

**PROGRAMA DE ACREDITACION Y FINANCIAMIENTO DE PROYECTOS DE
INVESTIGACION**

**FORMULARIO PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME TÉCNICO FINAL
(Convocatoria Resol UNDEF N°)**

1. DATOS GENERALES

N° de Expediente UNDEF: 153/21 RR: 15/2022

UNIDAD ACADEMICA/EJECUTORA: Colegio Militar de la Nación –
Facultad del Ejército

TÍTULO DEL PROYECTO: Desarrollo de un “explosor inalámbrico” para el control de “Desastres Naturales”, como prevención y preservación de la vida humana y sus recursos naturales, en el marco del apoyo a la comunidad como misión subsidiaria del Ejército, posibilitando analizar el progreso tecnológico de los medios de ingenieros utilizados desde la Guerra de Malvinas.

DIRECTOR DEL PROYECTO: Dr. CT Daniel Gustavo Correa Roselló

Teléfono/Fax:

E-mail:

EQUIPO DE TRABAJO:

Nombre y Apellido: Mg. GD Roberto Ariel Agüero

Función / Rol: Codirector

Nombre y Apellido: Mg. CR(R) Roberto Francisco Eito

Función / Rol: Investigador

Nombre y Apellido: Ing. CR Adrián Buscaglia

Función / Rol: Investigador

Nombre y Apellido: Ing. Daniel Pastafiglia

Función / Rol: Investigador

Nombre y Apellido: Lic. CT Francisco Eito

Función / Rol: Investigador

Nombre y Apellido: Lic. ST Nehemías Meloni

Función / Rol: Investigador

2. PERÍODO DE EJECUCION

12 meses (Enero 2022 – Diciembre 2022)



3. RESUMEN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

En este punto deben consignarse todos los datos, situaciones y hechos que expliquen el desarrollo del proyecto, así como los desvíos que se produjeron, su justificación, y las acciones correctivas emprendidas.

Se desarrolló un prototipo experimental de un explosor inalámbrico implementando tecnología de vanguardia, que permite la ejecución de voladuras controladas a distancias superiores a los 1000 metros para el manejo controlado de aluviones e inundaciones en el país, a fin de prevenir futuros Desastres Naturales, asimismo, analizar la tecnología militar utilizada en la guerra de Malvinas por el arma de ingenieros con explosores.

La investigación contó con una primera fase inicial donde se procedió al detallado análisis de la bibliografía internacional existente, observando puntualmente el estudio del arte del tema y del objetivo de la investigación.

- Se procedió al análisis y estudio detallado de la tecnología de vanguardia más apropiada para alcanzar el diseño de un prototipo que, sin perder su efectividad, permita simplicidad en la operación del sistema, por parte de un usuario con conocimientos técnicos mínimos.
- Se ejecutaron actividades técnicas, cálculos de alcances de la radiofrecuencia, medidas de seguridad a tener en cuenta, situaciones de empleo del explosor, preservación de recursos naturales y de la vida Humana, animal y vegetal.
- Se procedió, mediante reuniones del equipo de investigadores, a la distribución de actividades y tareas a realizar entre sus integrantes
- Con la compra y adquisición de cada uno de los componentes del explosor, que no resultó sencilla dada la escasez de insumos tecnológicos, se concretó el armado del modelo definitivo del explosor inalámbrico, cuya foto se ajunta a continuación.





Imagen 1: explosor inalámbrico, integrado por 2 módulos (uno emisor y otro receptor)

- El explosor inalámbrico (Imagen 1), que funciona mediante “radio frecuencia”, está integrado por un módulo (caja receptora de la señal), el cual recibe una señal de radio frecuencia de otro módulo emisor de señal (control emisor), y se lo instala (apoyado en el suelo, enterrado con la antena libre y un tramo de cable que la une con el explosivo, a fin de que no se dañe este dispositivo con la explosión). Luego, estando en la “central de fuego”, se utiliza el control emisor de señal y se da fuego a las cargas con dos pulsadores.
- El control emisor de señal está instrumentado en una caja estanca, constituido por su llave de encendido, el botón para alimentar el cable negativo del detonador y el botón para alimentar el cable positivo del detonador, la antena receptora de la señal de radio frecuencia, y un led rojo que indica si el módulo está encendido o apagado con un indicador de carga.
- Internamente está constituido principalmente por una placa RASPBERRY PI PICO (que puede ser reemplazada), un módulo de radio frecuencia con antena, y una batería de litio con un elevador de tensión.

