

MEMORIAL DEL ARMA DE INGENIEROS



INGENIEROS-EOD



TRANSMISIONES, CIS y EW

MEMORIAL DEL ARMA DE INGENIEROS

Núm. 99

DICIEMBRE 2017

AÑO CLXXIII

FUNDADO EN 1846

CATÁLOGO GENERAL DE PUBLICACIONES OFICIALES
<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

Edita:



<https://publicaciones.defensa.gob.es>

© Autores y editor, 2017

NIPO: 083-15-223-1 (impresión bajo demanda)

NIPO: 083-15-224-7 (edición en línea)

ISSN: 2444-7749

Fecha de edición: diciembre 2017

Las opiniones emitidas en esta publicación son exclusiva responsabilidad de los autores de la misma.

Los derechos de explotación de esta obra están amparados por la Ley de Propiedad Intelectual. Ninguna de las partes de la misma puede ser reproducida, almacenada ni transmitida en ninguna forma ni por medio alguno, electrónico, mecánico o de grabación, incluido fotocopias, o por cualquier otra forma, sin permiso previo, expreso y por escrito de los titulares del © Copyright.

CONSEJO DEL MEMORIAL

DIRECTOR

Coronel director
de la Academia de Ingenieros e inspector del Arma
Miguel Ángel Guil García

CONSEJO DIRECTIVO

General jefe del Mando de Ingenieros
y General jefe de la Brigada de Transmisiones

SUBDIRECTOR Y JEFE DE REDACCIÓN

Coronel secretario del Arma de la Academia de Ingenieros
Tcol. Juan Ramón Palomo Luque

CONSEJO DE REDACCIÓN

Jefe de Estudios Tcol. Félix Hernanz Beltrán. Jefes de las Jefaturas de Adiestramiento y Doctrina de Ingenieros. Tcol. jefe del Centro Internacional de Desminado Fernando Baraza Falcón. Jefe del Departamento de Sistemas de Armas de Ingenieros, Castrametación y Vías de Comunicación Tcol. Pablo Martín Fernández. Jefe del Departamento de Instrucción y Adiestramiento de Ingenieros Cte. Miguel Ángel San Emeterio Outón. Jefe del Departamento de Sistemas de Armas y Telecomunicaciones Cte. José Luis Fernández Arroyo. Jefe del Departamento de Instrucción y Adiestramiento de Transmisiones Cte. Plácido Hernández Muñoz. Jefe del Departamento de Informática Cte. José Antonio Porta Canales. Suboficial mayor de la Academia de Ingenieros José Luis Fraile Alcántara. Diseño y coordinación S'Te. Fco. Javier Regidor López.

PUBLICACIÓN

Academia de Ingenieros. Teléfonos 918 562 200
Exts. 5215 - 5256
RCT. 819 5215 - 819 5256
Memorial_ingenieros@et.mde.es

Los números editados se pueden consultar en formato electrónico en: <https://publicaciones.defensa.gob.es/revistas>

APP REVISTAS DEFENSA: disponible en tienda Google Play <http://play.google.com/store> para dispositivos Android, y en App Store para iPhone e iPads, <http://store.apple.com/es>

Este Memorial se puede solicitar en papel en la modalidad de impresión bajo demanda. Impreso de solicitud disponible al final del Memorial.

«El Memorial del Arma de Ingenieros es una revista técnica militar fundada el 1 de enero de 1846 por el ingeniero general D. Antonio Remón Zarco del Valle y Huet, con la finalidad de difundir entre los oficiales del Cuerpo aquellos estudios y conocimientos que más les podían interesar y, al mismo tiempo, darles facilidades para que el resultado de sus trabajos y el fruto de su experiencia fueran conocidos».

La revista ha llegado hasta nuestros días gracias a la colaboración de los componentes del Arma, que con sus trabajos, que representan únicamente la opinión de sus autores, transmiten a los demás el fruto de su saber y experiencia, consiguiendo que la razón de ser del Memorial continúe siendo la que pretendiera.

O

I

R

A

M

D

S

Ingenieros

Observaciones a los trabajos de formación de los desminadores humanitarios (Ejército - Colombia)..... 7
Método USDA y aplicaciones..... 24

Transmisiones CIS y EW

Plataformas de enrutamiento alternativas..... 41
Proyecto de implementación del concepto “Federated Mission Network” en el Ejército de Tierra..... 65

Cuando el Memorial recobra la memoria

Sistemas de enclavamientos 85

Información general y varios

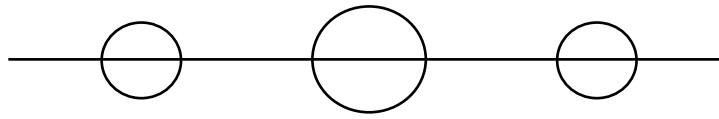
Emilio Herrera Linares, ingeniero militar, aerostero, aviador y científico..... 115
La amenaza nuclear 123

Novedades del Arma

Ascensos 133
El Regimiento de Ingenieros n.º 7 celebra 215 años de historia 141

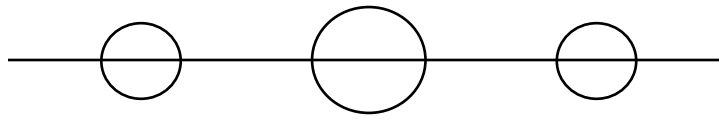
Noticias de la Academia

40 aniversario de la I promoción de la AGBS y despedida de la bandera de la ACING de los alumnos de la LXXII promoción EMIEO y de la XLII promoción EMIES 145
Acto clausura del VIII curso de riesgos NBQ para personal de las FAS y FCSE 146
Acto inauguración del curso escolar 2017/2018 147
Acto de clausura del II curso avanzado de ciberdefensa 148
Acto entrega certificados académicos a los alumnos EMIES de XLII 149
Clausura X curso para oficiales EOD 150
Curso de guerra electrónica para oficiales..... 151
Entrega de bombones a los alumnos de 5.º curso de EMIEO 152
Entrega de mando del departamento de Instrucción y Adiestramiento de Transmisiones 153
Inauguración del II curso de guerra electrónica para suboficiales 154
Inicio curso de actualización del I17 concurso oposición ascenso a cabo 1.º 155
San Fernando..... 156
Visita del coronel de Doctrina e Instrucción Militar de las FAS jordanas..... 157
Visita de la XVI promoción de la AGBS a la Academia de Ingenieros..... 158
Visita general DIRDOM..... 159
XL curso para la obtención del diploma de Informática militar 160
Reseña Bibliográfica 161



Ingenieros





OBSERVACIONES A LOS TRABAJOS DE FORMACIÓN DE LOS DESMINADORES HUMANITARIOS (EJÉRCITO - COLOMBIA)

José Luis Aguado Álvarez
Comandante Ingenieros

1. SITUACIÓN

El Comandante de Ingenieros, CGET, EOF, José Luis Aguado Álvarez, destinado en el CID de la ACING, en comisión de servicio OMP N.º SP02002001/201600550. MISIÓN: NATO RESPONSE FORCE. Puesto de trabajo: 5JA46-CTE/CGET/EOF/ING, a propuesta del Jefe de Personal del EMAD y autorizado por el JEMAD, para apoyar al Ejército de Colombia, observó en junio de 2016, estando destacado en el municipio de Nilo (Cundinamarca), en las instalaciones de la Escuela de Formación de Soldados Profesionales, los trabajos de instrucción de los alumnos de los cursos Básico (nivel EOD-1)



*Alumnos de los cursos Básico (nivel EOD-1),
adiestrándose en las Técnicas de Desminado,
en los terrenos de instrucción,
de la Escuela de Soldados Profesionales, en Nilo.
Con ellos el comandante del Ejército Español*

y de Líderes (nivel EOD-2) de Desminado Humanitario que formarán parte de la Brigada de Ingenieros de Desminado Humanitario N.º 1. Siendo los instructores, personal de tropa (Cabos) y suboficiales del Batallón de Desminado N.º 60 “CR Gabino Gutiérrez” al mando del Tcol. Omar Ignacio Leal Estupiñán (Fuerte Militar Tolemaida, en Cundinamarca).

El Procedimiento Operacional (P.O) actual, del Ejército Nacional de Colombia, sobre Técnica de Desminado Manual dice en el punto 9.5.5 Detección: “Si no existe señal positiva con el detector, se procede a mover la vara base, avanzando con los hilos guía laterales, iniciando nuevamente con el procedimiento de despeje de una senda”.

Este procedimiento de despeje de una senda, consiste en: Inspección visual, Registro de pera y cuerda, Vara busca alambres, Desmalezamiento y Detección.

Si no hay detección se avanza sobre el terreno 30 cm y se inicia el procedimiento de despeje.

Pero se ha observado que si hay un artefacto explosivo improvisado del tipo mina antipersonal, químico indetectable (AEI-MAP QI), enterrado, este no se detecta, con un detector de metales, como puede ser el detector Vallon VMH3-CS o el MINELAB F-3 u otros similares de uso en los equipos de desminado, y el riesgo para la seguridad del desminador es muy alto.

2. EJEMPLO PRÁCTICO DEMOSTRATIVO

Se realiza un ejercicio práctico, organizado y dirigido por el comandante del Ejército español, para demostrar en un caso supuesto, que el procedimiento es peligroso y que convendría estudiar procedimientos que eviten los posibles accidentes fatales.

Alumnos de los cursos Básico (nivel EOD-1), adiestrándose en las Técnicas de Desminado, en los terrenos de instrucción, de la Escuela de Soldados Profesionales, en Nilo. El comandante del Ejército español observa los procedimientos operativos y los materiales empleados, para intentar mejorarlos si es posible y solventar peligros en el Desminado



2.1. Caso supuesto

Una zona está contaminada con varios artefactos explosivos improvisados (AEI) enterrados totalmente, a modo de minas anti personal (MAP). Los AEI son químicos e indetectables (QI), no disponen de elementos metálicos. En los Estudios No Técnicos (ENT) y en el posterior Estudio Técnico, no se ha tenido información de este tipo de minas, no se conoce de su existencia en la zona o Área peligrosa.

Ejemplo de un artefacto explosivo improvisado (AEI), usado como una mina antipersonal (MAP), y con dispositivo de iniciación química, sin componentes metálicos y por tanto, indetectable para los detectores magnéticos o de metales



Un desminador realiza su Procedimiento Operacional (P.O.), en su senda de trabajo: Inspección visual, Registro de pera y cuerda, Vara busca alambres, Desmalezamiento y Detección.

Al no detectar nada en sus primeros 30 cm de senda, no hay señal positiva con el detector VMH-3CS, el desminador procede a mover su vara base, avanzando con los hilos guía laterales, iniciando nuevamente el procedimiento de despeje de una senda. Al pisar en la zona de 30 cm detectada sin detectar el AEI-MAP-QI, sin contenidos metálicos, pisa el artefacto provocando su explosión. La fuerte explosión que imaginamos se supone que lo lanza a cinco metros por delante de la senda. Entre el supuesto herido y el comienzo de la senda, hay otros supuestos AEI-MAP-QI enterrados.

El Equipo de Desminado procede a realizar la recuperación del herido para suministrarle los primeros auxilios y proceder a realizar la evacuación sanitaria.

Entra otro desminador en la senda en dirección del herido, con otro detector de metales, al no detectar los AEI-MAP-QI, pisa otro artefacto, este suponemos que explota causándole graves heridas.

Ya tenemos una situación de emergencia con dos heridos.

El Líder ordena que entre otro desminador al rescate, realizando el PO completo: Inspección visual, Registro de pera y cuerda, Vara busca alambres, Desmalezamiento y Detección.



Alumnos, durante la demostración de un supuesto caso de Accidente en Desminado Humanitario

Así lo hace el nuevo desminador, y cuando ha avanzado tres metros desde el principio de la senda, al no detectar nada, sigue avanzando y pisa otro supuesto artefacto indetectable. Suponemos que la explosión le lanza a varios metros de distancia cayendo fuera de la senda.

Si el Líder no se percata de que los artefactos explosivos improvisados del tipo MAP, no se detectan, el proceso podría seguir hasta que no quedase ningún artefacto indetectable por explotar.

Los alumnos e instructores comprobaron que el P.O., en este caso, no resuelve esta situación de amenaza de AEI-MAP-QI enterrados.

3. NECESIDAD DE LA TÉCNICA DE SONDEO MANUAL Y DE OTROS MEDIOS DE DETECCIÓN DE MINAS INDETECTABLES

Se demostró que en caso de accidente con AEI-MAP químicas indetectables, sin contenido metálico, los accidentes se sucedían en el rescate, de modo que dos, tres, o más miembros del rescate caían durante este víctimas de los AEI-MAP-QI. ¿Por qué? Porque emplean un detector de metales o magnético y si no hay señal positiva, continúan avanzando, siendo este tipo de detector inútil en estos casos, y por tanto, el riesgo para la seguridad muy alto.

¿Qué habría que hacer? Hay varias opciones: Disponer de sondas manuales para sondear un camino seguro. Disponer de equipos caninos para detectar el explosivo de los AEI-MAP QI (Químico-Indetectable). Disponer de Detectores de metales (DM) con el añadido de un detector de “radar de penetración terrestre” (GPR), que permite detectar minas o AEI sin metal.



El comandante que suscribe, sondeando un terreno sospechoso, en Bosnia y Herzegovina, año 1993, en una situación real

Se observa con preocupación que no se emplea la técnica de sondeo manual, (la varilla de sondeo). Se considera muy importante, por seguridad, retomar la **TÉCNICA DE SONDEO MANUAL**.

Parece ser que se ha prohibido en los Procedimientos Operacionales de Desminado en Colombia, por haber ocasionado accidentes en su uso por parte de algunos Desminadores.

Es necesario señalar que el desminado nació y se fundamenta en el sondeo manual y que no hay técnica perfecta, todas las técnicas de desminado tienen sus riesgos, y solo la experiencia y el correcto empleo evitan los accidentes de uso.

Otra cosa es que se hayan diseñado trampas explosivas específicas para neutralizar las diversas técnicas de desminado, ya que esa situación, requeriría un procedimiento más especializado de desminado o desactivación para contrarrestar esa amenaza.

El sondeo manual es una técnica imprescindible en situaciones de emergencia cuando se entra accidentalmente en zonas minadas, por personal a pie o en vehículo. El único medio para poder salir de las mismas sin disponer de ningún medio adecuado ni de ayuda exterior, es el sondeo manual con los medios de sondeo de circunstancias de que se disponga.



Desminado de circunstancias usando un machete para sondear el terreno

En el Ejército español, en la futura Publicación Doctrinal (PD) de Minado y Contraminado que está trabajando en la actualidad la Subdirección de Doctrina (SUBDIDOM) en Granada, se tiene previsto todo un capítulo dedicado a la actuación en caso de incidente, que trata de cómo salir de una zona minada, y en él se detalla la técnica de sondeo manual, cuyo conocimiento debe estar al alcance de todos los miembros de las Fuerzas Armadas.

El sondeo manual, es la técnica de desminado más antigua y se sigue considerando imprescindible en la mayoría de los países.

Como cualquier técnica de desminado, no es perfecta, y como todas, entraña riesgos, pero está demostrado que es más beneficiosa que perjudicial, y por ello, se considera un error prescindir de esta técnica. Habría que replantearse su recuperación en los Procedimientos Operacionales de las Fuerzas Militares de Colombia, como procedimiento de desminado manual. No hay duda de que es un medio eficaz para detectar minas enterradas de cualquier tipo, detectables o indetectables.

Es preciso saber utilizar la **TÉCNICA DE SONDEO MANUAL** con seguridad, y realizar una instrucción correcta de su uso por parte del desminador, conocer sus ventajas y sus vulnerabilidades.



Calzado antiminas para rescate de heridos

Muchos instructores, del Ejército Nacional Colombiano, están de acuerdo en recuperar en los procedimientos operacionales la **TÉCNICA DE SONDEO MANUAL**.

Se considera conveniente disponer de calzado antiminas (inflables) como los de la fotografía de la izquierda, pues está demostrado que son extraordinariamente eficaces frente a todo tipo de minas enterradas totalmente en el terreno, sin espoletas que sobresalgan, ni cables de tropiezo (tracción-tensión).

Incluso trasportando al herido a hombros, como en la fotografía de la izquierda, no se explosionan las minas totalmente enterradas.

El procedimiento operacional actual con detectores de metales, para hacer frente a los AEI-MAP-QI sin contenido metálico es ineficaz y supone un **riesgo para la seguridad**. Este calzado es un medio de seguridad para el personal que detecta. La técnica de sondeo manual, puede permitir detectar estas minas indetectables si no se dispone de caninos ni de Detectores Radar de Penetración Terrestre (GPR).

En Ejército Nacional, para hacer frente a la amenaza AEI-MAP-QI, dispone de varias opciones:

- Hay en dotación **DETECTORES TIPO DUAL** (Detección metálica y radar terrestre), MINEHUOND Vallon VHR3, que emplea el RADAR (GPR) además de su detección de metales (DM), siendo un medio eficaz frente a las minas indetectables. Se dispone de menos de 40 de estos detectores, en la actualidad, pero se puede observar su importancia como dotación en cualquier pelotón de desminado.
- **Equipos CANINOS**, son eficaces para detectar cualquier olor explosivo, si han sido entrenados adecuadamente para ello, (especializados en detección de explosivos en trabajos de Desminado Humanitario). Por tal motivo son un medio militar de detección extraordinario, en este caso, para cualquier AEI o mina sin contenido metálico.
- Retomar la **SONDA MANUAL, y la TÉCNICA DE SONDEO**, como el mejor medio de reconocer en el terreno la existencia de minas o AEI enterrados.
- **Medios MECÁNICOS** de Desminado. Este medio está limitado, muchas veces, por las condiciones del terreno o por la capacidad logística. Y conviene aclarar que su finalidad no es detectar, sino destruir las minas o AEI por explosión, con el inconveniente de que veces la destrucción se produce por la rotura o desbaratamiento de la mina o AEI, dispersando sus elementos explosivos o activos potencialmente peligrosos (trenes de fuego, detonadores, espoletas...) por el terreno, lo que hace imprescindible, si se quiere dar la zona como segura, la localización de estos restos y su destrucción final.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO OPERACIONAL (P.O.), ACTUAL, DE TÉCNICA DE DESMINADO MANUAL (TDM)

4.1. Propósito del P.O.

El fundamental es, destruir el 100% de MAP/MUSE/AEI, (Minas antipersonal, municiones sin explotar y artefactos explosivos improvisados) dentro del área peligrosa empleando la TDM de forma segura, eficaz y eficiente.

4.2. Composición de la unidad de desminado (U.D.)

En el procedimiento operacional la unidad de Desminado, debe estar organizada como mínimo a 4 desminadores, teniendo en cuenta la disponibilidad de personal de la unidad. La composición es:

- 1 Líder Unidad de Desminado
- 1 Comandante de Equipo
- 8 Desminadores (mínimo 4 desminadores)
- 1 Enfermero
- 1 Radio Operador (opcional)
- 1 Seguridad (opcional)

Y 1 Supervisor Nacional (suboficial), que pertenece al pelotón de supervisores nacionales (30 hombres) de la compañía Técnica, es decir, que no pertenece a la unidad de desminado.

Es el responsable de las actividades de gestión de la **Calidad Interna**. Los líderes y comandantes de equipo son los responsables de las actividades de **Control de Calidad**.

4.3. Observación del trabajo de desminado

Con esta composición, pueden trabajar 4 desminadores trabajando en TDM y otros cuatro en reserva descansando. Por tan motivo el equipo necesario técnico (detector) y de kit de desmalezamiento y excavación podría ser como mínimo de tan solo cuatro.

Actualmente, si el terreno lo permite, pueden trabajar los ocho desminadores a la vez, lo que implica contar con 8 detectores y 8 Kits de Desmalezamiento y Excavación.

Como pueden entrar los ocho Desminadores a trabajar se necesita un detector por desminador. Total ocho.

Cada desminador un detector, es como su fusil. Esto supone mayor necesidad de material, mayor coste económico, y mayor necesidad de mantenimiento de los equipos.

Además, las distancias entre sendas de trabajo deben ser de un mínimo de 25 m, en el caso de zonas minadas con minas convencionales, lo que supone para 8 sendas un frente de trabajo de 208 m. añadiendo el metro de cada una de las 8 sendas (8 metros, en total). Difícil de controlar para un único líder de la unidad, y más si el terreno es abrupto y con vegetación densa.

Si trabajase todo un pelotón, porque el terreno lo permite, por ser despejado, el material necesario se multiplicaría por tres y la distancia de frente de trabajo lo mismo, lo que podría suponer un frente de casi 800 m. Difícil de controlar en un llano, y bastante más en una zona de selva.



Desminadores trabajando en una zona boscosa, en instrucción de desminado. Las distancias entre sendas de trabajo, en instrucción, son menores de 25 m, con objeto de facilitar el trabajo de los instructores

Este sistema de trabajo de emplear a los ocho Desminadores o a tantos como se pueda, supone que el caso de emplear a todos, todos trabajarían a la vez y todos descansarían a la vez o casi a la vez.

Si trabajan de cuatro en cuatro, siempre habría personal trabajando y personal descansando. Este sistema tiene importantes ventajas de ahorro de material y de facilitar el control del trabajo de los Desminadores por el Líder.

Respecto al equipo de protección al ser individual, las necesidades de material debe ser de ocho, solo para los Desminadores. Teniendo en cuenta al resto del personal, serían necesarios 14 contando al supervisor nacional.

El equipo de protección debe ser le mismo para todos los que estén expuestos a los mismos peligros. Completo en los que más peligro experimentan, como son los Desminadores, su comandante, el enfermero y su líder, y menos en el supervisor.

4.3.1. Equipo de protección

El equipo de protección de cabeza se puede mejorar. El casco militar de protección para el combate no es conveniente para el desminador, pues está demostrado que al estar tan próximo al posible foco de una explosión, la onda de choque de la explosión, que le viene de abajo a arriba, podría penetrar en el interior del casco sujeto a la cabeza por el barbuquejo, presionando la cavidad cerebral provocando daños por onda explosiva.

Es preferible cascos con aberturas o con un protector de cabeza ligero pero que no pueda encerrar la citada onda de presión de la explosión en el interior del casco, o tan solo la pantalla de protección de rostro y ojos.



Explosión típica de una mina o AEI tipo MAP enterrados



Protección de cabeza, sin casco



Gafas balísticas

Un complemento a la protección superior son las gafas balísticas. Los ojos son la parte más vulnerable de la cabeza y no hay que descartar por ello una protección suplementaria. La protección auditiva, también debería considerarse como esencial.

Tan importante es la protección del tronco, como la de pelvis y muslos. El pantalón de protección no debería ser opcional, al menos debería protegerse pelvis y piernas hasta debajo de las rodillas.

Estas partes, junto con la pantalla protectora de rostro deben formar un escudo de protección ante la onda explosiva que la canalicen o dirijan por fuera del cuerpo del desminador con la finalidad de no causar daños o los mínimos.

El calzado antiminas es una protección muy útil, y debería considerarse su obligatoriedad cuando se está trabajando en detección con el detector y seguidamente, cuando no se ha detectado nada, se debe avanzar sobre la senda para continuar con el trabajo de despeje de la senda.

Sería aconsejable estudiar la conveniencia de disponer de zapatos antiminas (inflables) como los de la fotografías de abajo, u otros calzados de protección, cuando se realizan las tareas de detección con Detectores de Metal (DM) o de Radar de Penetración Terrestre (GPR).



Calzado de protección antiminas



Calzado de protección antiminas

También es muy útiles el calzado antiminas inflable, en caso de rescate de heridos por minas dentro de una zona minada o peligrosa.



Rescate de un herido en zona minada, utilizando el calzado antiminas inflable

4.3.2. Propuesta de mejora del equipo de protección

Se recomienda incrementar el equipo de protección individual en:

- Protección de rodillas
- Usar cascos de protección de cabeza con aberturas
- Hacer obligatorio el uso de las gafas balísticas
- Hacer obligatorio el uso de la protección auditiva
- Protección de pelvis y muslos
- Calzado antiminas, obligatorio con el uso del detector, y para el rescate de heridos en zona minada
- Calzado inflable para detección con detector y para rescate de heridos
- Protecciones ligeras de techo para protección del sol y de la lluvia
- Escudo de protección, para explosivista y ayudantes



Equipo de destrucción de minas, protegidos tras un escudo de protección, utilizado por Desminadores Humanitarios del Ejército de Chile

4.3.3. Equipo técnico: detector de metales. Detector tecnología dual (detección de metales y radar)

Durante el proceso de detección lo más conveniente sería usar, un detector del tipo “Detector de metales DUAL sensor”, que es un detector de metales (DM) y un detector de Radar de Penetración terrestre (GPR), ya que permite detectar minas o AEI sin metal.

Por ejemplo, si se dispone de un detector VHR3, y en modo RADAR (GPR), da una señal positiva, se puede confirmar con el detector de metal (DM) si además tiene contenido metálico. El proceso de detección GPR y DM puede ser independiente o simultáneo.



Detector VHR3

Pueden utilizarse detectores de tecnología DUAL, como el Vallon VHR3, que emplea el RADAR (GPR) además de su detección de metales (DM), siendo un medio eficaz frente a las minas indetectables.

Pero tiene dos inconvenientes: Su precio y la dificultad de su instrucción.

Como el detector DUAL Vallon VHR3 tiene un coste de unos 100.000.000 pesos (30.303 euros) frente a los 13.000.000 pesos (3940 euros) del detector de metales Vallon VMH3-CS, es lógico y conveniente optimizar su dotación por pelotón (hasta 36 hombres) y su uso, disponiendo de los necesarios por unidad para garantizar un trabajo de detección segura.

Habría que especializar a personal en el manejo del detector VHR3, optimizando la formación y reduciendo el tiempo de la instrucción.

Actualmente se dispone en EJN, de menos de 40 detectores de este tipo, por lo que no siempre se emplean a menos que se tenga información de la existencia de minas AEI-MAP tipo Químicas Indetectables (AEI-MAP/QI).

La recomendación es disponer de ellos en todos los pelotones de Desminado Humanitario, y utilizarlos siempre, independientemente de la información de que se disponga sobre el tipo de minas del área peligrosa.

4.3.4. Propuesta de trabajos con los detectores

Con la finalidad de optimar los recursos disponibles, por seguridad, eficacia y economía de medios, se propone:

Disponer en todos los pelotones de desminado de un mínimo de detectores:

- 12 detectores tipo Vallon VMH3-CS y tres de reserva
- 3 detectores Vallon VHR3 y uno de reserva

Mínimo cuatro detectores Vallon VMH3-CS y uno de reserva por sección de 12 hombres trabajando en Desminado Humanitario (DH).

Actualmente hay 1 detector Vallon VMH3-CS, por desminador, es decir, 8 por sección de DH, y 24 por pelotón de DH.

Esta propuesta se basa en que el sistema de trabajo por sección sea de 4 desminadores trabajando y 4 desminadores descansando.

El material de detección y de despaje y excavación podría ser compartido por dos hombres, al igual que la senda de trabajo, aunque cada uno puede hacer su propia senda para el mejor control de los trabajos por el Líder.

El ahorro en detectores, por pelotón sería de 12 detectores WH3-CS con un costo de unos 47.000 euros (155.100.000 pesos). Y en medios de Desmalezamiento y Excavación el ahorro sería de 12 equipos por pelotón.

4.3.5. Seguridad

La seguridad no se vería afectada porque los hombres que trabajan en el desminado tienen todos, su equipo de detector y de desmalezamiento-excavación, solo que este se comparte con el compañero.

La seguridad aumentaría al disponer en los pelotones y secciones de desminado de detectores “*MINEHUOND VHR3 detector de metales DUAL sensor*” con capacidad de radar terrestre (GPR), para detectar cambios de densidad en el terreno (objetos no metálicos) y con capacidad de detección metálica (DM), para detectar objetos metálicos.

Y mayor seguridad si se emplea calzado antiminas por el personal que detecta y desmina.

4.3.6. Técnica de sondeo manual

Si no disponemos de tecnología RADAR (GPR) y solo tenemos un detector de metales tipo VMH3-CS, o MINELAB F-3 u otros similares, frente a la amenaza de minas o AEI indetectables, es imprescindible por razones de seguridad, emplear dos técnicas razonablemente asimilables, por su fácil disponibilidad en el Ejército Nacional, para localizar esos artefactos:

- La Técnica de Sondeo.
- El Equipo Canino.

Es importante volver a considerar la utilidad de la técnica de sondeo para verificar la localización del objeto enterrado, y una vez localizado proceder a su excavación, a partir de una palma aproximadamente (20 cm) en dirección a la vara base o desminador.



Zapadores españoles, desminando en Zonas de Operaciones, utilizando la Técnica de Sondeo Manual

4.4. Composición del material de la unidad de desminado

- Equipo Técnico: Detector de metales
- Kit de Desmalezamiento y Excavación
 - 1 Tijeras de podar (tenazas)
 - 1 Espátula
 - 1 Brocha
 - 1 Pala jardinero (pequeña)
 - 1 Vara busca alambres
 - 1 Vara de 50 cm para medir distancias.
 - 1 Equipo pera y cuerda (opcional)



Material

- 1 Sierra manual
- 1 Balde de goma
- 1 Estopa (saco)
- 1 Cono marcación
- 1 Aerosol
- 1 Maceta
- 15 Estacas 50 cm longitud (10 rojas, 2 verdes, 2 amarillas y 1 azul)
- Equipo de protección
 - Casco (opcional)
 - Visor
 - Chaleco anti fragmentación
 - Rodilleras (opcional)
 - Pantalón anti fragmentación (opcional)
- Equipos de comunicaciones. Uno para comunicaciones internas de la unidad de desminado y otro para comunicar con la unidad superior.
- Equipo de primeros auxilios (Atención primaria y para permitir el traslado seguro de un herido al próximo nivel de atención).
- Logística: Seguridad, Abastecimiento y suministro de material/necesidades, Medios de evacuación en caso de accidente, medicamentos, material de campamento.

4.5. Observación sobre material

Con esta composición, no se dispone de sonda de sondeo manual, y es debido a que en el P.O. no se emplea la TÉCNICA DE SONDEO MANUAL. Se considera un grave error.

4.5.1. Material de desmalezamiento y excavación

Al disponer como materiales de excavación de una espátula y de una pala manual (pala de jardinero), el desminador para excavar necesita hacer un trabajo más duro y dificultoso, lo que acaba afectando a la seguridad.

El aerosol hay que usarlo con precaución para no inhalar cantidades significativas, en especial en climas calurosos donde la niebla de la pintura se dispersa en el aire con mayor rapidez y se pueden inhalar con facilidad.

La excavación se debe hacer de un modo similar al que realiza un arqueólogo que busca objetos antiguos enterrados, de forma cuidadosa y meticulosamente, pero eso no implica tener que hacer un trabajo excesivamente dificultoso, duro, lento y con herramientas poco apropiadas para excavar.

Sería aconsejable estudiar la conveniencia de otros materiales, como:

- Una piqueta pequeña o un zapapico
- Una pala de una mano
- Una azada de mano

- Diferentes tamaños de rastrillos manuales
- Rasquetas de arqueología (tamaño adecuado)
- Palanquetas pequeñas
- Tijeras de poda de dos manos
- Cuerda y poleas para remoción de objetos diversos a distancia
- Compresor portátil de aire para remover hojarasca o tierra, a distancia...

4.5.2. Propuesta modificación del P.O. para despeje de una senda

Es conveniente analizar los procedimientos operacionales (P.O.) actuales y decidir el método más seguro para despejar una senda. Actualmente como ya se ha comentado el procedimiento es:

- Inspección visual
- Registro de pera y cuerda
- Vara busca alambres
- Desmalezamiento
- Detección

Y si hay señal positiva:

- Excavación
- Destrucción del artefacto: AEI, MAP, MUSE...

Se propone estudiar la conveniencia de la modificación de los P.O actuales, para hacer frente con seguridad a todo tipo de minas o AEI indetectables, y prevenir accidentes con graves consecuencias. La propuesta a estudiar es la de considerar la utilidad del siguiente proceso:

- Inspección visual y táctil
- Vara busca alambres (Lápiz láser)
- Registro de pera y cuerda (gancho y cuerda)
- **Remoción** de objetos a distancia de seguridad (poleas, mosquetones, cuerdas)
- **Detección** (antes de desmalezar)
- Desmalezamiento (si es necesario)
- Detección (después de desmalezar)
- **Sondeo** (Técnica de sondeo manual) o empleo de Equipos Caninos para detectar explosivos.

Y si hay señal positiva:

- Sondeo/detección si el canino detectó
- Excavación y localización de la señal positiva
- Identificación de la señal positiva
- Remoción para identificación del objeto o Destrucción del artefacto en el lugar: AEI, MAP, MUSE...

Es importante observar que los cables de tropiezo (Cables de tracción o de tensión), no solo se colocan paralelos al terreno. Hay cables de tracción-tensión, que se ponen de forma vertical, o disimulados con la vegetación siguiendo la longitud de ramas, o sueltos en el terreno, de modo que la vara busca alambres en su movimiento de abajo arriba, vertical, no encuentra nunca estos cables. Si fueran cables metálicos, el uso del detector sobre la vegetación con el cuidado y precaución lógicos, podría detectarlos, por eso se recomienda contemplar en el P.O., detectar antes desmalezar.

4.5.3. Tiempo de trabajo del desminador

Frecuentemente, el tiempo que un desminador está trabajando en la senda a desminar, se aproxima o rebasa la hora; lo cual no es recomendable, porque cada hombre tiene una curva de rendimiento distinta que un buen líder debe de conocer en sus hombres, y si se rebasa el **tiempo de trabajo eficaz** y seguro, se entra en el **tiempo de trabajo peligroso**, consecuencia del cansancio y de la fatiga, y la actividad de desminado se convierte en una actividad de riesgo de accidente real.

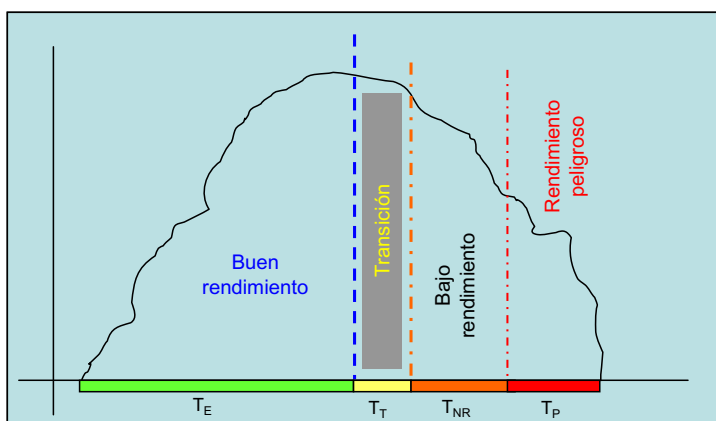
Lo ideal es relevar y dejar descansar al desminador en lo que se conoce como **tiempo de transición** que es el espacio de tiempo entre el buen rendimiento y el bajo rendimiento.

Durante el tiempo de trabajo, si el sol es intenso o la lluvia se hace presente, debería poder colocarse un techo portátil ligero sobre el desminador que le de sombra o le proteja de la lluvia.

El trabajo se realiza por lo general en la posición de rodillas, lo que produce dolor y fatiga en las mismas. Debería considerarse proveer de rodilleras almohadadas al desminador o de un pantalón de protección que las tuviese, e incluso de un apoyo para el terreno de material almohadado donde apoyar las rodillas, que además de comodidad proporcionase protección.

Calidad o tipo de rendimiento en el trabajo de desminar

Gráfica del rendimiento del Desminador



Cada desminador tiene una curva de rendimiento característica.

El Líder debe conocer a sus hombres y saber cuando hay que realizar el relevo para que descansen, para evitar el bajo rendimiento por cansancio y entrar en el tiempo de trabajo peligroso por fatiga.

Tiempos de rendimiento en el trabajo de desminar

- T_E Tiempo de trabajo eficaz
- T_T Tiempo de transición. Descanso y relevo
- T_{NR} Tiempo de trabajo no recomendable
- T_P Tiempo de trabajo peligroso

Calidad o tipo de rendimiento en el trabajo de desminar

4.5.4. Desminado mecánico

Es la más segura, cuando las condiciones del terreno lo permiten, por ser más o menos llano y más o menos despejado; y cuando la máquina es manejada a distancia por un operador o dispone del blindaje adecuado para soportar ciertas explosiones (minas contra carro de menos de 10 kg de explosivo) con seguridad para el operador de cabina.

Este medio está limitado, muchas veces, por las condiciones del terreno. Y conviene aclarar que su finalidad no es detectar, sino destruir las minas o AEI por explosión, pero a veces la destrucción se produce por la rotura o desbaratamiento de la mina o AEI.

Es un medio que tiene como limitaciones:

- El terreno no siempre permite su empleo.
- Altos costes de traslado, funcionamiento y de mantenimiento.
- Puede dispersar los restos metálicos o explosivos de las minas que no explotan y que sean desbaratadas o rotas, con lo que complica la detección canina posterior (restos explosivos dispersos) o los procesos de “control de calidad” una vez finalizados los trabajos de desminado, por la posible dispersión de restos metálicos.
- Puede dispersar elementos explosivos activos, como detonadores, multiplicadores, trenes de fuego completos o incompletos, tóxicos químicos, biológicos o radiactivos añadidos a los AEI.



Demostración de trabajo mecánico de desminado, en Tolemaida

5. RESUMEN DE PROPUESTAS

5.1.- Volver a implantar en el Procedimiento Operacional (P.O.) la TECNICA DE SONDEO MANUAL. Instruir al personal en esta técnica de desminado.

5.2.- Disponer de Detectores con tecnología de RADAR Terrestre (GPR) además de tecnología de detección de metales, en todos los pelotones de desminado. Al menos 3 detectores tipo VHR-3 y 1 de reserva por pelotón.

5.3.- Modificar los P.O. para que economizar medios, con la misma eficacia y seguridad en los trabajos de desminado, e incluso consiguiendo mejores resultados, de forma que por cada Sección de Desminado trabajen a la vez solo 4 desminadores mientras otros cuatro descansan y esperan el relevo de los primeros. De esta forma los detectores de

metales tipo Vallon VMH3-CS o similares, necesarios serían de solo 4 por Sección más uno de reserva. Un ahorro del 50%. Y lo mismo pasaría con los medios de Desmalezamiento y Excavación, ya que se compartirían por cada dos Desminadores. En este material el ahorro sería del 50% también por Sección de Desminado.

5.4.- Disponer de Equipos Caninos especializados en detección de explosivos en trabajos de Desminado Humanitario, en todos los Pelotones de Desminado.

5.5.- Utilizar cascos de protección de cabeza, con orificios abiertos para evitar traumas por compresión de la cabeza y el cráneo, producidos por la entrada de la onda explosiva de presión en el interior del casco, en los trabajos de desminado.

5.6.- Utilizar de forma obligatoria gafas balísticas además del protector de rostro. Estudiar la conveniencia de protectores auditivos, y de pelvis y muslos completos.

5.7.- Utilizar calzado antiminas en los trabajos de detección y de desminado.

5.8.- Disponer de calzado antiminas inflables, para cuando se trabaja en la técnica de detección con detectores y en caso de rescate de heridos por minas dentro de una zona minada o peligrosa.

5.9.- Considerar el estudio de la propuesta de modificación de los P.O para despeje de una senda (Punto 4.5.2.) y la conveniencia de otros materiales para Desmalezamiento y excavación (Punto 4.5.1).

5.10.- Instruir a los Líderes de Desminado, en el conocimiento de los tiempos de que aseguran una buena gestión del rendimiento de los desminadores para que trabajen con eficacia y seguridad:

- TE Tiempo de Trabajo Eficaz (Buen rendimiento)
- TT Tiempo de Transición (Tiempo de relevo para descansar)
- TNR Tiempo de Trabajo No recomendable (Bajo rendimiento)
- TP Tiempo de trabajo peligroso (Rendimiento peligroso)

6. ÍNDICE DE APARTADOS

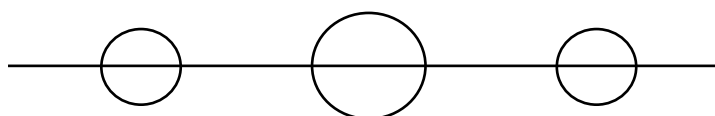
1. Situación
2. Ejemplo práctico demostrativo
3. Observaciones: necesidad de la técnica de sondeo manual y de otros medios de detección de minas indetectables
4. Descripción del procedimiento operacional (P.O.), actual, de técnica de desminado manual (TDM)
 - 4.1. Propósito del P.O.
 - 4.2. Composición de la unidad de desminado (U.D.)
 - 4.3. Observación del trabajo de desminado
 - 4.3.1. Equipo de protección
 - 4.3.2. Propuestas de equipo de protección
 - 4.3.3. Equipo técnico: detector de metales. Detector tecnología dual (detección de metales y radar)

- 4.3.4. Propuesta de trabajos con los detectores
- 4.3.5. Seguridad
- 4.3.6. Técnica de sondeo manual
- 4.4. Composición del material de la unidad de desminado
- 4.5. Observación sobre material
 - 4.5.1. Material de desmalezamiento y excavación
 - 4.5.2. Propuesta modificación P.O. para despeje de una senda
 - 4.5.3. Tiempo de trabajo del desminador
 - 4.5.4. Desminado mecánico
- 5. Resumen de propuestas
- 6. Índice de apartados
- 7. Bibliografía

7. BIBLIOGRAFÍA

- IMAS (International Mine Action Standards – Normas internacionales para la Acción Contra Minas) de Naciones Unidas. www.mineactionstandards.org.
- Estándares Nacionales de Desminado Humanitario para Colombia, redactados por DAICMA (Dirección para la Acción Integral Contra Minas Antipersonal). <http://www.accioncontraminas.gov.co/accion/desminado/Paginas/Estandares-DH.aspx>
- Procedimiento Operacional (P.O), del Ejército Nacional de Colombia, Año 2016.
- Apuntes del CID sobre detección magnética, de metales y de radar de penetración terrestre.
- Apuntes del CID sobre “Explosivos”
- Apuntes del CID sobre “Desactivación NBQ”.
- Apuntes del CID sobre “Desminado Humanitario”.
- Apuntes del CID sobre “Sensibilización en zonas contaminadas por minas y restos explosivos de guerra (REG)”.

OCTUBRE 2017



MÉTODO USDA Y APLICACIONES

Francisco Javier San Martín Sánchez

Capitán de Ingenieros

RESEÑA BIOGRÁFICA DEL AUTOR

El capitán San Martín ingresa en la AGM en el 2002, obteniendo su diploma de teniente de Ingenieros en el 2008 siendo destinado al REI 11 en el MING. Ascende a capitán en el 2013 y se queda destinado en la misma Unidad hasta 2017 cuando es destinado a la ACING.

Durante estos años sus mandos más característicos han sido los de mando de Sección de Construcción, Mando de las Cía. PLMS y 2ª de Castrametación, Jefe de Plana y OFITEC del BCAS II/11.

Es Diplomado en Vías y Castrametación, en Prevención de Riesgos Laborales y en la actualidad está cursando el curso internacional de hidrología subterránea.

Su participación en misiones internacionales:

- Misión Afganistán, ejecución de la Base Ruiz Pérez de Clavijo (BING I),
- Misión de apoyo a Irak, ejecución de la Base Gran Capitán (BING I),
- Misión de apoyo a Senegal (formación de oficiales senegaleses en castrametación).

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales retos a los que se deben enfrentar los cuadros de mandos de Ingenieros es el amplio espectro de los conocimientos que deben dominar. Teniendo presente que estos conocimientos deben mostrarse como un asesoramiento útil al mando y permitir el hacer frente a las más diversas circunstancias que nos encontramos en nuestro día a día.

Como arma técnica y especializada nuestro trabajo y asesoramiento se ve condicionado en partes iguales por el conocimiento, la experiencia y los equipos técnicos. En algunas circunstancias el uso de estos equipos técnicos conlleva altos costes de adquisición, mantenimiento, uso e incluso de despliegue de los mismos. Por lo que se ha considerado necesario desarrollar métodos que abaraten estos costes. Todo esto en aras no solo de aumentar el número ensayos realizados en las fases de reconocimiento y ejecución de los trabajos, sino el hacerlos también más accesibles a Unidades del arma que no posean los materiales reglamentarios necesarios para dichos ensayos.

El siguiente método pretende ser la transición de las lecciones identificadas que como jefe de obra, director de proyectos y proyectistas en Territorio Nacional y Jefe de Unidad de trabajadores civiles, de Sc y Cía. de Ingenieros en Afganistán e Irak fueron identificadas por las Unidades donde estuve encuadrado y convertirlas en aprendidas para todos los integrantes del arma.

El siguiente método se apoya en múltiples investigaciones de diversos ejércitos y universidades, siendo la base de todo el método de clasificación de suelos utilizado por el departamento de agricultura de Estados Unidos del cual se extraerá una valiosa información para los distintos trabajos elaborados por los componentes del arma.

2. MÉTODO USDA Y EL ANÁLISIS DE SUELOS

Uno de los primeros retos que nos vamos a encontrar cuando despleguemos en Operaciones para ejecutar un trabajo o reconocimiento de una zona concreta es saber clasificar el tipo de suelo con el que nos vamos a encontrar.

Dentro del ejército se ha trabajado con la clasificación de suelos de SUCS, la cual ofrece una gran cantidad de información para los trabajos militares más comunes, como pueden ser la capacidad de drenaje, CBR, densidades, ángulos de taludes, permeabilidad y muchos más. La servidumbre que conllevaba su aplicación hasta la fecha de hoy era la necesidad de disponer de un laboratorio de campaña (el cual ya está disponible en distintos Batallones de Especialidades) y unos dos días para obtener los resultados de los diferentes ensayos realizados a una muestra.

También hay que valorar que el volumen del laboratorio de campaña ha solido evitar que su despliegue fuera viable en las diferentes operaciones en el exterior entre otros factores. Por todo se ha buscado un método que permitiera una clasificación rápida y extrapolable a SUCS. Siendo este el método utilizado no solo por el departamento de agricultura de Estados Unidos, sino por la FAO y las diferentes facultades de agrónomos y forestales de España, el método USDA.

Este sistema de análisis de suelo busca diferenciar las muestras en tres grandes grupos que son las arenas, los limos y las arcillas. Una vez que se han obtenido estos valores se entra en la tabla que se muestra a continuación obteniendo un tipo de suelo de once disponibles.

Pero para poder entrar en las tablas de este sistema de clasificación de suelos era necesario encontrar un método que me permitiera obtener las fracciones de arena, limo y arcilla de manera sencilla. El sistema elegido es el de sedimentación en bote o del vidrio, uno de los métodos de campo expuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).



Separación de gravas y finos con arena



Comprobación expedita del graduado de la Grava

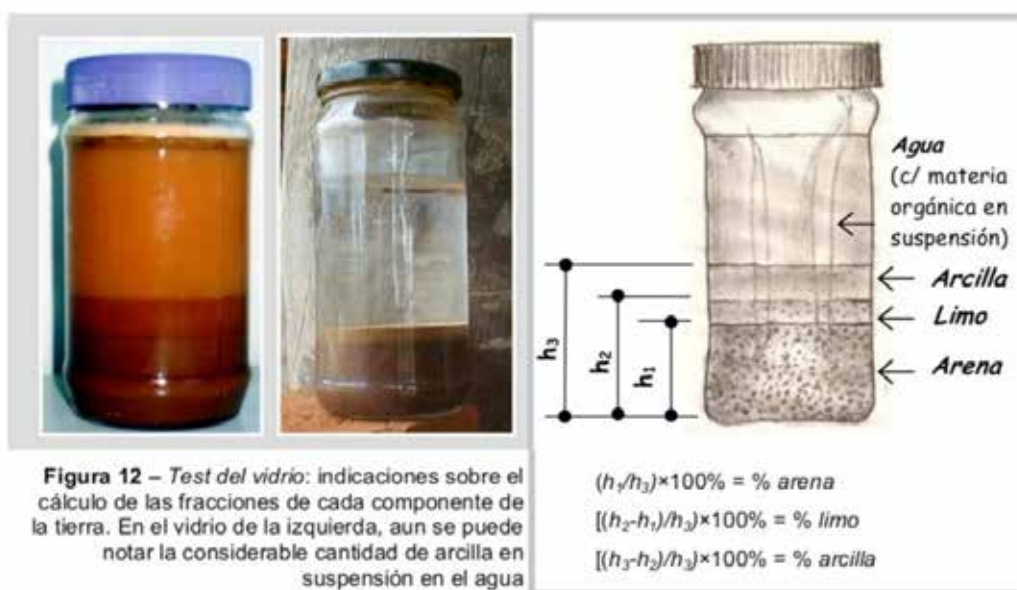
2.1. Método de sedimentación en bote o del vidrio

Este ensayo se fundamenta en la sedimentación diferenciada de los constituyentes de la tierra y consiste en:

- Colocar una porción de tierra seca y desmenuzada, en un bote liso y transparente de forma cilíndrica, hasta cerca de 1/3 de su altura.
- Verter agua hasta alcanzar los 2/3 de la altura del bote. Se puede aportar un poco de sal para ayudar a la disociación de la arcilla.
- Cerrar el bote y agitar enérgicamente para que se mezcle adecuadamente.
- Dejar en reposo una hora y tras esta volver a agitarlo enérgicamente.
- Dejar el bote sobre una superficie horizontal al menos una hora.

