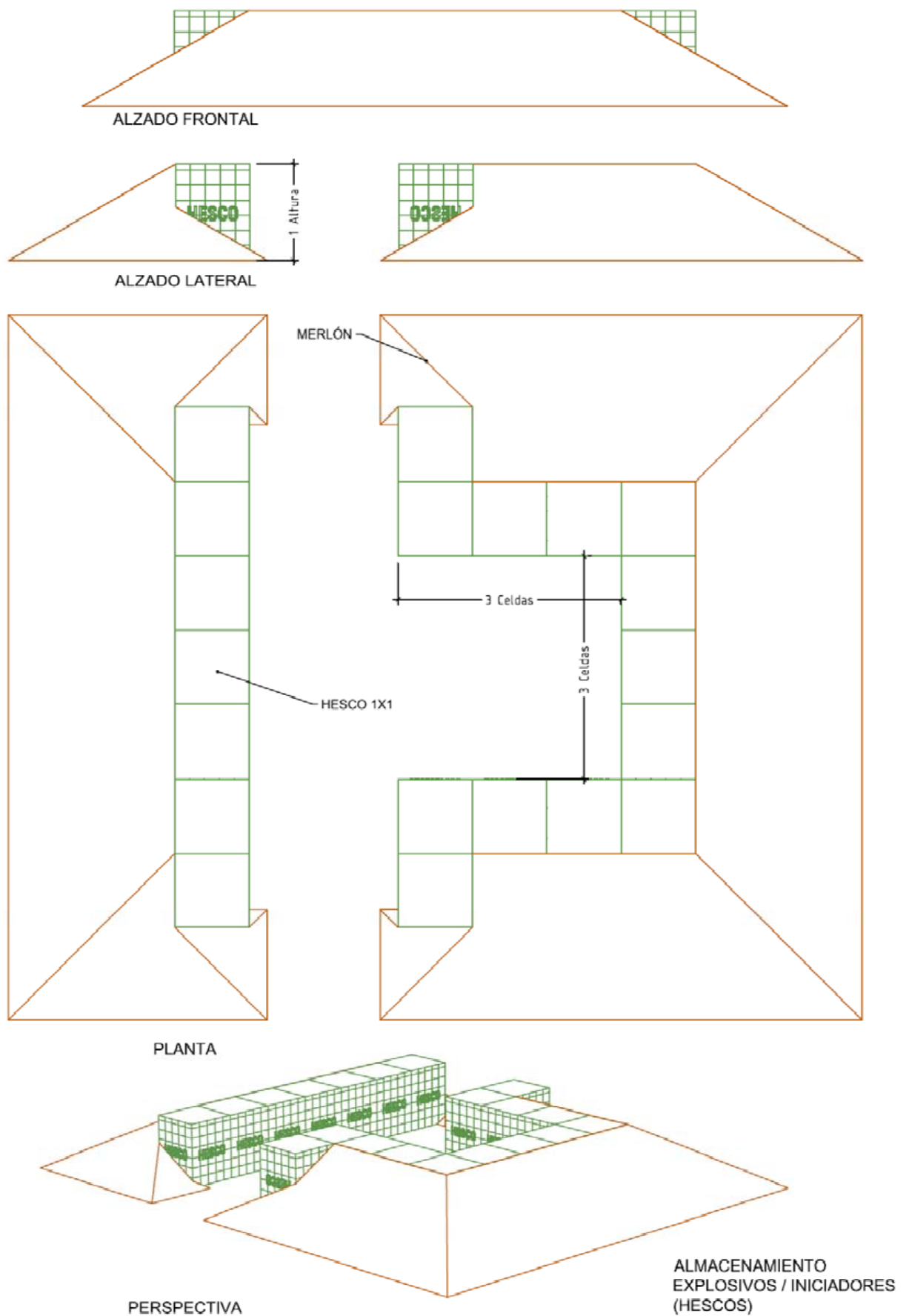


Figura 20: Planos ZA para el CEXP Rostrogordo. (Fuente: Anexo C I.T. 0301/12)

ANEXO C: Obra Zona de Almacenamiento Detonadores/ Iniciadores

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	
DIMENSIONES	9,0 x 10,0 x 1,1 m
DESCRIPCIÓN DE USO	Protección con Hesco-Bastion Zona de Almacenamiento de detonadores/ iniciadores
PERSONAL NECESARIO	1 Pelotón
MEDIOS	Retropala/minimáquina, material de peones
MATERIALES	<ul style="list-style-type: none"> - 20 células de Hesco-Bastion (mod. MIL 1) - 2.4 m³ de grava - Material de relleno para los Hesco-Bastions y los merlones.
DURACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación del terreno: 1 día. - Colocación y relleno Hesco-Bastions: 4 horas. - Construcción merlones: 4 horas. - Extendido grava: 1 hora.
COSTE ECONÓMICO	1224,76 €

