



INFLUENCIA DEL EMPLEO DE ELEMENTOS DE CONTROL DE CARGA EN LOS PUNTALES EN LA
CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS DE FORJADOS CONSECUTIVOS DE HORMIGÓN IN SITU
APLICACIÓN AL EDIFICIO DE LA FACULTAD DE BELLAS ARTES DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

Proyecto Fin de Carrera – Tipo II

Titulación: Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos / Especialidad: Construcciones Civiles y Edificación

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

A pesar del amplio número de investigaciones relacionadas con el cimbrado de forjados sucesivos, el clareado ha recibido muy poca atención por parte de la comunidad científica. El clareado consiste en la retirada del encofrado y de más del 50 % de los puntales que soportan el forjado pocos días después de su hormigonado. De esta forma se reduce notablemente el material necesario para el encofrado y cimbrado, mejorando notablemente la economía y racionalizando el proceso constructivo.

Además, otro aspecto que caracteriza a la etapa de construcción de edificios en la fase de diseño del sistema de apuntalamiento, es el poco aprovechamiento que se realiza de la resistencia de los puntales de una planta.

A través de este estudio se plantea el conseguir mayor eficiencia estructural, aprovechando la capacidad resistente sobrante de los puntales y consiguiendo una redistribución de cargas a través del forjado aplicándolo a la técnica del clareado (técnica para la que se tienen mayores cargas máximas en los puntales). Para ello, en la parte superior de los puntales, se debería colocar algún tipo de elemento con el que se consiga realizar un control de la carga que reciben los puntales para conseguir dicha redistribución de cargas a través del forjado desde los puntales más cargados hacia los pilares.

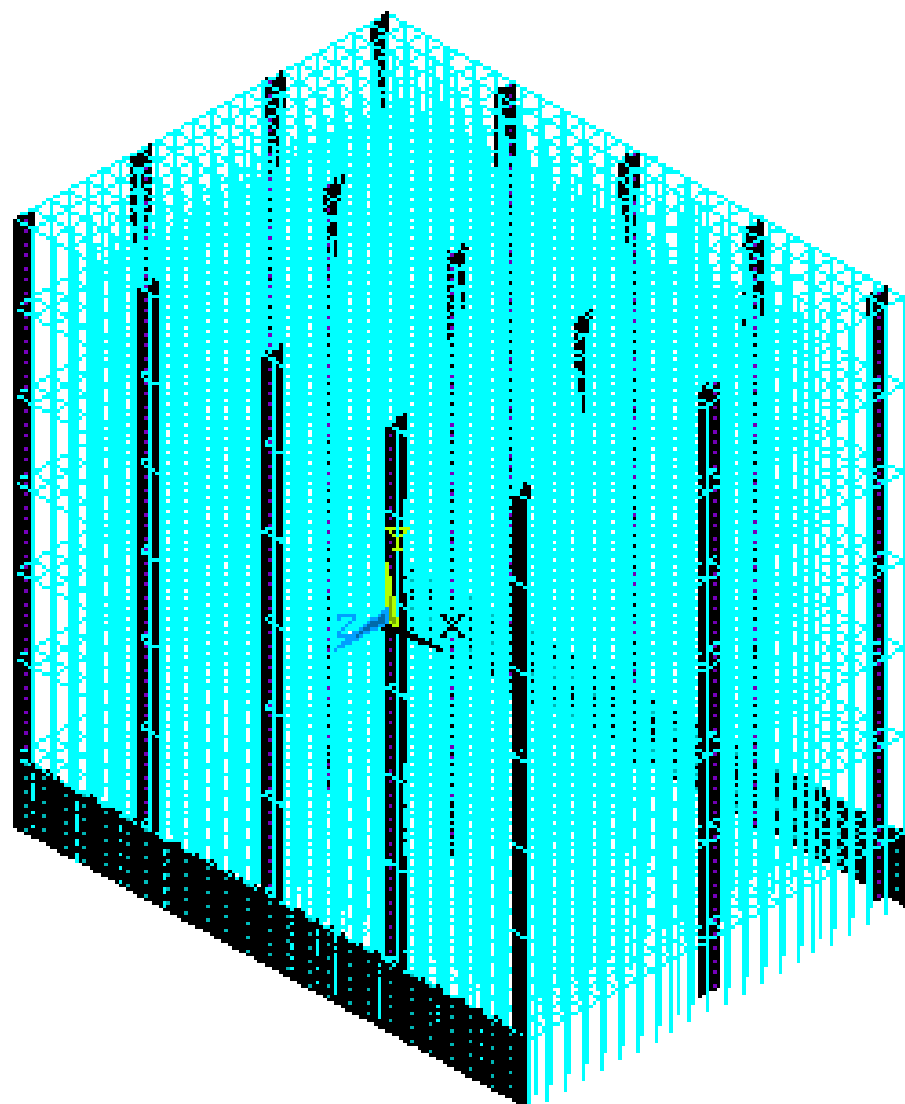
El estudio persigue la consecución de 3 objetivos principales:

