

Generación de reglamentos mediante la vinculación entre Universidad y empresas

Rivas Irene Elisabet¹, Godoy María Laura², Montanaro María Inés³ y Peralta María Haydée⁴

Resumen

Docentes-investigadoras del Área Estructuras de la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA, con apoyo de la CAIAMA, impulsaron acciones tendientes a generar normativas argentinas que regulen el uso del aluminio con fines estructurales. A tal fin, se concretó un acuerdo con la Comisión Permanente de Estructuras Metálicas del CIRSOC (Centro de Investigación de los Reglamentos para la Seguridad de las Obras Civiles). Desde agosto de 2007 se trabajó en la redacción del Reglamento Argentino de Estructuras de Aluminio.

Este trabajo tiene como objetivo describir las acciones mencionadas que permitieron la obtención del Reglamento Argentino de Estructuras de Aluminio CIRSOC 701, y su posterior difusión.

Abstract

Teacher-researchers of Area Structures, Faculty of Engineering UNCPBA, with support from the CAIAMA, prompted measures to create the Argentine regulations governing the use of aluminum for structural purposes. To this end, an agreement with the Standing Committee on Steel Structures of CIRSOC (Research Center for Safety Regulations for Civil Works) materialized. Since August 2007 she worked on the drafting of the Argentine Standard of Aluminum Structures.

This paper aims to describe the actions that allowed obtaining Argentine Standard of Aluminum Structures CIRSOC 701, and subsequent dissemination.

Palabras clave: Aluminio, Reglamento,

1. Magister e Ingeniero en Construcciones, Profesor Adjunto. irivas@fio.unicen.edu.ar.

2. , Ingeniero Civil, Jefe de Trabajos Prácticos. mgodoy@fio.unicen.edu.ar.

3. Magister e Ingeniero en Construcciones, Profesor Adjunto. mmontana@fio.unicen.edu.ar.

4. Magister e Ingeniero Civil, Profesor Titular. mperalta@fio.unicen.edu.ar.
Facultad de Ingeniería UNCPBA.

Estructuras, CIRSOC

Introducción

La Cámara Argentina de la Industria del Aluminio y Metales Afines (CAIAMA), tiene entre sus objetivos la estimulación de acciones tendientes a generar nuevas aplicaciones para el Aluminio ya sea por la penetración en nuevos mercados o por la ampliación de los existentes. Es por esto que, ante el creciente uso del aluminio con fines estructurales en el mundo, y conociendo que diversos países cuentan con normativas para este fin, mientras que en Argentina no existían reglamentos o códigos que permitan y especifiquen su aplicación en obras civiles, a partir de 2006 un grupo de estudio perteneciente al Área Estructuras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, con el apoyo de la CAIAMA, impulsaron acciones tendientes a generar normativas que regulen el dimensionado y cálculo de elementos estructurales de aluminio para las obras civiles en nuestro país.

Por lo expuesto anteriormente, y teniendo en cuenta que cuando CIRSOC decide efectuar la actualización de los reglamentos nacionales de seguridad estructural, sobre la base de lineamientos internacionales de reconocido prestigio, encara su reconversión propiciando la incorporación a su Comité Ejecutivo de las empresas constructoras y de servicios, fabricantes y elaboradores, cámaras e institutos de investigación, asociaciones profesionales, etc., con el fin de que el Estado y la actividad privada compartan solidariamente el esfuerzo y los beneficios de establecer bases comunes de sana y clara competencia, dado que los reglamentos de seguridad estructural son, en definitiva, un acuerdo social sobre el nivel o grado de seguridad que la sociedad está dispuesta a aceptar y exigir; y considerando que ése es el ámbito en el que se debe generar una nueva reglamentación, se planteó la inquietud ante la Comisión Permanente de Estructuras Metálicas del CIRSOC, lográndose el acuerdo para comenzar a trabajar en ese sentido.

