

UF1253: Diagnóstico de deformaciones estructurales

Elaborado por: Yolanda Alonso Majado

Edición: 5.0

**EDITORIAL ELEARNING S.L.**

ISBN: 978-84-16557-02-8

No está permitida la reproducción total o parcial de esta obra bajo cualquiera de sus formas gráficas o audiovisuales sin la autorización previa y por escrito de los titulares del depósito legal.

Impreso en España - Printed in Spain

# Presentación

## Identificación de la Unidad Formativa:

Bienvenido a la Unidad Formativa UF1253: Diagnóstico de deformaciones estructurales. Esta Unidad Formativa pertenece al Módulo Formativo MF0135\_3: Estructuras de vehículos que forma parte del Certificado de Profesionalidad TMVL0609: Planificación y Control del área de Carrocería, de la familia de Transporte y Mantenimiento de vehículos.

## Presentación de los contenidos:

La finalidad de esta Unidad Formativa es enseñar al alumno a diagnosticar deformaciones en la estructura del vehículo, determinando el alcance de los daños y el proceso de reparación a seguir para su conformación verificando que los resultados finales se ajustan a las calidades y tiempos establecidos.

Para ello, se estudiará la geometría espacial de vehículos: los principios del estiraje, los equipos y útiles necesarios en la verificación, y las técnicas en los procesos de verificación. También se analizarán las técnicas de diagnóstico.

## Objetivos de la Unidad Formativa:

Al finalizar esta Unidad Formativa aprenderás a:

- Analizar la constitución de la carrocería, bastidor, cabina y equipos, relacionando los distintos componentes y los métodos de ensamblaje de los mismos con los procesos de fabricación y reparación.
- Diagnosticar las deformaciones, simuladas o reales, que puede sufrir la estructura, a fin de determinar el procedimiento de reparación en cada caso.
- Establecer las operaciones necesarias para realizar la conformación y medición de la estructura en bancada.

# Índice

## UD1. Geometría espacial de vehículos: principios del estiraje.... 7

- 1.1. Sistemas de fuerzas: composición y descomposición ..... 9
- 1.2. Resultante y Momento resultante ..... 51
- 1.3. Representación gráfica: simbología y normalización..... 70
- 1.4. Técnicas de medición y embutición. .... 144
- 1.5. Procesos de estampación y ensamblaje ..... 183
- 1.6. Interpretación de la información estructural dada por el fabricante..... 213
- 1.7. Tipos de carrocerías y bastidores ..... 239
- 1.8. Tipos de daños..... 265

## UD2. Equipos y útiles necesarios en la verificación ..... 313

- 2.1. Elevador ..... 315
- 2.2. Galgas de Nivel ..... 330
- 2.3. Medidor Universal ..... 334
- 2.4. Metro ..... 337
- 2.5. Compás de Varas ..... 340
- 2.6. Función y características del alineador ..... 349
- 2.7. Sistemas de elevación de estructuras..... 365

2.8. Útiles para el movimiento de estructuras deformadas .....	393
--	-----

### UD3. Métodos y técnicas en los procesos de verificación.

Técnicas de diagnóstico .....	425
-------------------------------	-----

3.1. Técnicas de verificación de elementos estructurales en pisos .....	427
--	-----

3.2. Método de verificación estructural en habitáculos de puertas	453
---	-----

3.3. Método de verificación de habitáculos de lunas .....	466
---	-----

3.4. Técnicas de control de deformaciones estructurales .....	471
---	-----

3.5. Método de control de habitáculos de capó y maletero .....	481
--	-----

Glosario .....	503
----------------	-----

Soluciones .....	509
------------------	-----

Anexo .....	511
-------------	-----

# UD1

Geometría espacial de  
vehículos: principios  
del estiraje

- 1.1. Sistemas de fuerzas: composición y descomposición
- 1.2. Resultante y Momento resultante
- 1.3. Representación gráfica: simbología y normalización
- 1.4. Técnicas de medición y embutición.
- 1.5. Procesos de estampación y ensamblaje
- 1.6. Interpretación de la información estructural dada por el fabricante
- 1.7. Tipos de carrocerías y bastidores
- 1.8. Tipos de daños



## 1.1. Sistemas de fuerzas: composición y descomposición

Las estructuras en los vehículos actuales, han sido diseñadas conforme a ciertos cálculos muy complejos que nos van a permitir prever y así controlar, de manera predecible, la absorción de energía producida tras el choque en un impacto.

