

## José Calavera

### Referente de la ingeniería, la investigación y su enseñanza



**Pepa Cassinello**

Directora de la Fundación Eduardo Torroja

#### Resumen

La ingeniería española tiene el legendario orgullo de haber contado siempre con insignes y polifacéticos ingenieros que han convertido su trayectoria profesional en una verdadera epopeya. José Calavera es uno de ellos, y uno de los que tengo el privilegio de conocer de manera muy cercana, disfrutando del enorme valor de su amistad y atesorando sus sabias enseñanzas, no solo profesionales sino también humanas.

#### Palabras clave

Ingeniería, investigar, innovar, estructura, enseñar

#### Abstract

*Spanish engineering takes great pride in its long line of renowned and versatile engineers that have made their professional paths a journey of truly epic proportions. José Calavera is one of these and one who I have had the privilege to know very closely, enjoying the great value of his friendship and treasuring his wise teachings, both professional and human.*

#### Keywords

*Engineering, research, innovation, structure, teaching*

El ingeniero José Calavera es un activo y destacado referente internacional de la ingeniería, cuya trayectoria profesional está ya colmada de reconocimientos, premios y distinciones, que desde hace muchos años no cesan de llamar a su puerta [1], como tampoco cesa su persistente, destacada y prolífera actividad profesional, siempre teñida del color de la generosidad para cuantos le rodean.

José Calavera Ruiz nació el 23 de octubre de 1931 en Melilla. En 1953 finalizó sus estudios de ingeniero de Obras Públicas en Madrid. En 1960 obtuvo el título de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos en la Universidad Politécnica de Madrid, en la que también obtuvo el título de Doctor (1967). Tal y como él siempre comenta, desde el inicio de sus estudios centró su interés en el campo específico de las estructuras. Un campo que ha desarrollado como proyectista, investigador, docente y autor de numerosos libros, que son referente obligado del conocimiento de las estructuras.

Desde el inicio de su actividad profesional se involucró con empresas e industrias del sector de la construcción participando en la búsqueda de la innovación. Desde 1956



**Fig. 1. José Calavera Ruiz**

hasta 1961 fue director técnico de Mills, S.A., empresa dedicada a andamiajes desmontables y construcciones metálicas soldadas; desde 1959 a 1967 fue director técnico de Tetracero, S.A., fabricante de armaduras para hormigón armado, y su labor en el prontuario marcó una época. De 1961 a 1963 fue director del Gabinete de Prefabricación de Altos Hornos de Vizcaya. En el año 1961 montó su oficina particular de proyectos, manteniéndola abierta hasta 1967, año en el que fundó INTEMAC. Entre sus proyectos y obras de ingeniería destacan: el Teleférico de Fuente Dé en Liébana (1963-1966), la cubierta de la fábrica de cervezas Mahou en Madrid (1964-1965), las cubiertas del Mercado de Ganados en Torrelavega (1968-73), y el Monumento al Indiano y a la Marina de Castilla en Peña Cabarga (1968). Cuatro obras en las que el joven ingeniero José Calavera dejó patente su ingenio innovador como proyectista y su defensa de la colaboración entre ingenieros y arquitectos.

El Teleférico de Fuente Dé en Liébana (1963-1966) fue un reto tecnológico, una admirable y respetuosa instalación en el territorio, y una de las primeras obras importantes en la que para el cálculo de los elementos estructurales de hormigón se utilizó la 'Instrucción h.a 61', que fue publicada por el Instituto de la Construcción en 1962, y en cuya redacción intervino Eduardo Torroja [2]. Se trata de un teleférico de sistema bicable sin apoyos intermedios. Sus estaciones, inferior y superior, salvan un desnivel de 1.419 m en un solo vano. Un reto en el que José Calavera apostó por la acertada solución de realizar la mínima incursión en el bello entorno natural. En este proyecto invitó a colaborar con él al arquitecto Ángel Hernández Morales, que diseñó las zonas de cafetería y estancias de espera del público [3]. Otra de las indudables aportaciones innovadoras de José Calavera como proyectista están referidas a las estructuras metálicas espaciales. Este es el caso de la lamentablemente desaparecida cubierta de la Fábrica de cervezas

