

APUNTES · MÓDULO 1

Capítulo 1: El Enemigo Invisible



Dinámica y fuerzas ambientales en ruta

Estiba, Trincaje de Cargas y Prevención de Riesgos Ergonómicos en Ruta

Material de estudio

Contenido del módulo

- 1 Inercia y energía cinética
 - 2 Fuerzas G: cuánto tiene que aguantar tu amarre
 - 3 El coeficiente de fricción (μ): la fuerza que no se ve
 - 4 Micro-vibraciones y asentamiento de carga
-

Dinámica y fuerzas ambientales en ruta. Este apunte resume los conceptos clave del módulo para tu estudio y consulta.

Aprendizaje esperado: Explicar las fuerzas físicas que actúan sobre la carga durante la conducción y su efecto en la seguridad del transporte.

1 Inercia y energía cinética

Empecemos por la ley más importante de la ruta. Según la Primera Ley de Newton, un cuerpo en movimiento se mantiene en movimiento hasta que una fuerza lo detenga. Cuando tu camión avanza, la carga acumula energía cinética: mientras más masa y más velocidad, más energía guardada. Aquí está la trampa: cuando pisas el freno, los frenos detienen el camión, pero la carga no se entera. Ella sigue proyectada hacia adelante. Si el amarre falla, esa energía se descarga contra tu cabina. El freno detiene el fierro; solo un buen trincaje detiene la carga.

Según la **Primera Ley de Newton**, un cuerpo en movimiento permanece en movimiento salvo que una fuerza externa lo detenga.

- La carga acumula **energía cinética** proporcional a su masa y al **cuadrado de su velocidad**.
- En una frenada de emergencia, el camión se detiene, pero **la carga sigue proyectada hacia adelante**.
- Si el trincaje falla, esa energía impacta la cabina.

El freno detiene el camión; el trincaje detiene la carga.

2 Fuerzas G: cuánto tiene que aguantar tu amarre

Tu sistema de trincaje no se diseña al ojo. Se diseña para resistir aceleraciones medidas en fuerzas G, que actúan en distintas direcciones. En una frenada frontal extrema, la fuerza llega a cero coma ocho G: tu amarre debe retener el ochenta por ciento del peso de la carga hacia adelante. En una curva, la fuerza centrífuga es de cero coma cinco G: retienes el cincuenta por ciento hacia el lado. Y en un arranque o subida, otro cero coma cinco G empuja la carga hacia las compuertas traseras. Grábate esos tres números: son la exigencia real a la que sometes cada cinta.

Situación	Fuerza	El amarre retiene
Frenado frontal extremo	0,8g	80% del peso (hacia adelante)
Curva (fuerza centrífuga lateral)	0,5g	50% del peso (hacia el lado)
Arranque / pendiente (trasera)	0,5g	50% del peso (hacia atrás)

Frenar exige lo máximo: 0,8g. Diseña siempre para la frenada.

3 El coeficiente de fricción (μ): la fuerza que no se ve

Aquí está el enemigo invisible del título. El peso no sujeta la carga por sí solo. Lo que la mantiene en su lugar es la fricción entre la base de la carga y el piso de la rampla, un número que llamamos coeficiente de fricción, o μ . Acero liso sobre acero liso te da un μ de cero coma quince: es un patín, la carga desliza al primer movimiento. Madera rugosa mejora algo. Pero cuando pones una alfombrilla de goma homologada, el μ sube a cero coma sesenta y cinco: la carga se queda pegada al piso. Con goma necesitas pocas cintas; sin goma, necesitas cuatro veces más. La goma es la amarra más barata que existe.

La estabilidad depende de la **fricción** entre la base de la carga y el piso de la rampla:

Superficie	μ	Riesgo
Acero liso sobre acero liso	0,15–0,20	Crítico: desliza de inmediato
Madera rugosa sobre acero	0,35–0,40	Medio: exige muchas amarras
Alfombrilla de goma homologada	0,65–0,70	Seguro: estándar recomendado

La fricción manda: el peso NO sujeta la carga. Usa siempre goma antideslizante.

4 Micro-vibraciones y asentamiento de carga

Un último enemigo silencioso: el camino mismo. El pavimento transmite vibraciones constantes que reordenan la carga y sus empaques poco a poco. A esto le llamamos asentamiento. ¿La consecuencia? Las eslingas textiles se estiran y pierden entre un veinte y un treinta por ciento de su tensión en los primeros kilómetros. Por eso la regla es sagrada: detente a re-tensar dentro de los primeros ochenta kilómetros. Y ojo con el ambiente: el viento lateral empuja las cargas altas como una vela, y el polvo o la lluvia reducen la fricción justo cuando más la necesitas.

- El pavimento transmite vibraciones que reordenan la carga (**asentamiento**).
- Las eslingas textiles pierden **20–30% de su tensión** en los primeros kilómetros.
- **Regla de oro:** detente a re-tensar dentro de los **primeros 80 km**.
- El viento lateral actúa como vela; el polvo y la lluvia reducen la fricción.

Glosario del módulo

Inercia. Tendencia de la carga en movimiento a seguir avanzando aunque el camión frene (Primera Ley de Newton). El freno detiene el camión; solo el trincaje detiene la carga.

Energía cinética. Energía acumulada por la carga en movimiento, proporcional a su masa y al cuadrado de su velocidad. A más peso y velocidad, mayor energía a contener en una frenada.

Fuerza G. Coeficiente de aceleración dinámica que mide la exigencia sobre el amarre: 0,8g en frenado frontal (retiene 80% del peso), 0,5g en curva y 0,5g hacia atrás en arranque/pendiente.

Coeficiente de fricción (μ). Número que mide la adherencia entre la base de la carga y el piso de la rampla. Acero liso $\approx 0,15$; goma antideslizante homologada $\approx 0,65$ – $0,70$. El peso NO sujeta: la fricción sí.

Alfombrilla antideslizante. Lámina de goma homologada que se coloca bajo la carga para elevar el μ a $\approx 0,65$. "La amarra más barata que existe": con goma se necesitan hasta 4 veces menos cintas.

Asentamiento de carga. Reordenamiento progresivo de la carga por las micro-vibraciones del pavimento; hace que las eslingas textiles pierdan 20–30% de su tensión en los primeros kilómetros.

Re-tensado (regla de los 80 km). Obligación de detenerse a re-tensar las amarras dentro de los primeros 80 km de ruta, para compensar la pérdida de tensión por asentamiento.

Trincaje. Conjunto de amarras, tensores y accesorios que sujetan la carga al vehículo. Su diseño debe resistir las fuerzas G, no estimarse "al ojo".

 Para autoevaluarte

- En un frenado de emergencia extremo, ¿qué porcentaje del peso de la carga se proyecta hacia adelante por inercia?
- ¿Qué coeficiente de fricción (μ) entrega una alfombrilla de goma homologada?
- ¿Dentro de qué distancia es obligatorio detenerse a re-tensar las amarras?