

INDICE:

1. Introducción.....	1
2. La medida.....	1
3. Sistemas de medida.....	1
4. Conceptos de medida para las carrocerías de vehículos.....	1
5. Principios de medición estructura.....	2
5.1. División del vehículo en tres zonas.....	2
5.2. Alineación y desalineación estructural.....	2
5.3. Puntos estructurales del chasis del vehículo.....	3
5.4. Plano de referencia.....	3
5.5. Sistema de control positivo.....	3
5.6. Diagnóstico de daños estructurales.....	4
5.6.1. Las cotas de la carrocería.....	4
5.6.2. Compas de varas: por comparación, por medición.....	5
5.6.3. Galgas de nivel.....	7
5.6.4. Diagnóstico con sistemas de medición universales.....	8
5.6.5. Sistema de medición mecánico.....	8
5.6.6. Medición utilizando la ficha técnica.....	9
5.6.7. Localización de la ficha técnica.....	9
5.6.8. Elección de los puntos de medida.....	9
5.6.9. Montaje y centrado del sistema de medida.....	9
5.6.10. Sujeción del vehículo en la bancada.....	10
5.6.11. Montaje y nivelación de la barra.....	11
5.6.12. Medición de otras zonas del vehículo.....	12
5.7. Primer método de diagnóstico.....	12
5.8. Segundo método de diagnóstico.....	12
5.9. Diagnóstico de un vehículo con un fuerte golpe lateral.....	12
5.10. Diagnóstico de un fuerte golpe frontal.....	13
5.11. Diagnóstico de un fuerte golpe trasero.....	13
5.12. Comparación de la parte superior.....	14
5.13. Sistema de medición informatizado.....	14
5.14. Sistema de medición por láser.....	16
5.15. Sistema de medición acústico.....	17
6. Mantenimiento de los sistemas de medida.....	17
7. Seguridad en el trabajo.....	17
7.1. Riesgos de alteraciones musculoesqueléticas y lesiones dorsolumbares.....	17
7.2. Riesgos durante el procedimiento de estirado sobre bancada.....	18
7.3. Riesgos durante la utilización de equipos de medición.....	19
7.4. Riesgos durante la utilización de equipos de medición láser.....	19

1. INTRODUCCIÓN

Al realizar las operaciones relacionadas con la verificación y el ajuste de diversos elementos de la carrocería, resulta imprescindible el conocimiento de los diferentes sistemas de medición existentes, así como de los instrumentos más frecuentemente utilizados.

El tema de Metrología constituye por sí mismos un campo de estudio cuya amplitud está relacionada con la precisión y complejidad de las medidas a efectuar. En lo que respecta a la reparación estructural de la carrocería, resulta indispensable efectuar las medidas con precisión elegir los útiles de comprobación con las medidas adecuadas, pues de ello dependerá en gran medida, la calidad y rapidez del trabajo realizado.

2. LA MEDIDA

Se denomina a la determinación de una magnitud tomando como referencia otra magnitud de la misma especie adoptada como unidad. Tomar la medida de una magnitud es, por tanto, determinar cuántas veces se encuentra contenida la unidad patrón en la misma. Las medidas suelen realizarse para determinar la distancia entre dos caras de una pieza, dos aristas o dos puntos de referencia cualquiera. La medición se puede clasificar en:

- *Directa*. Cuando el valor de la medida se obtiene directamente de las divisiones de los instrumentos de medición.

- *Indirecta*. Cuando para determinar la medida de una magnitud es necesario utilizar alguna referencia.

3. SISTEMAS DE MEDIDA

Un sistema de medida es un conjunto de unidades perfectamente definidas, a través de las cuales podemos determinar correctamente magnitud de su misma especie.

Los sistemas de medida más extendidos son.

- El Sistema Métrico Decimal, que es la base del actual Sistema Internacional (S.I).
- El Sistema Inglés.

4. CONCEPTOS DE MEDIDA PARA LAS CARROCERÍAS DE VEHÍCULOS

Los sistemas de medida para carrocerías de automóvil se basan fundamentalmente en la toma de medias directas y en la toma de medidas por comparación mediante instrumentos de medida específicos.

Para los sistemas de medida directa se establecen tres planos de referencia: longitudinal, transversal y horizontal. De acuerdo con estos planos se establecen para cada punto a medir las tres cotas que lo sitúan: longitud, anchura y altura.

Para la toma de medidas por comparación se establece una igualdad de valores entre cotas pertenecientes a elementos de la carrocería del automóvil. Así por ejemplo, se mide por comparación con la puerta delantera izquierda del vehículo la longitud del hueco de la puerta delantera derecha, tomando como medida las mismas marcas de referencia en los dos lados.

Las cotas a las que se hace referencia, ya sean medidas por comparación o por medida

directa, son distancias entre puntos de la carrocería con valor estructural específico.

En este epígrafe estudiamos los distintos tipos de medidas que le van a servir al chapista para analizar las deformaciones de los vehículos siniestrados y a establecer su proceso de reparación.

Para que la medida se realice correctamente y su valor tenga realmente aplicación práctica, el instrumento de medida debe estar perfectamente calibrado, es decir, nivelado y ajustado a la carrocería del vehículo a medir.

A continuación establecemos los principios fundamentales en los que se basan los distintos instrumentos de medida existentes en el mercado. Estos principios son de importancia capital para el perfecto calibrado del equipo de medida y su correcta utilización.

5. Principios de medición estructural

5.1. División del vehículo en tres zonas

Este es el primer principio para establecer unas medidas concretas y definir perfectamente la deformación sufrida en una carrocería.

Aunque el chasis a medir esté deformado, se debe considerar, para el calibrado correcto del equipo, un rectángulo dividido en tres zonas: central, delantera y trasera. Esta operación es independiente del tipo de equipo de medida.

Principios de medición estructural (línea central, paralelismo y plano de referencia)

Se representan los tres elementos que siempre aparecen relacionados en cualquier calibrado de los equipos de medida: línea central, paralelismo y plano de referencia. Estos principios de medición estructural afectan al tipo de deformación existente y al diagnosticado conforme a estos principios.

- **La línea central** es la línea de simetría longitudinal en los bajos del vehículo.
- **El paralelismo** se establece entre los puntos críticos del bastidor del vehículo manteniéndose paralelas entre sí las partes que contienen estos puntos.
- **El plano de referencia** se establece entre el equipo de medida y el bastidor del vehículo.

De acuerdo con estos tres principios se establece la alineación y la desalineación de la estructura de los vehículos; en ellos se basa el chapista para determinar la deformación del chasis así como los procedimientos de reparación para devolver las cotas a sus dimensiones y posiciones originales según el manual del fabricante.