Esto se va a lograr por mediante la deformación de aquellos elementos que permitan mantener, con el menor daño posible, la **indeformabilidad del habitáculo** y con esto la **integridad de los ocupantes del vehículo cuando se produce el siniestro**.

Una carrocería que presenta deformaciones debidas a un impacto, necesita recuperar su forma y cotas originales mediante un estiraje o conformación de los elementos afectados.



El **principio básico del estiraje** consiste en recuperar la forma inicial que tenía la pieza justo antes de la deformación aplicando **fuerzas en la misma dirección** pero **en sentido contrario** a las sollicitaciones que produjeron esos daños sobre la carrocería.

---

Realizar un estudio sobre la composición de fuerzas, según sean las deformaciones y nuestro conocimiento acerca de las condiciones del impacto, van a ser de gran importancia para poder establecer:

- **Los anclajes**
- **Los apoyos**
- **Los tiros y**
- **Los contratiros**

Todos ellos se van a considerar cómo los útiles del taller de carrocería, necesarios para realizar los trabajos de conformación de la carrocería deformada, para así conseguir devolverle sus cotas y forma originaria.

La determinación minuciosa, de manera correcta y exacta de la dirección en el tiro de tracción que debemos aplicar al vehículo, va a contribuir a disminuir en gran medida la cantidad de tiros a efectuar y con ello va a facilitar también todos los trabajos que debemos realizar para la conformación de dicha carrocería.

Obviamente con estas tareas lo que vamos a lograr es ser capaces de disminuir el tiempo de reparación y como consecuencia el precio total del presupuesto sobre la reparación que debemos efectuar.

Los útiles y elementos auxiliares que vamos a utilizar para realizar el estiramiento de la carrocería van a ser: Escuadras y Cilindros hidráulicos.

Estos dispositivos ayudados de cadenas o eslingas y de los apropiados sistemas de amarre que van a ser mordazas o ganchos que servirán para devolver la carrocería a su estado y cotas iniciales.

Sabiendo que la carrocería no se deforma por igual en todas sus secciones, un factor muy importante a la hora de realizar la conformación de manera adecuada va a ser el realizar los tiros de forma pausada y comprobando frecuentemente la evolución de la reparación.

Cuando deseamos reparar una estructura que ha resultado dañada después de un siniestro, como profesionales del taller de carrocería debemos someterla a fuerzas de diferente magnitud, dirección y sentido durante el proceso de estiraje.

En los talleres de carrocería, generalmente la fuerza de tracción es aplicada por medio de un equipo de tracción.

Este equipo de tracción estará formado por:

- Gatos
- Torres y
- Escuadras de tracción.

Siempre ayudándonos de elementos auxiliares como pueden ser gatos portátiles y cadenas o eslingas de seguridad.



Esta FUERZA DE ESTIRAJE(denominada resultante), puede ser única o como sucede habitualmente, esta resultante a aplicar será la suma de múltiples fuerzas, en distintas direcciones y diferentes sentidos.

---

Estas fuerzas de distinta índole, van a ser capaces de provocar sobre la carrocería deformada diversos efectos relacionados con deformaciones y/o giros provocados por todas las fuerzas que entran en contacto con ella.

El efecto de una fuerza sobre la carrocería va a depender de:

- **Su intensidad o módulo**
- **Su dirección,**
- **Su sentido y por último de**
- **Su punto de aplicación.**

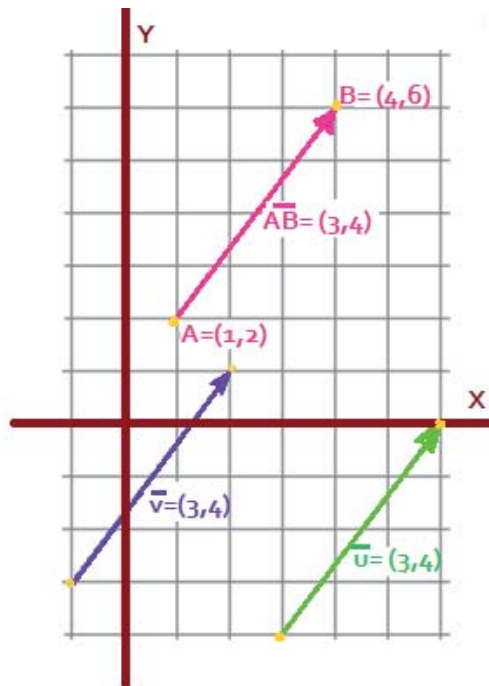
## Operaciones con vectores en el plano:

A todo punto P haremos corresponder un par de números que son sus coordenadas (x,y); se escribe P(x,y).

