

# Advanced School in Artificial Intelligence

## **Constraint Processing Generalized Arc-Consistency**

**Prof. Marco Gavanelli**



*Progetto di alta formazione in ambito tecnologico economico e culturale per una regione della conoscenza europea e attrattiva approvato e cofinanziato dalla Regione Emilia-Romagna con deliberazione di Giunta regionale n. 1625/2021*

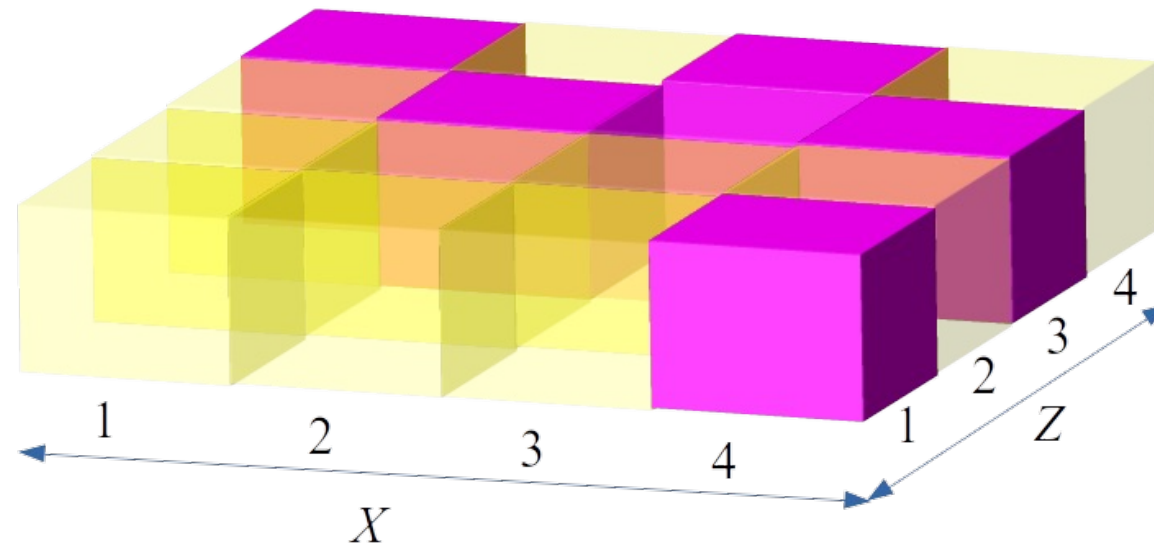
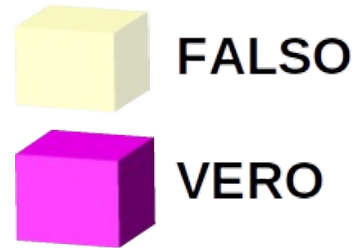


