

5.7 RISULTATI NUMERICI E DISCUSSIONI

I risultati delle analisi sulle travi armate e rinforzate con fibre, sono riportati di seguito in termini di curve carico-spostamento. Il primo grafico è relativo alla classe C20 e senza fibre aggiunte.

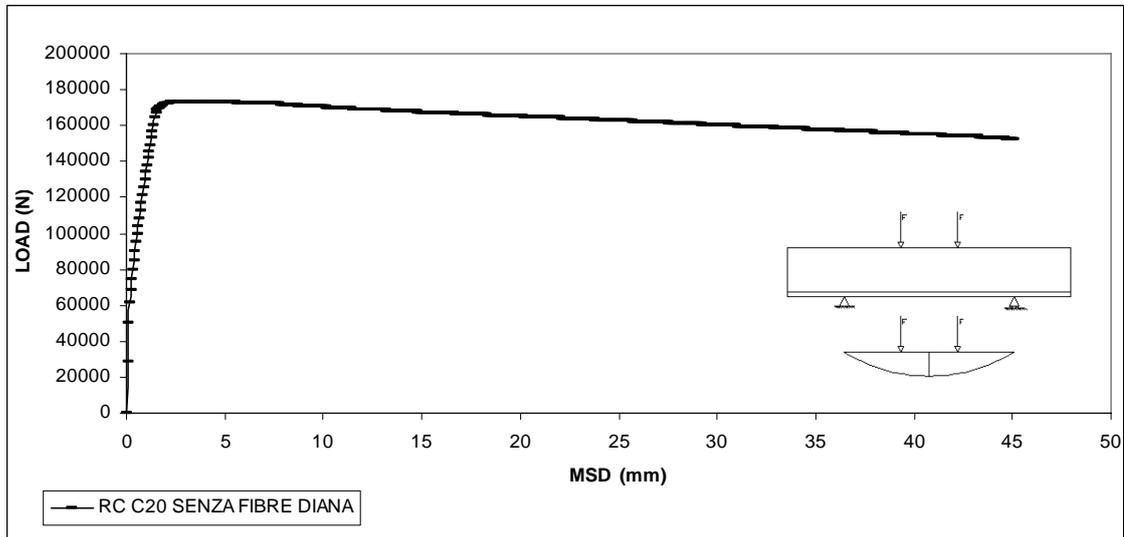


Fig. 5.7.1- Curva carico-spostamento in mezzeria (mid span displacement : MSD) ottenuta dalla modellazione del test a flessione su quattro punti di carico per la trave armata, senza fibre, appartenente alla classe C20.

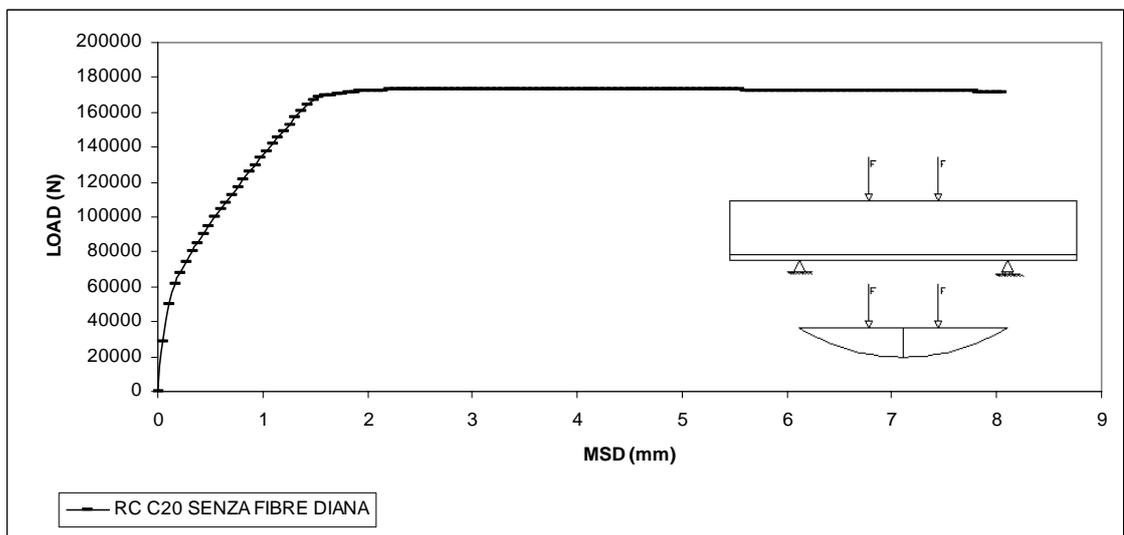


Fig. 5.7.2 – Particolare della curva carico-spostamento (tratto iniziale) in mezzeria (mid span displacement : MSD) ottenuta dalla modellazione del test a flessione su quattro punti di carico per la trave armata, senza fibre, appartenente alla classe C20.