1. Aumentar la seguridad en las construcciones de edificios en altura.
2. Optimizar los costes de ejecución de los forjados.
3. Aumentar la eficiencia estructural de los elementos empleados en la construcción de edificios.

4. MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS. EDIFICIO BBAA

En segundo lugar, se procedió a aplicar la técnica a un edificio real con el objetivo de mejorar su fase constructiva. En este caso, la tipología de forjado es reticular de casetón recuperable.

El modelo de elementos finitos se construyó de forma similar al del edificio experimental con la salvedad que en el de Bellas Artes aparecen muros de sótano en el primer nivel de forjado. Además, el edificio es simétrico en planta por lo que se decidió modelar una parte solamente.

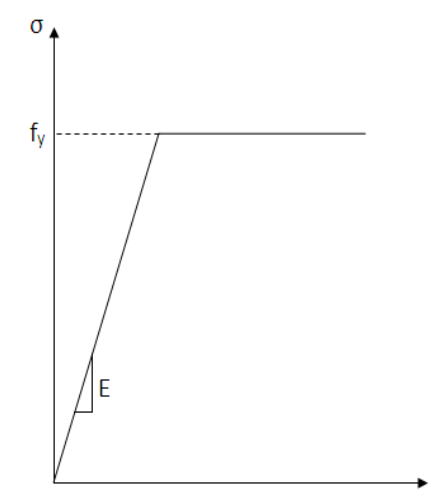


2. MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS. EDIFICIO EXPERIMENTAL

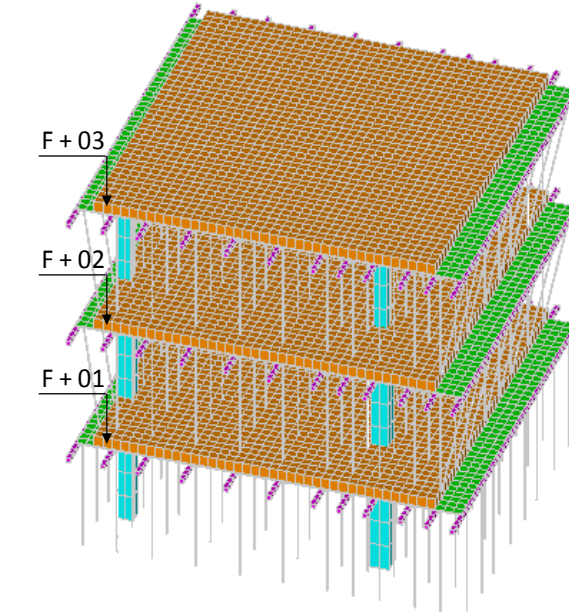
Para evaluar la influencia del empleo de elementos de control de carga en los puntales se ha decidido, en primer lugar, realizar un análisis por el método de los elementos finitos de un edificio construido exclusivamente con fines experimentales mediante el programa comercial ANSYS 2011. De esta forma se consigue que la obra se adapte a las exigencias de un estudio y no al contrario, permitiendo aumentar el número y calidad de variables controladas.