**Università  
degli Studi  
di Ferrara**

## VINCOLI N-ari

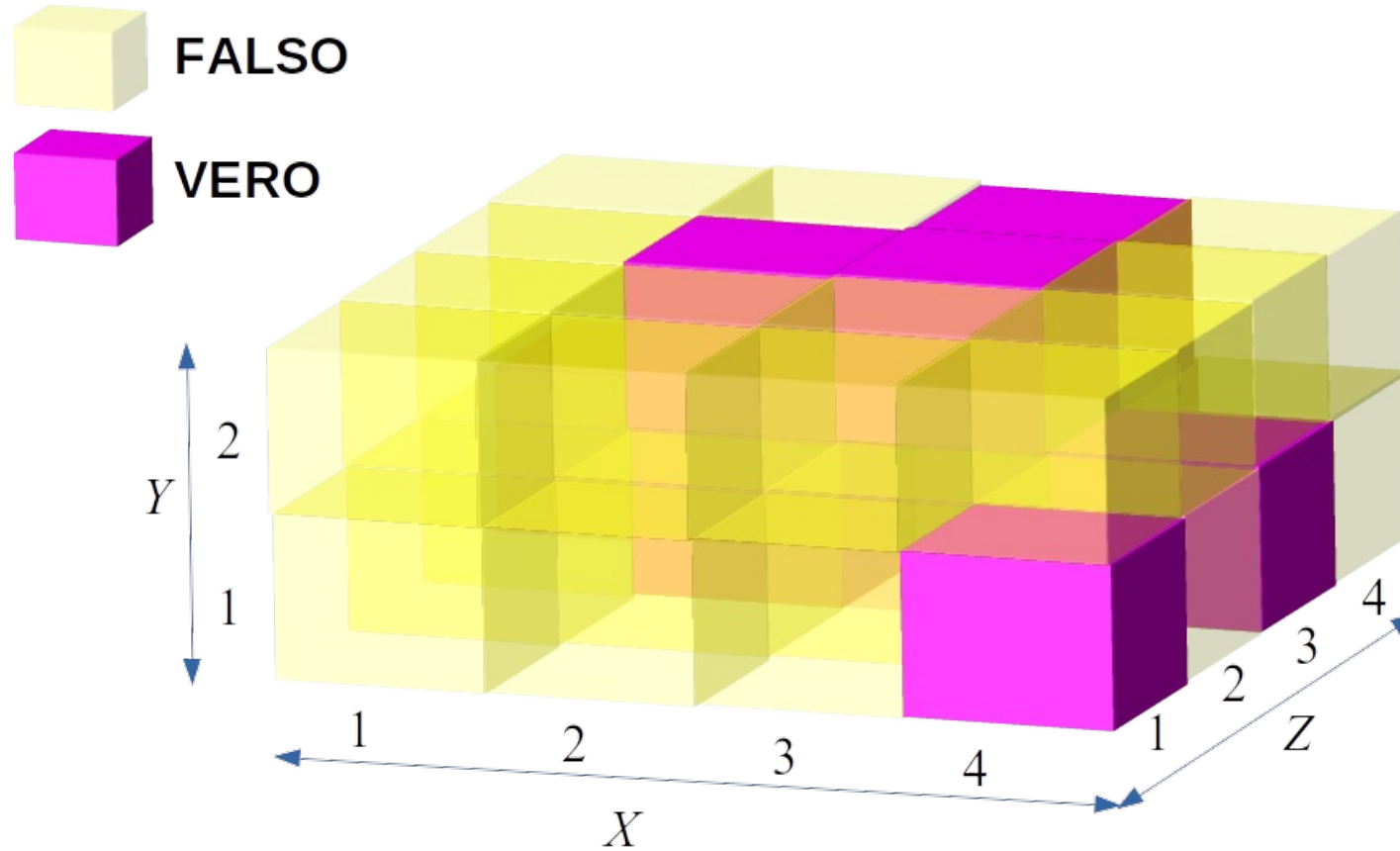
- Per vincoli  $n$ -ari, non c'è più l'interpretazione come grafo. Es:  $X+Y=Z$
- **Generalized Arc Consistency (GAC)**  
(o **Hyper Arc-Consistency** o **Domain-Consistency**):  
Un vincolo  $c(X_1, X_2, \dots, X_n)$  è arc consistent in senso generalizzato se
  - Per ogni variabile  $X_i$  ( $i=1..n$ ), per ogni valore  $g \in \text{dom}(X_i)$
  - Esiste un assegnamento alle rimanenti  $n-1$  variabili  
 $X_1 \rightarrow v_1, \dots, X_{i-1} \rightarrow v_{i-1}, X_{i+1} \rightarrow v_{i+1}, \dots, X_n \rightarrow v_n$
  - tale che  $c(v_1, \dots, v_{i-1}, g, v_{i+1}, v_n)$  è vero (soddisfatto).