- Las baterías utilizan un elevador de tensión a fin de poder aprovechar su alto Amperaje elevando su poco Voltaje, para poder alimentar el módulo RASPBERRY PI PICO.
- Para cargar la batería del módulo emisor de señal, se debe utilizar un plug de alimentación especial, puede ser conectado por medio USB en un cargador de celular con 2.5 A.
- El módulo receptor de la señal, también se instrumentó en una caja estanca. Está constituido por su llave de encendido, el led de encendido, su antena receptora de la señal emitida por el módulo emisor, las borneras que es en donde se conecta el cable positivo y negativo del detonador eléctrico.
- Este módulo receptor de señal, está conformado por una placa RASPBERRY PI PICO que controla los componentes, un módulo de radiofrecuencia con su respectiva antena, un módulo de contactos relay que tienen la función de actuar como “interruptores” para alimentar el detonador eléctrico.
- El Módulo Receptor se alimenta de manera similar al Emisor pero con dos baterías, ya que una batería no puede alimentar ambos circuitos porque se generaría un cortocircuito en las placas al alimentar el detonador eléctrico de las cargas.
- El equipo cuenta con módulos “LoRa” de transferencia de datos entre las dos centrales.
- Prueba del prototipo en trabajos de campo, una vez armado el prototipo, se realizaron pruebas en la zona de Puesto Marinero en la Ciudad de Concepción del Uruguay provincia de Entre Ríos, con la antena directamente colocada al módulo, sin ubicar la misma en un lugar con altura, alcanzando una distancia máxima de 950 metros con obstáculos intermedios.

Fig. 1.3

Fig. 1.3

- Como resultado de las pruebas expresadas en el punto anterior se pudo apreciar que:
 1. Se logró el montaje integral y comprobación de los diferentes componentes de laboratorio con iniciadores de pirotecnia exitoso.
 2. Se logró una integración eficaz entre las dos tecnologías empleadas (RaspBerry PI y LoRa).
 3. No se pudo superar la distancia prevista de 1000 metros.
 4. Se alcanzó un enlace eficaz entre los módulos de recepción y transmisión a una distancia máxima de 950 metros con obstáculos naturales y artificiales intermedios.
 5. Se demostró que se pueden realizar mediante esta tecnología del explosor inalámbrico, voladuras de envergadura, que permitirán preservar la vida de quienes realicen el trabajo.
 6. Quedó claramente expuesta, que es posible y necesaria la actualización del sistema de voladuras que utiliza el Arma de Ingenieros desde hace más de un siglo, pasando del viejo explosor por medios alámbricos a uno inalámbrico.
 7. Se realizaron pruebas de campo progresivas de alcance sin obstáculo y en distancias reducidas, menores a 1000 metros y, debido a la proximidad con el objetivo inicialmente planteado y la posibilidad de disponer de un terreno libre de obstáculos, se considera que se cumplió con el objetivo.
 8. Se realizaron comprobaciones del sistema con un solo detonador eléctrico y con detonadores múltiples simultáneos (máxima cantidad), con distancias cortas de hasta 950 metros, con y sin obstáculos, con total éxito.

19.1.3

9. Se detectaron interferencias por ruido producido por las emisiones de radio. Esta falla por ruido, podría ocasionalmente afectar el módulo emisor alterando el control sobre el mismo. Esta situación impide continuar avanzando con las pruebas de campo, hasta tanto no se solucione este inconveniente.
 10. El empleo del explosor con explosivo real no se ha podido llevar a cabo debido a las fallas por ruido que presenta el sistema
- Se confeccionó un trabajo científico analítico comparativo y crítico de la evolución de las voladuras por parte del Arma de Ingenieros entre 1982 (guerra de Malinas) y la actualidad mediante la utilización de explosores inalámbricos
 - Se realizó la difusión mediante exposiciones y charlas, a los beneficiarios del proyecto.

4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Indicar si los integrantes del equipo de trabajo recibieron capacitaciones, cursos, seminarios o talleres en el marco del proyecto y vinculadas con la temática del mismo.

El equipo de trabajo se trata de personal altamente capacitado en la temática del proyecto, formado por dos Ingenieros Militares en electrónica, el Ing Adrián Buscaglia y el Ing Daniel Pastafiglia, y el resto, incluido el Director del Proyecto, son todos oficiales del Arma de Ingenieros, destacándose entre ellos el CR (R) VGM Roberto Francisco Eito, cuya experiencia en la Guerra de Malvinas, como veterano, fue fundamental en este proyecto, y se desempeña actualmente como Profesor de la Escuela Superior de Guerra del Ejército, y el General de División Roberto Ariel Agüero, quien fue Director del Colegio Militar de la Nación, y actualmente es el Inspector General del Ejército, además de desempeñarse como codirector del proyecto.