Se ha decidido realizar un análisis paramétrico de los factores que a priori son representativos puesto que es una técnica constructiva nueva y original. Así se ha variado el canto de los forjados, el intervalo de tiempo entre pasos de carga y el nivel de plastificación de los elementos de control de carga. Las distintas combinaciones resultantes han generado los 60 modelos analizados.

El elemento de control de carga en puntales deberá ser de un material (acero, elastómero, etc.) que permita un comportamiento teórico elasto-plástico perfecto y un control del nivel de plastificación f_y .

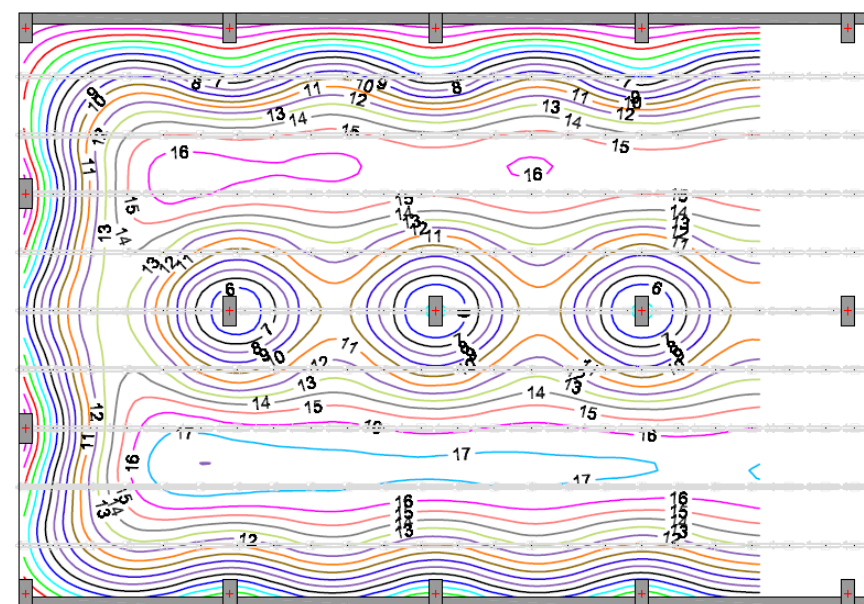


El modelo en tres dimensiones de elementos finitos del edificio tiene en cuenta todos los elementos constructivos: pilares, puntales, sopandas, tableros de encofrado y forjados.

