Departamento de Seguridad y Defensa
Carrera de Tecnología Superior Universitaria en Infantería Aérea.

DISEÑO,CONSTRUCCION E IMPLEMENTACION DE UN BRAZO MECÁNICO PARA LA TORRE DE SALTO DE LA ETFA

AUTORES :
SANCHEZ ORTIZ , WASHINGTON JAVIER
NARVAEZ LOPEZ , ERICK FABRICIO

DIRECTOR: MAYO PLTO. AVC. GOMEZ QUIROLA, SERGIO ARTURO



Pregunta de investigación

¿Cómo contribuirá el diseño e implementación de un brazo mecánico al fortalecimiento del entrenamiento en la torre de Salto de la ETFA?



Introducción

La Torre de Salto de la ETFA se presenta como infraestructura estratégica de instrucción militar, orientada al fortalecimiento de capacidades físicas y psicológicas mediante técnicas de inserción aérea y control corporal, garantizando seguridad y eficacia en operaciones tácticas; su función complementa el entrenamiento tradicional al ofrecer un entorno controlado que simula condiciones reales de despliegue y fomenta disciplina, confianza y adaptación al riesgo, consolidándose como instrumento pedagógico clave para la formación integral de futuros oficiales.

Planteamiento del problema

- **Entrenamiento:** técnicas de inserción y control corporal.
- **Limitación:** ausencia de movimientos dinámicos.
- **Problema:** bajo realismo y adaptación durante el entrenamiento.
- **Necesidad:** prácticas a los alumnos militares.
- **Propuesta:** brazo mecánico **seguro, confiable y adaptable** a la Torre de Salto de la ETFA.

Objetivo general

Diseñar, construir e implementar el brazo mecánico para fortalecer el entrenamiento y mejorar las capacidades operacionales



Objetivos específicos

- Diagnosticar las condiciones técnicas, estructurales y operativas de la Torre de Salto.
- Diseñar el mecanismo considerando funcionalidad y seguridad.
- Construir e implementar el sistema con materiales y componentes adecuados.

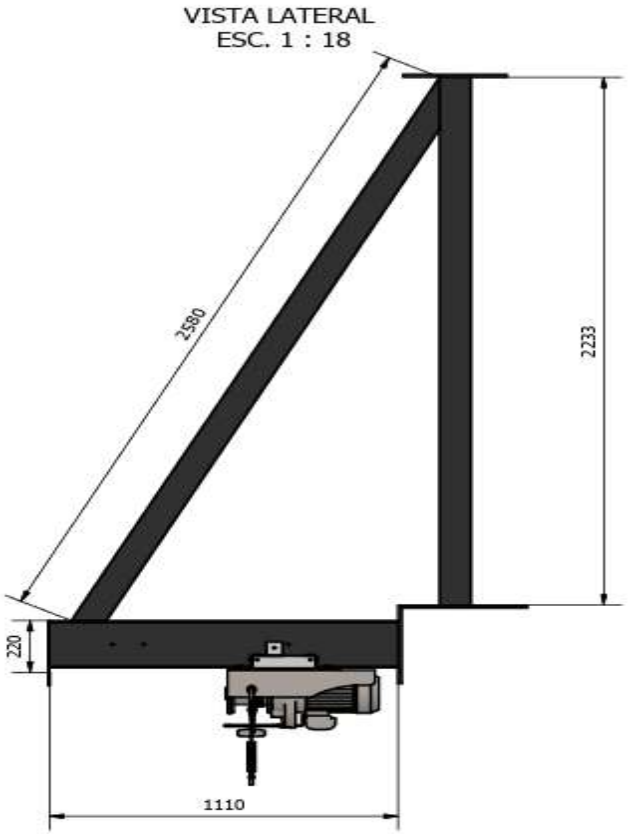
Justificación

La incorporación de un brazo mecánico en la Torre de Salto de la ETFA fortalece el entrenamiento al simular condiciones reales de inserción, integrando diseño mecánico, resistencia de materiales, análisis estructural, automatización y seguridad. Su capacidad de generar movimientos controlados y repetibles mejora la coordinación, la orientación espacial y el control corporal de los cadetes. La seguridad se garantiza desde el diseño mediante controles, protecciones e inspecciones, lo que asegura prácticas confiables. Finalmente, la propuesta contribuye a modernizar la infraestructura y optimizar los recursos disponibles, elevando la calidad de la instrucción militar.

