

## Treball final de grau

**Estudi: Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials**

**Títol: DISSENY, FABRICACIÓ I ASSAIG D'UNA BIGA D'EIX CURVILINI PER A L'ESTUDI DE DEFORMACIONS AMB CORRELACIÓ D'IMATGES DIGITALS**

**Document:** Resum

**Alumne:** Eric Castilla Magro

**Tutor:** Cristina Barris Peña

**Departament:** Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

**Àrea:** Enginyeria de la construcció

**Convocatòria (mes/any):** Setembre 2021



## RESUM

La tècnica de correlació d'imatges digitals, *Digital Image Correlation* en anglès, i d'ara endavant DIC, és un mètode que permet mesurar desplaçaments i deformacions a partir de la correlació d'imatges, tal com indica el seu nom.

En aquest treball es requereix dissenyar, fabricar i analitzar una biga d'eix curvilini, en forma de "U", que pugui aguantar els esforços generats en una estructura de suport existent. El disseny ha de permetre simular el comportament del material mitjançant eines computacionals, així com el seu assaig a través de tècniques extensomètriques clàssiques i avançades.

L'objectiu del treball és, en primer lloc, dissenyar tres models de peça de diferents dimensions mitjançant mètodes analítics i numèrics (elements finits) i analitzar el seu estat de tensions i deformacions quan se sotmeten a diferents càrregues verticals, tenint en compte que sempre es treballarà per sota del límit elàstic del material de la peça i de l'estructura de suport. Les deformacions s'avaluaran en els punts extrems de la secció central de la peça a través de galgues extensomètriques i de la tècnica DIC. Per últim, es compararan els resultats experimentals i numèrics amb els resultats analítics.

En la Figura 1 es mostra el muntatge experimental del laboratori.

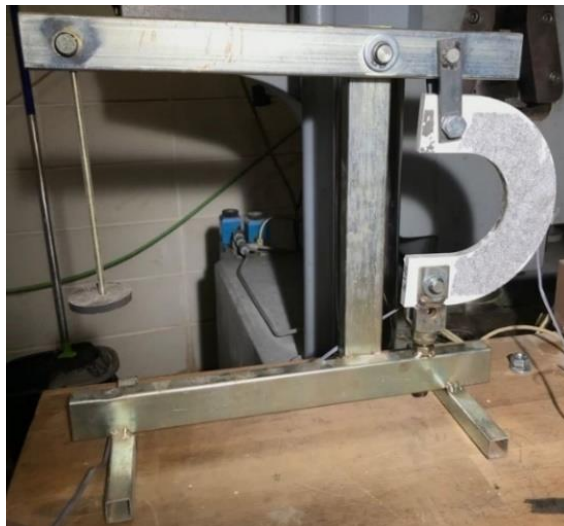


Figura 1 – Muntatge experimental

Les dimensions de cada model de peça es troben definides en la Taula 1.

Model	a [mm]	b [mm]	c [mm]	x [mm]
1	50	10	50	20
2	30	10	60	20
3	50	6	50	20

Taula 1 – Dimensions dels diferents models de peça

On  $a$  és l'amplada,  $b$  és el gruix,  $c$  és el radi intern i  $x$  és la distància des del centre del passador fins al centre de curvatura de la peça.

En la Figura 2 es mostra la geometria de la peça d'estudi i les seves dimensions, les quals depenen del tipus de model.