X= su coordenada x del extremo – su coordenada x del origen

Y= su coordenada y del extremo - su coordenada y del origen

### Supuesto/Caso práctico 1:



Por ejemplo, su origen va a ser: A(1,2) y su extremo va a ser: B(4,6).

Esto va a determinar el vector AB de coordenadas B-A

$$\overline{AB} = (4-1, 6-2)$$

Tal y como se ve en el gráfico:

$$\overline{AB} = (3, 4)$$

**Determina la descomposición de los vectores  $v$  y  $u$ :**

$$V = C, D$$

$$C (-1, -3) \text{ y } D (2, 1)$$

$$CD = (2+1, 1+3)$$

$$CD = (3, 4)$$

$$U = E, F$$

$$E (3, -4) \text{ y } F (6, 0)$$

$$EF = (6-3, 0+4)$$

$$EF = (3, 4)$$

NOTA: Las coordenadas de los tres vectores son iguales aunque sus orígenes y extremos no lo sean.

**Argumento de un vector:**



Definición

Se define el **argumento de un vector  $u$** , que podemos considerar con origen en el origen de coordenadas, como el ángulo que forma con el semieje de las abscisas positivas OX.

---

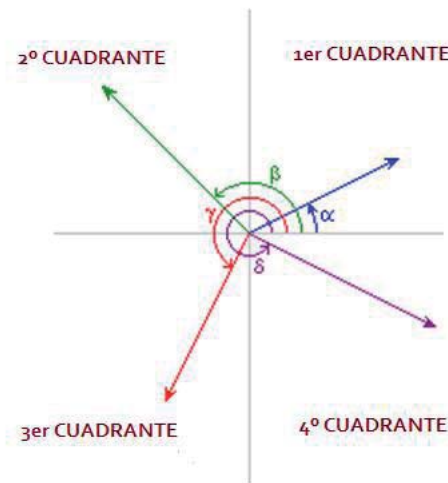
Los argumentos se suelen expresar en grados o en radianes

**Observa que:**

- Si el argumento de un vector está entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$ , el vector está en el 1er cuadrante
- Si el argumento de un vector está entre  $90^\circ$  y  $180^\circ$ , el vector está en el 2º cuadrante

- Si el argumento de un vector está entre  $180^\circ$  y  $270^\circ$ , el vector está en el 3er cuadrante
- Si el argumento de un vector está entre  $270^\circ$  y  $360^\circ$ , el vector está en el 4º cuadrante

Se consideran positivos los ángulos recorridos a partir de OX en sentido contrario a las agujas del reloj, y negativos los recorridos en el mismo sentido.



*Representación de los argumentos de cuatro ángulos, que están en diferentes cuadrantes.*

Para calcular el **argumento de un vector**, basta con conocer su **tangente**:

$$\operatorname{tg} \alpha = y/x$$



Importante

Un **vector** queda perfectamente determinado si conocemos su **módulo** y su **argumento**.

---

Su módulo es un número **positivo** y su **argumento** un **ángulo**.

Indicaremos un vector de módulo **M** y argumento **a** con la designación **Ma**.

Esta es la denominada **forma polar de un vector** (o **forma módulo-argumento**).

Por ejemplo, el vector de módulo 4 y argumento  $60^\circ$  lo indicaremos en forma polar como  $460^\circ$ .

Conociendo las componentes de un vector  $v = (v_1, v_2)$ , podemos calcular su módulo  $|v|$  aplicando el teorema de Pitágoras:

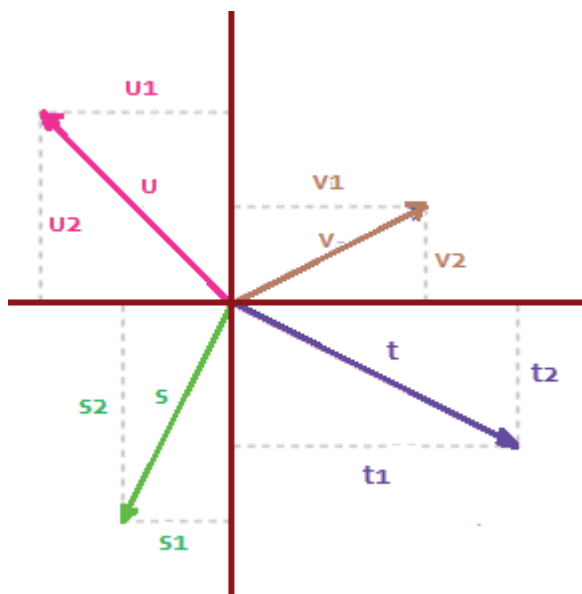
$$|v|^2 = v_1^2 + v_2^2$$

De aquí se va a obtener la expresión:

$$|v| = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

Supuesto/Caso Práctico 2:

Calcula los módulos de u, v, s y t.



