

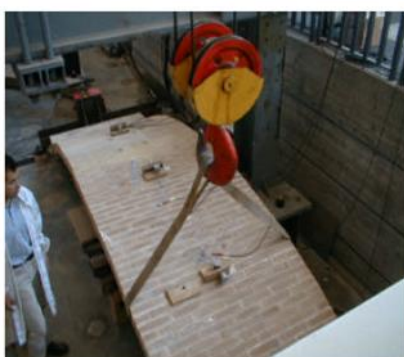
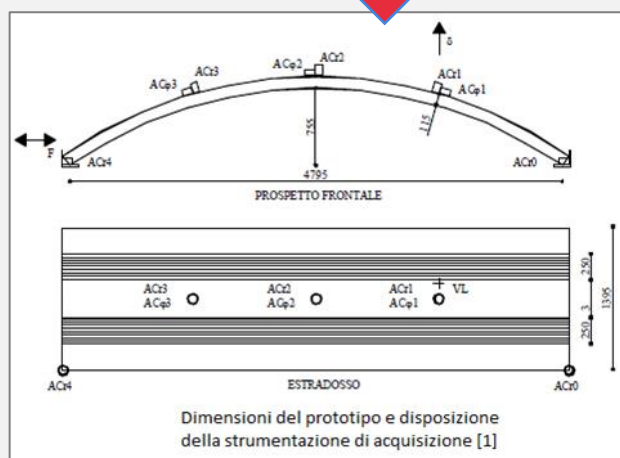
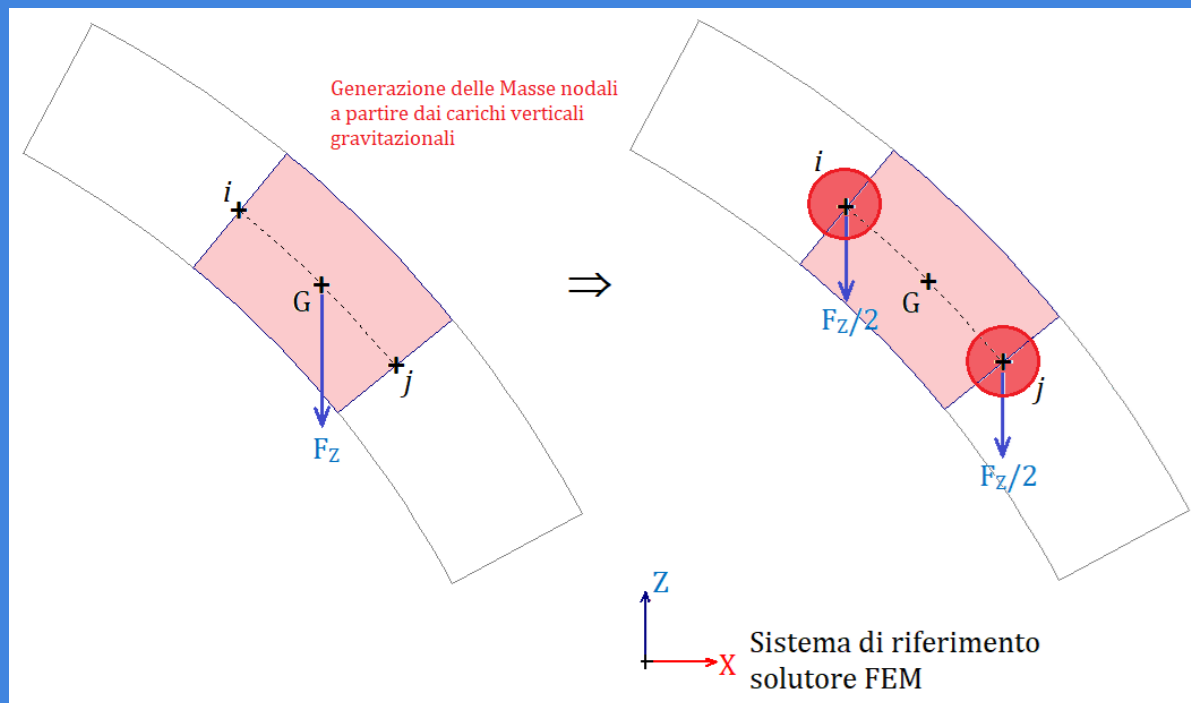
## Aedes.SAV 2025

### Analisi modale per archi e volte in muratura

Le strutture voltate sono sistemi di antica concezione e realizzazione, frequentemente danneggiati dagli eventi subiti nel corso della loro vita, in particolare per effetto delle azioni sismiche.