5.2. Alineación y desalineación estructural

La energía de deformación hace que, tras la colisión de un vehículo, se produzca la desalineación. Los sistemas de reparación se encargan de volver a alinearla. Con la estructura ya alineada se montan los elementos y componentes de la carrocería y de la mecánica que se sostienen sobre ella.

Para comprender mejor los fundamentos de la medición de la carrocería, nos la imaginamos como un polígono rectangular dividido en tres zonas: central, delantera y trasera; entonces, el desalineamiento de estas tres zonas y de las aristas que las conforman son los principios de medición estructural en los cuales nos basamos para establecer el desalineamiento de la carrocería.

5.3. Puntos estructurales del chasis del vehículo

Para establecer el paralelismo de la estructura, existe una relación de puntos estructurales que sirven de guía para situar los equipos de medida correspondientes. Estos puntos son de vital importancia en la estructura del vehículo y tienen un valor definido.

Son, por ejemplo:

- Los puntos de unión de los travesaños con los largueros.
- Los puntos de apoyo, suspensiones, direcciones, etc.
- Los puntos de fijación de las piezas mecánicas.
- Los puntos de rigidez dentro de la estructura de la carrocería.

5.4. Plano de referencia

El plano de referencia se establece sobre los puntos estructurales. Este plano sirve para calibrar el equipo de medida y medir los puntos del chasis susceptible de deformación.

Los puntos que forman el plano de referencia deben ser puntos no dañados o que no formen parte de una pieza dañada en la colisión.

Para establecer la línea central, se toman como referencia parejas de puntos estructurales que equidisten del centro del chasis del vehículo.

La desalineación de la línea central, el paralelismo o el plano de referencia, son fundamentales para el calibrado de los equipos de medida, ya que se fundamentan en ellas.

La desalineación longitudinal y transversal puede establecerse independiente o conjuntamente.

El descuadrado del chasis del vehículo se comprueba con una medición en X. Para ello, se eligen cuatro puntos estructurales que formen un paralelogramo en los bajos del vehículo y que sean simétricos dos a dos sobre la línea central de referencia.

Para comprobar si realmente se trata de un paralelogramo, se han de medir las longitudes de las diagonales, que tienen que arrojar el mismo valor. Es decir:

$$AP = BC \qquad AC = BP$$

La medición en X se puede emplear también para comprobar que los puntos estructurales del paralelogramo no estén dañados, y así calibrar el equipo de medida sobre estos formando un plano de referencia paralelo respecto de los bajos del vehículo.

5.5. Sistema de control positivo

Este sistema de comprobación fue uno de los primeros que se diseñaron para la comprobación de las carrocerías. Su facilidad y sencillez de utilización ha hecho que perdure hasta la actualidad.

Básicamente consiste en comprobar directamente la alineación de la carrocería utilizando unos útiles que el fabricante de la bancada ha diseñado en función de las cotas proporcionadas por los fabricantes del vehículo para cada punto de control. La comprobación se realiza sin necesidad de ningún tipo de medición, solamente verificando que los útiles se adaptan o se acoplan correctamente al punto indicado. Si no es así, se realizarán los tiros de tracción necesarios hasta conseguir el acoplamiento. Esta comprobación, se puede realizar tanto con mecánica montada como desmontada.

El inconveniente que tiene este sistema es que para cada modelo de vehículo se necesitan unos útiles distintos, con el coste económico que esto significa. Para solventar este problema, los fabricantes que comercializan este sistema de medida ofrecen la posibilidad de adquirir unos útiles básicos, que son comunes a todos los modelos, y el resto de los útiles los proporcionan en función de la necesidad del taller en régimen de alquiler.

El equipo se utiliza sobre un bastidor que está preparado para acoplar el sistema, lo que significa que antes de montar el vehículo en la bancada, se hace necesario realizar un pre diagnóstico visual y seguidamente con el compás de varas, para verificar que efectivamente uno o varios puntos no están dentro de las cotas establecidas por el fabricante del vehículo.

El sistema está compuesto por:

- **Traviesas modulares** de sección tubular, cuya parte superior tiene unas series de taladros sobre las que se montan unas torres.

- **Torres universales** en las que se alojan los útiles específicos para cada vehículo, denominados cabezales. Cada torre está identificada, tiene una marca que indica su colocación correcta y están construidas de un material robusto, capaz de soportar los esfuerzos de tracción necesarios en la reparación.

- **Los cabezales** suelen ser de acero cromado, muy resistente, pero de peso reducido. Se acoplan a las torres con un simple pasador, acoplándose a la carrocería de diferentes maneras en función del punto a medir. Para cada punto existe un acoplamiento específico.

En la ficha técnica de cada vehículo se indica claramente (véase la figura 7.81):

- La posición de las traviesas.
- La posición y orientación de las torres sobre las traviesas.
- Los cabezales correspondientes a los puntos a controlar y su posición dentro de la torre.

5.6. Diagnóstico de daños estructurales

5.6.1. Las cotas de la carrocería

La carrocería del vehículo está diseñada mediante cotas que determinan con exactitud todos y cada uno de sus puntos basándose en una medición espacial, donde cada punto está definido por tres coordenadas (x, y, z).

La coordenada **x**, representa la cota de anchura.

La coordenada **y**, representa la cota de longitud.

La coordenada **z**, representa la cota de vertical.

[Cotas de carrocería 1.JPG](#)

El conocimiento de estas cotas es indispensable para la comprobación y reparación de la carrocería. Los datos son proporcionados por:

- Los fabricantes de vehículos.
- Los fabricantes de útiles de medidas.
- Los fabricantes de bancadas.

Todas las informaciones son complementarias y se utilizará una u otra en función de:

- Los puntos a medir (distancia entre puntos, medidas tridimensionales, etc.).
- Los medios que se utilicen (compás de varas, sistema universal de medida, etc.).
- Lugar donde se encuentra el vehículo situado (elevador, bancada, sobre el suelo, etc.).

- La precisión de las medidas (sistemas mecánico, por comparación, sistema informático, etc.).

La información de las cotas es específica para cada marca de vehículo y para cada modelo, inclusive, un mismo modelo puede presentar variaciones en sus cotas dependiendo de la fecha de fabricación.

Todas las cotas vienen acompañadas normalmente de su tolerancia dimensional.

Los fabricantes de vehículos, a través de sus manuales de reparación, informan de los puntos de control de la carrocería, las zonas fusibles y todos sus puntos dimensionales, tanto para una diagnosis visual, como para una comprobación con medición entre puntos.