Basándonos en el dibujo, tenemos los vectores: U,V, S y T

$$U = (2, 2)$$

$$V = (2, 1)$$

$$S = (-1, -2)$$

$$T = (-3, -1, 5)$$

$$|U| = \sqrt{2^2 + 2^2} = \sqrt{8} = 2,828$$

$$|V| = \sqrt{2^2 + 1^2} = \sqrt{5} = 2,236$$

$$|S| = \sqrt{(-1)^2 + (-2)^2} = \sqrt{5} = 2,236$$

$$|T| = \sqrt{(-3)^2 + (-1,5)^2} = \sqrt{12} = 3,464$$

**Suma de vectores con componentes:**

La suma de vectores es una operación muy sencilla si trabajamos con componentes, basta con sumar las dos componentes (la 1ª con la 1ª y la 2ª con la 2ª)

En general, si  $u = (u_1, u_2)$  y  $v = (v_1, v_2)$ , entonces

$$u + v = (u_1, u_2) + (v_1, v_2) = (u_1 + v_1, u_2 + v_2)$$

**Supuesto/Caso Práctico 3:**

Calcula la suma de vectores de forma analítica, según el gráfico en el que se nos dan las coordenadas de cada par de puntos:

Tenemos dos vectores tal que:

$$U = (1, 3) \text{ y}$$

$$V = (4, 2)$$

Calcula  $U+V$ .

Según lo que hemos visto con anterioridad:  $U+V = (4+1, 2+3) = (5, 5)$



Sabiendo que:

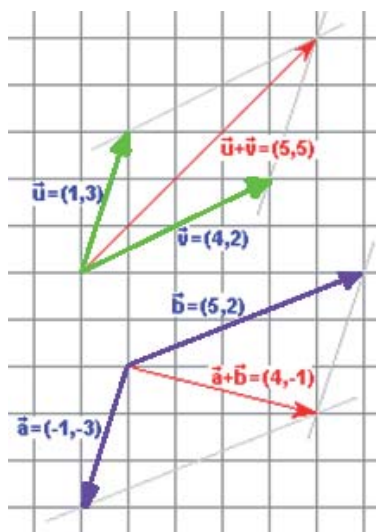
$$A = (-1, -3)$$

$$B = (5, 2)$$

Para calcular  $A+B$ :

$$a+b = (5-1, 2-3)$$

$$a+b = (4, -1)$$



Así queda comprobada la suma de vectores de manera analítica y gráfica

### Diferencia de vectores con componentes:

La **diferencia**  $u - v$  entre dos vectores  $u$  y  $v$  se define como la **suma del primero de ellos con el opuesto del segundo**:

$$u - v = u + (-v)$$

Como es fácil ver que **las componentes de  $-v$** , se van a obtener **cambiando de signo las componentes de  $v$** .

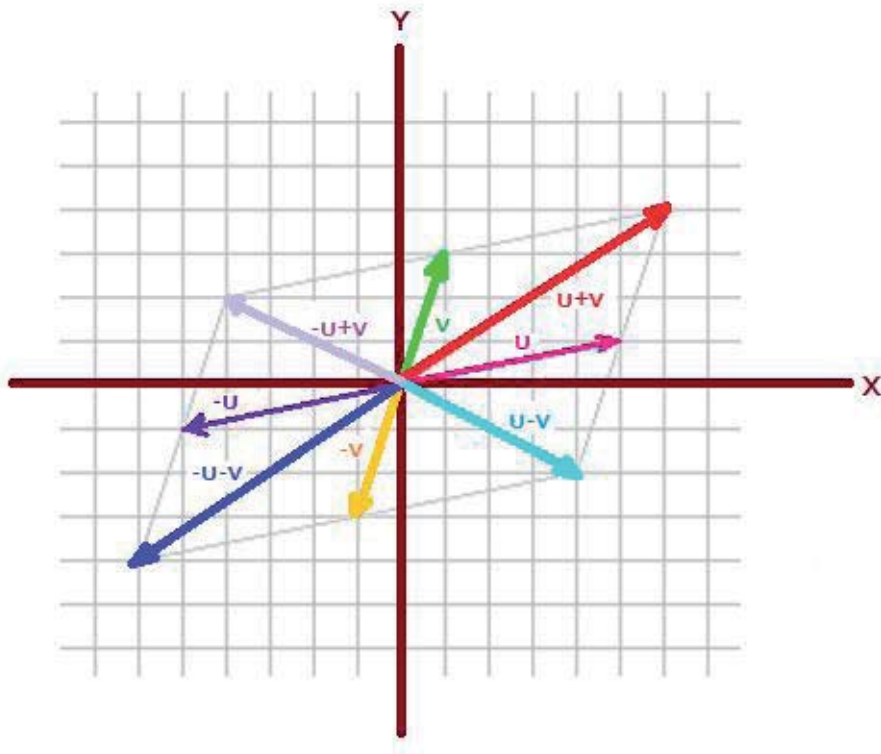
$$\text{Si } v = (v_1, v_2) \text{ entonces } -v = (-v_1, -v_2).$$