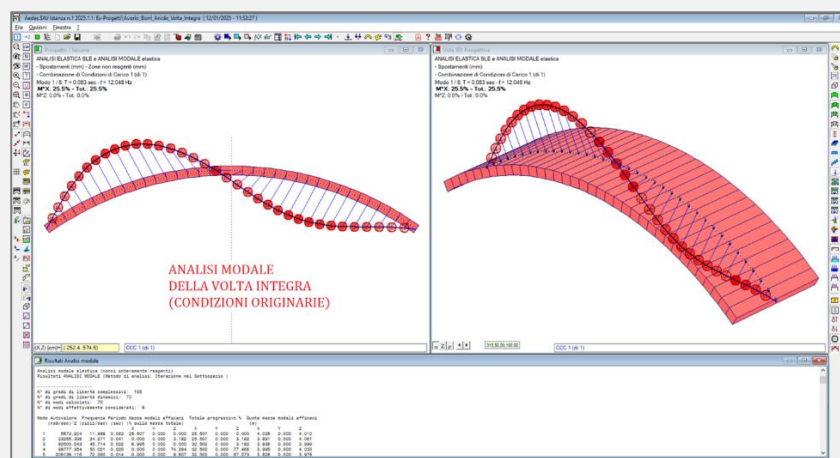
Aedes.SAV, dedicato all'analisi delle strutture murarie voltate, consente lo studio delle proprietà dinamiche delle volte attraverso l'analisi modale. La movimentazione delle masse genera i modi di vibrare (periodi, frequenze, forme modali), ed è possibile studiare:

- **volta integra:** caratteristiche originarie del sistema voltato;
- **volta fessurata:** proprietà dinamiche modificate a seguito di uno stato di danneggiamento, indotto da cause statiche o sismiche;
- **volta rinforzata:** proprietà implementate attraverso l'applicazione di un rinforzo, ad esempio in composito, volto a ripristinare la rigidezza originaria.

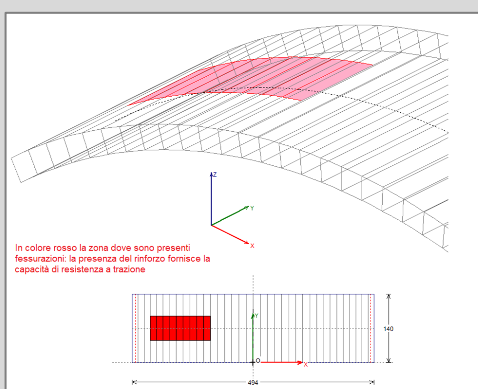
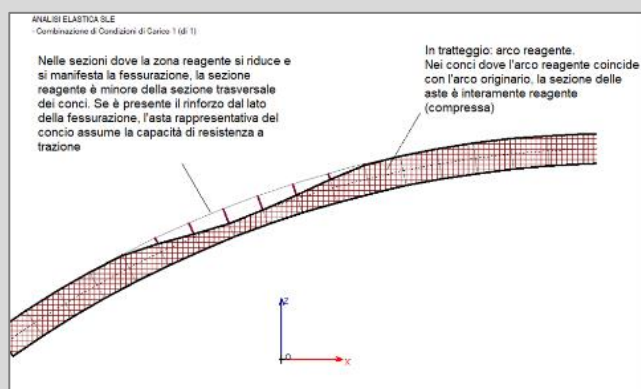


Modalità di imposizione della deformata iniziale sulla volta integra ad un quarto della luce: innalzamento della volta per consentire le vibrazioni libere [1] [2]

Studio delle oscillazioni libere: test sperimentale di riferimento\*



Analisi modale della volta integra



Studio della volta fessurata e consolidata con materiali compositi

Indagini sperimentali e analitiche condotte con Aedes.SAV mostrano che il rinforzo con materiale composito è in grado di ristabilire il comportamento dinamico originario di volte danneggiate.

Il ripristino con compositi si consegue senza la modifica delle condizioni di vincolo e senza l'incremento dei carichi permanenti, a differenza di tecniche tradizionali quali la realizzazione di una cappa in calcestruzzo.

Con Aedes.SAV è comunque possibile controllare la variazione delle proprietà dinamiche a seguito della realizzazione di una cappa in calcestruzzo o di altri tipi di interventi.

Le funzionalità di Aedes.SAV sono state studiate con puntuale riferimento ai contenuti di articoli scientifici sul comportamento dinamico delle volte in muratura: il confronto fra i risultati sperimentali e quelli analitici costituisce validazione della procedura software utilizzata.



Test sperimentale: applicazione di nastri di rinforzo\*

\* Fonte: Corradi M., Borri, A., Castori G. et al. (rif. bibliografici su [www.aedes.it](http://www.aedes.it))



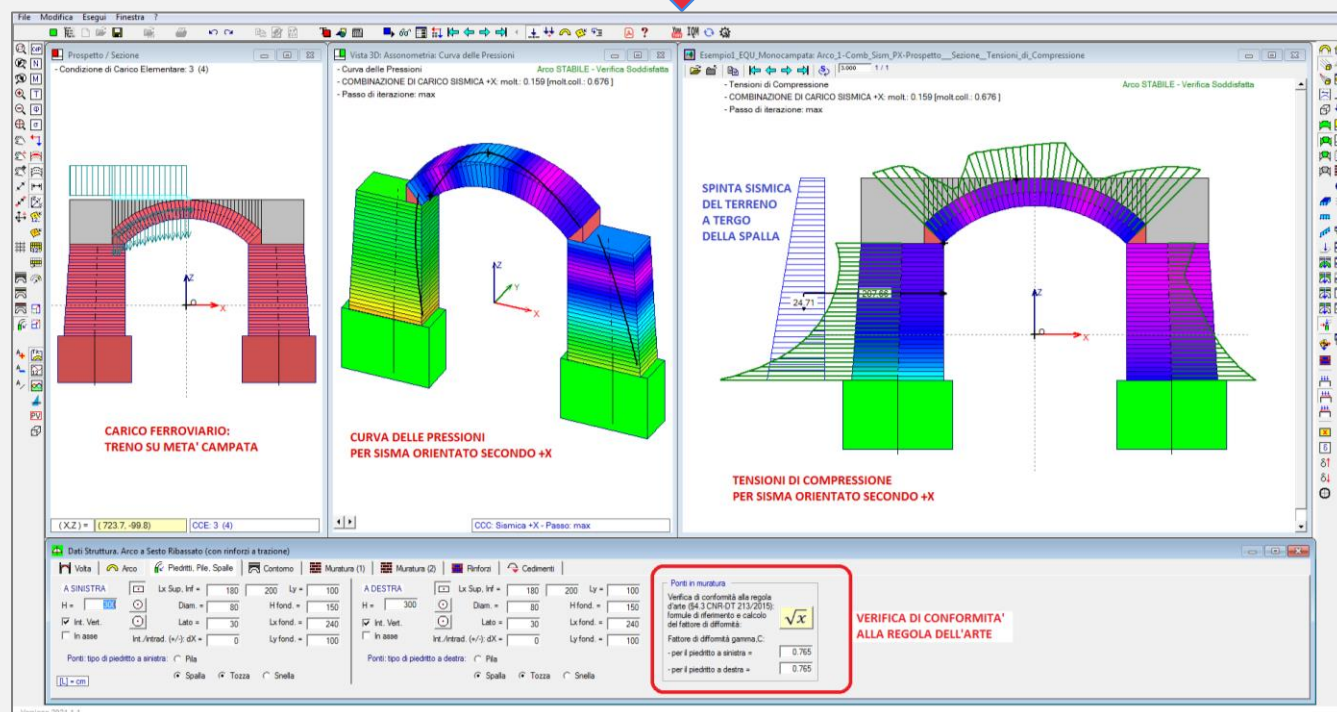
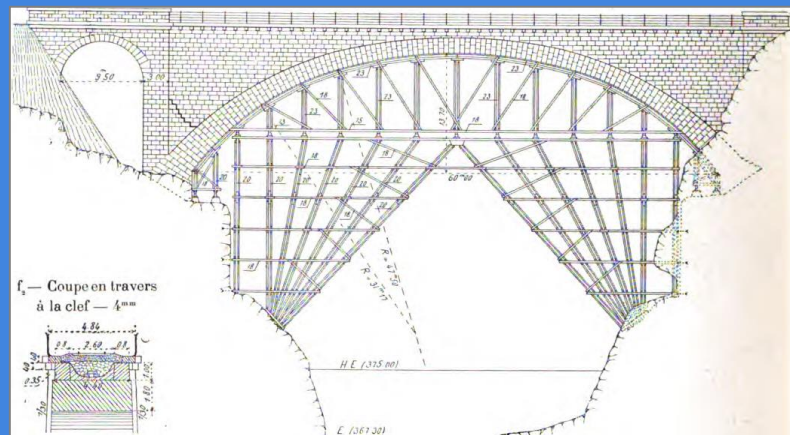
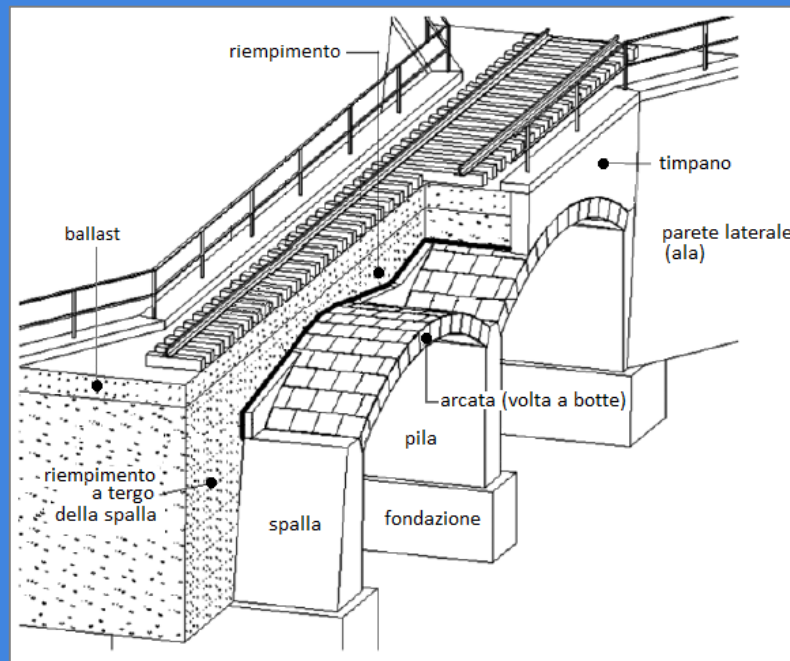
## Aedes.SAV 2025

### Analisi statica e sismica di ponti in muratura e calcestruzzo

Aedes.SAV gestisce l'analisi di ponti esistenti in muratura, di tipo stradale o ferroviario, conformemente alla Normativa vigente: D.M. 17.1.2018 e Circolare 7 del 21.1.2019, linee guida CNR-DT 213/2015: "Istruzioni per la Valutazione della Sicurezza Strutturale di Ponti Stradali in Muratura", normative specifiche per i ponti ferroviari. I ponti possono essere monocampata o multicampata, in muratura o in calcestruzzo. Sono gestiti ponti obliqui.

Nelle immagini a lato, in senso orario:

1. Elementi strutturali tipici di un ponte ferroviario in muratura. Rielaborazione da Urban e Gutermann, 2009
2. Ponte ferroviario in muratura ad un'unica arcata costruito agli inizi del '900. e Tratto da: Grandes Voûtes, di Paul Séjourné, Ingegnere capo di ponti e strade, 1916
3. Esempio di ponte monocampata

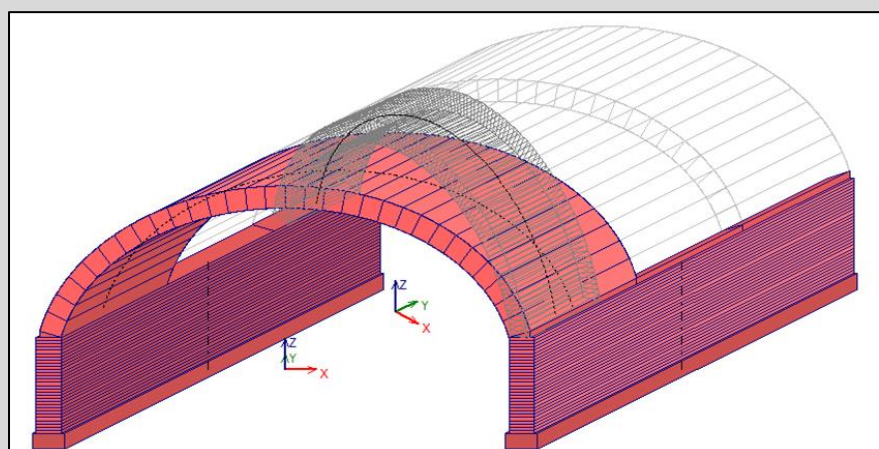


Nei ponti monocampata entrambi i piedritti sono costituiti dalle spalle, soggette alle **spinte del terreno**, calcolate automaticamente dal software ed assegnate come azioni lungo lo sviluppo in elevazione dei piedritti. Aedes.SAV distingue i casi di **spalle tozze o snelle**, trattate diversamente dal punto di vista delle spinte. La spinta statica si distingue fra **spinta a riposo** e **spinta attiva**, mentre la **spinta passiva** può essere considerata in percentuale selezionabile in input: ciò permette di inquadrare l'effettiva quota-parte di spinta passiva che può essere mobilitata per l'equilibrio della struttura.

L'incremento di spinta del terreno dovuto all'azione sismica viene distinto fra i casi di spalla snella (metodo di Mononobe-Okabe) o tozza (metodo di Wood).

## Ponti obliqui

I ponti obliqui sono caratterizzati dall'**obliquità tra pile e arcate**. Nella costruzione, per semplicità di apparecchio, si assegnava alla sezione retta un profilo ad arco di cerchio, cui conseguiva un profilo ellittico sulla sezione obliqua.



SAV modella esattamente la geometria del sistema voltato obliquo: gestisce il piano di testata contenente l'arco ellittico e le azioni che la volta trasmette ai piedritti, nel piano e fuori piano rispetto alla profondità dei piedritti. Come per i ponti a volta retta, l'analisi per carichi mobili studia gli effetti del transito per l'adeguamento, l'operatività e la transitabilità anche a mezzi pesanti o carichi eccezionali.





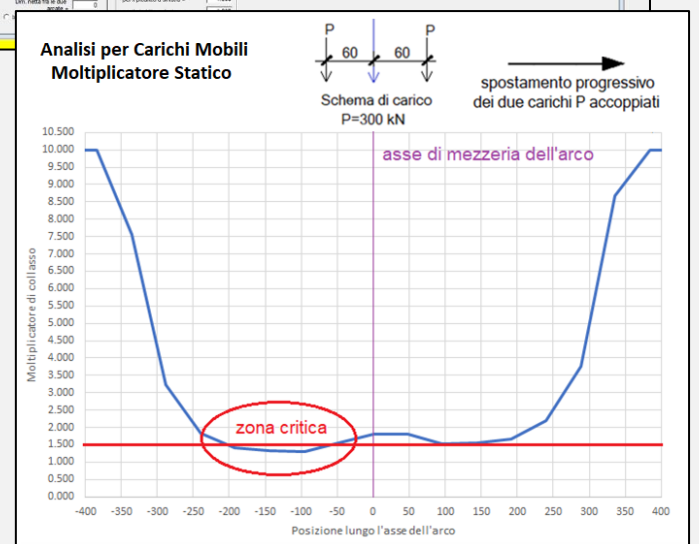
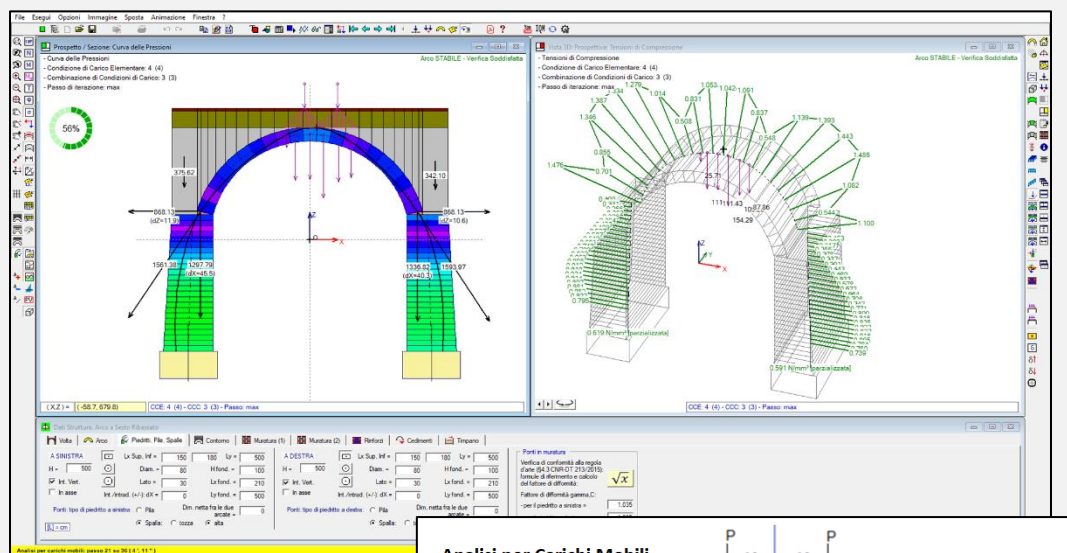
# Aedes versioni 2025

## Analisi per carichi mobili

**Aedes.SAV** studia le capacità statiche e sismiche dei sistemi voltati in muratura sottoposti a carichi concentrati mobili, valutandone gli effetti attraverso parametri tipicamente rappresentativi, quali i **moltiplicatori di collasso statico e sismico** e l'**indicatore di rischio sismico**, coerentemente con le indicazioni normative CNR-DT 213/2015.

L'analisi per carichi mobili individua la posizione più sfavorevole dei carichi attraverso una serie di elaborazioni di calcolo che risolvono il sistema voltato, tenendo conto:

- del comportamento statico e sismico
- di **tutte le possibili cause di crisi** (stabilità, resistenza per compressione, scorrimento nei conci)
- degli effetti sul sistema voltato completo (non solo l'arcata, ma anche i piedritti)
- di disposizioni generiche del carico distribuito contemporaneo ai carichi mobili e più in generale di **carichi non simmetrici** rispetto all'asse verticale in chiave.



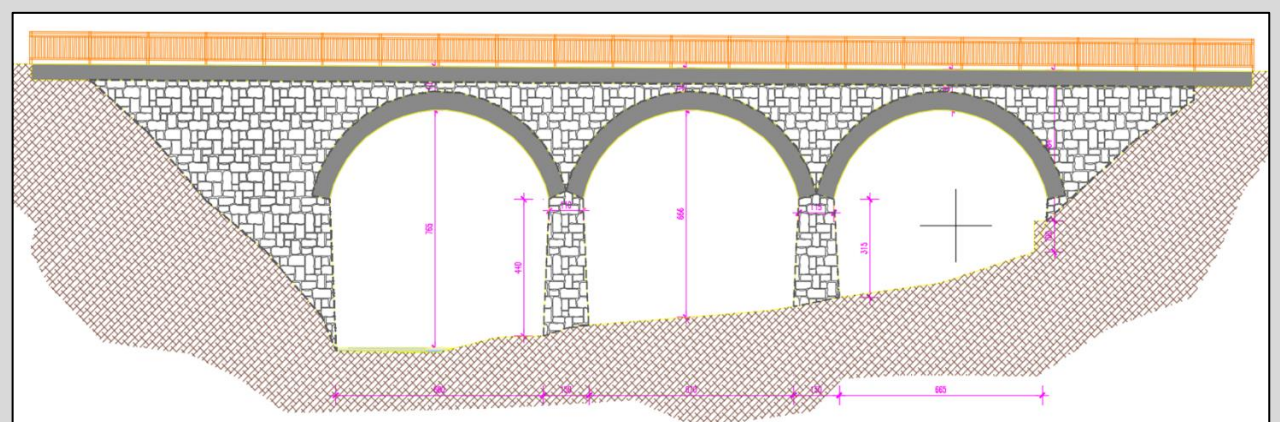
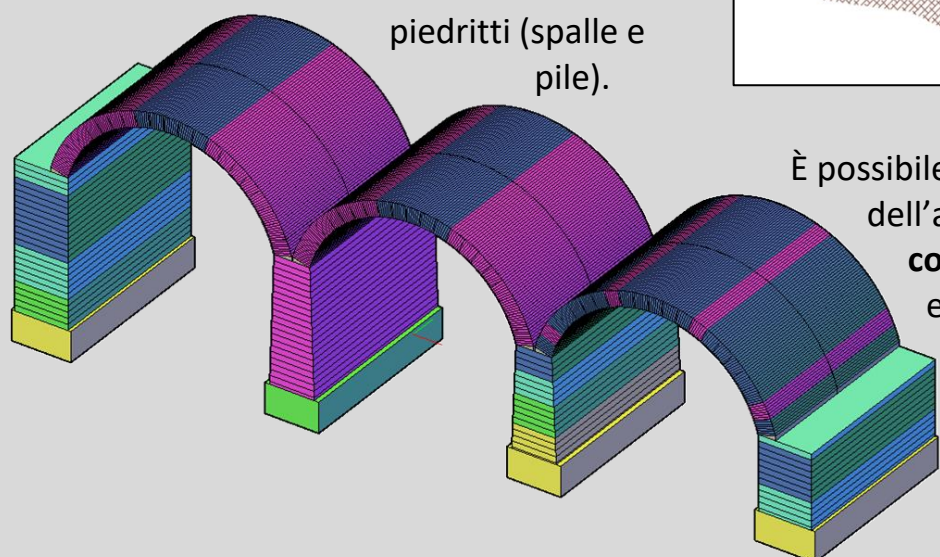
[Scopri di più sull'analisi per carichi mobili in Aedes.SAV, attraverso questo video esplicativo](#)

## Aedes.SAV 2025

### Funzionalità avanzate per ponti stradali e ferroviari

## Ponti multicampata

L'analisi dei ponti multicampata viene condotta con Aedes.SAV con un **modello unitario organizzato per sottostrutture connesse fra loro da azioni di interscambio**. Le sottostrutture sono le singole campate e le azioni di interscambio sono trasmesse dalle arcate sulla sommità dei piedritti (spalle e pile).



È possibile considerare l'**azione sismica trasversale** (ortogonale al piano dell'arcata), molto importante per le pile; più in generale, SAV gestisce la **combinazione sismica direzionale**, con le due direzioni orizzontali X e Y e la verticale Z.

Si possono modellare configurazioni eccezionali a seguito della **crisi di una singola campata**, con l'obiettivo di evitare il crollo delle campate adiacenti.

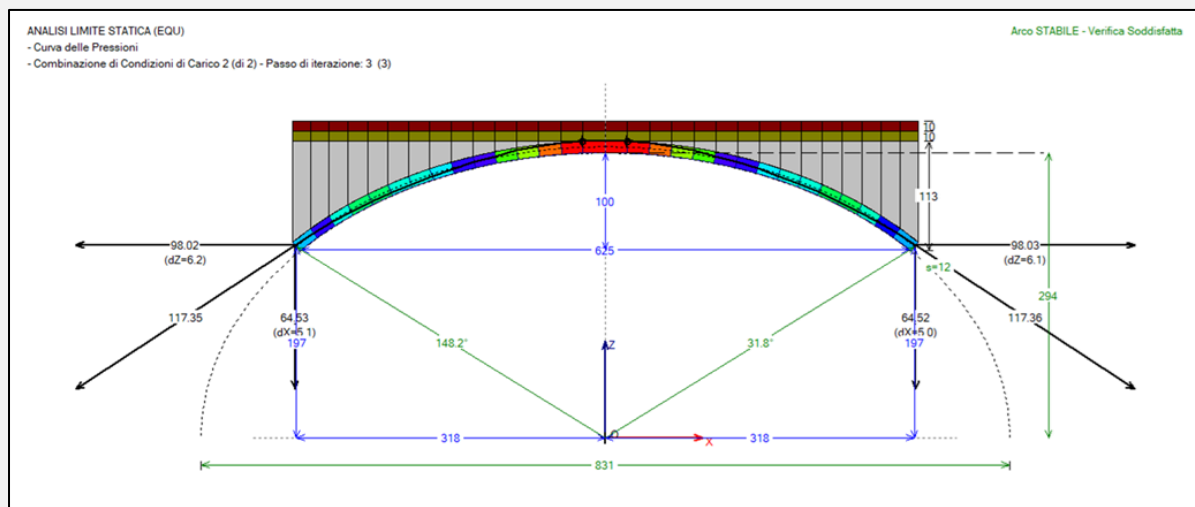
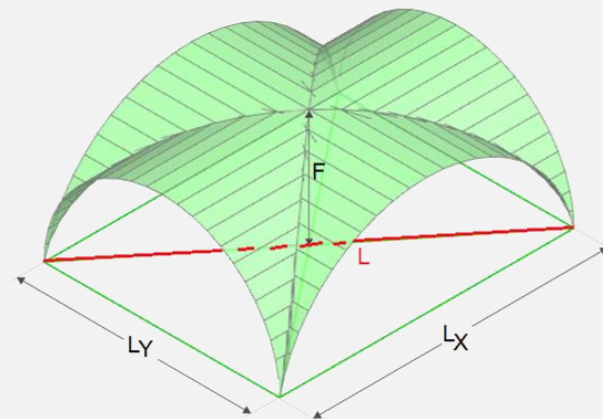
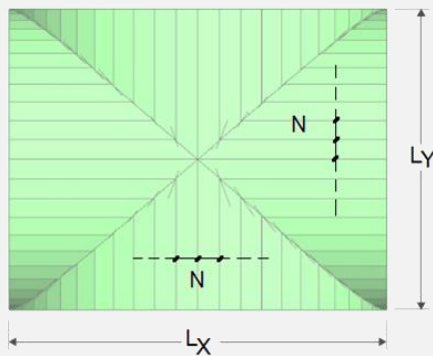


## Aedes.SAV 2025

Funzionalità avanzate

### Volte a Crociera

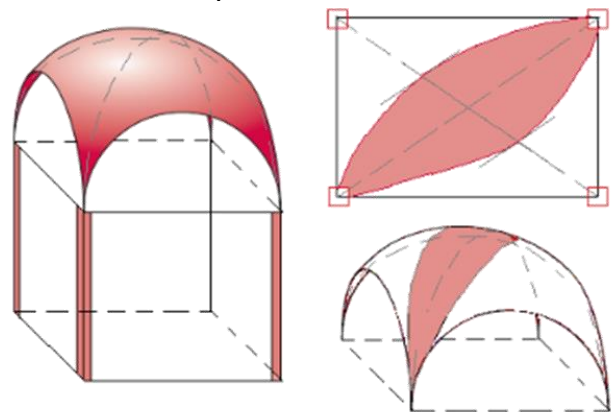
Per le volte a crociera, appositi comandi permettono la **definizione automatica dell'arco diagonale sia dal punto di vista geometrico che da quello dei carichi**, consistenti nelle azioni verticali e nelle spinte applicate dalle lunette ai conci dell'arco diagonale stesso.



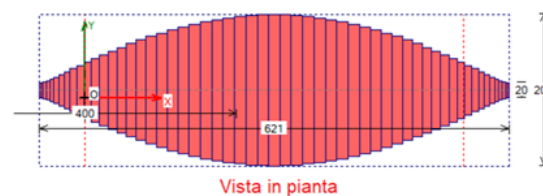
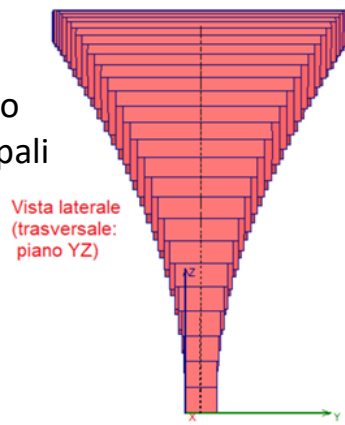
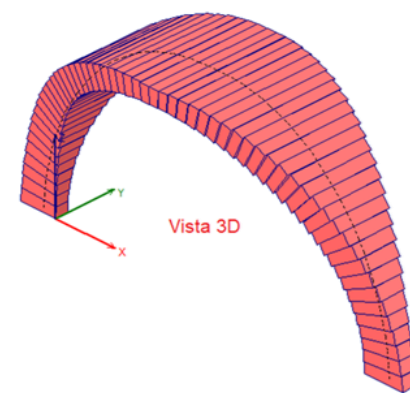
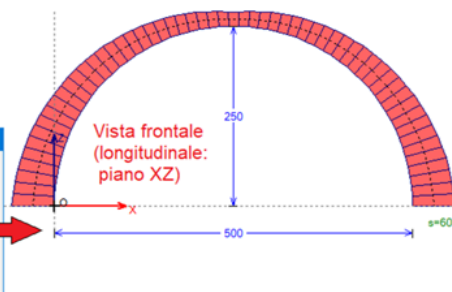
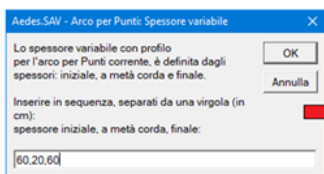
Viene gestita la **forma ellittica dell'arco diagonale**, generato dall'intersezione di due volte a botte (cilindriche) con generatrice circolare.

### Archi a profilo variabile

SAV opera su un modello piano di arco, dove profondità e spessore possono essere variabili concio per concio: ciò consente lo

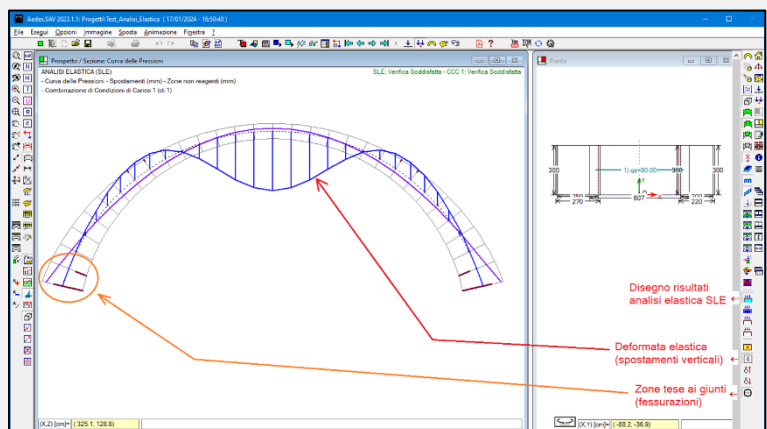


**studio di archi a profilo variabile**, in grado di rappresentare i principali elementi strutturali costitutivi delle volte spaziali (ad esempio, per una **volta a vela**).



Mediante comandi dedicati, il profilo variabile può essere elaborato agevolmente internamente a SAV a partire da una tipologia notevole, ad esempio un arco a tutto sesto.

### Analisi Elastica (SLE)



L'analisi elastica in SAV, di tipo **non lineare con muratura non reagente a trazione** (secondo §8.4.2 CNR-DT 213/2015), è finalizzata alle verifiche per **Stato Limite di Esercizio**, ed è condotta secondo un modello ad elementi finiti (FEM) **non resistenti a trazione** e applicando un **procedimento iterativo che corregge le proprietà statiche delle sezioni trasversali** in base alla sola parte reagente a compressione.

La visualizzazione dell'**arco reagente a compressione**, innovazione introdotta da SAV, sia per SLE che per SLU, evidenzia lo scheletro portante della struttura sotto i carichi agenti.

