

**Diseño y construcción de un dispositivo de
acoplamiento mecánico entre un taladro portátil y un
torno de rescate manual.**

Informe final

José Luis Villarroel Salcedo



*GTE, Grupo de TecnoEspeleología
Universidad de Zaragoza – Peña Guara*

lunes, 16 de diciembre de 2002

Tal como se desprende del título de este proyecto sus objetivos son diseñar, construir y probar un dispositivo que permita acoplar un taladro un taladro autónomo eléctrico o de gasolina a un torno de rescate manual. Esta labor es abordada por el Grupo de TecnoEspeleología de la Universidad de Zaragoza, del cual participan Dr. D. José Luis Villarroel y Dr. D. José Antonio Cuchí. Así mismo, colaboran en las labores de definición y pruebas el Jefe de la Unidad de HELicópteros (HUEL) 41 de la Guardia Civil, Teniente Coronel D. Laurentino Ceña y diversos miembros de los Grupos de Rescate e Intervención en Montaña (GREIM), también de la Guardia Civil.

En una primera fase se procedió a analizar los dos elementos que se pretendía acoplar, el torno y el taladro. En diferentes reuniones con miembros de los Grupos de Rescate e Intervención en Montaña (GREIM) y de la Unidad de HELicópteros (HUEL) 41 de la Guardia Civil se estableció que de entre los tornos más utilizados en rescates el más extendido era el torno POMA (véase la Figura 1). Se decidió por lo tanto diseñar el acoplamiento para este torno. Se estableció también que los taladros utilizados para realizar las instalaciones en los rescates eran muy similares y de gasolina.



Figura 1: Torno de rescate POMA

El torno POMA (Figura 1) es un torno manual con dos manivelas que permite su manejo por uno o dos socorristas. El eje de las manivelas mueve un piñón que ataca una corona produciéndose el efecto de reducción. La corona mueve una polea que es la que tira del cable metálico que eleva o desciende la carga. Además dispone de un freno regulable para el descenso de cargas. El torno sobre el que se han hecho los cálculos tiene las siguientes características técnicas:

Relación de reducción engranajes: 11:28
Diámetro polea: 44 mm
Longitud manivela: 160 mm

Los taladros empleados en rescates tienen las siguientes características básicas:

Potencia: 0.5 CV
Velocidad de giro nominal: 1000 rpm
Cabezal: SDS+

Se ha establecido también el conjunto de requisitos básicos que debe cumplir el dispositivo objeto de diseño:

1. Los dos elementos que se van a acoplar, el torno y el taladro, no deben sufrir transformaciones que imposibiliten su uso por separado. El torno deberá poder ser usado de forma manual en las mismas condiciones para las que fue diseñado.
2. La velocidad de ascensión debe ser superior a los 5 cm/s
3. La carga máxima a elevar será de 250 Kg
4. El dispositivo debe poseer un sistema de seguridad que evite daños tanto al torno como a los socorristas que lo manejen en caso de que se enganche la carga en un ascenso.

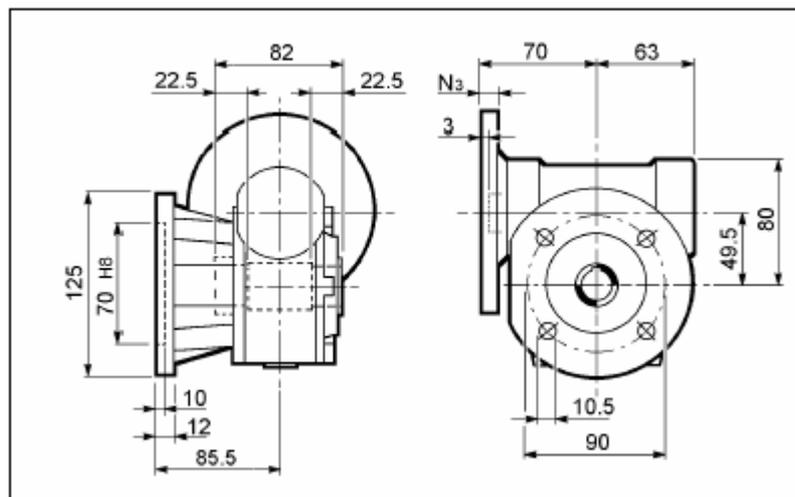


Figura 2: Reductor VF 49 de la marca Bonfiglioli. En la figura aparece con brida de entrada, sin embargo el elegido dispone de entrada con eje libre.

Teniendo en cuenta el torno y el taladro de referencia y los requisitos anteriores se ha calculado y diseñado un acoplamiento mecánico compuesto fundamentalmente de:

Reductor (Figura 2). Se ha calculado un reductor que permite transmitir la potencia generada por el taladro al torno para que éste pueda elevar la carga máxima a una velocidad de ascensión que cumpla los requisitos. Teniendo en cuenta los cálculos realizados, se ha elegido un reductor de tornillo sin fin con las siguientes características:

Relación de reducción: 1:14
Potencia: 0.9 Kw
Par máximo en el secundario: 65 Nwm
Velocidad nominal en el primario: 1400 rpm
Rendimiento: 59%

Además el reductor elegido posee un limitador de par ajustable que permitirá proteger el sistema y los socorristas de los efectos de un bloqueo de la carga.

Adaptador del eje secundario del reductor al eje de las manivelas del torno. Ha sido necesario diseñar un acoplamiento que transforme la salida del reductor, eje hueco de 25 mm con chaveta a la entrada del torno, cuadradillo de 12 mm. La pieza ha sido realizada en acero inoxidable para evitar la corrosión.

Adaptador del eje primario del reductor al cabezal del taladro. El adaptador diseñado consta de dos piezas:

Acoplamiento flexible que permite desalineamientos entre el eje del taladro y el primario del reductor. Además transforma la entrada del reductor, eje de 16 mm, a un eje de 12 mm.

Adaptador SDS+. Se trata de un eje de 12 mm en uno de cuyos extremos cuenta con una terminación SDS+ para su fijación al cabezal del taladro.

Anclaje del reductor al torno. Se ha diseñado un pieza que permite la sujeción del reductor en diversas posiciones con diferentes inclinaciones del eje primario. Esta pieza se fija al torno mediante dos escuadras de acero. El sistema de fijación permite su adaptación a diversos tornos. Todos los elementos de anclaje están contruidos en acero inoxidable.

Todo el conjunto montado puede observarse en la fotografía de la Figura 3.



Figura 3: Torno de rescate POMA modificado, con el acoplamiento mecánico entre el taladro y el torno.

Despieze:

Reductor: VF 49 L2 F2-14 HS de la marca Bonfiglioli (suministrador Transmisiones Zaragoza S.L.)

Adaptador eje secundario: diseño propio, plano TR1 (Anexo B) (fabricante Servicio de Mecánica de Precisión de la Universidad de Zaragoza)

Acoplamiento flexible primario: W7C 40-16-12 de la marca Helical (suministrador Herrekor)

Eje SDS+: diseño y fabricación propio

Pieza de anclaje: diseño propio, plano TR2 (Anexo B) (fabricante Laser Ebro SL)

Escuadras: 4.120101 de la marca RK ROSE+KRIEGER

Pruebas:

El 17 de julio de 2002 se realizó una primera prueba de campo del dispositivo. La prueba se desarrolló sobre uno de los túneles de la antigua carretera que discurre por el congosto del río Isuela entre las localidades de Nueno y Arguis, en la provincia de Huesca. En esta prueba participaron miembros de los Grupos de Rescate e Intervención en Montaña (GREIM) y de la Unidad de HELicópteros (HUEL) 41 de la Guardia Civil, así como dos miembros de Grupo de Tecnoespeleología de la Universidad de Zaragoza. La prueba consistió en probar el buen funcionamiento del dispositivo, su ergonomía y sus dispositivo de seguridad en la elevación y descenso de diferentes cargas.

Las cargas con las que se probó el dispositivo fueron: 50 Kg, 120 Kg, 190 Kg, 255 Kg y 345 Kg. La última de las cargas estaba por encima de las especificaciones planteadas en el diseño del dispositivo. También se probó la tracción mediante dos taladros, uno de gasolina de 0,5 CV (368 W) y 1000 rpm y uno eléctrico de 375 W y 1000 rpm.

Los resultados de las pruebas se esquematizan en la siguiente tabla:

Carga (Kg)	Taladro Gasolina	Taladro Eléctrico	Observaciones
50	OK	OK	
120	OK	OK	
190	OK	OK	
255	OK(-)	OK	El taladro a gasolina necesita la ayuda de la manivela para arrancar
345	NOK	OK	El taladro de gasolina no puede mover la carga

El dispositivo superó satisfactoriamente las pruebas. Se comportó correctamente incluso con cargas superiores a las máximas especificadas. En el caso de carga de 345 Kg, el taladro de gasolina no pudo mover la carga ya que actuaba el dispositivo de seguridad que consiste en un embrague que desconecta la transmisión ante pares elevados. Con la carga de 255 Kg, este dispositivo actuaba únicamente en el momento del arranque.

Superado éste con la ayuda de la manivela, el taladro fue capaz de elevar la carga. El taladro eléctrico al carecer de este mecanismo funcionó sin problema alguno.

En el día 14 de Octubre de 2.002 se realiza una nueva prueba del dispositivo. La prueba se realiza en los Mallos de Riglos, cima de la Visera. Participan la Sección de Montaña de Jaca, el Equipo de Montaña de Huesca y la Unidad Especial de la Jefatura de Montaña. Se instala el Torno y como sistema de seguridad se utilizan dos cuerdas estáticas, una fija e instalada a la cabecera y otra móvil a través de Grigri. En esta ocasión se desciende a un socorrista unos cincuenta metros por debajo de la cima. El objetivo de la prueba es comprobar la velocidad de ascenso con los dos tipos de taladro con los que se cuenta en la Unidades de montaña.

En el primer descenso se utiliza el taladro de baterías, este se aplica directamente sobre el vástago del aparato y se procede al descenso. Con éste, es posible realizar esta operación, ya que el modelo permite variar el sentido de giro de su cabeza giratoria. Con el taladro de gasolina no es posible esta operación, debido a que su cabeza solo gira en un sentido, por lo que es necesario el uso de un sistema adicional para el descenso o realizarlo manualmente sobre la maneta giratoria.

Una vez descendido el socorrista treinta metros se procede a su izado y control de la velocidad en ascenso, siendo esta de cuatro metros y medio por minuto con el taladro de baterías y de dos metros y medio por minuto con el de gasolina.

Conclusiones

Se ha diseñado y construido un dispositivo de acoplamiento entre un torno de rescate POMA (usado por los Grupos de Rescate E Intervención en Montaña de la Guardia Civil) y un taladro con cabezal SDS+. Este dispositivo cumple los requisitos planteados:

1. El taladro y el torno se pueden utilizar por separado. El acoplamiento se puede retirar del torno mediante cuatro tornillos, quedando con su estructura y funcionalidad primitivas.
2. Las velocidades de ascensión son : 7.5 cm/s para el taladro eléctrico de baterías y 4.1 cm/s para el de gasolina. Con el taladro de gasolina no se cumple el requisito de velocidad (mayor de 5 cm/s) seguramente porque éste no se ajusta a una velocidad nominal de 1000 r.p.m.
3. Las cargas que se pueden elevar son superiores a 250 Kg (255 Kg para el taladro de gasolina y >354 Kg para el de baterías).
4. El limitador de par incorporado al reductor protege correctamente al sistema ante posibles enganchones de la carga.

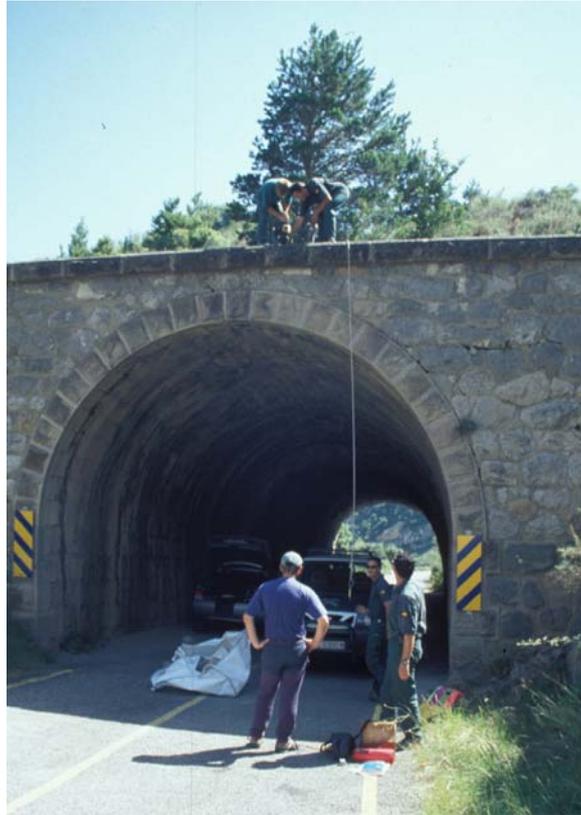
Otras consideraciones a tener en cuenta son:

- Las modificaciones realizadas sobre el torno apenas afectan al proceso de la instalación del torno para un rescate.
- Se comprobó el correcto funcionamiento de todos los dispositivos de seguridad del torno. Uno de los objetivos del diseño fue la no alteración de ninguno de estos dispositivos.

- Las pruebas demuestran la mayor eficacia del taladro de baterías en cuanto a velocidad y potencia.
- El torno donde se instaló el dispositivo presenta deformaciones por una antigua caída desde altura. La más grave consiste en que el eje principal está doblado lo que provoca un ligero cabeceo del dispositivo en su unión con el cuerpo del torno. La instalación del acoplamiento en un torno sin deformaciones mejorará sensiblemente la eficacia del dispositivo.

En el Anexo A se incluye una secuencia fotográfica de las pruebas desarrolladas.

ANEXO A



Fotografía 1. El 17 de julio de 2002 se realizó una primera prueba de campo del dispositivo. La prueba se desarrolló sobre uno de los túneles de la antigua carretera que discurre por el congosto del río Isuela entre las localidades de Nueno y Arguis, en la provincia de Huesca.



Fotografía 2. Se instaló el torno de rescate en la parte superior del túnel.



Fotografía 3. Detalle del torno de rescate antes de su fijación.



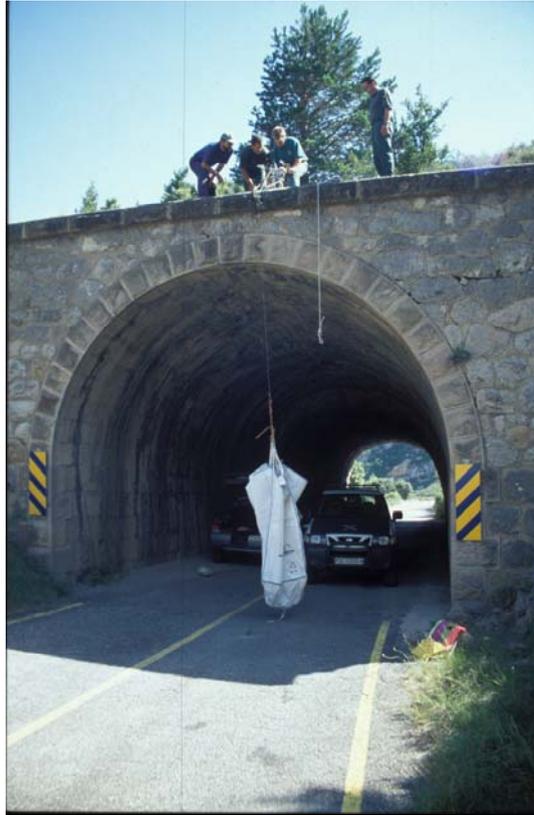
Fotografía 4. El torno ha sido instalado y está preparado para funcionar. En la parte posterior del torno se puede observar el carrete de cable metálico que se usa para la elevación de la carga.



Fotografía 5. Torno funcionando con un taladro de gasolina.



Fotografía 6. Torno funcionando con un taladro de eléctrico.



Fotografía 7. El dispositivo se probó elevando diferentes cargas, desde 50 Kg hasta 345 Kg.



Fotografía 8. El dispositivo se probó elevando diferentes cargas, desde 50 Kg hasta 345 Kg.



Fotografía 9. Torno instalado en la cima de la Visera de los Mallos de Riglos.



Fotografía 10. Visera de los Mallos de Riglos. Torno con taladro eléctrico



Fotografía 11. Visera de los Mallos de Riglos. Torno con taladro de gasolina



Fotografía 12. Visera de los Mallos de Riglos. Descenso en la prueba.

ANEXO B