Cada uno de los componentes de la tierra decanta en tiempos diferentes, formando distintas capas que se pueden visualizar. La grava y la arena decantan primero, después va el limo y por último la arcilla. Si existiera materia orgánica, esta flotaría en la superficie del agua.

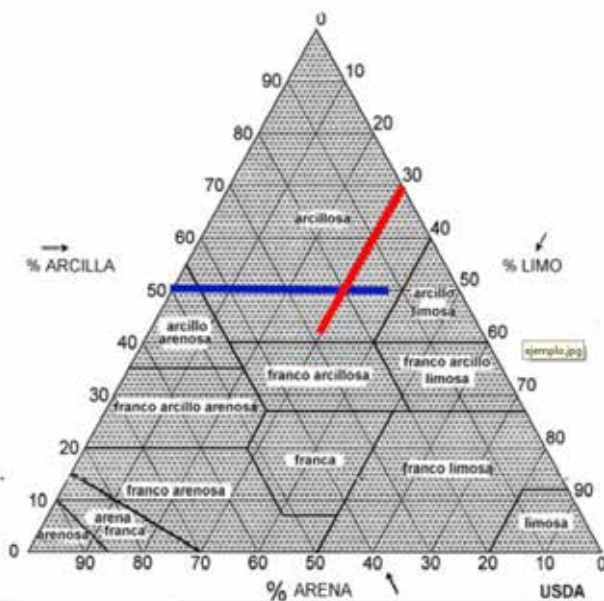
Cuando el agua este limpia, ya se podrán realizar las medidas de las diferentes capas.



Si bien se muestra a continuación una estimación de los tiempos de decantación de las diferentes fracciones, no hay que olvidar que no se puede realizar la medición directa en función del tiempo debido al asentamiento de las muestras. Pues en ensayos realizados como jefe de la OFITEC del BCAS se han observado asentamientos de hasta el cuarenta por ciento. Si bien estos datos de referencia pueden ser útiles en algunos casos.

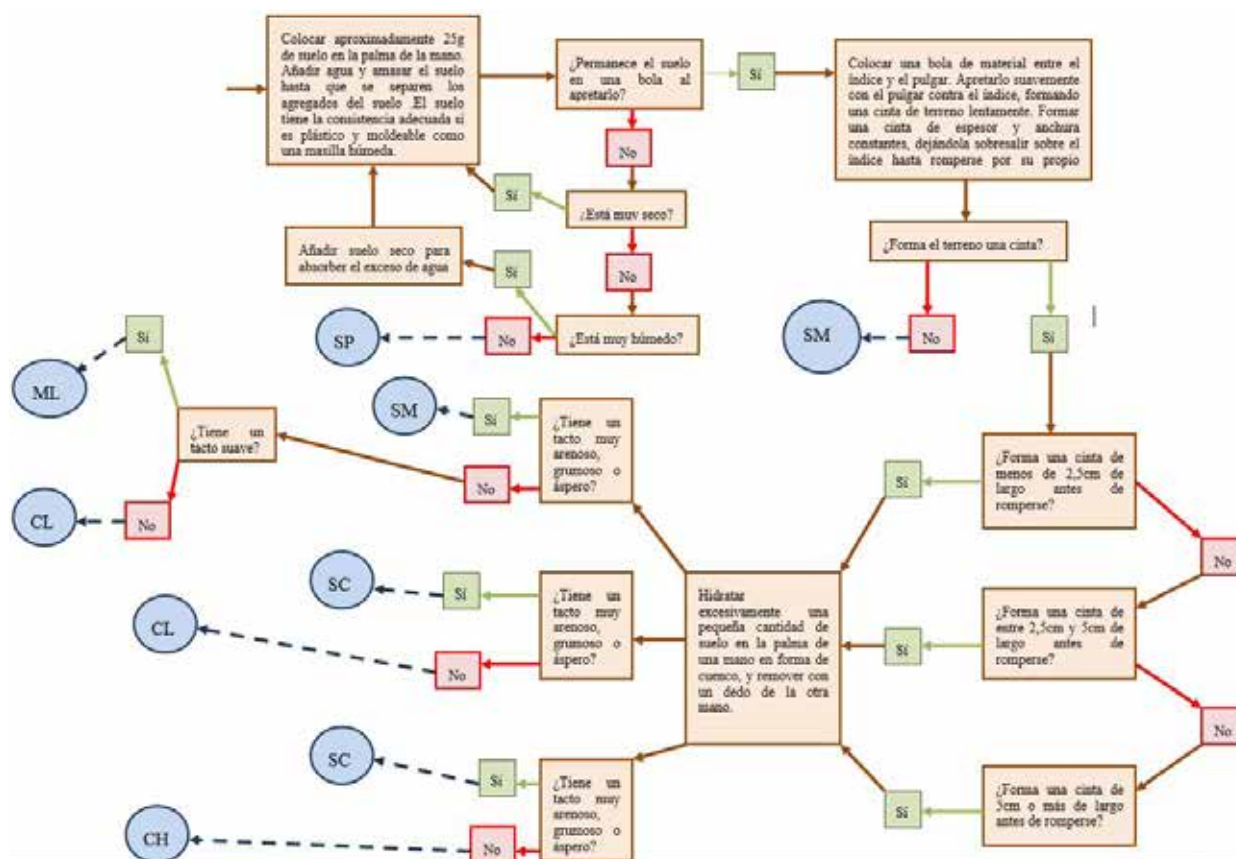
Tiempo estimado de sedimentación No más de...	Diámetro de partículas	Clase
1 a 2 s.	Hasta 5 mm.	Arena gruesa
30 a 40 s.	Hasta 0,08 mm.	Arena fina
10 a 12 min.	Partículas de limo.	Limo
1 hora	Partículas de arcilla.	Arcilla

Por lo que nos deberemos basar en la diferencias de texturas entre arenas, limos y arcillas. Siendo la parte más difícil de apreciar la frontera entre limos y arcillas. Para facilitar la diferenciación hay que ser consciente que la fracción de arcilla aun estando decantada tenderá a estar en un estado de suspensión sobre los limos. Esto quiere decir que si uno da ligeros golpes con el dedo en el lateral del bote observará como la parte superior de las arcillas empezarán a hacer olas, perdiendo su apariencia de sólida. Otro truco para observar el límite entre limos y arcillas es inclinar ligeramente el bote hasta que se producen unas fisuras en la zona de los limos.



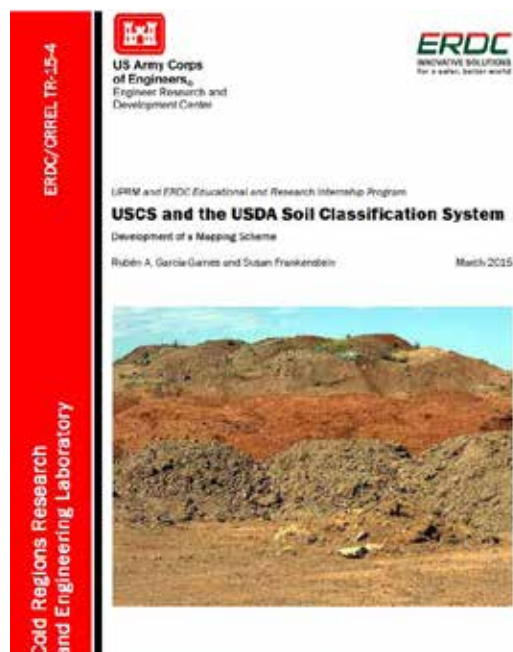
De la introducción de los parámetros obtenidos mediante el ensayo de sedimentación obtendremos unos de los once tipos de suelos indicados en la imagen superior. Esto nos plantea el cómo relacionar la clasificación de suelos del USDA y de SUCS.

El departamento de agricultura de Estados Unidos también ha desarrollado un sistema netamente expedito, que se muestra a continuación, para las ocasiones en las que no se pueda ni disponer de un bote adecuado para realizar el ensayo, si bien se es consciente que debido a la subjetividad y experiencia del usuario harán que la precisión se vea afectada.



2.2. Correlación entre SUCS y el método USDA

Dada la sencillez del USDA y la cantidad de datos relacionados con la obra civil que proporciona SUCS el mundo académico había realizado numerosas investigaciones con el fin de buscar una correlación entre ambos sistemas. Llegando finalmente de la mano del Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos, el cual tras varios años de investigación publico el siguiente documento con la siguiente correlación empíricamente demostrada.



USDA	SUCS
ARCILLA	CH
ARCILLA LIMOSA	CH
FRANCO ARCILLA LIMOSA	CL
FRANCO ARCILLOSA	CL
LIMOSA	ML
FRANCO LIMOSA	ML
ARCILLO ARENOSA	SC
FRANCA	CL
FRANCO ARCILLO ARENOSA	SC
FRANCO ARENOSA	SM
ARENOSA FRANCA	SM
ARENA	SP

Se quiere significar que el método de sedimentación o de vidrio nos presenta una serie de limitaciones cuando nos encontramos con gravas, es decir elementos que cuyo diámetro sea superior a 4,76 mm (tamiz N.º 4), para hacernos una idea rápida es el equivalente al diámetro de un bolígrafo Bic. Llegados a este caso utilizaremos el método de caracterización de partículas.

Se buscara una superficie plana sobre la que se posicionara la muestra, acto seguido se procederá a coger todo aquel elemento mayor que el canuto de un bolígrafo Bic y se pondrá al lado formando otro montón. Una vez finalizado el proceso, si el montón de gruesos es más grande que el de finos sabremos que nuestra muestra de suelo corresponde a un tipo de grava. Una vez alcanzada esta conclusión analizaremos la fracción menor a medio centímetro y en base a los resultados obtenidos buscaremos el tipo de grava según la clasificación de SUCS que mejor se adapte. Por contra, si el montón más grande es el de menos de medio centímetro se procede a analizar en su totalidad mediante el ensayo de sedimentación.

A modo de recordatorio se enumeran los diferentes tipos de gravas existentes:

- GW.- Gravitas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o ningún fino.
- GP.- Gravitas pobremente graduadas, mezcladas con arenas con poco o ningún fino.
- GM.- Gravitas limosas, mezclas de grava, arena y limo.
- GC.- Gravitas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla.

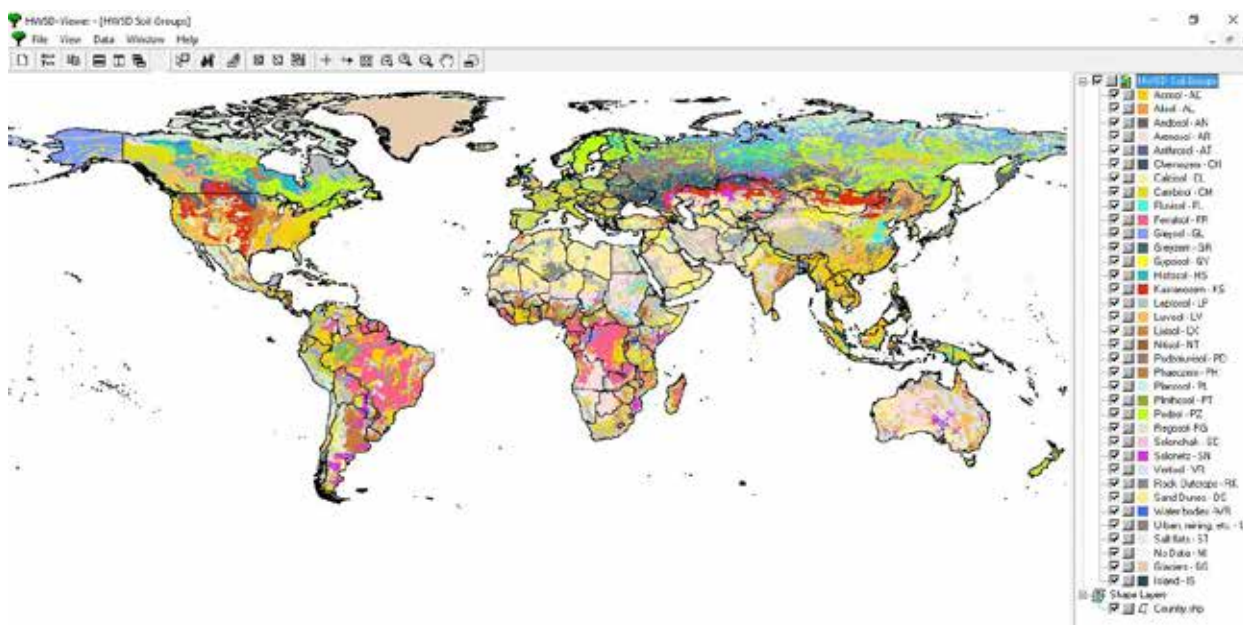
3. APLICACIONES DEL MÉTODO USDA

A continuación se muestran tres áreas de aplicación directa para los resultados del método de suelos USDA, si bien se es consciente que el abanico de posibilidades es mucho más amplio y permitirá nuevos desarrollos a corto plazo.

3.1. Reconocimiento previo al despliegue y SERECO

Una de las ventajas principales que ofrece el uso de un método que combina las bondades de la investigación y bases de datos para suelos agrícolas y los datos de obra civil de SUCS. Se quiere recalcar la parte de base de datos agrícolas, pues desde numerosos organismo nacionales e internacionales ha existido un esfuerzo por caracterizar todas las regiones de la tierra desde un punto de vista agrícola para poder favorecer el desarrollo de estas regiones.

Como ejemplo de estas bases de datos he escogido una base de datos de la FAO, “harmonized world soil database”¹. El visor GIS que ofrece la aplicación permite ver la tipología agrícola de los suelos, lo cual bien podría ser motivo de otro artículo. Así como unos análisis de suelo de diversas zonas del planeta como se muestra a continuación.

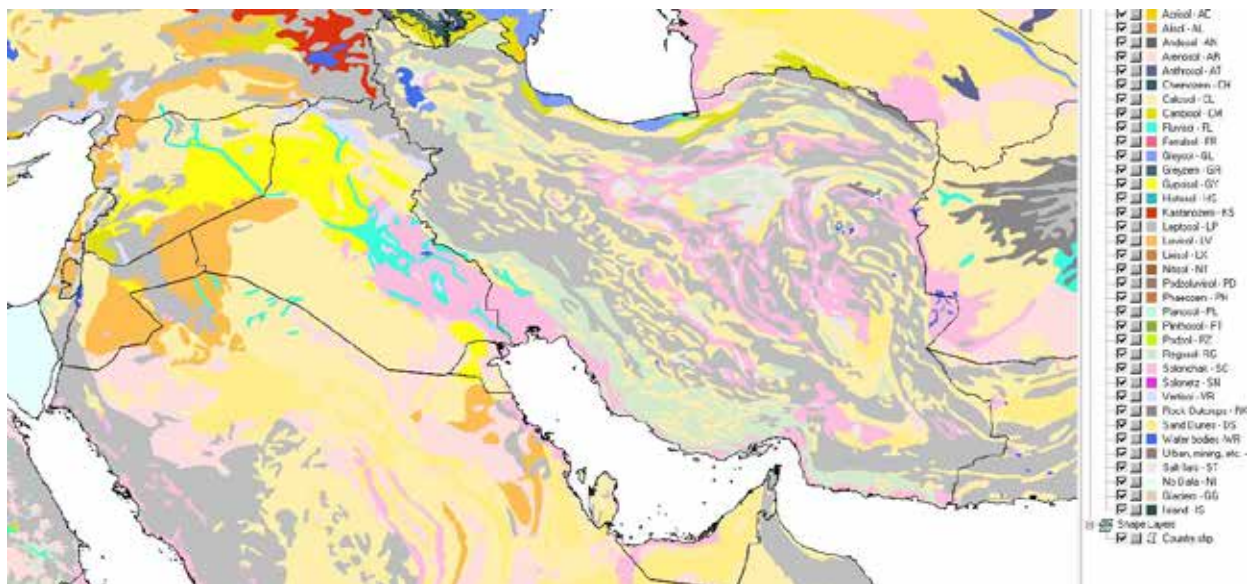


Visor GIS de bases de datos agrícolas de la FAO

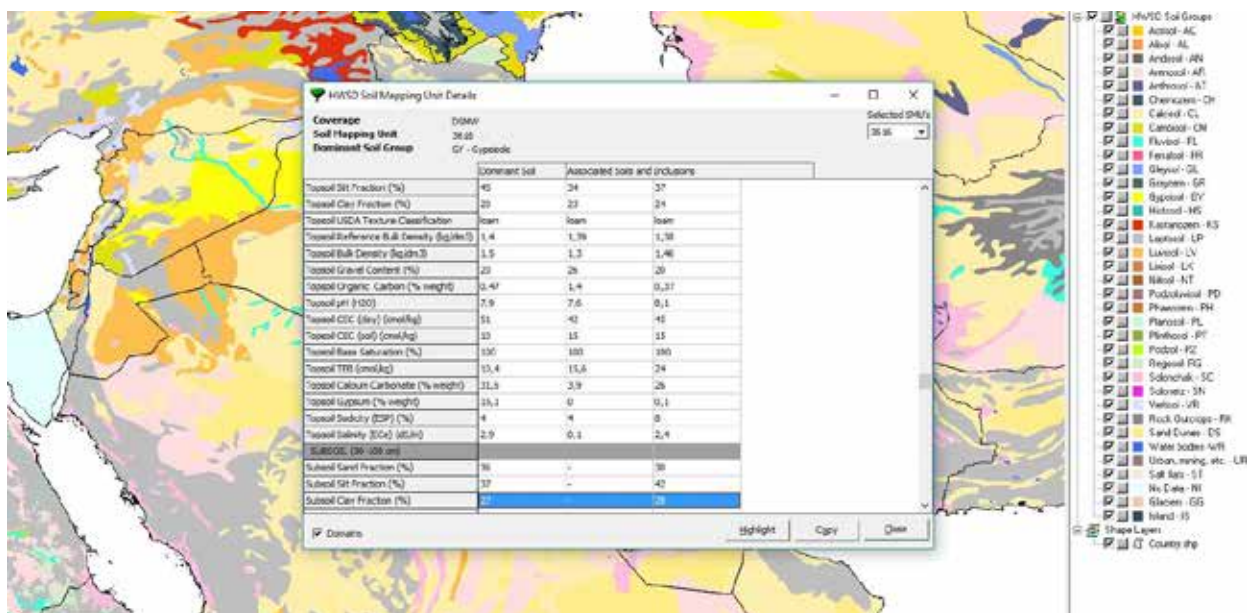
Como se puede ver en la imagen superior cada color corresponde a un tipo de suelo. Este visor permite obtener las coordenadas de cada punto, hacer zoom y obtener información más detallada.

Como se puede observar en la imagen de oriente medio, al ir aplicando el zoom va aumentando el detalle de las zonas. Pudiéndose elegir que se nos facilite información sobre un punto concreto como se muestra en la imagen inferior.

¹ Se puede descargar el visor GIS y datos en la siguiente dirección. <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/soil-maps-and-databases/harmonized-world-soil-database-v12/en/>



Zoom sobre la región de oriente medio



Cuadro con los resultados de los diferentes análisis en la zona seleccionada

Dentro de los múltiples datos que se aportan nos fijaremos en primera instancia en que nos aporta la descripción de los suelos en la zona seleccionada desde la superficie a treinta centímetros de profundidad y de los treinta centímetros al metro de profundidad. Además nos da para cada una de las fracciones el contenido porcentual en arena, limo y arcilla. Siendo estos los valores que necesitamos para poder trabajar.

Se quiere significar que esta, como otras bases de datos son proyectos todavía abiertos y por lo tanto que irán mejorando con el tiempo. Aun así nos permite una aproximación a las zonas de despliegue que no era factible hasta el día de hoy. Si bien no descarta posteriores análisis una vez en zona.

Una vez se disponga de la información ya sea de la base de datos o de los ensayos propios se pueden realizar estudios sobre la transitabilidad. Esta información es básica para poder realizar la integración terreno enemigo y saber porque zonas pueden pasar nuestros medios ruedas o cadenas y en qué número. A continuación se mostrará la forma de hacerlo de manera aproximada en base con los datos ya obtenidos.

Ingenieros

Lo primero que debemos clasificar es el tipo de vehículos más desfavorables que van a pasar por una zona a estudio, esto se realizará mediante la siguiente tabla²:

TABLA II. VEHÍCULOS MILITARES CON CATEGORÍA Y VALORES DE ICV.

CATEGORÍA	ICV ₁	ICV ₅₀	VEHÍCULOS
1	12 ó menor	29 ó menor	Vehículos ligeros con bajas presiones de contacto (menos de 0,15 kg/cm ²)
2	12-21	30-49	Tractores de Ingenieros de cadenas anchas y bajas presiones de contacto
3	21-26	50-59	Tractores de Ingenieros con bajas presiones de contacto, carros de combate de baja presión de contacto y algunos remolques con baja presión de contacto
4	26-30	60-69	La mayoría de los carros de combate medios, tractores de Ingenieros con altas presiones de contacto y los camiones con tracción total y remolques con baja presión de contacto
5	31-35	70-79	La mayoría de los camiones con tracción total, un gran número de remolques y carros de combate pesados
6	35-44	80-99	Gran número de camiones con tracción total y los de tracción a ruedas traseras y remolques proyectados para carreteras
7	44 ó mayor	100 ó mayor	Vehículos con tracción a ruedas traseras y otros no diseñados para operar campo a través, especialmente en suelos húmedos

TABLA IV bis. VALORACIÓN DE LA TRAFICABILIDAD EN TÉRMINOS SUCS.

SÍMBOLO DEL TIPO DE SUELO	VALORES PROBABLES DE MEDIDAS RESISTENTES				EFECTOS DE		CONDICIONES RELIEVE-HUMEDAD
	IC	IR	ICR	ICR MEDIO	DESGLIZAMIENTO	ADHERENCIA	
GW,GP	-	-	-	-	ninguno	ninguno	Ondulado, estación húmeda
SW,SP	-	-	-	-	ninguno	ninguno	
SP-SM	125-241	1.19-2.17	196-316	256	ninguno	ninguno	
GM	-	-	-	230	ninguno	ninguno	
SM	130-224	0.77-1.83	137-287	212	ninguno	ninguno	
CH	167-217	0.84-1.10	158-210	184	ligero	moderado	
GC	-	-	-	165	ligero	ligero	
SC	127-231	0.72-0.98	104-208	156	ligero	ligero	
MH	151-211	0.32-1.00	64-160	112	ligero	ligero	
CL	123-211	0.59-0.95	82-180	131	ligero	ligero	
SM-SC	147-185	0.47-1.13	65-211	138	ligero	ninguno	
ML	118-224	0.46-1.02	67-189	128	ligero	ninguno	
CL-ML	111-209	0.44-0.72	54-136	95	ligero	ninguno	
GW,GP	-	-	-	-	ninguno	ninguno	
SW,SP	-	-	-	-	ninguno	ninguno	
SP-SM	300	0.94	282	282	ninguno	ninguno	
CH	98-194	0.74-1.14	81-193	137	severo	severo	
GC	-	-	-	130	moderado	moderado	
SC	97-257	0.59-1.21	61-255	158	moderado	moderado	
SM-SC	160-216	0.45-1.31	72-208	140	ligero	ninguno	
MH	94-170	0.51-0.99	48-162	105	severo	ninguno	
GM	-	-	-	125	ligero	ninguno	
SM	109-217	0.29-1.03	34-188	111	ligero	ninguno	
CL	90-188	0.46-0.88	46-146	96	moderado	moderado	
ML	102-200	0.27-0.81	34-134	84	moderado	ligero	
CL-ML	85-165	0.31-0.69	34-96	65	moderado	ligero	
OL	95-135	0.38-0.74	41-89	65	moderado	ligero	
OH	64-164	0.32-0.78	14-110	62	moderado	ligero	
Pt	76-90	0.45-0.67	41-51	46	moderado	ligero	
GW,GP	-	-	-	-	ninguno	ninguno	Suave, saturación
SW,SP	-	-	-	-	ninguno	ninguno	
CH	69-167	0.64-1.02	48-146	97	severo	severo	
GC	-	-	-	90	severo	moderado	
SC	-	-	-	88	severo	moderado	
SM-SC	150-182	0.45-0.63	66-98	82	moderado	ligero	
MH	83-151	0.46-0.92	43-123	83	severo	severo	
CL	71-165	0.42-0.80	39-117	78	severo	moderado	
SP-SM	-	-	-	74	ligero	ninguno	
GM	-	-	-	72	ligero	ligero	
SM	81-183	0.15-0.87	12-126	69	ligero	ligero	
ML	81-171	0.26-0.60	22-88	55	severo	ligero	
CL-ML	71-155	0.27-0.53	26-66	46	severo	ligero	
OL	87	0.56	49	49	moderado	ligero	
OH	42-132	0.26-0.66	21-49	35	severo	ligero	
Pt	76-90	0.45-0.61	41-51	46	severo	ligero	

² Obtenida del libro de texto básico de la asignatura de Ingeniería y Morfología del Terreno.

De esta manera obtendremos el un valor ICV_1 y un ICV_{50} , (índice de del vehículo) para una pasada del vehículo del tipo seleccionado o de 50. Ahora debemos conseguir el valor de ICR (Índice de Cono Relativo) según el tipo de terreno, el cual nos viene por la siguiente tabla y comparar.

De esta manera y mediante los ensayos realizados tendremos un valor ICV en función de las pasadas y del tipo de vehículos más desfavorable elegido y un tipo ICR medio en función del terreno, pendiente y nivel de humedad del terreno.

Así que para asegurar que mi vehículo o convoy es capaz de pasar por una zona concreta tendré que comprobar que el ICV correspondiente sea menor que el ICR del terreno.

3.2. Dimensionamiento de pistas y explanadas

Otra de los trabajos más comunes que tiene que afrontar una unidad de ingenieros es la de hacer explanaciones o reparaciones de caminos. A continuación se va a exponer un sistema que basándose en los datos obtenidos en los ensayos nos permite un rápido dimensionamiento del paquete de firme necesario.

El método de diseño es el incluido en el *“Technical manual Design of aggregate surfaced roads and airfields”* TM 5-882-12. El cual nos pide como dato característico del terreo el CBR.

Una vez se han realizado los ensayos y se ha obtenido una clasificación en el método de SUCS procederemos a identificar la horquilla de CBR en la que se mueve dicho terreno.

Prates divisiones 1	Letra 2	Nombre 3	Valor como terreno de apoyo 4	Valor como subbase 5	Valor como base 6	Acción potencial de la helada 7	Compresibilidad y expansión 8	Características de drenaje 9	Equipo de compactación 10	Peso unitario en seco en Tm/m^3 11	CBR 12	Módulo k en Tm/m^2 y en $Bo/pulg^2$ 13		
Suelos de grano grueso	Gravas y arcillas con gravas	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena, poco ó ningún fino	Excelente	Excelente	Bueno	Ninguna a muy ligera	Casi ninguna	Excelente	Tractor tipo oruga, rodillo de neumáticos, rodillo con ruedas de acero	2,00-2,24	40-80	5536-8304 200-300	
		GP	Gravas pobremente graduadas, mezclas de grava y arena, poco ó ningún fino	Bueno a excelente	Bueno	Regular a bueno	Ninguna a muy ligera	Casi ninguna	Excelente	Tractor tipo oruga, rodillo de neumáticos, rodillo con ruedas de acero	1,76-2,24	30-60	5536-8304 200-300	
		GM	d	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo	Bueno a excelente	Bueno	Regular a bueno	Ligera a media	Muy ligera	Pobre a mediano	Rodillo de neumáticos, rodillo de pata de cabra	2,00-2,32	40-60	5536-8304 200-300
			u		Bueno	Mediano	Pobre a no conveniente	Ligera a media	Ligera	Pobre a prácticamente impermeable	Rodillo de neumáticos, rodillo de pata de cabra	1,84-2,16	20-30	2768-5336 100-300
		GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla	Bueno	Mediano	Pobre a no conveniente	Ligera a media	Ligera	Pobre a prácticamente impermeable	Rodillo de neumáticos, rodillo de pata de cabra	2,08-2,32	20-40	2768-5336 100-200	
	Arcillas y suelos arcillosos	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, poco ó ningún fino	Bueno	Mediano a bueno	Pobre	Ninguna a muy ligera	Casi ninguna	Excelente	Tractor tipo oruga, rodillo de neumáticos	1,76-2,08	20-40	5536-8304 200-300	
		SP	Arenas pobremente graduadas, arenas con grava, poco ó ningún fino	Mediano a bueno	Mediano	Pobre a no conveniente	Ninguna a muy ligera	Casi ninguna	Excelente	Tractor tipo oruga, rodillo de neumáticos	1,68-2,16	10-40	5536-8304 200-300	
		SM	d	Arenas limosas, mezclas de arena y limo	Mediano a bueno	Mediano a bueno	Pobre	Ligera a alta	Muy ligera	Pobre a mediano	Rodillo de neumáticos, rodillo de pata de cabra	1,92-2,16	15-40	5536-8304 200-300
			u		Mediano	Pobre a mediano	No conveniente	Ligera a alta	Ligera a media	Pobre a prácticamente impermeable	Rodillo de neumáticos, rodillo de pata de cabra	1,60-2,08	10-20	2768-5336 100-200
		SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla	Pobre a mediano	Pobre	No conveniente	Ligera a alta	Ligera a media	Pobre a prácticamente impermeable	Rodillo de neumáticos, rodillo de pata de cabra	1,60-2,16	5-20	2768-8304 100-300	
Suelos de grano fino	Limos y arcillas	ML	Limos inorgánicos	Pobre a mediano	No conveniente	No conveniente	Medio a muy alta	Ligera a media	Pobre a mediano	Rodillo de neumáticos, rodillo de pata de cabra	1,44-2,08	15 ó menos	2768-5336 100-200	
		CL	Arcillas inorgánicas de baja a media compresibilidad, arcillas con gravas, arcillas arenosas, arcillas limosas	Pobre a mediano	No conveniente	No conveniente	Medio a alta	Medio	Prácticamente impermeable	Rodillo de neumáticos, rodillo de pata de cabra	1,44-2,08	15 ó menos	1384-5336 50-200	
		OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja compresibilidad	Pobre	No conveniente	No conveniente	Medio a alta	Medio a alta	Pobre	Rodillo de neumáticos, rodillo de pata de cabra	1,44-1,68	5 ó menos	1384-2768 50-100	
	Limos y arcillas	MH	Limos inorgánicos de alta compresibilidad	Pobre	No conveniente	No conveniente	Medio a muy alta	Alta	Pobre a mediano	Rodillo de neumáticos, rodillo de pata de cabra	1,28-1,68	10 ó menos	1384-2768 50-100	
		CH	Arcillas inorgánicas de alta compresibilidad	Pobre a mediano	No conveniente	No conveniente	Medio	Alta	Prácticamente impermeable	Rodillo de neumáticos, rodillo de pata de cabra	1,44-1,84	15 ó menos	1384-5336 50-200	
		OH	Arcillas y limos orgánicos de media a alta compresibilidad	Pobre a muy pobre	No conveniente	No conveniente	Medio	Alta	Prácticamente impermeable	Rodillo de neumáticos, rodillo de pata de cabra	1,28-1,76	5 ó menos	683-2768 25-100	
Suelos altamente orgánicos	Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos	No conveniente	No conveniente	No conveniente	Ligera	Muy alta	Pobre a mediano	No se practica la compactación	—	—	—		

Como se puede observar en los suelos con peores prestaciones la horquilla de valores no ofrece un valor mínimo. Para poder definir un mínimo aproximado en estos casos se propone la siguiente solución:

1. Como se ha mostrado en el punto anterior obtener el Índice de Cono Relativo al tipo de suelo.

2. En base a la tabla de equivalencia entre Índice de Cono y CBR que se muestra a continuación tomar el valor correspondiente de CBR.

VALOR DE ÍNDICE DE CONO	CBR	VALOR DE ÍNDICE DE CONO	CBR	VALOR DE ÍNDICE DE CONO	CBR
23	0,5	143	5,5	216	10,5
40	1	151	6	224	11
57	1,5	160	6,5	230	11,5
73	2	168	7	240	12
85	2,5	175	7,5	250	12,5
96	3	181	8	260	13
107	3,5	187	8,5	270	13,5
115	4	194	9	280	14
125	4,5	203	9,5	293	14,5
134	5	210	10	300	15

3. Una vez tengo el valor de CBR, debo definir qué volumen de tráfico va pasar por mi explanada o camino:

Table 1. Criteria for selecting aggregate surface road class.

Road Class	Number of Vehicles per day
A	10,000
B	8,400-10,000
C	6,300-8,400
D	2,100-6,300
E	210-2,100
F	70-210
G	under70

4. Acto seguido defino una categoría según los siguientes criterios:

— Ruedas:

- Categoría I: El tráfico mayoritario es de coches, pick ups (ligeros) y menos de un uno por ciento del tráfico corresponde a camiones de dos.
- Categoría II: Tráfico compuesto por vehículos ligeros y hasta un diez por ciento de camiones de dos ejes y ninguno de más de dos.
- Categoría III: Como máximo puede haber un quince por ciento de camiones de dos ejes y como mucho un uno por ciento de camiones con más ejes.
- Categoría IV: Permite un tráfico máximo de camiones del veinticinco por ciento, del cual solo un diez por ciento puede ser de tres o más ejes.
- Categoría IV A: El tráfico tiene más de un veinticinco por ciento de camiones en general o más de un diez por ciento de camiones de más de tres ejes.

— Cadenas:

Categoría	Peso bruto
V	27 Tn
VI	40 Tn
VII	54 Tn

5. Una vez conozco el volumen de tráfico y la categoría, entro en las siguientes tablas y obtengo el índice de diseño, *Design Index*.

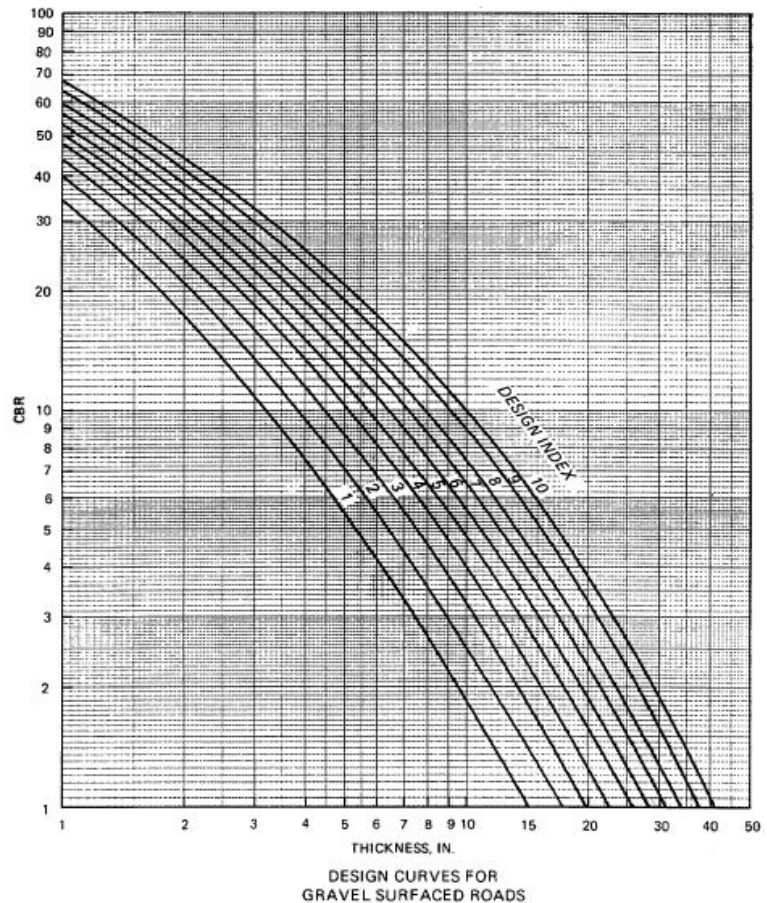
Table 2. Design index for pneumatic-tired vehicles.

Class	Design Index			
	Category I	Category II	Category III	Category IV
A	3	4	5	6
B	3	4	5	6
C	3	4	4	6
D	2	3	4	5
E	1	2	3	4
F	1	1	2	3
G	1	1	1	2

Table 3. Design index for tracked vehicles and forklift trucks.

Traffic Category	Number of Vehicles per Day (or Week as indicated)							
	500	200	100	40	10	4	1	1 Per Week
V	8	7	6	6	5	5	5	-
VI	-	9	8	8	7	6	6	5
VII	-	-	10	10	9	8	7	6

6. Con este valor se entra en el siguiente ábaco que nos el espesor en pulgadas de zahorra compactada que necesitamos.



- Como último comentario a este método de diseño de pistas y aeródromos se quiere significar que el periodo de diseño estimado (Design Life) es de 25 años, si por cuestiones de falta de recursos, premura de tiempo o que no haya interés en hacer una obra tan duradera se puede reducir a cinco años disminuyendo en una la categoría a la hora de elegir el índice de diseño.

En caso de que queramos evaluar la idoneidad del uso de geotextiles y el diseño de firmes con estos se puede usar el TM 5-818-8, en caso de tener que realizar aeródromos se puede usar el TM 5-882-12 el cual cuenta con ábacos específicos para ello.

3.3. Fortificación

Como todos hemos estudiado en las diferentes asignaturas de fortificación se subraya la relación directa entre el tipo de terreno, la penetración y radio de destrucción. Por ese motivo como profesor de la asignatura de fortificación de los alumnos de quinto de Ingenieros inicie una revisión de las formulaciones reglamentarias al respecto y realizando un calculador de efectos de armas vinculado a un catálogo de municiones mundial obteniendo las siguientes conclusiones:

- Se necesita saber qué tipo de suelo se dispone para hacer las cubiertas.
- Las formulaciones solo incluyen el TNT como explosivo, por lo que ha habido que actualizarlas.
- Las formulaciones fueron extraídas de las experiencias de la primera guerra mundial por el Capitán de Artillería Antonio Parodí.

En las siguientes imágenes se muestran las necesidades de espesor de una amena concreta con suelos distintos.

ESPOLETAS DE RETARDO	SI	NACIONALIDAD DE MUNICIONES	ESPAÑA	CARGAS DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	
NÚMERO DE IMPACTOS	UNICO	TIPO DE MUNICIÓN	MORTERO	CARGA MUERTA PENETRACIÓN T/M2	3,19
TERRENO PROTECCIÓN	SECO	CALIBRE A ESTUDIO EN M	0,081	CARGA MUERTA RADIO DESTRUCCIÓN T/M2	2,63
PROTECCIÓN PENETRACIÓN	ARCILLA O TIERRA LIGERA	ESPEsor PARA PROTEGER DE LA PENETRACIÓN EN M	1,68	+ CARGA DE NIEVE T/M2	6,02
PROTECCIÓN RADIO DESTRUCCIÓN	ARCILLA O TIERRA LIGERA	ESPEsor PARA PROTEGER DEL RÁDIO DE DESTRUCCIÓN EN M	1,31		
CARGA DE NIEVE T/M2		ESPEsor TOTAL EN M	2,99		
ÁNGULO DE PENETRACIÓN (º)	75				

Del caso que se muestra en la imagen se quiere señalar no solo los tres metros en total necesarios por ser arcilla, lo cual solo implicaría mayor movimiento de tierra, excavación etc. Sino la carga total por m² que en este caso es de 6,02 t.

ESPOLETAS DE RETARDO	SI	NACIONALIDAD DE MUNICIONES	ESPAÑA	CARGAS DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	
NÚMERO DE IMPACTOS	UNICO	TIPO DE MUNICIÓN	MORTERO	CARGA MUERTA PENETRACIÓN T/M2	2,06
TERRENO PROTECCIÓN	SECO	CALIBRE A ESTUDIO EN M	0,081	CARGA MUERTA RADIO DESTRUCCIÓN T/M2	2,00
PROTECCIÓN PENETRACIÓN	ARENA O TIERRA MEDIA	ESPEsor PARA PROTEGER DE LA PENETRACIÓN EN M	0,77	+ CARGA DE NIEVE T/M2	4,06
PROTECCIÓN RADIO DESTRUCCIÓN	ARENA O TIERRA MEDIA	ESPEsor PARA PROTEGER DEL RÁDIO DE DESTRUCCIÓN EN M	0,75		
CARGA DE NIEVE T/M2		ESPEsor TOTAL EN M	1,52		
ÁNGULO DE PENETRACIÓN (º)	75				

En este otro caso nos encontramos con la misma munición y distinto material, concretamente arena. Como podemos ver el espesor total se reduce casi a la mitad, un metro y medio. En el caso de la carga vemos se reduce en un treinta y dos por ciento.

Las consecuencias de la modificación nos deben preocupar sobre manera porque si no somos capaces de saber que suelo tenemos para el trabajo no seremos capaces de dimensionar la protección necesaria, sino sabemos la naturaleza del material con el que vamos a trabajar no podremos saber las cargas que genera y si no sabemos las cargas que genera no podremos dimensionar la estructura portante necesaria o si la que tenemos (Abri Shelter) es suficiente.

En este contexto el método de análisis descrito en el presente artículo se considera una herramienta fundamental para evitar bajas propias en ejercicios en TN o en operaciones por falta de información.

3.4. Cimentaciones

Otra de las aplicaciones directas de la identificación del suelo es la de conocer de manera aproximada la tensión admisible que permite el terreno. En este sentido se muestra la siguiente tabla:

TABLA 12.20. PRESIONES ADMISIBLES PARA EL PROYECTO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

TIPO DE TERRENO	PRESIONES ADMISIBLES Kg./cm ²
Roca sana dura no estratificada	30-60
Roca sana dura estratificada	10-20
Roca blanda	8,5-10,8
Arcilla dura descansando sobre roca	10,8-13
Grava compacta y yacimientos de grava-canto rodado, grava arenosa muy compacta	10,8
Grava suelta y grava arenosa, arena compacta y arena gravosa, suelos arena-limo inorgánicos muy compactos	5,4-6,4
Arcilla seca consolidada, dura	4
Arena gruesa o media suelta, arena fina media compacta	4,3
Suelos compactos de arena y arcilla	3,2
Arena fina suelta, suelos inorgánico de arena y limo medio compacto	2,1
Arcilla semidura	2
Suelos de arena y arcilla sueltos saturados, arcilla blanda	1
Arcilla fluida	0,5

(1) Para rocas meteorizadas ó muy meteorizadas, las tensiones se reducirán prudentemente.

(2) Cuando el nivel freático diste de la superficie de apoyo menos de su anchura, los valores de la tabla se multiplican por 0.8.

(3) Los valores indicados corresponden a una anchura de cimiento igual ó superior a 1 m. En caso de anchuras inferiores, la presión se multiplicará por la anchura del cimiento expresada en metros.

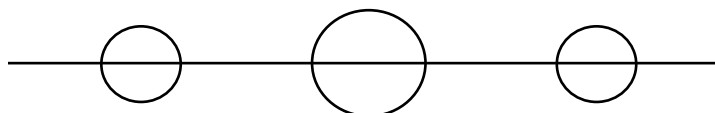
Como todos sabemos esta información es vital para todo tipo de cimentaciones, ya sean zapatas para poder calcular la superficie mínima de la misma. También quiero señalar que hay casos en los que usamos *Hesco Bastions* o similares como elementos portantes y en muchas de estas ocasiones observamos que estas estructuras suelen colapsar.

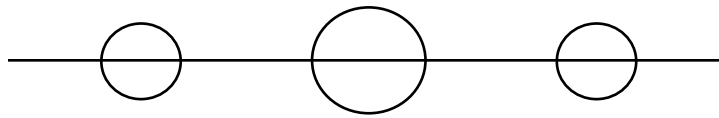
Por eso se considera interesante el tener en cuenta el material de relleno y su máxima presión admisible.

4. CONCLUSIONES

El método de clasificación de suelos del USDA combinado con la investigación del Cuerpo de Ingenieros Militares de Estados Unidos y los métodos de campaña promovidos por la FAO han permitido articular un sistema que en el caso de no disponer de las herramientas adecuadas, siempre permitirá a los Ingenieros basar sus decisiones en algo más que su experiencia.

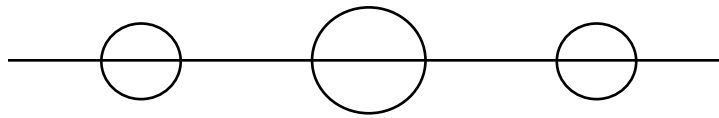
Se considera relevante resaltar que las aplicaciones de este sistema son múltiples y con el tiempo se irán enlazando con nuevos ámbitos de aplicación. Uno de ellos en los que ya me encuentro trabajando es el de realizar tablas simplificadas que permitan el cálculo de drenajes en base a la tipología del suelo, la plataforma libre de agua, sección de los drenes, profundidad y distancia. El resto siguen esperando a que CUMA,s del arma se animen a dar el paso e intentar dar solución a esos problemas que se han encontrado en su día a día.





Transmisiones CIS y EW





PLATAFORMAS DE ENRUTAMIENTO ALTERNATIVAS

Agustín Martín Arranz

C.A.C. Transmisiones

Las empresas civiles utilizan habitualmente la infraestructura de empresas de telecomunicaciones para el envío y recepción de paquetes de datos a través de internet, lo cual es necesario para el uso de servicios tales como correo electrónico, navegación web, videoconferencia, etcétera. Este proceso de transmisión de datos es totalmente transparente para dichas empresas, siendo las operadoras las encargadas de proveerlas de un servicio de conexión a la red rápido, seguro y fiable. Estas empresas son las que gestionan los dispositivos intermedios, denominados routers, que permiten la interconexión entre dispositivos terminales siguiendo habitualmente el modelo *Open System Interconnection (OSI)* correspondiente al estándar ISO/IEC 7498-1.

La evolución de los Sistemas de Información y Comunicaciones (CIS) en las últimas décadas utilizados por el Ejército de Tierra (ET) español ha tenido como principal efecto la aparición de estas mismas necesidades en cuanto al uso de servicios que requieren transferencia de paquetes de datos. No obstante, los distintos CIS con los que trabaja el ET no pueden realizar transmisiones de datos a través de operadoras civiles debido a la naturaleza confidencial de la información transmitida y a la nula disponibilidad de una infraestructura de comunicación civil en una Zona de Operaciones (ZO). Es por esto que el ET gestiona sus propios nodos de enrutamiento, siendo los dispositivos de la empresa Cisco Systems los más utilizados en sus CIS. Estos routers tienen las posibilidades de explotación y configuración superiores a las de cualquier dispositivo de cualquier otro fabricante. No obstante, su coste es muy elevado y su operación requiere de una formación certificada por la propia empresa Cisco, lo que también conlleva un coste.

Con unos presupuestos de defensa cada vez más ajustados, se hace necesaria la búsqueda de posibles alternativas a estos dispositivos para un posible reemplazo de éstos en sistemas que no sean críticos. El paquete de software de enrutamiento Quagga y la distribución basada en Linux "VyOS" pueden dar solución a esta necesidad ya que ambos son gratuitos y basados en código libre. Estos sistemas pueden ser instalados tanto en PC,s convencionales o máquinas virtuales en el caso de VyOS, como en routers domésticos en el caso de Quagga, teniendo ambos productos un coste muy inferior a los de la casa Cisco [4]. Además, los entornos de configuración de Quagga y VyOS son muy similares a la interfaz de línea de comandos (CLI) que usa el sistema operativo IOS de Cisco, con lo que no sería necesaria una formación adicional del personal, salvo unas mínimas nociones en cuanto a las limitaciones que tienen estos software.