Sin embargo, algunas de las cotas proporcionadas por el fabricante del vehículo no se pueden emplear para la comprobación de la carrocería en la bancada, ya que los puntos de referencia para la reparación del vehículo montado en la bancada pueden variar, siendo necesario recurrir a cotas proporcionadas por el fabricante de la bancada que se establecen basándose en la información dada por el fabricante del vehículo y sus propias mediciones.

Las cotas en la carrocería se establecen partiendo de unas líneas principales de referencia que se utilizan para dimensionar el vehículo en su plano horizontal, transversales y vertical.

Estas líneas principales son:

- Central.
- Línea “0”.
- De referencia.

Línea central: Es la línea que pasa longitudinalmente por el centro del vehículo, siendo también el eje de simetría. Entre otras dimensiones, a partir de esta línea se define el ancho de vía, la distancia entre largueros y la distancia de los anclajes de la suspensión.

[Cotas de carrocería 3.JPG](#)

Línea “0” de la carrocería: Es la línea perpendicular a la línea central, que puede estar situada en diferentes posiciones a lo largo de este eje. A partir de esta línea, se toma la referencia para las cotas de longitud. En algunos modelos de bancadas, no parte de un punto “0”, sino que informa de la distancia de longitud existente en cada punto.

[Cotas de carrocería 2.JPG](#)

Línea de referencia: Es una línea paralela al plano del vehículo en sentido vertical, a partir de la cual se obtienen todas las dimensiones verticales.

[Cotas de carrocería 4.JPG](#)

5.6.2. *Compás de varas*

El compás de varas, también denominado regla graduada, es un útil de medida que se utiliza para una medición rápida y aproximada de la estructura de la carrocería o para medir determinadas zonas del vehículo (huecos de lunas, anclajes, etc.). Es de fácil utilización y con él se puede realizar un pre-diagnóstico de las posibles deformaciones producidas en la colisión.

Está constituido por un tubo telescópico que incorpora normalmente una escala graduada en milímetros. En cada extremo tiene un soporte por donde se desplaza perpendicularmente una varilla que también está graduada y forma un ángulo de 90° respecto del tubo telescópico, pudiéndose intercambiar con una terminación distinta, o de diferentes dimensiones, en función del punto a controlar. Algunos modelos tienen también incorporada una burbuja de nivel para poder tomar cotas de altura utilizando la graduación de la varilla.

La medición con este útil se puede realizar:

- Por comparación.
- Por medición.

Por comparación

Este método se basa en comprobar la simetría entre los puntos de control de la estructura, es decir, puntos cuyas dimensiones son iguales en ambos lados. La mayor parte de estos puntos son agujeros en la estructura del vehículo y sus dimensiones son la distancia de

centro a centro de cada orificio. También se pueden realizar mediciones de comparación para comprobar la posición de las rótulas de la suspensión los soportes de anclaje, etc.

Para realizar medidas por comparación, es indispensable realizar siempre como mínimo dos medidas: longitudinal y diagonal, de lo contrario, la medición puede llegar a ser errónea como se describe en los siguientes ejemplos.

- Control de puntos simétricos: La medida de la cota AD se comprueba que es igual a la cota BC, lo mismo ocurre al medir la AC que es igual a la cota BD, por lo que se puede afirmar que los puntos de control A, B, C, D no tienen deformación.
- Control de puntos con deformación hacia la derecha: Las cotas longitudinales AC y BD tienen las mismas medidas. En cambio las cotas diagonales son distintas, produciéndose un desplazamiento hacia el lado más largo (en este ejemplo, hacia el lado derecho).

Por medición

Con este método se trata de medir la distancia que hay entre dos puntos comparándola con la indicada en la ficha técnica. Cualquier variación de las cotas significaría que el punto controlado ha resultado afectado por la colisión. Como en la mayoría de los casos, los puntos de referencia en la estructura son taladros. Las medidas hay que tomarlas de centro a centro, pudiéndose presentar diversos casos:

Que los agujeros sean del mismo tamaño. En este caso, si la varilla del compás está correctamente centrada respecto de los agujeros a medir, bien porque son del mismo diámetro que los agujeros o porque se ha podido acoplar en su extremo un cono que hace que la varilla quede centrada respecto al agujero, su medición no presenta ningún problema, ya que la medida indicada en la varilla es la existente de centro a centro.

En el caso de que la varilla no quede centrada respecto de los agujeros (debido por ejemplo a que el diámetro de la varilla es inferior) hay que tomar la medida en uno de los extremos de los agujeros, siempre que en los dos sea en el mismo lado, para que se mantenga la medida central.

Que los agujeros tengan distintos tamaños. Es un pequeño inconveniente que se resuelve tomando las medidas existentes entre los extremos más alejados y los extremos más cercanos, ambas medidas se suman y se divide entre dos. El resultado es la distancia de centro a centro de los taladros.

También se puede medir zonas de la carrocería cuyos puntos de control no sean agujeros y tengan otros puntos de referencia. En estos casos la ficha técnica indicará cuál es el punto en concreto desde donde tomar las medidas.

Tanto para las medidas por comparación como para las medidas directas de comprobación de las cotas, se alcanzará mayor precisión cuanto mayor sea la distancia de los puntos a controlar y se obtendrá mayor seguridad de la verificación si se realiza más de una medición desde el mismo punto de control. Si el compás de varas tiene incorporada una burbuja de nivel, se pueden controlar cotas de altura, siempre que el vehículo esté nivelado.

El proceso es idéntico al utilizado anteriormente, es decir, se medirán las cotas de longitud y las diagonales, pero manteniendo el tubo telescópico perfectamente nivelado. Para ello se apoyará una de las varillas y se desplazará la otra hasta nivelar el compás. A continuación observar la medida que marcan ambas varillas.

En algunas maracas de vehículos, la medición del bastidor se realiza partiendo de un punto central que se encuentra en el travesaño central.

[Compas de varas 1.JPG](#) [compas de varas 2.JPG](#) [compas de varas 3.JPG](#) [compas de varas 4.JPG](#)

5.6.3. Galgas de nivel

Denominadas también “calibres de centrado”, es un sistema de medición que utiliza un procedimiento muy sencillo pero a la vez eficaz. Se utiliza para detectar desalineamiento en la estructura mediante la instalación de varias galgas de nivel que se han instalado previamente en la base de la carrocería, pudiendo estar el vehículo montado en la bancada o en un elevador.

Cada galga está compuesta por dos barras que pueden deslizarse entre sí, manteniéndose siempre paralelas. En sus extremos tienen incorporado un sistema de fijación que les permite adaptar unas reglas o varillas verticales, las cuales se sujetan en los puntos a controlar. En la parte central de las barras está fijado un pivote u objetivo de centrado que siempre permanece en el centro de las dos barras y se utiliza para observar la alineación de la estructura.