CONTROL DE OBRA	
ESTRUCTURA DE HESCO	Estructura en base a Hesco-Bastion, de una altura, rellenos de material granular. Además, se construyen unos merlones de tierra en la parte exterior.
SECUENCIA	<ol style="list-style-type: none"> 6. Nivelación de toda la superficie. 7. Colocación de los Hesco-Bastion. 8. Relleno y compactación del interior con material granular. 9. Construcción del merlón exterior. 10. Extendido de grava en el interior.
POSIBLES MEJORAS	Para aumentar la durabilidad y evitar los deterioros producidos por las lluvias, se puede verter una lechada de mortero de cemento sobre la parte superior del Hesco y los merlones.

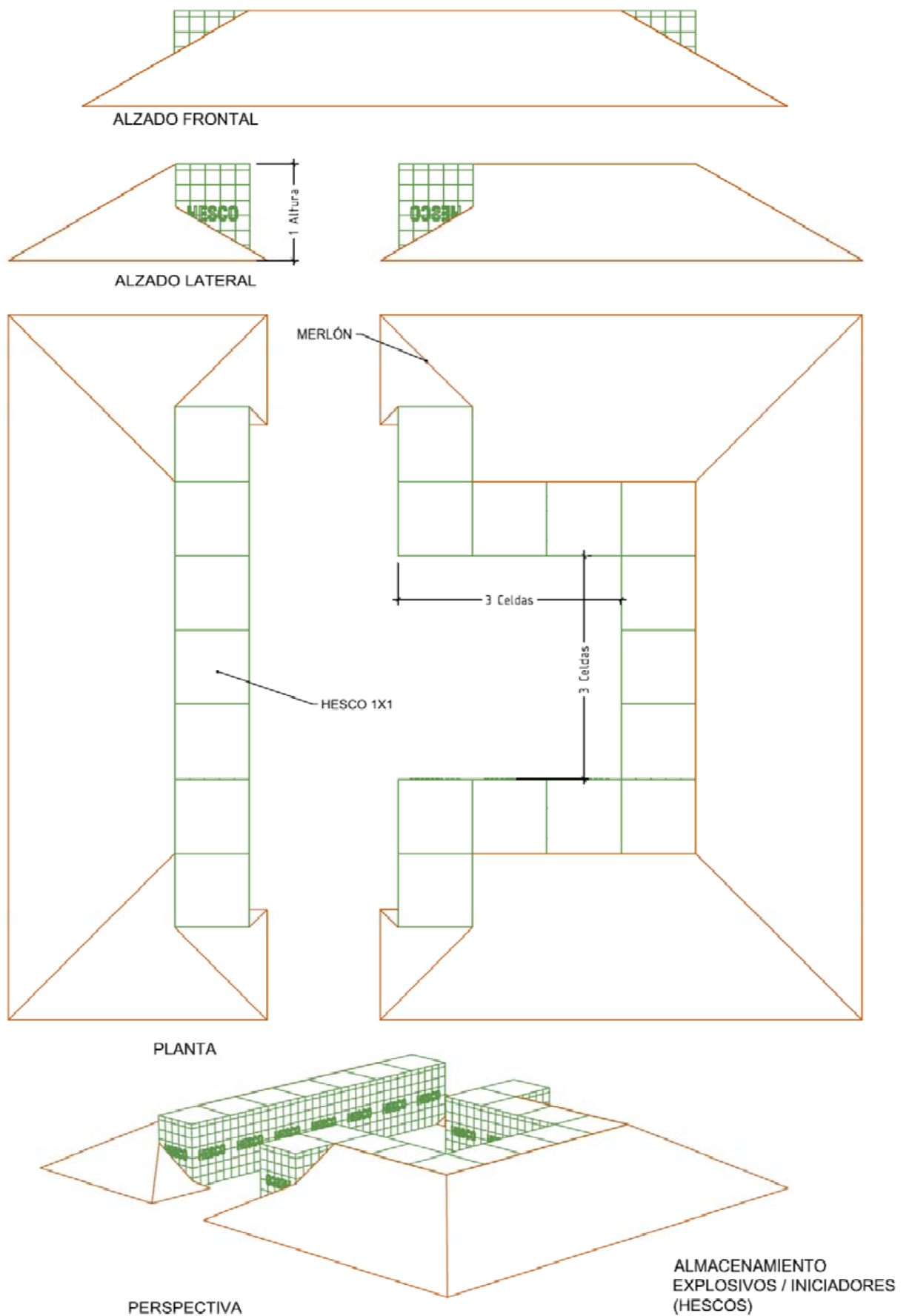


Figura 21: Planos ZADI para el CEXP Rostrogordo. (Fuente: Anexo C I.T. 0301/12)