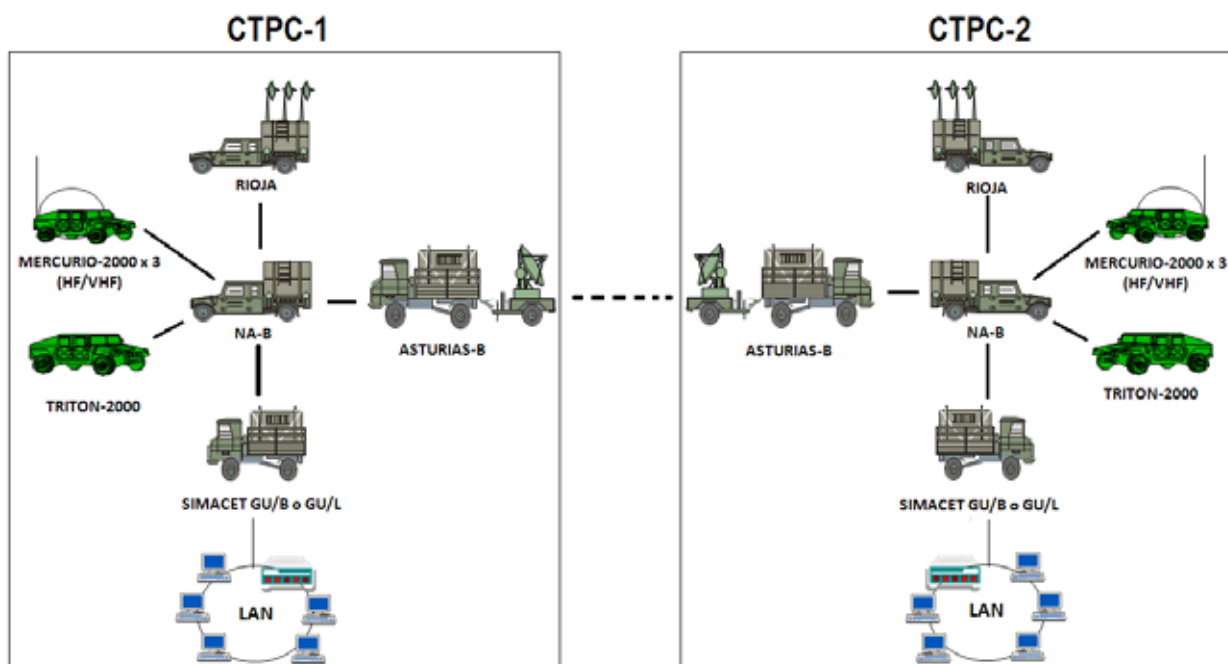
Logotipos de los sistemas comparados

Para considerar estos sistemas como una alternativa viable deberían cumplir unas exigencias mínimas de capacidad y rendimiento para dar servicio a un puesto de mando de campaña de entidad brigada o superior. Por lo tanto, atendiendo a estas necesidades, se deberá comprobar que se cumplen los siguientes requisitos mínimos:

- Capacidad mínima de transmisión: 6 Mb/s
- Interfaces de conexión: Ethernet
- N.º mínimo de interfaces: 4
- Compatibilidad con estándar TCP/IP
- Protocolos de acceso remoto: SSH, Telnet
- Protocolos de administración: SNMP
- Gestión de calidad de servicio: QoS
- Protocolos de enrutamiento: RIP v2, OS
- Traducción de direcciones mediante NAT
- Protocolo de establecimiento de túneles GRE

En vista a futuras aplicaciones sería también conveniente que soportaran gestión de rutas mediante route-maps y gestión de rutas por defecto mediante protocolo FHRP cuando se implementen varias puertas de enlace (gateways) sobre el mismo router, lo que se conoce como protocolo de redundancia.

Cabe destacar que las especificaciones de velocidad de transmisión vienen dadas por las capacidades del sistema de comunicación más limitado. Para la interconexión entre Centros de Transmisiones de Puestos de Mando (CTPC.s) este sistema es el satélite, cuya estación tiene una capacidad máxima de transmisión de 6 Mb/s. Para la conexión por radioenlaces, mediante la estación de radio VHF “Rioja”, la capacidad máxima de transmisión es de 1Mb/s. En la práctica, los routers ya cuentan con una velocidad por interfaz de 100Mb/s, lo que supera con creces los requisitos exigidos.



Ejemplo de interconexión entre dos CTPC,s de entidad Brigada

Determinando la idoneidad de Quagga y Vynos y contrastando sus capacidades con las de un equipo Cisco, su uso podría generalizarse en los CIS del ET, como complemento a los actualmente en funcionamiento o incluso reemplazándolos. Esto supondría un ahorro sustancial en la adquisición de nuevos dispositivos y no sería necesaria una formación complementaria para el personal encargado de administrar los routers por su similitud con los routers Cisco actuales.

DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS A COMPARAR

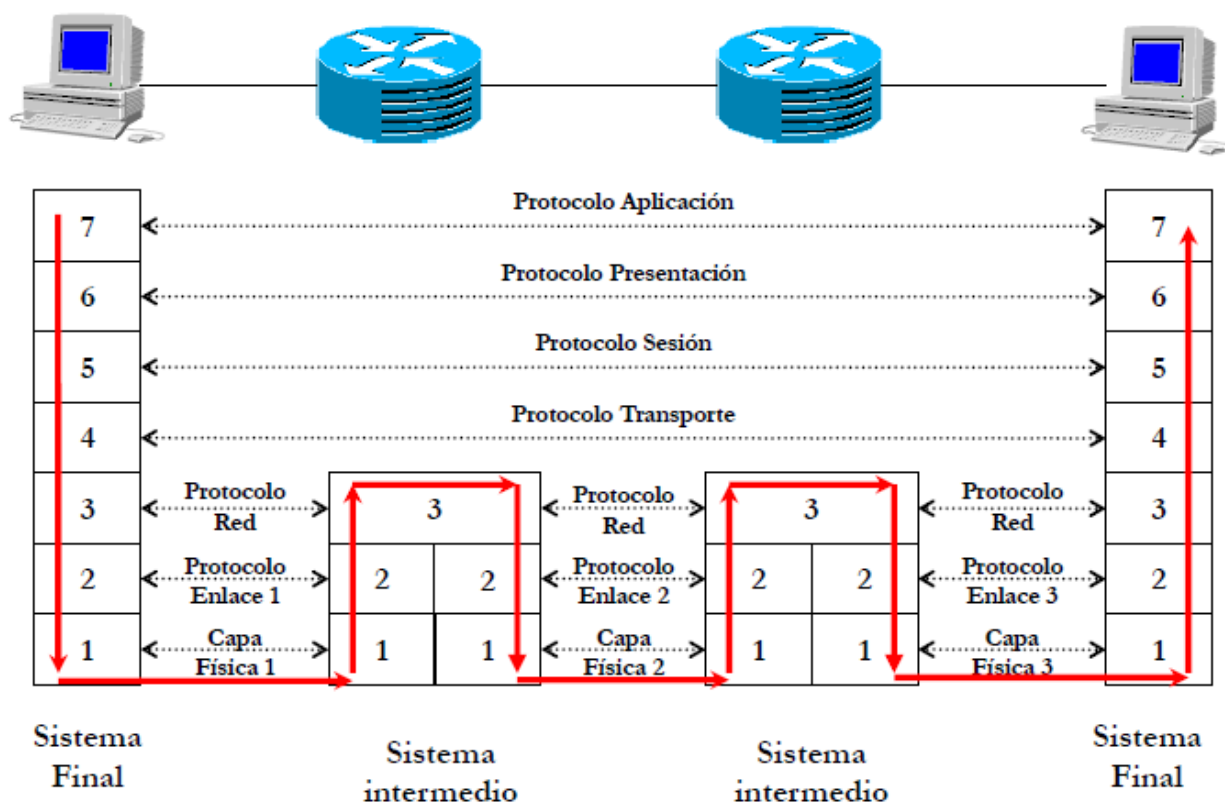
Antes de empezar a describir los sistemas que se utilizarán en la comparativa, conviene tener unas nociones básicas acerca de las funciones que tiene un router en general.

Un router es un dispositivo intermedio que conecta redes de datos, trabajando en la capa de Red del modelo OSI.

Su hardware básico lo conforman los siguientes elementos:

- Fuente de alimentación
- Interfaces
- Procesador
- Puertos de administración
- Memorias (volátiles, no volátiles, ROM, etc.)

En el entorno Cisco, el sistema operativo que se ejecuta en estos dispositivos se denomina *Internetworking Operative System (IOS)*. Este software se encarga entre otras cosas del encaminamiento de paquetes a nivel de red OSI, confección de tablas de encaminamiento o registro de tráfico de paquetes.



Ejemplo de modelo de capas OSI

Para el acceso a la configuración de este particular tipo de ordenador no se dispone en general ni de teclado ni de un monitor. Es necesario conectar un ordenador de forma directa a uno de los puertos de administración o bien realizar la conexión de forma remota a través de la propia red, siempre y cuando esta función esté permitida por la configuración del router.

En general, para la configuración de un router se tienen que dar los siguientes pasos:

- Establecimiento de medidas de seguridad (contraseñas, usuarios permitidos, modos de acceso, etc.)
- Configuración de interfaces
- Configuración de rutas estáticas
- Configuración de protocolos de enrutamiento dinámico

El fin último de un router es encaminar paquetes recibidos por la interfaz específica que permita llegar al destino al que se dirige ese paquete, y para ello se tienen que establecer unas rutas de encaminamiento. Estas rutas pueden establecerse de forma manual o automática mediante el uso de protocolos de enrutamiento. En general se puede hablar de rutas estáticas, introducidas manualmente en la configuración del router, y de rutas dinámicas, en las que las rutas a redes remotas son descubiertas de forma automática por los protocolos de enrutamiento. La combinación de estos dos tipos de rutas conforma una tabla de enrutamiento que permite al router enviar los paquetes recibidos al destino requerido.

Las rutas estáticas pueden a su vez subdividirse en dos: predeterminadas y por defecto. Las rutas predeterminadas encaminan directamente los paquetes por una interfaz específica hacia una red específica. En cambio, las rutas por defecto establecen una interfaz de salida por la que se envían paquetes de cuya red de destino se desconoce la localización. Se manda pues por la interfaz determinada hacia otro nodo que puede que sí sepa encaminar ese paquete hacia su destino. En cuanto a los protocolos de enrutamiento dinámico podemos destacar como más usados en las redes militares RIP, OSPF y BGP. No es objeto de este TFG profundizar en las diferencias y el funcionamiento de los distintos protocolos. A continuación se describen los distintos sistemas de enrutamiento a comparar.

Cisco Systems

Cisco es la empresa líder en Tecnologías de Información y Comunicaciones. Desde su fundación en 1984 ha ido evolucionando y ganando prestigio gracias a un proceso constante de innovación e investigación en materia de telecomunicaciones y desarrollo de dispositivos y servicios orientados al establecimiento de redes de datos. Tanto es así, que un gran número de grandes empresas multinacionales e incluso instituciones gubernamentales de muchos países en todo el mundo confían sus servicios de comunicaciones a productos y dispositivos de esta compañía.

La actividad actual de Cisco Systems se centra sobre todo en la fabricación de equipos de enrutamiento y conmutadores de red, telefonía IP y almacenamiento en la “nube”. Además desarrolla herramientas de gestión de red y de sistemas, ofrece servicios de mantenimiento y administración de infraestructuras y tiene una línea de programas dedicada a la formación de personal, que se certifica por niveles con unos estándares establecidos por la compañía. Esta formación está orientada a la gestión y administración de equipos Cisco, así como al diseño y desarrollo de infraestructuras de red. Ejemplos de los certificados más comunes son los programas *Cisco Certified Network Associate (CCNA)* y *Cisco Certified Network Professional*.

Actualmente los CTPC,s de entidad Brigada cuentan con routers del modelo 7200, ubicados en las estaciones SIMACET, las cuales dan múltiples servicios tales como mensajería electrónica, interfaz táctica de presentación de datos o intercambio de ficheros. Como el acceso a estos equipos está limitado por estar habitualmente comprometidos en la actividad diaria de las unidades, para la realización de las pruebas de rendimiento se ha utilizado el modelo 2821.

El hardware de los dispositivos Cisco siguen la arquitectura descrita en la introducción del presente punto, con la particularidad de que además disponen de ranuras o “slots” de expansión en los que se pueden añadir y cambiar las interfaces de red, de forma que se puede trabajar con varios tipos de interfaces según los requerimientos de la red que se va a conectar al router. Las interfaces más comunes según las redes a conectar son Ethernet para la conexión de redes de área local (LAN) y WIC para las redes de área extensa o *Wide Area Network (WAN)*.



Detalle de los slots de expansión de un Cisco 2821 y tarjeta WIC instalable

Para su configuración y control, el sistema operativo IOS integrado en el router dispone de una CLI, con posibilidad de acceso mediante conexión directa al router, acceso remoto mediante TELNET o SSH e incluso por interfaz Web. Mediante esta interfaz de línea de comandos se configuran entre otras cosas las políticas de seguridad de acceso a la configuración del router, las interfaces físicas de conexión y los protocolos de enrutamiento. También permite la realización de pruebas de conectividad. La versión del IOS del router modelo 2821 que se ha usado en las pruebas ha sido la 12.4.

Quagga

Quagga es un paquete de software de enrutamiento que es capaz de utilizar protocolos de encaminamiento basados en el estándar TCP/IP. Puede ser instalado en cualquier sistema operativo basado en UNIX, lo que le da gran flexibilidad y posibilidades de funcionar sobre múltiples plataformas, desde routers físicos hasta máquinas virtuales.

Dentro de este paquete se incluyen los protocolos de enrutamiento, con la posibilidad de instalar solamente los necesarios acorde a las especificaciones de nuestra red. Estos protocolos funcionan como demonios independientes dentro de Unix, los cuales se pueden dividir en dos tipos:

- Demonio de control de enrutamiento: Zebra
- Demonios de protocolos de enrutamiento: ripd, ripngd, ospf6d, bgpd, etc.

Zebra es el demonio que se encarga de la configuración de las interfaces físicas de la plataforma donde esté instalado Quagga, así como de actualizar las tablas de enrutamiento, establecimiento de bucles de interfaz y distribución de rutas entre diferentes protocolos. Establece pues la configuración base con la que los demonios de los protocolos de enrutamiento tendrán que operar más tarde.

Aunque los demonios de Quagga se pueden configurar de forma independiente, también se dispone de una herramienta incluida en el paquete que sirve para gestionar el sistema completo, como si se tratase del CLI del IOS Cisco. Esta herramienta se denomina *virtual teletype shell* o *vttysh*.

Para la realización de las pruebas se ha usado el router doméstico TP-Link modelo TL-WR1043ND. TP-Link es una empresa dedicada al diseño y producción de dispositivos para redes Small Office/Home Office (SOHO). Sus principales productos están orientados a tecnologías de comunicación inalámbrica, ADSL, enrutamiento y conmutación, conversión de medios y adaptadores de red.

Para usar Quagga en un router de estas características se tiene que adaptar este dispositivo de forma que se pueda instalar este paquete. Es necesario por tanto la instalación de un sistema operativo basado en Unix, como si de un ordenador personal se tratase. El sistema más adecuado para este fin es OpenWrt [9], que es una distribución Linux para dispositivos integrados, la cual permite flexibilidad a la hora de instalar y modificar software de todo tipo, en lugar de tener un firmware estático, lo que es habitual en los dispositivos de enrutamiento comerciales. Se puede por tanto personalizar el uso del dispositivo, construyéndose el usuario su propio firmware según las necesidades que se tenga.

El procedimiento a seguir para usar Quagga en el router TP-Link incluirá los siguientes pasos:

- Descarga de la distribución OpenWrt de la página oficial.
- Actualización del firmware base a OpenWrt mediante la interfaz web de configuración incluida en el propio firmware.
- Gestionar las interfaces de red del router mediante la interfaz web de OpenWRT.
- Instalar el paquete de software Quagga.

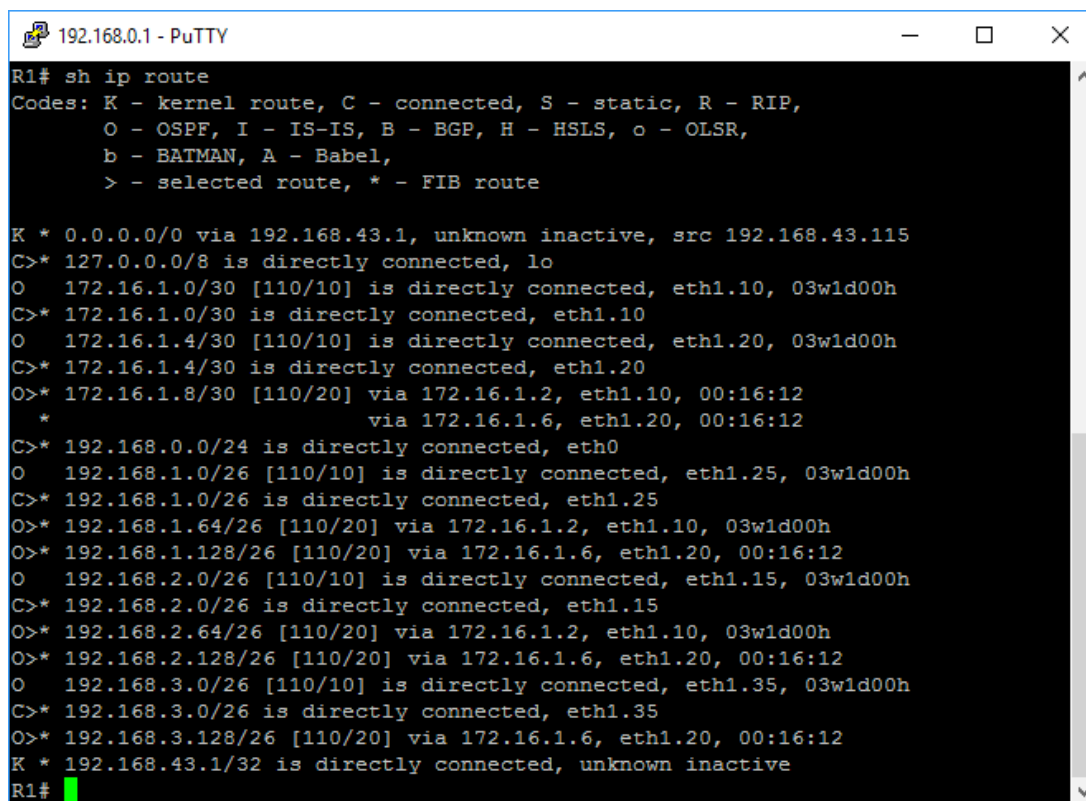


Vista frontal y trasera del Cisco TP-LINK TL-WR1043ND

El TP-WR1043 dispone de 5 interfaces Gigabit Ethernet (hasta 1000 Mbits/s), de las cuales el router usa cuatro a priori para switching y una última para la conexión WAN. Para hacer el router más funcional, una vez instalado OpenWrt se pueden separar las interfaces del router dedicadas a switching en VLAN,s, de forma que se pueda utilizar cada interfaz para enrutamiento de forma independiente en lugar de formar parte todas de la misma LAN privada, tal y como vienen configuradas de fábrica. De esta forma se puede disponer de 5 interfaces configurables.

Una vez configuradas las interfaces mediante la interfaz web de OpenWrt y con Quagga instalado, se puede proceder a configurar el sistema para que realice funciones de enrutamiento, de la misma forma en que se haría en un router Cisco. No obstante no se accede directamente al software Quagga, ya que previamente ha de conectarse vía ssh al entorno de línea de comandos de OpenWrt. Una vez conectados al sistema operativo, simplemente ejecutando el comando `vttysh` se accede a la configuración del software Quagga.

El entorno de configuración es muy parecido a la CLI del IOS Cisco, con niveles de operación, configuración y comandos similares. Tal y como se indica en el manual de Quagga, dentro de `vttysh` se pueden distinguir 3 modos principales de operación: modo *view*, modo *enable* y modos de configuración. En el modo *view* solo se pueden realizar operaciones de supervisión del estado actual del router, relacionadas con la situación de las interfaces y de la tabla de enrutamiento. Es el primer nivel, a través del cual se accede al modo *enable*. El modo *enable* permite, además de todas las acciones permitidas en el modo *view*, realizar operaciones de escritura, para poder guardar así la configuración del sistema de enrutamiento. A través de él se puede acceder a los distintos modos de configuración de interfaz y de protocolos contenidos, como ya se ha señalado, en cada demonio de control.



```

192.168.0.1 - PuTTY
R1# sh ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, H - HSLs, o - OLSR,
       b - BATMAN, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

K * 0.0.0.0/0 via 192.168.43.1, unknown inactive, src 192.168.43.115
C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo
O  172.16.1.0/30 [110/10] is directly connected, eth1.10, 03w1d00h
C>* 172.16.1.0/30 is directly connected, eth1.10
O  172.16.1.4/30 [110/10] is directly connected, eth1.20, 03w1d00h
C>* 172.16.1.4/30 is directly connected, eth1.20
O>* 172.16.1.8/30 [110/20] via 172.16.1.2, eth1.10, 00:16:12
   *
   via 172.16.1.6, eth1.20, 00:16:12
C>* 192.168.0.0/24 is directly connected, eth0
O  192.168.1.0/26 [110/10] is directly connected, eth1.25, 03w1d00h
C>* 192.168.1.0/26 is directly connected, eth1.25
O>* 192.168.1.64/26 [110/20] via 172.16.1.2, eth1.10, 03w1d00h
O>* 192.168.1.128/26 [110/20] via 172.16.1.6, eth1.20, 00:16:12
O  192.168.2.0/26 [110/10] is directly connected, eth1.15, 03w1d00h
C>* 192.168.2.0/26 is directly connected, eth1.15
O>* 192.168.2.64/26 [110/20] via 172.16.1.2, eth1.10, 03w1d00h
O>* 192.168.2.128/26 [110/20] via 172.16.1.6, eth1.20, 00:16:12
O  192.168.3.0/26 [110/10] is directly connected, eth1.35, 03w1d00h
C>* 192.168.3.0/26 is directly connected, eth1.35
O>* 192.168.3.128/26 [110/20] via 172.16.1.6, eth1.20, 00:16:12
K * 192.168.43.1/32 is directly connected, unknown inactive
R1#

```

CLI de Quagga mediante conexión Telnet a través de la aplicación PuTTY

Vyos

Vyos es un software de enrutamiento libre desarrollado desde 2013 como una variante del sistema Vyatta, creado en 2005 por la empresa del mismo nombre. Vyatta era en origen un sistema operativo de enrutamiento libre, hasta que en 2012 la empresa Vyatta fue comprada por la compañía Brocade. No obstante el núcleo de Vyatta es un software de acceso libre, lo que hizo posible que Vyos fuera desarrollado por la comunidad

Linux. Vyos usa un motor de encaminamiento conocido como XORP y en esencia, es una distribución basada en Linux que puede ser usada de múltiples maneras, desde ejecución en modo LiveCD hasta instalada en una máquina física con arquitectura x86, e incluso instalado en una máquina virtual dentro de un servidor.

Si bien Vyos no posee la vasta riqueza funcional de un router Cisco, empresa que invierte cientos de millones de dólares cada año en el desarrollo de sus productos, esto no presenta un problema, ya que Vyos dispone de las funciones y protocolos realmente necesarios para el ET. Además, por ser un software libre, con los conocimientos apropiados se pueden implementar funciones complementarias, como por ejemplo el protocolo CDP de Cisco.

Para usar Vyos el administrador necesita descargar una imagen ISO de la distribución desde la página web oficial. Una vez realizada la descarga y como ya se ha indicado al inicio del punto, se puede usar el método que se desee para trabajar con ella, bien sobre un soporte físico (como LiveCD), instalándola en un PC, o bien en una máquina virtual. El resultado final es la transformación de la máquina, física o virtual, en un sistema de enrutamiento con las mismas funciones disponibles que las que pueda tener cualquier router convencional.

Las pruebas del sistema Vyos se han realizado utilizando máquinas virtuales. Las ventajas que aporta la virtualización son muchas en cuanto a la posibilidad de escalar todo lo que se desee nuestro sistema. Esencialmente este sistema tiene 2 elementos:

- Un servidor, que provee de servicios CIS al puesto de mando mediante máquinas virtuales y en el que se configura también una máquina virtual Vyos, que enrutará los paquetes del resto de las máquinas. Este servidor debe tener por lo menos una interfaz física de red.
- Un switch con capacidad de separar sus interfaces en VLAN,s, con los cuales ya se trabaja en el ET.

```

R1@vyos:~$ sh ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP, O - OSPF,
       I - ISIS, B - BGP, > - selected route, * - FIB route

C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo
C>* 127.0.0.1/32 is directly connected, lo
O 172.16.1.0/30 [110/10] is directly connected, eth4, 00:37:09
C>* 172.16.1.0/30 is directly connected, eth4
O 172.16.1.4/30 [110/10] is directly connected, eth5, 00:34:55
C>* 172.16.1.4/30 is directly connected, eth5
O>* 172.16.1.8/30 [110/20] via 172.16.1.2, eth4, 00:32:56
   *
   via 172.16.1.6, eth5, 00:32:56
O 192.168.1.0/26 [110/10] is directly connected, eth1, 00:34:57
C>* 192.168.1.0/26 is directly connected, eth1
O>* 192.168.1.64/26 [110/20] via 172.16.1.2, eth4, 00:34:08
O>* 192.168.1.128/26 [110/20] via 172.16.1.6, eth5, 00:32:56
O 192.168.2.0/26 [110/10] is directly connected, eth2, 00:34:57
C>* 192.168.2.0/26 is directly connected, eth2
O>* 192.168.2.64/26 [110/20] via 172.16.1.2, eth4, 00:34:08
O>* 192.168.2.128/26 [110/20] via 172.16.1.6, eth5, 00:32:56
O 192.168.3.0/26 [110/10] is directly connected, eth3, 00:34:55
C>* 192.168.3.0/26 is directly connected, eth3
O>* 192.168.3.64/26 [110/20] via 172.16.1.2, eth4, 00:34:08
O>* 192.168.3.128/26 [110/20] via 172.16.1.6, eth5, 00:32:56
C>* 192.168.43.0/24 is directly connected, eth0
R1@vyos:~$
  
```

CLI de Vyos mediante conexión Telnet a través de la aplicación PuTTY

Mediante un proceso denominado *trunking* se consigue que a través de una única interfaz física del servidor salga toda la información proveniente de las máquinas virtuales, ya encapsulada con su dirección IP y la VLAN a la que pertenece.

La CLI de Vyos se denomina *xorps*, no muy diferente de la del IOS Cisco y que, además ofrece una potente interfaz de configuración web. Para acceso remoto a la plataforma de enrutamiento se puede usar indistintamente *ssh* o *telnet*.

Se dispone de 2 modos de trabajo dentro de la CLI de Vyos: modo de operación y modo de configuración. En el modo de operación solamente se pueden visualizar estadísticas y estado actual de la configuración del router. A través del modo de operación se accede al modo de configuración, donde se puede configurar todos los parámetros del router, desde las interfaces hasta los protocolos de enrutamiento.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PRUEBAS

Los servicios de VoIP y VTC son relativamente recientes en cuanto a su uso por parte de las unidades de transmisiones del ET. Estos servicios son los que actualmente consumen la mayor parte del ancho de banda disponible en cada enlace, de ahí que estas pruebas se han diseñado en torno a estos dos servicios.

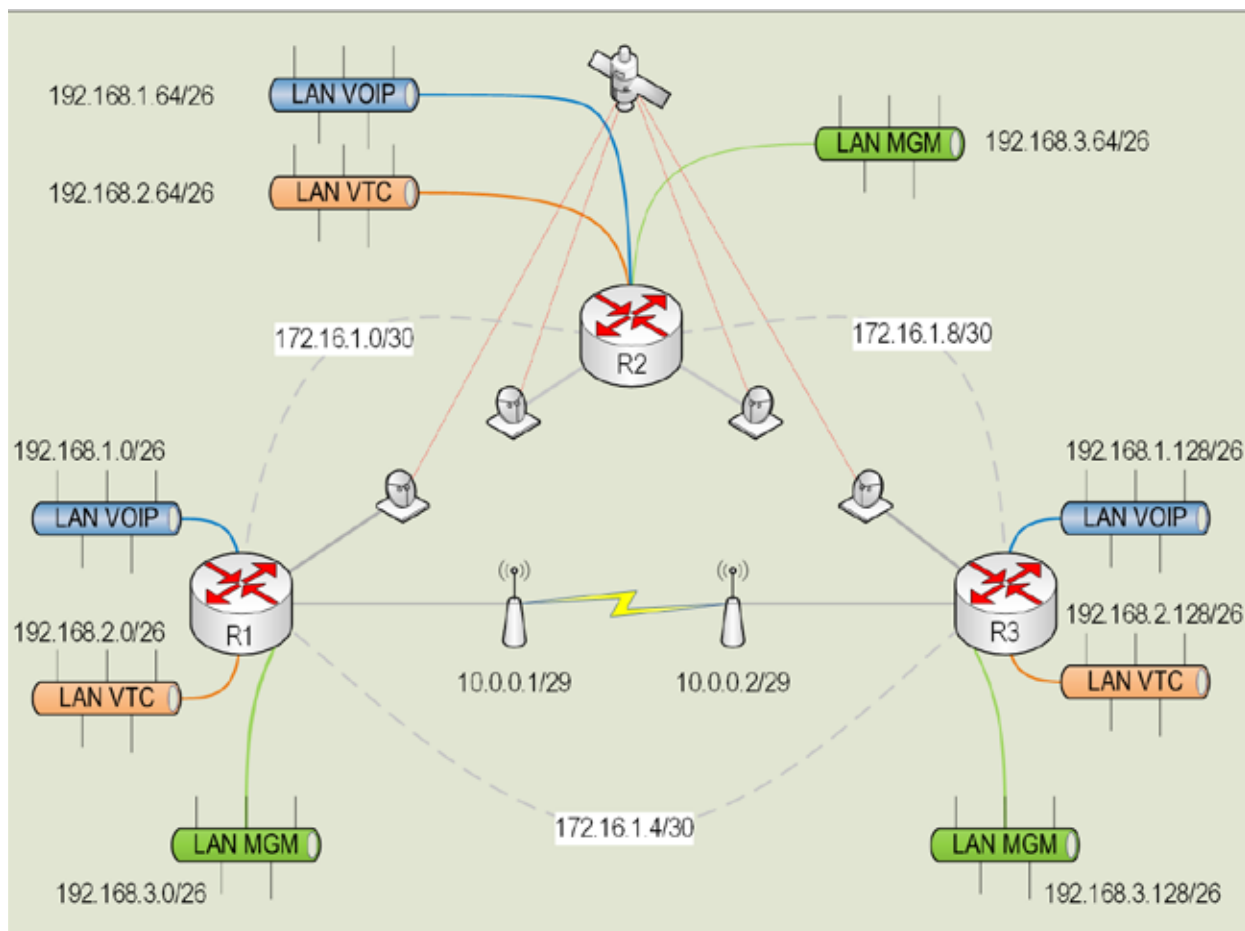
Las pruebas se han diseñado para comprobar si se cumplen los requisitos establecidos en la introducción, adaptados a los medios disponibles en la unidad. Para el desarrollo de estas pruebas se ha utilizado la topología mostrada en la figura siguiente, cuya base son tres routers (R1, R2 y R3) conectados entre sí. Este esquema ha sido utilizado para probar los tres sistemas con el objeto de establecer un escenario común para todos, siendo además una topología típica de interconexión entre tres puestos de mando, utilizado comúnmente por las unidades de transmisiones en sus despliegues.

Como se acaba de mencionar, los servicios CIS más exigentes actualmente en los CTPC,s en cuanto a demanda de ancho de banda son los de voz sobre IP (VOIP) y videoconferencia (VTC), teniendo el resto de servicios una demanda despreciable. Teniendo en cuenta lo anterior, se han establecido los siguientes parámetros de calidad de servicio (QoS), que deberá cumplir cada sistema en las pruebas:

- 4 llamadas simultáneas de VOIP. Cada llamada requiere, usando el códec G.711, 64 Kbits. Luego cada router debe reservar 256 Kbit/s de ancho de banda para VOIP.
- Ancho de banda mínimo de 128 Kbit/s para VTC por corresponsal que participe en la videoconferencia. Por la topología establecida se necesitará ancho de banda para 3 corresponsales simultáneos. Esto requeriría 384 Kbit/s por router, no obstante, para garantizar una mejor calidad de servicio, se suele fijar un mínimo de 512 Kbit/s.
- Los enlaces punto a punto entre todos los routers estarán limitados a 1 Mbit/s, que es el máximo que admite un enlace punto a punto convencional mediante radioenlace IP.

Cabe destacar que el enlace entre R1 y R3 se realiza físicamente mediante antenas Ubiquiti de tecnología WiFi, con una capacidad de transmisión de 150 Mbit/s. No obstante las interfaces que conectan R1 y R3 con las antenas forman parte de la misma subred, de forma que virtualmente están conectadas como si formaran un enlace punto a punto físico. Las antenas Ubiquiti funcionan a estos efectos como un puente de red,

totalmente transparente la configuración de la red. Así mismo la conexión entre R2 y los router R1 y R3 se realiza mediante enlace satélite, también transparente a nivel de capa 3 como en el caso anterior. Estos dos elementos son los enlaces más frecuentes entre unidades de transmisión, por lo que su introducción en la topología de las pruebas le confiere a ésta realismo, estableciendo unos límites de velocidad de red, que, con una conexión directa entre routers no se tendría, ya que la capacidad de las interfaces de red es de hasta 1 Gbit/s.

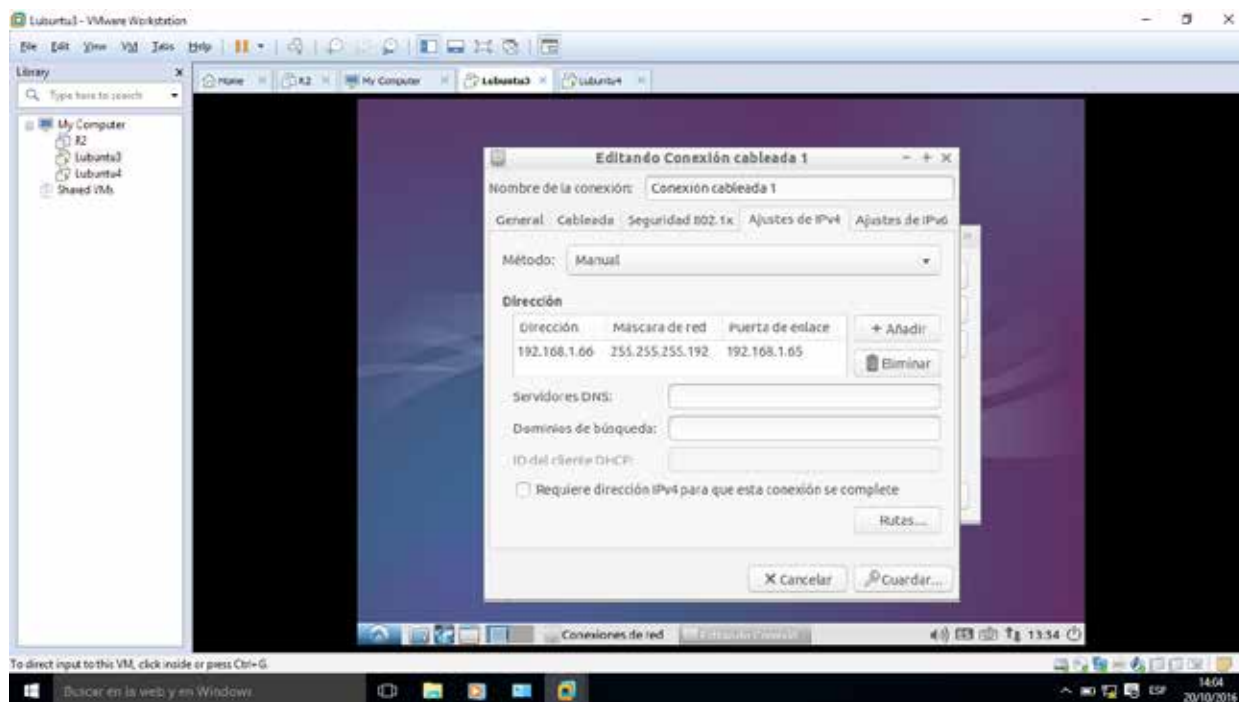


Esquema general de la red de pruebas

Esta topología se ha adaptado en las pruebas a cada sistema, puesto que cada uno tiene unos requisitos de hardware distintos, como se detallarán en las subsecciones correspondientes a cada sistema. Para la simulación de las redes VOIP y VTC se han utilizado máquinas virtuales creadas con la plataforma VMware, de forma que cada una de las máquinas está asociada a una red IP distinta: VOIP, VTC y MGM (Management). Esta configuración es común para los tres sistemas comparados y la subred a la que pertenece cada servicio está detallada en la anterior figura.

En las máquinas virtuales se ha instalado el sistema operativo Lubuntu, basado en la distribución Linux Ubuntu. Esta distribución tiene la particularidad de que consume muy pocos recursos de memoria y de procesamiento, conservando todas las funcionalidades necesarias para la realización de las pruebas.

Las máquinas portátiles físicas que hacen de anfitrión para las virtuales cuentan con un sistema operativo Windows 10, un procesador Intel Dual Core de 1.8 GHz de velocidad y una memoria RAM de 4 GB.



Interfaz de configuración de red de la máquina Lubuntu 3

Se han realizado 2 pruebas para cada sistema:

- Pruebas de enrutamiento: El protocolo de enrutamiento utilizado en las pruebas ha sido OSPF. Se ha comprobado el correcto funcionamiento del protocolo realizando trazas de ruta desde las máquinas virtuales, primero con la topología mostrada conectada completamente y después cortando la conexión entre R1 y R3.
- Pruebas de rendimiento: Con la conexión entre R1 y R3 anulada, se ha comprobado el correcto envío y recepción de paquetes entre las máquinas virtuales situadas en los extremos de la red, de forma que mediante la aplicación Ostinato, se ha inyectado tráfico de paquetes ICMP desde cada máquina virtual de cada LAN hasta llegar a saturar la red, de forma que se ha comprobado el mantenimiento de los niveles de transmisión mínimos para las redes VOIP y VTC determinados previamente como requisito. Para comprobar el volumen de tráfico de las máquinas de destino se ha utilizado el programa de análisis de tráfico de red Wireshark, así como el monitor de tráfico de red incluido en el sistema operativo Lubuntu, que facilita visión gráfica del tráfico entrante y saliente de la interfaz de la máquina. La saturación de la red se ha llevado a cabo a través de la red MGM.

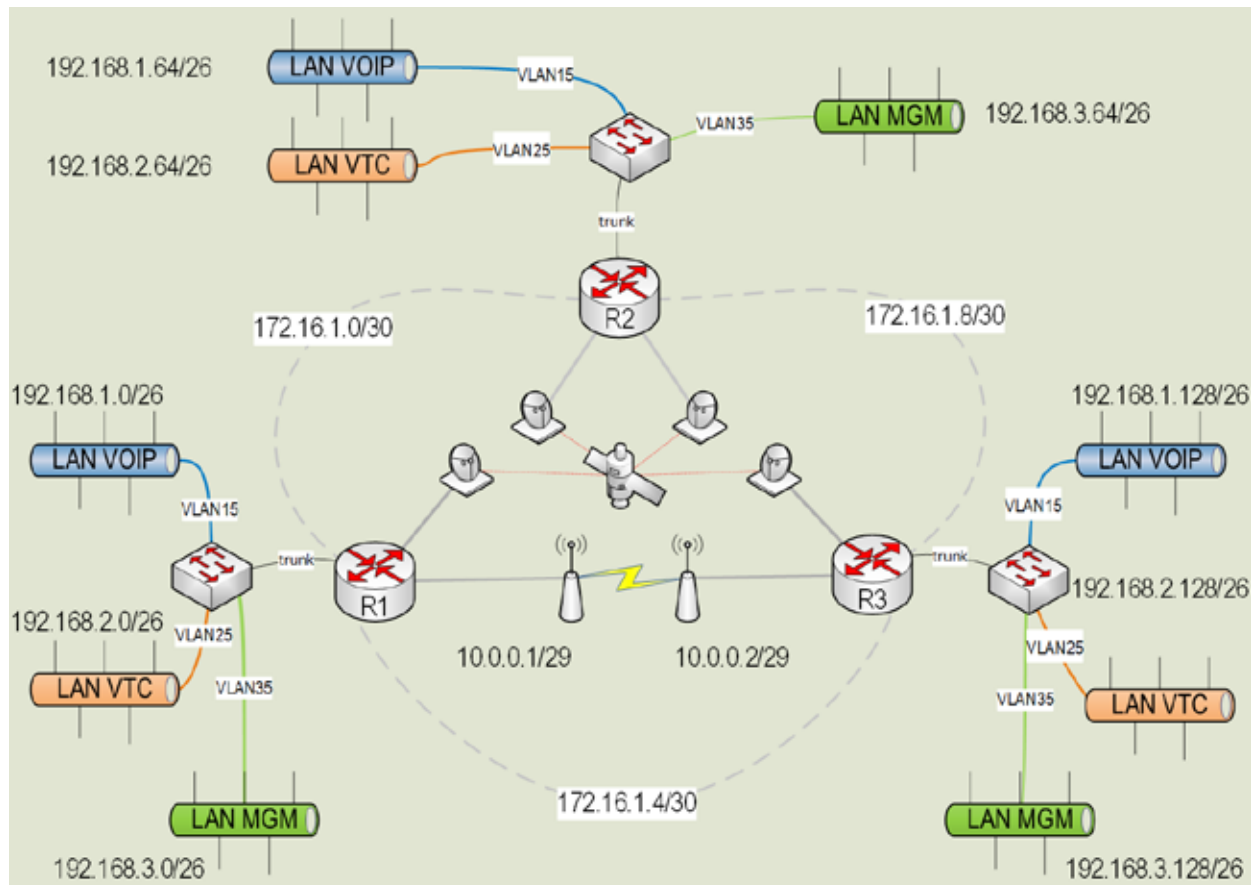
Escenarios de pruebas

Los escenarios de pruebas han sido principalmente dos. Se ha realizado una primera fase de pruebas en un entorno de laboratorio dentro de la Base Militar Cid Campeador (Castrillo del Val, Burgos), en el cual, los tres routers en cada caso se localizaban en la misma habitación, por comodidad a la hora de configurarlos. En la segunda fase de pruebas, se han probado estos sistemas en el ejercicio Tiwar 2016, que tuvo lugar en el campo de maniobras de Matagrande (Burgos) entre los días 26 y 30 de Septiembre de 2016, utilizando la misma topología que en el entorno de laboratorio, con la diferencia de que en este caso cada router se localizaba en Puestos de Mando distintos. Estas

pruebas se realizaron para introducir los nuevos sistemas en un entorno de operación real, pudiendo comprobarse que su comportamiento fue similar al observado en las pruebas realizadas en el entorno de la base.

Establecimiento del entorno e implementación de pruebas para el sistema Cisco

La topología adaptada a los dispositivos Cisco 2821 se detalla en la figura siguiente:



Topología de pruebas Cisco

Se han utilizado los siguientes elementos en la configuración de estas pruebas:

- 2 Switch no configurables DLINK DGS 10160
- 1 Switch no configurable 3COM 3C16470
- 3 Switch configurables Cisco Catalyst 2960
- 3 Router Cisco 2821

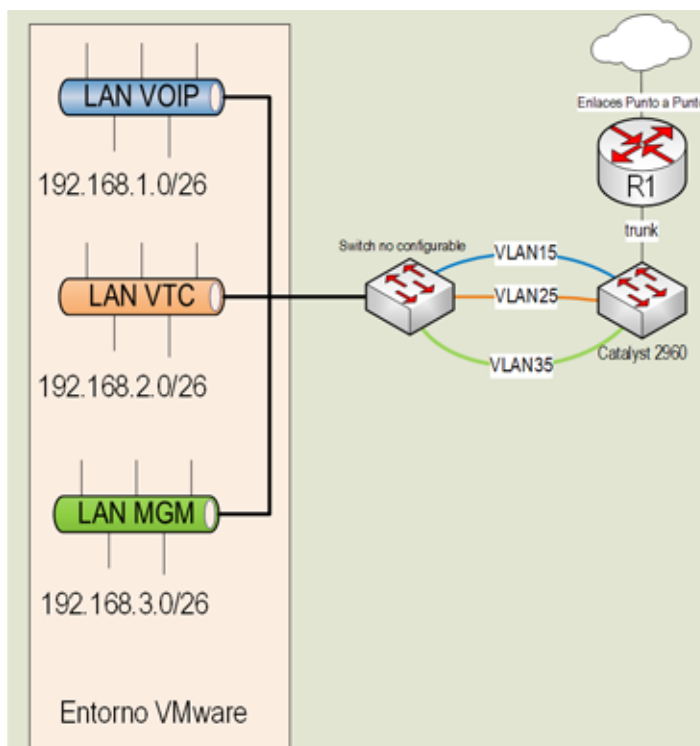
Se han separado los distintos servicios en tres VLAN,s, numeradas como 15, 25 y 35 y correspondientes a los servicios de VOIP, VTC y MGM respectivamente. Destacar que un switch no configurable no tiene la posibilidad de configurar sus interfaces de modo que se puedan separar, creando de esta forma VLAN,s que pueden operar distintas subredes sin que exista conmutación de paquetes entre ellas. A nivel de red actúan como un puente transparente. Se han usado estos switches debido a que solo se dispone de una interfaz de red cableada Ethernet en la máquina anfitrión, que da salida a

las interfaces virtuales de las máquinas alojadas en ella. No obstante en este proceso no se efectúa el marcado de los paquetes IP con el número de la VLAN a la que pertenece cada máquina, y es por eso que al switch no programable se conectan 3 enlaces correspondientes a las 3 VLAN,s configuradas en el Catalyst 2960. El router va conectado al switch Catalyst mediante un enlace trunk. En el esquema de la siguiente figura se muestra con más claridad las conexiones realizadas para el router R1, extrapolable a los otros 2 nodos de la red.



Montaje de pruebas Cisco

En la configuración de los routers se han introducido políticas de calidad de servicio que garantizan la independencia de las subredes, así como la tasa mínima de transmisión y recepción requeridas. También se han configurados sus interfaces Ethernet de forma que se han creado sub-interfaces, cada una de las cuales sirve de puerta de enlace a las VLAN,s correspondientes a cada servicio. Así mismo se ha configurado el protocolo de enrutamiento OSPF para establecer las rutas.



Detalle de conexiones virtuales y físicas realizadas

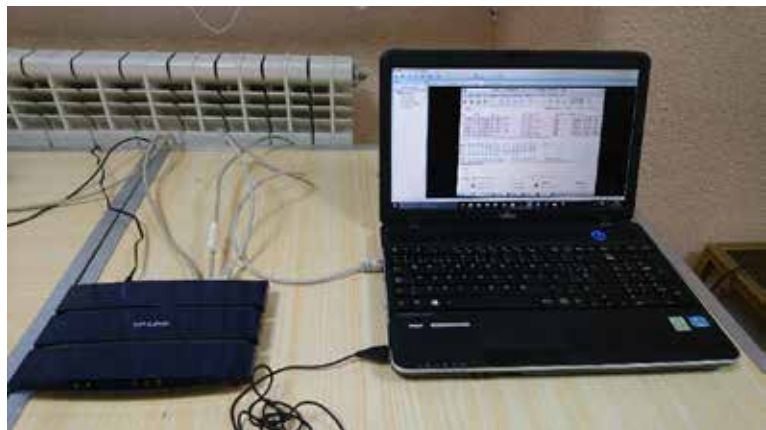
Establecimiento del entorno e implementación de pruebas para el sistema Quagga

El software de enrutamiento Quagga puede instalarse en cualquier sistema basado en UNIX. En este caso se ha optado por la instalación sobre el sistema operativo OpenWrt, instalado previamente en la memoria flash de los router TP-LINK que son los únicos utilizados. Para dicha instalación basta con actualizar el firmware de fábrica del router con una imagen descargada de OpenWrt. Estas acciones se realizan mediante la interfaz web de configuración de los router. Tras la actualización, el firmware de fábrica desaparece y la interfaz de configuración web pasa a ser la de OpenWrt.

VLAN ID	CPU	Port 1	Port 2	Port 3	Port 4	Port 5	Port 6
Port status:							
	1000baseT full-duplex	1000baseT full-duplex	1000baseT full-duplex	100baseT full-duplex	no link	100baseT full-duplex	1000baseT full-duplex
2	off	off	off	off	off	untagged	untagged
3	tagged	off	off	off	off	off	off
4	tagged	off	off	off	off	off	off
10	tagged	off	untagged	off	off	off	off
15	tagged	tagged	off	off	off	off	off
20	tagged	off	off	untagged	off	off	off
25	tagged	tagged	off	off	off	off	off
35	tagged	tagged	off	off	off	off	off

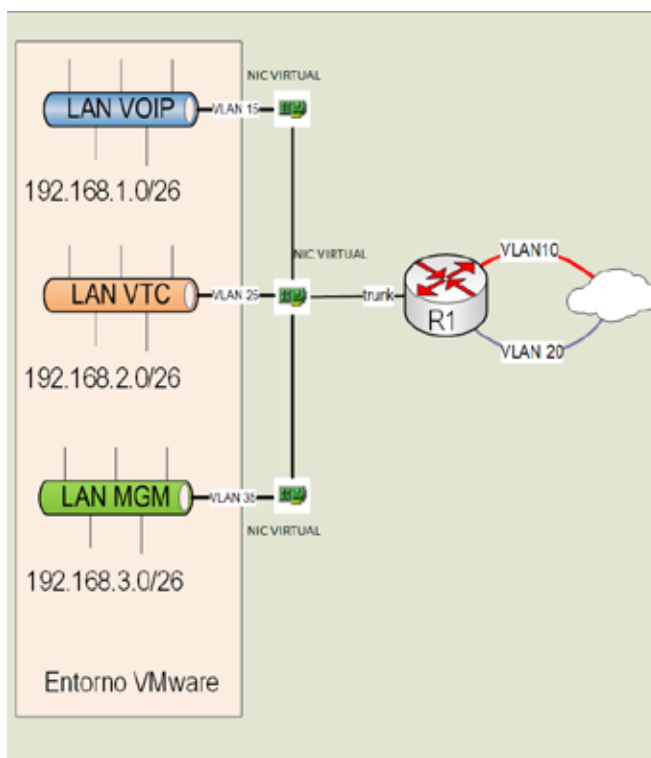
Detalle de entorno de configuración web de Quagga

Una vez instalado OpenWrt en el router, se descargan e instalan los paquetes de Quagga necesarios para nuestros requisitos, que incluyen los demonios de control y de protocolos de enrutamiento. Cabe destacar que Quagga no dispone de ningún paquete que implemente políticas de calidad de servicio. Esta carencia puede suplirse mediante el paquete `sqm-scripts` para OpenWrt, no obstante, esto se escapa al análisis de Quagga como sistema de enrutamiento.