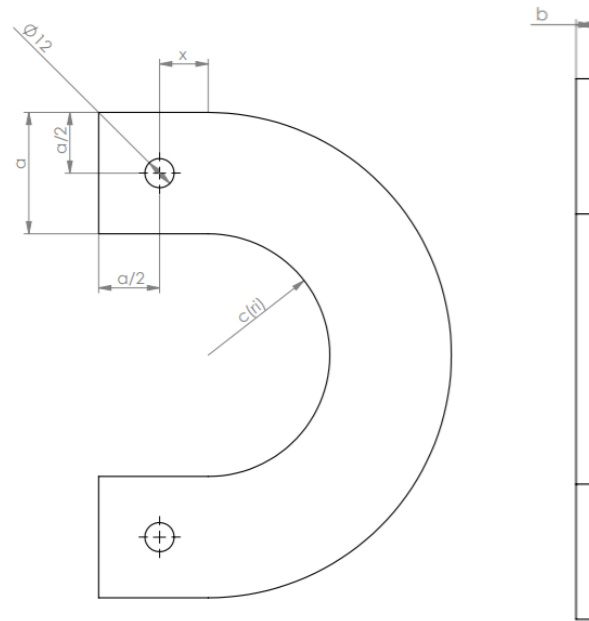


Figura 2 - Geometria i dimensions de la peça d'estudi en mm

El disseny de les peces mitjançant un programa d'elements finits, en aquest cas l'ANSYS, ha permès validar les expressions analítiques que determinen les deformacions verticals originades en els punts extrems de la secció central.

En la Figura 3 i la Figura 4 es pot observar que els resultats obtinguts amb el programa informàtic s'ajusten correctament als resultats analítics. L'eix d'abscisses positiu representa les deformacions generades en l'extrem que treballa a tracció mentre que la part negativa de l'eix recull les deformacions en l'extrem de compressió.

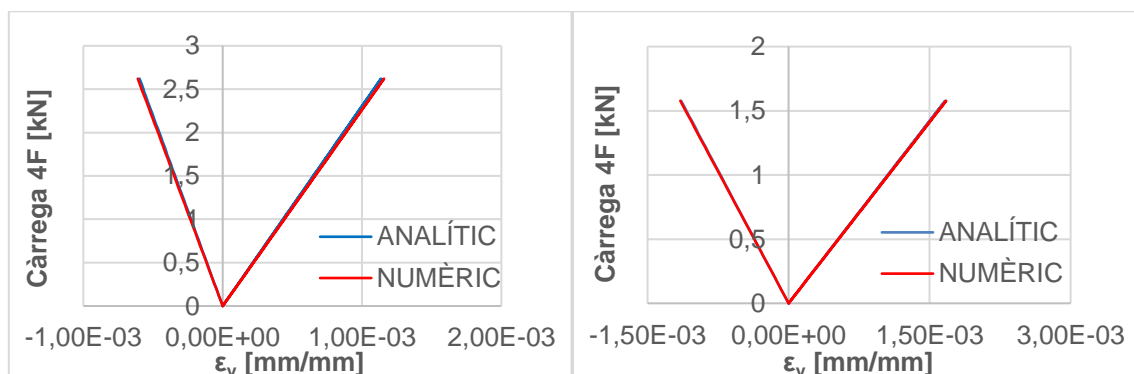


Figura 3 - Comparació entre deformacions analítiques i numèriques per al model 1 (esquerra) i per al model 2 (dreta)

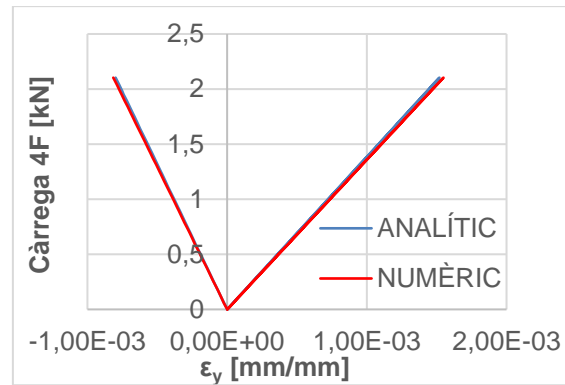


Figura 4 - Comparació entre deformacions analítiques i numèriques per al model 3

La campanya experimental del treball ha pretès comparar la precisió que poden oferir mètodes de càlcul avançats, en aquest cas la tècnica DIC, davant mètodes clàssics com poden ser les galgues. En primer lloc, s'han avaluat les deformacions verticals adherint galgues extensomètriques en els extrems de la secció central. El centre de les galgues s'ha situat a una distància de 4 mm respecte de cada extrem a causa de la dificultat experimental que comporta col·locar-les just en el punt extrem de la secció. En la Figura 5 i la Figura 6 apareixen els resultats obtinguts.