Marco teórico: elementos clave del sistema

El brazo mecánico se define como un mecanismo con estructura y articulaciones que generan movimientos controlados, integrado por componentes como segmentos móviles, ejes, rodamientos, transmisión, actuadores, sensores y sistema de control. Su diseño considera variables clave: carga, alcance, ángulo, velocidad, frecuencia de uso, ambiente, seguridad y mantenimiento, buscando equilibrio entre resistencia, peso y funcionalidad. La selección de materiales se fundamenta en cálculos de cargas estáticas y dinámicas, garantizando eficiencia, seguridad y confiabilidad en el entrenamiento militar de la Torre de Salto de la ETFA.

Diseño del brazo metálico

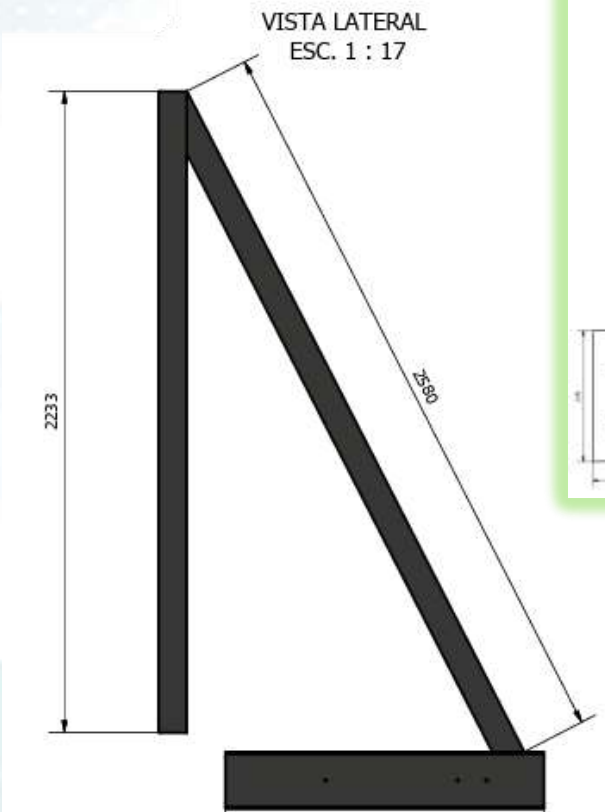


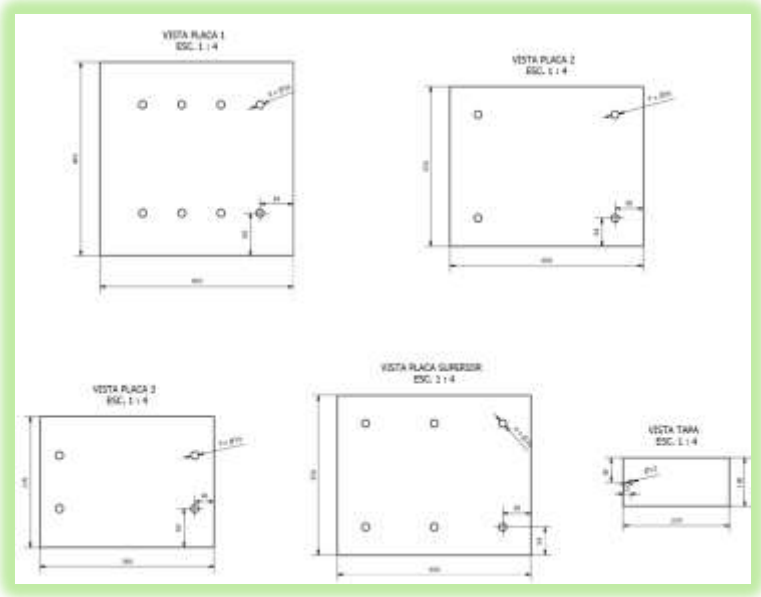
MATERIALES

- Ipn de 200
- Tubo cuadrado 100x 100x 4mm
- Placas metálicas con perforaciones
- Electrodo 70/18
- Electrodo 6011
- Pernos de anclaje 5/8x3pulgadas
- Pernos inox m12
- Tecle polipasto
- Ruedas corredizas



Componentes y dimensiones principales





- **Perfil soporte tubo 100 × 100 × 4 mm.**
- **Perfil IPE 200 con longitud indicada en el plano.**
- **Placas de 12 mm, 10 mm y tapa de 5 mm.**
- **Rodamientos y elementos de fijación.**

Fabricación: preparación y soldadura









Fabricación: soporte y anclaje





Montaje en la Torre de Salto







Sistema de elevación





TECLE ELÉCTRICO PA-1200

- ⚡ **Potencia:** 1.800 W
- 🔌 **Alimentación:** 220 V AC
- □ **Capacidad:** hasta 1.200 kg
- □ **Sistema:** gancho con cable de acero
- 📏 **Cable:** 12 m
- ⬆ **Velocidad:** 5–10 m/min según configuración
- □ **Control:** botonera manual
- □ **Protección:** freno automático + protección térmica + límite de recorrido

Seguridad, automatización y control

•**Seguridad**: requisito esencial, presente en todas las fases.
•**Medidas**: emergencia, limitadores, resguardos, señalización, bloqueo, sensores, alarmas.
•**Sensores**: posición, carrera, velocidad, proximidad, sobrecarga, estado mecánico.
•**PLC**: señales, actuadores, límites, secuencias, emergencias.
•**HMI**: estado, posición, modo, alarmas, fallas (visualización clara).
Síntesis: integración de medidas preventivas, sensores, controladores y HMI → sistema integral que protege al usuario, previene accidentes y asegura continuidad operativa.

Metodología

- **Enfoque**: mixto (cuantitativo + cualitativo).
- **Tipo**: aplicada, descriptiva, tecnológica.
- **Diseño**: no experimental, transversal.
- **Población**: 100 personas (entrenamiento y operación Torre de Salto).
- **Muestra**: 80 personas, margen de error 5 %.
- **Técnicas**: encuesta, observación directa.
- **Instrumento**: cuestionario, escala Likert (5 niveles).

Síntesis: metodología integral que combina datos numéricos y análisis cualitativo, garantizando validez en la evaluación de infraestructura, entrenamiento y seguridad.

.

Resultados principales

- **Simulación Torre de Salto**: percepción favorable a ampliar capacidades.
- **Entrenamiento**: utilidad de movimientos controlados como complemento.
- **Seguridad**: prioridad — paradas de emergencia, finales de carrera, sensores, protecciones.
- **Automatización**: aceptación positiva para secuencias repetibles y supervisión.
- **Brazo mecánico**: incrementa funcionalidad, condicionado por carga, alcance, velocidad, grados de libertad, estabilidad y seguridad.

Síntesis: los resultados evidencian una valoración positiva hacia la modernización de la Torre de Salto, destacando la seguridad y la automatización como factores clave para mejorar entrenamiento y operatividad.

Requerimientos derivados de los resultados

- **Movimiento controlado** – velocidad regulable.
- **Límites físicos/programados** – desplazamiento seguro.
- **Emergencia** – parada inmediata, sensores posición.
- **Protección** – partes móviles cubiertas.
- **Automatización** – control eficiente, confiable.
- **Operación/Mantenimiento** – facilidad de uso.
- **Compatibilidad** – infraestructura existente.
- **Validación** – pruebas progresivas.
- **Estructura** – capacidad adecuada para cargas.

Conclusiones

•El brazo mecánico constituye una alternativa tecnológica eficaz para complementar el entrenamiento mediante movimientos controlados y repetibles.
•Su diseño integral combina mecánica, resistencia de materiales, selección adecuada, accionamiento, automatización y control, garantizando funcionalidad y eficiencia.
•La seguridad es un eje prioritario, incorporando límites de movimiento, sensores, paradas de emergencia y protecciones que aseguran confiabilidad operativa.

Recomendaciones

•Levantamiento técnico detallado de la Torre de Salto previo a la fabricación, asegurando precisión en el diseño y compatibilidad con la infraestructura existente.
•Selección adecuada de materiales mediante cálculos estructurales y análisis de cargas estáticas y dinámicas, considerando fatiga, corrosión, peso y mantenimiento para garantizar durabilidad y seguridad.
•Implementación de un sistema de control automatizado con límites de movimiento, regulación de velocidad, sensores y parada de emergencia, complementado con mantenimiento preventivo y validación progresiva mediante pruebas estructurales, mecánicas, eléctricas y de seguridad.