Esto dio lugar, por un lado a la firma de un Acuerdo Específico entre la CAIAMA y la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA, el que tiene por objeto la redacción del Proyecto de Reglamento Argentino de Estructuras de Aluminio, por parte de la Facultad. Por otro lado se firmó un Acuerdo Complementario entre la CAIAMA, la Facultad de Ingeniería e INTI-CIRSOC, quien interviene dando la conformidad para la adecuada validación legal y administrativa. El Plan de Trabajo incluye la recopilación de información: normativa base, otras normativas de consulta, bibliografía; y la elaboración del Proyecto que se presentará como propuesta al INTI – CIRSOC. Es así que a partir del mes de agosto de 2007 el grupo de estudio trabajó, con el asesoramiento del Ing. Gabriel Troglia, Coordinador de la Comisión de Estructuras Metálicas del CIRSOC, en la redacción del Proyecto de Reglamento Argentino de Estructuras de Aluminio CIRSOC 701. Paralelamente se encontraba en etapa de redacción el Proyecto de Reglamento Argentino para la Soldadura de Estructuras de Aluminio CIRSOC 704 a cargo del Ing. Eduardo Asta.

El nuevo Reglamento CIRSOC 701 [1] y sus Comentarios al Reglamento CIRSOC 701 [2]

adoptan como lineamiento internacional la especificación norteamericana Aluminum Design Manual. Specifications & Guidelines for Aluminum Structures of the Aluminum Association versión 2005, Part I-B y Part II-B [3] que utilizan el denominado método de los factores de carga y resistencia LRFD (Load and Resistance Factor Design), también conocido como Método por Estados Límites Últimos, adaptando y orientando la misma al formato y esquema general del cuerpo de los Reglamentos Argentinos: de Estructuras de Acero para Edificios CIRSOC 301 [4], de Elementos Estructurales de Tubos de Acero para Edificios 302 [5], y de Estructuras de Acero de Sección Abierta Conformados en Frío CIRSOC 303 [6].

Este Reglamento se complementará con las normas IRAM vigentes a la fecha de ejecución. Es de destacar que las normas IRAM e IRAM- IAS nacionales de materiales y productos se encuentran actualmente en proceso de revisión e integración con las de los restantes países del MERCOSUR. Hasta tanto no estén disponibles se podrán utilizar las normas ASTM o ISO correspondientes.

Es importante mencionar que el aluminio tiene una historia comercial más breve que el acero, basta con mencionar que la primera producción significativa de aluminio en Estados Unidos data de 1890, mientras que la primera aplicación estructural se da alrededor de 1930. Es por ello que también los orígenes de las especificaciones del aluminio estructural resultan más cercanos en el tiempo que los orígenes de las especificaciones del acero. La especificación para estructuras de aluminio, que se ha tomado como base del Reglamento CIRSOC 701 [1], fue publicada por primera vez en 1967, y ha sido revisada y modificada en 1971, 1976, 1982, 1986. Una modificación sustancial se realizó en su sexta edición (1994), produciéndose otras revisiones en 2000, y en 2005.

Motivación

La producción de aluminio primario en nuestro país, en el año 2006, alcanzaba la cifra de 275.000 tn anuales y se estimaba una producción del orden de las 380.000 tn anuales en el año 2007. La Producción Mundial de Aluminio

era del orden de las 33 millones tn anuales.

De esta cifra, el mercado interno de Argentina elaboraba y consumía en el orden de las 130.000 Tn anuales.

Si se compara el “consumo per capita” de aluminio en nuestro país con el de otros países del mismo o de diferente nivel de desarrollo, se obtiene el resultado indicado en Tabla 1.