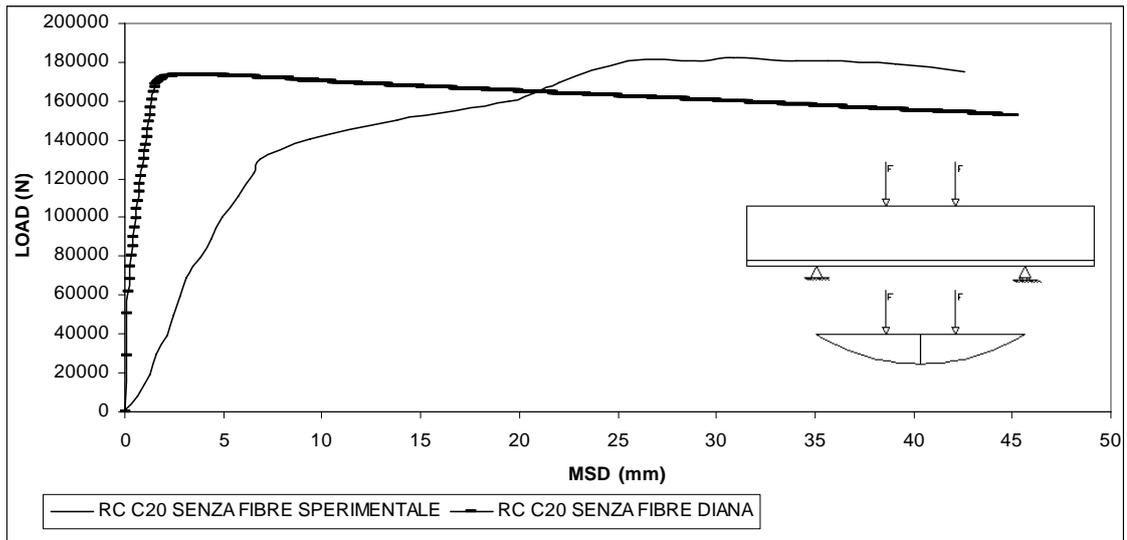


Fig. 5.7.3 – Confronto tra le curve carico-spostamento in mezzeria (mid span displacement : MSD) ottenute dalla sperimentazione e dalla modellazione del test a flessione su quattro punti di carico per la trave armata appartenente alla classe C20 e senza aggiunta di fibre.

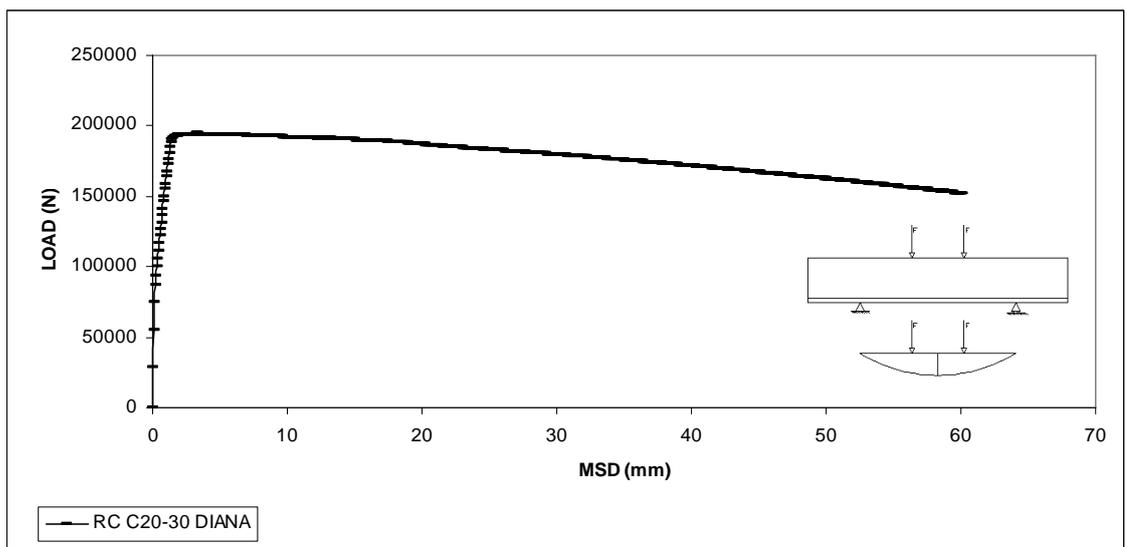


Fig. 5.7.4 – Curva carico-spostamento in mezzeria (mid span displacement : MSD) ottenuta dalla modellazione del test a flessione su quattro punti di carico per la trave armata appartenente alla classe C20 ed additivata con una percentuale volumetrica di fibre pari a 0.30%.

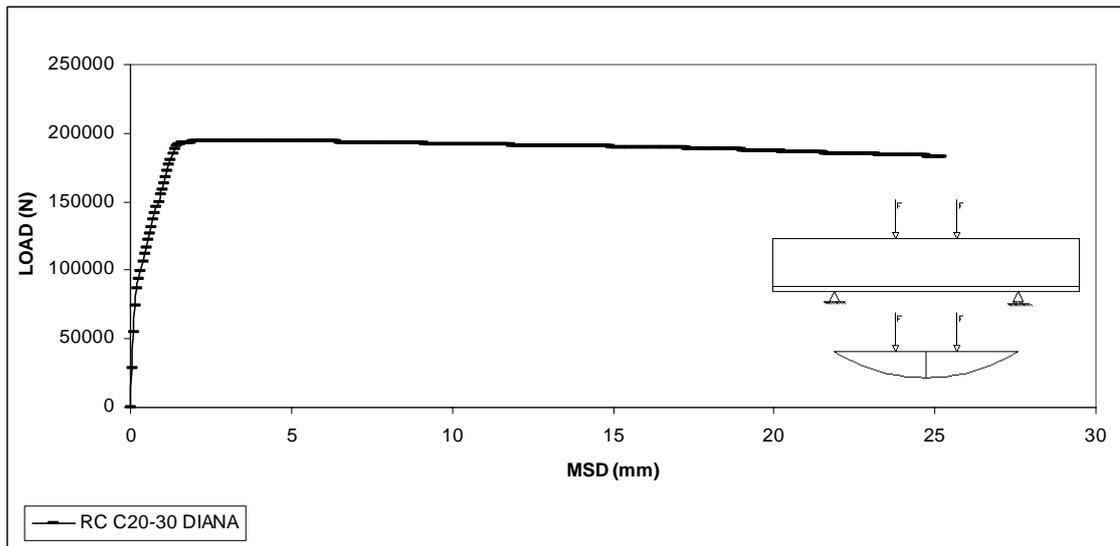
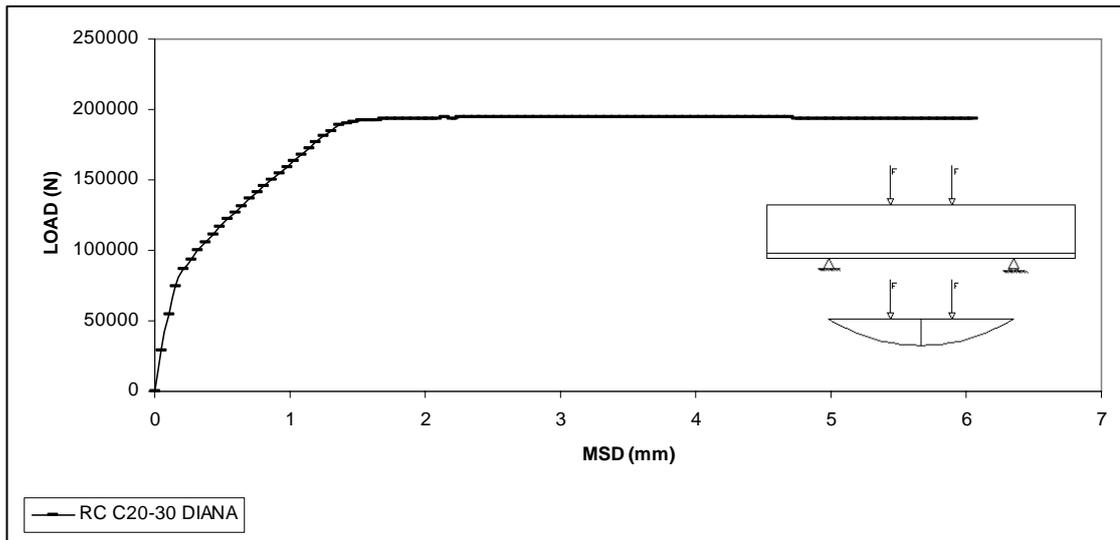