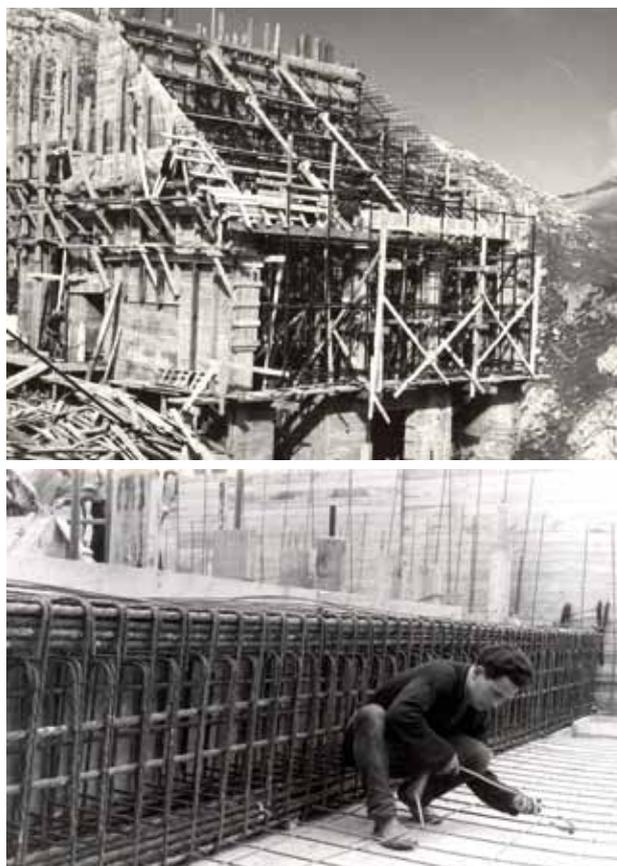
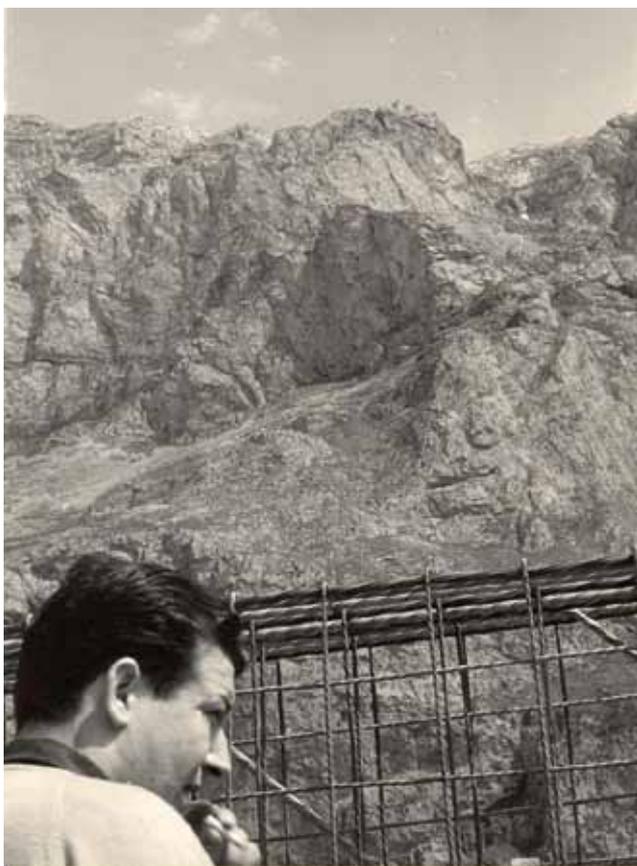


Fig. 2. José Calavera supervisando las obras del Teleférico de Fuente Dé, en Liébana (1963-1966)



Fig. 3. Teleférico de Fuente Dé, en Liébana (1963-1966)

Mahou en Madrid (1964-1965), que realizó en colaboración con el ingeniero Pablo Bueno. Se trataba de una cubierta espacial, casi horizontal, que cubría una nave rectangular de 57 x 46 m sin apoyos intermedios. Estaba formada por tubos de acero unidos mediante un ingenioso sistema basado en la utilización de esferas de acero de las que se soldaban los tubos. Es necesario recordar que en aquellos momentos todavía existía en España una gran carencia de patentes y el alto coste de importación de patentes internacionales hacía necesario agudizar el ingenio para poder realizar este tipo de grandes cubiertas metálicas. La revista Informes de la Construcción, crisol científico técnico de las innovaciones que progresivamente se iban alcanzando, publicó un artículo sobre esta cubierta en 1965 [4].