Para efectuar una medición con este sistema, se ha de comenzar consultando la ficha técnica para elegir dos puntos simétricos y consultar las cotas de anclaje para colgar un calibre. Los puntos elegidos no deben estar afectados por la deformación, ni deben estar deformados. En caso de deformación, elegir otros puntos. A continuación elegir de nuevo otros dos puntos simétricos que no estén afectados por la deformación y colgar otro calibre. Instalados los dos calibres, hay que mirar por el pivote o el objetivo y comprobar que están alineados. Estos dos calibres se instalarán, de ser posible, en la parte central de la carrocería.

Si lo que se desea es comprobar la alineación total del vehículo (por qué visualmente no se observan deformaciones) será necesario instalar dos calibres más:

- En la sección delantera.
- Y en la sección trasera.

La alineación de la carrocería será correcta cuando los calibres están en posición paralela y los pivotes u objetivos centrados.

Si visualmente ya se observa la zona deformada, habrá que instalar uno o dos calibres más en la zona afectada por la colisión y volver a mirar por el objetivo para comprobar el alineamiento de los calibres.

En una alineación correcta los cuadros calibres desde el pivote u objetivo, no debe observarse ninguna desviación.

La desalineación de el/los calibre/s instalados en la zona deformada con los otros dos calibres instalados en la zona no deformada indicará el tipo de deformación que se ha producido en la zona, tal y como se indica en los siguientes gráficos.

Para observar correctamente los calibres hay que tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- Para comprobar que están paralelos, hay que situarse siempre en el centro del borde exterior, mirando con los dos ojos.
- Los puntos elegidos para situar los calibres deben estar lo más separados posible, a mayor separación mayor precisión en la observación.
- La observación del pivote u objetivo debe realizarse con un solo ojo, como cuando se realiza el enfoque de una cámara fotográfica.
- Hay que asegurarse que los calibres están todos a la altura indicada en la ficha.
- No colgar los calibres en una pieza que pueda tener movimiento.
- Si el orificio donde se va a colgar el calibre está un poco deformado y no hay posibilidad de elegir otro punto, habrá que reparar la deformación del orificio antes de anclar el calibre.

5.6.4. Diagnóstico con sistemas de medición universales

Este sistema de medición de la carrocería permite tomar medidas en las tres dimensiones (anchura, altura, y longitud), evaluando de forma rápida las posibles deformaciones que tiene la carrocería. La ventaja de este sistema respecto de la utilización del compás de varas o los calibres de nivel radica en que la lectura de las medidas es directa.

En el mercado existen diversos diseños, por lo que a la hora de su utilización deberán leerse atentamente las instrucciones de uso y mantenimiento.

Las más usuales son:

- Sistema mecánico.
- Sistema informatizado.
- Sistema láser.
- Sistema acústico.

5.6.5. Sistema de medición mecánico

Este tipo de medidor se suele utilizar normalmente en la bancada, pues necesita apoyarse en una superficie perfectamente plana, siendo totalmente independiente a la bancada, es decir, que normalmente no está montada de forma fija en la bancada, aunque también existen en el mercado algunos modelos de bancada en los que el sistema de medida está incorporado a los útiles de sujeción de la misma y otros, que distribuyen un sistema de medición que se puede utilizar en cualquier elevador (estos son casos particulares).

Básicamente están compuestas por:

- **Un puente de medida.** Es un bastidor fabricado de aluminio, dotado de escalas graduadas en los laterales para la medición de longitud. Está diseñado para colocarlo en la parte fresada de la bancada.
- **Carros de medidas.** Denominados también “correderas de medidas o semirraíles de medidas transversal”, se desplaza a través del puente de medida y llevan incorporada unas escalas para medir la anchura.
- **Útiles de medidas.** Está compuesto por tres grupos de componentes:
 - Tubos de extensión de distintas longitudes.
 - Escalas deslizantes graduadas en milímetros para la medición de altura.
 - Adaptadores de medición, preparados para tomar las medidas en los puntos hincados en la ficha.
- **Útil para comprobar la parte superior de la carrocería** (adopta diversos nombres en función del fabricante de la bancada. Sirve para poder medir los puntos elevados de la carrocería y para comprobar por comparación las partes exteriores como el techo, las aletas, etc.

A continuación se detallan los pasos a seguir para medir la carrocería de un vehículo utilizando un medidor de estas características que puede servir de referencia para otros modelos.

El proceso se desarrolla en las siguientes secuencias:

- Localización de la ficha técnica.
- Sujeción del vehículo en la bancada.
- Elección de los puntos de medidas.
- Montaje y centrado del sistema de medida.
- Primer método de diagnóstico.
- Segundo método de diagnóstico.

5.6.6. Medición utilizando la ficha técnica

Consultar en la ficha la medida de posición de los topes.
Trasladar la medida a la barra transversal de ambos extremos.
Consultar la medida de longitud del punto a medir.
Desplazar el extensible hasta hacerle coincidir con la media, bloqueando a continuación su desplazamiento.
Consultar la medida de altura.
Desplazar el puntero hasta la medida indicada.
Posicionar el puntero sobre el punto elegido y comprobar si coincide en su parte central. Si no es así, ese punto ha sido afectado por la colisión.
Observar el nivel que deberá permanecer la burbuja en la parte central. De lo contrario, indicará que el punto está desplazado hacia arriba o hacia abajo.
Realizar la misma operación en el otro punto simétrico, o comenzar con otro punto, consultando las cotas de la ficha.

[Ficha tecnica.JPG](#) [medicion.JPG](#)

5.6.7. Localización de la ficha técnica

En primer lugar acudir al índice general para localizar la marca del rehílo que se desea reparar. A continuación localizar el vehículo en concreto a reparar.
Un ejemplo puede ser la marca, el modelo, tipo de vehículo, N° puertas, modelo año.
Anotar el número de la ficha de reparación.
Si no localiza la ficha para ese modelo o no coincide el año de fabricación, no lo asocie a otro modelo, consulte con su proveedor de bancada antes de tomar ninguna decisión.
En la ficha se localizará la información de los puntos correctos donde colocar las mordazas de sujeción y todos los puntos posibles de controlar, así como los útiles necesarios y las medidas de todas las cotas para cada punto.

5.6.8. Elección de los puntos de medidas

Con la ficha delante y observando los bajos del vehículo, elegir varios puntos simétricos que no estén dañados por colisión. Es recomendable un mínimo de tres o cuatro puntos lo más alejados posible unos de otros. La simetría de los puntos se puede comprobar utilizando el compás de varas.