Se han realizado exposiciones sobre el presente proyecto, en el Colegio Militar de la Nación y se ha procedido a la difusión del mismo entre los integrantes del Arma de Ingenieros, a través de charlas en el Comando de Adiestramiento y Alistamiento del Ejército al General de División Gustavo Planes.



Esta difusión a concientizado a las autoridades del Arma de Ingenieros, de la importancia de continuar con esta investigación, iniciada en un ámbito académico de la UNDEF.

Por este motivo se considera de suma importancia darle una continuidad a esta investigación, tomando como base las experiencias surgidas de este proyecto, conformando de ser posible un nuevo equipo de trabajo, altamente capacitado, en estrecha relación con personal de la Dirección de Ingenieros, interactuando con experiencias de empresas civiles, hecho, que por cuestiones de tiempo no hemos podido realizar durante el presente proyecto, a fin de subsanar el inconveniente surgido que impidió la continuidad de esta investigación.

Un dato de gran importancia referida a la formación de Recursos Humanos, es que, el proyecto surgió inicialmente por la iniciativa del entonces Cadete Iller año Nehemías Meloni, quien se acercó a la Secretaría de Investigación con su idea, y ahí le brindamos todo el apoyo posible para ver concretarlo. A partir de ahí se organizó el equipo de trabajo y tomo forma el proyecto.

El Cad Iller año Meloni, no fue incorporado al equipo de trabajo como un "pasante" sino directamente como un investigador mas, pasando de esta forma a insertarse completamente en la investigación académica, recibiendo un premio por su enorme participación en este proyecto y, hoy día, siendo ya Subteniente, sigue ligado estrechamente a la UNDEF al CMN y a la investigación académica, mediante la presentación de artículos científicos.



5. CUADRO DE LOS RESULTADOS ESPERADOS DEL PROYECTO

Indicar en las columnas correspondientes el Objetivo específico y las Actividades relacionadas a las que se refiere el resultado obtenido. Si correspondiese, los indicadores de los resultados obtenidos deben coincidir con los empleados en la presentación del proyecto para cada actividad. Repetir el formato para cada objetivo.

Objetivos específicos	Actividades	Resultado de actividad	Indicadore s (cuantitativ os y/o cualitativos) de los resultados obtenidos
--------------------------	-------------	------------------------	--

Actualizar el sistema de voladuras que utiliza el Arma de Ingenieros desde hace más de un siglo, pasando del viejo explosor por medios alámbricos a uno inalámbrico.	Desarrollo y certificación del Explosor inalámbrico Presentación del Proyecto a las Autoridades del Arma de Ingenieros y del Ejército Pruebas de tormento y de seguridad Desarrollo de doctrina técnica y de procedimientos para el empleo del explosor inalámbrico	El Objetivo se cumplió parcialmente, ya que efectivamente se desarrolló el explosor inalámbrico, se presentó ante las autoridades del Arma de Ingenieros y se difundió en el CMN y ESG. Se realizaron las pruebas de tormento en los trabajos de campo, surgiendo fallas experimentadas en materia de seguridad. Por este motivo no se desarrolló doctrina técnica, hasta que se pueda concretar correctamente el proyecto. No obstante, quedó claramente expuesto, que es posible y necesaria la actualización del sistema de voladuras que utiliza el Arma de Ingenieros desde hace más de un siglo, pasando del viejo explosor por medios alámbricos a uno inalámbrico	
---	---	--	--

Lograr mediante la tecnología actual, que el explosor inalámbrico funcione a distancias superiores a 1000 metros, de manera de permitir voladuras de envergadura que permita conservar la vida de quienes realicen el trabajo.	Programación de los módulos Raspberry e integración con los módulos LORA Prueba de comunicación Montaje de los componentes complementarios y de seguridad. Comprobación de funcionamiento individual de emisor y receptor. Comprobación del enlace y la comunicación Prueba de circuito con iniciadores de pirotecnia. Prueba progresiva de alcance sin obstáculos. Prueba Progresiva de alcance en terreno variado	Se logró una integración eficaz entre las dos tecnologías empleadas (RaspBerry PI y LoRa) Se alcanzó un enlace eficaz entre los módulos de recepción y transmisión. Se logró el montaje integral y comprobación de los diferentes componentes en laboratorio con iniciadores de pirotecnia.	
Desarrollar una guía de instalación y detalles a tener en cuenta para la implementación, conservación uso y precauciones del explosor inalámbrico.	Registro de montaje de los componentes del sistema. Determinación y estandarización de procedimientos de montaje y seguridad. Prueba de procedimientos. Redacción de documento y corrección. Producción de copia de documentación.	Se logró registrar y desarrollar los procedimientos básicos de montaje e instrucciones técnicas para el montaje del explosor y los procedimientos de empleo. No se puede dar difusión hasta no saber la causa que genera la falla	Memoria descriptiva del proyecto.