Fig. 5.7.5 – Particolari della curva (tratto iniziale) carico-spostamento in mezzeria (mid span displacement : MSD) ottenuta dalla modellazione del test a flessione su quattro punti di carico per la trave armata appartenente alla classe C20 e con percentuale volumetrica di fibre pari a 0.30%.

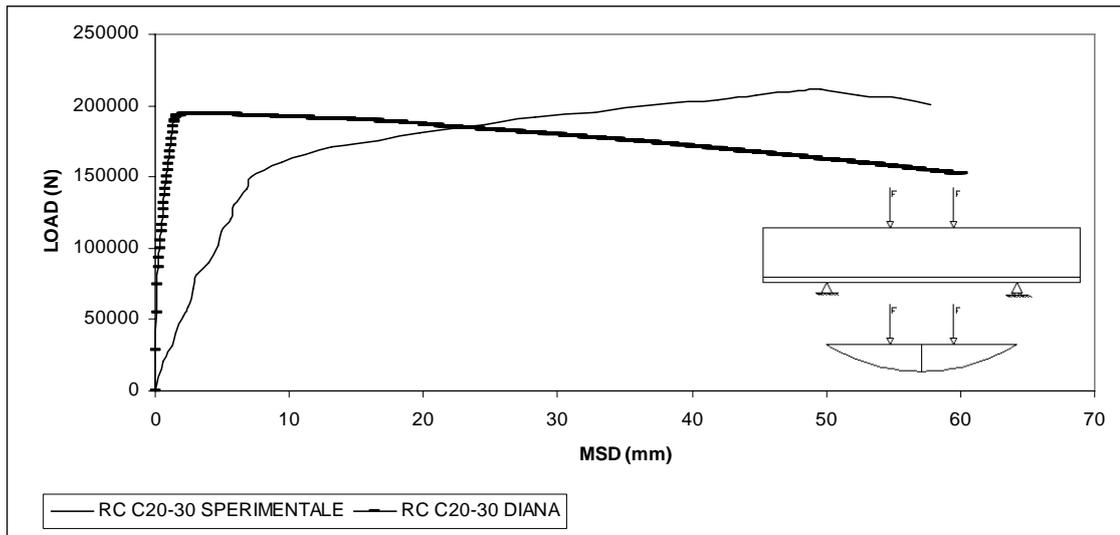


Fig. 5.7.6 – Confronto tra le curve carico-spostamento in mezzeria (mid span displacement : MSD) ottenute dalla sperimentazione e dalla modellazione del test a flessione su quattro punti di carico per la trave armata appartenente alla classe C20 e con percentuale volumetrica di fibre pari a 0.30%.

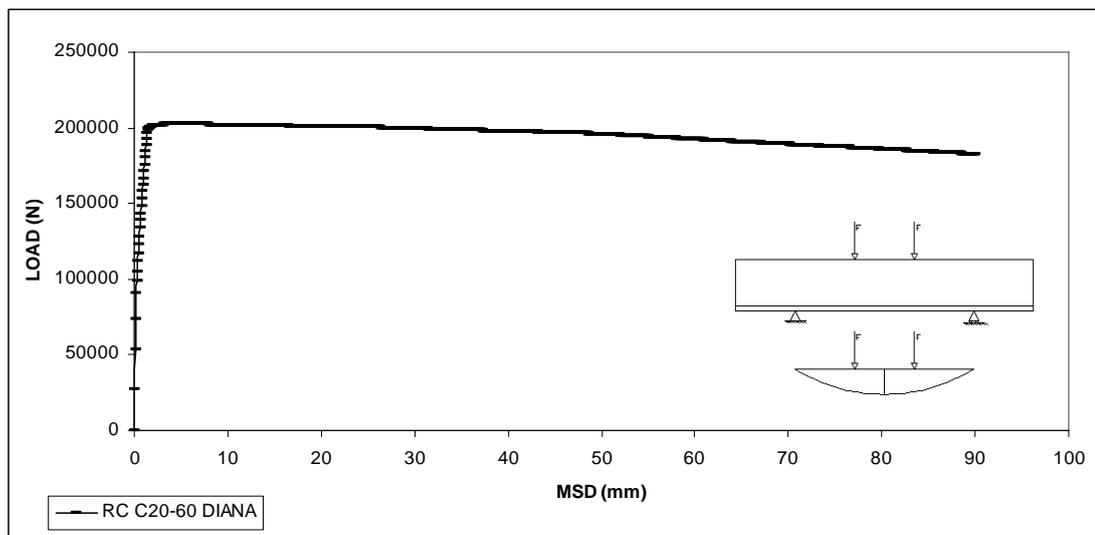


Fig. 5.7.7 - Curva carico-spostamento in mezzeria (mid span displacement : MSD) ottenuta dalla modellazione del test a flessione su quattro punti di carico per la trave armata appartenente alla classe C20 e con una percentuale volumetrica di fibre pari a 0.60%.