[Elección de puntos.JPG](#)

5.6.9. Montaje y centrado del sistema de medida

La siguiente operación será montar el puente de medida en la bancada.
Elegidos los puntos de verificación en el vehículo, observar la ficha técnica de la bancada para saber qué útiles se tienen qué montar (tubos, adaptadores, etc.) y en qué posición.
Comenzar montando el carro de medida sobre el puente.
Ajustar la medida de anchura indicada en la ficha.
Preparar los tubos y los adaptadores especificados en el carro de medidas.
Ajustar el adaptador en el punto elegido. En algunos modelos de bancadas las medidas de longitud parten de un punto denominado "0".
Repetir las tres últimas operaciones en el lado opuesto.
Colocar la cinta métrica del puente de medida haciendo tope con el carro montador.

Montar otro carro de medida y desplazarlo sobre el puente hacia donde se han elegido los otros puntos de verificación.

Desplazarlo hasta la longitud indicada en la ficha.

Ajustar la longitud de anchura.

Montar el tubo y el adaptador especificado en la ficha y ajustarlo al punto elegido.

Realizar las dos últimas operaciones en el lado opuesto.

El puente de medida ya está centrado respecto de las partes no dañadas, lo que significa que está centrado con relación al vehículo. Desplazándolo a través del puente se podrán comprobar todos los puntos del vehículo.

La comprobación de las zonas dañadas por la colisión se puede realizar de dos formas distintas, que se desarrollan a continuación.

Si al ajustar los adaptadores, sobre los puntos elegidos como no dañados, se observase una medida distinta a la indicada en la ficha, significa que aunque aparentemente no están dañados, realmente sí lo están. Por lo tanto, se ha de elegir otros puntos más alejados a la deformación.

[Montaje y centrado.JPG](#) [montaje y centrado 1.JPG](#)

5.6.10. Sujeción del vehículo en la bancada

La primera información que se debe comprobar será la distancia a la que hay que poner las mordazas de agarre.

En algunos modelos de bancadas, los puntos control son a la vez puntos de amarre y las mordazas sólo se utilizan para sujetar mejor la carrocería a la hora de realizar los tiros de enderezados, para que no se produzcan deformaciones en los puntos de control/amarre. En este tipo de bancadas el primer paso a desarrollar será elegir los puntos de control y posicionar los útiles.

A continuación, dependiendo del modelo de bancada que se disponga, se presentará el vehículo para sujetarlo con mordazas. En la descripción fotográfica que se adjunta, se sube el vehículo en el elevador y se colocan debajo de las ruedas unos caballetes, bajando posteriormente el elevador hasta que la bancada quede liberada del peso del vehículo.

Partiendo del centro del eje trasero, marcar con una tiza o un rotulador la distancia donde se debe anclar la primera mordaza de anclaje.

Realizar la misma operación para marcar la posición de la segunda mordaza de anclaje y repetir la operación en el otro lado del vehículo.

Es importante que la zona de anclaje esté totalmente limpia. Si es preciso, utilizar un cepillo de cerdas metálicas para proceder a su limpieza.

Bajar del todo la bancada y montar los brazos que sujetan las mordazas de anclaje.

Esta operación también puede variar dependiendo del modelo de bancada que disponga el taller.

Algunos modelos de mordazas de anclaje tienen posición preestablecida y hay que verificar en la ficha técnicas de la bancada su correcto posicionamiento.

En estos casos las mordazas tienen grabadas una letra o señal para diferenciar las del lado derecho del lado izquierdo.

Colocar las mordazas en los brazos soporte, abriendo al máximo las pinzas.

Subir el elevador, asegurándose de que las pinzas han encajado en la zona adecuada y están en la posición correcta. Normalmente la marca realizada en la carrocería tiene que estar en el centro de las mordazas de anclaje. Una vez asegurado que todo está correcto, apriete los tornillos de anclaje en el orden que indiquen las instrucciones de la bancada.

[Sujeción del vehículo a bancada.JPG](#) [estirado.JPG](#) [estirado 1.JPG](#) [estirado 2.AVI](#)

5.6.11. Montaje y nivelación de la barra

Consultar la ficha técnica y localizar dos puntos simétricos que no estén afectados por la deformación para montar la barra transversal.

Para verificar que los puntos elegidos no están dañados, además de la simple observación, se puede utilizar el compás de varas, comprobando su simetría (largo y ancho).

En el equipamiento del medidor se encuentran diversos útiles y adaptadores para sujetar la barra transversal con tornillos.

O agujeros

Una vez colocados los anclajes, colocar la barra transversal, centrándola respecto de los soportes de sujeción de la misma; es decir, colocando igual medida a ambos lados.

Montar el soporte de la barra de medición y comprobar que se puede desplazar libremente a lo largo de la barra transversal, montando un tope a cada lado de la barra transversal, para evitar que no se salga.

Nivelar la barra transversal con relación al vehículo. Para ello comenzar montando el estabilizador de nivel.

Colocar el nivel del equipo de medida en la parte inferior del marco de la puerta, o cualquier otro lado del vehículo que esté plano y paralelo al suelo, graduarlo utilizando el tornillo de regulación, hasta conseguir que la burbuja se encuentre en la parte central.

Trasladar el nivel a la barra transversal y nivelar la burbuja utilizando el nivelador.

Realizar las dos últimas operaciones en ambos lados de la barra transversal, respetando siempre la misma posición del tornillo de regulación.

Una vez montada y nivelada la barra transversal, se puede comenzar el proceso de medición, pudiendo realizarse de dos formas diferentes:

- Por comparación.
- Utilizando las cotas de la ficha técnica.

Colocar los topes de la barra transversal a la misma medida en ambos extremos.

Montar la barra de medición en el soporte de la barra transversal y comprobar que se desplaza libremente.

En el otro extremo de la barra de medición, montar un puntero, con una longitud aproximada para que quede paralela al piso de la carrocería.

Terminada de montar la barra de medición, se pueden comenzar las operaciones de medida utilizando los puntos simétricos a ambos lados de la carrocería.

Colocar el puntero sobre el punto elegido para la medición (para controlar la longitud), observando que el soporte de la barra de medición hace tope en el extremo de la barra transversal. En esta posición, bloquear el tornillo del extensible.

Desplazar la barra de medición al otro extremo, observando que hace tope en las mismas condiciones que el otro lado, y comprobar que tiene la misma longitud.

Realizar la misma operación, pero esta vez comprobando la diagonal.

Siempre es indispensable para medir por comparación, comprobar la longitud y la diagonal de los puntos simétricos.

Terminada de montar la barra de medición, se pueden comenzar las operaciones de medida utilizando los puntos simétricos a ambos lados de la carrocería.

Colocar el puntero sobre el punto elegido para la medición (para controlar la longitud), observando que el soporte de la barra de medición hace tope en el extremo de la barra transversal. En esta posición, bloquear el tornillo del extensible.

