

Capítulo 8. RESUMEN BIBLIOGRÁFICO

Índice

8.1.	<i>Tesis Doctorales</i> .....	201
8.2.	<i>Artículos</i> .....	202
8.3.	<i>Artículos Propios de la tesis</i> .....	204
8.4.	<i>Libros y Manuales</i> .....	205
8.5.	<i>Otros</i> .....	205



## Capítulo 8

## RESUMEN BIBLIOGRÁFICO

## 8.1. TESIS DOCTORALES

- [1] Abdullah, R. “**Experimental Evaluation and Analytical Modeling of Shear Bond in Composite Slabs**”. Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, Virginia (USA) 2004.

*Contiene simulación tridimensional completa de un nervio, simplificada de la interacción entre acero y hormigón mediante elementos barra no-lineales, con leyes empíricas de comportamiento impuestas tanto para el deslizamiento longitudinal como para la separación vertical.*

- [2] Daniels, B.J. “**Comportement et Capacité Portante des Dalles Mixtes: Modélisation Mathématique et Etude Expérimental**”. Lausanne (CH) 1990.

*Definición de la nueva disposición para el ensayo de Pull-out (método 1), cuyo sistema de carga fue modificado posteriormente para evitar el movimiento lateral, (método 2).*

- [3] Patrick, M. “**Shear Connection Performance of Profiled Steel Sheeting in Composite Slabs**”. University of Sydney (AU) 1993.

*Definición del ensayo reducido “Slip-block test”, con el que se pueden reproducir las condiciones de la losa en los apoyos. Los resultados son introducidos en un método de cálculo de interacción parcial desarrollado en la tesis, en el que se asume la uniformidad de los esfuerzos de las embuticiones a lo largo de luz de rasante.*

- [4] Schuurman, R.G. “**The Physical Behaviour of Shear Connections in Composite Slabs**”. DUP Science. Delft (NL) 2001.

*Simulación local simplificada de la embutición, usando elementos barra para el caso 2D y elementos placa para el caso semi-3D. El acero incorpora un modelo elasto-plástico. El hormigón se implementa mediante elementos sólidos con unas propiedades ficticias de material, que reproducen la rigidez más baja del cemento que localmente interacciona con la embutición. Los elementos de contacto entre acero y hormigón son lineales. Incorporan un coeficiente de fricción de valor 0,3 (ver pág. 6.8)*

- [5] Veljkovic, Milan. “**Behaviour and Resistance of Composite Slabs**”. Luleå (SE) 1996.

*Modelos A y B (3D): Modelado de la losa completa, mediante elementos sólidos de 8 nodos para el hormigón y elementos placa para el acero. En la zona de flexión pura, se ha modelado la fisuración del hormigón mediante muelles no lineales que unen las caras de las fisuras ya predefinidas. En la zona de cortante, se ha implementado la capacidad de fisuración a los elementos sólidos y se ha mallado la zona como medio continuo. Se incluye el modelo plástico de Drucker-Prager para la*

compresión del hormigón NO se modelan las embuticiones de la chapa, sino que se substituyen por elementos nodales no lineales que reproduce la interacción entre éstas y el hormigón. Esta interacción se determina mediante un ensayo reducido (push test). La fricción entre el hormigón y la chapa de acero se ha implementado mediante elementos de interacción nodal, cuya ley de comportamiento obedece al criterio de fricción de Coulomb. Se toma un coeficiente de fricción  $m = 0.6$  (obtenido de ensayos) y la cohesión y ángulo de dilatación se han considerado nulos.  $t = ms$ . Para el acero se ha implementado un modelo plástico de Von Mises con endurecimiento isotrópico. Se ha usado modelos distintos para las bandas planas y para las bandas con embuticiones. El límite elástico y el módulo de Young del acero se reducen en un 47% en las bandas longitudinales donde existen embuticiones; de esta forma se incluye la disminución de rigidez y resistencia en la chapa causada por las flexiones locales que se generan alrededor de las mismas. Se ha modelado también la placa inductora de fisuras mediante elementos cuadriláteros de interfase cuyo límite a tracción es muy pequeño (0.1MPa).