16
T

Realizar trabajos de campo mediante ejercicios y puesta en práctica del explosor inalámbrico a distancias superiores a 1000 metros.	Prueba de campo progresiva de alcance sin obstáculo y en distancias reducidas. Prueba de campo progresiva de alcance en terreno variado con obstáculos. Comprobación del sistema con un detonador eléctrico. Comprobación del sistema con detonadores múltiples simultáneos (máxima cantidad) Comprobación del sistema con un detonador eléctrico y una carga explosiva	Se logró un alcance máximo de 950m lineales, con presencia de vegetación a lo largo de un camino recto. Debido a la proximidad con el objetivo inicialmente planteado y la posibilidad de disponer de un terreno libre de obstáculos, se considera que se cumplió con el mismo. Se detectó interferencia por ruido producido por las emisiones de radio. El empleo del explosor con explosivo real no se ha podido llevar a cabo debido a las fallas por ruido que presenta el sistema.	
Realizar un análisis de la tecnología empleada por el arma de ingenieros durante la guerra de Malvinas observando el atraso y el riesgo en materia tecnológica en cuanto a la utilización de explosores alámbricos	Reunión de información y producción de documentación referida al accionar del Arma de Ingenieros en las demoliciones producidas durante la Guerra de Malvinas. Detección de las desventajas del empleo de la tecnología alámbrica y cómo pueden ser atendidas con el empleo del explosor inalámbrico.	Se realizó un análisis comparativo de los medios utilizados durante la Guerra de Malvinas y el desarrollo del explosor inalámbrico del presente proyecto Se logró determinar ventajas marcadas en cuanto a la seguridad al momento de realizar las voladuras, así como otras relacionadas a aspectos tácticos en cuanto al montaje y tiempo de armado del circuito.	

19/1/21

6. CUADRO DE AVANCE CRONOLÓGICO DEL PROYECTO

Objetivos específicos	Actividades	Fecha Programada		Fecha Efectiva Inicio /Fin
		inicio	fin	
Análisis y Diseño	Análisis de bibliografía y selección de materiales. Diseño del prototipo	Enero 22 - Febrero 22		Febrero 22
Adquisiciones	Compra de materiales	Enero 22 – Diciembre 22		Diciembre 22
Desarrollo Tecnológico	Instalación y armado del Modelo definitivo. Desarrollo de instructivos para uso y seguridad	Marzo 22 – Mayo 22		Mayo 22
Ensayos y Ajustes	Trabajo de campo - Pruebas	Junio 22 – Agosto 22		Agosto 22
Documentación	Completamiento de los instructivos en base a las experiencias sobre la confección, instalación y operación del sistema	Septiembre 22 – Octubre 22		Octubre 22
Difusión	Difusión mediante exposiciones y charlas a los beneficiarios del Proyecto.	Noviembre 22 – Diciembre 22		Diciembre 22

19/11/21

7. CUADRO DE EJECUCIÓN DEL FINANCIAMIENTO

- En el caso de que los insumos adquiridos no hubiesen sido los originalmente proyectados, deben consignarse los efectivamente adquiridos; indicando el motivo de las modificaciones y la constancia que avala dicha modificación.
- En el caso de asistencia a congresos y/o estadías de trabajo internacionales, honorarios, consultorías, etc. indicar la duración y el destino.
- En el caso de equipamiento, indicar la unidad de localización y los usuarios/beneficiarios.