5.6.12. Medición de otras zonas del vehículo

Montar en otra barra transversal los útiles necesarios para controlar otros puntos de la carrocería. En este ejemplo las torres de la suspensión.

Consultar en la ficha técnica las cotas y los diferentes adaptadores necesarios para realizar la comprobación.

Colocar los útiles y ajustar a las medidas indicadas.

Proceder a comprobar las distintas cotas indicadas en la ficha.

Montando la barra transversal con otros accesorios y utilizando el mismo método, se puede comprobar por comparación, cualquier punto del hueco del capó.

O, las medidas exteriores de la carrocería.

5.7. Primer método de diagnóstico

Consiste básicamente en medir las cotas (largo, ancho y alto) de los puntos dañados por la colisión comparándolas con las cotas especificadas en la ficha. Para verificar dónde comienza la deformación, es aconsejable iniciar esta operación en zonas anteriores a las que visualmente parecen deformadas, para asegurarse de que están dentro de las cotas establecidas en las fichas. A continuación, ir avanzando hacia la zona que claramente está deformada.

Con la comparación de las cotas reales y las cotas establecidas en las fichas, se podrá cuantificar la deformación y cómo se han de establecer los tiros de enderezado.

A continuación se establece una secuencia monográfica de cómo se desarrollaría este método con una bancada.

Colocar otro carro de medida sobre el puente con los útiles precisos para controlar los puntos elegidos.

Ajustar el adaptador al punto elegido y dejarlo bloqueado para poder comprobar las cotas. Comprobar las cotas de anchura, altura y longitud.

Anotarlas y comprobarlas con las cotas de la ficha técnica. Realizar esta operación en distintos puntos para establecer su grado de deformación y su secuencia de reparación.

5.8. Segundo método de diagnóstico

En este caso se trata de montar todos los útiles de medida a las cotas indicadas en la ficha técnica para los puntos elegidos y observar visualmente la diferencia que existe entre dónde tendría que estar y dónde está realmente. Este método permite hacerse una idea de forma gráfica de cómo se deben realizar los tiros, aunque en muchas ocasiones no se pueden realizar por la configuración de la propia deformación. El método anterior es un sistema más complejo, pues permite hacerse una idea más amplia de la deformación, ya que se pueden tomar las acotas de distintos puntos antes de realizar los tiros.

A continuación se establece una secuencia monográfica sobre la forma correcta de realizar estas operaciones.

Instalar un carro de medida con los útiles adecuados para cada punto que se desea analizar. Fijarlos a las cotas establecidas en la ficha.

Observar la diferencia existente entre el adaptador y el punto elegido. Dicha diferencia representa la deformación que ha producido la colisión en ese punto.

5.9. Diagnóstico de un vehículo con un fuerte golpe lateral

La carrocería tendría que tener un mínimo de tres o cuatro puntos de control sin deformación, pero se puede presentar un vehículo con una colisión lateral muy fuerte donde

sólo se disponga de puntos de control de un lateral. En estos casos el equipo de medida se centrará utilizando al menos dos puntos de control del mismo lateral no deformado, realizándose como se explica a continuación.

Diagnóstico:

Además de los daños detectados visualmente se debe de comprobar siempre lo siguiente:

- Superficies de acoplamiento con holguras (aberturas) por ejemplo el capot.
- El motor y la línea de transmisión, en caso de que se hayan producido daños secundarios en el compartimento del motor (todos los soportes del motor, las distintas partes del motor que no se hayan golpeado entre sí, todos los contactos eléctricos están intactos, que la batería este intacta y bien sujeta, la unidad de refrigeración y su soporte en el chasis están intactos).
- Desmontar los asientos los paneles y la moquetas e inspeccione visualmente el suelo del coche. Detecte abolladuras y daños de compresión de los paneles y en los elementos estructurales del suelo, las grietas en la pintura y el sellante suelen indicar daños por compresión en el panel del piso.
- Inspeccione visualmente el coche desde abajo.

[Golpe lateral.jpg](#)

5.10. Diagnostico de un fuerte golpe frontal

Diagnostico:

Además de los daños detectados visualmente, se debe comprobar lo siguiente:

- Ajuste las puertas delanteras. Compruebe por ejemplo, que la puerta no esta descolgada.
- Compruebe si la sección del elemento estructural lateral contra el mamparo ha sufrido compresiones hacia arriba y hacia adentro. Esto supone que también este deformada el mamparo.
- Si a sufrido compresión hacia arriba la parte superior del montante A. esto se observa claramente por la holgura entre la parte superior del montante A y la puerta delantera.
- El techo, si está dañado justo en la zona del montante B.
- Si se ha deformado el larguero inferior.
- Desmontar los asientos los paneles y la moquetas e inspeccione visualmente el suelo del coche. Detecte abolladuras y daños de compresión de los paneles y en los elementos estructurales del suelo, las grietas en la pintura y el sellante suelen indicar daños por compresión en el panel del piso.

5.11. Diagnostico de un fuerte golpe trasero

Diagnostico:

Además de los daños detectados visualmente, se debe comprobar siempre lo siguiente:

- Que no se han desplegado las protecciones contra el golpe de látigo de los asientos delanteros.
- Si el depósito está dañado.
- Cualquier daño en la sección trasera.
- Que los soportes del motor no se hayan roto.
- Que el motor no ha basculado hacia el mamparo.

- Que los maguitos, las conducciones, los contactos, etc. están bien.
- Inspeccione visualmente el coche por debajo. Compruebe exhaustivamente que no se ha deformado el sistema de escape, y que no se haya doblado el eje trasero.

[Golpe trasero.JPG](#)

5.12. Comparación de la parte superior

Los sistemas explicados hasta ahora sirven para comprobar todos los puntos de la parte inferior de la carrocería, pero las deformaciones también se pueden producir en la parte superior, como es el caso de la zona de anclaje de la suspensión Mac Pherson o el techo del vehículo. Para estos casos, todas las bancadas disponen de unos accesorios que se acoplan al puente de medida y sirven para medir las cotas (largo, ancho, y alto) de cualquier punto exterior y elevado de la carrocería, o simplemente para poder establecer su correcta posición por comparación de aquellos puntos exteriores que sean simétricos.

A determinados modelos se les puede incorporar un compás de simetría para realizar las comparaciones de forma más rápida.

Independientemente del modelo, en todos los casos se parte del centrado previo del puente de medida, al que se le incorpora una base, sobre la que se instalan unos pilares calibrados que, a su vez, sujetan una barra de medida, por la que se desplazan los adaptadores que controlan los puntos elegidos.

A continuación se desarrolla el proceso de instalación y comprobación de uno de estos útiles. Montar la base del útil sobre el puente de medida y desplazarlo a la medida indicada en la ficha.

Previamente se ha centrado el puente de medida con un mínimo de cuatro puntos simétricos no afectados por el golpe.

Montar las barras calibradas que hacen de pilares y ajustar a la altura adecuada los soportes de la barra de medida.

Fijar la barra de medida transversal ajustando las medidas según la ficha.

Colocar los adaptadores específicos para el punto a comprobar y leer la medida que indican, comparándola con las que aparecen en la ficha para verificar si están dentro de la medida o existe alguna deformación.

Por último, con relación a estos aparatos de medida, conviene observar siempre las precauciones generales para la conservación de cualquier aparato de medida:

- No forzarlo.
- No golpearlo.
- Guardarlo siempre en su armario, perfectamente ordenado.
- Protegerlo de las proyecciones de soldadura.
- Realizar de forma periódica su calibrado, para asegurarse de que las medidas que se toman son las correctas, de lo contrario se podría llegar a reparaciones defectuosas. Este calibrado se tiene que realizar con los útiles adecuados, realizado por personas especializadas.

5.13. Sistema de medición informatizado

Éste es uno de los más modernos sistemas de control de la carrocería, posibilitando un complejo diagnóstico de todas las cotas, de forma fácil y rápida, sin necesidad de tener grandes conocimientos de informática, permitiendo:

- Verificar todos los puntos de control, tanto con la mecánica montada como desmontada.
- Verificar las partes externas de la carrocería.
- Controlar el desplazamiento de los puntos de control durante la reparación.
- Su utilización se puede realizar con el vehículo montado en la bancada, en un elevador o en el suelo.
- Medir puntos que no están en la ficha técnica por comparación.
- Imprimir toda la información cuando se la solicite, por ejemplo antes de la reparación y una vez concluida la misma para certificar su correcta reparación.
- Crear un historial del vehículo para futuras consultas.

En el mercado existen distintos modelos, pero básicamente el equipo suele estar compuesto por:

- **Un brazo palpador.** Es el encargado de establecer la posición exacta de cada uno de los puntos de la carrocería que se desea verificar.
- **Una regla calibrada.** Tiene incorporado un carril por donde se desplaza el brazo de medida e informa del control de las medidas longitudinales.
- **El sistema informático.** Está compuesto por una serie de elementos informáticos (ordenador, impresora, etc.) capaces de recibir, almacenar y comparar las medidas enviadas por el brazo palpador y la regla calibrada. Algunos modelos tienen incorporado un sistema de emisión y recepción sin necesidad de cable (por infrarrojo o radiofrecuencia), que facilita la libertad de movimiento en el desarrollo de la reparación.
- **El programa informático.** Es el encargado de facilitar la información al operario del vehículo en reparación, así como las opciones de trabajo necesarias para realizar la misma, permitiendo en todo momento comparar la medida real del vehículo, con la establecida por la ficha técnica, informando de las variaciones existentes.

También existe otro modelo que no tiene la regla graduada y el palpador se desplaza desde el propio sistema informático a través de un brazo articulado.

A modo de ejemplo se describe de forma genérica el proceso para medir:

Una vez situado el vehículo sobre el elevador o en la bancada, seleccionar la ficha técnica del vehículo a reparar. Los datos de todos los vehículos están introducidos en el programa informático.

La ficha técnica aparecerá en la pantalla con todos los datos necesarios para controlar los puntos de control de la carrocería.

Instalar la regla calibrada debajo del vehículo, elegir la opción de centrado. Aparecerán en la pantalla todos los puntos de control. Para centrar el equipo de medición, basta con elegir tres o cuatro puntos no afectados por la deformación enviando una señal al ordenador en cada punto. El ordenador realizará los cálculos necesarios para obtener la posición del vehículo, con el fin que las medidas tomadas se corresponden con el centrado del aparato de medida.

Eligiendo la opción de medidas del punto, aparecerá en lado derecho de la pantalla un vehículo con todos los puntos de control y, en el lado izquierdo, dos círculos en forma de diana uno para el lado izquierdo del vehículo y otro para el lado derecho.

Cada vez que se controle un punto, se traducirá la posición del brazo palpador en datos tridimensionales, que aparecen en la pantalla de forma gráfica y numérica.

La interpretación gráfica se realiza a través de un punto que se corresponde con la posición real del palpador. Si se encuentra en el centro del círculo, quiere decir que está dentro de la tolerancia. De lo contrario, informa hacia dónde se tiene que realizar el tiro.

Manual de funcionamiento de un sistema informatizado:

Se inicia el programa para realizar su puesta a cero de los ejes del brazo de medición touch, para ello moveremos el brazo de medición alrededor del eje omega hasta que se visualice la correcta posición del eje, ejecutaremos la mismas operaciones para los ejes alfa, beta, gamma y delta.

Se crea un archivo y se escribe los datos del vehículo y cliente.

Para la medición del vehículo se cogen las medidas de antes de la reparación y las de después de la reparación. Para realizar estas medidas se pueden escoger varios punteros, se selecciona el tipo de puntero y se hace clic en la imagen del ordenador. A continuación, se selecciona la posición del puntero de los grados 0°, 45° y 90°.

En la pantalla de medición se pulsa el botón de “alinear”, se selecciona la opción “guiado delantero” y se indica que punto del coche hay que medir primero (para identificar el punto utilizar la foto de referencia que aparece en el ordenador).

Los tipos de puntos a medir pueden ser: - la medida en el centro de un punto indicado (pernos).- Los dos extremos del punto a medir (ojales).- Los tres puntos de la circunferencia para calcular el centro (agujeros).

Para que el ordenador localice el punto, acercar la punta del puntero al centro del tornillo y pulsar el botón una vez.

Automáticamente el software dispone la medición del segundo punto de alineación.

Después de llevar la punta del puntero al centro del tornillo señalado y pulsar el botón del brazo, si el punto medio resulta en tolerancia en la pantalla aparecerá una bola verde, si el punto medio no resulta en tolerancias en la pantalla aparecerá: - una bola en rojo.- una flecha en la bola roja indicando la dirección del tiro a ejecutar.- el casillero con las diferencias en milímetros en las tres dimensiones. Completar la medición con los puntos indicados en la ficha.

Después de haber acabado de realizar todas las operaciones, cerrar el programa.