Montaje físico de sistema Quagga

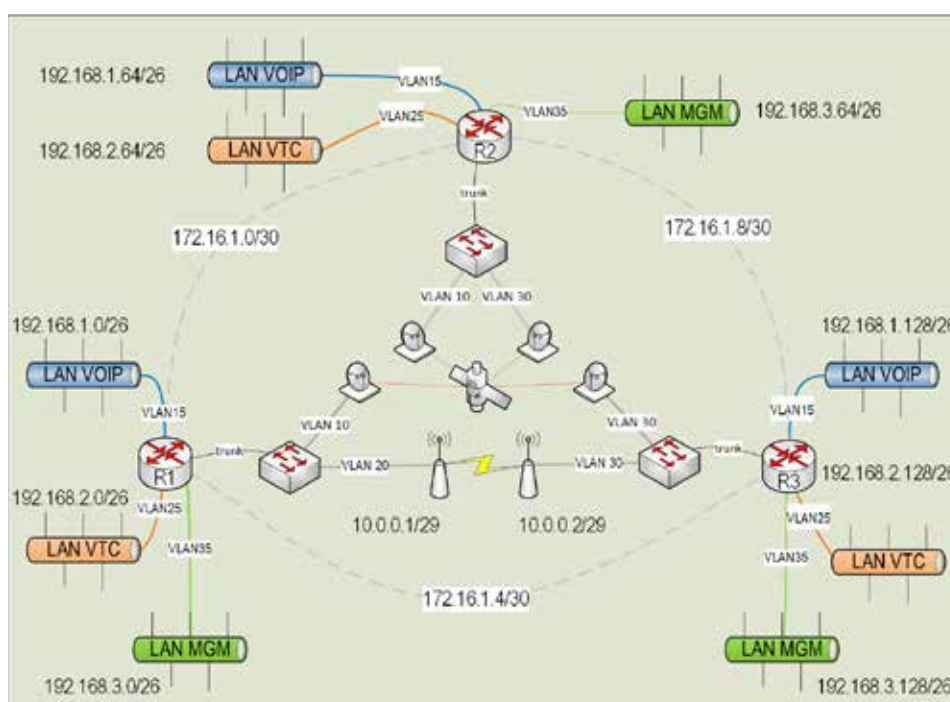
Una vez terminada la instalación de los paquetes de Quagga, el siguiente paso es la configuración de las interfaces de red. Esto se hace mediante la interfaz de configuración web de OpenWrt. También se podría optar por configurar el direccionamiento de las interfaces mediante la interfaz *vtys* de Quagga como si de un router Cisco se tratase, pero la interfaz de OpenWrt es mucho más sencilla de utilizar y más rápida. En la siguiente figura se da una visión esquemática de las conexiones virtuales y físicas realizadas para estas pruebas, así como de la topología de pruebas adaptada al sistema Quagga. Una vez configuradas las interfaces, se configura con *vtys* el protocolo OSPF, publicando las redes que se vayan enrutar a través de este protocolo. Los comandos de configuración en Quagga para OSPF son idénticos a los utilizados para Cisco.



Esquema de conexiones virtuales y físicas de Quagga

Establecimiento del entorno e implementación de pruebas para el sistema Vyos

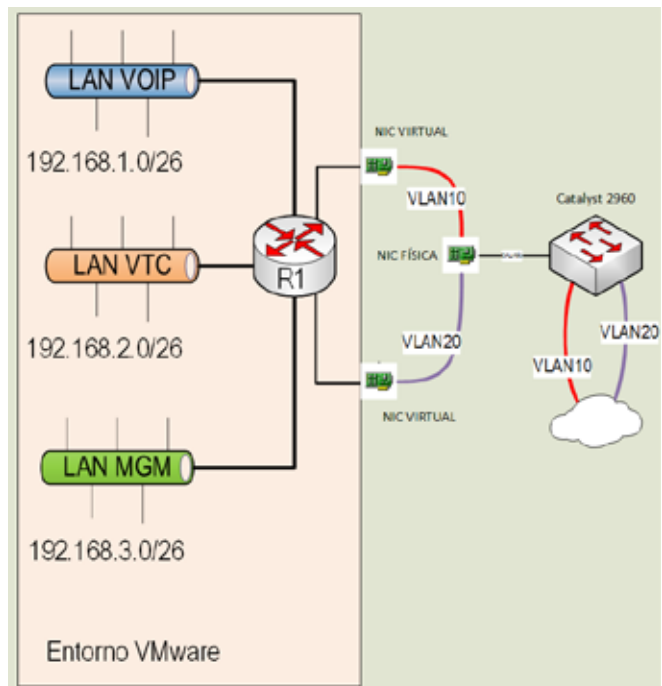
Para las pruebas realizadas con el sistema Vyos se ha utilizado la topología adaptada de la siguiente figura, utilizando únicamente, además de los portátiles que sirven como anfitrión a las máquinas virtuales, switches Catalyst 2960.



Tipología general de pruebas con Vyos

Vyos ha sido instalado en máquinas virtuales creadas en el entorno de VMware en cada máquina física. Las interfaces de red virtuales de los clientes de VOIP, VTC y MGM se conectan ahora de forma interna a redes de área local virtuales. Estas redes de área local tienen como puertas de enlace las interfaces de la máquina Vyos, que, como no existe límite, se pueden crear tantas como se quiera. De esta forma evitamos tener que crear sub-interfaces dentro de la máquina Vyos, aunque sí que existe la posibilidad. Las conexiones punto a punto entre routers virtuales se realizan conectando las interfaces de Vyos determinadas para salida al exterior en la configuración de VMware. Estas interfaces virtuales de VMware se conectan a interfaces virtuales creadas en la máquina anfitrión con la herramienta Realtek Ethernet Diagnostic Utility, que, al igual que con las pruebas realizadas con Quagga, nos permite sacar el tráfico de esas VLAN,s etiquetado por la interfaz física de la máquina física.

La conexión al exterior entre máquinas se realiza a través de los Catalyst 2960, que conectan las máquinas anfitriones con las estaciones satélite y las antenas Ubiquiti respectivamente, configurando las interfaces del switch para separar las VLAN,s que enlazan cada router Vyos. Estas VLAN,s han sido etiquetadas como 10, 20 y 30 para los enlaces R1-R2, R1-R3 y R2-R3 respectivamente. La conexión entre la máquina física y el Catalyst funciona como enlace trunk. Una vez comprobada la conectividad entre interfaces, se configura el protocolo de enrutamiento OSPF y se introducen las políticas QoS requeridas, al igual que se hizo con los router Cisco.



Esquema detallado de conexiones físicas y virtuales del Vyos R1



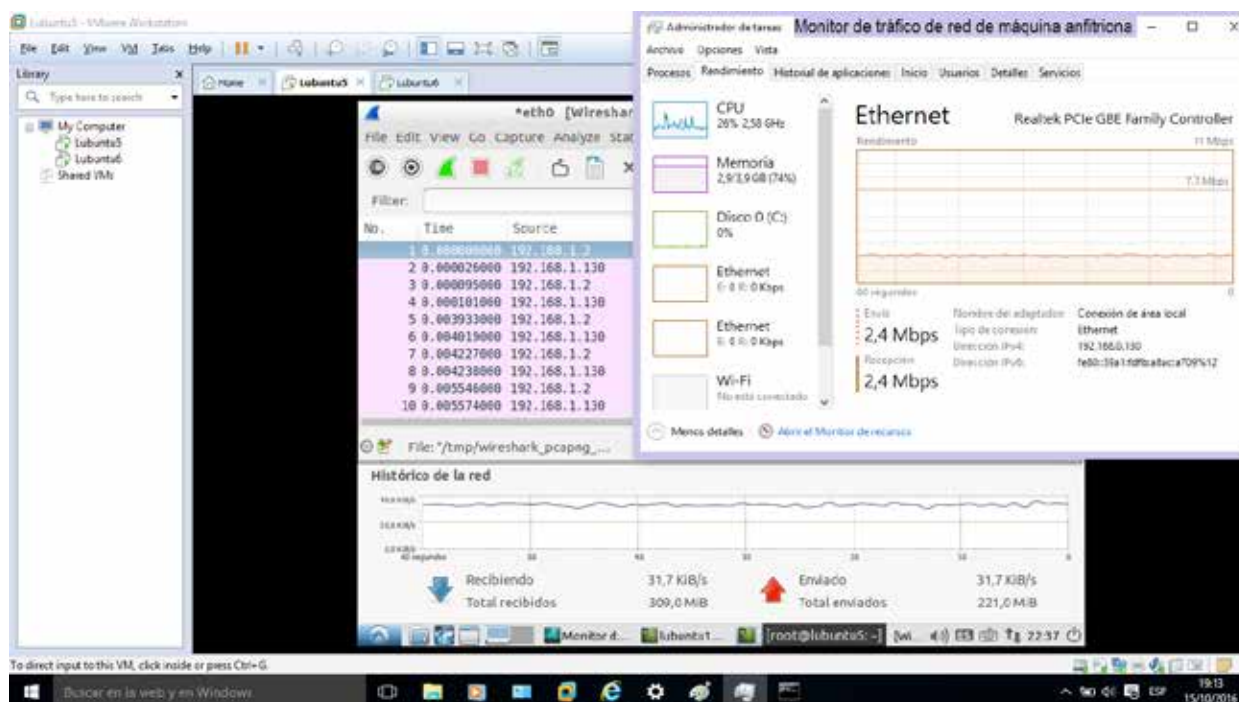
Montaje físico de sistema Vyos

RESULTADOS

Cisco

Como cabía esperar, los resultados de las pruebas con los enrutadores Cisco muestran que cumplen a la perfección con los requisitos establecidos en este TFG, lo que es obvio puesto que los dispositivos Cisco son los que actualmente están en el inventario de las Unidades de Transmisiones.

En cuanto a las pruebas de rendimiento, al realizar una inyección de tráfico desde cada máquina de R1 a sus homólogas en R3, se comprueba que las políticas de calidad de servicio introducidas funcionan perfectamente, ya que se garantizan los parámetros mínimos de servicio requeridos, es decir, 256 kbit para VOIP y 512 kbit para VTC. En la figura siguiente se muestra, en la ventana superior derecha, el tráfico de red que atraviesa la interfaz física de red de la máquina anfitriona y, en la parte inferior, el tráfico que atraviesa la interfaz virtual de la máquina virtual Lubuntu 5, que pertenece al servicio de VOIP de R3. Se puede comprobar que el nivel de transmisión máximo es de alrededor de 2 MB/s y el nivel de recepción y transmisión de Lubuntu 5 es de alrededor de 32 KB/s, es decir 256 Kbit/s.



Tráfico de red de la interfaz física anfitriona y de la interfaz virtual VOIP

Quagga

Las pruebas de enrutamiento con Quagga fueron satisfactorias. Al suprimir el enlace entre R1 y R3, la ruta entre estos routers se reencaminó a través de R2. En las figuras siguientes se muestran las tablas de enrutamiento de R1 antes y después del corte.

Como puede observarse, para llegar a las redes conectadas y publicadas por R3 es necesario ir a través de la interfaz de R2. Se comprueba también que la traza de ruta entre la máquina VOIP de R1 y R3 cambia, como se muestra en las figuras siguientes.

Debido a que Quagga no dispone de herramientas para aplicar políticas de calidad de servicio, no se puede realizar un estudio similar al realizado con Cisco y con Vyos. No obstante como las interfaces Ethernet del router TP-Link son de clase Gigabit, cabe pensar que el tráfico que se introduzca en la red se verá estrangulado por los medios por los que se conecten los enlaces punto a punto entre routers, como los medios satélites.

```

192.168.0.1 - PuTTY
R1# sh ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, H - HSLs, o - OLSR,
       b - BATMAN, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

K * 0.0.0.0/0 via 192.168.43.1, unknown inactive, src 192.168.43.115
C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo
O  172.16.1.0/30 [110/10] is directly connected, eth1.10, 03w1d00h
C>* 172.16.1.0/30 is directly connected, eth1.10
O  172.16.1.4/30 [110/10] is directly connected, eth1.20, 03w1d00h
C>* 172.16.1.4/30 is directly connected, eth1.20
O>* 172.16.1.8/30 [110/20] via 172.16.1.2, eth1.10, 00:16:12
   *                               via 172.16.1.6, eth1.20, 00:16:12
C>* 192.168.0.0/24 is directly connected, eth0
O  192.168.1.0/26 [110/10] is directly connected, eth1.25, 03w1d00h
C>* 192.168.1.0/26 is directly connected, eth1.25
O>* 192.168.1.64/26 [110/20] via 172.16.1.2, eth1.10, 03w1d00h
O>* 192.168.1.128/26 [110/20] via 172.16.1.6, eth1.20, 00:16:12
O  192.168.2.0/26 [110/10] is directly connected, eth1.15, 03w1d00h
C>* 192.168.2.0/26 is directly connected, eth1.15
O>* 192.168.2.64/26 [110/20] via 172.16.1.2, eth1.10, 03w1d00h
O>* 192.168.2.128/26 [110/20] via 172.16.1.6, eth1.20, 00:16:12
O  192.168.3.0/26 [110/10] is directly connected, eth1.35, 03w1d00h
C>* 192.168.3.0/26 is directly connected, eth1.35
O>* 192.168.3.128/26 [110/20] via 172.16.1.6, eth1.20, 00:16:12
K * 192.168.43.1/32 is directly connected, unknown inactive
R1#

```

Tabla de enrutamiento de R1 antes de suprimir el enlace

```

192.168.0.1 - PuTTY
R1# sh ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, H - HSLs, o - OLSR,
       b - BATMAN, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

K * 0.0.0.0/0 via 192.168.43.1, unknown inactive, src 192.168.43.115
C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo
O  172.16.1.0/30 [110/10] is directly connected, eth1.10, 03w1d00h
C>* 172.16.1.0/30 is directly connected, eth1.10
O  172.16.1.4/30 [110/10] is directly connected, eth1.20, 00:00:09
C>* 172.16.1.4/30 is directly connected, eth1.20
O>* 172.16.1.8/30 [110/20] via 172.16.1.2, eth1.10, 00:00:13
C>* 192.168.0.0/24 is directly connected, eth0
O  192.168.1.0/26 [110/10] is directly connected, eth1.25, 03w1d00h
C>* 192.168.1.0/26 is directly connected, eth1.25
O>* 192.168.1.64/26 [110/20] via 172.16.1.2, eth1.10, 03w1d00h
O>* 192.168.1.128/26 [110/30] via 172.16.1.2, eth1.10, 00:00:13
O  192.168.2.0/26 [110/10] is directly connected, eth1.15, 03w1d00h
C>* 192.168.2.0/26 is directly connected, eth1.15
O>* 192.168.2.64/26 [110/20] via 172.16.1.2, eth1.10, 03w1d00h
O>* 192.168.2.128/26 [110/30] via 172.16.1.2, eth1.10, 00:00:13
O  192.168.3.0/26 [110/10] is directly connected, eth1.35, 03w1d00h
C>* 192.168.3.0/26 is directly connected, eth1.35
O>* 192.168.3.128/26 [110/30] via 172.16.1.2, eth1.10, 00:00:13
K * 192.168.43.1/32 is directly connected, unknown inactive
R1#

```

Tabla de enrutamiento de R1 después de suprimir el enlace

```
root@lubuntu1: ~  
Archivo Edición Pestañas Ayuda  
root@lubuntu1:~# traceroute 192.168.1.130  
traceroute to 192.168.1.130 (192.168.1.130), 30 hops max, 60 byte packets  
1 192.168.1.1 (192.168.1.1) 1.112 ms 0.857 ms 0.329 ms  
2 172.16.1.2 (172.16.1.2) 1.167 ms 1.077 ms 0.975 ms  
3 172.16.1.10 (172.16.1.10) 0.899 ms 0.824 ms 3.554 ms  
4 192.168.1.130 (192.168.1.130) 3.494 ms 3.420 ms 5.518 ms  
root@lubuntu1:~#
```

Traza de ruta antes del corte

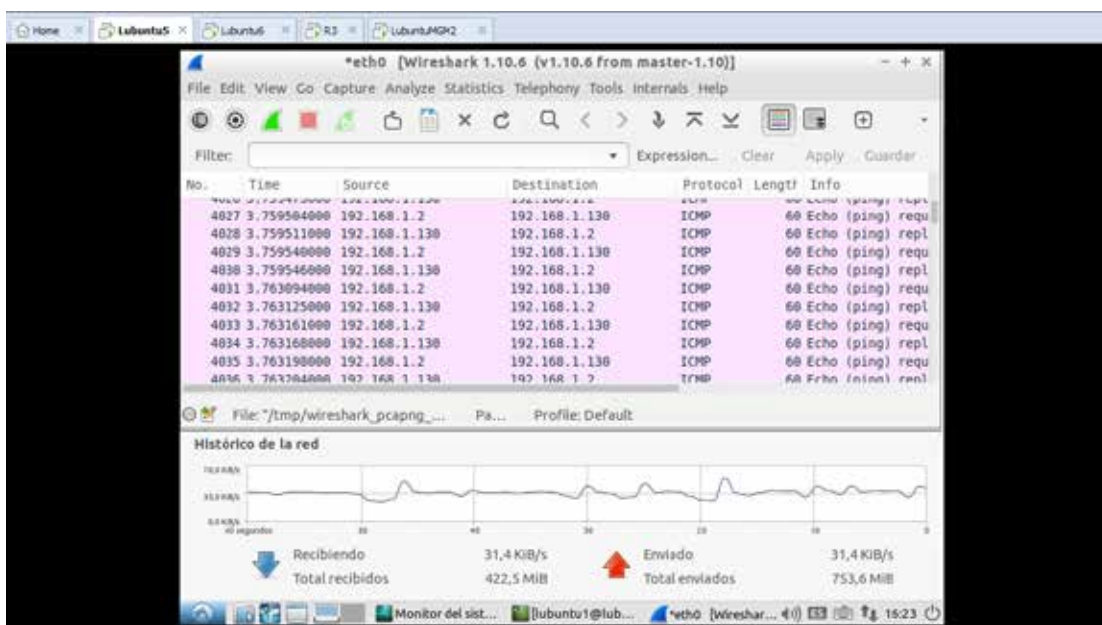
```
root@lubuntu1: ~  
Archivo Edición Pestañas Ayuda  
root@lubuntu1:~# traceroute 192.168.1.130  
traceroute to 192.168.1.130 (192.168.1.130), 30 hops max, 60 byte packets  
1 192.168.1.1 (192.168.1.1) 0.526 ms 0.251 ms 0.351 ms  
2 172.16.1.6 (172.16.1.6) 2.537 ms 2.457 ms 2.571 ms  
3 192.168.1.130 (192.168.1.130) 3.465 ms 4.460 ms 4.396 ms  
root@lubuntu1:~#
```

Traza de ruta después del corte

Resultados Vyos

Tanto las pruebas de enrutamiento como las de rendimiento de las políticas QoS han tenido un resultado positivo.

En las pruebas de enrutamiento al realizar el corte entre R1 y R3 se ha observado como el protocolo OSPF reencamina el tráfico entre estos routers a través de R2. En las figuras siguientes se muestran las trazas de ruta efectuadas entre las máquinas de R1 y R3, donde puede comprobarse que al realizar el corte, la traza muestra un salto más, a través de la interfaz de R2, con lo que se llega a la conclusión de que el protocolo OSPF funciona correctamente.



Tráfico de red en la interfaz de Lubuntu 5 saturando el enlace

En cuanto los resultados de las pruebas de rendimiento, se puede decir que se garantizan los niveles mínimos de transmisión definidos en los requisitos establecidos. No obstante, tal y como se observa en la figura siguiente, en el monitor de red de Lubuntu 5 se observan algunas fluctuaciones que no se observaban con Cisco, debidos al consumo de recursos de las máquinas virtuales en cuanto a procesamiento y memoria RAM. Esta limitación de hardware no se tendría si se usaran los clústeres de virtualización utilizados por las unidades de transmisiones, que disponen de múltiples procesadores así como una memoria RAM de más de 8 GB, con lo que cabe pensar que, de alojarse los routers Vyos en estos clústeres, tales fluctuaciones no se producirían, puesto que cada máquina virtual contaría con unos recursos muy superiores a los disponibles en las máquinas de estas pruebas.

IMPACTO ECONÓMICO Y COMPARATIVA

Análisis económico

Para realizar una comparativa económica se han considerado los costes de los elementos implicados en cada nodo por separado. En la tabla siguiente se detallan los costes asociados a cada nodo de pruebas considerando todos los elementos necesarios para hacerlos funcionar, obviando los de los enlaces punto a punto entre routers, es decir, los enlaces satélites y las antenas Ubiquiti. También se ha obviado el coste de los ordenadores portátiles usados como máquinas anfitrión, no obstante se ha considerado el coste de la licencia de software de VMware, necesario para el uso de Vyos.

Elementos	Cisco	Quagga	Vyos
Router Cisco 2821	1000€	-	-
Switch Cisco Catalyst 2930	1350€	-	1350€
Switch no configurable D-Link DGS 1016d	90€	-	-
Switch no configurable 3COM 16470	80€	-	-
Licencia de uso VMware Workstation 12	-	-	250€
Router TP-LINK TL-WR1043ND	-	60€	-
Licencias de uso OpenWrt/Quagga	-	0€ (software libre)	-
Licencia de uso Vyos	-	-	0€ (software libre)
Total	2520€	60€	1600€

Comparativa Económica de los sistemas

Puede apreciarse que el sistema más económico es Quagga, instalado sobre el router TP-LINK TL1043ND, ya que no requiere de más elementos que el mencionado router. Por el contrario, el sistema más caro se ha demostrado que es el que usa routers Cisco. Cabe destacar que se ha considerado los routers 2821 para este análisis económico, pero los utilizados en realidad por las unidades son los routers Cisco 7200, cuyo precio medio oscila los 3000€, con lo que, en realidad, esa misma topología con los Cisco 7200 sería incluso más costosa.

Comparativa funcional

En la tabla siguiente se muestra una comparativa de los tres sistemas, en base a los requerimientos establecidos.

	Cisco	Quagga	Vyos
Sistema Operativo	IOS	Linux	Linux
Código libre	NO	SI	SI
Instalable	NO	SI	SI
Compatibilidad TCP/IP	SI	SI	SI
Rutas Estáticas	SI	SI	SI
RIP v2	SI	SI	SI
OSPF	SI	SI	SI
NAT	SI	SI	SI
Acceso remoto SSH	SI	SI	SI
Acceso remoto Telnet	SI	SI	SI
QoS	SI	NO	SI
SNMP	SI	SI	SI
Túneles GRE	SI	NO	SI
FHRP	SI	NO	SI
Route-maps	SI	NO	SI

Comparativa de sistemas

Como puede observarse, tanto Cisco como Vyos cumplen con todas las especificaciones exigidas. Por el contrario, Quagga no cumple con algunos aspectos avanzados de los requisitos de enrutamiento exigidos, tales como implementación de QoS. No obstante estas carencias pueden subsanarse mediante la instalación paquetes adicionales en la distribución Linux sobre la que se esté ejecutando Quagga. Para el caso concreto de QoS podría instalarse el paquete qsm-scripts, que permite la regulación de tráfico de datos por las interfaces de red configuradas.

Matriz de decisión

Para determinar el sistema de enrutamiento idóneo se ha confeccionado una matriz de decisión en la que se han definido los siguientes criterios:

- Coste de plataforma
- Funcionalidad
- Dificultad de operación
- Instrucción de personal
- Portabilidad del sistema
- Soporte de empresa externa

En la tabla siguiente se muestra estos criterios, su ponderación y la evaluación ponderada de los tres sistemas.

	Ponderación (%)	Cisco	Quagga	Vyos
Coste de plataforma	25			
Evaluación (sobre 100 puntos)		40	95	80
Funcionalidad	25			
Evaluación (sobre 100 puntos)		100	60	100
Dificultad de operación	15			
Evaluación (sobre 100 puntos)		90	75	90
Instrucción del personal	10			
Evaluación (sobre 100 puntos)		100	90	80
Portabilidad del sistema	10			
Evaluación (sobre 100 puntos)		0	75	100
Soporte de empresa externa	15			
Evaluación (sobre 100 puntos)		100	0	0
Total	100	450	395	445
Media ponderada (sobre 100)		73.5	66.5	76.5
Ranking		2	3	1

Matriz de decisión

Se han considerado los costes y la funcionalidad como los dos parámetros de más peso para evaluar los sistemas, ya que se ha determinado que son los más importantes de cara a una evaluación y adquisición por parte de las unidades de transmisiones del ET. Hay que tener en cuenta que esta evaluación se hace en base a las pruebas realizadas, considerando no solo los sistemas de enrutamiento comparados sino también los sistemas y aplicaciones asociadas a cada uno para la realización de las pruebas.

CONCLUSIONES

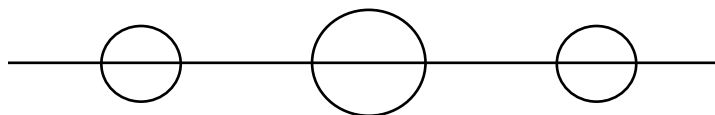
Este proyecto ha supuesto un reto en cuanto a la investigación realizada para la operación de los tres sistemas, así como el diseño del entorno de pruebas, que se ha basado en las topologías y configuraciones que son empleadas de forma común en las unidades de transmisiones del ET en sus ejercicios de despliegue, así como en zona de operaciones. Aunque se ha creado una topología común a los tres sistemas, ésta ha tenido que ser adaptada a cada sistema por las características de operación e instalación particulares de cada uno, por ejemplo, usando tecnologías de virtualización. No obstante las pruebas realizadas han sido comunes a los tres, pudiéndose así establecer una evaluación imparcial.

Atendiendo a la matriz de decisión se puede concluir que, a la vista de los resultados obtenidos, el sistema de enrutamiento Vynos se muestra como un candidato ideal para sustituir a los actuales routers de la casa Cisco. Su funcionalidad es comparable a la de los sistemas Cisco, y el ser un sistema libre lo hace claramente mucho más económico, pese al pago de licencias por el entorno de virtualización utilizado para las pruebas. A ello hay que sumarle también la portabilidad del propio sistema, ya que la posibilidad de poderse instalar en entornos virtuales permite clonar tantas copias de la máquina virtual como sean necesarias. Hay que destacar que el uso de sistemas virtualizados en el entorno VMware ya está implantado en las unidades de transmisiones del ET, con lo que el personal ya tiene la formación necesaria para poder instalar el sistema de enrutamiento Vynos sobre una máquina virtual. Como último apunte, cabe decir que el uso de los switches Catalyst 2960 de Cisco sería opcional, puesto que añadiendo interfaces de red físicas a nuestro sistema anfitrión se pueden separar las interfaces de salida de Vynos, lo que elimina la necesidad de establecer un enlace *trunk* entre la máquina anfitrión y el switch. Esta posibilidad se puede llevar a cabo con tarjetas de red Ethernet por USB, mucho más económicas que los switches Cisco.

Quagga por contra no se muestra tan eficiente como Vynos, ya que no dispone de funcionalidades de uso general como implementación de políticas QoS. Podría ser usado como un sistema de enrutamiento puro en nodos intermedios de la red, ya que es capaz de ejecutar los protocolos de enrutamiento con la misma eficiencia que Cisco o Vynos, pero no como puerta de enlace en nodos extremos, donde sí que se requiere implementar políticas de calidad de servicio y route-maps. En cuanto a facilidad de operación, el entorno de configuración de Quagga es similar a la CLI de los routers Cisco, teniendo los mismos comandos de configuración básicos para interfaces y protocolos de enrutamiento. No obstante hay que tener en cuenta que hay que dominar mínimamente el entorno Linux, así como la interfaz gráfica de configuración web de OpenWrt, lo cual no supone mayor reto. En el plano económico se puede considerar como el sistema más barato de los tres. Por ser un paquete software de Linux, también podría instalarse en una máquina virtual con un sistema operativo Linux instalado, con lo que se llegaría a tener una portabilidad similar a la de Vynos

En cuanto a Cisco, era de esperar que superara con éxito las pruebas realizadas, puesto que es el sistema actualmente en uso ya en las unidades de transmisiones del ET. No obstante su coste sigue siendo muy superior al de los sistemas alternativos evaluados, no solo por el precio de adquisición de los routers, sino también por el coste de las tarjetas de expansión a instalar en ellos y de los switches necesarios para completar las topologías.

Como última reflexión se puede decir que, a la vista de los resultados de este trabajo, es factible e incluso necesaria la exploración de sistemas alternativos de enrutamiento, en la búsqueda de opciones mucho más económicas e igual de eficientes que los sistemas Cisco actualmente implantados en las unidades de transmisiones del Ejército de Tierra español.



PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL CONCEPTO “FEDERATED MISSION NETWORK” EN EL EJÉRCITO DE TIERRA

Eduart Pérez Piqué
C.A.C. Transmisiones

1. INTRODUCCIÓN

El siguiente artículo presenta de forma resumida, los resultados del Trabajo de Fin de Grado con el título Implementación de *Federated Mission Network* en el Ejército de Tierra, correspondiente al grado en Ingeniería de Organización Industrial impartido por el Centro Universitario de la Defensa en la Academia General Militar, que se realizó durante el periodo de prácticas de 5º curso en el Regimiento de Transmisiones N.º 21.



En este Trabajo Fin de Grado se presenta un estudio de los requisitos que debe cumplir un puesto de mando siguiendo la normativa del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) a través de los acuerdos Federated Mission Network (FMN). Dichos acuerdos se encuentran recogidos en unos manuales denominados FMN Spiral 1. La intención, por lo tanto, es realizar un documento con el que el lector pueda adquirir los conocimientos necesarios para llevar a cabo el despliegue de un Mission Network Element¹ (MNE) según está especificado en estos acuerdos. Con el presente trabajo se pretende dar a conocer los requerimientos que exige FMN Spiral 1 y comprobar si el Regimiento de Transmisiones número 21 (RT-21) dispone en la actualidad de los medios CIS necesarios para el despliegue de un MNE. En caso contrario, se indicará el material que es necesario adquirir para cumplir con las nuevas exigencias OTAN.

La elección de desarrollar este trabajo viene dada por la gran importancia que, actualmente, ha adquirido para la OTAN la adopción de la normativa FMN en todas las maniobras multinacionales. Por lo tanto, ha surgido la necesidad, por parte de las Fuerzas Armadas (FAS), de adaptarse a dicha norma para poder seguir siendo participe del mando conjunto de la OTAN.

Las maniobras de acción conjunta demandan máxima interoperabilidad. Las fuerzas, las unidades y los sistemas de toda la coalición deben operar con la máxima efectividad e interoperabilidad. Por ello FMN es un medio eficaz y eficiente para permitir el intercambio de información en un ambiente de coalición.

2. IMPLEMENTACIÓN *FEDERATED MISSION NETWORK*

Federated Mission Network (FMN) consiste en un acuerdo realizado por la OTAN y firmado por los miembros pertenecientes a ella, con el que se pretende apoyar al mando y control, y a la toma de decisiones mediante una mejora en el intercambio de información entre miembros de la coalición. [1]

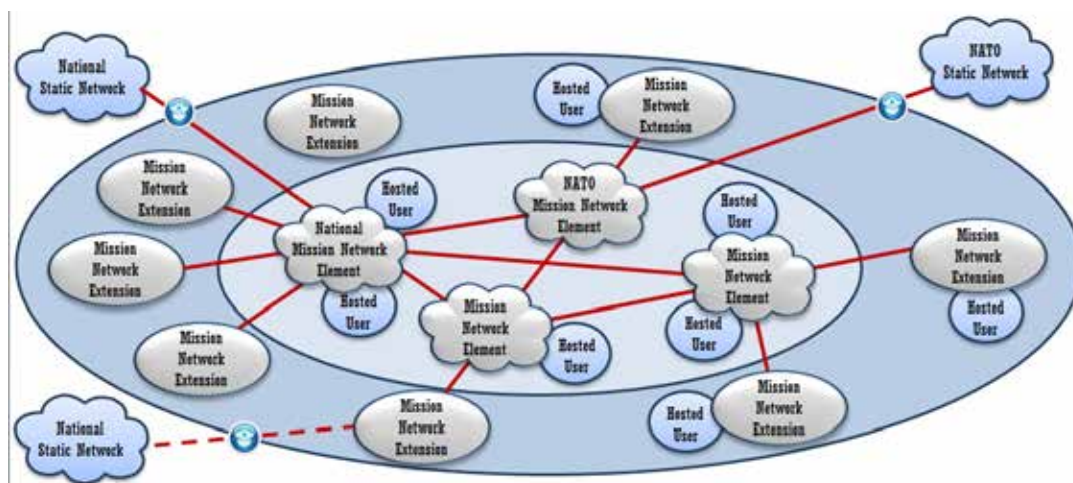
Un concepto clave en FMN es la interoperabilidad. FMN se esfuerza por conseguir una mayor interoperabilidad entre naciones, mejorando la comunicación entre Puestos de Mando y obteniendo así una mejor eficacia en la toma de decisiones.

Una *Mission Network (MN)* es la red que se forma en cada misión y proporciona ciertas capacidades de comunicación y sistemas de información (CIS) en una maniobra. Dentro de una MN, se distinguen los siguientes elementos:

- Opción A- *Mission Network Element (MNE)*: Un MNE contiene una infraestructura de información y redes capaces de mantenerse en funcionamiento de un modo autónomo, sin necesidad de que otro centro le preste apoyo. Por otro lado, dicho elemento puede prestar apoyo y servicios a las opciones B y C. Por lo general, en cualquier ejercicio o maniobra OTAN, cada país crea su propio MNE.
- Opción B- *Mission Network Extension (MNX)*: Un MNX es capaz de autoabastecerse, pero no es capaz de ofrecer los mismos servicios que la opción A. Se suele utilizar en las maniobras para elementos destacados que necesitan un volumen menor de servicios.
- Opción C- *Hosted Users*: Es un elemento no capaz de subsistir por sí solo. Suele ser utilizado como elemento destacado de un MNE o MNX para llevar a cabo labores específicas con un número de servicios limitado. [2]

FMN define las capacidades y servicios que debemos ofrecer a los usuarios en función del tipo de centro que debemos desplegar (MNE, MNX, *Hosted User*).

Como se puede observar en la **Figura 1** aquellos componentes de *Mission Network* con mecanismos de seguridad apropiados y acreditados previamente por la OTAN tienen la posibilidad de interconectarse con sus redes nacionales y otras redes de confianza de carácter externo. Esto únicamente es posible realizarlo en las Opciones A y B.



Possible esquema de una *Mission Network*¹

¹ Fuente de la imagen: Manual FMN Spiral 1

Es imprescindible, y así lo marca la normativa FMN, tener un *Service Management Authority* (SMA) en cada centro para proporcionar la supervisión de la *Mission Network* y para evitar conflictos entre participantes de la red. En caso de que ocurra algún error en la red o que ésta quede totalmente degradada se informará inmediatamente al SMA. Un equivalente de este elemento en el Ejército de Tierra español sería el Jefe de centro, el cual, ante cualquier anomalía del centro se le debería informar de inmediato [1].

FMN se caracteriza por establecer una organización plana, es decir, todos los centros de transmisiones están al mismo nivel. Esta es una variación importante respecto a lo que ocurría anteriormente, ya que en el pasado, en cualquier ejercicio OTAN, se establecía una organización jerárquica, donde todos los servicios de todos los países dependían física y lógicamente de un organismo central. Con FMN, todos los centros CIS (incluido el de OTAN) están al mismo nivel desde un punto de vista lógico (A diferencia de lo que ocurría anteriormente, en cualquier ejercicio OTAN se establecía una organización jerárquica, donde todos los servicios de todos los países dependían física y lógicamente de un organismo central). Dragonfly es un centro OTAN, el cual, según las necesidades de la maniobra despliegan centros con más o menos capacidades [3].

Podemos dividir el manual FMN en tres tipos de servicio distintos; Voz, texto y video. Esta división es debida a que los protocolos usados para voz son distintos a los del resto. Eso no significa que alguna aplicación utilizada por el ejército pueda incorporar dos clases de servicio. Un ejemplo de ello es el SIMACET², que utiliza una aplicación de chat (texto), y por otro lado se pueden llevar a cabo videoconferencias (video).

2.1. Audio

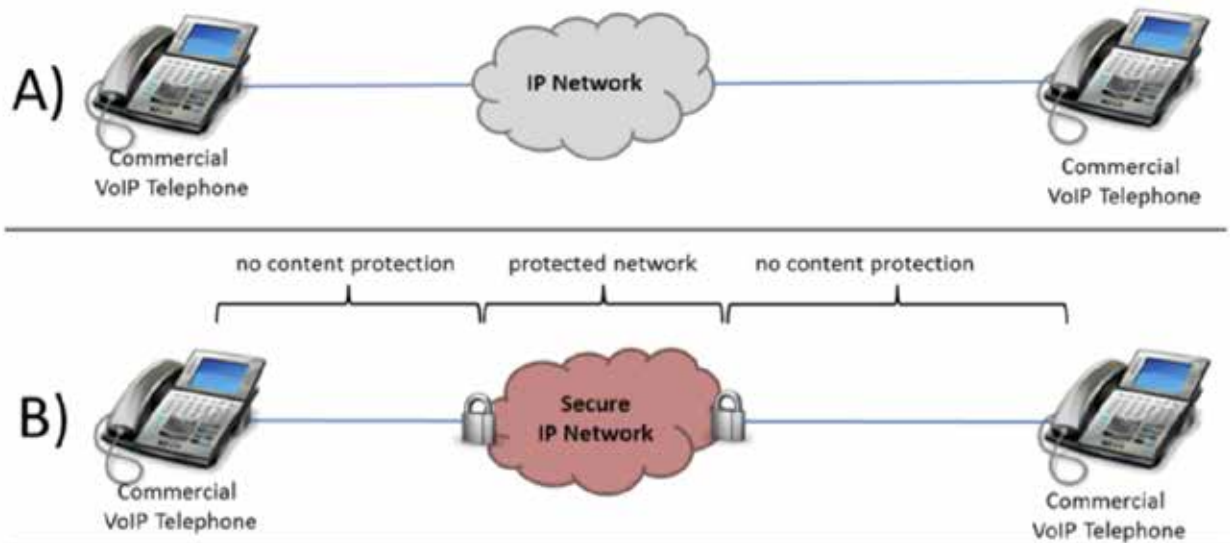
Anteriormente a nivel OTAN se podía implementar voz de modo analógico, pero con la llegada de FMN toda la red de audio debe ir a través de Voz IP, con ello, conseguimos una mayor seguridad y rapidez en el despliegue. Los mismos *Switches* y *Routers* que se utilizan para datos se pueden utilizar para voz. La Red de Servicios de Voz usa los protocolos: *Session Initiation Protocol* (SIP), para iniciar, modificar y finalizar la sesión interactiva entre usuarios; el *Session Description Protocol* (SDP), que permite describir los parámetros de inicialización de los flujos multimedia; y el *Real Time Protocol* (RTP) que es el que lleva la voz propiamente dicha y que se utiliza frecuentemente en sistemas de *streaming*, videoconferencia y sistemas *Push to Talk* [4].

El protocolo SDP debe seguir la norma IETF RFC 4566 [4]. El protocolo SIP debe seguir la norma IETF RFC 3261 y utilizar el puerto 5061. La razón de usar este puerto en vez del que emplea habitualmente SIP (5060), es que en este caso SIP va sobre el protocolo *Transport Layer Security* (TLS) es decir, es un SIP seguro.

El escenario y la disponibilidad de los sistemas determinarán que opción es necesaria utilizar para implementar el servicio de Voz en el MNE. Dicha opción será escogida por OTAN dependiendo del ejercicio a realizar:

- Desclasificado (A): Utilizado para servicios de voz no clasificados. Esta opción permite la interconexión con las redes de voz públicas y por ello permite la comunicación con organizaciones fuera de la FMN y fuera del ámbito militar. Se denomina, red NATO UNCLASSIFIED.
- Clasificado (B): Esta opción se denomina red MISSION SECRET y NATO SECRET y solo se puede realizar utilizando extremo a extremo redes protegidas [5].

² Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra (SIMACET)

Diagrama de Voz IP³

Para cualquiera de las dos opciones, es necesario, al menos, un *Call Manager Express* (CME), es decir, un gestor de llamadas que actúa como registrador de los terminales. Cada MNE ha de tener su propio CME. Todos los terminales telefónicos de dicho centro se registran en el CME donde se especifica el número de teléfono asociado a esa dirección IP. En términos físicos, un CME es un router [4].

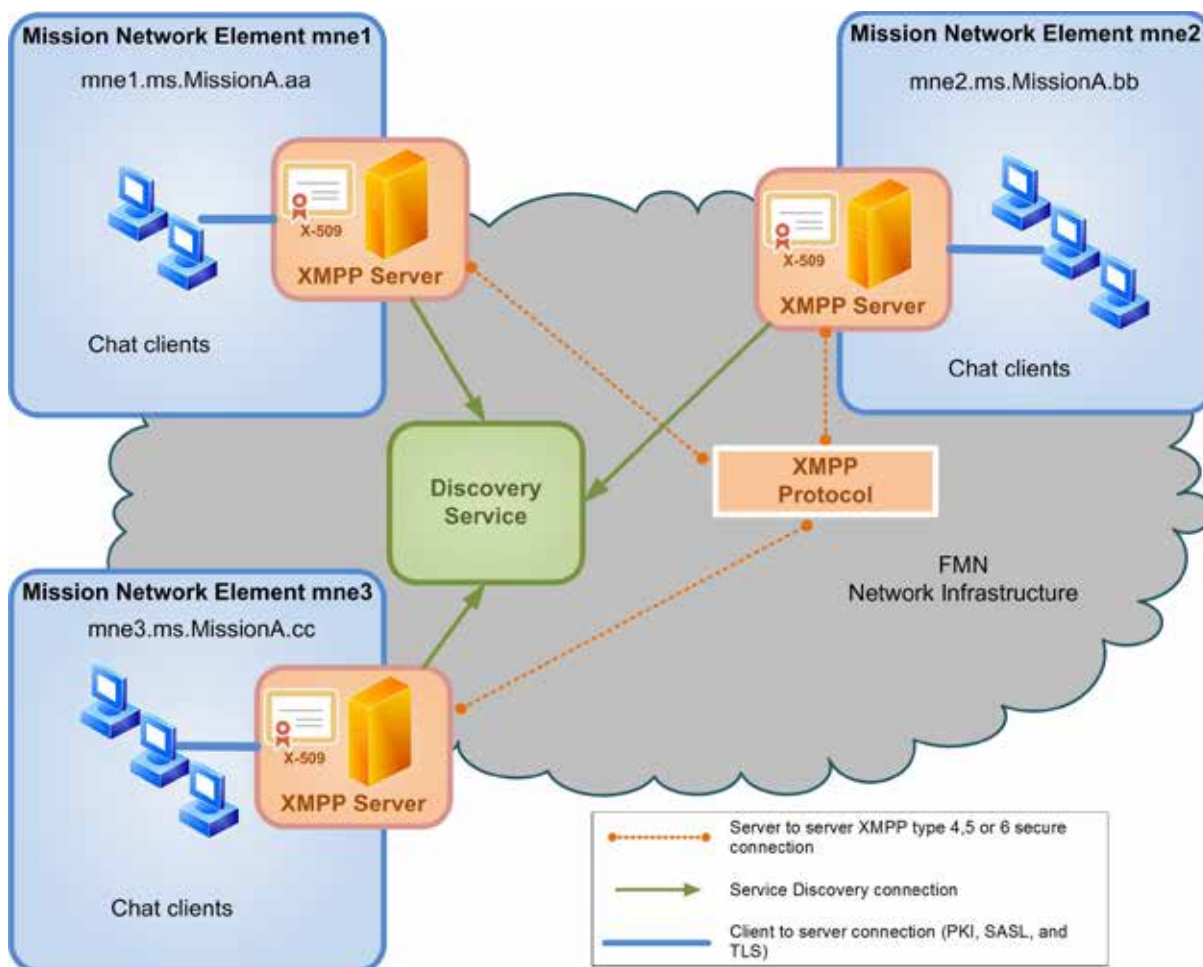
2.2. Texto

Cuando hablamos de Texto nos referimos principalmente a “Chat”, el cual permite a los usuarios comunicarse en tiempo real a través de mensajes de texto, ya sea entre dos usuarios directamente o dentro de grupos creados ad-hoc. Para que la arquitectura de mensajería funcione necesitamos dos elementos básicos. Por un lado, servidores, los cuales proporcionan un punto al que los usuarios pueden conectarse y establecer sus conversaciones y, por otro lado, los usuarios, que serán los encargados de hacer uso del servicio.

OTAN exige que el servicio de chat entre usuarios de un mismo MNE y entre MNEs se efectúe a través de servidores *Extensible Messaging and Presence Protocol* (XMPP), el cual es un protocolo abierto y extensible basado en XML. Este protocolo permite a la OTAN poner en marcha su propio servidor de un modo seguro, ya que pueden estar aislados de la red pública y poseen robustos sistemas de seguridad como el *Simple Authentication and Security Layer* (SASL) y el TLS [6].

En la **Figura 3** podemos observar que cada MNE tiene su propio servidor XMPP, el cual, a través del Servicio de Localización (*Discovery Service*), es capaz de detectar los servidores XMPP de los demás MNE de la maniobra. Cada MNE es responsable de su servidor y de ofrecer el servicio de mensajería a los usuarios del centro que lo requieran [7].

³ Fuente de la imagen: Manual FMN Spiral 1



Estructura para mensajería⁴

2.3. Video

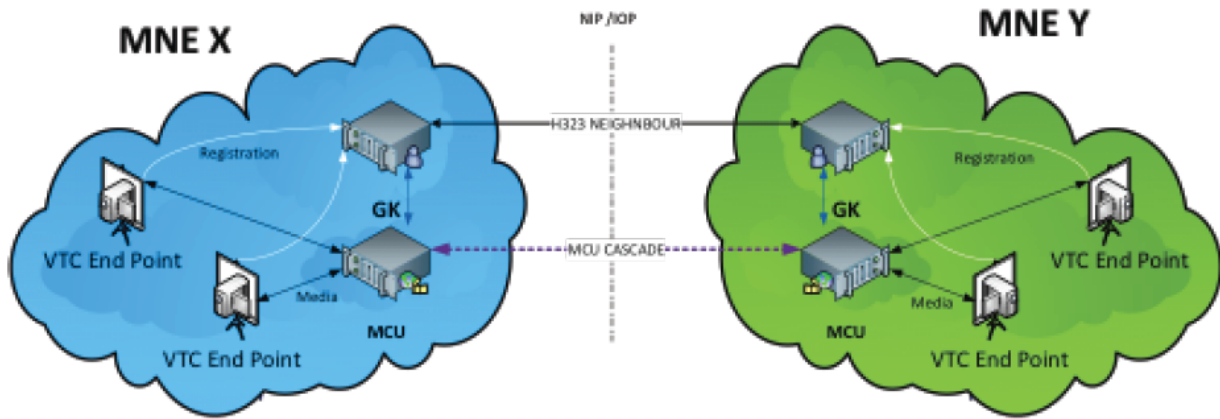
Desde hace unos años, la Video Teleconferencia (VTC) se ha convertido en un servicio muy utilizado en los puestos de mando de alto nivel, ya que permite llevar a cabo conversaciones en tiempo real con imagen entre centros situados a gran distancia. La arquitectura de red VTC se basa en dos modelos. Estos dos modelos pueden coexistir dentro de un mismo ejercicio.

Cada MNE tiene al menos una Unidad de Control Multipunto (MCU). La MCU es un dispositivo de red al que los dispositivos que desean participar en la Videoconferencia se conectan mediante sus puertos. Dicha MCU actúa como puente de conexión y es la encargada de gestionar la comunicación entre diferentes terminales.

- Cada MNE debe tener *VTC End-Points* distribuidos, por lo que cada MNE debe tener por obligación al menos una Webcam para poder realizar videoconferencias.
- El *gatekeeper Handles* (controlador de acceso) de cada MNE, es el encargado de autenticar y autorizar las videoconferencias que se efectúan en ese centro [8].
- Todos los puntos finales del centro deben implementar la norma reflejada en el STANAG 4705. Dicho STANAG es el encargado de la numeración de la red internacional de los sistemas de comunicación de OTAN [9].