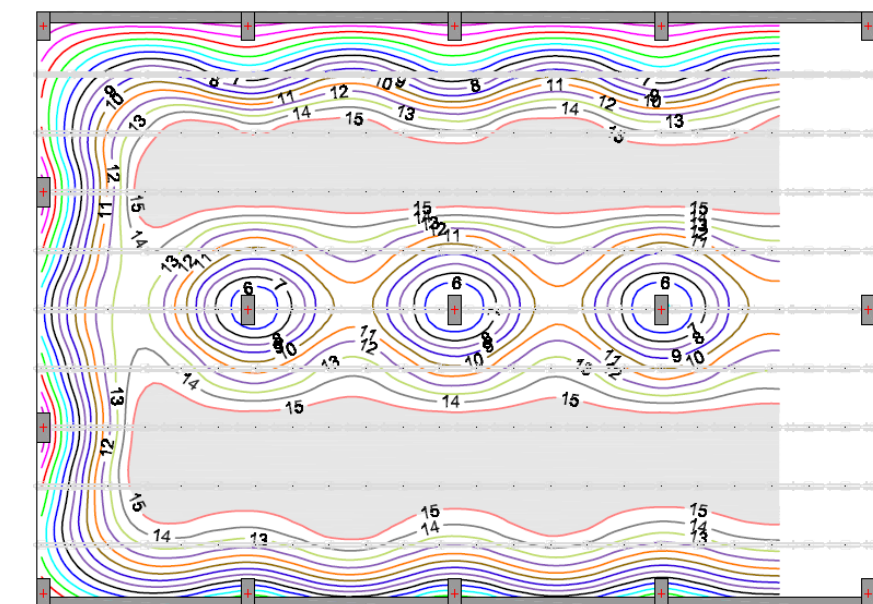


5. REDISTRIBUCIÓN DE CARGAS. EDIFICIO BBAA

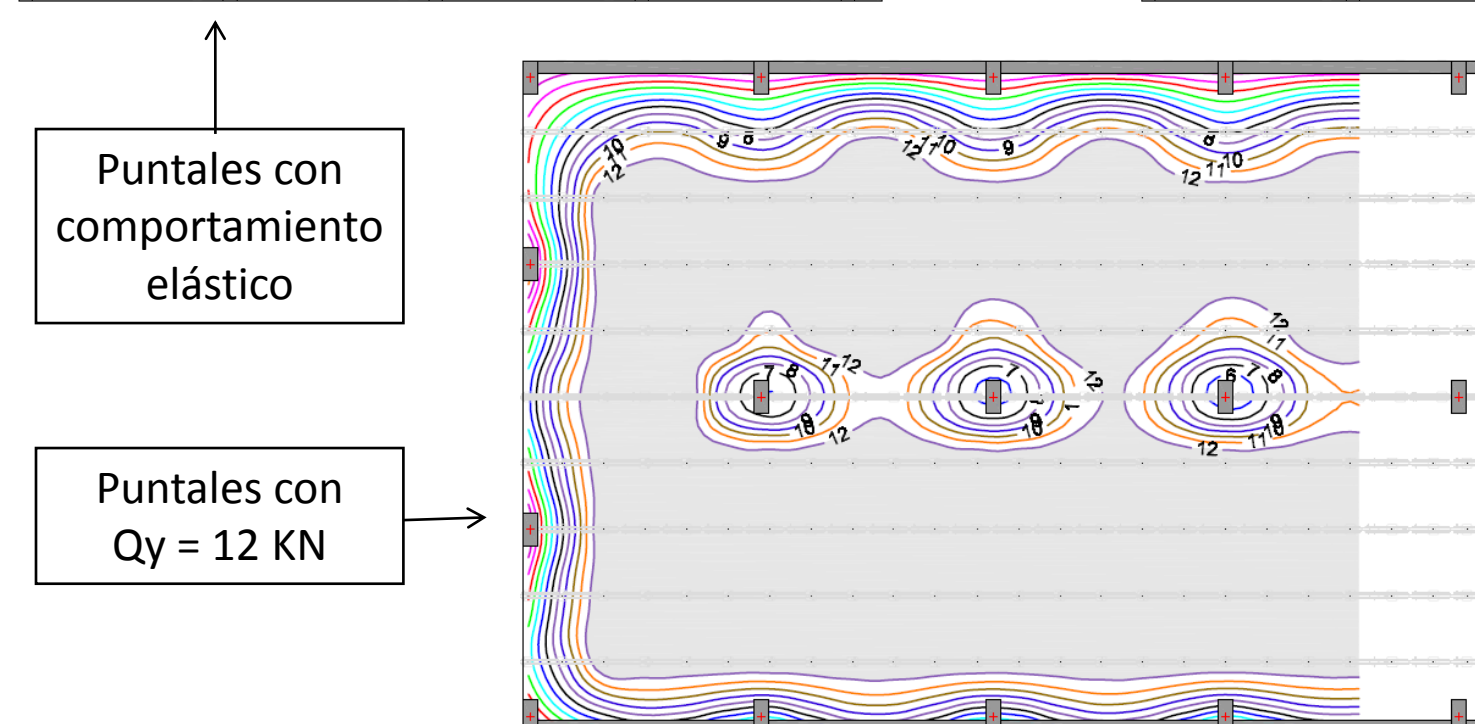
Aquí también se han obtenido gráficos de isolíneas de carga en puntales para el paso de carga más crítico en donde se observa la redistribución de cargas a través del forjado hacia los pilares siendo de mayor magnitud para f_y menores.



