

# MasterArm, Disegno c.a., Impaginatore DXF

Verifica e disegno delle opere in calcestruzzo armato, sempre aggiornati alle norme tecniche italiane ed europee.

## DALL'ANALISI ALLA VERIFICA: MASTERARM

**MasterArm**, applicativo dedicato alla verifica delle opere in cemento armato, dimensiona travi, pilastri, setti, fondazioni, plinti, pareti, platee, solette, applicando il metodo degli stati limite (o delle tensioni ammissibili). pienamente conforme alle norme vigenti (NTC2018 e relativa Circolare 2019), possono essere adottati anche i criteri di verifica secondo gli Eurocodici, NTC2008 e DM'96 (utili per il progetto simulato di strutture esistenti), facendo riferimento ad archivi in cui sono registrati i parametri che influiscono nel dimensionamento e i minimi statici di ogni norma. Per chiarezza espositiva nel seguito faremo riferimento al caso delle NTC2018.

In **MasterArm** il dimensionamento avviene immediatamente dopo la conclusione dell'analisi strutturale. La procedura riconosce automaticamente le tipologie strutturali presenti nel modello e a ciascuna assegna le proprietà idonee alla verifica, che sono quelle predefinite dall'utente, ma non viene preclusa la possibilità di impostare appropriati e specifici criteri di progettazione anche al singolo elemento: la rapidità non preclude quindi la versatilità. Il dimensionamento sismico rispetto alle NTC2018 prevede l'applicazione delle regole previste in funzione del comportamento strutturale scelto: dissipativo o non dissipativo.

## LE VERIFICHE E I CONTROLLI DI NORMATIVA PER COMPORTAMENTO DISSIPATIVO

In premessa osserviamo che, in generale, viene attuata la progettazione in capacità, i cui effetti, però, non possono però essere più gravosi di quanto risulterebbe a seguito del dimensionamento con comportamento non dissipativo, come stabilito al §. 7.2.2 delle NTC 2018, che hanno introdotto questa decisiva novità e che viene applicata in **MasterArm**, comportando una riduzione degli effetti più severi della gerarchia delle resistenze trave-pilastro, della verifica a taglio sismico dei pilastri (con ottimi risultati per i pilastri tozzi) e della verifica dei nodi trave pilastro.

Per le **travi e travi di fondazione** vengono eseguite le verifiche s.l.u. e s.l.e. dimensionando a presso-tensoflessione, taglio e torsione ma rispettando anche i limiti progettuali liberamente fissati dall'utente, come ampiezza delle fessure

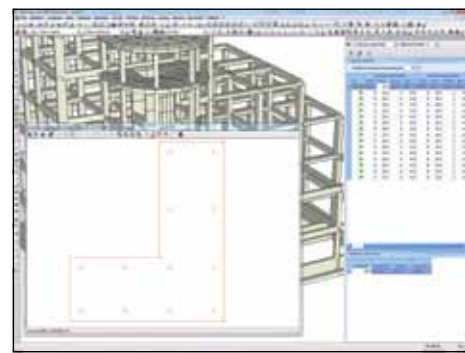
o rapporto massimo freccia/luce. Vengono così determinate le armature minime sul perimetro della sezione, gli indici di resistenza (s.l.u.) e lo stato tensionale, deformativo e di fessurazione (s.l.e.). **MasterArm** verifica anche situazioni derivanti da tutte le possibili combinazioni dei carichi permanenti e variabili ed impone momenti positivi di sicurezza in campata.

Per le fondazioni (travi di fondazione, platee ecc.) **MasterArm** procede, come richiesto dalle NTC2018, ad un calcolo **sostanzialmente elastico** che di fatto limita il momento resistente delle sezioni nelle combinazioni di carico sismiche, applicando inoltre il minimo di armatura anche per le platee introdotte appunto dalle NTC 2018.

Per i **pilastri**, nell'applicazione della gerarchia delle resistenze **MasterArm** riconosce tutte le travi convergenti a ciascun pilastro, legge i momenti resistenti, superiori e inferiori delle travi che determinano, per effetto della gerarchia trave-pilastro, i momenti flettenti delle colonne e le condizioni generali per il dimensionamento dell'armatura. Come nel caso delle travi il disegno dei pilastri viene completato aggiornando le staffe sulla base dei momenti resistenti di estremità (in applicazione della gerarchia taglio-flessione). **MasterArm** esegue i controlli geometrici ed applica i dettagli di armatura previsti, anche il minimo di duttilità, che consente di evitare la verifica esplicita di duttilità. Vengono gestite anche situazioni specifiche di armatura, quali quelle dei pilastri delle **strutture prefabbricate**, per cui l'altezza della zona critica viene valutata in modo diverso da quanto previsto per gli edifici ordinari.

È anche possibile effettuare il dimensionamento di pilastri non solo di forma qualsiasi ma anche con **distribuzione generica dell'armatura**, come avviene, ad esempio, nel campo della prefabbricazione. **MasterArm** verifica che l'armatura assegnata liberamente dall'utente soddisfi le verifiche s.l. (slu e sle), i minimi di norma e l'applicazione della gerarchia delle resistenze. **MasterArm** esegue automaticamente anche le verifiche previste per i **nodi trave-pilastro**, per i quali le NTC 2018 prevedono una verifica esplicita anche in classe di duttilità bassa e anche per comportamento strutturale non dissipativo.

**MasterArm** la verifica dei nodi trave-pilastro viene eseguita contestualmente alla verifica dei pilastri e avviene a valle del dimensionamento delle travi, in quanto la domanda a taglio sul nodo è



*MasterArm esegue la verifica di pilastri di sezione qualsiasi, eventualmente con distribuzione generica dell'armatura assegnata dall'utente.*

funzione delle armature presenti nelle travi che vi convergono.

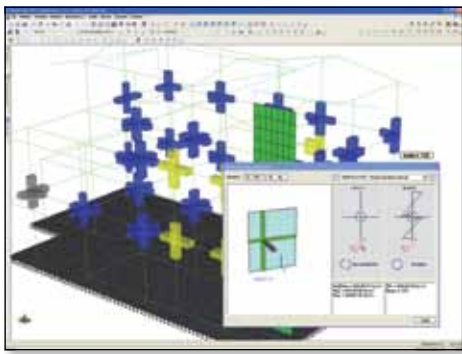
Per **solette e platee** **MasterArm** procede al dimensionamento dell'armatura necessaria anche a taglio. È prevista la verifica a punzonamento. Lo stesso per i **plinti**, dove viene determinato anche lo stato di pressione sul suolo allo stato limite ultimo e in esercizio (in una fase di calcolo diversa, quindi, da quanto avviene per le altre opere di fondazione).

Per i **setti e pareti** è necessario aggiornare le sollecitazioni ottenute dall'analisi ricostruendo l'andamento dei momenti flettenti e del taglio lungo l'intero sviluppo dell'elemento come previsto dalla norma. **MasterArm** applica i dettagli di armatura previsti, anche il minimo di duttilità, che consente di evitare la verifica esplicita di duttilità e vengono quindi eseguite le verifiche a taglio e scorrimento specificatamente previste per i setti. Si possono verificare anche "pareti semplici" e "pareti composte", come definite dalla norma. **MasterSap** provvede infatti all'integrazione dello stato tensionale per determinare le sollecitazioni derivanti dall'analisi, da cui vengono ricavate, infine, le forze da utilizzare nel dimensionamento.

## LE VERIFICHE E I CONTROLLI DI NORMATIVA PER COMPORTAMENTO NON DISSIPATIVO

A fronte della scelta di comportamento non dissipativo operata dall'utente nelle proprietà del progetto, come previsto dalle NTC2018, **MasterArm** non applica la progettazione in capacità imposta per le strutture dissipative; pertanto non applica la gerarchia delle resistenze, i dettagli di armatura e i controlli geometrici, compresi i minimi di duttilità. Inoltre, per le sole combinazioni di carico sismiche e per tutti gli elementi strutturali, esegue il dimensionamento delle sezioni limitando il momento resistente allo SLU al momento resistente massimo in campo "sostanzialmente elastico" come definito al §4.1.2.3.4.2.

La verifica dei **nodi trave-pilastro** viene eseguita con le regole della CD "B". Questa novità delle NTC 2018 è piuttosto rilevante, perché comporta conseguenze non trascurabili, in particolare per strutture in cui, tipicamente, l'uso delle travi in spessore è piuttosto diffuso. Certamente le NTC 2018 hanno accentuato l'attenzione su temi quali duttilità e dettagli costruttivi: i nodi trave-pilastro



Per meglio comprendere e controllare le conseguenze pratiche della gerarchia delle resistenze è disponibile uno specifico strumento di interrogazione.

rientrano in questo novero, tanto che i criteri di progettazione sono identici indipendentemente dal comportamento strutturale scelto: dissipativo oppure "non dissipativo". In entrambi i casi si adotta la progettazione per capacità con la già citata facoltà di limitarla alle condizioni di lavoro del calcolo non dissipativo, ed anche di applicare le relative opzioni della Circolare NTC2018.

### LE TRAVI RETICOLARI MISTE

L'analisi strutturale procede nelle due "fasi" tipiche di questa tecnica costruttiva. MasterArm provvede a determinare l'armatura aggiuntiva da porre in opera agli appoggi.

### LA RIVERIFICA DEGLI ESECUTIVI DELLE TRAVI

Questa funzione diventa utile nei casi in cui sia necessario accertare, a fronte di un nuovo stato di sollecitazione dell'opera, ad esempio per effetto di una variante, l'idoneità strutturale di travi che già sono state in precedenza dimensionate e disegnate. "Riverifica esecutivi travi" legge le armature degli esecutivi già predisposti ed evidenzia gli eventuali elementi in difetto. L'utente potrà quindi limitarsi ad aggiornare solo tali esecutivi.

### LE RAPPRESENTAZIONI

I risultati possono essere esaminati, oltre che su stampa, anche graficamente; vengono rappresentati gli indici di resistenza a rottura (a pressotensionamento e a taglio/torsione), le armature e, per le travi, il rapporto  $x/d$  che caratterizza il comportamento locale duttile delle sezioni. Altri strumenti grafici consentono il controllo immediato dei nodi trave-pilastro per cui è stata eseguita la gerarchia delle resistenze. In solette, platee e pareti tozze viene definita una rete di base, alla quale potrà essere aggiunta ulteriore armatura. In questi casi sono particolarmente utili le mappe a colori, che evidenziano le zone in cui è necessario inserire armatura oltre alla rete di base.

### IL PROGETTO SIMULATO

MasterArm può essere utilizzato anche nel dimensionamento degli edifici esistenti: le norme prevedono infatti la possibilità di "simulare" il progetto di una struttura esistente (e di ricavare quindi la presunta armatura posta in opera) applicando la norma dell'epoca. Pertanto MasterArm



Una delle schede di assegnazione dei parametri che governano la creazione automatica del disegno delle travi. È disponibile un'opzione, del tutto legittima, che rispetta la gerarchia delle resistenze evitando ogni possibile ulteriore penalizzazione.

continua a prevedere anche la possibilità di adottare i metodi di verifica adottati nel passato.

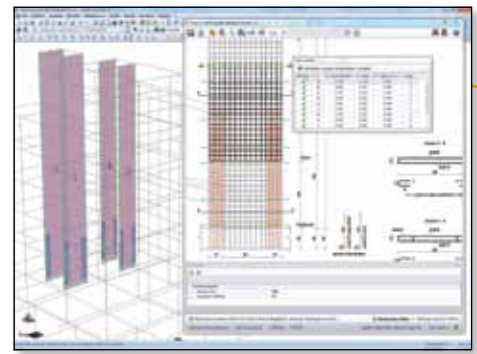
### I DISEGNI CON DISEGNO C.A.

**Disegno C.A.** realizza il disegno esecutivo di travi, pilastri/setti, platee, piastre e pareti, operando in un ambiente grafico integrato con MasterSap. Si possono distinguere due funzioni principali: la prima provvede alla generazione automatica degli esecutivi, la seconda consente di apportare modifiche o integrazioni (denominata **View**).

Il disegno delle travi viene ottenuto per sezioni anche variabili da campata a campata e con eventuali disassamenti dei pilastri convergenti alla travata. Vi è una ricca scelta di opzioni costruttive, registrate in apposite tabelle. Vengono effettuati ovviamente tutti i controlli di normativa e ad ogni trave è associata una distinta di taglio. Sulla base dei risultati viene generato l'esecutivo preliminare di ogni travata, ottenuto rispettando anche i criteri personali di disegno stabiliti dall'utente. Si determinano i momenti resistenti agli appoggi, che vengono impiegati per stabilire definitivamente la staffatura (gerarchia taglio-flessione) e verranno utilizzati nella verifica dei pilastri, ottenendo così il disegno definitivo della travata. Ogni modifica delle armature longitudinali agli appoggi comporta l'automatico aggiornamento del disegno. I momenti resistenti delle travi convergenti ai pilastri determinano, per effetto della gerarchia trave-pilastro, le condizioni generali per il dimensionamento dell'armatura nei pilastri. Anche qui il disegno viene completato aggiornando le staffe sulla base dei momenti resistenti di estremità.

Nei pilastri viene disegnata l'intera pilastrata, visionabile anche in 3D, riportando le sezioni longitudinali e trasversali, quotature e la distinta delle armature. Anche qui se l'utente apporta modifiche vengono controllate attraverso una procedura di riverifica, con il ricalcolo delle staffe sismiche.

Vengono realizzati automaticamente anche i disegni delle pareti semplici, anche con modalità interattive per quel che riguarda la gestione delle altezze e delle larghezze confinate. Nel disegno delle platee e delle piastre dalla mesh di elementi finiti il programma è in grado di individuare il contorno esterno e gli eventuali



View pareti interattive permette di personalizzare l'armatura in zona confinata e non, con riverifica in tempo reale di tutte le sezioni della parete per tutte le combinazioni di carico.

fori interni, oltre che tutti gli elementi strutturali convergenti al piano.

I disegni di tutti gli elementi strutturali sono organizzati in layer, distinti per tipologia di oggetto. Su più layer vengono poi riportate le disposizioni di armatura, relative alle due direzioni ortogonali e alle due posizioni (inferiore o superiore) di posa, tutte debitamente quotate. Anche in questo caso viene realizzato il computo metrico. Tutti i computi possono dar luogo a un **computo finale** riepilogativo dei materiali utilizzati, relativo all'intero progetto o a una sua generica parte.

### LA MODIFICA INTERATTIVA DEI DISEGNI

Anche View contempla molte possibilità, dalle modifiche di lunghezze e diametri delle armature fino alle forme degli ancoraggi, alle posizioni delle quote e altro ancora. Ogni modifica significativa comporta ovviamente il ricalcolo dei momenti resistenti agli appoggi e delle staffe sismiche, che vengono immediatamente segnalati all'utente.

### L'IMPAGINAZIONE DELLE TAVOLE: IMPAGINATORE DXF

L'**Impaginatore DXF** è un altro applicativo AMV, finalizzato alla gestione dei disegni e alla composizione delle tavole; in particolare riconosce in automatico quelli realizzati dai prodotti AMV. L'Impaginatore, oltre alla singola tavola, gestisce la raccolta, che comprende tutte le tavole riguardanti il progetto in corso.