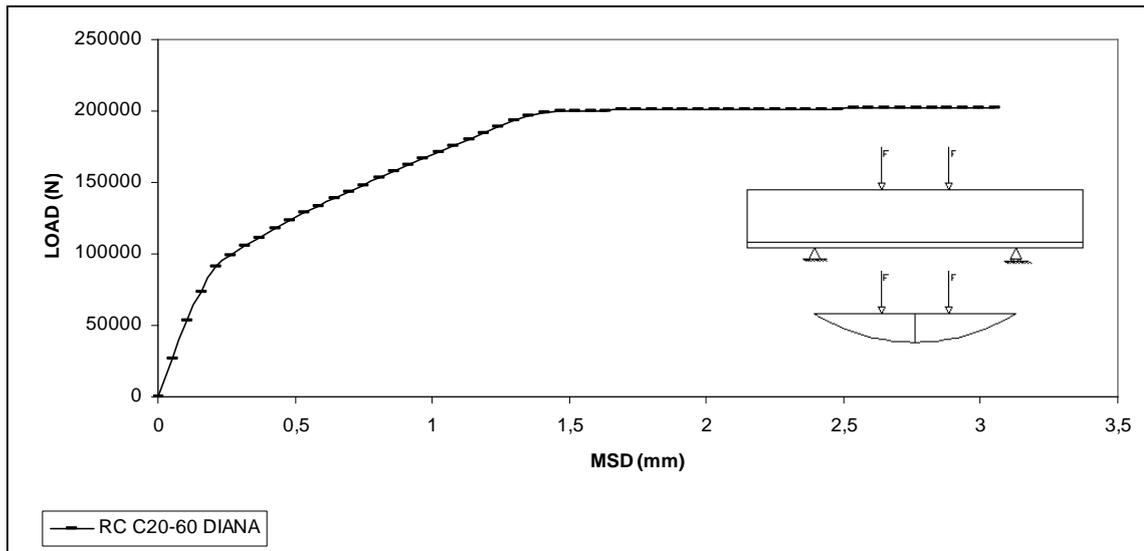


Fig. 5.7.8 – Dettaglio (tratto iniziale) della curva carico-spostamento in mezzeria (mid span displacement : MSD) ottenuta dalla modellazione del test a flessione su quattro punti di carico per la trave armata appartenente alla classe C20 ed additivata con una percentuale volumetrica di fibre pari a 0.60%

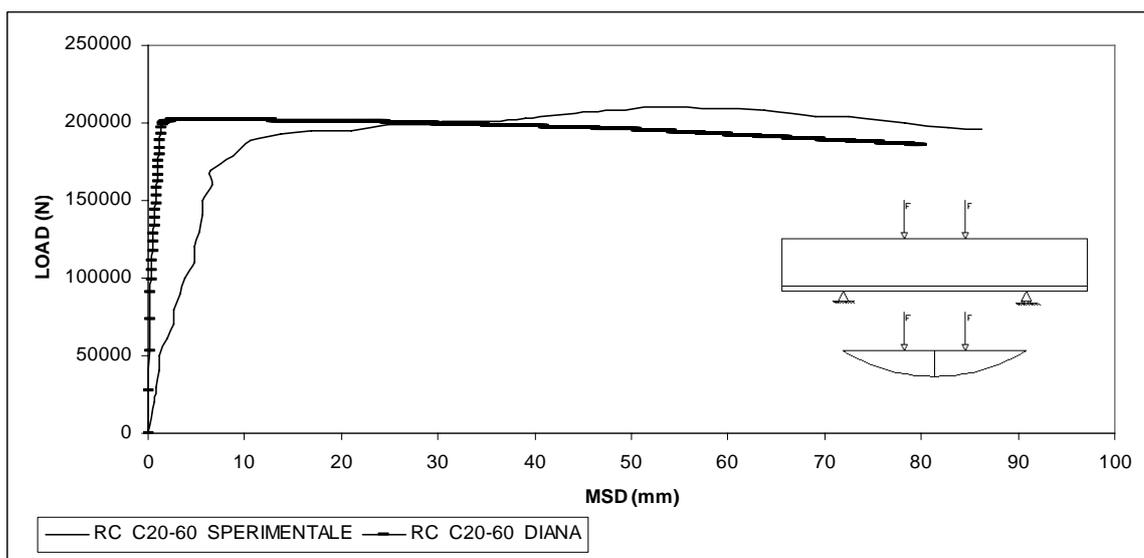


Fig. 5.7.9 – Confronto tra le curve carico-spostamento in mezzeria (mid span displacement : MSD) ottenute dalla modellazione del test a flessione su quattro punti di carico per la trave armata appartenente alla classe C20 ed additivata con una percentuale volumetrica di fibre pari a 0.60%.

I diagrammi che seguono, invece, riportano l'andamento delle curve carico-spostamento in mezzeria, ottenute dalle modellazioni svolte con il software Diana, ed i confronti tra i suddetti diagrammi e quelli ricavati della sperimentazione svolta da

Altun et al., per il calcestruzzo appartenente alla classe C30 e che rappresentano una parte delle modellazioni svolte nell'ambito del presente lavoro di tesi.