Modelos C, D, E y F (2D): Modelado de la losa completa en 2D. Elementos sólidos en tensión plana para el hormigón, con fisuración modelada mediante elementos de interacción entre nodos, de comportamiento bilineal. La compresión del hormigón simulada también con elementos de interacción nodal de comportamiento elástico-perfectamente plástico. La chapa de acero se modela mediante elementos barra de 3 capas. Cada una de las 3 capas representa la zona superior, inclinada e inferior del perfil, y cada una de ellas obedece a una ley no lineal de tensión uniaxial, correspondiente al ensayo de cada una de las bandas longitudinales. Se ha usado el criterio de Von Mises y endurecimiento. En la zona donde la chapa sufre abolladuras por compresión (sección donde se ubican los inductores de fisura), se ha introducido un material ficticio en la capa superior, que reproduce la pérdida de rigidez por abolladura. La interacción entre acero y hormigón se ha implementado mediante elementos de interacción nodal, cuya ley de comportamiento es elástica no lineal (obtenida de ensayos). En el soporte se usa el criterio de rozamiento de Coulomb.

Appendix A: "Equipment for small scale tests" (Push test. Friction test). Ensayo específico para la determinación del coeficiente de fricción  $m$  entre la chapa de acero y el hormigón.

- [6] Widjaja, B. R. "Analysis and Design of Steel Deck-Concrete Composite Slabs". Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, Virginia. (USA) 1997.

*Simulación simplificada de la interacción entre acero y hormigón mediante elementos barra no-lineales, con leyes empíricas de comportamiento impuestas tanto para el deslizamiento longitudinal como para la separación vertical.*

## 8.2. ARTÍCULOS

- [7] An Li, Krister Cederwall. "The Theoretical and Experimental Study of Composite Slabs". Nordic Concrete Research. Göteborg (SW) 1989.

*Ensayos de losas con conectadores entre acero y hormigón.*

- [8] Baltay, P.; Gjelsvik, A. "Coefficient of friction for steel on concrete at high normal stress". Journal of Materials in Civil Engineering, vol.2 n°1, pág. 46-49. (USA) 1990.

[9] Burnet, M.J.; Oehlers, D.J. “**Rib Shear Connectors in Composite Profiled Slabs**”. *Journal of Constructional Steel Research* 57: 1267-1287. Adelaide (AU) 2001.

*Resultados de ensayos de Push para diferentes ángulos de conformado, con-sin embuticiones, seco-lubricado.*

[10] Calixto, J.M.; Lavall, A.C.; Melo, C.B.; Pimienta, R.J.; Monteiro, R.C. “**Behaviour and Strength of Composite Slabs with Ribbed Decking**”. *Journal of Constructional Steel Research* 46:1-3, Paper n°110. Minas Gerais (BR).

[11] Crisinel, M.; Marimon, F. “**A new simplified method for the design of composite slabs**”. *Journal of Constructional Steel Research* 60: 481-491. Lausanne (CH) 2004.

[12] Désir, J.M.; Romdhane, M.R.B.; Ulm, F.J.; Fairbairn, E.M.R. “**Steel-Concrete Interface: revisiting constitutive and numerical modeling**”. *Computers and Structures* 71: 489-503. Rio de Janeiro (BR) – Paris (FR) 1998.

[13] Izzuddin, B.A. “**Advanced Large Displacement Analysis of Composite Floor Slabs**”. *15<sup>th</sup> ASCE Eng. Mech. Conf. New York (USA)*. London (UK) 2002.

*Simulación simplificada de los nervios de la losa mediante la formulación de un elemento placa específico, para la modelización de losas completas.*

[14] Jolly, Colin.K.; Zubair, A.K.M. “**The Efficiency of Shear-Bond Interlock between Profiled Steel Sheeting and Concrete**” Composite Steel Structures: Advances, Design and Construction. *Proc. of the Int. Conf. on Steel and Aluminium Structures*. Ed. R. Narayanan. Cardiff (UK) 1987.

[15] Mäkenläinen, P.; Sun, Y. “**The longitudinal shear behaviour of a new steel sheeting profile for composite floor slabs**”. *Journal of Constructional Steel Research*, vol.49. pág. 117-128. Helsinki University of Technology (FI) 1999.