Tabla 1. Consumo “Per Cápita” (En kg / habitante año)

Pais	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Alemania	28,6	29,3	30,6	33,1	32,2	31,0	30,9
Argentina	3,8	2,5	1,2	1,7	2,4	2,5	3,3
Australia	19,3	17,5	19,9	22,0	22,2	22,9	
Brasil	4,1	4,5	4,5	4,1	4,3	4,4	4,3
China	3,6	3,4	4,0	5,0	5,8	7,0	7,8
España	19,0	19,1	20,3	21,7	22,2	23,1	
México	5,7	4,9	4,8	5,1	7,3	7,8	

Como se puede apreciar, el consumo de aluminio per cápita en Argentina al momento de iniciar el desarrollo del proyecto que se describe en el presente trabajo, para regular las estructuras de aluminio en nuestro país era muy bajo (alrededor de 3 kg/habitante año) al compararlo con los valores correspondientes a los países desarrollados (este valor puede superar los 30 kg/habitante año). Teniendo en cuenta el nivel del ingreso per cápita en Argentina, el consumo per cápita de aluminio era de casi la mitad del consumo teórico que surge de la estimación promedio de países con similar nivel de ingresos. De acuerdo a la evidencia recogida, el valor del consumo per capita de aluminio en Argentina debería situarse en torno a los 5.8 kg/habitante año.

Fue largo el tiempo transcurrido entre la primera producción significativa de aluminio en Estados Unidos y el uso del mismo con fines estructurales (1890-1930) [7]. La recuperación del metal a partir de la chatarra, material viejo o deshecho (reciclado) era una práctica conocida desde principios del siglo XX. Sin embargo, es a partir de los años 1960 cuando se generaliza, más por razones medioambientales que estrictamente económicas, ya que el reciclaje consume el 5% de lo que consume la producción metalúrgica a partir del mineral.

El análisis de estos valores y del actual desarrollo del mercado de las diferentes aplicacio-

nes del aluminio en nuestro país, indicó que los rubros en los cuales sería posible incrementar la utilización del Aluminio, están vinculados a la construcción y el transporte.

Existen diversos países que cuentan con normativas [3,8] que regulan el uso del aluminio con fines estructurales, mientras que en Argentina no existían reglamentos o códigos que permitieran y especificaran su aplicación en obras civiles.

Por lo expuesto, y como se ha mencionado previamente, la Cámara Argentina de la Industria del Aluminio y Metales Afines (CAIAMA) impulsó, en el país, el Proyecto para la generación de los Reglamentos que permitan normalizar el uso del aluminio con fines estructurales. A tal fin contó con la aprobación de la Comisión Permanente de Estructuras Metálicas del CIRSOC y con la disposición de docentes del Área de Estructuras de la Facultad de Ingeniería de UNCPBA para la redacción del cuerpo de Reglamento CIRSOC.

Como base para el Reglamento CIRSOC 701 [1], se ha tomado el Aluminium Design Manual [3] para estructuras de aluminio, este fue publicado por primera vez en 1967 y ha sido sucesivamente revisado y modificado.

Capacidad productiva de perfiles en Argentina

Es de suma importancia para la promoción y el desarrollo de la construcción de estructuras de aluminio contar con disponibilidad de perfilería en el mercado nacional. En la Tabla 2 se muestra la disponibilidad de prensas de extrusión de aluminio en condiciones de producir la perfilería y los elementos necesarios para su posterior uso con fines estructurales en el país.

Tabla 2: Prensas disponibles en Argentina

Ubicación	Cant. de prensas	Fuerza de Empuja (Ton)	Díam. Barrote (mm)
Guilmes	1	1800	170
San Martín	1	500	100/125
9 de Abril E. Schvartz	2,3	700/900/1270	100/124/152
Capital Federal	4	2000/2000/2200/2500	203/228/305
San Francisco Solano	1	800	
La Tablada	1	850	100/124
Villa Madem	1	819	130/152
Entre Ríos - Aranguren	1	650	100
Avellaneda	1	1250	152/170
Villa Luzuriaga	1	450	100
Remedios de Escobedo	2	650/1600	100/170
San Andrés	1	900	130/152
Rosario	1	800	100
Lomas de Zamora	1/2	1850/1250	152/178
San Exp. Solano			
Pilar	2	1350/2500	152/203
Pque. Ind. Burzaco	1	1800	177
El Talar de Pacheco	2	1850/1250	178/162
Quilmes Oeste	1		
Pergamino	1	1600	177
Hurlingham	1	800	124
Capital Federal	1	950	124
Santa Fe - Granadero Baigorría	1	800	150
Bernal Oeste	1	1200	152
Capital Federal	3	900/900/900	90/130/152
La Tablada	2	600/1000	120/136
El Pablo	1		
Neaño	1	1200	120/155/205