ANEXO D: Obra Zona Refugio

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	
DIMENSIONES	12,0 x 10,0 x 2,6 m
DESCRIPCIÓN DE USO	Refugio de Protección con Hesco-Bastion
PERSONAL NECESARIO	1 Pelotón
MEDIOS	Retropala/minimáquina, material de peones
MATERIALES	<ul style="list-style-type: none"> - 50 células de Hesco-Bestion (mod. MIL 1). - 4 Tablones de pino de 4 x 0.20 x 0.05 m. - 7 perfiles IPE-220 de 6 m. - 48 m de tubo cuadrado de 80 x 40 mm. - 48 m² de chapa onduladagalvanizada. - 100 tornillos rosca chapa. - 500 sacos terreros. - 4.2 m² de grava. - 4 kg de pintura antioxidante. - Material de relleno para los Hescos y los merlones.
DURACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación del terreno: 1 día. - Colocación y relleno Hesco-Bastions: 1 día. - Colocación de la cubierta: 1 día. - Colocación sacos terreros y relleno de la cubierta: 1.5 días - Construcción merlones: 4 horas. - Extendido grava: 1 hora.
COSTE ECONÓMICO	6131,01 €

CONTROL DE OBRA	
ESTRUCTURA DE HESCO-BASTION	Estructura en base a Hesco-Bastion, de dos alturas, rellenos de material granular. Además, se construyen unos merlones de tierra en la parte exterior.

CUBIERTA METÁLICA	Se coloca una cubierta de vigas tipo IPE 220, que descansan sobre unos durmientes de madera. Se instalan unas correas en base a tubo cuadrado de 80x40x3 mm, y sobre éstas atornillada una chapa ondulada galvanizada. Encima de la chapa se colocan tres filas de sacos terreros en el perímetro de la cubierta, rellenando el resto de la superficie con material granular.
SECUENCIA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nivelación de toda la superficie. 2. Colocación de los Hesco-Bastions. 3. Relleno y compactación del interior con material granular. 4. Colocación de la estructura de cubierta. 5. Colocación de los sacos terreros y relleno de la cubierta. 6. Construcción del merlón exterior. 7. Extendido de grava en el interior.
POSIBLES MEJORAS	Para aumentar la durabilidad y evitar los deterioros producidos por las lluvias, se puede verter una lechada de mortero de cemento sobre la parte superior del Hesco y los merlones.

LECCIONES IDENTIFICADAS	
PUNTOS A CONTROLAR	<p>La nivelación del terreno debe ser lo más precisa posible, para evitar deformaciones en el Hesco-Bastion.</p> <p>Se comprobará previo al llenado de los Hesco-Bastions, que estos se encuentren cosidos entre ellos con la pieza específica.</p> <p>Compactación del material granular.</p> <p>Tener precaución con los operadores de la maquinaria empleada, pues el Hesco-Bastion es muy sensible a desgarros y golpes con los dientes de los implementos y las ruedas.</p> <p>En los trabajos de la cubierta, se extremarán todas las medidas de seguridad.</p>