[medición informática 1.JPG](#) [medición informatica2.JPG](#) [medición informática 3.JPG](#) [medición informática 4.JPG](#) [medición informática 5.JPG](#) [medicion informática 6.JPG](#) [medición informática 7.JPG](#) [medición informática 8.JPG](#) [medición informática 9.JPG](#) [medición informatica10.JPG](#) [medición informatica.JPG](#) [TOUCH-WHEELS medicion.mpg](#)

5.14. Sistema de medición por láser

Este sistema de medida está basado en el uso de un haz de luz láser que tiene la propiedad de emitir un rayo luminoso con un diámetro constante, independientemente de la distancia. El nombre de láser proviene del significado de su palabra (Light Amplified by Stimulated Emission of Radiation) “luz amplificada por emisión estimulada de radiación”.

El equipo está compuesto por:

- Dos guías de deslizamiento horizontales.
- Una fuente de rayos láser.
- Un sistema óptico de reflexión motorizado.
- Escalas de medidas transparentes milimetradas.
- Un sistema informático.

El equipo permite la comprobación de los puntos de control con y sin mecánica montada, y se puede utilizar por tanto en bancadas como en elevadores, permitiendo su uso inclusive durante el proceso de reparación.

Las escalas transparentes se posicionan en los puntos de medición indicados en la ficha técnica. El proyector láser envía el rayo al sistema óptico motorizado, el cual ilumina las escalas de medición desde varios ángulos y mide la posición exacta en tres coordenadas.

El sistema se auto calibra. Aunque el vehículo y el sistema de medida no estén paralelos, el ordenador puede calcular la posición y especificar exactamente el centro lineal del mismo.

El aparato de medida reenvía los datos obtenidos vía infrarrojos al ordenador, el cual calcula y compara automáticamente estos datos con la información de la ficha técnica. Cualquier diferencia de cotas se puede leer directamente en la pantalla, junto con información complementaria que indica si las medidas obtenidas se encuentran dentro de tolerancia.

5.15. Sistema de medición acústico

El fundamento de este se basa en que el sonido se propaga a una velocidad constante. Esta característica hace que sea posible medir con exactitud el tiempo que tardan las ondas en desplazarse entre dos puntos. Ya que, de acuerdo al tiempo que transcurre desde la emisión hasta la recepción, se determina la distancia entre ambos puntos.

El equipo (similar al medidor láser) puede medir los puntos de control con y sin mecánica.

En el mercado existen distintos sistemas, pero básicamente constan de un conjunto de emisor y receptor de ultrasonidos gestionados por un programa informático. Una vez seleccionada la ficha técnica del vehículo que se encuentra en el programa informático, el emisor se posiciona en los puntos a controlar y emite unas ondas que son captadas por el receptor. En función del tiempo que las ondas tardan en recorrer el trayecto, el ordenador calcula la posición del punto y los compara con los valores memorizados en la ficha, indicando en la pantalla de forma gráfica y numérica el resultado de la medición.

Este sistema también puede medir por comparación cualquier parte del vehículo.

6. Mantenimiento de los sistemas de medidas

Los sistemas de medidas son instrumentos de precisión que siempre se deberán manejar con mucho cuidado para conservar la precisión de sus mediciones.

El mantenimiento de estos equipos no requiere procesos complicados, pero sí respetar las siguientes normas:

- Limpiar el puente de medida, los adaptadores y los tubos de extensión después de cada uso.
- Guardar siempre las partes del sistema de medición en el carro portaherramientas o en un armario específico.
- Aceitar periódicamente las partes deslizantes de las correderas.
- Como mínimo una vez al año (antes, en función de su uso) o cuando se sospeche que el sistema de medición ha sufrido daños, se deberá comprobar el equipo con los medios indicados por el fabricante.
- No forzar ni golpear ningún componente del sistema.

7. Seguridad en el trabajo

7.1. Riesgos de alteraciones musculares y lesiones dorsolumbares.

Los factores de riesgo que aumentan el riesgo de padecer trastornos musculoesqueléticos y lesiones dorsolumbares:

- El esfuerzo físico demasiado acusado y desproporcional, el elevamiento de pesos excesivo, los movimientos de torsión, el mantenimiento del cuerpo en posturas inestables y su inclinación indebida, los movimientos bruscos y forzados.

- La altura a la que se ejecuta el trabajo sobre la bancada y los suelos desiguales y resbaladizos.

- El esfuerzo prolongado, las distancias excesivas para los desplazamientos de cargas importantes, el ritmo de trabajo demasiado intenso, y el descanso insuficiente.

- El uso de ropa de trabajo que restrinja los movimientos.

- La carencia, por parte del trabajador, de formación suficiente o de conocimientos adecuados para la manipulación de documentos.

Las estrategias para la prevención se basan principalmente en la ergonomía de los lugares de trabajo y las medidas preventivas aplicadas han de ser las siguientes:

- Reducción de las exigencias físicas.
- Mejorar en la organización del trabajo.
- Formación e información suficientes.
- Tratamiento médico y rehabilitación.
- Estrategias cognitivas y de conducta.

7.2. Riesgos durante los procedimientos de estiramiento en bancada.

Los factores de riesgo k aumentan las posibilidades de sufrir accidentes de trabajo utilizando los equipos de tracción sobre bancada, son:

- Falta de limpieza y de adecuado mantenimiento de los equipos y, principalmente de las cadenas y mordazas.

- Utilización indebida de las cadenas (someterlas a tensión, retorcerlas y, superar su vida útil).

- Mala instalación de las mordazas durante el estirado.

- Tensión excesiva de las cadenas por el equipo de tracción.

Las estrategias para la prevención más importantes contra los accidentes durante los procedimientos de estiramiento sobre bancada, son:

- Mantener la posición del chapista durante el trabajo de estiramiento de tal forma que el tronco este totalmente erguido.

- Sustituir las cadenas cuando hayan superado su vida útil, cuando se observe algún defecto en ellas o cuando se las haya sometido por error a una tensión excesiva.

- Instalar correctamente las mordazas y las cadenas de tiro.

- Colocar siempre la cadena o eslinga de seguridad.

7.3. Riesgos durante la utilización de equipos de medición.

Los equipos de medición suelen estar fabricados de materiales ligeros pero con aristas en ángulo recto que pueden resultar cortantes, lo que comporta riesgos de golpes y cortes, principalmente las manos.

7.4.Riesgos durante la utilización de equipos de medición laser.

Los problemas de salud principales que pueden surgir durante la utilización de equipos dotados de laser, se presenta principalmente en los ojos y sobre la piel.

Las estrategias para la prevención que se pueden adoptar en caso de utilizar los equipos de medición laser, son:

- La formación adecuada del chapista para la correcta utilización del equipo.
- Un funcionamiento apropiado del equipo de medición.
- El mantenimiento de la zona de trabajo perfectamente delimitada y señalada.
- Evitar la presencia de sustancias inflamables en las proximidades.
- Evitar la cercanía de superficies reflectantes.
- Utilizar gafas y guantes de protección homologados.

[Video sobre bancada.mpg](#)