Para restar dos vectores basta restar sus componentes:

Es decir:

$$u - v = u + (-v) = (u_1, u_2) + (-v_1, -v_2) = (u_1 - v_1, u_2 - v_2)$$

Vamos a utilizar la regla del paralelogramo, tal y como se aprecia en la Imagen 2.



*Diferencia de vectores usando la regla del Paralelogramo.*

Debemos asociar el concepto **Fuerza al concepto Vector**, ya que la **Fuerza, posee carácter vectorial** y se va a comportar como tal, va a tener las mismas propiedades y características.



## Definición

**La fuerza** es toda acción o causa que consigue modificar el estado de reposo o de movimiento que poseen los cuerpos, o que ocasiona una deformación.

---

Es una magnitud de carácter vectorial, se puede considerar como un **tipo de acción** que un objeto ejerce sobre otro objeto, por ello siempre que se maneja este concepto se dice que hay una **interacción** entre cuerpos.

Para representar la fuerza se emplean **vectores**.

Los vectores son considerados como “entes” matemáticos que poseen la particularidad de ser direccionales; es decir que tienen siempre asociada una dirección a ellos.

Además, un vector posee otra característica que se denomina **módulo**, que corresponde a su longitud indicado mediante su cantidad numérica y también poseen otra característica que es su **dirección**, que no es más que el ángulo que forma con una línea de referencia.

Se va a representar un vector de manera gráfica, mediante el dibujo de una flecha en la dirección correspondiente.

Los efectos que provienen de la aplicación de una fuerza sobre un objeto pueden ser:

- **Modificación del estado en cuanto al movimiento** en que se encontraba el objeto que recibe esta fuerza.
- **Modificación del aspecto físico.**

En nuestro caso van a sucederlos dos efectos en forma simultánea.

Llevando el este concepto al tema que nos ocupa:

- El vehículo y su deformación después de un siniestro, debemos recordar los tipos de fuerzas y de qué clase son:

Todo vehículo que se desplace, va a necesitar:

- La fuerza del motor(**denominada Fuerza motriz**) para que inicie su movimiento o para que aumente su velocidad.
- La fuerza que existe para poder detener el vehículo, el conductor aplica una fuerza a los frenos (**denominada Fuerza de rozamiento**), que afecta a este dispositivo de frenado para que sean capaces de transformar este tipo de energía que había adquirido el vehículo en calor, hasta de esta forma conseguir pararlo.

También debemos tener en cuenta la existencia de un tipo de fuerzas que no van a producir movimiento ni tampoco aceleración de ningún tipo sobre el cuerpo en que actúan.

**Por ejemplo:**

- Cuando el carrocerero golpea con fuerza una chapa fina con un martillo, sobre la chapa no se produce ningún movimiento pero **sí que se produce una deformación**.
- Cuando sobre un vehículo que ha iniciado su desplazamiento, se produce un accidente y colisiona chocándose y golpeando contra un objeto, dicho objeto no se va a desplazar, sin embargo **nuestra carrocería sí que quedaría deformada**. Esta deformación estará en proporción a la velocidad que hubiese alcanzado al chocar con él.



Para **determinar la magnitud de las fuerzas** se utilizarán unos equipos de medida denominados: **dinamómetros**.

---

Todos los dinamómetros van a basar su funcionamiento en la misma propiedad. Esta es la propiedad que poseen ciertos materiales metálicos, como pueden ser los aceros, de flexionarse o distenderse cuando sobre ellos se aplica una fuerza y en la capacidad que también poseen estos de volver a su forma original cuando ésta deja de actuar.

Los dinamómetros más usados son: