

**CAPITULO II****CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO****1.- ACCIONES SOBRE LAS ESTRUCTURAS****1.1.- Acciones a considerar sobre las estructuras**

Las acciones a tener en cuenta sobre una estructura o elemento estructural, entre otras, son las siguientes:

- A.-** Reglamento CIRSOC 301 “Proyecto, cálculo y ejecución de estructuras de acero para edificios”.
- B.-** Reglamento CIRSOC 101 “Cargas y sobrecargas gravitatorias para el cálculo de las estructuras de edificios”.
- C.-** Reglamento CIRSOC 102 “Acción del viento sobre las construcciones”.
- D.-** Reglamento CIRSOC 103 “Acciones de los sismos sobre las construcciones”.
- E.-** Reglamento CIRSOC 104 “Acción de la nieve y del hielo sobre las construcciones”.
- F.-** Recomendación CIRSOC 107 “Acción térmica climática sobre las construcciones”.
- G.-** Estudio de las acciones originadas por el armado y montaje que debe contemplar lo siguiente:
  - a)** Evitar esfuerzos torsores o flexo-torsores en elementos no diseñados especialmente para dichos esfuerzos.
  - b)** Garantizar la estabilidad lateral de elementos planos no arriostrados transversalmente durante el montaje.
  - c)** Contemplar la posibilidad de inversión de signo de los esfuerzos de flexión, que pueden comprimir elementos que normalmente están traccionados.
  - d)** Evitar la aplicación de cargas concentradas en elementos no especialmente proyectados para tales esfuerzos.
  - e)** Analizar la posibilidad de condiciones de apoyo diferentes a las reales condiciones de servicios.
  - f)** Considerar la posibilidad de efectos dinámicos durante el montaje.
  - g)** Considerar sobrecargas especiales de operarios, actuando en la secuencias de armado o montaje.
- H.-** Estados de cargas transitorias durante la construcción.
- I.-** En el diseño de estructuras se considerarán como mínimo, las siguientes acciones:
  - a)** Acciones permanentes originadas por el peso propio de la estructura y cubierta.
  - b)** Acciones debidas a la ocupación y al uso.
  - c)** Acciones resultantes del viento.
  - d)** Acciones resultantes de la nieve.
- J.-** La suma de las acciones a) y b), mencionadas en el punto anterior (I) deberán ser mayor de  $40 \text{ Kg/m}^2$  a lo efectos de no tener estructuras insuficientemente segura.

**K.-** Todos los elementos estructurales deberán soportar como mínimo una carga concentrada de 100 Kg ubicada en la posición más desfavorable.

### 1.2.- Superposición de las acciones

El análisis estructural se hará estudiando separadamente los diferentes estados de carga, superponiéndolos en distintas combinaciones, de manera que se obtenga los esfuerzos de cálculo en las secciones críticas, para cada etapa de su elaboración. La superposición de las acciones se podrá hacer de acuerdo a lo establecido en la Recomendación CIRSOC 105 “Superposición de acciones. Combinación de estados de carga”.

Como mínimo se deberán considerar los siguientes estados de carga:

- a) Acciones permanentes + acciones debidas a la ocupación y al uso.
- b) Acciones permanentes + acciones resultantes debidas al viento.
- c) Acciones permanentes + acciones debidas a la ocupación y al uso + acciones resultantes del viento.

En el caso de que las estructuras estén ubicadas dentro de la Zona II (Reglamento CIRSOC 104), se considerarán además:

- d) Acciones permanentes + acciones resultantes de la nieve + acciones debidas a la ocupación y al uso.
- e) Acciones permanentes + acciones resultantes del viento + 1/2 acciones resultantes de la nieve.
- f) Acciones permanentes + 1/2 acciones resultantes del viento + acciones resultantes de la nieve.

## 2.- MATERIALES

Los aceros a emplear en la construcción de estructuras livianas deben cumplir con lo establecido en el Capítulo 2 del Reglamento CIRSOC 301 “Proyecto, cálculo y ejecución de estructuras de acero para edificios”.

Los distintos tipos de aceros para el cálculo de estas estructuras son las siguientes:

Tipos de aceros	Tensiones a los límites de fluencia
	$\sigma_F$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
F-20	2.000
F-22	2.200
F-24	2.400
F-26	2.600
F-30	3.000
F-36	3.600

Módulo de elasticidad longitudinal  $E = 2.100.000 \text{ Kg/cm}^2$ .

Módulo de elasticidad transversal  $G = 810.000 \text{ Kg/cm}^2$ .

Coefficiente de Poisson en período elástico lineal  $\nu = 0,296$ .

Coefficiente de Poisson en período plástico  $\nu = 0,50$ .

Coefficiente de dilatación térmica  $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ cm/cm } ^\circ\text{C}$ .

Peso específico  $\gamma = 7.850 \text{ Kg/m}^3$ .

Además de estos aceros no aleados o de baja aleación, existen otros aceros que pueden emplearse en la construcción de estructuras livianas. Su utilización depende de que su composición y propiedades determinen la conveniencia de su empleo, y que tanto sus características químicas como mecánicas se comprueben mediante análisis y ensayos realizados oportunamente.

Las normas o recomendaciones de cálculo son aplicables a metales no aleados y de baja aleación, en ningún caso serán aplicables a metales no férricos ni a aceros fuertemente aleados. Esto es así porque el comportamiento resistente de las piezas metálicas depende no sólo de sus características resistentes (límite de fluencia, resistencia a la rotura, etc.), sino también del módulo de elasticidad y de la forma de la curva tensión–deformación. Estas características influyen principalmente sobre la resistencia al pandeo (ya sea pandeo normal o abolladura) de la pieza; y como varias formas de pandeo juegan un papel más importante en el dimensionamiento de los perfiles de poco espesor que en el de los perfiles más pesados, son particularmente inapropiados en este campo los intentos de adoptar los procedimientos de cálculo desarrollados para un metal, como acero dulce, a algún otro metal, por simple sustitución de las correspondientes resistencias.

Para prever el comportamiento de los aceros es necesaria la representación del diagrama tensiones–deformaciones, principalmente cuando pueden presentarse fenómeno de inestabilidad, y que es el límite de fluencia la característica más importante que define al acero que se ha de emplear, la resistencia a rotura en tracción tiene poca influencia en la resistencia del perfil. Sin embargo, la resistencia de cierto tipos de uniones y algunos otros detalles dependen no sólo del límite de fluencia, sino también de la resistencia a la rotura.

Otras características esenciales para un comportamiento resistente satisfactorio son: la ductilidad del acero para evitar la aparición de fisuras durante el plegado en frío (medida como la deformación permanente de un ensayo de tracción), y en la mayoría de los casos, la soldabilidad (determinada por la composición química del acero). Es la combinación de estas características la que determina la conveniencia del empleo de un determinado tipo de acero en la construcción liviana.

Cuando en este tipo de estructura se utiliza la soldadura como medio de unión es importante controlar las características de soldabilidad del acero según el Reglamento CIRSOC 304 “Estructuras de acero soldadas”.

### 3.- EFECTO DEL PLEGADO EN FRIO

Se sabe por los estudios realizados que cualquier trabajo en frío, como por ejemplo, el estirado o doblado en frío, modifica las propiedades mecánicas del acero. Generalmente dichas operaciones producen el endurecimiento del acero, es decir, aumentan el límite de fluencia, y en

menor grado, la resistencia a la tracción y disminuye la ductilidad en un ensayo de tracción. Por supuesto el trabajo de plegado en frío cualquiera sea su procedimiento (plegado sobre rodillos, mandriles o prensa) modifica las propiedades del acero de las piezas conformadas, siendo las mismas diferentes de las de las chapas o flejes antes de plegar.

Se sabe a través de las investigaciones que los incrementos del estirado en frío aumentan progresivamente el límite de fluencia a tracción cuando el material es estirado paralelamente a la dirección del anterior. Sin embargo, el límite de fluencia a compresión aumenta en menor proporción. También se sabe que cuando el estirado se realiza perpendicularmente a la dirección del estirado anterior, sucede al revés, el límite de fluencia a compresión aumenta en mayor proporción que el correspondiente a tracción. Esto nos hace ver que la magnitud de los efectos de los trabajos en frío depende, en mayor o menor grado, de la intensidad de la tensión aplicada en el estirado y que los efectos varían con la dirección del trabajo y pueden producir diferencias apreciables entre las resistencias a tracción y compresión.

Los procesos reales de plegado en frío (en talleres) son mucho más complicados que los simples estirados realizados durante los ensayos. Esto nos hace ver que, en la mayoría de los perfiles plegados, el grado de trabajo en frío realizado es mayor en las esquinas que en las zonas planas. Por lo tanto, las propiedades mecánicas del metal en las diversas partes de la sección de un perfil conformado en frío serán diferentes, y las propiedades efectivas de la sección entera, como su límite de fluencia a tracción, etc., serán los promedios efectivos de las propiedades de sus diversas partes. Esta es la razón por la que las propiedades efectivas del material, de los perfiles conformado en frío, no se pueden determinar por simple ensayo de tracción y compresión sobre muestras planas cortadas del perfil en cuestión, sino que, su determinación se realiza efectuando ensayos de tracción y compresión sobre piezas cortas de sección completa.

Las Recomendaciones CIRSOC 303 admite utilizar en el diseño, el aumento de la tensión de fluencia por efecto del plegado en frío solamente en los siguientes casos:

- 1.- Únicamente para secciones traccionadas, elementos traccionados de elementos flexionados y en secciones comprimidas, siempre y cuando, el coeficiente de pandeo local  $Q$  sea igual a 1.
- 2.- En secciones flexionadas donde los elementos comprimidos rigidizados son totalmente efectivos, es decir, no están afectados por la reducción del ancho de cálculo  $B_e$ .

En otras palabras, lo que se busca es tener secciones lo suficientemente compactas o robustas como para que los o elementos que están traccionados o que estando comprimidos no fallen por abolladura. Estas limitaciones se deben a que todavía no se han desarrollado métodos de ensayo a compresión de secciones completas que conduzcan a resultados satisfactorios ya que las piezas fallan primero, por abolladura antes que por fluencia. Además no hay información suficiente sobre la forma en que el trabajo mecánico no uniforme influye en la resistencia al abollamiento. Una solución para que las piezas fallen primero por fluencia y no por abolladura, sería la de colocar apoyos laterales adecuados.

## 4.- COEFICIENTE DE SEGURIDAD

Las Recomendaciones CIRSOC 303 adopta como mínimo para cualquier tipo de estructura liviana de acero un coeficiente de seguridad  $\gamma = 1,6$ . Siendo ésta la relación entre la tensión de fluencia  $\sigma_F$  y la tensión básica de diseño  $\sigma_{db}$  cuando el cálculo se realiza por el método elástico. En caso de que el cálculo se realice por el estado límite se deberán mayorar las cargas con el coeficiente de seguridad  $\gamma = 1,6$ .

Este valor, mínimo del coeficiente de seguridad provee una adecuada seguridad contra las deformaciones permanente, al mantener las tensiones de cálculo por debajo del límite de proporcionalidad.

El coeficiente de seguridad puede calcularse según la Recomendación CIRSOC 106 “Dimensionamiento del coeficiente de seguridad”, pero en ningún caso puede ser menor a 1,6.