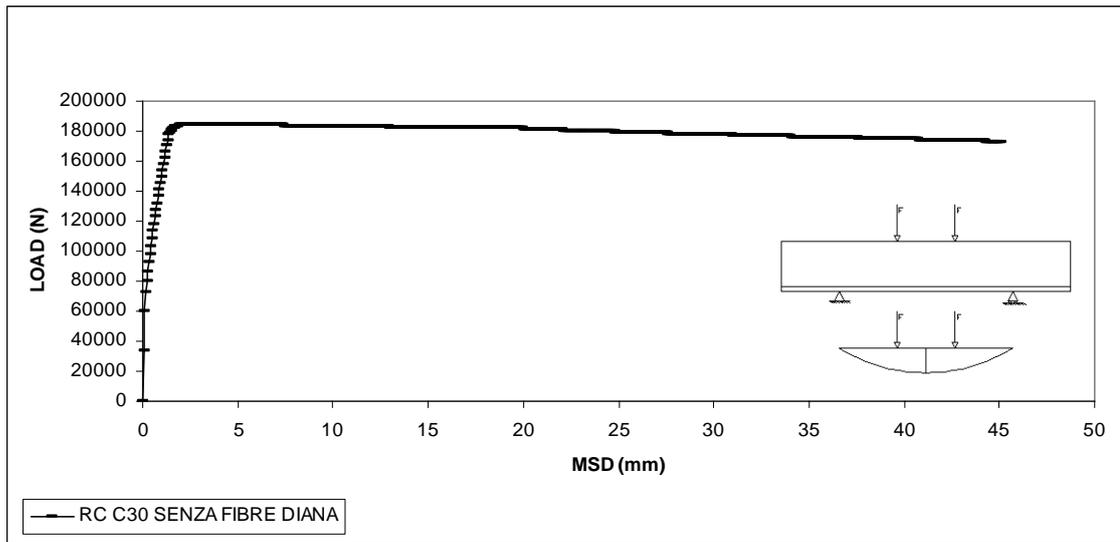


Fig. 5.7.10 - Curva carico-spostamento in mezzeria (mid span displacement : MSD) ottenuta dalla modellazione del test a flessione su quattro punti di carico per la trave armata appartenente alla classe C30 e senza aggiunta di fibre .

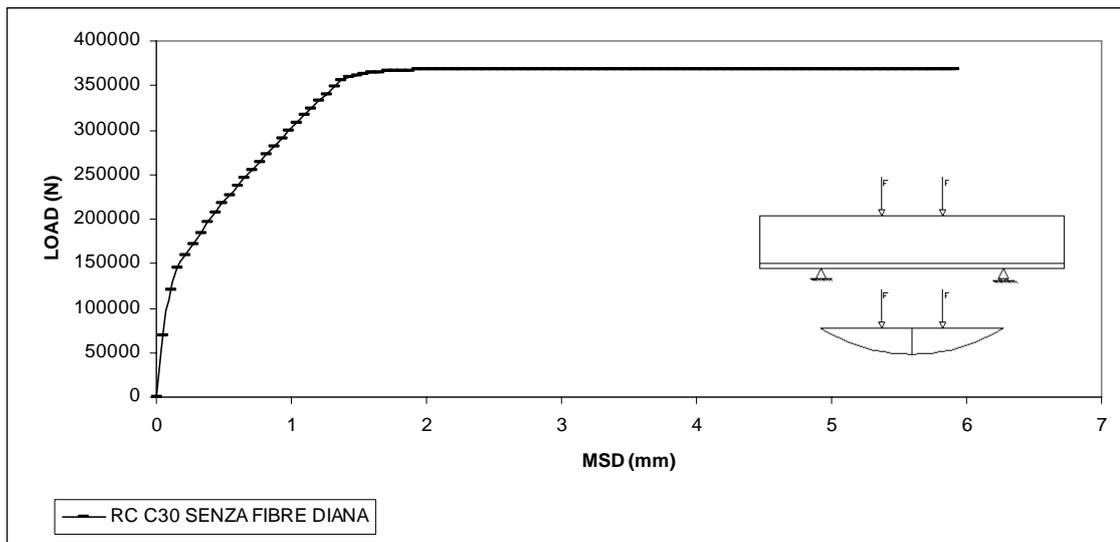


Fig. 5.7.11 – Dettaglio (tratto iniziale) della curva carico-spostamento in mezzeria (mid span displacement : MSD) ottenuta dalla modellazione del test a flessione su quattro punti di carico per la trave armata appartenente alla classe C30 e senza aggiunta di fibre .

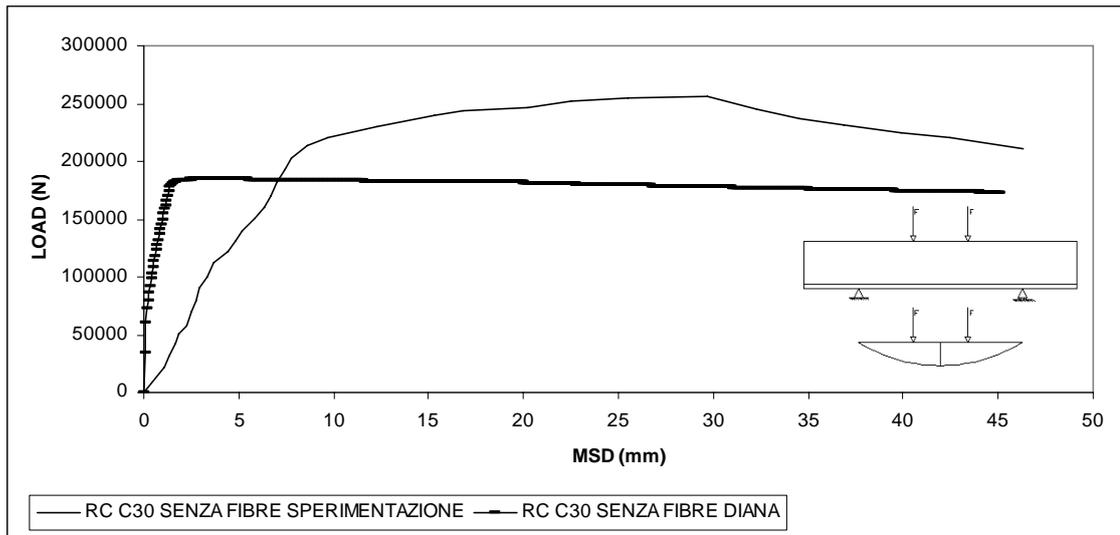


Fig. 5.7.12 – Confronto tra le curve carico-spostamento in mezzeria (mid span displacement : MSD) ottenute dalla sperimentazione e dalla modellazione del test a flessione su quattro punti di carico per la trave armata appartenente alla classe C30 e senza aggiunta di fibre.