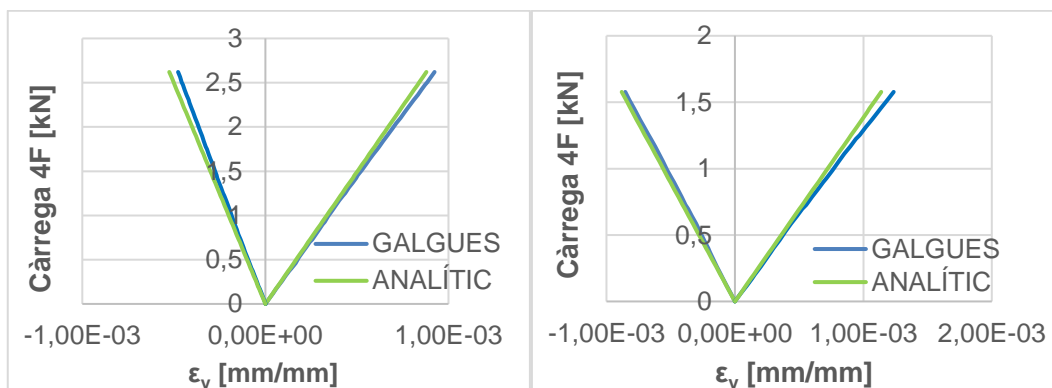


Figura 5 - Comparació entre deformacions extensomètriques i analítiques per al model 1 (esquerra) i per al model 2 (dreta)

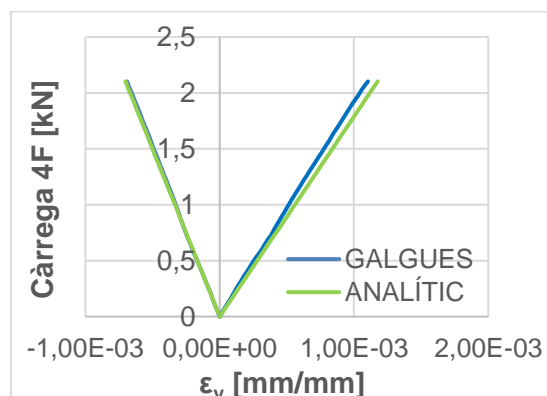


Figura 6 - Comparació entre deformacions extensomètriques i analítiques per al model 3

En les figures anteriors es pot observar que les deformacions obtingudes mitjançant les galgues extensomètriques segueixen una tendència lineal i s'ajusten significativament a les deformacions analítiques. Tot i això, per als tres models existeix una petita desviació entre els valors experimentals i analítics. Aquesta diferència pot ser deguda a una desalineació entre els forats de les mordaces per on s'introdueixen els passadors i els forats de la peça, de tal manera que la peça pateix una rotació a l'hora de ser fixada i la càrrega aplicada no es transmet exactament com s'ha calculat. També ha pogut afectar la precisió requerida per a adherir manualment les galgues en els punts desitjats, deixant un marge de 4 mm respecte de cada extrem de la secció.

Finalment, mitjançant la tècnica DIC 2D i 3D, s'ha obtingut el camp de deformacions verticals i s'ha comparat amb els valors analítics per tal de determinar la precisió que ofereix aquest mètode. En la Figura 7, Figura 8 i Figura 9 es mostren els resultats obtinguts per al model de peça 1, 2 i 3 respectivament.

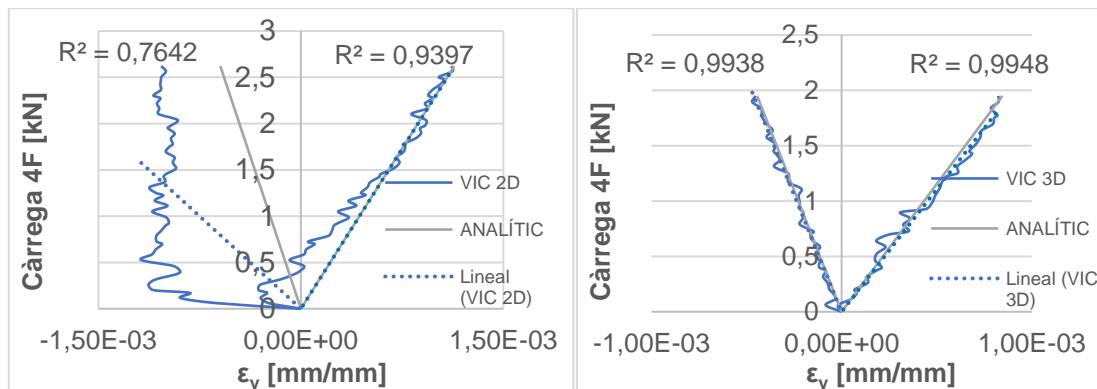


Figura 7 - Comparació entre deformacions verticals obtingudes amb el VIC 2D (esquerra) i VIC 3D (dreta) per al model 1