Unos años después, los ingenieros José Calavera y Enrique González Valle fueron los adjudicatarios del proyecto y dirección de obras de las Cubiertas del Mercado de Ga-

nados en Torrelavega (1968-73). Un innovador y ambicioso diseño de estructuras espaciales metálicas que obtuvo uno de los premios otorgados por Sercometal. Se trata de tres cubiertas metálicas diferentes que adoptan diseños óptimos en función del tamaño y características de la zona a cubrir: nave principal (250 m de longitud y 60 m de luz libre), nave secundaria (28 m de luz libre y 39 m de luz total con 115 m de longitud), y una marquesina de luz total de 27 m (19,50 m de vano y 7,50 m de voladizo) con longitud de 111 m. La cubierta de la nave principal es una bóveda espacial de directriz circular de relación flecha-luz 1/6, que salva una luz libre de 60 m. Esta forma geométrica fue elegida por la ventaja de poder ser construida con tubos de acero de la misma longitud, hecho que optimiza el coste y racionaliza el proceso de montaje [5]. La malla espacial rectangular, formada con estos tubos, se une mediante diagonales formando una estructura piramidal. Al igual que en el caso de la cubierta de la Fábrica de Cervezas Mahou, los nudos de estas mallas se ejecutaron con un

+ desarrollo sostenible

# Más que agua

Talento, conocimiento y compromiso.  
Aportamos respuestas adecuadas  
para una gestión más eficiente.  
Compartimos conocimiento  
y generamos innovación.  
Trabajamos por un futuro basado  
en el compromiso y la cooperación.

[www.aqualogy.net](http://www.aqualogy.net)



**AQVALOGY**

Where water lives

SOLUCIONES INTEGRADAS  
DEL AGUA PARA UN  
DESARROLLO SOSTENIBLE



Fig. 4. Cubierta de la fábrica de cervezas Mahou en Madrid (1964-1965)

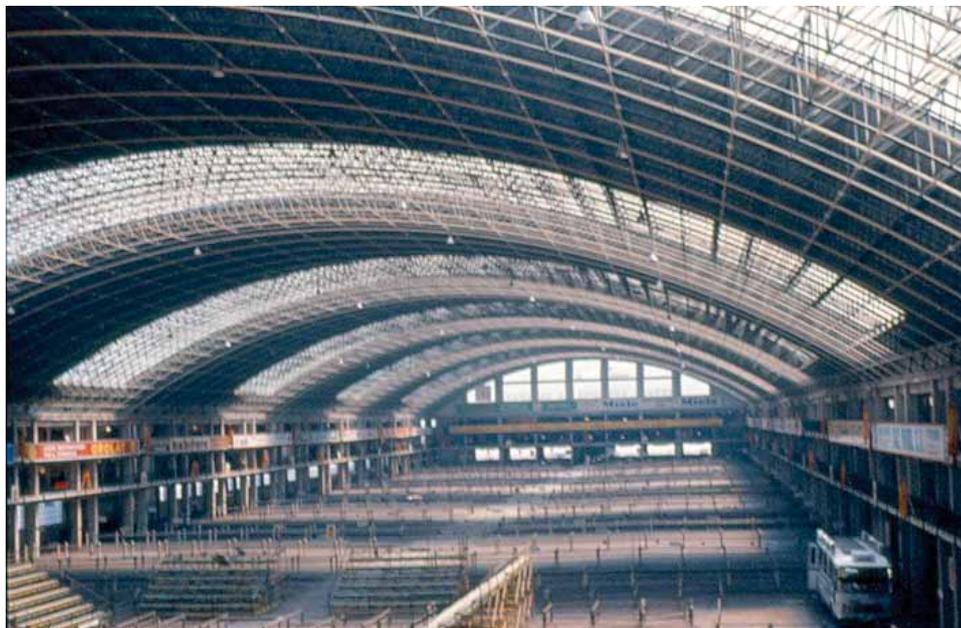


Fig. 5. Cubiertas del Mercado de Ganados, en Torrelavega (1968-73)