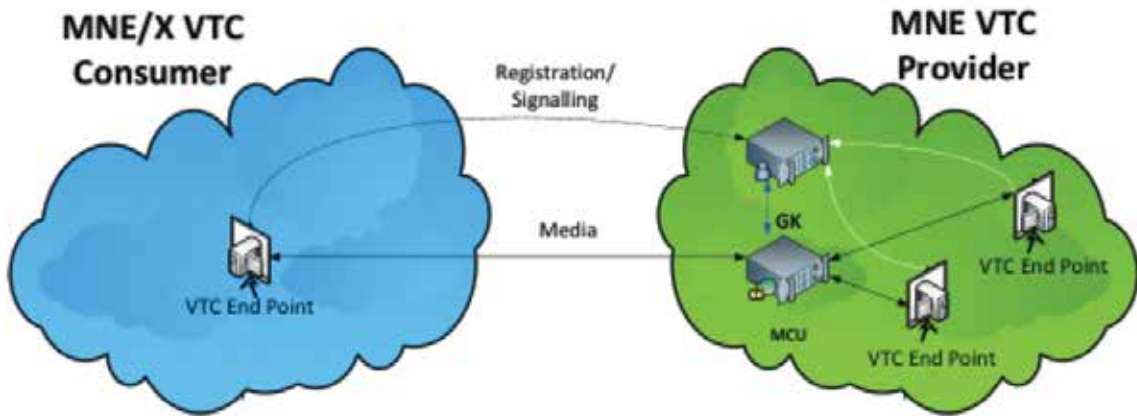
⁴ Fuente de la imagen: Manual FMN Spiral 1

Federated Business to Business (B2B)



Arquitectura B2B⁵

Federated Client to Business (C2B)

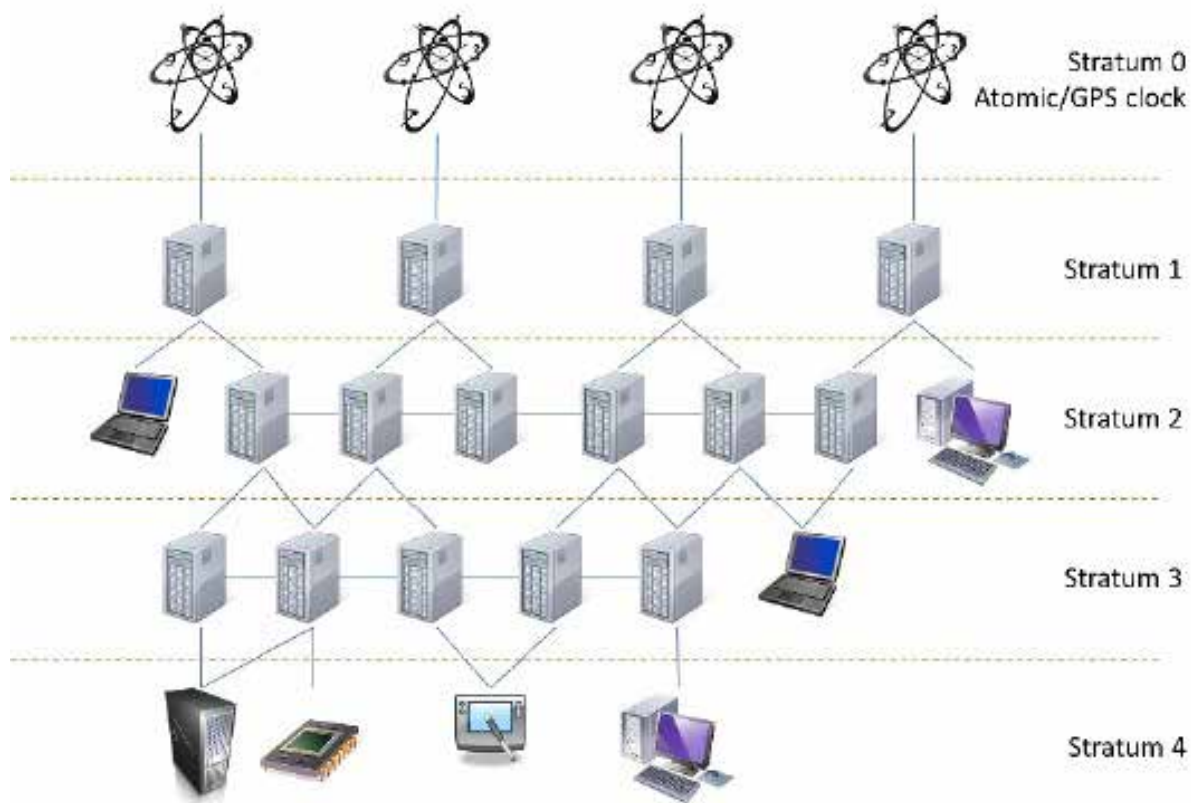


Arquitectura C2B

Los MNE pueden ofrecer sus servicios a los MNX. Para ello es necesario que utilicen este modelo de VTC. Los Puntos finales (*VTC End Points*) se sitúan en el MNX, pero estos son instalados, registrados, controlados y configurados por el MNE al cual pertenecen. Todos los demás aspectos son idénticos al modelo B2B, ya que el Gatekeeper y la MCU están ubicadas en el MNE- Podríamos decir que este modelo es idéntico al B2B, pero con una webcam controlada remotamente desde el MNE [8].

Cabe destacar también la estandarización realizada por FMN con respecto al protocolo de tiempos de la red (NTP). Este protocolo permite que todos los dispositivos de la red dispongan de una única referencia de tiempo para que estén completamente sincronizados. La arquitectura NTP se basa en una topología jerárquica de servidores en red que garantiza la sincronización en tiempo entre ellos y con los clientes finales. Dicha infraestructura se organiza en niveles de estrato que definen la distancia entre el sistema de ese nivel con respecto al reloj de referencia. De la **Figura 6** se deduce que progresando a través de los diferentes estratos se acumula retraso en la red, por lo que se reduce la precisión del servidor NTP en relación con la hora en formato UTC (Tiempo Universal Coordinado). Los tiempos generados por un estrato 1 será más preciso que cualquier servidor de estrato 2.

⁵ Fuente de las imágenes: Manual FMN Spiral 1



Estructura NTP⁶

Los MNE pueden proporcionar un tiempo de servidor conectado directamente a un estrato 0 o bien utilizar el servidor de tiempos de otro MNE, por lo que estaría conectado a un estrato 1. El resto de entidades (MNX o *Hosted Users*) deben utilizar el servidor de tiempos del MNE al que están conectados [9].

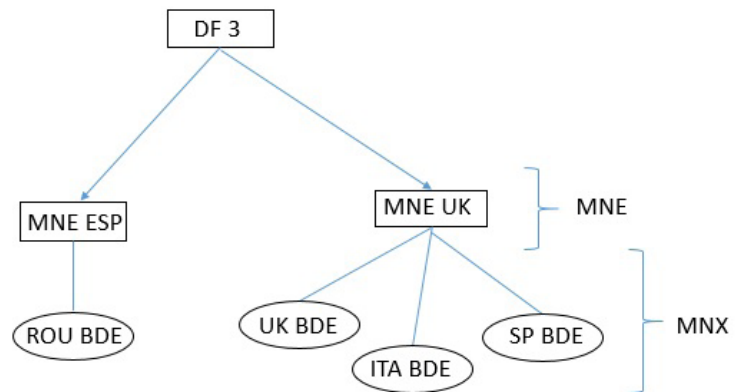
Las *Configurations Forms* son documentos que deben de ser rellenados y firmados por el jefe de centro. Con ello se pretende que cualquier centro que se deba conectar tenga la información necesaria para poder hacerlo. Se tratan aspectos técnicos necesarios para poder realizar la conexión entre centros sin problemas de compatibilidad.

3. FMN EN UNA MANIOBRA MULTINACIONAL

Tras describir en el capítulo anterior los aspectos necesarios a tener en cuenta para dar servicio de voz, texto y video siguiendo la normativa FMN, se va a definir un posible esquema de una maniobra OTAN que cumple al detalle las exigencias descritas en el Spiral1 (**figura 8**). El ejercicio consiste en una División Española, bajo el nombre de MNE ESP, del cual depende una Brigada Rumana, bajo el nombre de ROU BDE. Los MNX siempre dependen de los MNE debido a la falta de ciertos servicios que deben de ser proporcionados por un centro mayor. Por otro lado, encontramos una Brigada Española bajo el nombre de SP BDE, que depende directamente de una División Inglesa denominada MNE UK.

⁶ Fuentes de la imágenes: Manual FMN Spiral 1

Con la llegada de FMN los MNE se conectan a un servidor central (DF) para extraer información de uso conjunto, como puede ser los directorios del personal involucrado en la maniobra. Pero, por otro lado, observamos que los MNEs están enlazados entre sí. FMN nos dice que los centros deberán ir enlazados entre sí mediante Fibra óptica (FO) monomodo con conector LC o vía satélite, dependiendo de la situación del ejercicio. De este modo se crea la estructura plana descrita anteriormente, ya que los centros dejan de depender directamente de un organismo superior, y pasan a depender de ellos mismos para enlazar entre sí.



Esquema maniobra multinacional

La situación varía ligeramente cuando nos encontramos ante un MNX. Dichos centros deben ir siempre conectados a un centro mayor (MNE). Deberán conectarse a él a través de fibra óptica monomodo con conector LC o vía satélite. Por lo tanto, para que un usuario se pueda comunicar con otro usuario perteneciente a un centro distinto al suyo, deberá hacerlo a través de, al menos, un MNE.

Para enlazar dos MNE o MNE-MNX el ejército de tierra español dispone de múltiples opciones:

- At The Quick Halt (ATQH) (A): Ofrece tres tramas de 2 Mbps. Una para SIMACET y Voz IP, una para VTC y otra para WANPG⁷.
- Terminal Ligero Bibanda IP (TLB IP) (B): Ofrece una trama de 2 Mbps.
- Fibra Óptica Monomodo con conector LC (C)



A⁸



B⁹



C¹⁰

Pie de foto 08: ATQH, TLB IP, Fibra Óptica

⁷ Red de Propósito General del Ministerio de Defensa, comúnmente denominado "intranet".

⁸ Fuente de la imagen: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:VAMTAC_S3_ATQH_Alicante (última consulta 20/10/2016).

⁹ Fuente de la imagen: Elaboración propia.

¹⁰ Fuente de la imagen: http://www.cablematic.es/producto/Bobina-de-fibra-optica-9_slash_125-monomodo-8-fibras-exterior-de-1000-m/ (última consulta 15/10/2016).

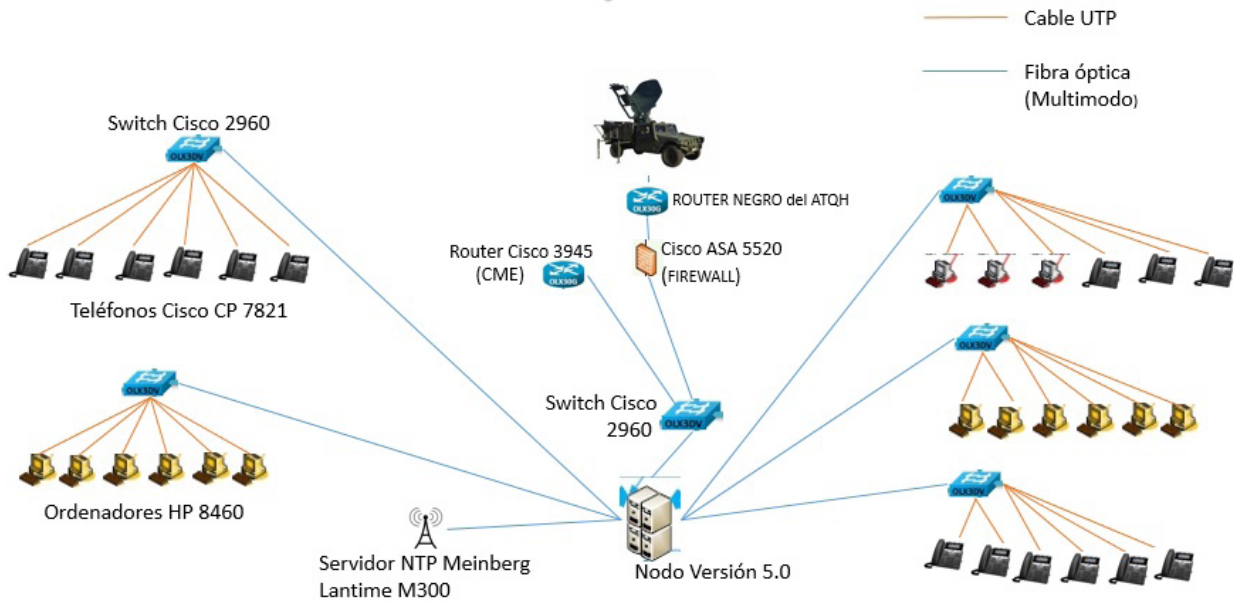
Es preferible utilizar la opción A. Es una opción táctica, con la que el enemigo no puede interrumpir el enlace (con la FO el enemigo puede interceptar nuestras comunicaciones con elementos como, por ejemplo, el OPT 130 de Kingfisher). Los MNE cuentan con un número elevado de usuarios, por tanto, con un TLB IP tan solo podríamos cubrir uno de los servicios (SIMACET y VTC, VoIP o WANPG), ya que los tres servicios por una misma trama irían extremadamente lentos y se podría saturar la red. Otra opción, si el MNE al que queremos conectarnos está relativamente cerca, sería la Fibra Óptica Monomodo. En dicho ejercicio se utiliza el enlace satélite mediante ATQH para el enlace entre MNE y la Fibra Óptica para los enlaces MNX-MNE.

Cada MNE puede tener una estructura y un número de usuarios distinto. Generalmente, un MNE español consta de:

- Nodo Versión 5.0: Proporciona servicios a través de las distintas aplicaciones que existen, tanto de SIMACET como de OTAN:
 - Aplicaciones de SIMACET:
 - MENSAJERÍA: es uno de los servicios de SIMACET que más se utiliza. Normalmente se instala un servidor Exchange el cual se aplica a Outlook.
 - ANTARES: permite visualizar las unidades desplegadas en la zona de acción a tiempo real.
 - Aplicaciones adquiridas de OTAN:
 - JCHAT: mensajería instantánea entre usuarios
 - JOCWATCH: permite al Centro de Control del Ejercicio (EXCON) inyectar incidencias. Un ejemplo de incidencia en esta aplicación sería; un avión derribado o una manifestación hostil.
 - SHAREPOINT: Pagina web donde los usuarios pueden colgar y descargar documentos. Sustituye a las antiguas carpetas compartidas.
 - IGEOSIT: Aplicación que permite cargar mapas, capas ráster y ortofotos. Permite crear con la carta digital planes de vuelo y reflejar la maniobra que se está llevando a cabo.
 - LOGFAS: Aplicación específica de logística. Es una base de datos donde se encuentra todo el material utilizado en la maniobra. Permite al jefe del ejercicio crear incidencias en dicho ámbito.
 - TOPFAS: Parecido al IGEOSAT, enfocado a gran unidad. El jefe de la gran unidad puede ver reflejada toda la maniobra que se está llevando a cabo, cual es el personal, las incidencias que se están produciendo, etc.
- *Call Manager Express (CME)*: Software de un router que permite realizar el registro de teléfonos IP para el servicio de Voz IP.
- *WANPG*: Permite a los usuarios tener servicio de Intranet.

El nodo Versión 5.0 enlaza con otro centro a través de una trama satélite en espejo. Este tipo de trama se utiliza para crear redes en aislado, es decir, completamente seguras. Por este motivo, se puede conectar un CME al switch de dicha red y sacar de ella terminales teléfono conectados a la red *Mission Secret* de OTAN. Teléfonos con los que solamente es posible comunicarse entre terminales de la misma red, pero no tendrán la posibilidad de una comunicación con el exterior, ya que son aislados.

MNE/MNX



Esquema SIMACET y aplicaciones OTAN de un MNE/MNX¹¹

4. COSTES

Tras conocer en los apartados anteriores los aspectos técnicos y materiales necesarios para la creación de un MNE, se ha llevado a cabo un análisis de costes para determinar cuál sería el coste de una maniobra multinacional que cumpla con los requisitos OTAN. Para ello ha sido necesario llevar a cabo la elaboración del layout de la maniobra. Este documento es realizado por la unidad que es apoyada, ya que es el documento en el que se especifican cómo se quiere la distribución de los medios y cuáles son las necesidades de los usuarios. En este caso, debido a que la maniobra es creada de un modo virtual, el layout ha sido creado por el autor del trabajo (ANEXO A).

Entre la información que nos aporta el layout encontramos: el número de ordenadores y teléfonos a los que se debe dar servicio, cuántas bobinas de cable serán necesarias en la maniobra, la cantidad de switches y de routers que se deberán emplear. El layout también permite estimar el tiempo que deberemos emplear en el montaje del centro.

Para llevar a cabo el cálculo de costes en la maniobra, se ha tenido en cuenta que:

- El MNE deberá dar servicio a:
 - 80 usuarios SIMACET
 - 30 usuarios WANPG
 - 100 usuarios Voz IP (RCT)
 - 20 usuarios Voz IP (*Mission Secret*)
- } Más un 30% de reserva
- Se lleva a cabo en el campo de maniobras de Chinchilla (Albacete).

¹¹ Fuente de la imagen: Elaboración propia

- Los usuarios inician la maniobra el día 26 de septiembre y finalizan el 30 de septiembre. Para ello, la unidad de transmisiones se desplazará 3 días antes y finalizará 1 día después.
- Los grupos electrógenos estarán encendidos 24h a partir del segundo día de montaje (168h en total).

4.1. Material

Posteriormente, tras conocer la ubicación de la maniobra, el layout y los servicios que se deben ofrecer podemos extraer el material necesario para la realización de la maniobra, el cual, se detalla en la **Tabla 1**. Conociendo el material necesario se ha observado que gran parte del material de la lista se tiene de dotación en la unidad, por ello a continuación se relaciona un listado del material necesario y un presupuesto del material a adquirir.

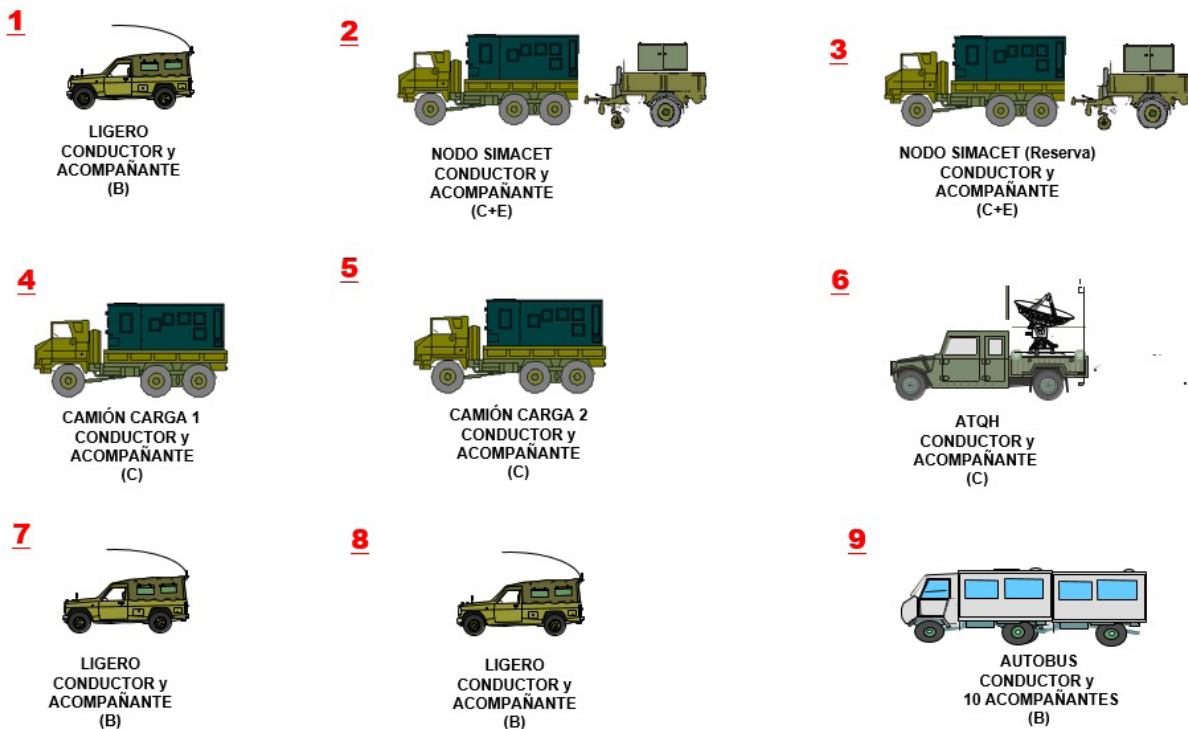
MATERIAL	Cantidad	Disponibilidad	Coste Ud.	Coste total	Observaciones
CISCO CP 7821	156	SI			20 MS, 100 RCT y 30% reserva
HP 8460	143	SI			80 SIMACET, 30 WANPG Y 30% reserva
REDES MIMETICAS VEHICULARES numero 1	2	SI			Grupos Electrogenos (GRE)
REDES MIMETICAS VEHICULARES numero 2	4	SI			ATQH y ANIIAI.
REDES MIMETICAS VEHICULARES numero 3	2	SI			NODOS
TLB IP (RESERVA)	1	SI			
RJ45	500	NO	0,40 €	200,00 €	
MODULARES	2	SI			Area de vida y modular de trabajo
CISCO 2960 (SWITCH)	10	SI			2 WANPG, 6 RCT, 1 MS, 5 SIMACET 30% reserva
BOBINA FIBRA OPTICA MONOMODO 300 mtrs	2	NO	92,34 €	184,68 €	conexión con MNX Rumano y reserva
BOBINA FIBRA OPTICA MULTIMODO	3	SI			
BOBINA CABLE UTP 300 MT CATEGORIA 6	4	NO	115,00 €	460,00 €	
CISCO 3945 (CALL MANAGER EXPRESS)	2	SI			MS y RCT
CISCO 2911 (WANPG)	1	SI			
Servidor NTP Meinberg M300	1	NO	470,00 €	470,00 €	
GRIMPADORA	4	NO	37,50 €	150,00 €	
PASACABLES	10	SI			
TANSCIVER (100 MBPS)	2	NO	165,69 €	331,38 €	Permite convertir la fibra optica en UTP
BRIDAS 540X8	4	NO	15,50 €	62,00 €	
		TOTAL		1.050,06 €	

Tabla 1: Lista y Coste en Material

Para poder analizar correctamente los costes en los que se incurre, ha sido necesario realizar un esquema del convoy (**Figura 11**), el cual, transportará el material y personal necesario para la maniobra:

- 3 vehículos ligeros (Aníbal)
- 1 ATQH
- 2 nodo SIMACET
- 2 camiones de carga de material
- 1 autobús para transporte de personal

Conociendo el convoy, el lugar en el que se realiza la maniobra, cuantos grupos electrógenos estarán operativos, la duración de la maniobra, el precio del gasoil en el mercado (**Tabla 2**), el consumo de los vehículos (**Tabla 3**) y grupos (**Tabla 4**), se puede hacer una estimación del coste, en combustible, en el que se incurrirá durante la maniobra (**Tabla 5**).



Esquema convoy¹²

COMBUSTIBLE	
PRECIO €/L. GASOIL (gasolinera CEPSA a día 20SEPT.	1,05 €

Tabla 2: Precio Gasoil a día 20 SEP2016

CALCULO CONSUMO CARBURANTE VEHICULOS

VEHICULO / ESTACION	CLASE	NUMERO VII.	KM,S.	CONSUMO A LOS 100KMS	TOTAL L.	PRECIO Euros / L.	TOTAL Euros
Vehiculo Ligero TT. (ANIBAL)	Ligero	3	800	15	360 L	1,05 €	377,64 €
Vehiculo Ligero TT. (tipo URO VAMTAC) :	Ligero	1	500	20	100 L	1,05 €	104,90 €
Vehiculo Pesado TTS Tm (Lipo CNTT PEGASO 7323)	Pesado	4	500	46	920 L	1,05 €	965,08 €
AUTOBUS	Pesado	1	500	30	150 L	1,05 €	157,35 €
TOTAL L.					1.530 L	TOTAL €.-	1.604,97 €

Tabla 3: Consumo en Vehiculos

CALCULO CONSUMO CARBURANTE GRUPOS

MARCA	NUMERO G.E.	T. HORAS	CONSUMO/H.	TOTAL L.	PRECIO Euros / L.	TOTAL Euros
SPA 12 KVA.	1	168	2,5	420 L	1,05 €	440,58 €
SPA 30 KVA.	1	168	8	1.344 L	1,05 €	1.409,86 €
TOTAL L.				1.764 L	TOTAL €.-	1.850,44 €

Tabla 4: Consumo en Grupos

TOTAL L.	3.294 L	TOTAL €.-	3.455,41 €
-----------------	----------------	------------------	-------------------

Tabla 5: Total Litros de Gasoil y coste en Euros

¹² Fuente de la imagen: Elaboración propia

4.2. Personal

El personal necesario para la maniobra se especifica en la siguiente tabla:

EMPLAZAMIENTOS	UNIDAD	PERSONAL			
		OFICIALES	SUBOFICIALES	TROPA	TOTAL
RT-21	JEFE CENTRO	1			1
	EQUIPO SATÉLITE		1	3	4
	EQUIPO REDES		1	4	5
	EQUIPO SINFO / HELPDESK		5	10	15
	EQUIPO LOGÍSTICO		1		1
	TOTAL	1	8	17	26

Tabla 6: Relación de Personal

En la **Tabla 6** podemos observar una gran cantidad de Suboficiales incluidos en la maniobra. Esto es debido a que, en otras armas, un suboficial tiene bajo su mando a 8 Militares Profesionales de Tropa y Marinería (MPTM) pero en el arma de transmisiones no es del todo así. Los suboficiales son encargados de un área específica y son administradores de ella, por ello un suboficial encargado de un área no necesariamente necesitará 8 soldados para realizar el trabajo.

En las aulas donde se encuentran los usuarios, debe haber un *Helpdesk*. Dicho puesto tiene la misión de solventar las incidencias que surjan a los usuarios. Si es una incidencia de la que no se puede hacer cargo personalmente, dispone de un teléfono y un ordenador para informar al suboficial especialista en dicha área y poder solventar la incidencia. Por este motivo, es un puesto que debe estar activado siempre que existan usuarios trabajando. En esta maniobra tenemos 2 *Helpdesk* en el edificio con turnos de 8 horas cada uno.

Teniendo en cuenta el personal necesario para la maniobra, se incurre en un coste total detallado en la **Tabla 7**. El personal de dicha maniobra dispondrá de pluses y deberá hacerse cargo de las comidas por cuenta propia reservando previamente en el Sistema de Gestión de Alimentación (SIGEAL).

GRUPOS	PLUS	Nº	Nº DIAS	TOTAL
I (GRAL)	42,67 €	0	0	- €
II (CUMA)	29,92 €	9	9	2.423,52 €
III(MPTM)	22,57 €	17	9	3.453,21 €
			TOTAL	5.876,73 €

Tabla 7: Coste incurrido en Personal

Para finalizar con el apartado de costes, en la **Tabla 8** se ofrece el total del coste de la maniobra, incluyendo el coste incurrido en material, personal y combustible.

CONCEPTO	CANTIDAD
PERSONAL	5.876,73 €
CARBURANTE	3.455,41 €
MATERIAL	1.858,06 €
	11.190,20 €

Tabla 8: Coste total

Una vez realizado el análisis de costes, nos damos cuenta que la diferencia entre realizar la maniobra con o sin FMN no hace variar el coste total en exceso. Esto es debido a que el único coste material en el que se incurre debido a la llegada de FMN es el de la fibra óptica monomodo con conectores LC (184,65 euros). De todos modos, cabe destacar que, en dicho análisis de costes, se presupone que el personal está debidamente instruido, conoce todos los parámetros técnicos que se deben seguir en una maniobra FMN, y que todas las licencias de los servidores y aplicaciones están actualizadas y corresponden a las exigidas en FMN. La instrucción del personal y la compra de las licencias necesarias para cumplir con los requisitos técnicos y de seguridad que exige OTAN en FMN aumentarían el coste de la maniobra notablemente.

No se ha incluido ambos costes en la maniobra ya que, hoy por hoy, no existe suficiente información sobre los conocimientos técnicos en los que se debería instruir a los administradores. Por otro lado, los costes incurridos en licencias son muy elevados. Por ello, dichas licencias son compradas directamente por la Jefatura de los Sistemas de Información, Telecomunicaciones y Asistencia Técnica (JCISAT), convirtiendo la adquisición en Reservada para el resto de unidades. Las licencias para dicha maniobra podrían tener un coste aproximado de 1 millón de euros.

5. CONCLUSIONES

FMN es una estandarización llevada a cabo por la OTAN para facilitar el despliegue de las unidades de transmisiones en ejercicios y misiones multinacionales. Dicha estandarización permite a la organización del Atlántico Norte aumentar la interoperabilidad y la rapidez en los despliegues, ya que todos los miembros pertenecientes a la maniobra saben cuáles son los medios que necesitan, como deben estar configurados los equipos, así como el modo de interconectarse.

La llegada de FMN no supone cambios considerables en los medios del ejército, pero sí que supone una plena reestructuración de los centros de transmisiones y de las capacidades y servicios. Antes de la llegada de FMN, en ejercicios multinacionales los centros se preocupaban de estar enlazados con la red OTAN, sin preocuparse en absoluto por como interconectarse entre centros. Ahora con la llegada de FMN ha cambiado. OTAN es un miembro más de la maniobra, por lo que FMN determina como se deben interconectar los centros y cuales deben de ser las especificaciones técnicas para que se efectúe dicha conexión sin problemas de compatibilidad.

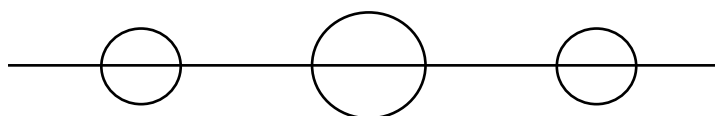
La conclusión más directa que se extrae del presente trabajo es que FMN es un concepto nuevo, del que solo se ha escrito el Spiral1. La idea final es disponer de sistemas de información que sean fáciles de configurar y rápidamente interconectables. Por tanto, queda mucho camino para que dicha estandarización defina todos los aspectos que debe definir.

Con la llegada de FMN es necesario una transformación doctrinal de adiestramiento y tecnológica en las unidades y cuarteles generales. Debido a ello, hay que estar plenamente informado de las evoluciones que surgen al implementar dicho concepto.

FMN es en proyecto nuevo, aún inmaduro, al que le queda un largo recorrido para poderse utilizar en Zona de Operaciones. Con este nuevo proyecto, se hace palpable la importancia que está adquiriendo el arma de Transmisiones en la guerra. El modo de combatir, en el futuro, no será con aviones o carros de combate, sino con los medios CIS. La nación u organización que tenga los medios CIS más avanzados, será la que desempeñe el mando y control de las unidades con más rapidez y efectividad, por tanto, la que venza. Por ello, organizaciones mundiales, como la OTAN, están creando sus propias redes de Misión.

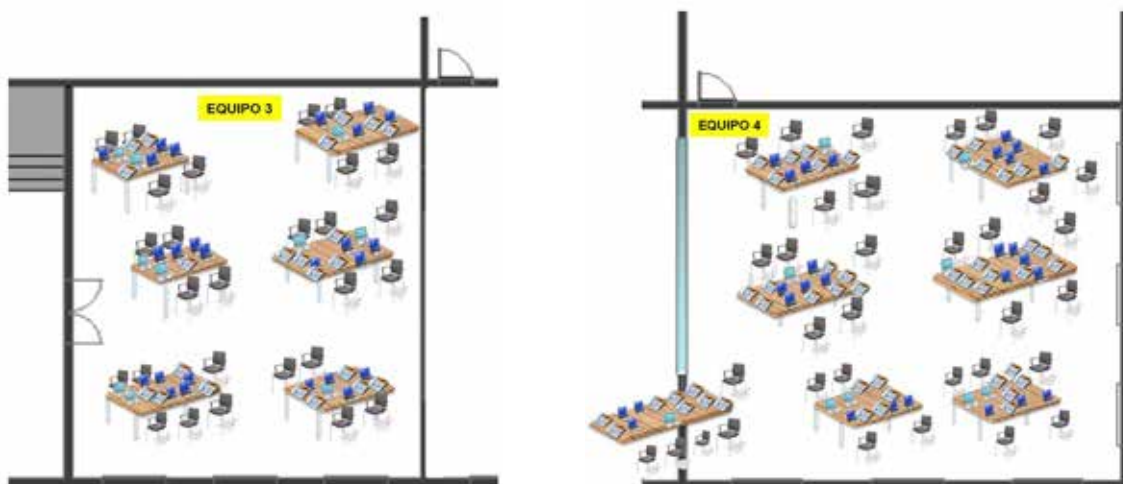
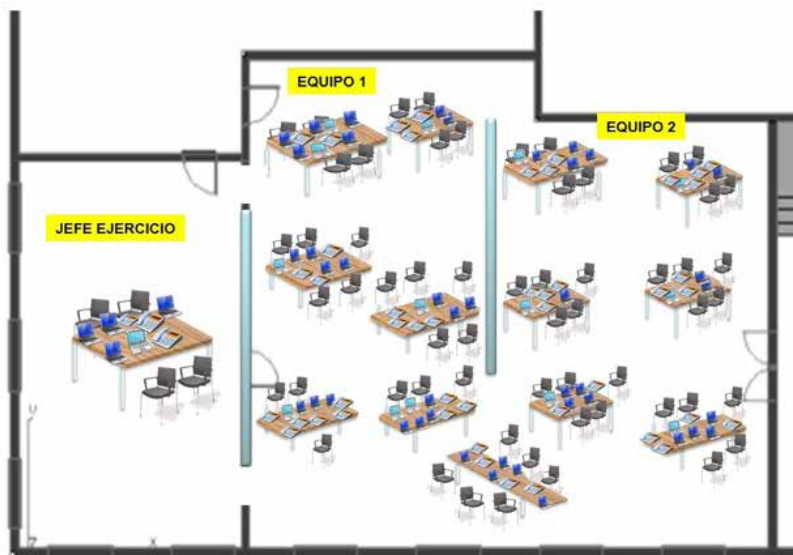
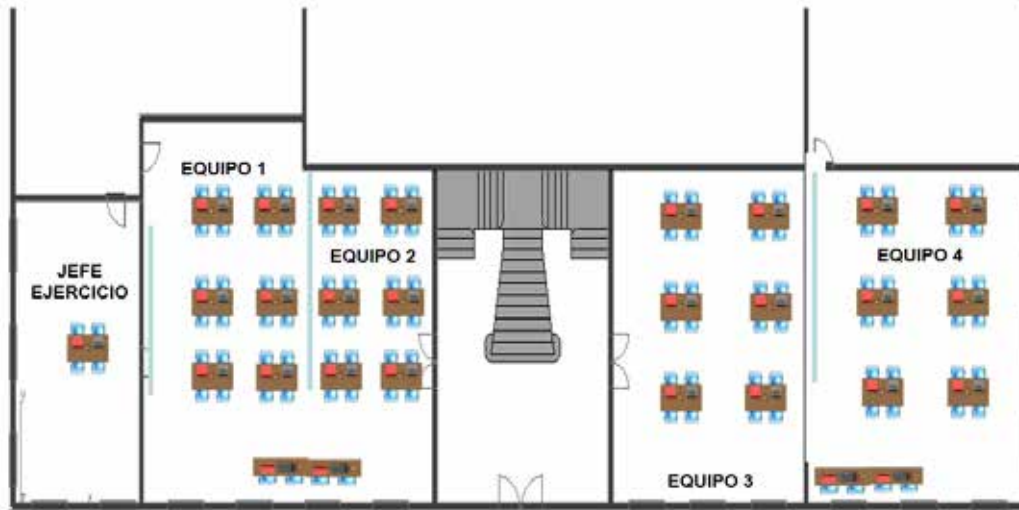
6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Federated Mission Network Spiral 1. Annex A. Reference Architecture
- [2] Basic concepts of Federated Mission Netork. <http://www.act.nato.int/fmn> (Consultado el día 15 de Agosto de 2016).
- [3] Federated Mission Network. <https://dnbl.ncia.nato.int/FMN/SitePages/Home.aspx> (Consultado el día 2 de Septiembre de 2016).
- [4] Federated Mission Network Spiral 1. Annex C. Appendix 1. Service Instruction for Audio-based Collaboration.
- [5] Autoridad Nacional para la protección de la información Clasificada. NS/04 Seguridad de la información, 2012.
- [6] An Overview of XMPP. <https://xmpp.org/about/technology-overview.html>. (Consultado el día 29 de Agosto de 2016).
- [7] Federated Mission Network Spiral 1. Annex C. Appendix 9. Service Instruction for Text-based Collaboration.
- [8] Federated Mission Network Spiral 1. Annex C. Appendix 10. Service Instruction for Video-based Collaboration.
- [9] Federated Mission Network Spiral 1. Annex C. Appendix 6. Service Instruction for Distributed time.
- [10] NATO Interoperability Standards and Profiles. Allied Data Publication 34, 2014.
- [11] Bueno Campos, Cruz, & Durán. Economía de la empresa, análisis de las decisiones Empresariales, 2001.
- [12] Forefront Mission Network. <https://www.microsoft.com/es-es/server-cloud/products/microsoft-identity-manager/default.aspx>. (Consultando el día 10 de Octubre de 2016).
- [13] Instrucción Técnica 11/09. Seguridad de la información, 2009

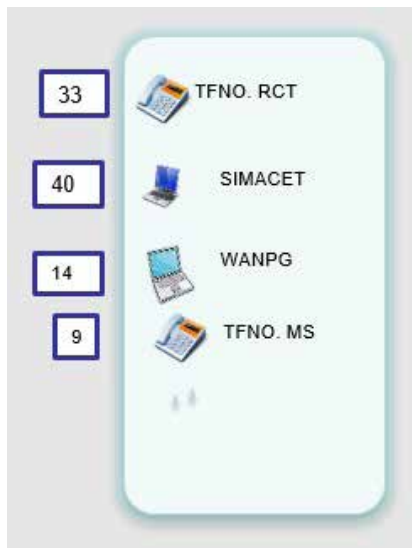


ANEXOS

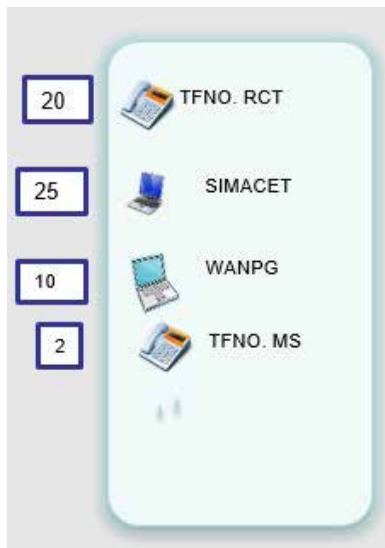
ANEXO A: LAYOUT de la Maniobra



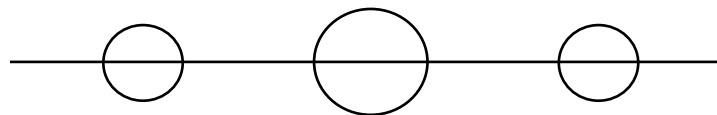
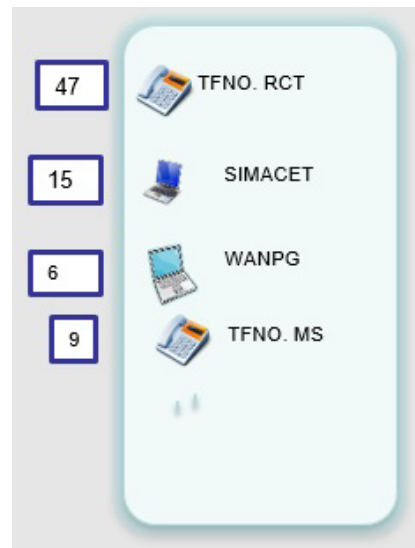
EQUIPO 1, 2 Y JEFE

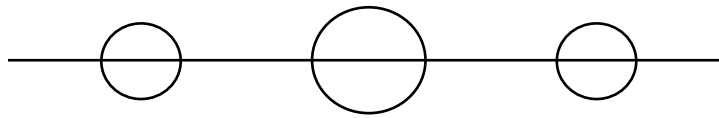


EQUIPO 3



EQUIPO 4





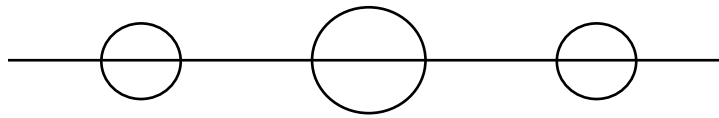
Quando el Memorial recobra la memoria

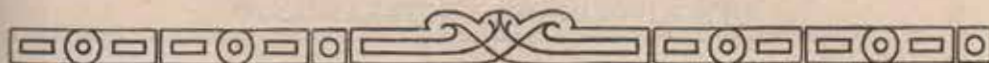


NOTA DE LA REDACCIÓN

El Consejo de Redacción ha decidido reproducir en facsímil el artículo “Descripción del enclavamiento sistema M.D.M.”, escrito por el capitán de Ingenieros D. José María de Paúl que describe dicho sistema aplicado en la estación de Príncipe Pío (Madrid-Norte).

Dicho artículo se publicó en el Memorial de Ingenieros del Ejército, Colección de Memorias, Quinta Época, Tomo XXXVII, del año 1920.





CONSIDERACIONES GENERALES

I.—Sistemas de enclavamientos.

A medida que el tráfico en las estaciones ferroviarias ha ido en aumento, los antiguos sistemas de enclavamientos, basados en el empleo de palancas individuales, han llegado a presentarse tan complicados, que han sido sustituidos por sistemas llamados de *palancas de itinerarios* aplicables con ventaja y sencillez en las grandes estaciones.

Sistema de enclavamientos por palancas individuales.—Un sistema de enclavamientos por *palancas individuales* es aquel en que cada aparato (aguja, señal, barrera, etc.) se gobierna desde el puesto central por la maniobra de su palanca correspondiente, distinta de las palancas que gobiernan los demás aparatos (Vignier, Dujour, Saxby y Farmer, Bianchi, etc.).

Se busca en estos sistemas el enclavamiento, o sea la imposibilidad de maniobra de algunas de las palancas en determinadas condiciones, mediante un mecanismo apropiado que las inmovilice.

Sistema de enclavamientos por palancas de itinerarios.—Este sistema se caracteriza por el gobierno simultáneo de las agujas, señales, etc., que contribuyen a formar un itinerario o trayecto determinado, mediante la maniobra de una sola palanca.

Se logra en este sistema el enclavamiento, inmovilizando la palanca de un itinerario determinado, cuando éste no deba formarse por impedirlo las condiciones que se impongan, como, por ejemplo: el estar formado otro itinerario que se considere incompatible con él.

Se comprende que en el primer sistema, tal como ha sido definido, se necesitarían tantas palancas como aparatos hayan de gobernarse; y en el segundo, tan sólo un número de palancas igual al de itinerarios que hayan de formarse.

El menor espacio ocupado, exiguo personal necesario y la mayor

seguridad de maniobras, hacen que el sistema de palancas de itinera-

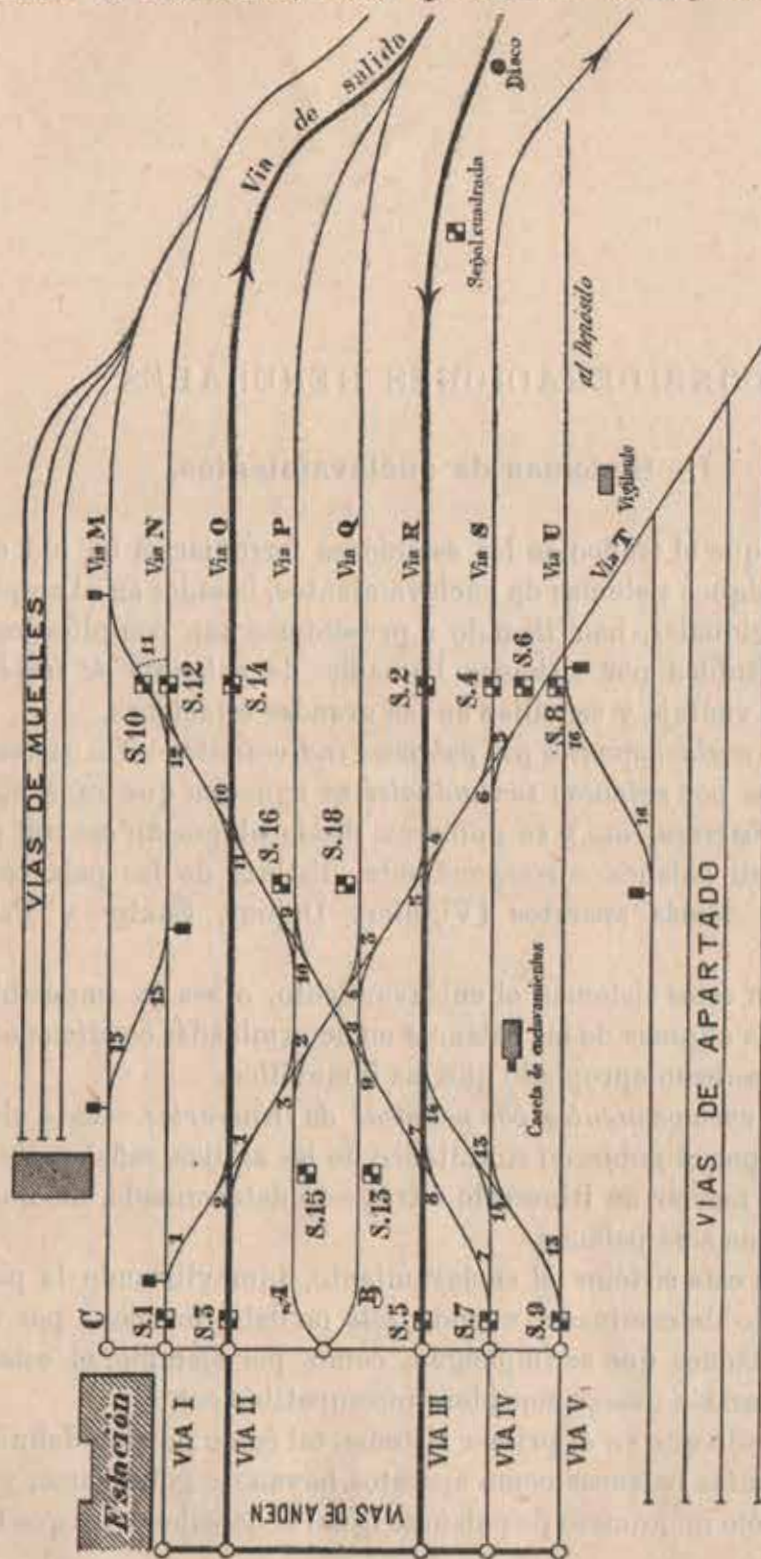


Fig. 1.—Croquis de vías principales.

rios marque el progreso realizado en la cuestión de enclavamientos.

El memorial recobra la memoria

Entre uno y otro sistema hay muchas gradaciones; y aun este mismo sistema que se describe, perteneciendo al tipo de los de palancas de itinerarios, puede también emplearse como sistema de palancas individuales, como se verá.

El sistema objeto de este artículo se denomina «M. D. M.» (mínimum de maniobras), fabricado por la casa Aster. Se encuentra aplicado en la estación del Príncipe Pío (Madrid-Norte).

II.—Descripción de la estación del Príncipe Pío.

En el croquis de la figura 1 están indicadas:

Las vías de andén I, II, III, IV y V.

Dos vías de apartado centrales *A* y *B*.

Una lateral *C*.

Las vías *M*, *N*, *O*, *P*, *Q*, *R*, *S*, *T* y *U*.

Dos transversales principales que las cruzan y las comunican entre sí por agujas (1 a 12).

Una transversal pequeña que relaciona las vías III, IV y V (13-14).

Varias vías de muelles que se derivan de la vía *M*.

Las de apartado lateral que se relacionan con las *U* y *T*.

Vías de andén.—De éstas se utilizan las I, II y III para salida de trenes, y las III, IV y V para trenes de llegada. Como se ve, la vía III se utiliza indistintamente, según las necesidades.

Vías principales.—Son las *O* y *R*: la *O* de salida de trenes y la *R* de llegada.

Señales.—Cada una de las cinco vías de andén está cubierta por una señal alta (señales 1, 3, 5, 7 y 9), montadas en un puente transversal.

Análogamente, las *M*, *N*, *O*, *R*, *S*, *T* y *U* están cubiertas por las señales altas 10, 12, 14, 2, 4, 6 y 8.

Las dos vías de apartado central *A-P* y *B-Q* tienen sus señales cerca del cruce de las vías transversales. Son señales bajas 13, 15, 16 y 18, llamadas comúnmente **MONOS**.

Itinerarios que pueden formarse.—Es posible hacer itinerarios desde cada una de las vías de andén a todas las opuestas (*M* a *T*). Se exceptúa la vía *V*, que sólo tiene salida a las *R*, *S*, *T* y *U*.

Enclavamiento.—La parte de estos itinerarios enclavada es sólo la comprendida entre las señales enumeradas.

La maniobra de las agujas que están fuera de estas señales (parte derecha del croquis) se hace por aparatos de aguja ordinarios, bajo la vigilancia estrecha del personal dedicado a ello.

Hállase en estudio ligar el puesto de enclavamientos actual (el de las vías comprendidas entre señales) con la maniobra de las agujas independientes citadas.

III.—Observaciones concernientes a este estudio.

Itinerarios incompatibles.—Dos itinerarios son incompatibles:

1.º Cuando son inversos, es decir, utilizan las mismas agujas en idénticas posiciones y sus señales extremas están invertidas.

2.º Cuando tienen una o varias agujas comunes. Per ejemplo: I O es incompatible con I N y con II O.

3.º Cuando sus trayectos se penetran, bien por cruce, bien por tangencia, sin tener agujas comunes. Por ejemplo: I O es incompatible con IV M, que lo cruza en 10-11. I O también es incompatible con II T, que lo toca tangencialmente, utilizando las agujas 1 y 2 (conjugadas).

Agujas conjugadas.—En un cruzamiento se encuentran cuatro agujas (fig. 2). Las dos del mismo lado se *conjugan*, o sea, se las gobierna simultáneamente en idéntico sentido por un mismo motor. Esta combinación, que economiza un motor en cada pareja, es factible porque ambas agujas no pueden formar parte del mismo itinerario; y los que con ellas se formen, han de ser forzosamente incompatibles (reglas 2.ª y 3.ª), siendo, por lo tanto, indiferente la posición de una de ellas.

También se *conjugan* las que forman los lados de los ángulos alternos externos, agudos, entre dos vías paralelas inmediatas; tales como las 2 y 2' (figura 1), 3 y 3', 4 y 4', etc. No obstante, se las hace mover por motor distinto.

Esta combinación, que simplifica la disposición general y los mandos, puede realizarse por las razones que siguen: si la aguja 2 está dispuesta a la derecha (1), dando entrada a un tren en el trozo de transversal 1-3, la conjugada 2' ha de estar también hecha a la derecha para dar salida al mismo tren, bien sea dirigiéndolo a la vía P o continuando por la transversal T. De inverso modo, si la aguja 2 está dispuesta a la izquierda, desviando un tren del trozo de transversal 1-3, la conjugada 2' ha de desviar también a la izquierda cualquier otro itinerario que venga de la vía P o de la vía T, pues la transversal 1-3 no ha de poder ser atravesada por ninguno de estos itinerarios, que son incompatibles con el que lleva el primer tren.

(1) Una aguja está hecha a la izquierda o a la derecha, según sea una u otra la dirección que toma un tren que encuentra la aguja de punta.

Los motores de estas agujas 2 y 2' serán maniobrados, por lo tanto, simultáneamente y en el mismo sentido.

Posición normal de las agujas.—No tienen las agujas posición normal obligada. Siempre quedan en la posición en que las dejó la última maniobra hecha.

IV.—Idea general del funcionamiento del sistema.

Cada aguja (o par de agujas conjugadas), señal, etc., se mueve por la acción de un motor colocado en el terreno y en su proximidad.

Estos motores se gobiernan desde una caseta central.

Una aguja o señal está representada en la caseta por una placa metálica, reuniéndose todas las placas en el *auto-combinador*, característico del sistema.

Este posee una llave por cada itinerario realizable, *sirviendo la misma llave para ser recorrido en ambos sentidos.*

El giro de la llave provoca el desplazamiento de las placas correspondientes a todas las agujas y señales que forman su itinerario.

El desplazamiento de una placa acciona un *conector* que envía energía de agua a presión al motor de su aguja o señal.

En este motor el mando de agua a presión abre la admisión de aire comprimido, produciéndose su movimiento y el de la aguja o señal que acciona.

Es condición indispensable para que el mando de energía llegue a una señal que *todas las agujas incluidas en el itinerario accionado hayan sido mandadas y aplicadas en su debida posición.*

La apertura de una señal envía una corriente de baja tensión a la caseta, por cuyo medio un *visor* indica que, habiéndose efectuado la apertura de la señal, el itinerario ha sido *formado y comprobado sobre el terreno.*

Al formarse un itinerario, deben quedar enclavados todos los que sean incompatibles con él, y sus correspondientes señales, cerradas y enclavadas.

La presión del agua en las tuberías de mando y de comprobación y la del aire en los motores, se mantienen con generadores apropiados montados en la *caseta de motores.*

DESCRIPCION DETALLADA DEL SISTEMA

I.—Autocombinador.

El *combinador*, visto de frente (figs. 3 y 4), presenta agrupadas en la

primera columna las vías de la izquierda del croquis (andenes y apartaderos) y en la fila superior las vías de la derecha.

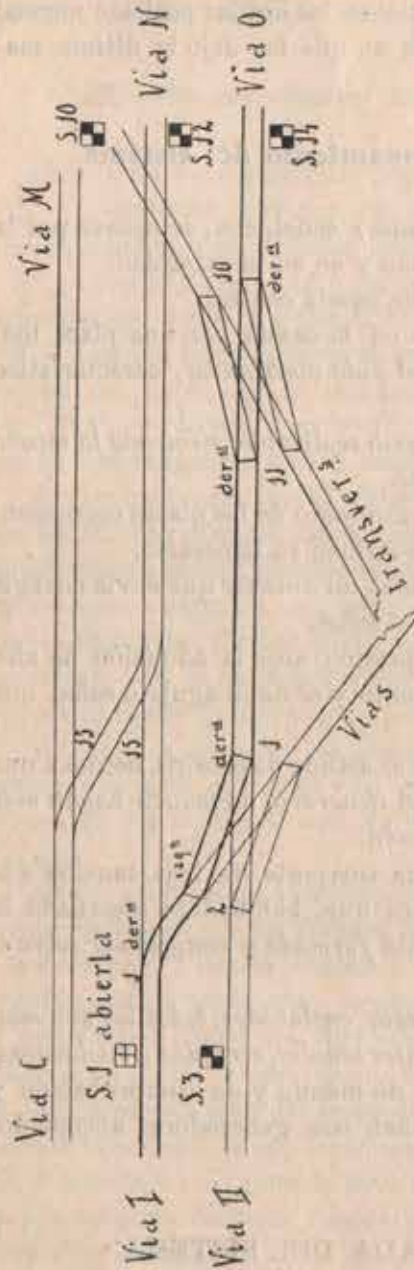


Fig. 2.—Itinerario I O.

Se encuentra la llave que ha de formar un itinerario en la intersección de la columna y de la fila, encabezadas con las vías que lo componen.

El giro de la llave hasta la posición vertical forma el itinerario en una dirección. Si se gira hasta quedar horizontal, se forma el itinerario inverso.

Al lado izquierdo de la letra o cifra que representa cada vía, se encuentra un visor que indica si la señal correspondiente a su vía se halla abierta o cerrada. A la derecha se ve el número distintivo de la señal que acusa el visor.

Las vías *O* y *R* (vías principales) están repetidas con objeto de presentar aislados en las dos primeras columnas los itinerarios de entrada y salida de trenes a los andenes o de los andenes.

Hállase también repetido el itinerario *R IV*, el cual puede formarse (figura 1) por la aguja 14 o por la aguja 7.

En casilla aparte a la derecha del cuadro se ha colocado la llave del itinerario *NC*, así como la llave de maniobra de la aguja 15, que comunica las vías *N* y *C*.

Maniobra de las llaves.—Al maniobrar una llave se consigue:

- 1.º Formar el itinerario correspondiente.
- 2.º Enclavar todos los incompatibles con él.
- 3.º Comprobar si el itinerario está bien formado y si su señal de entrada está abierta.

Veamos el modo de conseguirlo:

Detrás del cuadro del auto-combinador, ya descrito, se encuentran

	0	R	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	
I												Aguja
II												Aguja
III												Aguja
IV												Aguja
V												Aguja
Λ												Aguja
B												Aguja
	Vias principales											

Fig. 3.—Auto-combinador «M. D. M.» Vista de frente. Formación del Itinerario IO.

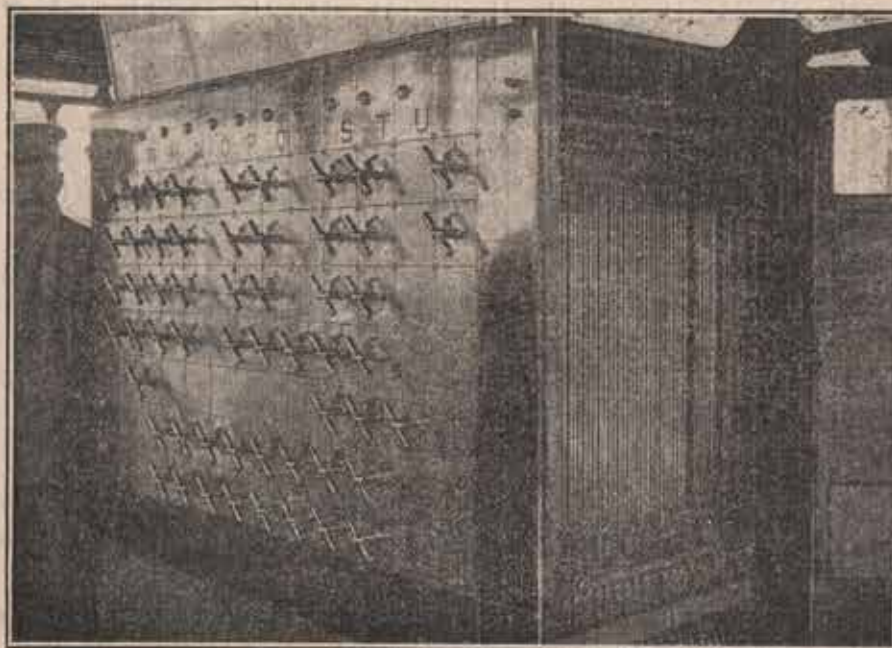


Fig. 4.—Vista del auto-combinador.

placas metálicas correspondientes a cada una de las agujas (o grupos de

agujas conjugadas) y a cada una de las señales de vía. Hay, pues, tantas placas como agujas y señales (figs. 4 y 5).

Estas placas tienen las dimensiones del frente del cuadro y se hallan colocadas paralelamente a dicho frente y a 15 milímetros de separación una de otra.

Poseen las placas tantos vanos como casillas el cuadro del combinador y en concordancia con ellos.

Están atravesadas perpendicularmente, merced a los vanos, por los vástagos de las llaves que se mencionan, y estas llaves llevan acuñadas piezas denominadas *álabes* que encajan en los vanos de las placas que sean convenientes.

No hay *álabes* en todos los encuentros que tiene una llave de itinera-

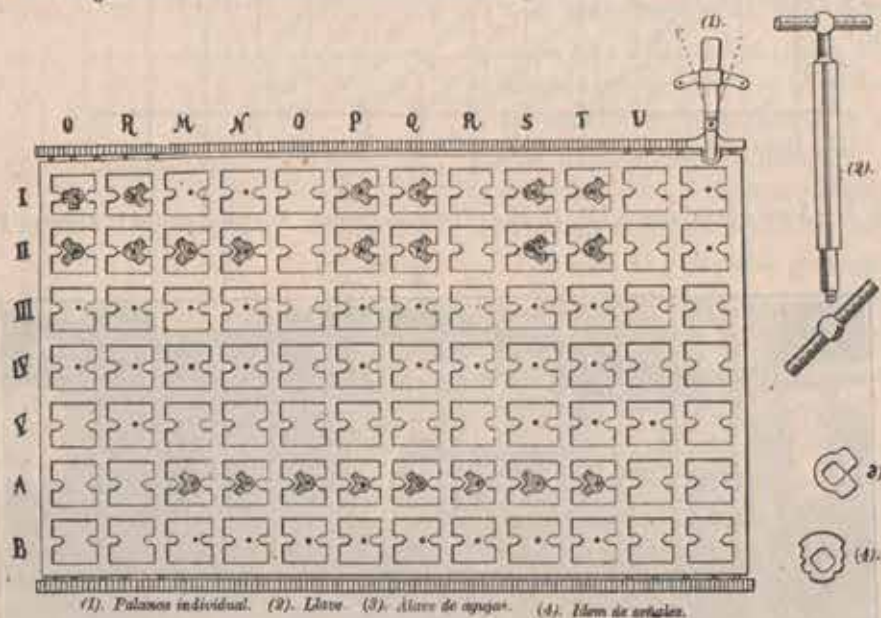


Fig. 5.—Placa de la aguja 2. Desplazada hacia la izquierda por el giro de la llave IO y álabe correspondiente, acuña las llaves de los itinerarios IR, IP, IQ, IS, IT, IIR, IIP, IQ, IIS, IIT.

rio con una placa de aguja o señal: es preciso para que exista el álabe, que la aguja o señal representadas por la placa forme parte del itinerario que maniobra la llave.

Existen *álabes* de dos clases: de *agujas* y de *señales*, según ligan con una llave una placa de aguja o una de señal.

Las placas no pueden ser desplazadas más que por los *álabes* de las llaves de maniobra, y su desplazamiento es una traslación lateral de 16 milímetros, sin alterar el paralelismo ni la equidistancia de unas y otras.

El álabes central (itinerario A N) orientado a la izquierda (aguja a la izquierda).

El otro álabes (itinerario A O) orientado a la derecha (aguja a la derecha).

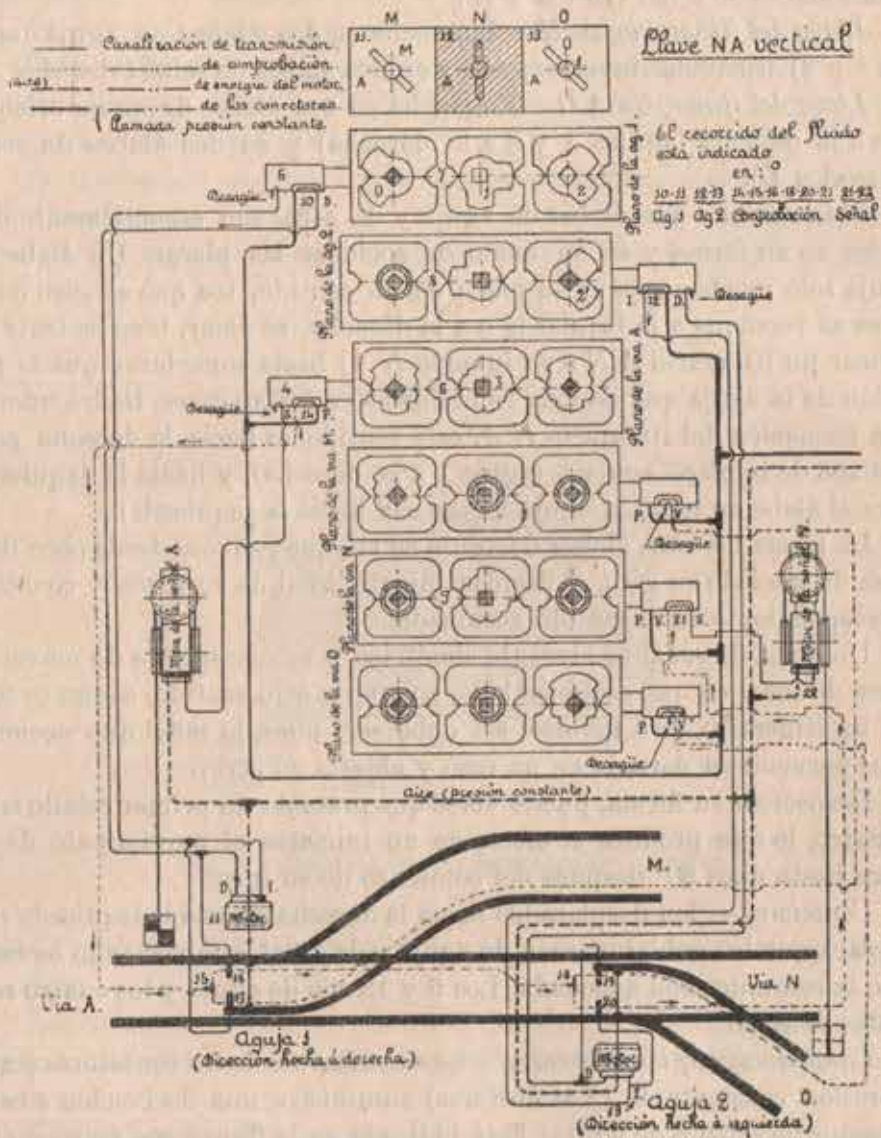


Fig. 8.—Esquema de un itinerario del enclavamiento sistema «M. D. M.»

Placa de la vía o señal A.—Posee tres álabes por formar parte la señal A de los tres itinerarios,

Placas de las vías M N y O.—Con un sólo álabes cada una, correspondientes a cada uno de los tres itinerarios, y colocados en sus casillas correspondientes.

Llave del itinerario A M.—Engancha en un álabes de aguja (aguja 1) y dos álabes de señal (vías A y M).

Llave del itinerario A N.—Engancha en dos álabes de aguja (agujas 1 y 2) orientados inversamente y en dos álabes de señal (vías A y N).

Llave del itinerario A O.—Engancha en dos álabes de aguja orientados a la derecha (agujas 1 y 2 a la derecha) y en dos álabes de señal (vías A y O).

Observación.—Los álabes de aguja y de señal son esencialmente distintos en su forma y en su modo de accionar las placas. Un álabes de aguja sólo puede accionar su placa en un sentido, sea que el giro de la llave se verifique a la izquierda o a la derecha, es decir, bien se trate de formar un itinerario A N o su inverso N A; basta considerar que la posición de la aguja que acciona es la misma en ambos casos. Refiriéndonos a la formación del itinerario N A, este sentido es hacia la derecha para el álabes de la placa aguja 1 (aguja 1 a la derecha), y hacia la izquierda para el álabes de la placa aguja 2 (aguja 2 hacia la izquierda).

La forma de estos álabes de aguja es tal, que provoca desde poco después de iniciado su giro, el desplazamiento total de su placa y conector correspondiente en el sentido accionado.

Un álabes de señal se presenta simétrico y es susceptible de mover la placa de señal en que está encajado, en uno u otro sentido, según se forme un itinerario, o su inverso; así debe ser, pues, la señal que acciona, debe permanecer cerrada en un caso y abierta en otro.

Respecto a su forma, puede verse que presenta un primer retallo concéntrico, lo que produce el efecto de no iniciarse el movimiento de su placa hasta unos 20° después del comienzo de su giro.

Conectores.—Son desplazados hacia la derecha o hacia la izquierda por la placa que los gobierna, sean de aguja o de señal, estableciendo en cada caso la comunicación adecuada. Los 5 y 12 son de aguja y los cuatro restantes de señal.

Canalización de los conectores.—La canalización de los conectores (agua a presión constante de 12 atmósferas) suministra una derivación a cada conector de señal o de aguja. Está indicada en la figura con trazo continuo grueso.

Canalización de comprobación.—La *canalización de comprobación* (agua a presión) liga los conectores de señales, pasando antes a través de los *comprobadores* de agujas emplazados en el terreno, estando organizada de forma que si una tubería de comprobación liga los dos conectores de las

señales extremas de un itinerario, ha de recorrer en su trayecto todas las agujas que lo formen en sentido contrario al del itinerario formado, presentando a este efecto todas las bifurcaciones necesarias.

En este caso que nos ocupa, la tubería de comprobación que parte del conector 4 se deriva en 15 y 18: se presenta ante los comprobadores 16, 17, 19 y 20 y termina en los conectores de las señales *M*, *N* y *O*.

Esta canalización está marcada con trazo fino interrumpido.

Canalización de transmisión (de agua a presión).—Liga cada conector de aguja o señal con su motor.

Tratándose de una señal, esta tubería es sencilla, o sea formada de un sólo ramal.

Para los motores de agujas la tubería es doble, circulando el agua a

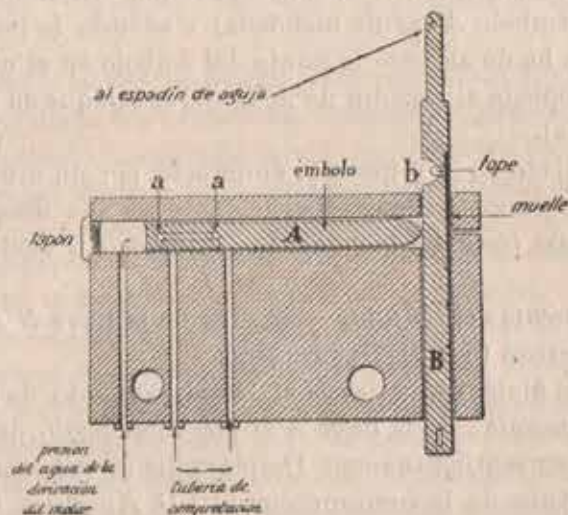


Fig. 9.—Esquema de un comprobador de agujas.

presión por uno u otro ramal, según se accione la aguja en uno u otro sentido.

Las tuberías de transmisión en la proximidad de los motores suministran una derivación a los comprobadores de agujas, cuyo objeto se verá.

Está indicada con trazo fino continuo.

Canalización de la energía del motor (aire a presión constante).—Suministra este fluido a cada uno de los motores de agujas o señales, para producir el efecto motor en relación con la apertura que la canalización de transmisión determine.

Se encuentra en la figura señalada con trazo grueso interrumpido,

Comprobadores de agujas.—Están ligados a los espadines de las agujas y tienen por objeto interrumpir o dejar paso franco al agua que circula por la tubería de comprobación, según lo exija la organización del conjunto.

En el caso que estudiamos para que el agua circule por el comprobador 16, es necesario que contribuya a la apertura del comprobador, no sólo la circunstancia de que los espadines de la aguja estén aplicados en su correcta posición (haciendo la aguja a la derecha), sino que es también indispensable que el mando de agua en la tubería de transmisión del motor 11, venga por el ramal *D* y se deje sentir en 16; es decir, que la aguja 1 esté *mandada a la derecha*.

Estas circunstancias se hacen patentes en el esquema (fig. 9).

El agua circulará por *aa* cuando la presión se establezca en la cara izquierda del émbolo *A* (aguja mandada) y además lo permita la muesca *b*, en la que ha de alojarse la punta del émbolo en el momento en que la barra *B*, acoplada al espadín de la aguja, se coloque en posición debida (aguja aplicada).

El tope alojado en la muesca *b*, empujado por un muelle, desaloja el émbolo de su posición forzada en el instante en que desaparezca la presión en su cabeza (cese del mando). Los orificios *aa* vuelven entonces a obturarse.

Funcionamiento del conjunto.—El giro de la llave *NA*, hasta quedar en posición vertical (fig. 8), trae consigo:

1.º Giro del álabe 1 a la derecha. Desplazamiento de la placa 7. Enclavamiento mecánico de la llave *AM* por intermedio del álabe *O*, que está orientado en sentido inverso. Desplazamiento del conector 5 hacia la derecha. Apertura de la comunicación 10 *D*. Apertura de 11 *D* en el motor de agujas. Accionamiento de la aguja 1 a la derecha, por intermedio de la tubería de aire comprimido que acciona el motor. Desagüe de la tubería *I* en el conector 5. Apertura del comprobador 16.

2.º Giro del álabe 8. Desplazamiento de la placa 8 a la izquierda. Enclavamiento mecánico de la llave *AO*, por intermedio del álabe 2', que está orientado en sentido inverso. Desplazamiento del conector 12 hacia la izquierda. Apertura de 13 *I* en el motor. Acción de la aguja 2 a la izquierda. Apertura del comprobador 20 (con la concurrencia de la derivación 13 *I*).

De estas maniobras podemos deducir la regla siguiente: *Al mover una aguja en la formación de un itinerario, quedan enclavadas por intermedio de su placa las llaves correspondientes a los itinerarios que para formarse necesiten invertir esa aguja.*

3.º Giro del álabe 3 a la derecha. En los primeros 20º de este giro

la placa 6 permanece inmóvil. Transcurrida esta primera fase, y continuando el giro del álabe 3, la placa 6 se desplaza hacia la derecha, empujada por el saliente del álabe. Enclavamiento mecánico por la misma placa 6 de los álabes extremos enganchados en las llaves de los itinerarios *A M* y *A O*. Desplazamiento del conector 4 a la derecha. Apertura de la comunicación *P 14* (véase la figura 7). Circulación por la tubería de comprobación 14, 15, 16, 18, 20 y 21. La tubería de transmisión de la señal *A* sigue en comunicación con el desagüe en *S 4*, y el motor de esta señal no recibe energía; la señal *A*, por lo tanto, permanece cerrada, como debe ocurrir para permitir la circulación *N A*.

4.º La placa de la vía o señal *M* no es accionada. La tubería de mando de su señal (no representada en la figura) continúa como antes de iniciado el giro y la señal *M* permanece cerrada. El comprobador 17 queda interrumpido en 17 y su tubería continúa en desagüe en el conector de la señal *M*.

Idéntico efecto se produce en la placa y señal de la vía *O*.

5.º Giro del álabe 9 a la derecha. Después de girados 20º, se produce el desplazamiento de la placa de la vía *N*. Apertura de la comunicación 21 *S*. Apertura en 22 de la tubería de aire comprimido al motor de señal. Apertura de la señal *N*.

Una vez efectivamente abierta esta señal, un contacto eléctrico (no representado en la figura) provoca el giro de un visor en el cuadro del combinador, indicando al operador la terminación de la maniobra.

De la explicación de estas maniobras se deduce: las llaves de los itinerarios *A M* y *A O* que tienen la señal *A* común con el *N A*, han quedado nuevamente enclavadas por intermedio de los álabes de señal.

Para que la anergia obre en el motor de la señal *N* ha sido necesario que la señal *A* permaneciese cerrada y que las agujas que han intervenido en la formación del itinerario hayan sido mandadas y aplicadas correctamente.

6.º Al deshacer el giro de la llave para volver a la posición neutra, si se detiene este giro unos 20º antes de completarlo, se consigue: desplazamiento a la izquierda de las placas de señal *N* y *A*. Cierre de la señal *N*. Permanencia de la señal *A* cerrada.

Los álabes 1 y 8 continúan enclavando los itinerarios *A M* y *A O*. El itinerario *N A* sigue formado.

7.º Al deshacer el giro completamente, los álabes 1 y 8 dejan libres las placas 7 y 8, sin desplazarlas, quedando el itinerario *N A* formado, pero en libertad de movimiento las llaves *A M* y *A O*.

8.º Si la llave *A N* hubiera sido girada en un principio desde su posición neutra hasta quedar horizontal, es fácil seguir en la figura que se

hubiera formado el itinerario *A N* inverso del precedente: aguja 1 a la derecha; aguja 2 a la izquierda; señal *N* cerrada. Apertura de la señal *A* después del paso de la comprobación en el sentido *N A*.

RESUMEN DE LA MANIOBRA.—*Medio giro de una llave* (20° a partir de posición neutra).—Hace el itinerario, enclava los incompatibles y no abre la señal.

Giro completo de una llave (45° a partir de posición neutra).—Hace el itinerario, enclava los incompatibles, abre la señal y comprueba itinerario y señal.

Medio giro inverso (partiendo de un itinerario hecho).—El itinerario continúa hecho, los incompatibles continúan enclavados y la señal se cierra.

Giro inverso completo.—Señal cerrada, los incompatibles quedan desenclavados y las agujas quedan en su última posición.

En la práctica se percibe distintamente el momento en que termina el medio giro por ser necesario un pequeño esfuerzo adicional para completarlo.

III.—Aplicación a un itinerario de la estación del Príncipe Pío.

Ampliando estas ideas, se comprenderá fácilmente el mecanismo aplicado al enclavamiento de la estación del Norte.

Formado el itinerario *I O*, como se indica en la figura 2, se siguen con facilidad las posiciones de las agujas en este trayecto.

La señal *I* debe abrirse.

La placa del combinador afecta a la aguja 2 (fig. 5), queda desplazada hacia la izquierda en la formación de este itinerario, por el giro de la llave *I O*. Quedan enclavadas por intermedio de sus álabes las llaves de los itinerarios; que los tienen orientados hacia la derecha, o sea las de aquellos itinerarios que necesiten invertir esta aguja. Estos itinerarios están enumerados en la figura.

Ahora bien: todo itinerario que sea incompatible con *I O*, tendrá una o varias agujas comunes con él (considerando también como tales agujas comunes las que sean conjugadas con alguna de *I O*).

Una de ellas, al menos, ha de presentarse invertida con respecto a las de *I O*, pues de otro modo coincidirán ambos itinerarios. Consecuentemente a la regla dictada en la exposición teórica, dicho itinerario, incompatible con *I O*, quedará enclavado tantas veces cuantas sean las agujas comunes que necesite invertir.

Si además posee alguna señal común con I O la placa de esta señal, enclavará también la llave del incompatible.

Sea por ejemplo el itinerario IV M, no enumerado en la figura 5 (por no contener a la aguja 2) (fig. 2), y que es incompatible con I O, por cruzarlo en las agujas 10 y 11.

La aguja 11 está hecha a la derecha con el itinerario I O y necesita accionarse a la izquierda para formar el IV M.

Al mover a la derecha la aguja 11, y por consecuencia su placa, queda inmovilizado el álabe encajado en la llave IV M, y este itinerario se enclava.

Este enclavamiento trae consigo el que no pueda abrirse la señal de entrada 7, y el paso por IV M queda prohibido.

El resto del funcionamiento del sistema no es más que repetición de las ideas y mecanismos expuestos.

Es conveniente observar que el operador sólo posee una palanca para maniobrar las llaves. Así se evita el que trate de simultanear dos operaciones incompatibles.

Manejo individual de las agujas y señales.—En la parte superior de cada placa del combinador hay adosada una palanca, con la cual puede manejarse la placa (fig. 5), arrastrando en el movimiento su aguja o señal sin utilizar las llaves del combinador.

De este modo no se aprovechan los enclavamientos que proporciona el combinador por intermedio de las llaves; todas las placas quedan en libertad de movimiento mientras no se accione ninguna llave.

Las maniobras que se efectúen para formar itinerarios completos, mediante el manejo de las palancas individuales, quedan protegidas desde el momento en que subsiste la comprobación sobre el terreno; y el itinerario estará bien formado si la señal de entrada se abre.

En este orden de ideas, si se trata de componer un itinerario incompatible con el ya formado, algunas de sus placas habrá de quedar afectada; el circuito de comprobación se cortará en el aparato que se ha invertido, y se cerrará la señal del primero formado.

Se ha perdido el enclavamiento mecánico; pero la confronta sobre el terreno subsiste.

Una varilla pasa-topes permite fijar las placas a voluntad.

Resumen de las propiedades del sistema.—1.º Con una sola llave y a un tiempo se accionan las agujas y señales de un itinerario completo.

El operador sólo necesita vigilar las vías y trenes.
2.º Sin girar a fondo la llave de un itinerario no se abre su señal, pero el itinerario queda formado. En su consecuencia, pueden hacerse maniobras interiores protegidas por las señales.

3.º El espacio que ocupa el combinador es mínimo y grande la comodidad del encargado de su manejo, que puede ser un sólo operario.

4.º Existe una comprobación permanente del manejo de las agujas; en primer lugar, la señal que da entrada a un itinerario no se abre si todas sus agujas no están en su debida posición y además bien aplicadas; en segundo lugar, si una aguja se desplaza por una circunstancia fortuita, se cierra la señal de entrada por quedar cortado su circuito de alimentación en el comprobador de la aguja afectada.

5.º Las agujas no tienen posición normal; si se deshace un itinerario antes de que el tren que lo recorre haya salido de señales, no se mueven las agujas mientras no se manibre alguna llave que las interese.

6.º Facilidad de maniobra individual de los aparatos en caso de reparación o entorpecimiento de un trozo de vía; puede buscarse un rodeo no previsto en los itinerarios usuales.

IV.—Distribución de la energía.

La energía empleada es agua a presión hasta de 12 kilogramos para los mandos (*biela líquida*) y aire comprimido de 4 a 7 kilogramos, para accionar los motores.

El agua suele mezclarse con glicerina del 15 al 30 por 100 en tiempo frío, para evitar su helamiento.

En la descripción que vamos a hacer se observará que todos los aparatos están duplicados, incluso el electro-motor y compresor de aire, en previsión de averías.

En la caseta de motores colocada donde señala el croquis general, se obtiene la compresión del aire y su regulación. El aire comprimido, además de su misión principal, tiene la de dar presión al agua de la canalización.

Estos aparatos están emplazados en la caseta de motores. Desde la caseta de enclavamientos se vigilan las presiones del aire y del agua, por medio de comunicaciones adecuadas.

Aire comprimido (figs. 10 y 11).—Un electro-motor 1, arrancable a voluntad o automáticamente, acciona el compresor de aire 2.

Los depósitos 3, 3, provistos de purgas, almacenan el aire comprimido y lo envían a un pequeño depósito auxiliar 5.

Dos distensores 4, 4, regulan la presión del aire en el depósito 5, y, por lo tanto, en la tubería 10, que parte de él y que comunica directamente (sin pasar por la caseta de enclavamientos) con los motores de agujas y de señales.

Cada distensor está provisto en su parte inferior de un volante para

su regulación a voluntad. Posee en su interior una membrana de caucho, oprimida por un resorte regulable, por la acción del volante. La membrana sufre en su parte superior la presión del aire de los depósitos (7 kilos, por ejemplo), y en su parte inferior está sometida a la presión del aire de la canalización. Cuando esta presión baje a causa de las maniobras

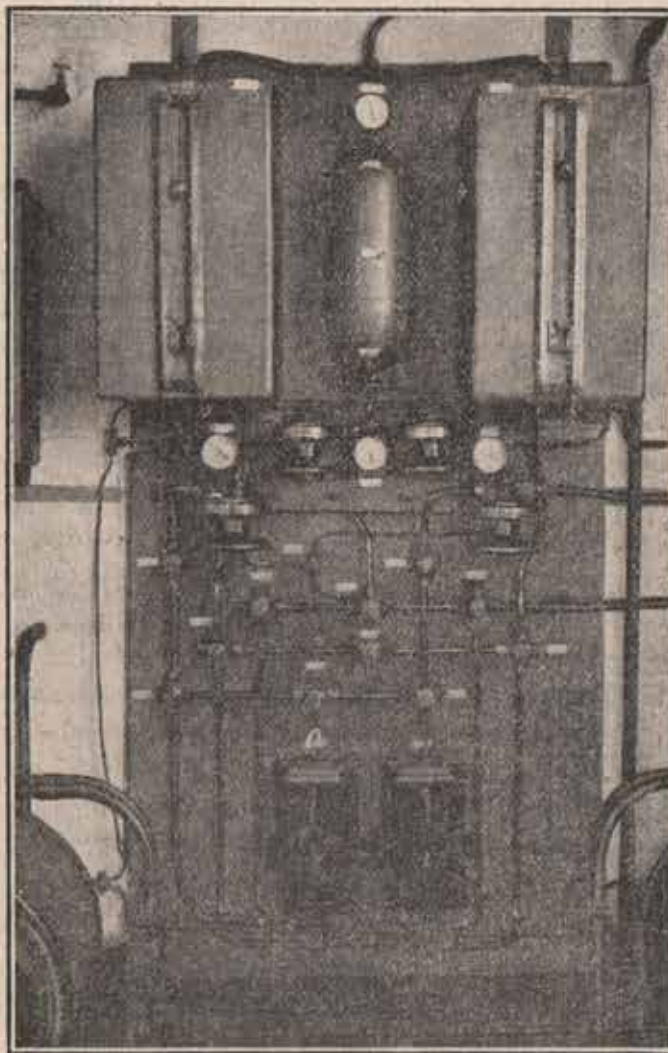


Fig. 10.—Vista del cuadro distribuidor de energía en la caseta de motores.

de los motores, más allá del timbre fijado, el desplazamiento de la membrana de caucho restablece la presión en la cañería.

La presión de los depósitos β desciende gradualmente, y puede llegar a ser insuficiente, para elevar la de la cañería. En este caso, un manómetro automático situado en el cuadro eléctrico hace arrancar el electro-

motor y se levanta la presión en los depósitos superiores. El mismo manómetro automático interrumpe la marcha del motor eléctrico cuando se restablezca la presión máxima.

Si no obedeciera la puesta en marcha del motor eléctrico al mando

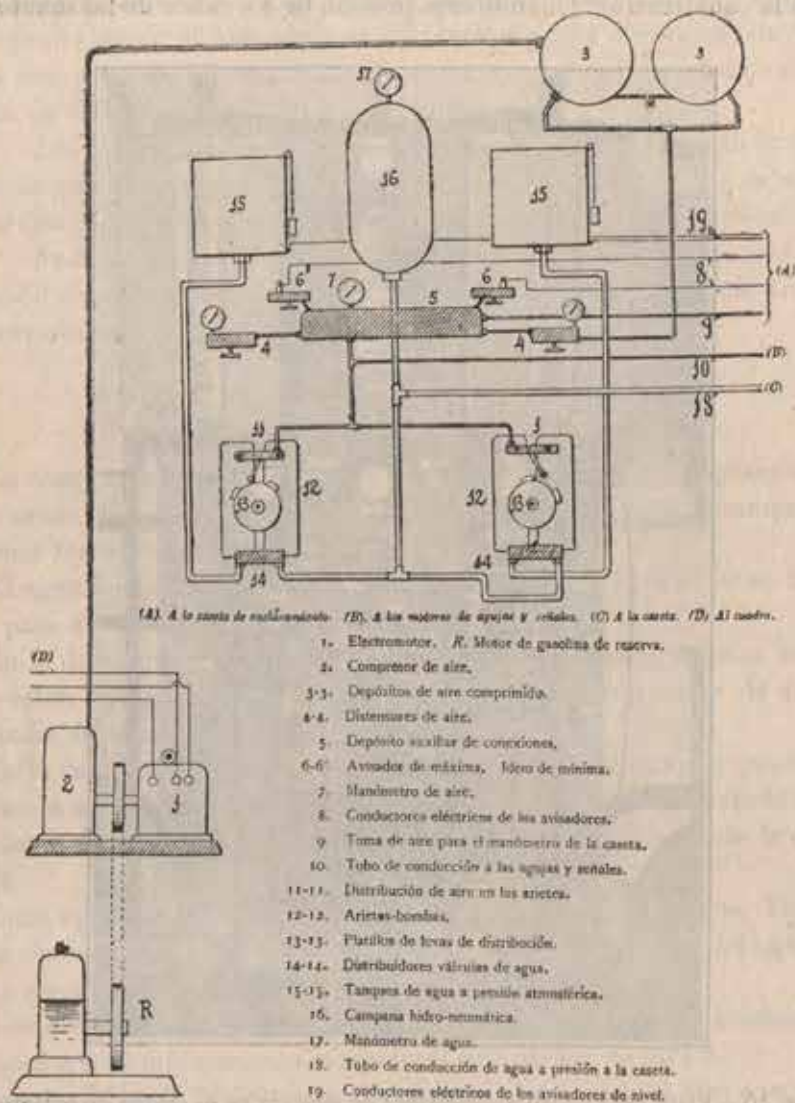


Fig. 11. — Esquema de distribución de energía.

del manómetro automático, entran en funciones los avisadores de presión mínima 6' y de presión máxima 6, basados en la presión que sufre una membrana de caucho.

El avisador 6' de mínima, al adquirir su límite, envía una corriente

de baja tensión a la caseta de enclavamientos, donde la acción de un timbre llama la atención del operador. Este puede hacer arrancar el electro-motor con el auxilio de un circuito especial. Más tarde el sonido del timbre conectado al avisador de máxima 6 le indica que debe proceder a la parada del motor (fig. 14).

El motor de gasolina *B* puede accionar el compresor en caso de avería del electro-motor.

Se consigue con estas disposiciones que se encuentre asegurada la presión constante que debe reinar en la canalización de los motores, presión que, aun siendo de 7 kilogramos en los depósitos, puede regularse en la canalización a un timbre menor, por la acción de los distensores descritos.

Agua a presión.—Dos tanques 15, 15, almacenan el agua a la presión atmosférica.

Los avisadores eléctricos de nivel, adosados a ellos, comunican con la caseta de enclavamientos. De este modo se suministra el agua a los *arietes bombas* 12, 12.

Del funcionamiento de los arietes da idea la descripción siguiente: dos cilindros 12 poseen en su interior émbolos conjugados. Cada émbolo recibe en su parte superior, por intermedio de un distribuidor, la presión del aire de la canalización (6 kilos, por ejemplo) y produce en su cara inferior la compresión del agua. Esta compresión se elevará a 12 kilos, si la relación de la superficie de ambas caras es la conveniente.

El ariete permanece en equilibrio mientras las presiones del aire y del agua no varien de la relación señalada, suponiendo establecido el régimen en las cañerías. Pero al descender la presión del agua en su canalización por los escapes que traen consigo las maniobras, uno de los émbolos del ariete, el que tenga abierta sus admisiones, descenderá y elevará la presión del agua. En su descenso hace girar un platillo 13 por intermedio de una cremallera, y al alcanzar su punto muerto inferior, el mango del distribuidor 11, empujado por uno de los dientes del platillo, abre la admisión de aire del cilindro conjugado, el cual actúa en su descenso de compresor, mientras el primero asciende inactivo, gracias al mismo distribuidor. De este modo, y mientras no se establezca la presión de régimen en el agua, funcionará el ariete, comunicando a su platillo distribuidor un movimiento de vaivén.

En las necesidades ordinarias del servicio, el ariete funcionará automáticamente con intermitencias.

La tubería 18 conduce el agua a presión a la caseta de enclavamientos.

La campana 16 protege la canalización de los golpes de ariete.

Arrancada automática del electro-motor.—El motor eléctrico debe ponerse en marcha automáticamente, cuando falta presión en los depósitos de aire.

A este efecto existe en el centro del cuadro de maniobras eléctricas

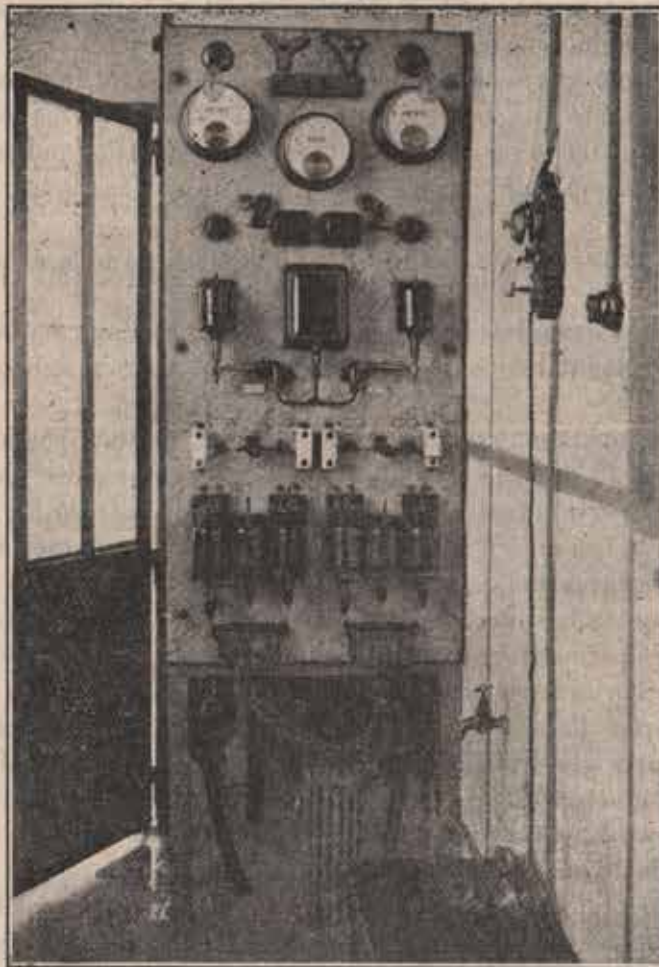


Fig. 12.—Vista del cuadro eléctrico en la caseta de motores.

(figuras 12 y 13) un manómetro que señala la presión del aire de los depósitos.

La palanca del manómetro posee dos contactos, que respectivamente son alcanzados cuando la presión desciende a un mínimo o alcanza su máximo.

En el primer caso, al llegar a marcar 4 kilos, el contacto de mínima cierra el circuito de la puesta en marcha del electro-motor.

En el momento de verificarse esta arrancada, hay que tener en cuenta: 1.º, que el circuito del inducido tiene intercaladas en serie las resistencias de arranque; 2.º, que se ha de abrir el decompresor de aire para facilitar la puesta en marcha.

Una vez en marcha el electro-motor, y establecida la corriente de régimen, los electro-imanés, colocados en la parte inferior del cuadro, producen simultáneamente dos efectos: 1.º, suprimir la resistencia de arranque; 2.º, abrir al principio y después cerrar el decompresor: el motor girará a su régimen y la compresión de aire será la normal.

Al alcanzar la presión en los depósitos el valor máximo admitido (7 kilos), se producen los fenómenos inversos; a saber: el manómetro automático establece el contacto de máxima, se interrumpe la corriente de alimentación del motor y seguidamente los electro-imanés causan la introducción de resistencias en el circuito.

El mecanismo vuelve a encontrarse en disposición de marcha automática si la presión desciende al mínimo admitido.

El detalle de estas operaciones puede seguirse en las figuras 13 y 13 bis. Ambas se completan con la siguiente leyenda:

1. Pararrayos.
2. Interruptor del alumbrado y del voltímetro.
3. Voltímetro.
4. Interruptor instalado en la caseta de enclavamientos.
5. Interruptor de arrancada a voluntad en la caseta de motores.
6. Resistencia de arranque dispuesta para ser corto-circuitada progresivamente.
- 7 y 8. Carretes para el corto-circuito de la resistencia 6.
9. Electro-imán que acciona el decompresor del grupo compresor de aire. El decompresor se abre al establecerse la corriente de arrancada y se cierra al quedar la resistencia de arranque en circuito corto.
10. Electro-motor en derivación de 7 HP. 240 voltios, acoplado al compresor de aire.
11. Interruptor para la libre acción del arranque automático. El conjunto de 5 y 11 forma un interruptor inversor (40 amperios).
12. Carrete con resistencia derivada cuyo núcleo cierra los circuitos para el arranque automático del motor. El inducido recibe la corriente a través de 13 y de la resistencia 6, interviniendo también los carretes 7, 8 y 9 en el arranque.
15. Contactos de máxima y mínima del manómetro automático.

16. Carrete accionado por el contacto de mínima. Efectúa por 18 y 14 el cierre del circuito del carrete 12.

17. Carrete de máxima. Su acción rompe el circuito establecido por 16 y deja a este electro-imán en disposición de volver a funcionar, si la presión desciende al mínimo.

El conjunto de los electros 16 y 17 forma un relevador de va y ven.

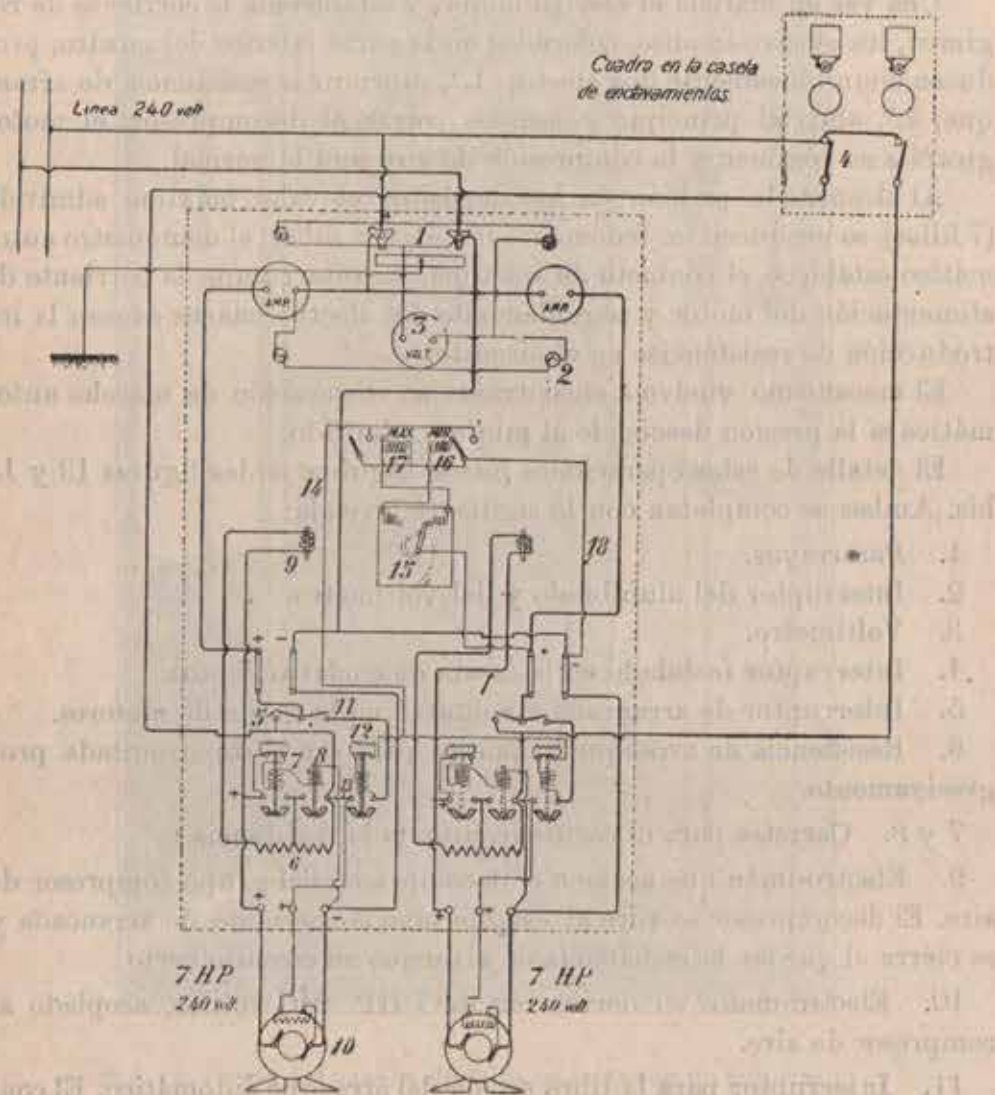


Fig. 13.—Disposición del cuadro eléctrico en la caseta de motores.