Etapas para la aprobación de un reglamento

De acuerdo con el procedimiento general establecido por CIRSOC la aprobación de un reglamento se efectúa de la siguiente forma: una vez finalizada la redacción, pasa a una instancia de revisión por parte de la comisión correspondiente, finalizada la misma y luego de ser aprobada se publica en la página web de INTI-CIRSOC [9]. Esta publicación se realiza con la finalidad de someterla a discusión pública nacional durante un año, período en el cual se reciben observaciones, comentarios y sugerencias.

Para el caso motivo de este trabajo, una vez finalizado el período de discusión pública, los Reglamentos CIRSOC [1,2,10] fueron incluidos entre los Reglamentos CIRSOC e INPRES-CIRSOC aprobados por Resolución N° 247/2012, publicada en el Boletín Oficial del 4 de Julio de 2012 y entraron en vigencia legal a partir del 1 de enero de 2013.

Estructura del Reglamento CIRSOC 701

Al igual que los Reglamentos CIRSOC para las estructuras de acero, el Reglamento para las estructuras de Aluminio CIRSOC 701 [1] consta de dos cuerpos: el Reglamento propiamente dicho, cuyos capítulos constituyen la parte prescriptiva del Reglamento y se deben aplicar integralmente para lograr los propósitos de seguridad y servicio y, como se ha indicado previamente, los Comentarios al Reglamento [2] que sólo constituyen una ayuda para la comprensión de las prescripciones, presentando los antecedentes y los fundamentos en los cuales aquellas se basan.

El cuerpo del Reglamento Argentino de Estructuras de Aluminio, CIRSOC 701 [1] consta de diez capítulos que abordan los siguientes temas:

Capítulo A: Disposiciones Generales y Bases de Proyecto

Capítulo B: Requerimientos de Proyecto

Capítulo C: Reglas de Generales de Diseño

Capítulo D: Reglas Especiales de Diseño

Capítulo E: Uniones Mecánicas

Capítulo F: Uniones Soldadas

Capítulo G: Proyecto para Condiciones de Servicio

Capítulo H: Fabricación, Montaje y Control de Calidad

Capítulo I: Piezas de Aluminio Fundido

Capítulo J: Ensayos

El campo de aplicación del Reglamento CIRSOC 701 [1] es para todos los elementos estructurales resistentes de aluminio, extruidos o armados con perfiles extruidos y/o chapas, tubos y sus uniones, que formen parte de las estructuras de aluminio de edificios destinados a vivienda, locales públicos, depósitos e industrias (incluso las que tengan carácter provisorio como andamios cimbras, puntales, etc.), y que sean necesarias para soportar los efectos de las acciones actuantes. Es aplicable a los elementos con cargas predominantemente estáticas.

A continuación se efectúa una descripción general de los contenidos de cada uno de los capítulos del Reglamento.

• **CAPÍTULO A: Disposiciones Generales y Bases del Proyecto**

En este capítulo se establecen el campo de validez y los alcances del Reglamento, y se presentan las principales características y propiedades mecánicas para aleaciones de aluminio.

Este Reglamento Nacional de Seguridad establece los requisitos mínimos para el proyecto, fabricación, montaje, protección, control de calidad y conservación de las estructuras de aluminio para edificios. Es de aplicación a todos los elementos estructurales resistentes de aluminio, extrusados o armados con perfiles extrusados y/o chapas, y sus uniones, que formen parte de las estructuras de aluminio de edificios destinados a vivienda, locales públicos, depósitos e industrias (incluso las que tengan carácter provisorio como andamios cimbras, puntales, etc.), y que sean necesarias para soportar los efectos de las acciones actuantes. Es aplicable a los elementos con cargas predominantemente estáticas. Asimismo es de aplicación para las estructuras resistentes de carteles, marquesinas y similares.