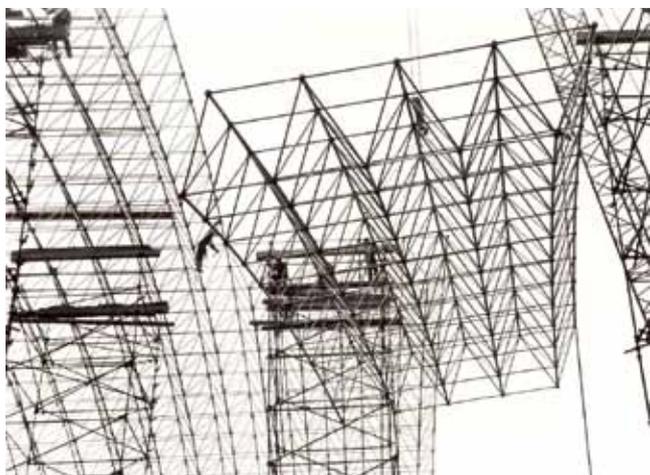


Fig. 6. Proceso de montaje de las cubiertas espaciales metálicas



Fig. 7. Montaje cubierta nave principal

ingenioso sistema basado en la utilización de esferas de acero de 13 cm de diámetro y 4 mm de espesor a las que se soldaban los tubos. El sistema de montaje y puesta en obra contribuyó también a optimizar y racionalizar todo el proceso de construcción, ya que la estructura se montaba en el suelo por partes y era posteriormente izada y colocada en su posición final [6]. El mismo sistema seguido por Eduardo Torroja en 1953 para la construcción de las láminas cilíndricas metálicas trianguladas que forman la cubierta de la nave de ensayos del hoy denominado Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja [7].

Este Mercado formó parte de los ocho mercados que el Ministerio de Agricultura decidió construir en España en diferentes provincias en el año 1968. A este grupo de mercados pertenece también el que realizó el ingeniero Ildelfonso Sánchez del Río Pisón. Otra innovadora cubierta muy diferente a la realizada por José Calavera y Enrique González Valle, ya que se trataba de una cubierta laminar de hormigón armado (paraguas de 40 m de diámetro) [8].

En 1968 José Calavera realizó otra de sus grandes obras, el Monumento al Indiano y a la Marina de Castilla en Peña Cabarga. El monumento está formado por una torre de 52,81 m de altura y diámetro exterior de 2,16 m y espesor de 23 cm, un mirador para contemplar el paisaje, y un restaurante circular situado en la base de la torre al que se accede desde una pasarela de 28 m de luz, que cuenta con un voladizo de 12 m. La estructura era de hormigón armado con acero de 500 N/mm<sup>2</sup> de límite elástico y el hormigón era de  $f_{ck} = 25$  MPa [9]. La pasarela peatonal, a modo de gran escultura inserta en el paisaje, está materializada en hormigón armado siguiendo un trazado continuo que integra visualmente las pilas con el tablero. Una gran viga ascendente y en voladizo de gran modernidad. Esta obra la realizó colaborando con el arquitecto Ángel Hernández.

En el año 1967, José Calavera intervino en la fundación de INTEMAC (Instituto Técnico de Materiales y Construcciones) y ocupó su presidencia. Desde aquel momento su actividad profesional empezó a volcarse en la investigación y apoyo al sector de la construcción. Al poco tiempo abandonó su actividad de proyectista, desde el entendimiento de la incompatibilidad deontológica existente entre ambas actividades. Hoy, 47 años después, continúa en INTEMAC como su presidente de honor. La relevancia de las investigaciones realizadas en todos estos años han desencadenado un continuo reconocimien-



**Fig. 8. Monumento al Indiano y a la Marina de Castilla, en Peña Cabarga 1968**



to internacional de sus aportaciones en el campo de las estructuras: su diseño, dimensionado, optimización de materiales, envejecimiento, durabilidad... Ha intervenido y continúa interviniendo en comisiones internacionales y grupos de trabajo de asociaciones muy diversas: FIP, CEB, FIB, ACHE, IABSE,... [10]. Por otra parte, es sobradamente conocida la múltiple actividad desarrollada por INTEMAC, en la que no solo se realizan punteras investigaciones teóricas y experimentales en su laboratorio central, sino que además se presta asesoramiento técnico a empresas

y profesionales del sector de la construcción, y se imparten cursos especializados donde la innovación preside el estado del conocimiento.

Con una clara vocación docente, José Calavera fue nombrado Catedrático de la asignatura Estructuras de Edificación en el Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid (1982). Son muchas las generaciones de ingenieros que se han formado con él, teniendo el privilegio de contar

con un “maestro”, ya no conocedor de la innovación, sino protagonista activo de su evolución. Su capacidad de trabajo y sensibilidad docente le han permitido además dirigir un gran número de tesis doctorales (28 tesis) de muy diferentes temas relacionados con el campo de las estructuras, no solo a ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, sino también a arquitectos, entre los cuales tengo la suerte de estar incluida.

Una de las actividades más asombrosas de José Calavera es que, pese su desbordante y continuo trabajo profesional, del que aquí sólo se recoge una diminuta muestra, siempre ha encontrado tiempo para escribir largos e importantes libros. Es autor de 16 libros en español, dos en inglés y uno en italiano, de tres monografías y de 186 artículos y notas técnicas sobre temas de cálculo de estructuras, hormigón armado y pretensado, seguridad estructural, prefabricación, control de calidad y patología de estructuras. Incluso ha tenido tiempo para publicar otro libro, esta vez, sobre diversas anécdotas de su vida profesional, en la que se ha relacionado con otros importantes protagonistas internacionales de la ingeniería y la arquitectura. Sus libros son un legado documental de extremado rigor técnico al que muchas generaciones de estudiantes, profesionales de la arquitectura y la ingeniería, así como docentes, estamos tremendamente agradecidos, ya que ha facilitado nuestro aprendizaje y el camino para enseñar a nuevas generaciones de estudiantes. José Calavera ha creado ‘escuela’. Una escuela basada en los mismos principios que Ortega y Gasset [11] señaló como fundamentales para la universidad, en la que no solo se debe transmitir a las nuevas generaciones el conocimiento alcanzado y la historia de su conquista, sino también provocar en ellas la inquietud por seguir avanzando tras nuevas conquistas.

Como si se tratara del velo de Penélope, he tejido y destejido este artículo tratando de ser breve, concisa y clara, pero de no dejarme nada. Ahora que ya tengo que darlo por terminado, sé que mi tarea era imposible, porque imposible es hablar de todo lo que José Calavera ha hecho y hace. Me he dejado muchas, muchas cosas. Espero, sin embargo, haber sido capaz de transmitir lo que José Calavera significa en la historia viva de la ingeniería, su investigación y su enseñanza. Una trayectoria profesional y humana digna de una epopeya de la que este modesto artículo no es ni tan siquiera una rapsodia.

## Agradecimiento

A Enrique González Valle, expresidente de INTEMAC, otro de mis amigos ‘maestros’ ingenieros por haberme facilitado datos para la realización de este artículo. **ROP**

## Referencias

- [1] Distinciones y Premios de José Calavera Ruiz:
- 1964 Miembro de Honor” de la Asociación Técnica Española del Pretensado (A.T.E.P.)
  - 1975 Premio de la Convención Europea de la Construcción Metálica SERCOMETAL
  - 1976 Miembro Distinguido” de la Asociación Española para el Control de la Calidad (A.E.C.C.)
  - 1978 Medalla de la Asociación Técnica Española del Pretensado” (A.T.E.P.)
  - 1980 Profesor Honorario” de la Escuela de Construcción Civil de la Pontificia Universidad Católica de Santiago de Chile.
  - 1980 Miembro de Honor de la Facultad de Ingeniería. Pontificia Universidad Católica de Santiago de Chile
  - 1982 Elegido Fellow del American Concrete Institute (A.C.I.)
  - 1987 Medalla de Honor” del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
  - 1990 Medalla “Eduardo Torroja”
  - 1991 Medalla de la Asociación Española de la Carretera
  - 1992 Doctor Honoris Causa de la Universidad Politécnica de Valencia
  - 1993 Medalla Institucional de la Universidad “Lisandro Alvarado” de Venezuela
  - 1994 Miembro del Patronato de la Fundación García Cabrerizo
  - 1999 Medalla de la Fédération Internationale du Béton (F.I.B.)
  - 1999 Medalla de Honor al Fomento de la Invencción de la Fundación García-Cabrerizo
  - 2000 Premio del Grupo Español de IABSE
  - 2000 Premio “Grandes Figuras de la Ingeniería” de la Asociación Italiana de la Prefabricación (CTE)
  - 2001 Premio ANIFER
  - 2001 Miembro de Honor de la Asociación de Consultores de Estructuras (ACE).
  - 2003 Académico de Honor de la Academia de Ciencias e Ingenierías de Lanzarote