Observación.—La maniobra de parada del motor puede efectuarse:

- Por la apertura del interruptor 4 en la caseta de enclavamiento.
- Por la apertura a voluntad de 5 en el cuadro eléctrico.
- Por la apertura automática de 12 al marcar el manómetro la pre-

sión máxima. Esta circunstancia sólo se produce si 11 está cerrado.

Cualquiera de estas maniobras puede cortar la corriente en los inductores e inducido del electro-motor; desmanta los núcleos 7 y 8, con lo cual la resistencia 6 queda en serie con el inducido, como en un principio.

Arrancada a voluntad del electro-motor.—El circuito de alimentación del motor eléctrico puede accionarse a voluntad desde la caseta de enclavamientos con un interruptor que desempeña el papel que tiene asignado el manómetro automático (fig. 14).

La oportunidad del empleo de esta maniobra quedó apuntada más arriba.

Observación.—Se colige de lo descrito que el proceso de las maniobras

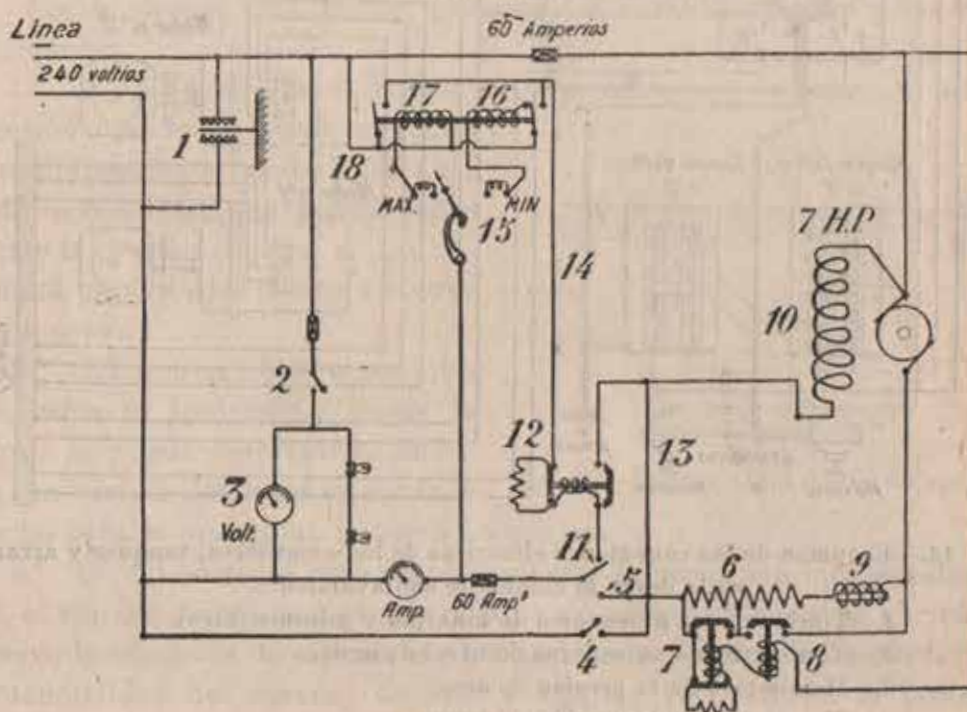


Fig. 13 (bis).—Esquema de la figura 13.

de alimentación de las canalizaciones no exige la presencia de personal en la caseta de motores, salvo los cuidados concernientes al entretenimiento de los aparatos.

Únicamente exigiría esta presencia el caso extremo de utilizar el motor de gasolina en sustitución de la energía eléctrica.

Motores de agujas.—La figura 15 muestra el esquema de un motor de agujas, y la figura 16 su emplazamiento en el terreno.

Como hemos apuntado anteriormente, este motor está accionado por el aire comprimido y mandado por el agua a presión.

A este efecto, su envuelta forma depósito de aire alimentado por la tubería que arranca de los aparatos de distribución descritos en la caseta de motores (señalada en la figura 9 con el núm. 10).

El mando de agua lanzado desde la cabina en la forma explicada en el esquema (fig. 7), produce la apertura de la admisión de aire, bien a la derecha o bien a la izquierda del cilindro, según venga el mando de agua

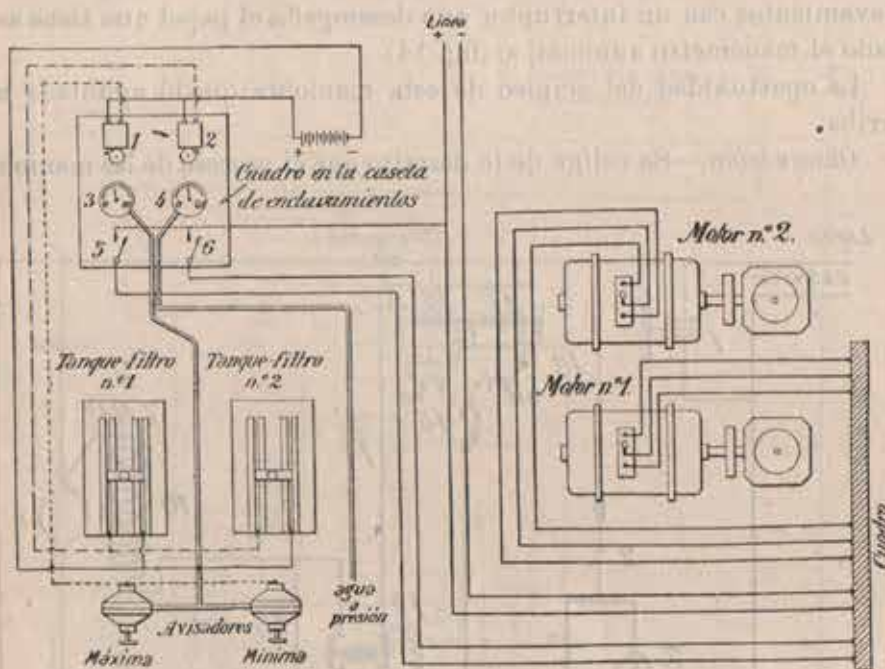


Fig. 14.—Esquema de las conexiones eléctricas de los avisadores, tanques y arrancada desde la cabina de enclavamiento.

- 1.—Timbre de los avisadores de máxima y mínima (aire).
- 2.—Timbre de los avisadores de nivel de agua.
- 3.—Manómetro de la presión de aire.
- 4.—Manómetro de la presión de agua.
- 5.—Interruptor de arrancada del motor número 1.
- 6.—Interruptor de arrancada del motor número 2.

por la tubería de la derecha o de la izquierda. Se producen seguidamente el desplazamiento del émbolo en uno u otro sentido y, por intermedio de la canal y barra *B* de la figura 15, el movimiento de la aguja a uno u otro lado en el recorrido *a*.

Si con antelación se encontrara el sistema en la posición apetecida, a causa de una maniobra anterior, no se produce ningún desplazamiento, pero se conserva el mando en un estado potencial.

Ocurre preguntar, ¿qué ventaja trae el empleo de aire comprimido

almacenado en la envuelta del mismo cilindro y por qué no emplear también agua a presión para su funcionamiento?

En primer lugar, el agua a presión, gracias a su poca compresibilidad, se presta bien a los mandos, los cuales transmite instantáneamente. Por esta razón, suele denominarse *biela líquida* a la transmisión de fuerza que hace sentir.

Por otra parte, el aire comprimido empleado para la acción del motor por desplazamiento de su émbolo, evita los golpes de ariete, sedimentaciones y otros efectos perjudiciales que el uso del agua traerían consigo.

Por último, el almacenar el aire comprimido a pocos centímetros del émbolo, evita la lentitud que pudiera originarse por el transporte de dicho fluido a distancia en el momento en que va a utilizarse.

Por lo demás, este motor presenta las particularidades y ventajas siguientes:

1.^a A fin de carrera, el émbolo empuja un tope y da escape al aire a presión que lo desplazó, cerrando simultáneamente la admisión. Con esto se consigue que pueda reponerse la presión de aire en su envuelta para quedar presto a volver a funcionar.

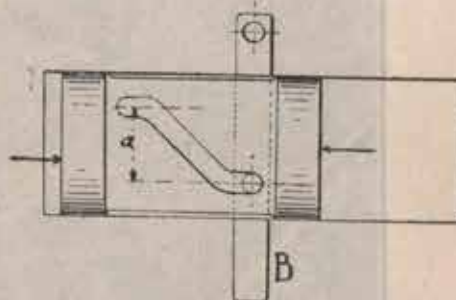


Fig. 15.—Esquema del motor de aguja.

2.^a Es irreversible, o sea que un esfuerzo transmitido desde la aguja no puede desplazar el émbolo, en virtud del trazado acodado de las canales que guían la barra de agujas.

3.^a Si, no obstante, este desplazamiento se produjera incidentalmente, el émbolo dejará de oprimir el tope de escape, además se abrirá de nuevo la admisión de aire en la cara accionada y, haciéndose efectiva la potencialidad del mando, émbolo y agujas, recuperarán la posición mandada.

Motor de señal.—En analogía con el motor de agujas, el motor para señales recibe el mando de agua a presión y produce la admisión de aire entre la base superior de un cilindro y su envuelta. Esta envuelta se eleva, haciendo girar mediante una canal helicoidal el vástago de la señal, la cual se abre (fig. 17).

Un esfuerzo que tenga su origen en la misma señal (por ejemplo, la acción del viento) no puede hacerla girar por la irreversibilidad del mecanismo. Pero una fuga en las cañerías o avería en las canalizaciones producen el mismo efecto que el mando para su cierre, y cayendo la envuelta por su peso, cierra la señal.

Contacto de comprobación de señal.— Es un sencillo contacto eléctrico que, al abrirse la señal, cierra un circuito de baja tensión. Este circuito,



Fig. 16.--Vista de la caseta de enclavamiento.—En la parte inferior un motor de aguja y un comprobador *C*.

conectado al electro-imán del visor de la señal en el cuadro del combinador, da testimonio de su apertura o cierre (1).

OTROS SISTEMAS PERFECCIONADOS

Se encuentra actualmente en estudio en la estación del Príncipe Pío

(1) Para el detalle del manejo y conservación de los aparatos descritos pueden consultarse las instrucciones impresas que la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España tiene dictadas a los empleados encargados de este especial servicio.

ligar el gobierno de las agujas fuera de señales (en el presente maniobradas a mano) con el conjunto enclavado arriba descrito.

El sistema por el cual se optó, aún no instalado definitivamente, fué el «Bleynie y Duoussó», a base de palancas de itinerarios, con enclavamientos y comprobaciones adecuadas, utilizando la energía eléctrica para mandos y motores (1). Este sistema, análogo en sus efectos al «M. D. M.» y anterior a él, se halla empleado en la actualidad en las estaciones de Pueblo-Nuevo (Barcelona) y Burdeos-San Juan (año 1903).

El sistema «Descubes» (2), aplicado en las estaciones de Nancy (1909) y Charleville (1913), presenta un aparato central más sencillo que «M. D. M.». Descubes se basa en la maniobra de palancas que accionan las señales de entrada y salida del conjunto sometido a enclavamiento. Para formar un itinerario basta accionar las dos palancas de las señales que le limitan, en el sentido requerido. El cuadro central, por consiguiente, presenta para maniobra un número de palancas igual a la suma del número de señales de entrada y salida.

En el sistema «M. D. M.», este número de palancas es igual al número de itinerarios, o sea al producto del número de señales de entrada por el de señales de salida.

Se concibe que en una estación que posea gran número de señales sea ventajoso el empleo del sistema «Descubes». Así, si el número total de señales fuera 70, de las cuales 40 de entrada y 30 de salida, el sistema «M. D. M.» exigiría un combinador central de $40 \times 30 = 1.200$ llaves; el sistema «Descubes» montaría sólo $40 + 30 = 70$ palancas de maniobras.

JOSÉ MARÍA DE PAÚL.

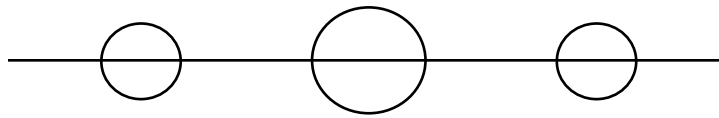


Fig. 17.—Motor de señal.—Esquema.

(1) *Ingeniería*, año 1905. «Nuevos enclavamientos en la estación de Madrid Príncipe Pío». — *Gálvez Cañero*.

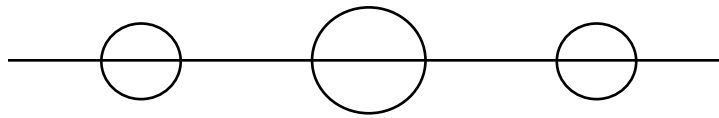
Revue Générale des Chemins de Fer, Octubre y Diciembre, 1903.

(2) *Revue Générale des Chemins de Fer*, Diciembre, 1913.



Información general y varios





EMILIO HERRERA LINARES, INGENIERO MILITAR, AEROSTERO, AVIADOR Y CIENTÍFICO

José Ignacio Mexia y Algar

Coronel de Ingenieros (R)¹



Emilio Herrera piloto de Aviación. (SHYCEA)

Emilio Herrera Linares fue piloto de globo libre, de dirigible y de aeroplano que llegó a ser uno de los más prestigiosos y destacados hombres y pionero de la Aviación Militar de España, gozando de gran prestigio nacional e internacional con una vida militar, científica y política jalonada de grandes hechos. Este año se cumple el 50 aniversario de su fallecimiento, fuera de su querida España. En Granada, Sevilla y Madrid se han celebrado homenajes en su nombre en este último otoño, y correrá más tinta, pero el Memorial del Arma de Ingenieros, que tantos artículos suyos publicó no ha querido estar ajeno a esta noticia. Esta es su vida.

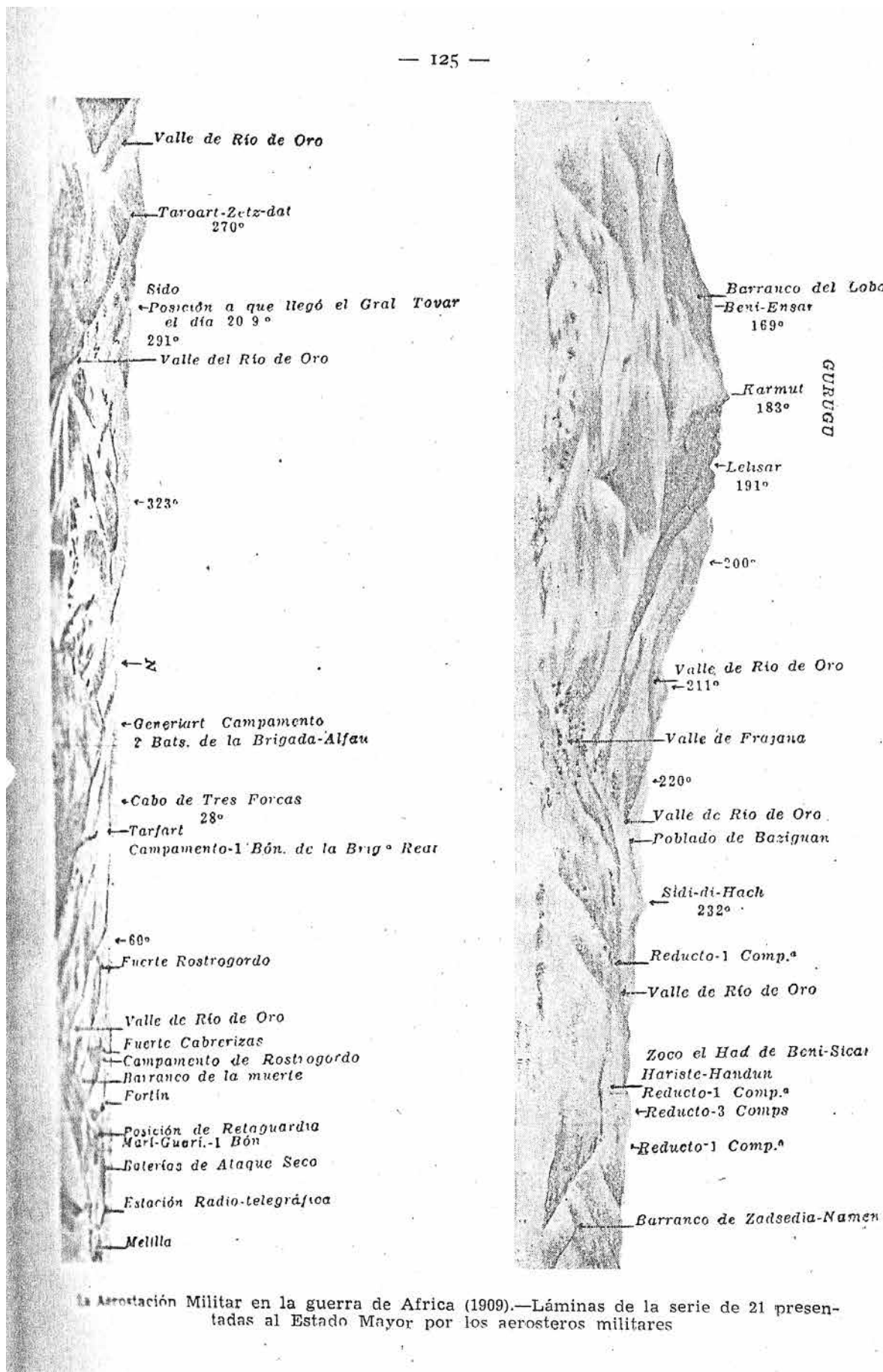
Herrera nace en Granada el 13 de febrero de 1879 en una típica casa andaluza y con familia de tradición militar. Su abuelo José Agustín de Herrera García y Gricelliz², general del Cuerpo de Ingenieros y mariscal de campo y su padre Emilio Herrera Ojeda³, coronel de Infantería, apasionado por la Ciencia y el Arte.

De pequeño ya le encantaba cacharrear con los instrumentos científicos traía su padre de París y con los que había montado un laboratorio en su propia casa y colaboraba con él en aquellas veladas de ilusionismo y linterna mágica que, sin duda, despertaron su interés por la Ciencia y por la Aeronáutica, ya que su progenitor llegó, incluso, a organizar ascensiones aerostáticas en las fiestas del Corpus de Granada en 1894. No nos puede extrañar que alcanzase su título de Bachiller con calificación de sobresaliente y como era un excelente dibujante, comenzó la carrera de Arquitectura, a fin de emular a su antecesor... Sin embargo, una discusión con su profesor de química y tal vez tocado en ese punto sensible que todos los militares tenemos, abrazó esta “honrada profesión”, e ingresó en la Academia de Ingenieros de Guadalajara, con solo cinco meses de preparación el 1 de julio de 1896 y recibiera los Reales Despachos de primer teniente el 21 de marzo de 1901. Pertenece a la 82 Promoción del Cuerpo de Ingenieros, y es el N.º 13 de la misma.

¹ Miembro de la Comisión Histórica del Arma de Ingenieros y de la Asociación Española de Militares Escritores.

² José Agustín de Herrera García y Gricelliz. Experto en fortificación permanente, dirigiendo obras en la Península y Melilla y siendo autor de libros sobre ese tema. (Fuente: El General Herrera. Emilio Atienza)

³ Estuvo destinado en el Regimiento de Ingenieros y participó en la extinción del incendio de la calle Limón de Madrid, del 8 de julio de 1851, distinguiéndose por su arrojo y valor en la evacuación de enfermos del Hospital de Venerables. (Fuente: El General Herrera. Emilio Atienza)



La Asociación Militar en la guerra de Africa (1909).—Láminas de la serie de 21 presentadas al Estado Mayor por los aerosteros militares

Una de las láminas dibujadas por Herrera. (Gomá)



Emilio Herrera, alumno en la Academia de Ingenieros (Emilo Atienza)

Su primer destino como teniente fue el 3º Regimiento de Zapadores Minadores de Sevilla, donde prestó servicio alternando con asistencia a las Escuelas Prácticas de Aerostación en Guadalajara, donde en 1903 obtiene el título de *Observador de globo* y en 1905 el de *Piloto de 1ª Categoría de globo libre*. Durante esos primeros años, el teniente Herrera alterna las ascensiones en globo con sus obligaciones en el Regimiento y en 1906 pasa destinado a la Compañía de Aerostación y Alumbrado de Campaña ascendiendo a capitán en 1907. Contrae matrimonio en 1909 con Irene Aguilera Cappa, su inseparable compañera y que hizo realidad aquello de que *detrás de un gran hombre hay siempre una gran mujer*.

La Aerostación hay que contemplarla bajo cuatro aspectos, como especialidad militar, experiencia científica y actividades deportivas y sociales. Como especialidad militar permitió llevar la observación a 600 m de altura, proporcionando al Mando una información en tiempo real del campo de batalla y complementar la escasa cartografía existente, así como la corrección del tiro de artillería. Como ayuda a la Ciencia de aquellos tiempos, permitió a los científicos hacer experimentos y mediciones despegados de la tierra y a diferentes cotas de altura. Comoquiera que los globos también existían en la sociedad civil, no había evento o celebración en Madrid y otras capitales en los que no interviniera un globo, en muchas ocasiones militar, así como, era una actividad deportiva, como lo prueba la asistencia a la Copa Gordon Benet o la participación de concursos organizados por el Real Aeroclub de España (RACE). En todas ellas vamos a encontrarnos a Emilio Herrera.

En 1909 acude a la campaña en Melilla junto con sus compañeros los tenientes Barrón y Ortiz-Echague como observadores a las órdenes del capitán Antonio Gordejuela Caustilla. Ya desde cadete despuntó en el arte del dibujo y de ello dan fe la precisión de los croquis y panorámicas realizados desde el globo Parseval, *Reina Victoria*, y que fueron decisivos para el Mando dada la escasez de cartografía fiable de la zona de operaciones.



Año VI - Número 15 - Verano 2004



Portada de Aero Gazeta con Emilio Herrera en Zeluan, 1914. (SHYCEA)

Desde 1906 a 1911 Emilio Herrera vivió una intensa vida de aerostero. Más de 70 ascensiones libres de carácter militar, deportivas o científicas lo demuestran. Prolijo sería detallar la labor desarrollada, por lo que, en razón de la brevedad, no se citarán más que las más sobresalientes. Cabe destacar, por su importancia, su participación en las observaciones del eclipse de sol realizadas con los globos esféricos *Marte* y *Júpiter* en Burgos en agosto de 1905 con la Comisión Científica Internacional. En estas ascensiones, de nuevo

Herrera demostró su habilidad en el dibujo en los croquis realizados desde la barquilla del globo de la corona solar durante el citado eclipse. También cabe citar en ese mismo año la ascensión con Esteban Terradas Illa y Sánchez Lorente de No para estudiar el movimiento oscilatorio del péndulo continuo a diferentes alturas.

En cuanto a las ascensiones deportivas, Herrera demostró su excelente preparación y espíritu deportivo en el *Gran Prix Aerostático* convocado por el Aeroclub de Francia en octubre de 1905 y en el que participó con Jesús Fernández Duro y su globo *Cierzo*. El gobierno francés les honró a ambos con el título de *Caballeros de la Legión de Honor*⁴. Con el *Real Aeroclub de España (RACE)* ganó el campeonato organizado en honor de la boda del Rey D. Alfonso XIII y en mayo 1908 concurrió con el globo "*Gerifalte*" al Certamen Aero-náutico de Barcelona, elevándose a 6000 m. de altura y estableciendo el record nacional de altura. En el año 1906 y en 1908, participó en la I y III *Copa Gordon Bennet*, en París y Berlin, pero sin pena ni gloria. Por cierto que al regreso del segundo concurso, el capitán Alfredo Kindelán y él pasaron por Le Mans para ver el aeroplano de los hermanos Wright.



Comandante Herrera, con uniforme de Aeronáutica, Rama Aviación 1926.

Entre tanto, el Gobierno había decidido la adquisición del dirigible *España* y el capitán Herrera formó parte de su tripulación para lo que obtuvo el título de *piloto de dirigible de 2ª categoría*. El fracaso de esta aeronave, facilitó la tarea a los capitanes Kindelán y Herrera de convencer al coronel Vives de la necesidad de incorporar aeroplanos a la Aeronáutica Militar. En estas gestiones tuvieron mucha importancia las opiniones de Herrera.

Por fin en 1910 tres aviones *Farman* llegan a la base de Cuatro Vientos. Junto con los capitanes Alfredo Kindelán Duany, Enrique Arrillaga López y los tenientes Eduardo Barrón y Ramos de Sotomayor y José Ortiz de Echagüe Puertas, realiza el en 1911 el primer curso de piloto militar figurando con el N.º 3 de la escala militar y antigüedad de 12 de agosto de 1911 y con el N.º 5 de la FAI⁵. Y ya como tal vuelve a Tetuán el día 5 de enero de 1914 para hacerse cargo

del mando del aeródromo y de la Escuadrilla que apoyaba a las tropas españolas en la campaña de Marruecos de 1913 hasta el mes de mayo que regresa a Madrid.

Cabe destacar el vuelo a bordo de un monoplano Nieuport, realizado el 7 de febrero de 1914, junto con el capitán José Ortiz de Echagüe, desde Tetuán a Sevilla, portando un mensaje del general Marina a S.M. el Rey, a la sazón en visita oficial a esta ciudad. Fue la primera vez que un avión español cruzaba el estrecho de Gibraltar y estos valientes oficiales de Ingenieros lo hicieron sobrevolando la colonia inglesa con una clara intención, reivindicar la pertenencia a España de este trozo de nuestra Patria mostrando su Bandera impresa en el timón de cola de su aeroplano sobre la Roca. Este vuelo pudo constatar la posibilidad de emplear la Aviación como medio de transmisión rápida de correo oficial. D. Alfonso XIII concedió el título de *Caballero Gentil-hombre de Cámara en Ejercicio* a ambos pilotos por esta proeza.

⁴ Cuando en un banquete explicaba a la Reina madre Dña María Cristina los detalles de su vuelo y el accidentado aterrizaje en los alrededores de Lindenau, Moravia, la ilustre dama le interrumpió y dijo...*ahí naci yo...* a lo que Herrera contestó, *Señora, yo también*. (Fuente: El general Herrera. Emilio Atienza)

⁵ Federación Aeronáutica Internacional.

En mayo de 1914, el coronel Vives a la vista de la situación en la zona del Protectorado decide situar un nuevo aeródromo en Zeluán con una escuadrilla de monoplanos Nieuport al mando del capitán Herrera, iniciándose de forma inmediata los vuelos de reconocimiento.

Por los méritos que concurrían en su persona fue ascendido al empleo de comandante en 1915, si bien en virtud del juramento de todos los oficiales de Ingenieros realizaban al salir de la Academia y del cumplimiento de su palabra, renunció al mismo⁶ y fue compensado con la Cruz de María Cristina⁷. Estos méritos eran bien conocidos tanto en España como en las naciones europeas que en esos años se desangraban en la I GM, por lo que fue Herrera el oficial elegido para visitar en septiembre de 1916 el frente del Somme invitado por el Gobierno británico. Además este capitán hablaba francés, inglés, italiano y esperanto. A su regreso emitió un informe en el cual intuyó el futuro de la Aviación militar en el que exponía que debería tener un escalafón propio y que cuando su desarrollo fuera lo suficientemente grande, la Aviación se integraría en los Ejército de Tierra, Mar y Aire. Y esto fue lo que ocurrió en 1926, 1917 y 1939 respectivamente. En el mes de mayo es enviado a Estados Unidos para comprar aparatos Curtis-Jenny y montar en España la primera escuela de pilotos de hidroaviones, que se ubica en Los Alcázares (Murcia)⁸.



Los cinco primeros pilotos militares con su instructor a bordo de un aeroplano Farman, 1910. (SHYCEA)

Herrera conocía las posibilidades de los vuelos trasatlánticos en dirigible por lo que colaboró con el Dr. Eckener para establecer una línea, La Coruña-New York, mediante la fundación de la Compañía Transaérea Colón, si bien nunca llegó a ser realidad. Sin embargo, en 1928 este proyecto fue asumido por Alemania, que comprendió la exactitud de los estudios de Herrera iniciándose una serie de vuelos en los dirigibles “Zeppelin” y en los que llega a realizar varios vuelos entre París-New York y Sevilla-Buenos Aires en 1929 y 1930.

Desde la creación de la Aeronáutica Militar, Herrera, se integró plenamente en la Rama de Aviación, ya que la vida de los dirigibles en ella fue efímera. El coronel Rodríguez Mourelo, Director de la Aeronáutica Militar en 1918, encargó al ya comandante Herrera, ascendido

⁶ Su renuncia supuso la pérdida de la Jefatura del Servicio de Aviación, que paso a ser de un Jefe de otro Cuerpo, a pesar de la presiones de otros compañeros y del Comandante General del Cuerpo de Ingenieros de la 3ª RM.

⁷ Cuando asciende por su escalafón en 1917, tuvo que devolver esta condecoración.

⁸ A finales de 1914, el Ministerio de la Guerra encarga al coronel de ingenieros, Pedro Vives buscar el lugar más adecuado para el establecimiento de una base de hidroaviones, eligiendo como emplazamiento más apropiado Los Alcázares. En septiembre de 1915, llegan los primeros seis hidroaviones Curtiss JN-2. El 12 de diciembre de 1915, el teniente de caballería Roberto White Santiago realiza el primer vuelo de un hidroavión militar español.

en 1917, el diseño y construcción de un *Laboratorio Aerodinámico* en la base de Cuatro Vientos dotado de un Túnel Aerodinámico⁹, antecedente del actual Instituto de Técnica Aeroespacial (INTA). En 1921 se inaugura y el comandante Herrera es nombrado Director. Albert Einstein lo visita en 1923. Herrera certifica los vuelos del autogiro diseñado por Juan de la Cierva y que se realizan en Cuatro Vientos en diciembre de 1924.

De este modo comienza una etapa de su vida en la que deja de ser operativo para pasar a ser ingeniero, calculista e investigador, si bien ya anteriormente había representado a España en reuniones de la FAI y en las reuniones del *Congreso Internacional de Aeronáutica*. En enero de 1919 fue elegido Vicepresidente de la *Real Sociedad de Matemáticas*.

Cuando en 1926 se crea la Jefatura Superior de Aeronáutica, Herrera es nombrado Comandante Jefe de Escuadra y dirige la Plana Mayor, Servicios Centrales y de Inspección del Servicio de Instrucción, conservando la Dirección del Laboratorio. Herrera viste el uniforme propio de lo que ya es realmente una Arma más del Ejército de Tierra. Su prestigio se reafirmó por sus colaboraciones en revistas técnicas, cálculos de estructuras, resistencia y aplicación de materiales, nuevos sistemas de propulsión, nuevas técnicas de navegación y un amplio etc.



*Herrera y Ortiz de Echagüe en Sevilla
(artículo de La Esfera)*



Monoplano Nieuport y Herrera en Cuatrovientos. (Emilio Atienza)

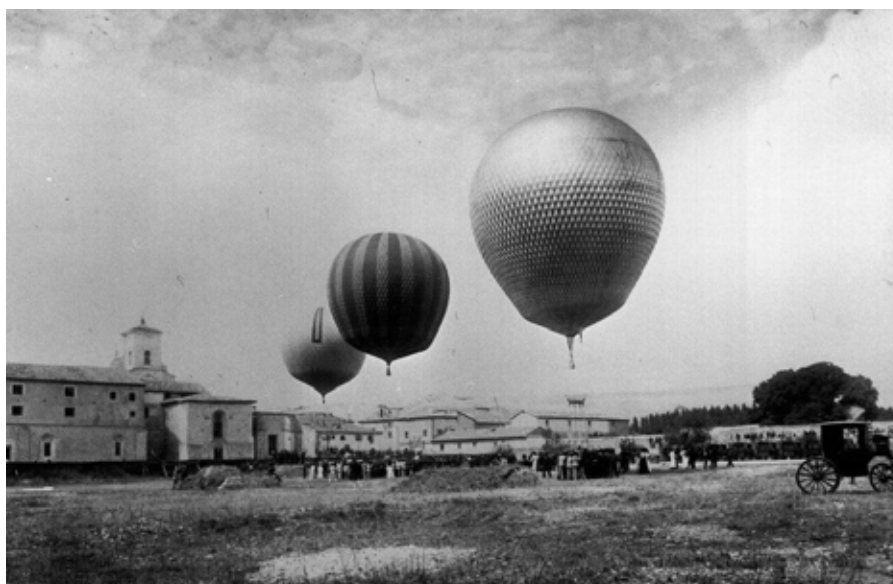
⁹ En su momento fue el más grande del mundo

Como Jefe de Instrucción inició la preparación de la Escuela de Ingenieros de Aviación Militar, que el Consejo Superior de Aeronáutica decidió que cubriera también las necesidades de la Aeronáutica Naval y la Civil. En 1928 asciende a Jefe de Base de la escala de Aviación y es nombrado Jefe del Servicio de Material y de los Servicios Técnicos. En ese mismo año se crea la *Escuela Superior de Aerotecnia*¹⁰, en las instalaciones preparadas para la misma cercanas a la base de Cuatro Vientos y de la que es nombrado Director el teniente Coronel Herrera en 1929.

La etapa final de su vida se encuentra condicionada por la llegada de la II República seguida de la Guerra Civil que asoló nuestra nación entre 1936 y 1939. Cuando D. Alfonso XIII abandona España, Emilio Herrera se desplaza a París y se pone a las órdenes del Rey exiliado, ligado por el juramento prestado al aceptar el nombramiento de *Caballero Gentil-hombre de Cámara en Ejercicio*, si bien S.M. le solicitó que por el bien de su nación aceptase al nuevo régimen. A su regreso firmó, como todos los Jefes y Oficiales que continuaron en el Ejército, su compromiso de honor de servir con lealtad a la República, pese a sus convicciones monárquico-conservadoras.



Comandante Herrera con su diseño de traje estranútico (SHYCEA)



Los globos participantes junto al Monasterio de San Juan, en la calle Vitoria Burgos, (Archivo Municipal Burgos)

¹⁰ R.D de 29 de septiembre de 1928

En estos años el prestigio de Herrera alcanzó su máximo nivel y en ellos se alumbraron algunos de sus más brillantes proyectos. En 1932 participa junto a Azaña en la Conferencia de Desarme promovida por la Sociedad de Naciones. Considera que la Aviación no solo es un Arma del Ejército, sino un factor de progreso científico y de desarrollo de los pueblos y defiende un control internacional de ella para evitar su uso con fines bélicos. El gobierno, en reconocimiento de sus méritos aeronáuticos le concede el título de *Ingeniero Aeronáutico* y a propuesta del general de Ingenieros José Marv y Mayer, ingresa en la *Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* en la que ocupar el sillón N.º 16 del fallecido general Ricardo Aranaz.

En 1933 comienza a preparar su más importante proyecto, la ascensión a 23.000 m de altura de un globo con barquilla abierta para estudiar las radiaciones cósmicas. La Aviación Militar y la Academia de Ciencias apoyaron el proyecto. Para ello fue necesario que disenase y construyese un traje espacial dotado de una *escafandra estratonutica*, que no difería en mucho de los primeros equipos utilizados en la carrera espacial. La ascensión programada para el año 1936, no pudo ser realizada a causa del estallido de la Guerra Civil. Hay referencias de que la NASA llegó a interesarse de sus estudios, al inicio de la carrera espacial¹¹.

Este conflicto sorprendió a Emilio Herrera en la Universidad de Verano de Santander. Permaneció fiel a la República en virtud de su compromiso firmado, si bien durante ella no ocup ningún cargo operativo sino como Jefe de los Servicios Técnicos y de Instrucción de las Fuerzas Aéreas de la República. Asciende a general en 1937. En 1939 acompaña a Indalecio Prieto a la toma de posesión del Presidente de Chile, Pedro Aguirre Cerd, si bien al regreso la guerra había finalizado y no pudo llegar a Madrid, exilindose en París.

All vive la II Guerra Mundial y all, en los años posteriores, se ocupa siempre de ayudar a los exiliados e inmigrados. Con dificultades para subsistir, Herrera, valiéndose de su prestigio internacional, trabaja en la ONERA¹² e incluso en la UNESCO, mientras que escribe en revistas técnicas francesas y americanas. En 1951 acepta encargarse del Ministerio de Asuntos Militares del Gobierno de la República en el exilio y en mayo de 1960 asume la Presidencia del VI Gobierno en el Exilio, cargo que ocupa hasta 1962.

Emilio Herrera muere en Ginebra el 13 de septiembre de 1967. Sus restos reposan en la Granada que le vio nacer desde 1993.



Traje estratonutico, instalado en la barquilla.

¹¹ Según refirió el piloto Antonio García Borrajo: "Cuando los norteamericanos le ofrecieron a Herrera trabajar para su programa espacial con un cheque sin limitaciones en ceros, él pidió que una bandera española ondeara en la Luna, pero le dijeron que solo ondeara la de Estados Unidos". Herrera rechazó la oferta. (Fuente: El español que rozó la luna. Rafael Fraguas)

¹² Office National d'Etudes et de Recherches Aeronautiques.

LA AMENAZA NUCLEAR

Cor. @ Gonzalo Pestaña Enríquez

Durante los últimos años dos tipos de Estado, han venido a ocupar la escena internacional. Uno es la aparición de lo que se ha denominado como “estados fallidos”, y el otro los llamados rogue states (algo así como estados bribones).

Desde la reorganización, en 1648, de los Estados soberanos, que siguió al Tratado de Westfalia, la estructura de los Estados se clasificaron en: grandes, medias y pequeñas potencias, y una jerarquía, que los colocaba en grupos dominantes, o supremas potencias, sub- dominantes, potencias y Estados clientes y neutrales.

De la misma forma que esa estructura surgió de una “larga guerra”, también surgió otra estructura después de la Guerra Fría (1947-1989).

Pero al lado de los Estados tradicionales, vemos ahora actores no-Estados, sindicatos criminales, terroristas y organizaciones separatistas, grandes corporaciones y bancos, y pseudo-Estados como Chipre del Norte, Nagorno-Karabaj, la Autoridad Palestina... así como otras variadas organizaciones no-gubernamentales.

North Korea's line of fire

Where Kim Jong-un's missiles could potentially land



Esos actores no-Estados, se relacionan entre sí y con otros Estados de la misma forma que los Estados se relacionan a diario entre sí, empleando elementos e instrumentos estatales, incluyendo: la diplomacia, la propaganda, la economía, los actos subversivos, el despliegue militar y la guerra, que ha dado paso a una nueva era.

Esta nueva era, fue inaugurada espectacularmente, con el ataque directo al más poderoso Estado de aquel tiempo, los Estados Unidos de América, por un actor no-Estado, el 11 de septiembre de 2001. Desde aquel mismo instante, la escena internacional se ha hecho cada vez más caótica, especialmente la región MENA (Oriente Medio y África del Norte), que tan directamente afecta a España. Varios países del MENA están desintegrados a diferentes niveles, incluyendo: Siria, Líbano, Irak, Yemen, Afganistán, Libia ... A los que habría que añadir ahora mismo Venezuela en América del Sur. La situación de caos resultante es muy peligrosa, pues países enormemente endeudados dan lugar a un vacío de poder que, a su vez da lugar a los Estados fallidos. Los rogue states, surgen como consecuencia de rebelarse contra la estratificación impuesta, tras el empleo del arma nuclear, durante la Guerra Fría. De esto vamos a tratar.

El mundo está por primera vez, desde la crisis de los misiles en Cuba en 1962, al borde de un conflicto catastrófico. Uno solo de esos misiles, tenía el doble de poder explosivo, que todas las bombas de la Segunda Guerra Mundial.

China, continúa asentando su poder en los mares del Sur y del Este de China, con roces en la frontera con la India en el Himalaya. El expansionismo chino, lento pero seguro, choca con los intereses de Filipinas, Indonesia, Malasia, Taiwan, Borneo, Japón... A ésta ya, de por sí grave situación, viene a unirse, la cada vez más desafiante actitud, de las incesantes pruebas de misiles, por parte de Corea del Norte.

Existen serias discrepancias entre EE.UU. y China respecto a Corea del Norte.

Por no hablar de las ambiciones de Rusia en las proximidades de sus fronteras.

Las tensiones sobre las armas nucleares, se han desbordado, desde que las manifestaciones verbales entre los EE.UU. y Corea del Norte han alcanzado cotas que el mundo, nunca había visto hasta ahora.

Parece ser, que la chispa surgió cuando la inteligencia de los EE.UU. tuvo constancia de que Corea del Norte había logrado miniaturizar una cabeza atómica. Lograr esto, exige disponer de una alta tecnología, pues una cabeza nuclear no solo tiene que ser lo suficientemente pequeña para poder alojarse en el misil que la transporte, sino que su peso, también tiene que ser pequeño para que no afecte al alcance del misil, ni a su precisión. Por último, los materiales tienen que ser capaces de soportar las elevadas temperaturas, que sufre el misil, en la re-entrada en la atmósfera.

La gran ventaja de una bomba termonuclear, es que ofrece mucha más potencia y poder de destrucción, con el mismo peso.

Esto coincidía, con las manifestaciones de Rusia, el pasado diciembre, cuando anunció su intención de reforzar también su arsenal nuclear para 2017. Cosa que ya habían hecho los EE.UU.

Algunos conceptos que han cambiado con el arma nuclear.

En agosto de 1945, (en el momento de escribir estas líneas, se cumple el 72 aniversario), dos proyectiles bomba, lanzados desde un bombardero, ponen fin a una guerra mundial de exterminio. En una fracción de segundo, se obtiene en Asia, el resultado vanamente buscado en Europa durante cuatro cruentos años de bombardeos intensivos.

El alivio que causa el fin del conflicto, es tal, que el trauma en la conciencia militar y colectiva, del brutal empleo del arma nuclear, es intencionadamente escamoteado, para seguir manteniendo la hegemonía exclusiva de su empleo.

Será preciso más de medio siglo de análisis y reflexiones, para empezar a conocer en profundidad su inhumano significado, así como los trascendentales cambios que ha producido en muchos conceptos de la guerra.

Este retraso en el análisis, hace que las armas y los ejércitos clásicos sigan significando poder y seguridad para la mayoría de las naciones, ignorantes de los radicales cambios que el arma nuclear, ha producido en la estrategia, y en la política. Ignorar estos radicales cambios, ha llevado a algunas naciones no nucleares, a un tenaz hundimiento de sus capacidades de Defensa, en esquemas hace tiempo superados.

La llegada del arma nuclear y el temor de que alguna de las potencias nucleares, recurra a ella, en último extremo, transforma radicalmente hasta el concepto mismo de guerra.

Al asociar el explosivo nuclear (de múltiples cabezas) al misil balístico, se pueden llevar los daños a grandes distancias, con gran precisión y a gran velocidad, por encima de los espacios terrestres, marítimos, y aéreos de soberanía nacional, tradicionalmente prohibidos a las fuerzas armadas hostiles.

En este sentido, el arma submarina nuclear, dotada con misiles y propulsión nuclear, vino a convertirse en soberano absoluto, pues es capaz de ofrecer seguridad en sus dos aspectos: preventiva (capacidad de disuasión) y represiva (capacidad de represalia). El submarino nuclear cuenta además, con una autonomía prácticamente ilimitada.

Las potencias nucleares, exigen a las demás no nucleares, el estricto cumplimiento del Tratado de no proliferación de armas nucleares, y sobre proliferación de armas de destrucción masiva, mientras ellas continúan perfeccionando y aumentando sus arsenales, a pesar de que el mismo tratado lo prohíbe.

Las aglomeraciones urbanas, reúnen ahora lo esencial de las naciones industriales, y constituyen los nodos neurálgicos de las infraestructuras vitales de una nación. Estas aglomeraciones urbanas, serían los primeros objetivos de un ataque nuclear.

El arma nuclear invierte las vulnerabilidades de las fuerzas clásicas, haciendo al hábitat, más que a los ejércitos, objetivo del adversario.

El armamento nuclear es significativo y disuasorio, incluso en pequeñas cantidades. Es más, ésta es justamente la característica esencial del arma nuclear, pues conlleva un elevado grado de disuasión.

El grado de disuasión de una nación, puede medirse hoy día, por su capacidad para derribar cualquier plataforma que violes su s espacios de soberanía. Para ello las miríadas de satélites artificiales, y el misil, se han manifestados inseparables desde su nacimiento.

Hoy no hay territorio que escape al alcance de las armas nucleares.

Para éstas armas, ya no existen frentes ni fronteras.

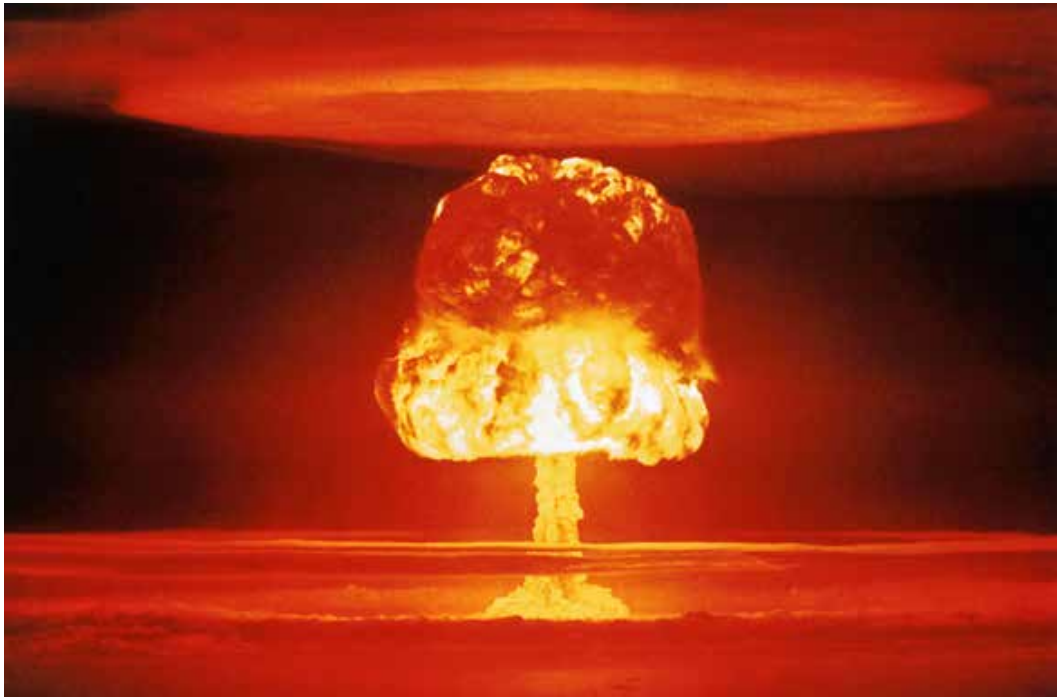
Es importante señalar que para una potencia nuclear, no existe el espacio terrestre, aéreo, marítimo o espacial. Para una potencia nuclear, solo existe el territorio nacional, y el no nacional. Solo la defensa del territorio nacional, justificaría el recurso al arma absoluta, el segundo territorio, el no nacional no se “merece que se ponga en juego la vida de la nación”.

Por eso, las alianzas que están fundadas sobre el recurso al arma nuclear, para defender a miembros no nucleares, son falaces en esencia. Solo la ambigüedad, sirve tanto en el interior como en el exterior al juego político,

Ya no tienen sentido conceptos como vanguardia o retaguardia, línea de contacto, frente... esos son conceptos obsoletos, solo aplicables todavía en ejércitos obsoletos.