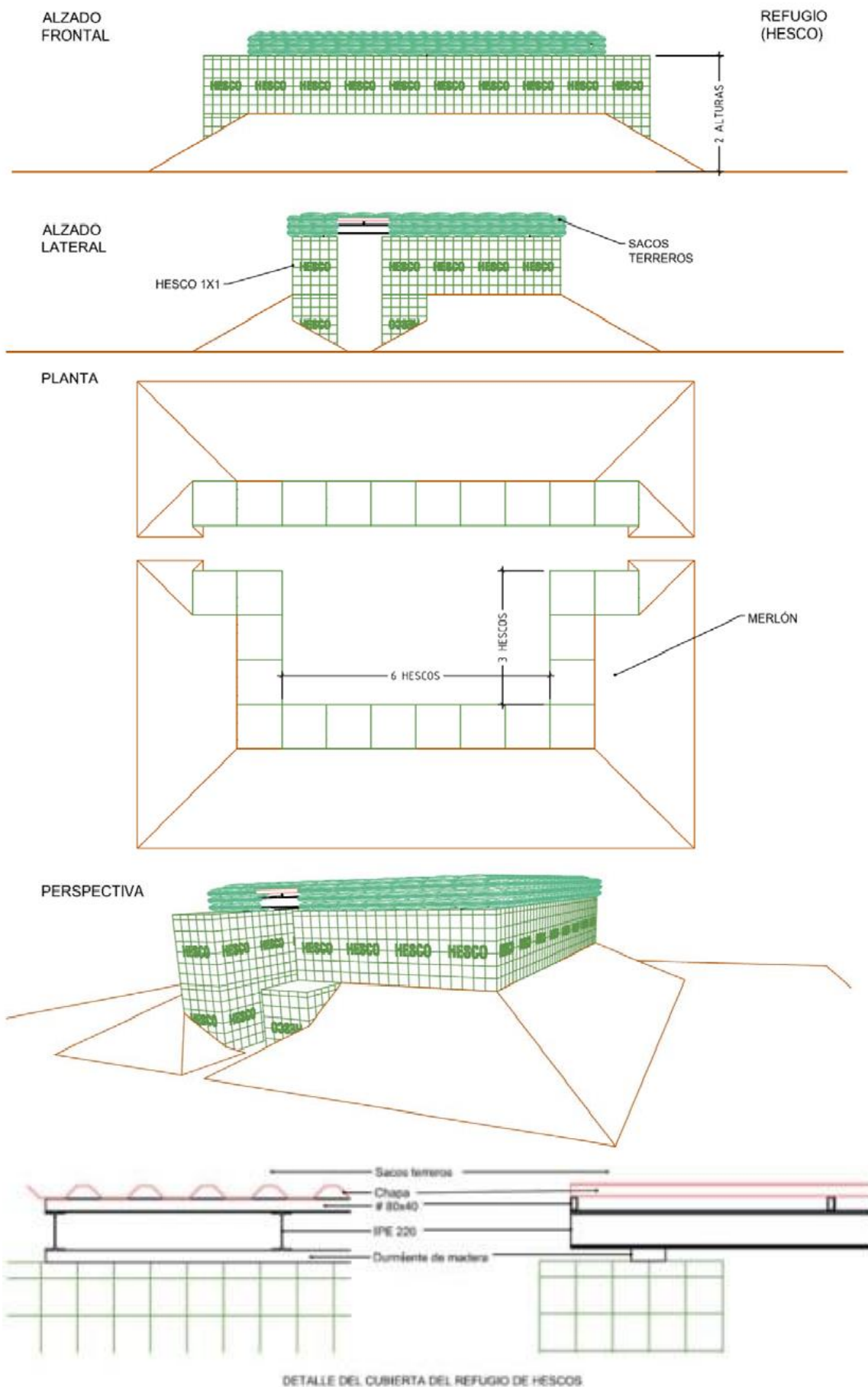
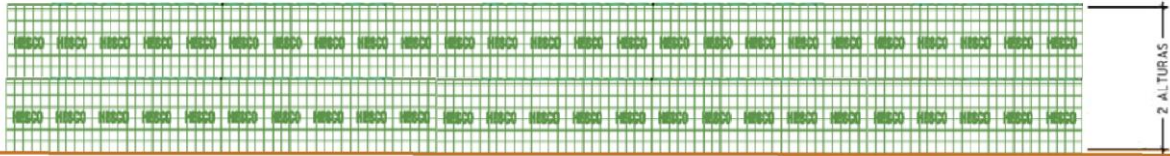


Figura 22: Planos ZR para el CEXP Rostrogordo. (Fuente: Anexo C I.T. 0301/12)

ANEXO E: Obra muro Zona de Prácticas

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	
DIMENSIONES	28,0 x 2,1 x 4,4 m
DESCRIPCIÓN DE USO	Protección con Hesco-Bastion en el lado Este de la Zona de Prácticas
PERSONAL NECESARIO	1 Pelotón
MEDIOS	Retropala/minimáquina, material de peones
MATERIALES	<ul style="list-style-type: none"> - 50 células de Hesco-Bastion (mod. MIL 7) - Material de relleno para los Hesco-Bastions
DURACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación del terreno: 1 día. - Colocación y relleno Hescos: 2 días
COSTE ECONÓMICO	: 4666,91 €

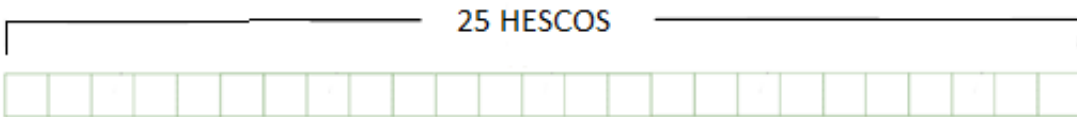
CONTROL DE OBRA	
ESTRUCTURA DE HESCO	Estructura en base a Hesco-Bastion, de dos alturas, rellenos de material granular.
SECUENCIA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nivelación de toda la superficie. 2. Colocación de los Hesco-Bastions 3. Relleno y compactación del interior con material granular.
POSIBLES MEJORAS	Para aumentar la durabilidad y evitar los deterioros producidos por las lluvias, se puede verter una lechada de mortero de cemento sobre la parte superior del Hesco-Bastion



ALZADO FRONTAL



ALZADO LATERAL



PLANTA

Figura 23: Planos muro ZP para el CEXP Rostrogordo. (Fuente: elaboración propia)