En este capítulo se incluyen tablas que presentan las propiedades mecánicas mínimas para aleaciones de aluminio, y para aleaciones de aluminio soldadas.

Se puede decir que el aluminio como material estructural tiene todas las ventajas asignadas a las estructuras metálicas, tales como rapidez para su montaje, requerimiento casi nulo de

obra húmeda, seguridad, confortabilidad, etc. Permite diseños de estructuras utilizando tecnologías apropiadas para cubrir grandes luces.

Las características y las propiedades del aluminio varían en función de los diferentes tipos de aleaciones y del tratamiento térmico (temple) correspondiente. Presentan diferente comportamiento a tracción que a compresión. Las aleaciones más usadas para la ejecución de elementos estructurales de acero son las de las series 6000 y 7000. En perfiles, las aleaciones más usadas son: 6063 y 6061 (casi exclusivamente).

En el proyecto de estructuras de aluminio y sus elementos componentes, para la estimación de las acciones que actúan y de sus correspondientes intensidades mínimas son de aplicación los Reglamentos CIRSOC 101 [11], 102 [12], y 104 [13].

Emplea el método por estados límites que es un método de proyecto y dimensionado de estructuras en el cual la condición de Proyecto es que ningún estado límite sea superado cuando la estructura es sometida a todas las combinaciones apropiadas de acciones. Estableciendo que todo estado límite relevante debe ser investigado. Las expresiones de las combinaciones de acciones, con sus correspondientes factores de carga, que se deberán analizar son las mismas que emplea el Reglamento CIRSOC 301 [4].

- **CAPÍTULO B: Requerimientos de Proyecto**

Este Capítulo contiene especificaciones generales que son de aplicación para todo el Reglamento. En él se establecen las condiciones para determinar los valores de las diferentes áreas a considerar de acuerdo al estado límite que se deba comprobar. Es así que se pueden obtener las denominadas: área bruta, área neta y área neta efectiva

- **CAPÍTULO C: Reglas Generales de Diseño**

Este capítulo resulta ser el compendio de los lineamientos necesarios para efectuar la determinación de las diferentes resistencias de diseño, y por ende se convierte en el cuerpo principal para la verificación y el dimensionado de todos los elementos que componen una estructura (columnas, vigas, elementos componentes de la sección transversal, etc.).

- **CAPÍTULO D: Reglas de Diseño Especiales**

Este Capítulo se aplica a barras sometidas a

esfuerzos combinados, tratando en particular las combinaciones de carga axial y de flexión. Torsión y flexión en perfiles abiertos. Combinación de corte, compresión y flexión.

Establece que para la determinación de las resistencias requeridas a flexión de miembros sometidos a flexión y a compresión se deberán considerar los efectos de segundo orden $P-\delta$ y $P-\Delta$. Efectúa un tratamiento similar al planteado por el Reglamento CIRSOC 303 [6].

- **CAPÍTULO E: Uniones Mecánicas**

Este capítulo comprende el tratamiento de cuatro tipos de uniones: abulonadas, remachadas, con tornillos autoroscantes o autoperforantes, y las de las chapas de aluminio usadas para revestir techos y fachadas. Se fijan disposiciones generales en lo referente a distancias entre pasadores y distancias de éstos a los bordes y dimensiones de los orificios; además presenta las expresiones para determinar resistencias de diseño a la rotura en bloque de corte.

En particular para cada una de las uniones se presenta el cálculo de las resistencias de diseño.

- **CAPÍTULO F: Uniones Soldadas**

Son de aplicación a este Reglamento, y a este capítulo en particular, las especificaciones del Reglamento Argentino para la Soldadura de Estructuras de Aluminio CIRSOC 704 [10].

Este capítulo contempla el estudio de elementos estructurales soldados, y las disposiciones generales para el cálculo de las uniones soldadas.

Debido al bajo punto de fusión del aluminio, el calor de la soldadura reduce el valor de las tensiones de fluencia y de rotura del aluminio. Esto hace que se presenten dos tablas que contienen las propiedades mecánicas mínimas, para aleaciones de aluminio, diferenciando para soldadas y no soldadas.