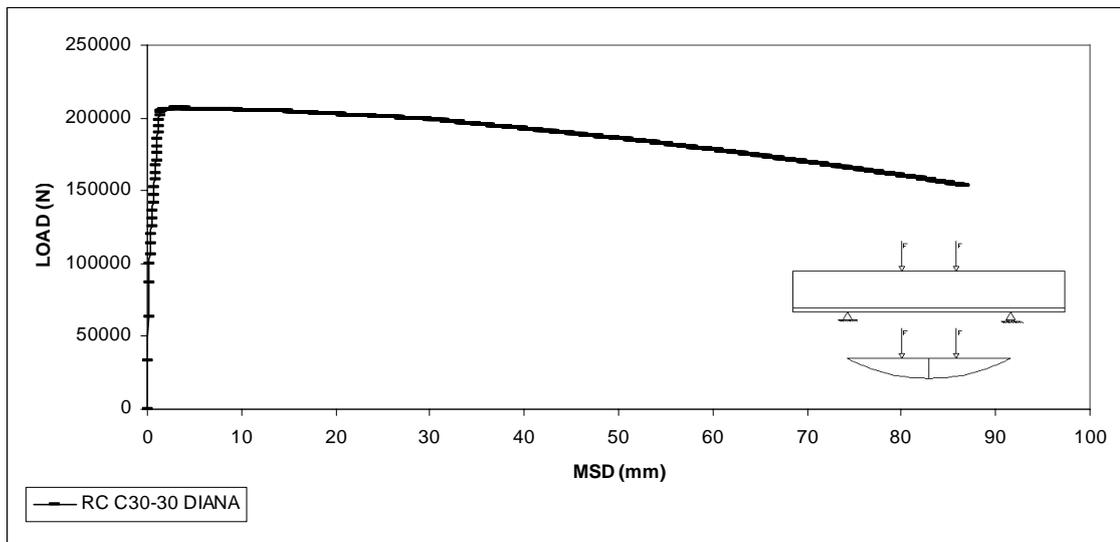


Fig. 5.7.13 – Curva carico-spostamento in mezzeria (mid span displacement : MSD) ottenuta dalla modellazione del test a flessione su quattro punti di carico per la trave armata appartenente alla classe C30 e con percentuale volumetrica di fibre pari allo 0.30%.

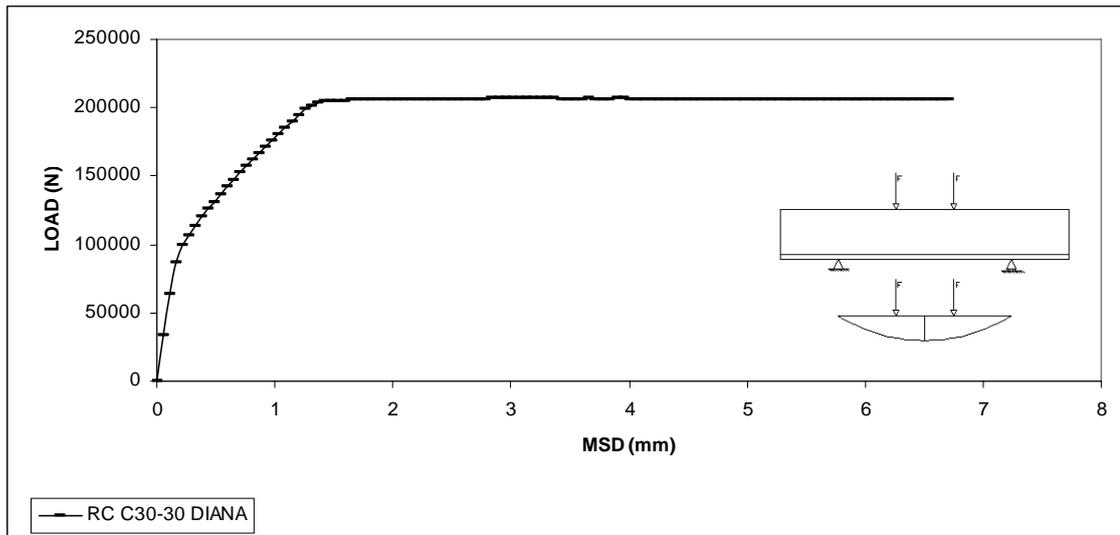


Fig. 5.7.14 – Dettaglio (tratto iniziale) della curva carico-spostamento in mezzeria (mid span displacement : MSD) ottenuta dalla modellazione del test a flessione su quattro punti di carico per la trave armata appartenente alla classe C30 e percentuale volumetrica di fibre Vf pari a 0.30% .