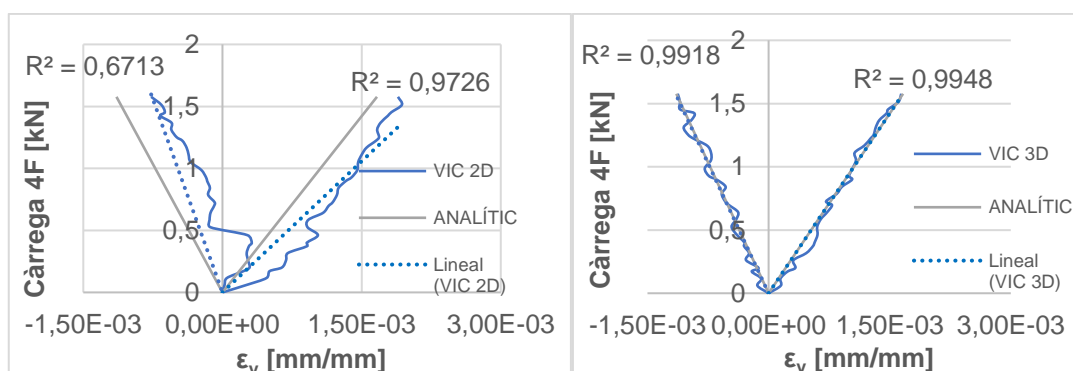


Figura 8 - Comparació entre deformacions verticals obtingudes amb el VIC 2D (esquerra) i VIC 3D (dreta) per al model 2

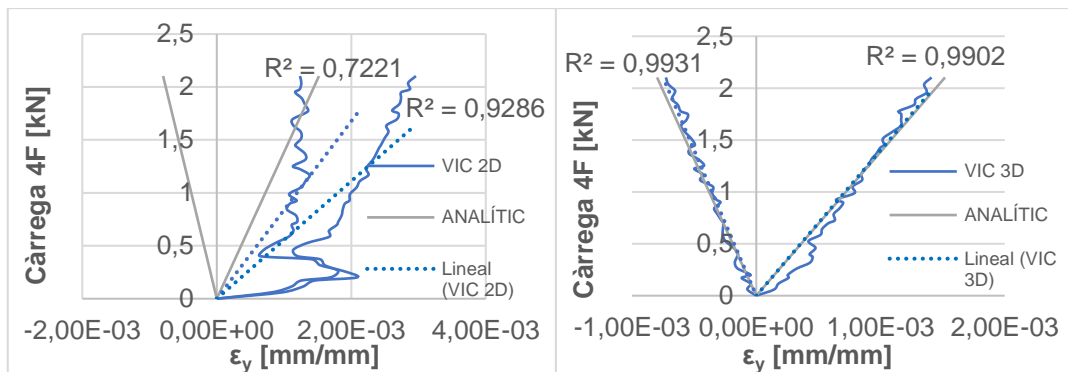


Figura 9 - Comparació entre deformacions verticals obtingudes amb el VIC 2D (esquerra) i VIC 3D (dreta) per al model 3

Tal com es pot observar, les corbes de càrrega-deformació s'ajusten de manera més correcta en el cas 3D, ja que la metodologia 2D només permet registrar moviments continguts dins del pla d'estudi i, per tant, no considera els possibles moviments que es puguin originar fora d'aquest.

En conseqüència, es pot concloure que el camp de deformacions que s'ha obtingut amb el mètode 3D s'aproxima millor als resultats analítics. En canvi, amb el mètode 2D, a l'hora de calcular les deformacions, les corbes obtingudes no s'han ajustat correctament als resultats analítics perquè s'hi han produït moviments fora del pla a causa d'imperficcions del muntatge i de la seva inestabilitat. També ha incidit negativament el vinclament de les peces i els moviments del sòlid rígid que s'han generat durant els assaigs.