- **CAPÍTULO G: Fabricación y Montaje**

En este capítulo se fijan disposiciones generales, estableciendo: los métodos para realizar los cortes, la calidad de los bordes, el acabado y la preparación de las superficies y las tolerancias en la fabricación y en el montaje, entre otras.

Indica los requerimientos a cumplir cuando el aluminio está en contacto con otros materiales tales como: acero, madera, madera aglomerada, materiales porosos, hormigón o mampostería.

- CAPÍTULO H: Condiciones de Servicio

Este Capítulo provee especificaciones y recomendaciones cuando se proyecte para condiciones de servicio, incluyendo el tema durabilidad para las estructuras de aluminio.

Establece que ningún estado límite de servicio podrá ser superado bajo los efectos de la combinación más desfavorable de las acciones de servicio, fijando como estados límites de servicio a las deformaciones, desplazamientos o flechas que afecten la apariencia o el uso eficaz de la estructura (incluyendo el mal funcionamiento de máquinas o servicios), las vibraciones, oscilaciones o inclinaciones que causen incomodidad a los ocupantes de un edificio o daño a sus contenidos.

Con respecto al tema durabilidad, presenta una tabla en la que se categorizan las aleaciones de aluminio en tres niveles de durabilidad, los que son usados para determinar la necesidad y el grado de protección requerido contra la corrosión de estructuras de aluminio, de acuerdo con el ambiente.

- CAPÍTULO I: Piezas de Aluminio Fundido

Se establecen las resistencias mínimas de las piezas de aluminio fundido y las inspecciones radiográficas que se deben realizar para aceptar un lote. Se establecen también los materiales de aporte para las soldaduras de piezas de aluminio fundido.

- CAPÍTULO J: Ensayos

Presenta las disposiciones generales para la realización de ensayos. Considera que los ensayos representan un método aceptable para efectuar el diseño de elementos estructurales, elementos compuestos o uniones de aleaciones de aluminio cuyas resistencias no se puedan determinar de aplicando los lineamientos de los capítulos anteriores del Reglamento.

Contiene requisitos específicos para ensayos de revestimientos exteriores de aluminio para cubiertas y fachadas, chapas de diferentes espesores.

Potencialidades de desarrollo

El uso del aluminio para fines estructurales [14] tiene en el mundo, y se espera suceda lo mismo en nuestro país, variadas aplicaciones.

Las propiedades únicas de las aleaciones de

aluminio lo hacen muy superior a otros materiales. La perflería con fines estructurales resulta ser resistente a la corrosión, de bajo costo de mantenimiento, bajo peso, alta capacidad de tendido, rápida construcción y además permite flexibilidad en el diseño.

Se detallan a continuación los beneficios en la utilización del aluminio a los fines estructurales:

Los domos constituyen una tipología estructural muy utilizada en los últimos 20 años, debido a su eficiencia y a la versatilidad que presenta para adaptarse a plantas circulares, elípticas y hasta cuadradas. Resultan ser estructuras relativamente livianas, por el eficiente comportamiento mecánico. Las cubiertas de cierre pueden ser de distintos metales o telas, inclusive hasta pueden tener zonas corredizas, permitiendo que algún sector quede al descubierto temporariamente. Esta gran versatilidad ha favorecido el uso de esta tipología estructural en cubiertas de grandes luces, tal es el caso de estadios deportivos.

El aluminio es también el material ideal para la construcción de bóvedas [15] para el almacenaje de materiales al aire libre donde la estructura está expuesta a todos los efectos climáticos.

Es ampliamente usado en las estructuras de cubiertas espaciales planas que pueden ser consideradas como celosías tridimensionales y que se caracterizan por estar constituidas por elementos muy simples: barras y nudos, ensamblados. En estas estructuras las Barras suelen ser relativamente cortas pero, mediante su disposición, permiten cubrir grandes superficies.



Figura 1: Estructuras para Pabellón de exposiciones

El gran beneficio de las estructuras de aluminio para cubiertas de piletas [16], es que resulta inerte al cloro y que por su menor peso permite realizar cubiertas telescópicas o móviles: los

módulos más pequeños se deslizan hacia el interior de los más grandes.