Puntales con comportamiento elástico



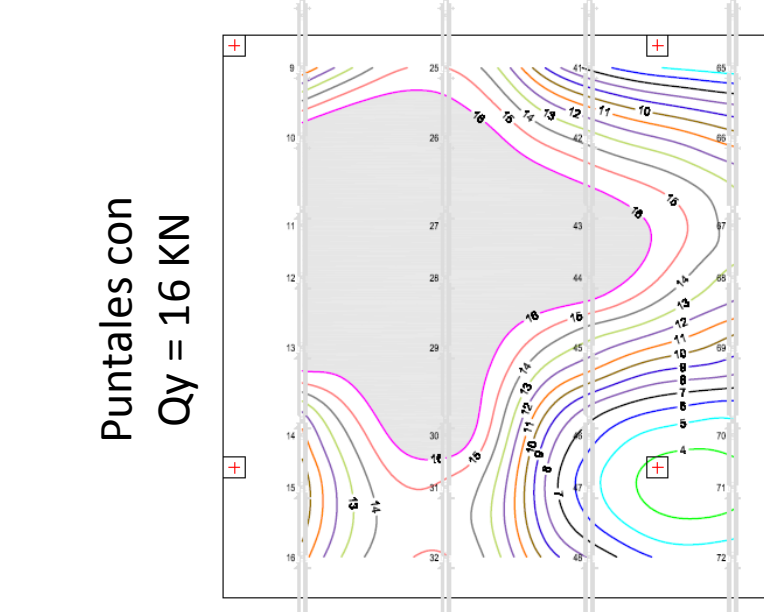
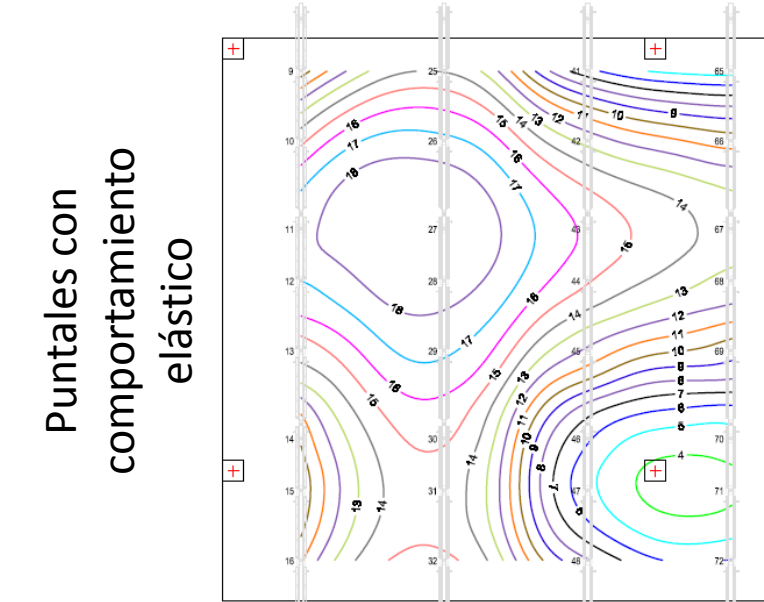
Puntales con $Q_y = 15 \text{ kN}$



