

## VEHÍCULOS BLINDADOS DE TRANSPORTE DE PERSONAL ¿ORUGAS O RUEDAS?

Pablo von Unger Thaubly\*

### Resumen

*Cuando se habla de vehículos blindados para transporte de personal, surge inmediatamente una interrogante: ¿Orugas o ruedas? Se compararán estas dos alternativas a la luz de algunos criterios que se estiman de relevancia para la toma de decisiones, concluyendo que, en términos generales, los vehículos a rueda son más eficientes en el rol de apoyo de combate y de servicio de combate, y los a oruga en funciones netamente de combate.*

**Palabras clave:** Vehículos blindados; táctica; movilidad operativa; supervivencia; movilidad estratégica.

Una pregunta que suele presentarse cuando se está discutiendo sobre vehículos de combate (blindados) es la comparación de los sistemas de rodadura: ¿ruedas u orugas?

En el siguiente artículo se analizan criterios que permiten comparar el desempeño de los dos sistemas de rodadura.

Es importante mencionar en este punto que, para los efectos del presente artículo, se ha excluido en forma explícita la amenaza de un combate con tanques.

### Revisión de literatura

En el proceso de revisión de la información disponible en fuentes abiertas, se identificaron algunos conceptos que tienen gran preponderancia

al momento de seleccionar el tipo de rodados para transporte de personal:

- Movilidad: se entiende como la capacidad de moverse libremente y en forma rápida sobre las áreas de interés, de manera de alcanzar variados objetivos de combate.<sup>1</sup>
- Movilidad estratégica: La capacidad de desplegar y sostener fuerzas militares en cualquier parte del globo, en apoyo a la estrategia nacional.<sup>2</sup>
- Movilidad operacional: La capacidad de posicionar y reposicionar fuerzas en el área de operaciones, en forma rápida y eficiente.<sup>3</sup>
- Movilidad táctica: Capacidad de desplazamiento de las fuerzas cuando se encuentra en contacto inmediato con su adversario. Esta confrontación

\* Capitán de Corbeta IM. Destacado Colaborador de la Revista de Marina desde 2014. (pvonunger@armada.cl).

1. Mobility Analysis for the TRADOC Wheeled versus Track Vehicle study, final report, Robert F. Unger, Geotechnical Laboratory, Department of The Army, Waterways Experiment Station, Corps of Engineers, Vicksburg Miss, September 1988.

2. Department of Defense Dictionary of Military and Associated terms, 2014, U.S. Department of Defense.

3. Dr. Lutz Unterseher, Wheels or Tracks?, On the 'Lightness' of Military Expeditions, Project on Defense Alternatives, Briefing Memo #16, July 2000 (revised December 2001)



■ El carro M113 es un vehículo blindado de tracción por cadenas destinado al transporte de personal, material y varias armas.

- directa impone al menos dos requerimientos esenciales para la movilidad:<sup>4</sup>
- Movilidad todo terreno, de manera de poder evadir los efectos de los ataques enemigos y explotar las avenidas de aproximación no planificadas.
- Agilidad, una combinación de alta velocidad, capacidad de aceleración y zigzag de manera de responder en forma flexible y con rapidez a las oportunidades o desafíos que se produzcan en el momento de la acción.
- Índice Cónico del Vehículo (VCI): índice que relaciona la resistencia del suelo y la presión característica de un vehículo sobre el suelo.<sup>5</sup>
- Supervivencia: Concepto que incluye todos los aspectos de protección de personal, armamento y apoyos logísticos, a la vez que engaña al enemigo. Las tácticas de supervivencia incluyen la construcción de buenas defensas, empleo de movimiento frecuente, la maximización del mimetismo, decepción y construcción de posiciones de combate tanto para individuos como para el material.<sup>6</sup>
- Firma: Es la característica o patrón que genera un elemento, en un equipo de detección o identificación.<sup>7</sup>
- Soportabilidad: corresponde al grado en que un sistema puede ser efectivamente sostenido, tanto en términos de características de diseño integradas (Built-in) en el sistema, relacionadas con los elementos directamente vinculados con la misión principal del sistema, y las características de todo el plan de mantenimiento e infraestructura de soporte.<sup>8</sup>

## Discusión

No hay un criterio único para poder resolver la pregunta que motivó el presente trabajo. Sin embargo, se concuerda que la selección del sistema de rodadura dependerá del contexto operacional donde se espera se desempeñen los vehículos de transporte blindados.

4. Ibidem.

5. The Wheel versus track dilemma, Paul Hornback, March 1998

6. U.S. DoD Terminology glosary.

7. Ibidem.

8. Logistics Engineering and Management, Benjamin Blanchard, Parentice hall 2004 ISBN 978-81-203-2763-4

### ■ Movilidad estratégica

El peso y las dimensiones son factores determinantes. Los vehículos a oruga existentes en el mercado pesan entre 3.5 y 65 toneladas. De ellos, el 50% se enmarca dentro de las 35 y 65 ton., y el otro 50% bajo las 35 ton. En el caso de los vehículos blindados a rueda, si bien la distribución está enmarcada entre las 3.5 ton y las 37 ton, solo el 10% de los modelos existentes pesan más de 20 toneladas.

Esta diferencia en términos de peso y volumen, dan una ventaja significativa de los vehículos a rueda por sobre los a oruga en lo referido al desplazamiento de los medios entre teatros operacionales, que pueden estar incluso en continentes distintos. El impacto de este criterio, en lo referido a la movilidad estratégica, dice relación con la cantidad de combustible que se debe movilizar hacia el teatro de operaciones, de manera de soportar a la flota.

Los vehículos a rueda consumen considerablemente menos combustible que los vehículos a oruga, principalmente dado el coeficiente de fricción de los sistemas de oruga y por tanto el despliegue de combustible a un teatro de operaciones se multiplica en el caso de soportar vehículos a oruga.



■ Vehículos acorazados portapersonal (VAP).

### ■ Movilidad operativa

La resistencia de rodadura de un vehículo de oruga, cuando se desplaza por caminos, es en



■ Carro de transporte de personal Stryker.

promedio un 4% de su peso, comparado con un vehículo a rueda, en cuyo caso la resistencia de rodadura rara vez excede el 2% de su peso total,<sup>9</sup> siendo uno de los factores que más influye en las necesidades de potencia y por ende de consumo de combustible. Esta ventaja se invierte cuando se trata de desplazamiento a campo traviesa.

En todo caso, por lo general, en las operaciones de despliegue predomina el empleo de caminos, lo que hace que, en términos generales, se mantenga la ventaja del menor consumo de combustible de los vehículos a rueda.

David E. Johnson, Adam Grissom y Olga Oilker, en su ensayo *In the middle of the fight; An assesment of medium armoured forces in past military operations* (ISBN 978-0-8330-4413-6) luego de un análisis histórico de las operaciones de los ejércitos parcialmente blindados (desde la Primera Guerra Mundial hasta nuestros días), enfatiza que en los desplazamientos de las fuerzas, se hace un uso extensivo de caminos. Incluso en el contexto de escenarios de guerra, los desplazamientos fuera de camino constituyen menos

del 50% de los movimientos. Esto considerando que en áreas de operaciones suficientemente grandes, la mayoría de los desplazamientos

9. Dr. Lutz Unterseher, *Wheels or Tracks?, On the 'Lightness' of Military Expeditions*, Project on Defense Alternatives, Briefing Memo #16, July 2000 (revised December 2001)

obedecen a movimientos de las tropas hacia las áreas de combate y en mucha menor medida la maniobra en las batallas propiamente tal.

También indica que las fuerzas por lo general son desplegadas en forma más oportuna mediante vehículos a rueda por dos motivos principales:

- Menor paradas de relleno de combustible (entre un 50% y 100% menos que comparados con una unidad que se desplaza en vehículos a oruga)
- La velocidad (aire) de marcha, en que los vehículos a rueda suelen ser entre un 50% y 100% más rápidos que sus similares a oruga.

Existe otro factor a considerar, y dice relación con el confort de las unidades transportadas, por cuanto las vibraciones a las que están expuestas las unidades transportadas en vehículos a oruga son sustantivamente mayores que en los vehículos a rueda, y por tanto tienen un mayor impacto en la capacidad de combate del personal una vez desembarcados.

En general también indica el estudio que los ejércitos suelen ocupar camiones “camada baja” para aproximar los tanques hacia las áreas de conflicto, a diferencia de los vehículos a rueda, los que se desplazan por sus propios medios.

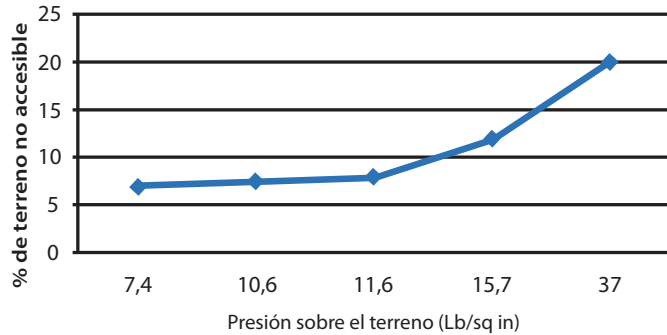
■ **Movilidad táctica**

En este punto los vehículos a oruga suelen tener cierto grado de ventaja sobre los vehículos a rueda.