*Ensayos de Push-out de diferentes tipos, tamaños y posición de las embuticiones.*

[16] Olofsson, U.; Holmgren, M. “**Friction Measurement at Low Sliding Speed Using a Servohydraulic Tension-torsion Machine**”. *Experimental Mechanics*, 34: pág. 202-207. Borås (SE) 1994.

*Resultados de ensayos para la medición del coeficiente de fricción entre el acero y el hormigón para distintas velocidades, presiones y rugosidades. Hormigón ensayado: 56 MPa de resistencia a compresión. Coeficiente de fricción obtenido: 0.59*

[17] Porter, M.L.; Ekberg, C.E. “**Coating Effects of Cold-Formed Steel Deck Slabs**”. Univ. of Missouri-Rolla (USA) 1980.

*Ensayos de flexión de losas con distintos acabados superficiales de la chapa.*

[18] Sebastian, W.M, McConnel, R.E. “**Nonlinear FE Analysis of Steel-Concrete Composite Structures**”. *Journal of Structural Engineering*, vol.126 n°6: pág. 662-674. Bristol-Cambridge (UK) 2000.

*Simulación completa de la losa, las vigas de apoyo y los conectores. La losa (armada) se ha implementado mediante placas delgadas de 4 nodos y de diferentes capas (layered), con los nodos situados en la parte inferior, donde se produce el contacto con las vigas de apoyo. Las vigas de apoyo se implementan mediante barras por capas (layered) con los nodos en la línea de contacto con la losa. Se unen las vigas con la losa mediante elementos de cortante de 2 nodos coincidentes.*

[19] Shanmugam, N.E.; Kumar, G.; Thevendran, V. **“Finite element modelling of double skin composite slabs”**. *Finite Elements in Analysis and Design*, vol. 38: pág. 579-599. Singapore (SG). 2002.

*Simulaciones globales de las losas, incorporando resortes en serie y paralelo para incorporar la resistencia al cortante de los conectadores.*

[20] Shuster, R.M.; Ling, W.C. **“Mechanical interlocking capacity of composite slabs”**. *Fifth International Spec. Conf. on Cold Formed Steel Struct*, St. Louis (USA) 1980.

[21] Tenhovuori, A.I.; Leskelä, M.V. **“Longitudinal Shear Resistance of Composite Slabs”**. *Journal of Constructional Steel Research*, vol. 46: 1-3. Paper nº 319. Helsinki-Oulu (FI) 1998.

*Simulación de la losa completa mediante el método de la viga por capas.*

[22] Veljkovic, M.; Johansson, B. **“Partial Interaction in Composite Slabs (final report of BFR project)”**. Division of Steel Structures. Publication nº 2001:03. Luleå University of Technology. Luleå (SE) 2001.

[23] Widjaja, B.R.; Steerling, W.S. **“Developments in Long Span Composite Slabs”**. *Engineering Journal*, vol.37 nº2, pág. 73-82. Calgary(CA)-Blacksburg(USA) 2000.

[24] Wright, H.D. **“A Plate Model for Composite Slab Analysis”**. *Thin-Walled Structures*. 10 pág. 299-328. Cardiff (UK) 1990.

[25] Yankelevsky, D.Z. **“A Two-Phase One Dimensional Model for Steel-Concrete Interaction”**. *Computers and Structures* 65: nº6 781-794. Haifa (IL).

### 8.3. ARTÍCULOS PROPIOS DE LA TESIS

[26] Ferrer, M.; Marimon, F.; Roure, F. **“Losas Mixtas (I): Modelado Mediante Elementos Finitos del Fallo por Deslizamiento Longitudinal”**. *XV Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica. Cádiz (ES)* 2002.

[27] Ferrer, M.; Marimon, F.; Roure, F. **“Composite slabs (II): Finite Element Modelling of Longitudinal Shear Failure”**. *Trends in the Development of Machinery and Associated Technology TMT2003. Proc. 7th int. conf., Lloret de Mar (ES)* 2003.