Mientras tanto, en los Cuarteles Generales de las grandes potencias, se planean operaciones de sus Fuerzas Espaciales, en el espacio cósmico, con humanoides, con capacidad de decisión, gracias a su Inteligencia Artificial. Enfrentadas en tierra y bajo los mares las grandes potencias se aprestan a combatir en el espacio exterior, ya en gran medida militarizado.

¿Cuántas armas nucleares (y termonucleares) hay hoy en el mundo?



Según datos de la Asociación de Control de Armas, y teniendo en cuenta el elevado grado de secreto con el que las naciones con armas nucleares tratan la información sobre sus arsenales, podríamos decir que existen unas 15.000 armas nucleares en el mundo. Estas armas nucleares equivalen a unos 6.600 megatonnes de energía.

La mayoría de ellas están en poder de los EE.UU. y de la Federación Rusa.

Hay actualmente, unas 10.000 armas nucleares activas, es decir instaladas en sus silos y muy probablemente apuntadas ya a sus objetivos.

El Tratado de no proliferación de armas nucleares, legitima y reconoce solamente cinco estados con armas nucleares: China, los EE.UU. Gran Bretaña, Francia, y la Federación Rusa. Según este tratado, las naciones legitimadas, se comprometen a eliminar sus arsenales nucleares.

Además hay cuatro países más que tienen armas nucleares, no legitimados por el mencionado Tratado. Son de alguna manera rogue countries.

Se calcula que entre los cuatro tienen unas 340 armas nucleares.

Un enfrentamiento entre los EE.UU. y Corea del Norte.



Vamos a tomarlo como ejemplo (puramente utópico) y de manera muy simple, para que nos permita exponer algunos aspectos, sobre un intercambio de golpes con armas nucleares, de estas dos naciones.

Prescindiremos de la primera acción, previa a cualquier ataque: la supresión de las defensas antiaéreas del enemigo (SEAD), incluidos los satélites en órbita, de todo tipo, (que probablemente, hoy se ejecutaría con un ciberataque) y tampoco consideraremos el importantísimo papel que jugarían las miríadas de satélites, ni los submarinos nucleares, entre otras muchas cosas porque harían este simple ejemplo irrealizable.

En el aspecto militar, la mediocridad de la superficie unitaria, es una doble fuente de debilidad para una nación: impide la dispersión, que ante las armas nucleares es una gran ventaja, y aumenta la dependencia del exterior.

Aunque la primacía estratégica del espacio (superficie), ha sufrido un duro golpe ante las armas de destrucción masiva.

La mayor, de las dos potencias enfrentadas, EE.UU., supera en superficie a la menor en casi treinta veces.

Haciendo explotar, solamente una bomba termonuclear, a cierta altura sobre Corea del Norte, habría hecho retroceder al país, varios decenios, sino varios siglos.

Pero por otra parte, haciendo explotar en la vertical de las principales aglomeraciones de los EE.UU. (seis u ocho bombas termonucleares), podría ocasionar a este país consecuencias similares.

O sea, ante una amenaza de guerra nuclear, el papel que juega la superficie del territorio, se encuentra considerablemente disminuido.

Una diferencia grande, es que las trayectorias sobre Corea, serian convergentes y las trayectorias sobre los EE.UU., serian divergentes.

Las distancias a recorrer por los misiles, han perdido importancia, dada la velocidad de los misiles balísticos. Un misil, desde Corea del Norte hasta la Isla Guam ("territorio no incorporado"), tardaría unos 14 minutos, en recorrer su trayectoria.

RESUMEN

El arma nuclear, significa poder militar, impone respeto (disuasión) y permite ejercer el poder, sin necesidad de ser empleada.

El armamento nuclear, es disuasorio y significativo, incluso en pequeñas cantidades. Es el llamado efecto igualador del arma nuclear.

Una potencia nuclear puede imponer su voluntad a una no nuclear, mediante el empleo, si fuera necesario, de armas convencionales. Pero la recíproca, evidentemente no es cierta.

Para una potencia nuclear, solo existen dos espacios: el territorio nacional y el no nacional. Solo un ataque al territorio nacional, justificaría el recurso al arma absoluta.

Un ataque cibernético (gran apagón), sustituye al misil, y al bombardero, con gran ventaja (secreto, eficacia, rapidez y poder de destrucción...), en las acciones ofensivas SEAD, previas a cualquier ataque. También el ataque cibernético, supera con gran ventaja a las acciones defensivas clásicas (escudo antimisiles).

Incluso una acción tipo "left of launch", consistente, básicamente, en un ataque electrónico (energía dirigida), empleando la firma radar del enemigo para alcanzar los sistemas de Mando y Control de los misiles enemigos, sustituye con ventaja a los sistemas antimisiles clásicos.

How the world's 15,000 nukes are divided

Estimated number of retired and stockpiled nuclear warheads per country

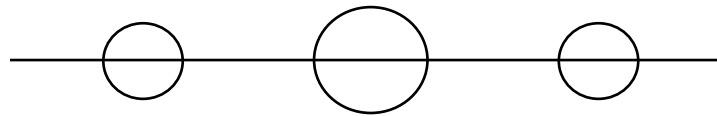


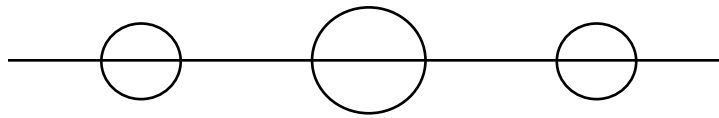
DATA: ARMS CONTROL ASSOCIATION, 2017

BIBLIOGRAFÍA

- Missiles threat NASIC 2009´.
- Ingeniería de Cohetes, profesor F.G. Restrepo 2009.
- Oficina UNOOSA United Nations Office for Outer Space Affaire.
- http://en.wikipedia.org/wiki/Strategic_Communications_Laboratories.
- Gorbachev's Global Doughnut, the Empire with a hole in the middle. C.H.Fairbanks.
- Über die Gesetze des räumlichen Wachstums der Staaten, Leipzig 1996 R. Sprengel. Vgl. F. Ratzel

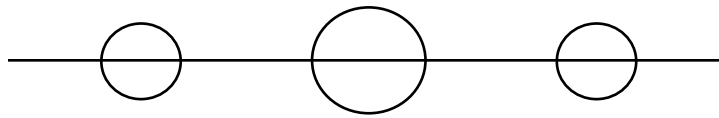
- Guerre ethique et pensé strategique a l'age theermonuclearire. Paris 1988 R. Draï
- La metamorphose des conflicts D. Hermant.
- International Satellite Inc. American Communications. Paris, Pedone
- Sept mille ans d'íperialisme. Le Monde 23 May 1980.
- The end of History, F. Fukijama. National Interest 1989
- Nuclear Note Book, Chicago II Sep 1988
- L' Esprit de la Defense. J. Roberto 1987.





Novedades del Arma





Obituario

Tenemos el sentido de comunicar el fallecimiento de los siguientes generales de brigada:

Excmo General de Brigada Don Juan Feliú Salinas

Excmo General de Brigada Don Eduardo Acuña Quirós

Excmo General de Brigada Francisco de los Riscos Murciano

Ascensos

A CORONEL

Jesús Enrique Álvarez Zapatero

Emilio José Cortés Narvaez

Luis Fernando Baeza López

Francisco José Martín Nombela

Juan José Babio Urquidi

José Ramón Gil Fernández

Fernando Luis Moron Ruiz

Manuel Sasot Olivan

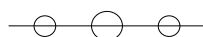
Francisco José Gallardo Vergara

Miguel Ángel de Díez Jiménez

Miguel Ángel Casado Rincón

José Ricardo García Cervera

Alberto Gude Menéndez



A TENIENTE CORONEL

José de Juan Novoa Gonzalo

José Antonio Chamorro Villanueva

La Ernesto Cutanda Mansil

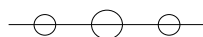
José Francisco García Gil

Joaquín Martínez Valero

Juan Carlos Ruiz González

Marcos Cuenca Guerrero

Alejandro Moron Zamora



A COMANDANTE

José María García Muñoz

Fernando Antonio Vega Martín

Luis Eduardo Lo Pez Brunete

José Francisco Bagues Oliver

Ángel Escribano Márquez

Amilcar Cano de Dueñas

Jaime María Mata la Encina

Víctor Gabriel González Mateo

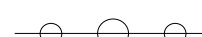
Pedro Gómez·Calcerrada

Paños Saa Santiago

Luis Villanueva Valls

Raul García-Ballesteros Cañadas

Rocío Martín de la Fuente



A CAPITÁN

Carlos Carmona Gallego

Jacobo Morata Ortiz

César Mateos Blanco

Germán Martín Martín

Isidro González Pérez

Fernando Calahorra Burgos

Víctor Lobaco Antolín

Adrián Vives Reino

Maldonado Eloy Fernández de Gatta

José Javier Fernández Rivera
Padial Aurora Fernández-Cantalejo
Enrique Sánchez Díaz
José María Fernández Caballero
José María Zárate Ruiz
Andrés Disdier Heyns
Álvaro Lavin González
Carlos Rodríguez Fernández
Rafael Ucendo Escudero
Javier Deleyto Sánchez
José Luis Aranda Copa
Pedro Pérez Millán
Alejandro de Santos García
Lorena Sánchez Martín
Daniel Iglesias Plaza
Edgar Forner Cotillas
Fermin Díaz Pardo
Diego Rodríguez Del Pino
Javier Mayoral Robledo
Carlos Javier Tejero Marcilla
Fidel Berlanga Seoane
Juan Miguel de Villavicencio García
Juan Luis Camacho Alcaide
José González Pérez Francisco
Raul Flores Domínguez
Francisco Antonio Cívico Gutiérrez
Eduardo Díez Vega
Imanol Haro Gómez
Eduardo Bueno Cala
Jacobo Pardo Sarria
Antonio Sierra Fernández
Fernando Garrido Rodríguez
Alejandro Tomás Peñalosa Graziati
Sergio Simón Barranco
Álvaro Fernández Banderas
Daniel Martín Díaz

Roberto Carlos García López
Manuel José Vega Guldris
Javier Boixareu Autran
Francisco Joaquín Barrera Ruiz
Víctor Campello Sepulcre
Ruben del Rosario Valencia
José Luis Torres Parrondo
Eduardo Hernandez Pérez
Juan Carlos López González
José Lacarra Chivite
Carmona Gallego Carlos
Jacobo Morata Ortiz
Cesar Mateos Blanco
German Martín Martín
Isidro González Pérez
Fernando Calahorra Burgos
Víctor Lobaco Antolín
Adrián Vives Reino
Maldonado Eloy Fernández de Gatta
José Javier Fernández Rivera
Aurora Fernández-Cantalejo Padial
Enrique Sánchez Díaz
José María Fernández Caballero
José María Zárate Ruiz
Andres Disdier Heyns
Álvaro Lavin González
Carlos Rodríguez Fernández
Rafael Ucendo Escudero
Javier Deleyto Sánchez
José Luis Aranda Copa
Pedro Pérez Millan
Alejandro Desantos García
Lorena Sánchez Martín
Daniel Iglesias Plaza
Edgar Forner Cotillas
Fermín Díaz Pardo

Diego Rodríguez del Pino
 Javier Mayoral Robledo
 Carlos Javier Tejero Marcilla
 Fidel Berlanga Seoane
 Juan Miguel de Villavicencio García
 Juan Luis Camacho Alcaide
 Francisco José González Pérez
 Raul Flores Domínguez
 Francisco Antonio Civico Gutiérrez
 Eduardo Díez Vega
 Imanol Haro Gómez
 Eduardo Bueno Cala
 Jacobo Pardo Sarria
 Antonio Sierra Fernández
 Fernando Garrido Rodríguez
 Alejandro Tomas Peñalosa Graziati
 Sergio Simon Barranco
 Álvaro Fernández Banderas
 Martín Díaz Daniel
 García López Roberto Carlos
 Manuel José Vega Guldris
 Javier Boixareu Autran
 Francisco Joaquín Barrera Ruiz
 Víctor Campello Sepulcre
 Ruben del Rosario Valencia
 José Luis Torres Parrondo
 Eduardo Hernández Pérez
 Juan Carlos López González
 José Lacarra Chivite
 José Luis Merino Ajenjo

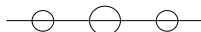


A TENIENTE

Juan José Trives Vivancos
 Rodrigo Pardo de Santayana Jenaro
 Alejandro Menéndez Rillo

Carlos Toledo Serrano
 Francisco Caballero Vicente
 Valbuena Prado Rafael
 Luis Miguel Sancho Juste
 David Merenciano Iranzo
 Javier Delgado Martín
 Mario Garzón Juan
 Luis Hernández Novella
 Eduardo Pérez Piqué
 Jesús Ramón Viarevalo Jodar
 Carlos Manuel Esteban Artero
 Álvaro Fernández Liebrez Panizzoli
 Emmanuel Pérez Jiménez
 David Perea López
 Alfonso Agustín Díaz Pérez
 Alberto Gahete Benavente
 José Manuel Nuche Cruz
 Julián Marcos Peláez Guillermo
 Carmena Gonzalo de Loro
 Joaquín Gago Domínguez
 Santiago Acien González
 Jorge de Lafuente Jiménez
 Andrés Fernández Martínez
 Jesús Laguna Argüello
 Sergio Fernanz Domínguez
 Agustín Martín Arranz
 Isidro Morillo Corbacho
 Santiago Cubas Jiménez
 Diego Prada Clemente
 Parreño Duque Jorge
 Iván Ayala Serrano
 Sardinero Sánchez Santiago
 Cidoncha Pérez Clemente
 Cañas Pazos Jacobo
 Polo Rueda Alejandro
 Delgado Bujedo Diego

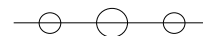
Pablo Salillas Martínez
Dario Collado Ciria
Gonzalo Gallardo Pinel
Alejandro Magán Debesa
Navarro Poncela Jaime
Luis Miguel Barcelo Gamund I
Plaza Godoy Manuel
Miguel Arizaga Llardo
Davidisaac Pirez Jesús
Víctor Galindo Ruiz
Miguel Orgilles Mañas
Daniel Martínez Sastre
Sanz Pascual Gonzalo
Antonio Lucas López Maya
Francisco Roger Mora
Rafael Sainz Fuertes
Joaquín Andrés Flores Aragón
Marco Ondicol Aragonés
Robert Dias Lafuente
Luis Solera Castellote
Luis Manuel Martínez Colmenero



A SUBTENIENTE

Ismael Chaves Montero
José M. Martínez Moya
Pascual García Murillo
David Moreno Casado
Joaquín David Fernández Retamero
Rafael Sánchez Palencia
José Miguel Lozano Nieto
Jesús Manuel Cebreiro López
José Daniel Márquez Lebrón
Antonio Moreno Ballesteros
José Manuel Gómez Gagete

Tomas Rodero González
Antonio Arturo Peña Cuenca
Manuel Andrés Hernández Palao
Pedro Arribas Pérez



A SARGENTO 1º

Francisco Iván García Fernández
Ignacio Manuel Calviño Dopazo
Antonio Segui Cervantes
Antonio Escalona García
Ricardo Ruiz Monreal
Juan Antonio Vázquez Ramos
Fidel Ballesteros Primo
Víctor Manuel Yelmo Rodríguez
Roberto Albarrán González
David García Luna
Ignacio Alonso Duque
Hong Sánchez Shing
Javier Sánchez Sánchez
Mario Luis García San Dionisio
César Díaz Suárez
Engracia Juan Ardura Santa
Sergio Pérez Jarque
Antonio José de la Torre Carmona
Jorge Luis Ordura Rueda
Miguel Blanco Campos
Luis Ángel López Sánchez
Manuel Javier Menes Díaz
Juan Manuel Ruiz Rubio
Sergio Delgado Toledo
Félix López Ugarte
Javier Salgado Ruzo
Óscar Domínguez Muñoz
Antonio Iglesias Plazas

Víctor David Jiménez García	Hernández Ballesteros Juan Agustín
José David Bayón Bayón	José María Rodríguez López
José García Torrado	Rocío Micaela Muñoz Fernández
Ángel Paniagua Collazos	Daniel Chocron Martínez
Raul González Trenado	Juan Cubero Ramírez
Daniel Gilsanz Russo	Pedro Lobato López
Cristian Rodríguez Iglesias	Juan Carlos Díaz Gavilanes
Antonio Jesús Peinado Gómez	Miguel Manrique Benaisa
Antonio Bujalance Siles	Víctor Blanco Domínguez
Olga Alfaya Gregorio	Pablo Rubia Gutiérrez
Javier Abad Alfranca	Rubén Rodríguez Sánchez
Sergio Checa Gonzalo	Alberto Ortega García
Natalia de Caso Alcalá	Ángela Bordenca Hurtado
Andrés Hernando Grajales Varela	Lozano Díez Luis Huberto
Villa Rafael Álvarez	José Ramón Romero Salguero
Caro Alberto Rodríguez	Diego Rubiales Atienza
Óscar Bello Cabado	Ramón Sánchez Muñoz
Leila Dris Mohamed	Pedro Juan Martínez Pérez
Francisco Javier Viceira Castro	Daniel Antonio Caro López
Sergio Alcacer Monzo	Mirian Sanz González
Mariano García Fernández	Pedro Ruiz Guillermo
David Cano Buffard	Félix Fernández Pregal
Santiago Arana Romero	Alberto Cermeño Paniagua
Andrés Cuesta Lerena	Sergio Miguel Exposito Leon
Rafael Gómez Rivas	Carlos José Anato Ali
José López Romero	Emiliano Omar Pilar Posada
Daniel Crestar Rodiño	José Luis Gil García
Meira Martín Gloria María	Aida Martínez Azorín
Osona Barrero África	Joseph Ignacio Sixto Rey
Cobas Redondo María	Alfonso Escacho Tutor
Santiago Vicente Santander Rosero	Francisco José Fonseca
Javier Huertas Espinosa	Ángel Alberto Sanz Merino
José Francisco Fuentes Chacón	Cristina Huerta Vallez
Sergio Gimeno Castro	José Antonio Camacho García
Andrés Jesús Molina Morales	Carlos Bernal Leon
Francisco Javier Fernández Martín	Juan Manuel Madrero Nieto

Gabino Manuel Losada Casado
Salah Faisal Mohamed
Miguel Sánchez Martínez
Marcos Andrés Dorado
Hugo Sánchez Carrillo
Silvia Fernández Pampin
Raul Hesles Leon
Caraballero Morales Francisco
Francisco Javier Serrano Ahmida
Lorena Franco Spinelli Nadia
Jon Gutiérrez Carballo
Sebastián Mandel Moreno Verdejo
Paraiso Rubio Antonio
María José Llera Cardenas
Natalia Palacios del Palacio
Silvia Arboledas García
Juan Antonioruiz Sánchez
Bartolomé Begoña Blanco
Noelia Sánchez de Toro
Juan Carlos Trujillo Martín
Juan Antonio Núñez Altelarrea
Aurelio Herraiz Valledor
Ramon Vivo Martínez
Fabián Luque García
Amparo Campos Ruiz
Cristina Molpeceres Pérez
Ana Isabel Benítez Campillejo
Luis Vara Crespo
Abdellah Mimun El Morabet
Gema Carmona Muñoz
José Manuel Soler García
Belén Díaz Blanco Ana
Karim Mohamed Buhia
María del Mar Salmeroón Carreño
Israel Martínez Cuerda
Antonia Pérez García

Salvador Martínez Blázquez
Jairo Dacal Londoño
Nestor Pérez Fernández



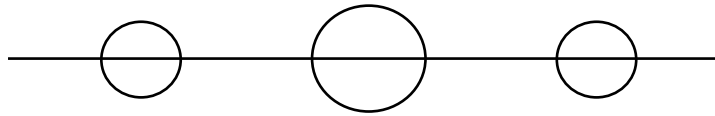
A SARGENTO

Marco Antonio Gómez Blanco
David Alfonso Fernández
Luis Carlos Rodríguez García
Roberto González Rodríguez
Francisco Javier Parejo González
Esteban Daian Gómez Molina
Carlos Joaquín Espinosa Vera
Manuelde Casas Vallecillo Rogelio
Marcos Jacob Quintana Morales
Jónatan García Calvo
José Ros Borja Alejandro
Álvaro Herraiz Cabañil
José Daniel Vera Martínez
David Heredia Mitchell
Carmen Laura Moreno Campo
Juan Luis Pérez López
Claudio Pablo Martín Rodríguez
Dionisio Barrio Enríquez
Javier Mullor Gómez
David Abajo Basurto
David Tejero García
Jesús Arias Quintana Manuel
Camacho Moreno Daniel
Beatriz Martínez Herrero
Álvaro Antona Carcedo
Francisco Javier Piniella Martínez
Pastor Moreno Adrián
Sosa Sosa Adrián Isidro
Juan Ángeles Gil
Enrique Poyo Oyon

Elvira Puerto Moreno	Álvaro Borque Herranz
Alejandro Toscano Domínguez	Ivan Torrijos Giron
Marlene Yanez Curbelo	Carabias Hernández Sergio
Diego Ramírez Griño	Álvarez Rodríguez Héctor
Diego Hermoso San Modesto	González Ramos Jesús
Ángel Lazaro Jambrina	Serguei Shvabaouer Kocheulov
Vicente Rodas Alos	Alejandro Mañanes Mulero
Francisco José Dorado Benítez	Hugocobo Fernández
Rodríguez Pérez Juan Manuel	Jenifer Alejandra Castañeda Restrepo
Yone Armas Pérez	Javier Ponce Hermoso Francisco
Rojas González David	José Manuel Arrebola Lebrón
Carlos Nabil García Abdali	Vicente Jesús Miaja Beneto
Álvaro Hernández Pérez	Rafael Alcalaá López
Raul Egido Sánchez	Iriome Betancor Barrera
Juan José López Adamuz	Guillermo Carlos Navarro Ferrer
Manuel Romero Sánchez	Moliner Ruiz David
Alberto Pablo González García	Juan Francisco Meneses López Hazas
Adrián Quílez Cases	Daniel Jesús Gutiérrez Cabrera
Javier García Sánchez	David García Parada López
Sergio García Parro	Ángel Corrales Gil
Arturo Francisco Pineda Gea	Francisco Javier Mena Sánchez
Yosue Mateo Martel Machín	Jonathan Pampillón Méndez
Jose Martín-Albo Gamez	Ángela María Bueno Sánchez
Carlos Alberto Sepulveda Bonilla	José Antonio López Durán
Edwin Alejandro Murillo Ramírez	Daniel Silva García
Javier Suárez Moreno	Pedro Manuel Ruiz García
Israel López Serrano	Roberto Muñoz Tejeda
Diana María Puerta Díaz	Alejandro Garrido Parejo
Manuel Bueno García	Rocío Navarro Padilla
José Manuel Bouzon Baldom Ero	Jonatan Pedro Torres Moreno
Pablo Andrés Bermúdez Borrero	Raul Calderón Gastón
Francisco José de la Cruz Matamoros	Víctoria Martos Romero
Clerico Muriel Víctor Manuel	García Jiménez Isidro
Jesús Caras Usan Alejandro Manuel de	Alberto Piazza Rozua
Víctor Manuel Iglesias Caletrio	Jesús Navarro Pérez
Millán Álvaro Santamaría	Hugo Francisco Palomino Gómez

Ángel Muñoz Azpeitia
Mohamed Benahmed Hamed
Joro Vicente Reseco González
López Vílchez Isaac
Álvaro Egido Díaz
Diego Domínguez Lale

Manuel Medina Blanco
Omar Pérez Villanueva
Pablo Atencia Pérez
Ana Gabriela Lucas Zambrano
José Miguel Narváez Ojeda



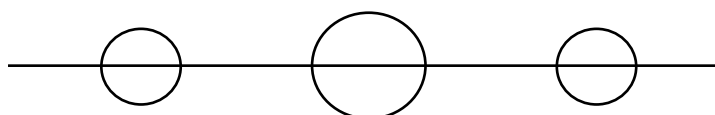
EL REGIMIENTO DE INGENIEROS N.º 7 CELEBRA 215 AÑOS DE HISTORIA

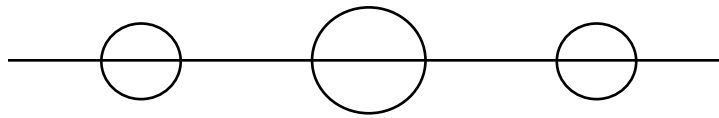
Con motivo de la celebración del 215 aniversario de la creación del Regimiento Real de Zapadores Minadores, cuyo descendiente directo y heredero es el actual Regimiento de Ingenieros n.º 7, ha tenido lugar el 5 de octubre una parada militar en el acuartelamiento “El Jaral”.

La fuerza, mandada por el comandante Quintero, jefe del batallón de Zapadores, estuvo compuesta por escuadra de gastadores, banda y música del Batallón de Cuartel General de la Comandancia General de Ceuta, plana mayor de mando, y compañías de plana mayor, zapadores y apoyo.

El acto fue presidido por el general Jesús Arenas, 2º jefe de la Comandancia General de Ceuta.

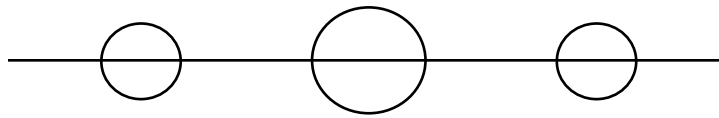
En su alocución el coronel Sevillano, jefe del regimiento, recordó alguno de los hechos gloriosos de esta unidad que es la más antigua del Arma de Ingenieros.





Noticias de la Academia





40 aniversario de la I promoción de la AGBS y despedida de la bandera de la ACING de los alumnos de la LXXII promoción EMIEO y de la XLII promoción EMIES

El pasado 16 de julio se celebró el 40 aniversario de la I promoción de la AGBS y despedida de la bandera de la ACING de los alumnos LXXII promoción EMIEO y XLII promoción de EMIES.

El acto fue presidido por el Cor. director de la Academia de Ingenieros en el acto se realizó la despedida de la bandera por el alférez alumno más antiguo escoltado por la escuadra de gastadores compuesto por alumnos de la escala de suboficiales.



Acto clausura del VIII curso de riesgos NBQ para personal de las FAS y FCSE

El día 16 de julio de 2017 tuvo lugar el acto de clausura del curso de NBQ en el salón noble de la Academia de Ingenieros en el que se les hizo entrega de los diplomas por su reconocimiento por la labor del estudio y realización de diferentes practicas relacionadas en él. El coronel director de la Escuela NBQ presidió el acto de clausura y entrega de diplomas finalizando con un sencillo discurso en el que reconoció el esfuerzo realizado por los alumnos junto con la labor que van a desempeñar con los conocimientos adquiridos en el curso.



Acto inauguración del curso escolar 2017/2018

El día 15 de septiembre de 2017 se celebró en la Academia de Ingenieros el acto de inauguración del curso escolar 2017/2018, presidido por el coronel director D. Miguel Ángel Guill García.

La parada militar estaba compuesta, Escuadra de Gastadores, Bandera de la Academia de Ingenieros y una Agrupación de Alumnos de Formación.

En este curso iniciado sus estudios en la Academia de Ingenieros.



Acto de clausura del II curso avanzado de ciberdefensa

El pasado día 9 de junio de 2017 presidido por el Director de la Academia se realizó el acto de clausura del II curso avanzado de ciberdefensa en el que han participado diversos componentes del Ejército, finalizando sus estudios en la Academia de Ingenieros.

Los asistentes al acto recibieron el diploma que les capacita para el desarrollo y las funciones de ciberdefensa. El acto de clausura se desarrolló en el salón noble de la academia, al finalizar, se realizó la lectura de unas palabras dirigidas a los diplomados en las cuales se les instó al ejercicio de la labor vocacional del servicio.



Acto entrega certificados académicos a los alumnos EMIES de XLII

El pasado día 22 de junio de 2017 presidido por el coronel director, se celebró en la Academia de Ingenieros el acto de entrega de los nombramientos de sargento con carácter eventual, correspondientes a las Especialidades Fundamentales de Ingenieros y Transmisiones de la XLII promoción.

Durante el acto militar, celebrado en el patio de armas "General Zarco del Valle" de la Academia, se hizo entrega, por parte de las autoridades asistentes, y de algunos familiares de los alumnos, de los diplomas acreditativos del nombramiento de sargento alumnos.

En el acto el teniente coronel jefe de Estudios dirigió una alocución a los presentes, en la que transmitió la felicitación a los nuevos sargentos alumnos y a los numerosos familiares que asistieron a tan emotivo acto en su formación militar.

Concluyo con el homenaje a los que dieron su vida por España, interpretación del himno del Arma de Ingenieros y desfile de la fuerza.



Clausura X curso para oficiales EOD

Se ha celebrado el Curso EOD para oficiales en las instalaciones del Centro Internacional de Desminado (CID) de la Academia de Ingenieros del Ejército (ACING).

Es el décimo curso que se imparte. Al mencionado curso asistió personal de los diferentes ejércitos de Tierra 8, Armada 3 y Aire 1, con la participación de componentes de otros ejércitos OTAN.

Al acto de clausura asistió el profesorado que impartió las diferentes materias al personal, siendo el comandante jefe accidental del CID don José David Martín Quintana quien al finalizar el acto en el salón noble se dirigió a los asistentes para pronunciar unas palabras de agradecimiento y reconocimiento a todos los asistentes a la clausura.



Curso de guerra electrónica para oficiales

El pasado 23 de mayo finalizó el Curso de Guerra electrónica para oficiales, donde a todo el alumnado .Este curso cumple con la función del perfeccionamiento para poder dar respuesta a las necesidades de las unidades donde se exige personal con esta aptitud. La clausura del curso se celebró en el salón Noble de la Academia de Ingenieros con un sencillo acto presidido por el coronel director, asistió personal perteneciente a los diferentes departamentos de la Academia.



Entrega de bombones a los alumnos de 5.º curso de EMIEO

El pasado 15 de julio con motivo de la finalización del curso de oficiales de EMIEO de 5º curso, se realizó la tradicional entrega de bombones, una costumbre arraigada entre los oficiales del Arma de Ingenieros. Corrían los años de la guerra de África en Marruecos.

El cuerpo de Ingenieros renunciaron a los ascensos por méritos de guerra, durante la firma de cada una de las renunciaciones de los oficiales, en el exterior de la sala donde se realiza la firma, personal de academia repartía bombones a las madres, novias y demás familia de los cadetes, para “hacer más dulce” la espera.

El acto se realizó en el salón noble de la Academia de Ingenieros, al que asistió el coronel director.



Entrega de mando del departamento de Instrucción y Adiestramiento de Transmisiones

El pasado día 12 de septiembre se realizó el acto de entrega de mando del departamento de instrucción y adiestramiento de transmisiones cesando en el mismo el Tcol. Roberto Gustavo Jiménez Fernández tomando el mando el Cte. José Luis Fernández Arroyo.

El acto fue presidido por el coronel Director ACING.



Inauguración del II curso de guerra electrónica para suboficiales

El pasado día 9 de octubre de 2017, tuvo lugar en el salón noble de la Academia de Ingenieros el acto de inauguración del II Curso de Operador de Guerra Electrónica para Suboficiales.

Este curso, a pesar de su carácter informativo, puede considerarse como el heredero de los diferentes cursos de especialización de WE para suboficiales realizados con anterioridad. El curso se ha articulado en dos fases. Una primera fase a distancia una segunda fase presencial que se ha desarrollado durante dos meses.

Durante la primera fase a distancia, el esfuerzo de los alumnos estuvo dirigido a preparar una serie de temas teóricos que se permitiera alcanzar un nivel homogéneo de conocimientos previos a la fase de presente.

En la fase presente se ha impartido una serie de materias de carácter técnico y científico, complementadas con otras de carácter específico militar.



Inicio curso de actualización del I17 concurso oposición ascenso a cabo 1.º

El pasado día 2 de octubre se inició el curso de Concurso-Oposición para el ascenso a cabo 1º de Ejército de Tierra, para la fase presencial para la especialidad fundamental de Ingenieros y Transmisiones.

Los alumnos tras un mes de estudios en la Academia de Ingenieros, han superado el plan de estudio correspondiente a esta fase.

La nota final obtenida por cada uno de los componentes es la última a valorar en el proceso selectivo, tras el que se establece el orden de final y escalonamiento que determine el ascenso y la asignación de destinos.



San Fernando

El 30 de mayo pasado tuvo lugar la celebración del Santo Patrón en las unidades de Ingenieros y Transmisiones así como del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos, en la Academia de Ingenieros se celebró la tradicional misa en honor al santo patrón seguido en el patio de armas de la Academia la parada militar de una agrupación de alumnos de todos los grados de enseñanza.

En el acto tuvo lugar la imposición de condecoraciones y entrega de premios de arma al personal del centro que recientemente ha sido merecedor de ellos.

Al acto asistieron las autoridades civiles de Hoyo de Manzanares, autoridades académicas, generales y cuadros de mandos de arma en distintas situaciones administrativas.

Durante todos los días anteriores a la celebración en la academia se realizaron diferentes competiciones en las que participaron los componentes de Academia y la tradicional comida de hermandad.



Visita del coronel de Doctrina e Instrucción Militar de las FAS jordanas

El pasado 29 de septiembre el Col. Awad Mohammad Awad Dallalah realizó una visita a la Academia de Ingenieros con motivo de la colaboración entre ambos países.

Durante la visita el coronel director le acompañó en la visita a los diferentes departamentos que en ella se encuentran y realizó una explicación de la labor que se desarrolla en cada uno de ellos.

Finalizaron con la visita a la Sala de Banderas y Museo.



Visita de la XVI promoción de la AGBS a la Academia de Ingenieros

Con motivo de la salida de la XVI promoción de la ACING, el 29 de septiembre se celebró las bodas de plata con una visita a la Academia de Ingenieros de todos sus componentes, en la que realizó una recorrido por diferentes instalaciones de la ACING.

Tras la visita se sirvió una comida en el salón Burgos de la Academia.



Visita general DIRDOM

El pasado día 23 de junio el DIRDOM realizó una visita a la Academia de Ingenieros relacionada con los diferentes temas que acontecen a esta Academia en la que se reunió con el general del DIRDOM y el coronel director, junto a otros componentes, para finalizar el general firmó en el libro de honor, a continuación se dio paso a una comida en el salón Burgos de esta Academia.

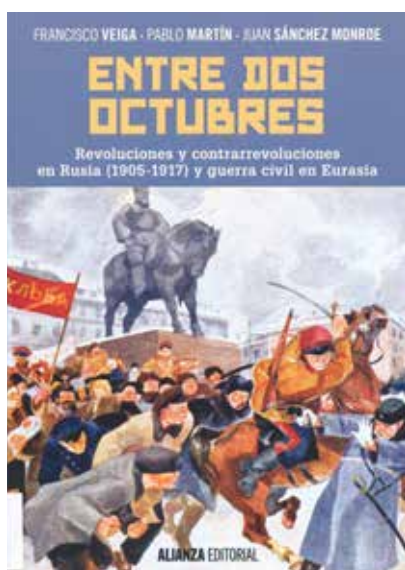


XL curso para la obtención del diploma de Informática militar

El pasado día 4 de septiembre se dio comienzo las clases del curso para la obtención del diploma de Informática militar en el que se impartieron las diferentes materias con la que los alumnos obtendrán los conocimientos necesarios para la obtención del diploma acreditativo.



ENTRE DOS OCTUBRES



- ISBN: 978-84-9104-674-5

Sobre los autores:

Francisco Veiga, nació en Madrid en 1958. Doctor en Historia, analista político experto en Europa Sudoriental (Balcanes) y Turquía y catedrático de Historia Contemporánea y Actual en la Universidad Autónoma de Barcelona, donde imparte docencia desde 1983. Asimismo es coordinador de la cooperativa de ideas Eurasian Hub.

Pablo Martín, es ingeniero militar de carrera. Ha servido en misiones internacionales en Afganistán, Irak y Líbano, en tareas de reconstrucción, transporte y desminado. Actualmente es profesor en la Academia de Ingenieros del Ejército.

Juan Sánchez Monroe, cubano y diplomático de carrera con destinos en la antigua URSS, Mongolia y Europa oriental desde 1965. Ha sido profesor en el Instituto Superior de Relaciones Internacionales (ISRI) de La Habana.

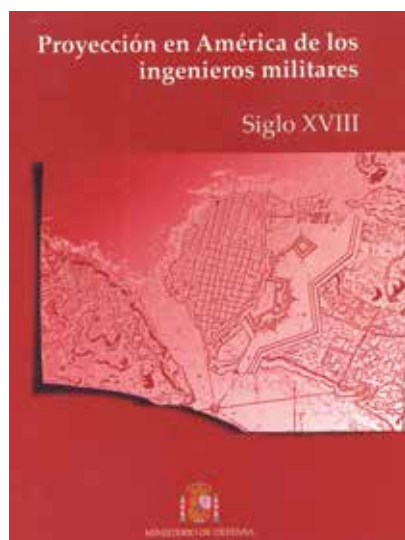
Ha sido profesor en el Instituto Superior de Relaciones Internacionales (ISRI) de La Habana.

Sobre la obra:

El siglo XX, parafraseando a Moshe Lewin, fue el «siglo soviético». Si consideramos que 1914 marca el inicio real del siglo, al cortar la Gran Guerra abruptamente con el antiguo régimen decimonónico, y 1991 señala su final con la descomposición de la Unión Soviética, podemos entender fácilmente hasta qué punto el Estado surgido de la Revolución de 1917 —o el desarrollo de la revolución, propiamente dicha— ocupan el centro de lo que se ha dado en denominar el «siglo más corto», en brillante propuesta del historiador húngaro Ivan Bérend, que hizo célebre Eric J. Hobsbawm.

Precisamente por ello queda mucho que decir sobre la Revolución rusa de 1917: sobre sus orígenes dentro y fuera del Imperio zarista; su comienzo real en 1905 y su dinámica más allá de la ciudad de Petrogrado y de los líderes bolcheviques; su electrizante expansión por Eurasia; y sobre la visión marxista-leninista, nacionalista rusa o neoliberal anglosajona.

PROYECCIÓN EN AMÉRICA DE LOS INGENIEROS MILITARES. Siglo XVIII



- ISBN: 978-84-9091-178-5

Coordinadores de la obra: Francisco Segovia y Manuel Novoa y colaboradores: Juan Albert Adell i Gisbert, doctor en Arquitectura, Juan Capdevila Subirana, doctor en Geografía por la UAB y licenciado en Ciencias Físicas, Juan Carrillo de Albornoz, coronel de Ingenieros retirado y profesor emérito de la Academia de Ingenieros, Carlos Díaz Capmany, teniente general en segunda reserva y presidente de la Junta de promotores del castillo de S. Fernando, Margarita Galcerán Vila, arquitecta y profesora titular de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la UPC, Antonio de Lizaur y de Utrilla, coronel de Artillería en la reserva, Jesús Maldonado de Arjona, ge-

neral de brigada de Infantería retirado, Pere Molas Ribalta, doctor en Historia Moderna y presidente de la Real Academia de las Bases Lletres de Barcelona, Mari Sol de Mora Charles, doctora en Filosofía, Ricardo Álvarez-Espejo García, teniente general, Inspector general Ejército de Tierra, Mari Carmen Navarro Abrines, doctora en Historia Moderna y Contemporánea, Manuel Novoa Rodríguez, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y presidente del grupo de trabajo, Arcadio del Pozo y Pujol de Senillosa, coronel de Ingenieros retirado, Francisco Segovia barrientos, coronel de Ingenieros retirado, Rafael Vila i Rodríguez, arquitecto y redactor del Plan Director del Castillo de Figueres, Enric Viñas i Manuel, arquitecto, Concha Virgili Belda, catedrática de Sociología de la Universidad de Barcelona.

Sobre la obra:

En esta obra, cuarta, de las publicadas por el Grupo de Trabajo de la Real y Militar Academia de Matemáticas de Barcelona los autores de sus artículos se abren a una nueva línea de investigación analizando y reflexionando, de una manera transversal, la proyección de la obra de los ingenieros militares en América durante el siglo XVIII, centrándose sobre todo en su segunda mitad. El trabajo, además de enmarcar el contexto histórico del momento y tratar el tema del control del territorio, profundiza en el análisis y la evolución de las fortificaciones y su comparación con las ejecutadas en la Metrópoli. La influencia ilustrada borbónica se pone en evidencia en los artículos sobre la ordenación del espacio urbano y en los trabajos cartográficos para la confección de planos en el norte de Nueva España y para la delimitación de las posesiones de España y Portugal en el sur. Además se bosqueja el trasvase de conocimientos científicos a los nacientes centros de enseñanza americanos.

REGIMIENTO DE INGENIEROS N.º 7.

Historial compendiado. Desde su origen en 1802 hasta 2017



Sobre el autor:

José Rodríguez Trapiello, nacido el 20 de diciembre de 1948 en Oviedo. Es general de Brigada de Ingenieros.

El **Regimiento de Ingenieros n.º 7** es el Regimiento más antiguo del Arma de Ingenieros del Ejército español. Su creación data del 5 de septiembre de 1802, por Carlos IV con el nombre de Regimiento Real de Zapadores Minadores, teniendo a lo largo de su historia más de 16 nombres, aunque parece ser que tiene un siglo más de antigüedad. La antigüedad del Arma de Ingenieros data del *17 de abril de 1711*. Se encuentra en la Ciudad Autónoma de Ceuta. Ahora se publica esta segunda edición para completar la anterior historia del Regimiento, que se publicó en 2002, con motivo del segundo centenario de su creación. Carlos

Aparicio Gandullo, teniente coronel de Ingenieros, destinado en el regimiento con los empleos de capitán y comandante, ha recopilado los sucesos más importantes acaecidos desde 2002.

Nueva **App** Revistas de Defensa

Nuestro fondo editorial ahora en formato electrónico para dispositivos Apple y Android



La aplicación, **REVISTAS DEFENSA**, es una herramienta pensada para proporcionar un fácil acceso a la información de las publicaciones periódicas editadas por el Ministerio de Defensa, de una manera dinámica y amena. Los contenidos se pueden visualizar "on line" o en PDF, así mismo se pueden descargar los distintos números: Todo ello de una forma ágil, sencilla e intuitiva.

La app **REVISTAS DEFENSA** es gratuita y ya está disponible en las tiendas Google Play y en App Store.



Nueva **WEB**

Catálogo de Publicaciones de Defensa

Nuestro Catálogo de Publicaciones de Defensa, ahora a su disposición con más de mil títulos

<http://publicaciones.defensa.gob.es/>

La nueva página web del **Catálogo de Publicaciones de Defensa** pone a disposición de los usuarios la información acerca del amplio catálogo que compone el fondo editorial del Ministerio de Defensa. Publicaciones en diversos formatos y soportes, y difusión de toda la información y actividad que se genera en el Departamento.

LIBROS

Incluye un fondo editorial de libros con más de mil títulos, agrupados en varias colecciones, que abarcan la gran variedad de materias: disciplinas científicas, técnicas, históricas o aquellas referidas al patrimonio mueble e inmueble custodiado por el Ministerio de Defensa.

REVISTAS

El Ministerio de Defensa edita una serie de publicaciones periódicas. Se dirigen tanto al conjunto de la sociedad, como a los propios integrantes de las Fuerzas Armadas. Asimismo se publican otro grupo de revistas con una larga trayectoria y calidad: como la historia, el derecho o la medicina.

CARTOGRAFÍA Y LÁMINAS

Una gran variedad de productos de información geográfica en papel y nuevos soportes informáticos, que están también a disposición de todo aquel que desee adquirirlos. Así mismo existe un atractivo fondo compuesto por más de trescientas reproducciones de láminas y de cartografía histórica.

Impresión Bajo Demanda

Procedimiento

El procedimiento para solicitar una obra en impresión bajo demanda será el siguiente:
Enviar un correo electrónico a **publicaciones.venta@oc.mde.es** especificando los siguientes datos:

Nombre y apellidos

NIF

Teléfono de contacto

Dirección postal donde desea recibir los ejemplares impresos

Dirección de facturación (si diferente a la dirección de envío)

Título y autor de la obra que desea en impresión bajo demanda

Número de ejemplares que desea

Recibirá en su correo electrónico un presupuesto detallado del pedido solicitado, así como, instrucciones para realizar el pago del mismo.

Si acepta el presupuesto, deberá realizar el abono y enviar por correo electrónico a: **publicaciones.venta@oc.mde.es** el justificante de pago.

En breve plazo recibirá en la dirección especificada el pedido, así como la factura definitiva.

Centro de Publicaciones

Solicitud de impresión bajo demanda de Publicaciones

Título:

ISBN (si se conoce):

N.º de ejemplares:

Apellidos y nombre:

N.I.F.:

Teléfono

Dirección

Población:

Código Postal:

Provincia:

E-mail:

Dirección de envío:
(sólo si es distinta a la anterior)

Apellidos y nombre:

N.I.F.:

Dirección

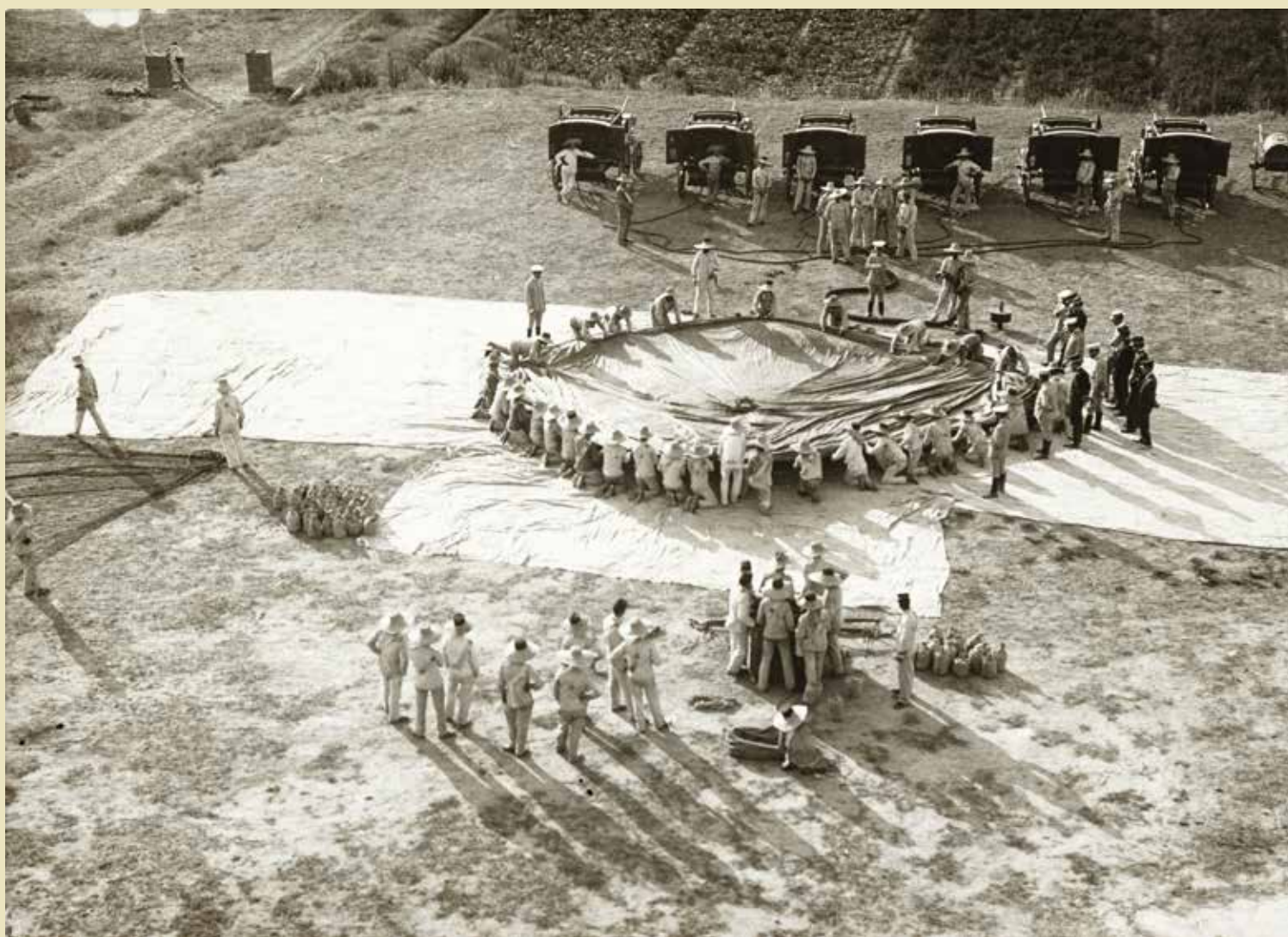
Población:

Código Postal:

Provincia:



Publicaciones de Defensa
Camino de los Ingenieros, 6 • 28047 Madrid
Teléfono: 91 364 74 27 (Pedidos)
publicaciones.venta@oc.mde.es



Aerostación, inflado de un globo y tren de inflado
Guadalajara finales del XIX