Figura 2: Cubierta de natatorio

Conclusiones

La experiencia que se presenta en este trabajo ha resultado sumamente interesante y de importancia para todos los involucrados en la concreción de la misma, permitiendo aunar esfuerzos y criterios en pos del beneficio general. Esto ha permitido a la Cámara Argentina de la Industria del Aluminio y Metales Afines (CAIAMA) contar con una herramienta fundamental al momento de promocionar el uso del aluminio como material estructural y lograr su inserción en el mercado de la construcción, al Centro de Investigación de los Reglamentos para la Seguridad de las Obras Civiles (CIRSOC) sumar otro Reglamento a la lista de los ya existentes, y a los docentes del Área de Estructuras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA) realizar una importante tarea de investigación que le ha permitido la vinculación con los organismos antes mencionados.

El Reglamento CIRSOC 701 provee a los ingenieros de una herramienta, necesaria, para el diseño y cálculo de estructuras de aluminio en un marco de seguridad adecuado.

Resta ahora un aspecto importante a abordar, mediante un trabajo conjunto entre empresas e investigadores, a efectos de disponer los insumos necesarios para el uso del aluminio con fines estructurales y alentar al proyectista a la elección del aluminio como material estructural.

Referencias

[1] Reglamento CIRSOC 701 (2010). Reglamento Argentino de Estructuras de Aluminio.

[2] Comentarios al Reglamento CIRSOC 701 (2010).

[3] Aluminium Design Manual. Specifications & Guidelines for Aluminum Structures of the Aluminum Association. Parte I-B y II-B. (2005).

[4] Reglamento CIRSOC 301 (2005). Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios.

[5] Reglamento CIRSOC 302 (2005). Reglamento Argentino de Elementos Estructurales de Tubos Acero para Edificios.

[6] Reglamento CIRSOC 303 (2005). Reglamento Argentino de Elementos Estructurales de Acero de Sección Abierta Conformados en Frío.

[7] KISSELL, Randolph and FERRY, Robert (2002). Aluminum Structures. A Guide to their Specifications and Design. Second Edition, editorial John Wiley & Sons, Inc.

[8] Eurocódigo 9, UNE-ENV. (1999). Proyecto de Estructuras de Aluminio.

[9] Sitio web de CIRSOC, <http://www.inti.gob.ar/cirsoc/>

[10] Reglamento CIRSOC 704 (2010). Reglamento Argentino para la soldadura de Estructuras en Aluminio.

[11] Reglamento CIRSOC 101 (2005). Reglamento Argentino de Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas de Diseño para Edificios y otras Estructuras.

[12] Reglamento CIRSOC 102 (2005). Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones.

[13] Reglamento CIRSOC 104 (2005). Reglamento Argentino de Acción de la Nieve y del Hielo sobre las Construcciones.

[14] PERALTA María, MONTANARO María, RIVAS Irene y GODOY María (2009). Propiedades de las aleaciones de aluminio en el comportamiento de las estructuras de las obras civiles. TALMA 2009.

[15] <http://www.cstindustries.com/cst-coverters>

[16] <http://www.pipor.com>

Facultad de Ingeniería UNCPBA
Avenida Del Valle 5737. C.P.: 7400, Olavarría.
Tel. - Fax: 02284-451055/56
El trabajo que se describe se enmarca dentro

del Proyecto de Investigación: Teorías y Modelos para Análisis Estructural.

Proyecto acreditado por la SECyT de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. UNCPBA.

El trabajo se realizó en el marco de un Acuerdo Específico entre la Cámara Argentina de la Industria del Aluminio y Metales Afines (CAIAMA) y la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA (de fecha 30 de junio de 2007), y de un Acuerdo Complementario entre la CAIAMA, la Facultad de Ingeniería e INTI-CIRSOC (de fecha 3 de julio de 2007), quien interviene dando la conformidad para la adecuada validación legal y administrativa. La CAIAMA es la entidad que financió la actividad realizada.