A mayor VCI la movilidad sobre terrenos difíciles disminuye. La menor presión de un vehículo permite un mejor desempeño en terrenos arenosos, pantanosos o

cubiertos de nieve, como asimismo incrementa las capacidades para sortear obstáculos tales como pendientes, zanjas (trincheras) incluso vegetación.<sup>10</sup>

Desde un punto de vista de movilidad táctica, los vehículos a oruga ofrecen la mejor solución

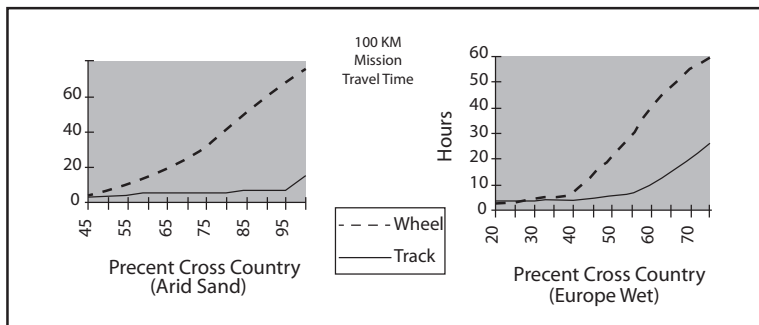


■ Gráfico de presión vs terreno accesible.

para una plataforma versátil que se requiere para operar sobre diversos terrenos, incluyendo los terrenos excesivamente difíciles.<sup>11</sup>

En la figura 2, se muestra una comparación de los tiempos de desplazamiento en dos terrenos diferentes, siendo éstos arena y praderas o llanuras comparables a las que se encuentran en la novena y décima región de nuestro país.<sup>12</sup>

En ella se puede ver como en la medida que aumentan los porcentajes de tránsito sobre arena o por llanuras (en una distancia de 100 km), la diferencia de tiempo de desplazamiento de un vehículo a rueda aumenta significativamente respecto de uno a oruga.



■ Figura 2.

10. Mobility Analysis for the TRADOC Wheeled versus Track Vehicle study, final report, Robert F. Unger, Geotechnical Laboratory, Department of The Army, Waterways Experiment Station, Corps of Engineers, Vicksburg Miss, September 1988.  
 11. Wheels or Tracks "Military Technology, Volumen XVIII, Issue 7 July 1994.14  
 12. The Wheel versus track dilemma, Paul Hornback, March 1998



### ■ Supervivencia

Entre los criterios de mayor relevancia para esta capacidad, se cuenta la protección balística y ante minas (IED), el tamaño, la silueta y la furtividad.

Los vehículos a oruga suelen tener una menor altura. El sistema de suspensión, el tamaño de las ruedas de camino, la ausencia de cajas de transferencia, y semiejes, los espacios necesarios por las ruedas para poder pivotar, en términos generales reduce su silueta, contribuyendo de esa forma a la capacidad de supervivencia del vehículo.

En el caso de los vehículos a rueda, el sistema de suspensión, dirección y la cadena cinemática requieren de más espacio para ser eficientes, influyendo así en forma negativa en la supervivencia, por efectos de la firma mayor que su par a oruga. Estudios efectuados por el ejército de Estados Unidos indican que un vehículo a rueda requiere de un volumen un 28% mayor que uno con orugas, considerando un espacio interior de similares características.<sup>13</sup>

El sistema de suspensión de los vehículos a rueda, suele ser más vulnerable a la acción de armas de bajo calibre, fragmentos de artillería o minas, si lo comparamos con la robustez de un sistema de oruga. Sin embargo, esta debilidad disminuye mediante la incorporación de los sistemas de blindaje de los neumáticos, insertos *Run-Flat*, sistemas de control de presión incorporados, y la redundancia de ruedas (6x6 u 8x8). Esta característica les permite a los vehículos de más de dos ejes, perder dos y hasta tres ruedas y aun así continuar con relativa normalidad con la operación o el retorno a su base de operaciones.

El sistema de orugas es menos vulnerable a la acción de las armas enemigas, sin embargo, en el evento que esta se dañe, ya sea por el efecto de las armas o por efecto del terreno, deja inmediatamente al vehículo en una situación de gran vulnerabilidad, por cuanto a menos que esta sea reparada, el vehículo queda sin tracción ni dirección, y el tiempo de reparación de la oruga suele ser considerablemente mayor que el recambio de una rueda.

La señal de ruido es un factor que contribuye en forma negativa a la capacidad de supervivencia.

En este punto los vehículos a rueda tienen una significativa ventaja sobre los vehículos a oruga, tanto por el ruido del roce de la oruga con el terreno, como por la fricción de las partes móviles de la misma.

Los vehículos con oruga cuentan con una capacidad de girar en el punto que le da una maniobrabilidad incomparable con respecto a los vehículos a rueda. En el caso de estos últimos, el radio de giro es un factor muy limitante, sobre todo cuando se despliegan en áreas urbanas o densamente pobladas por árboles.

En contraposición, los vehículos a rueda, aún con la limitación del pivoteo, se consideran con mayores capacidades de supervivencia que los vehículos con oruga producto de su velocidad, aceleración y su capacidad de zigzagueo.

### ■ Soportabilidad

Históricamente se ha dicho que los costos de los vehículos a rueda se reducen significativamente mediante el empleo de productos "COTS" (*Comercial Off the Shelf*), sin embargo, la militarización de las plataformas ha hecho que paulatinamente esta ventaja vaya disminuyendo. Hoy se cuenta con neumáticos blindados (o con protección balística y sistemas *Run-Flat*), suspensiones diseñadas para soportar mucho mayor peso (dado el blindaje con que cuentan los vehículos de transporte) específicamente diseñados bajo estándares militares, para vehículos blindados que al no ser comerciales, y tener producciones masivas, tienden a tener un costo significativamente mayor.

Los vehículos a rueda suelen ser estadísticamente más confiables, con tasas de fallas considerablemente más bajas; es importante hacer una aclaración en este último punto, de manera de no confundir al lector con esta afirmación. Los vehículos a oruga suelen tener mayor tasa de fallas dado a que están normalmente expuestos a un mayor castigo ya que su principal empleo se produce en condiciones *Off-Road*, en donde tienen una ventaja importante sobre los vehículos a rueda. Por el mismo motivo las distancias que recorren estos vehículos en una unidad de tiempo, suelen ser menores que los vehículos a rueda, por lo que no se debiera utilizar la fórmula MDBF<sup>14</sup> (*Mean*

13. "Wheeled versus Track Vehicle study, final report" Studies and Analysis Activity, Head Quarters US Army Training and Doctrine Command, Fort Monroe Marc 1985.

14. Washington Metropolitan Area Transit Authority, "Operational Performance Conference" January 8th 2009

*Distance Between Failure*, que dice relación con la cantidad de unidades de distancia viajadas por un vehículo, antes que se presente una falla) como una forma objetiva de comparación entre ambos métodos de rodadura.

$$MDBF = \frac{\text{Número de fallas}}{\text{Unidad de distancia recorrida}}$$

Podemos entonces decir que los vehículos a rueda suelen ofrecer una mejor alternativa bajo el prisma de la soportabilidad por los siguientes factores:

- Estadísticamente menor cantidad de fallas dado el desplazamiento del vehículo sobre una distancia dada.
- En general el grado de complejidad de las fallas de un vehículo de oruga suele ser mayor que el caso de un vehículo a rueda, y por ende el tiempo y recursos (herramientas, horas - hombre) suelen ser mayores.
- El tren logístico necesario para soportar una flota de blindados a oruga (combustible, vehículos de transporte, entre otros) es significativamente mayor que una flota de vehículos a rueda.

## Conclusiones

Los diferentes sistemas de rodadura analizados en el presente artículo presentan ventajas y desventajas, las que deben ser reconocidas de manera de aprovechar las potencialidades de cada uno de estos sistemas y buscar las medidas que permitan hacer frente a sus respectivas debilidades.

En general podríamos concluir que para vehículos de combate, que constituyen el esfuerzo

principal de una fuerza militar determinada, el sistema de tracción mediante orugas presenta una ventaja, por cuanto permite una mejor capacidad de desplazamiento en superficies complejas (arena, barro, etc.), una silueta (y por tanto una firma visual) menor, lo que contribuye significativamente a la capacidad de supervivencia en la acción de combate.

Por otra parte, en funciones de apoyo de combate o de apoyo de servicio de combate (apoyo de fuego, transporte, etc.) los vehículos a rueda presentan una ventaja, por cuanto suelen permitir desplazamientos a mayores distancias, con menor tasa de falla, con trenes logísticos notablemente menores (combustibles, repuestos, camiones para trasladar los vehículos, etc.) y con una velocidad y agilidad que potencia significativamente la capacidad de supervivencia del vehículo y sus ocupantes.

Misiones de paz y operaciones de HADR<sup>15</sup> es un caso particular cuyo análisis debiera considerar que la mayoría de estas operaciones se desarrollan en áreas urbanas o semi-urbanas, normalmente con dificultades para sostener un eficiente tren logístico, ya sea por la distancia de las bases de apoyo, o por la dificultad de acceder a las localidades siniestradas.

Esto lleva a concluir al autor que para este tipo de operaciones, se debiera privilegiar la utilización de vehículos a rueda, con al menos tres ejes, de manera de asegurar el desplazamiento del vehículo aún cuando alguno de los neumáticos haya sufrido daño. Esto además contribuye a la capacidad del vehículo para sortear obstáculos en el terreno.

\* \* \*

15. Humanitarian Assistance and Disaster Relief