Objetivos	Rubro de Financiamiento	Insumos (Cantidad y Tipo)	Costo Unitario	Costo Total
1.Desarrollo Tecnológico del Explosor	Bienes de Uso	Adhesivo epoxi – Comprobante FC00004-00000567	2900,00	2900,00
	Bienes de Uso	Artículos de electricidad – Comprobante FB00003-00022087	2519,17	2519,17
	Bienes de Uso	Artículos de electricidad – Comprobante FB00004-00001218	26996,19	26996,19
	Bienes de Uso	Artículos de electrónica – Comprobante FB00005-00001730	38188,00	38188,00
	Bienes de Uso	Artículos de electrónica – Comprobante FB00007-00001048	8397,00	8397,00
	Bienes de Uso	Cajas gabinetes – Comprobante FB00004-00006625	22400,00	22400,00
	Bienes de Uso	Antenas – Comprobante FB00006-00002937	2680,00	2680,00
	Bienes de Uso	Artículos de electricidad – Comprobante FC00002-00006332	560,00	560,00
	Bienes de Uso	Acrílicos – Comprobante FB00003-00005890	2900,00	2900,00
	Bienes de Uso	Conectores adaptadores de antenas – Comprobante FB00003-00000033	3000,00	3000,00
	Bienes de Uso	Artículos de electricidad – Comprobante FB00007-00013566	1509,00	1509,00
	Bienes de Uso	Artículos de electrónica – Comprobante FB00006-00002332	2480,00	2480,00
	Bienes de Uso	Ojo de buey 12v – Comprobante FB00006-00002393	300,00	300,00

Bienes de Uso	Llave de contacto – Comprobante FB00005-00004024	1540,00	1540,00
Bienes de Uso	Artículos de ferretería – Comprobante FB00038-00147264	1761,57	1761,57
Bienes de Uso	Artículos de ferretería – Comprobante FB00006-00001948	2540,00	2540,00
Bienes de Uso	Artículos de ferretería – Comprobante TB00008-00065654	3001,78	3001,78
Bienes de Uso	Artículos de ferretería – Comprobante TB00011-00151460	2510,39	2510,39
Bienes de Uso	Artículos de ferretería – Comprobante FB00006-00024594	2810,00	2810,00
Bienes de Uso	Artículos de electricidad – Comprobante FC00002-00000120	3000,00	3000,00
Bienes de Uso	Artículos de electrónica – Comprobante FB00010-00005305	7542,48	7542,48
Bienes de Consumo	Artículos informáticos – Comprobante FB00004-00000356	3000,00	3000,00
Bienes de Consumo	Artículos informáticos – Comprobante TB2107-017775703	2439,75	2439,75
Bienes de Consumo	Artículos de librería – Comprobante FB0002-00005534	1562,00	1562,00
Bienes de Consumo	Artículos de librería – Comprobante TB6781-00073946	3270,00	3270,00
Costo total objetivo 1 (Los demás Objetivos no demandaron costo alguno)			149.807,33

Nota: Proceder del mismo modo con cada uno de los objetivos del proyecto.

8. SUGERENCIAS y/o APRENDIZAJES QUE CONSIDERE PERTINENTES
--

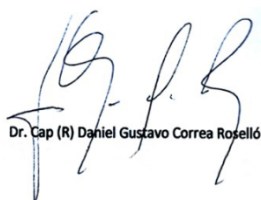
Como complemento de todas las conclusiones vertidas en el desarrollo de los distintos puntos del presente informe final, podemos concluir que, el principal aspecto a mejorar del explosor es la influencia del ruido externo respecto al módulo emisor de señal, ya que la valija que contiene el micro controlador que da la orden de voladura, es sensible ante la energía electromagnética externa que se encuentra presente en dispositivos de radio frecuencia, tales como radios, transformadores, motores.

Con el objetivo de solucionar este problema, se colocó cinta de cobre en el micro controlador, modulo LoRa y componentes sensibles al ruido electromagnético, pero esto no aportó un cambio significativo.

Respecto a su alcance, para poder aprovechar al máximo la potencia de los módulos LoRa se sugiere que, se deben utilizar antenas en altura, ya que las que están instaladas en el módulo están directamente conectadas al chasis del mismo, lo cual no dificulta su extensión, gracias a un conector instalado en la caja.

Por este motivo se considera que es de suma importancia darle una continuidad a esta investigación, tomando como base las experiencias surgidas de este proyecto, conformando de ser posible un nuevo equipo de trabajo, altamente capacitado, en estrecha relación con personal de la Dirección de Ingenieros, interactuando con experiencias de empresas civiles, hecho, que por cuestiones de tiempo no hemos podido realizar durante el presente proyecto, a fin de subsanar el inconveniente surgido que impidió la continuidad de esta investigación.

Este proyecto puede y debería ser la base de un trabajo de mayor envergadura.



Dr. Cap (R) Daniel Gustavo Correa Roselló

.....
Firma del Director del Proyecto

**Firma de Unidad
Académica
Ejecutora**