- 2004 Miembro de Honor de la Asociación Argentina de Ingeniería Estructural
- 2004 Premio "Camino de Santiago" de la Ingeniería Civil
- 2006 Elegido "Fellow" de IABSE (International Association for Bridge and Structural Engineering)
- 2006 Miembro del Patronato de la Fundación Juanelo Turriano
- 2008 Colegiado de Honor del Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas
- 2009 Premio "Mejor Perfil Profesional en Patología de la Construcción" de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad y Patología de la Construcción (ALCONPAT). Valparaíso (Chile).
- 2009 Elegido "Fellow" de ASCE (American Society of Civil Engineers).
- 2011 Miembro de Honor de la Asociación de Consultores Independientes de Estructuras de Edificación (ACIES).

[2] La norma h.a 61 fue una de las últimas normas en las que intervino Eduardo Torroja, que murió el 15 de junio de 1961. Fue la primera norma española que adoptó el diagrama rectangular, los coeficientes de mayoración de las acciones y de minoración de las resistencias del hormigón y del acero.

[3] Calavera, José. "El Teleférico de Fuente Dé desde el cielo". CAUCE 2000, Marzo- Abril 1988. Revista de Colegio de Ingenieros de Caminos.

[4] Bueno, Pablo y Calavera, José: "Cubierta metálica espacial en Madrid". Informes de la Construcción, nº 175 (1965)

[5] Calavera, J., González Valle, E., & Cabrillo, F. (1979). "Mercado nacional de ganados en Torrelavega (España)". Informes de la Construcción, nº 308.

[6] Calavera, J., González Valle, E., & Cabrillo, F. (1975). "The space roofs of the national livestock market of Torrelavega (Spain)". 2nd International Conference on Space Structure, pp. 420-424. Londres.

[7] Torroja, Eduardo: Las estructuras de Eduardo Torroja. Prieria edición F.W. Dodge Corporation, New York 1958

[8] Cassinello, Pepa: Ildelfonso Sánchez del Río Pisón/ El ingenio de un legado. Edición Fundación Juanelo Turriano.

2011. Autores: Urbano Arregui, José Calavera, Pepa Cassinello, Enrique González Valle, Javier Manterola, Bernardo

Revuelta, Fernando Sáenz Ridruejo, Francisco Javier Sánchez del Río, José Antonio Torroja. Catálogo de la exposición del mismo nombre, inaugurada en la sede del Colegio.

[9] Calavera, José: "Monumento al Indiano y a la Marina de Castilla en Peña Cabarga". Cuadernos Técnicos GTED-UC Nº1. 2012.

[10] José Calavera es actualmente:

- Catedrático Emérito de Edificación y Prefabricación de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos de Madrid (UPM).
- Presidente de Honor de INTEMAC.
- Miembro de la "Commission on Prefabrication" de la Fédération Internationale du Béton (FIB).
- Miembro del TG 2.2 "Design by Testing" de la Commission 2 "Safety and Performance Concepts" de la Fédération Internationale du Béton (FIB).
- Miembro del TG 9.7 "Reinforcing Steel and Systems" de la Fédération Internationale du Béton (FIB).

Y a lo largo de su trayectoria profesional ha sido:

- Presidente de la Commission VII "Reinforcement: Technology and Quality Control" (Comité Euro-international du Béton, CEB).
- Presidente del Joint-Committee on Tolerances (CEB-FIB).
- Presidente del Task Group "Precast beam-block floor systems" de la FIB (Fédération Internationale du Béton).
- Asesor para Europa del "International Council on Tall Buildings".
- Miembro del Administrative Council del CEB.
- Miembro del Equipo de Redacción del MODEL CODE CEB-FIP 1990.
- Presidente del Comité de Redacción del EUROCODIGO "Design of Concrete Foundations".
- Presidente del Grupo de Trabajo "Precast Prestressed Bridges" de la Fédération Internationale du Béton (FIB).
- Presidente Grupo de Trabajo "Treatment of Imperfections in precast concrete" de la Federación Internationale du Béton (FIB).
- Miembro de la Comisión Permanente Interministerial del Hormigón.
- Presidente de ACHE (Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural).

[11] Ortega y Gasset J. (1930) "Misión de la Universidad y otros ensayos sobre educación y pedagogía". Revista de Occidente.