## GAC, graficamente



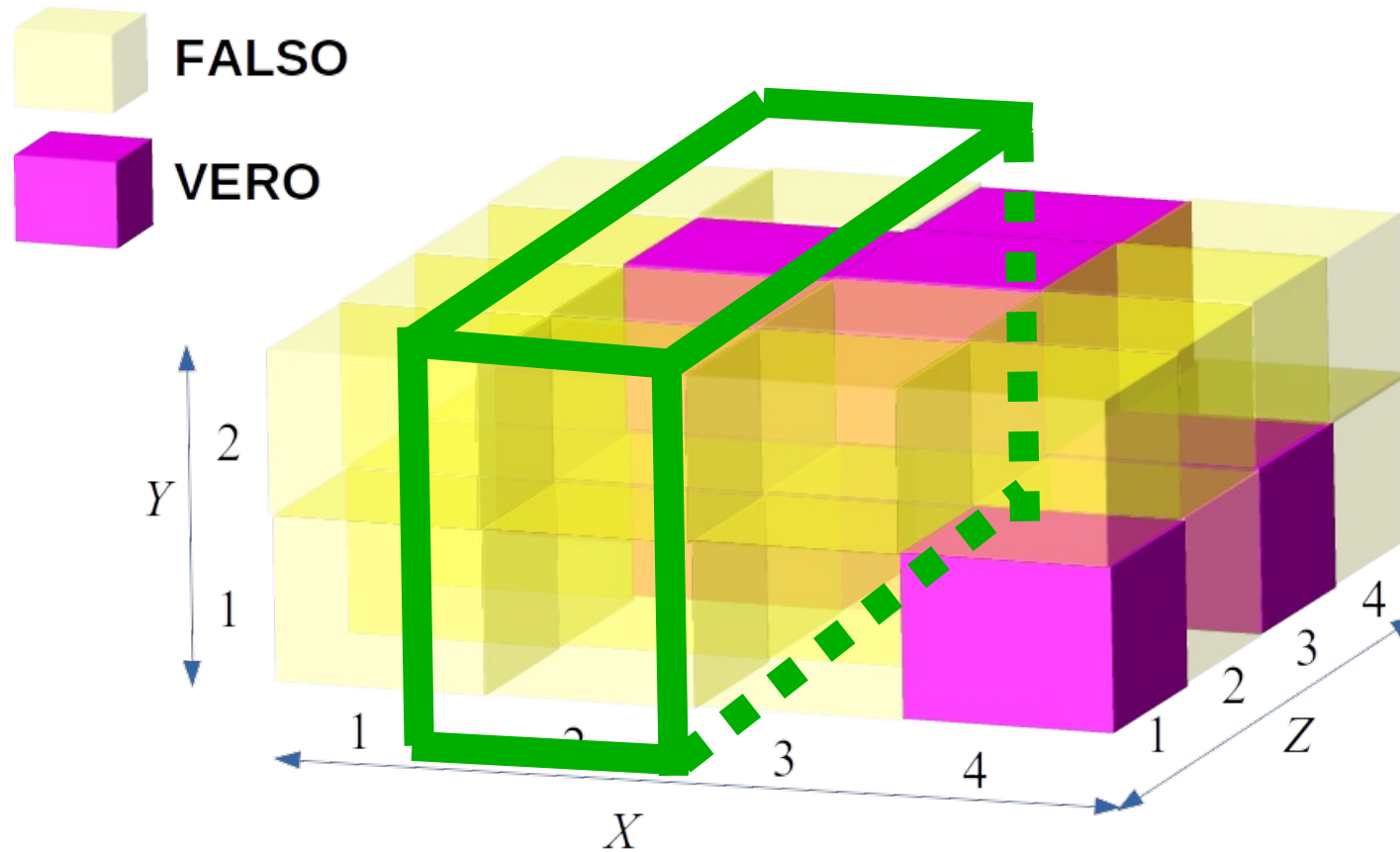


## GAC Graficamente



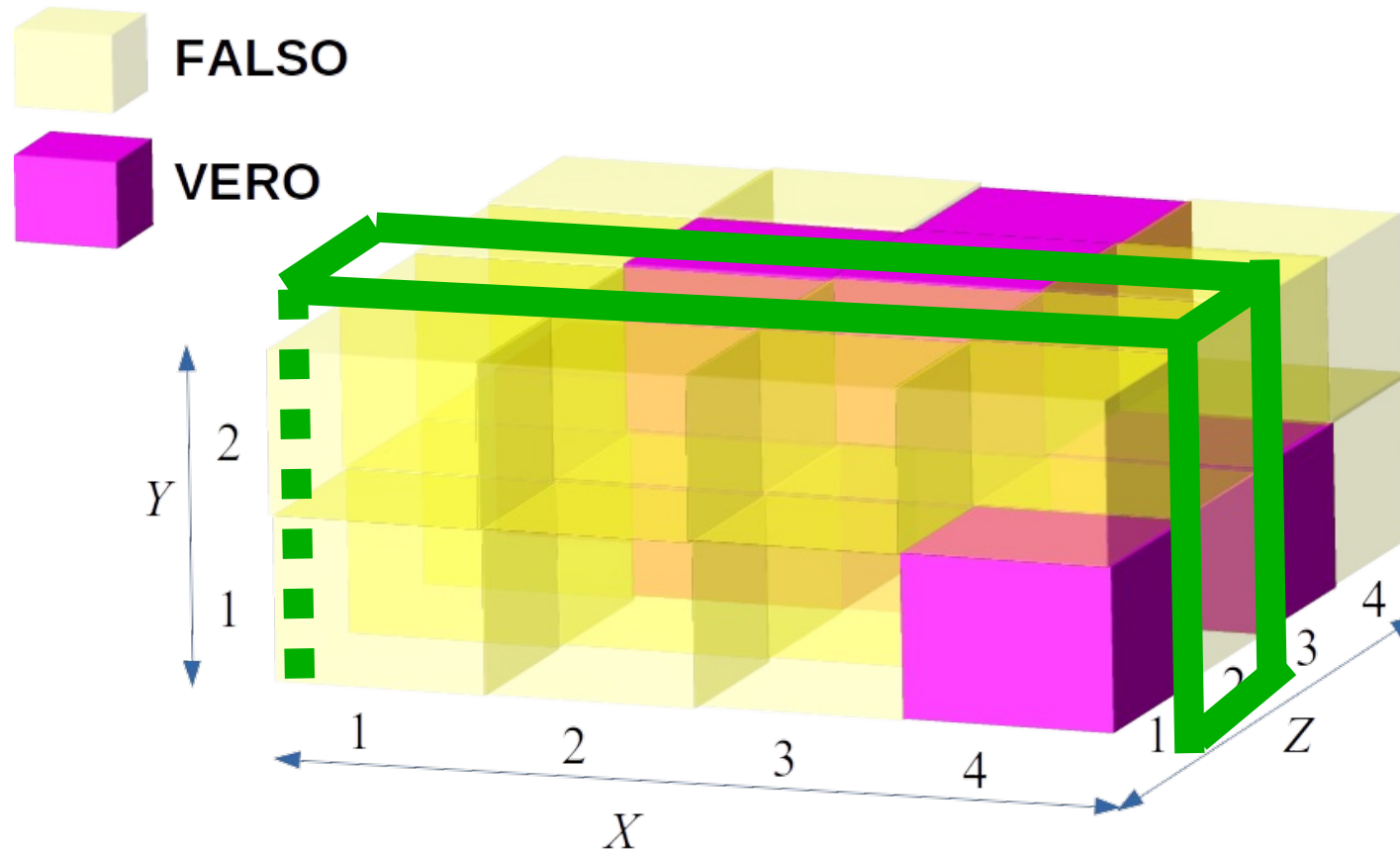
## GAC Graficamente

**$X=2$  è generalized arc-consistent? 🗨️**



## GAC Graficamente

**Z=2 è generalized arc-consistent?** 



## Vincoli N-ari: espressioni

- Grazie alla GAC si possono propagare vincoli come

**somma(A,B,C)**

vero se  $A+B=C$ , (analogamente per il prodotto, ...).

- Questi vincoli sono già definiti, con zucchero sintattico. Possiamo usare direttamente:

- constraint  $A+B = C$ ;** riscritto come **somma(A,B,C).**

- Si possono anche scrivere vincoli contenenti espressioni, che possono essere riscritti in sequenze di vincoli.

Ad esempio:

- constraint  $A < B * C + D$ ;** riscritto come 
$$\left\{ \begin{array}{l} A < X1 \\ B * C = X2 \\ X2 + D = X1 \end{array} \right.$$

## Esercizio

- Si consideri il seguente CSP:
- `var -2..3 : A;`
- `var -1..4 : B;`
- `var 2..7 : P;`
- `constraint A*B = P;`
- Si mostri la propagazione Generalized Arc-Consistency.