[28] Ferrer, M.; Marimon, F.; Roure, F. **“Composite Slabs: Parametrical Analysis of The Longitudinal Slide Failure Mechanics Using Finite Element Models”**. *Advances in Structural Engineering and Mechanics ASEM'04. Proc. 3rd int. conf., Seoul (KR)* 2004.

[29] Ferrer, M.; Marimon, F.; Roure, F. **“Design Methodology of Profiled Steel Sheets for Composite Slabs by FEM”**. *European Action COST C12: Improving buildings' structural quality by new technologies; Proc. int. conf., Innsbruck (AT)* 2005.

[30] Ferrer, M.; Marimon, F.; Roure, F.; Crisinel, M. **“Optimised Steel Sheet Profile for Composite Slabs: a design optimisation procedure using 3D non-linear finite elements”**. *Eurosteel2005. 4<sup>th</sup> European Conference on Steel and Composite Structures, vol. B, sec4.5, Maastricht (NL)* 2005.

#### 8.4. LIBROS Y MANUALES

- [31] ANSYS, Inc. **“ANSYS Documentation”**
- [32] Cook, John P. **“Composite Construction Methods”**. John Wiley & Sons, Inc. 1977.
- [33] Fisher, J.M.; Bnettner, D.R. **“Handbook of Composite Construction Engineering: Applications of light-gauge steel in composite construction”**. 1979. Ed. Van Nostrand Reinhold. New York (USA).
- [34] Jiménez Montoya, P.; García Meseguer, A.; Morán Cabré, F. **“Hormigón Armado”**. Editorial Gustavo Gili. Barcelona (ES).
- [35] Martínez Calzón, J.; Ortiz Herrera, J. **“Construcción Mixta Hormigón-Acero”**. Editorial Rueda. Madrid (ES).

#### 8.5. OTROS

- [36] Daniels, B.J. **“Shear Bond Pull-Out Tests for Cold-Formed-Steel Composite Slabs”**. Rapport d’essais, ICOM-194. EPFL. Lausanne (CH) 1988.
- [37] Edder, P. **“Essais pull-out interlaboratoires”**, Rapport ICOM-464, EPFL. Lausanne (CH) 2003.
- [38] Edder, P.; Crisinel, M. **“Nouvelle approche pour le dimensionnement des dalles mixtes”**, Rapport ICOM-472, EPFL. Lausanne (CH) 2003.
- [39] Guex, F.; Edder, P. **“Procédure pour les Essais Pull-out”**. Rapport ICOM-453. EPFL. Lausanne (CH) 2002.
- [40] Guignard, P.; Schumacher, A.; Crisinel, M. **“Etude des Dalles Mixtes et Développement d’une Méthode de Calcul Basé sur la Relation Moment-Courbure”**. Rapport ICOM-381. EPFL. Lausanne (CH) 2003.
- [41] Lääne, A.; Edder, P. **“Pull-out Tests on Steel-Concrete Composite Slab Small-Scale Specimens”**. Rapport ICOM-451. EPFL. Lausanne (CH) 2002.
- [42] Patrick, M. **“The Slip Block Test-Experiences with Some Overseas Profiles (PartA)”**. BHP Melbourne Research Laboratories. (AU) 1990.
- [43] Patrick, M. **“Composite Beam Shear Connection Design and Detailing Practices for Australian Steel Decks”**. Report No. CCTR-CBSC-001-04. University of Sydney (AU) 2004.
- [44] Zoltán V. Nagy, István Szatmári, **“Composite Slab Design”**. Technical Univ. of Budapest (HU) 1998.
- [45] **“Longitudinal Shear Resistance of Composite Slabs: Evaluation of Existing Tests”**. European Convention for Constructional Steelwork (ECCS) – Technical Committee 7 – Working Group 7.6 Composite Slabs. N°106. 1998.
- [46] **“Eurocode-4: Design of composite steel and concrete structures: Part 1-1 General rules and rules for buildings”** (EN 1994-1-1:2004).
- [47] **“Steel-Concrete Composite Structures”**, chapter 2: **“Composite Flooring Deck Structures”**, Evans, H.R.; Wright, H.D. University College, Cardiff (UK) 1988.