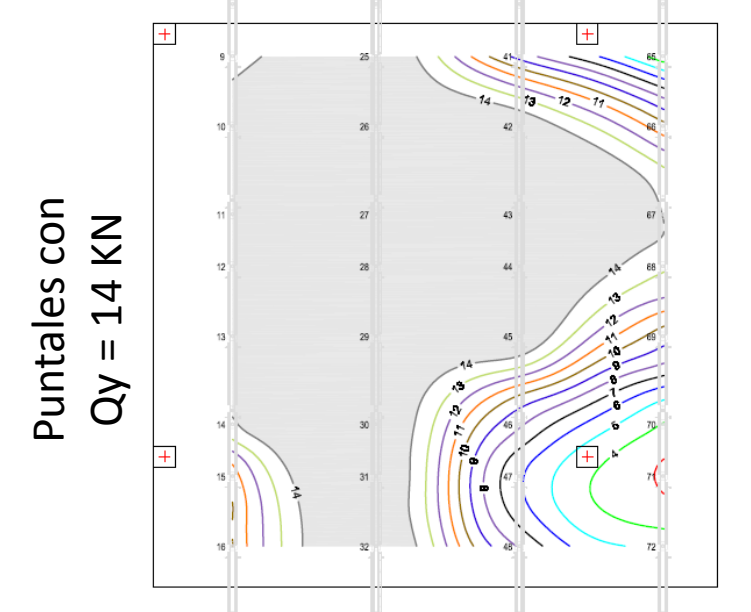
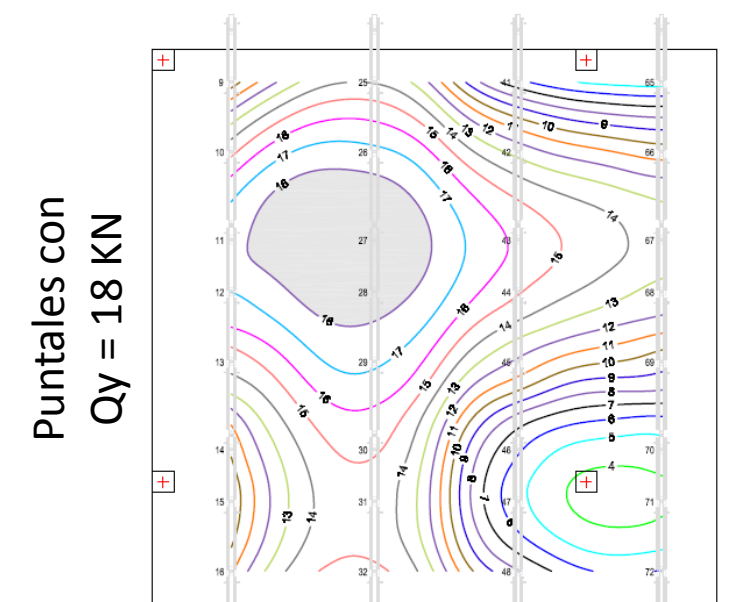
Puntales con $Q_y = 12 \text{ kN}$

3. REDISTRIBUCIÓN DE CARGAS. EDIFICIO EXPERIMENTAL

Una vez procesados los modelos de elementos finitos, se han obtenido gráficos de isolíneas de carga en puntales para el paso de carga más crítico en donde se observa la redistribución de cargas a través del forjado hacia los pilares siendo de mayor magnitud para f_y menores.



Puntales con $Q_y = 16 \text{ kN}$



Puntales con $Q_y = 14 \text{ kN}$

6. CONCLUSIONES Y JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

Debido a la influencia del elemento de control de carga en puntales se gana en **Eficiencia Estructural** puesto que permite la redistribución de cargas máximas en puntales y ello conlleva a un aprovechamiento mayor de la resistencia de todos ellos (Véanse los gráficos de isolíneas de carga).

Debido a la influencia del elemento de control de carga en puntales se gana en **Seguridad** puesto que se consigue la redistribución de cargas máximas en puntales y, bajo condiciones controladas, sin producir fisuración en el forjado. Además, se gana en seguridad frente a acciones imprevistas y/o accidentales como por ejemplo: fallo de un puntal, sobrecargas inesperadas, acciones humanas, etc.

Debido a la influencia del elemento de control de carga en puntales se gana en **Economía** puesto que permite optimizar los costes de ejecución de los forjados al poder emplear sistemas de apuntalamiento que resistan cargas inferiores. Se puede llegar a reducir el coste total de los puntales entre un 30 y un 40 %.

La siguiente Tabla muestra el coste total y el ahorro comparativo por metro cuadrado de edificio para los diferentes modelos planteados.

	Coste puntales (€/m ²)	Coste elementos (€/m ²)	Coste total (€/m ²)	Ahorro (€/m ²)	Ahorro (%)
Modelo Elástico	8,58	0,00	8,58		
Modelo $Q_y=15 \text{ kN}$	5,00	0,355	5,36	3,22	37,49%
Modelo $Q_y=12 \text{ kN}$	4,00	0,355*6	6,13	2,44	28,47%

Valencia, Mayo de 2.012

Alumno: Manuel Buitrago Moreno
Tutor: José Miguel Adam Martínez
Cotutor: Yezid Alexander Alvarado Vargas