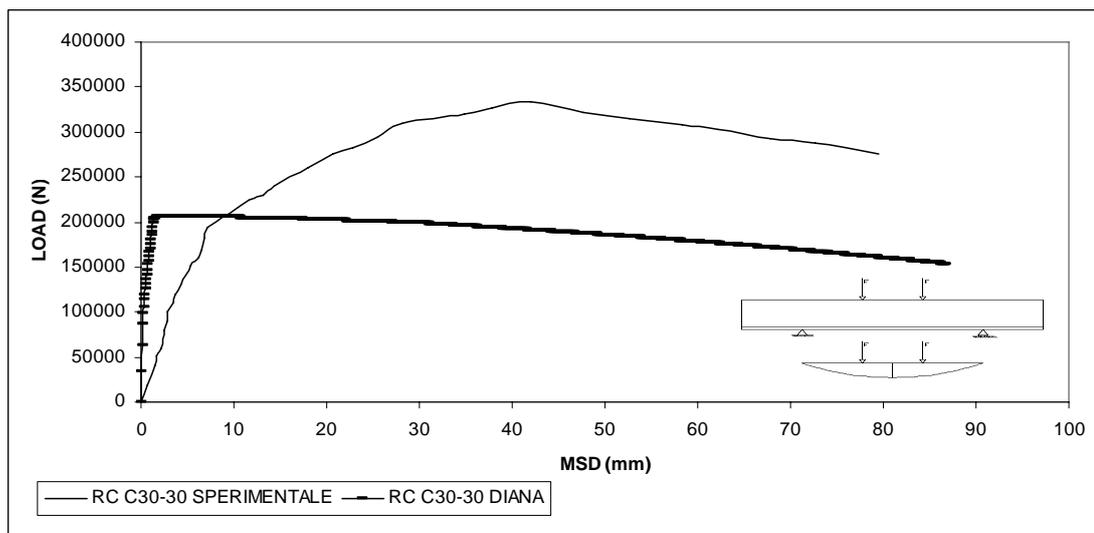


Fig. 5.7.15 – Confronto tra le curve carico-spostamento in mezzeria (mid span displacement : MSD) ottenute dalla sperimentazione e dalla modellazione del test a flessione su quattro punti di carico per la trave armata appartenente alla classe C30 con percentuale volumetrica di fibre pari a 0.30%.

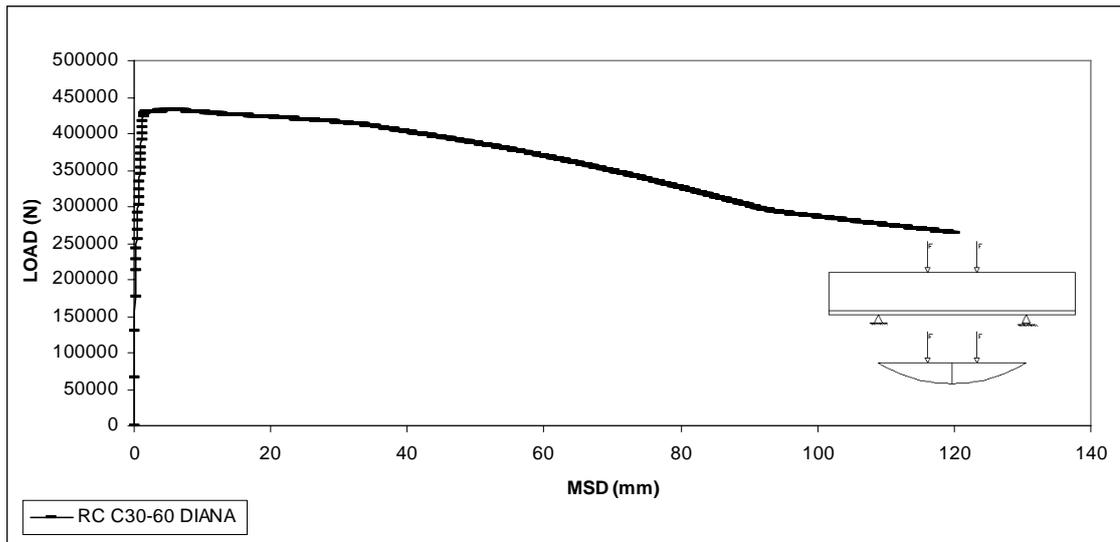


Fig. 5.7.16 - Curva carico-spostamento in mezzeria (mid span displacement : MSD) ottenuta dalla modellazione del test a flessione su quattro punti di carico per la trave armata appartenente alla classe C30 e con percentuale volumetrica di fibre pari a 0.60%.

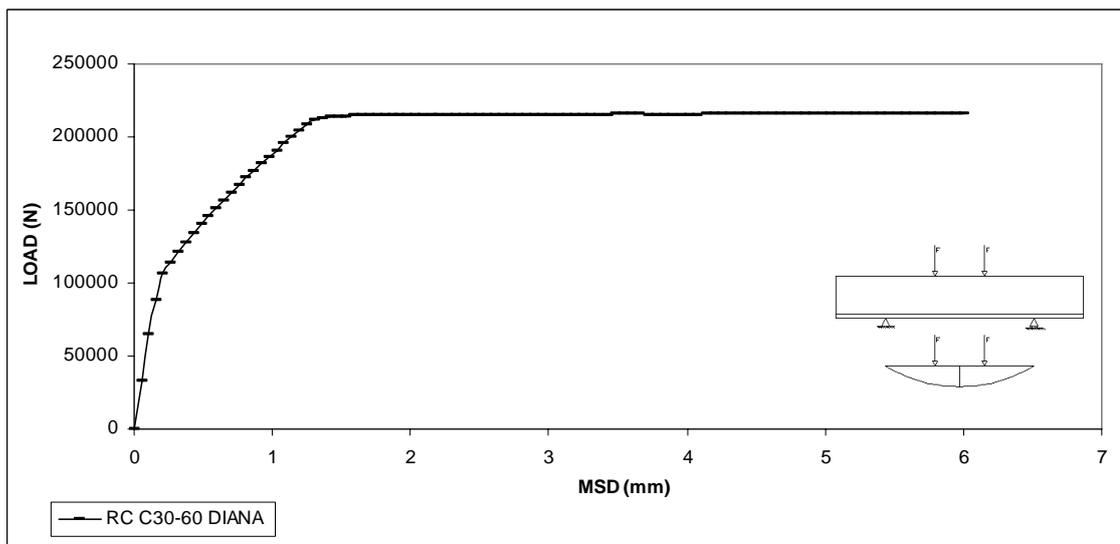


Fig. 5.7.17– Dettaglio della curva carico-spostamento in mezzeria (mid span displacement : MSD) ottenuta dalla modellazione del test a flessione su quattro punti di carico per la trave armata appartenente alla classe C30 e con percentuale volumetrica di fibre pari a 0.60%.

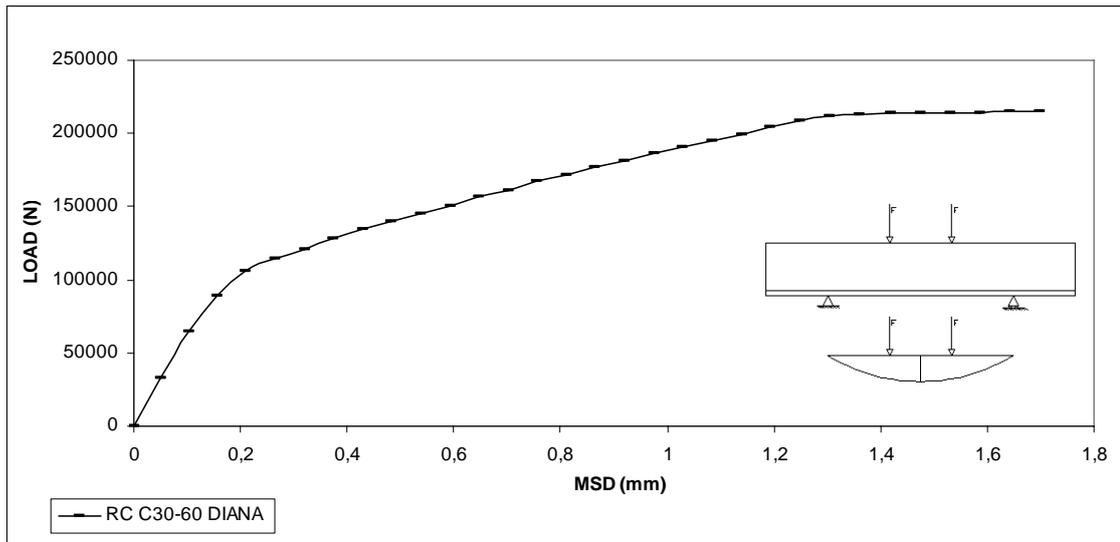


Fig. 5.7.18- Curva carico-spostamento in mezzeria (mid span displacement : MSD) ottenuta dalla modellazione del test a flessione su quattro punti di carico per la trave armata appartenente alla classe C30 ed additivata con una percentuale volumetrica di fibre pari a 0.60%.

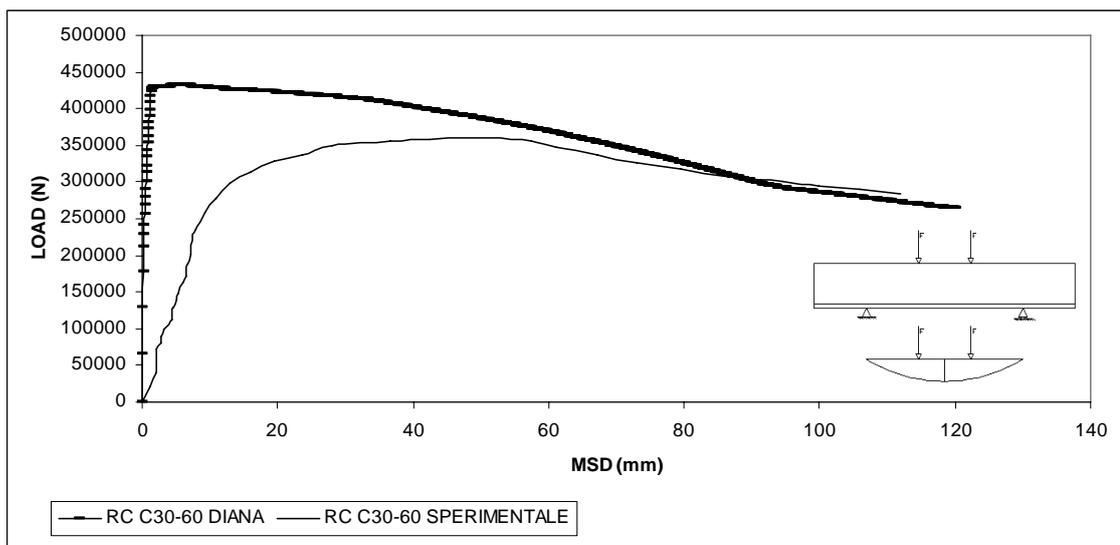


Fig. 5.7.19 – Confronto tra le curve carico-spostamento in mezzeria (mid span displacement : MSD) ottenute dalla sperimentazione e dalla modellazione del test a flessione su quattro punti di carico per la trave armata appartenente alla classe C30 con percentuale volumetrica di fibre pari a 0.60%.

Come si evince dai grafici l’approccio numerico usato è in grado di prevedere in modo abbastanza accurato il comportamento delle travi sottoposte a flessione. Si può, infatti, notare che le curve carico-spostamento sono costituite da

tre fasi : la prima fase con andamento elastico-lineare, che dipende esclusivamente dalla matrice di calcestruzzo, definita fase pre-picco in cui il calcestruzzo non si è ancora fessurato; la seconda, detta post-picco (superato cioè il valore della resistenza massima) in cui il fibrorinforzato, superato il limite elastico manifesta un andamento crescente di tipo incrudente (contributo delle barre d'acciaio); la terza in cui il calcestruzzo si è fessurato ed assume un andamento di softening in cui la resistenza non si annulla completamente e la presenza delle fibre d'acciaio aumenta in modo significativo la capacità del calcestruzzo di assorbire energia.

Ciò che emerge chiaramente dai confronti tra le curve ottenute dalla modellazione, paragonate a quelle della sperimentazione, è che il software riesce a simulare abbastanza bene il comportamento duttile dovuto alla fibre, mentre in alcuni dei casi analizzati presenta delle discrepanze per quanto concerne il valore del carico massimo e l'andamento nel tratto lineare. E', inoltre, importante evidenziare che i valori ottenuti dalle sperimentazioni per il carico ultimo teorico presentano delle differenze anche rispetto ai valori dei momenti teorici determinati per le stesse travi. L'aumento del valore del carico ultimo reale, della deformazione ultima e del tratto duttile si riscontrano per lo più nei calcestruzzi con percentuale volumetrica di fibre pari a 0.30 %; infatti per essi l'incremento dei suddetti valori è all'incirca dell'8% rispetto a quelli senza fibre, mentre l'apporto di fibre pari a 0.60% non contribuisce ad aumentare di molto rispetto al dosaggio pari allo 0.30%. Per entrambe le classi di calcestruzzo utilizzato sia il carico ultimo che la duttilità aumentano notevolmente rispetto alle travi senza fibre.