



AICA



POLITECNICO
DI TORINO



CONGRESSO NAZIONALE AICA 2011



POLITECNICO DI TORINO

16 novembre 2011

<http://congressoaica2011.polito.it>

QUADRANTE DI RIDONDANZA

«La ridondanza come
supporto tecnologico
al business delle
imprese»

Carlo Muzzi
muzzi@acm.org

«Ridondanza»: un richiamo alle origini

RIDONDANZA DEI SISTEMI NEL MONDO REALE

Carlo Muzzi

AICA - Associazione Italiana per l'Informatica ed il Calcolo Automatico

ABSTRACT

Il progresso tecnologico ha reso sempre più pervasiva l'esistenza di sistemi che automatizzano ed assistono le attività costituenti la vita quotidiana e professionale di individui ed organizzazioni.

In molti ambienti l'alta disponibilità e affidabilità dei sistemi ha assunto un valore rilevante, un'esigenza e un vantaggio spesso percepito come strategico che spinge verso un'attenzione crescente al tema della **ridondanza**: un requisito oggi frequentemente riscontrabile nella progettazione dei sistemi. Questo documento costituisce la proposta di un modello formale e di un approccio metodologico che si ritengono utili per affrontare tale tematica.

1 INTRODUZIONE

L'esigenza di implementare soluzioni di fault tolerance nei sistemi complessi costituisce da sempre ambito di interesse della comunità scientifica e tecnologica. Tra i diversi orientamenti seguiti negli ultimi decenni si è visto recentemente sviluppare, particolarmente nell'ambito dell'ICT, un prevalente interesse verso l'approccio per *ridondanza* [1]: questo articolo tratterà dell'implementazione della ridondanza nei sistemi concretamente esistenti nel mondo reale.

Nella prima parte di questa trattazione verrà proposto un modello di riferimento formale che permetterà di rappresentare, secondo un approccio oggettivamente rigoroso, il grado di ridondanza offerto da un sistema: grado che, come vedremo nel seguito, risulta spesso condizionato da elementi soggettivi che derivano dallo scenario ambientale in cui lo stesso sistema ridonato opererà.

Le due sezioni successive tratteranno di una serie di strumenti utili al progettista che deve affrontare tematiche di ridondanza all'interno di un contesto del mondo reale.

Infine, seguirà una breve discussione sui principi cardine che possono essere assunti quali base di riferimento per possibili approcci metodologici che assistono nei progetti di ridondanza.

Atti

CONGRESSO NAZIONALE AICA 2009

Un nuovo "made in Italy" per lo sviluppo del Paese
ICT per la valorizzazione dei beni e delle attività culturali

«Ridondanza»: l'obiettivo

L'obiettivo da perseguire è affrontare progetti di sistemi ridondati che permettano al business dell'impresa di operare in continuità:

- mediante un modello matematico con una rigorosa base formale: la matrice di ridondanza
- utilizzando principi metodologici che assistono nella massimizzazione dei risultati
- sintetizzando in un numero il grado di ridondanza di ogni partizione del sistema
- esponendo i risultati del modello matematico attraverso una (sempre rigorosa) rappresentazione grafica: il quadrante di ridondanza

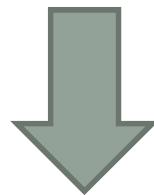
Un facilitatore
che:

- semplificherà le attività e le decisioni degli attori coinvolti nel progetto
- aumenterà la consapevolezza su quanto si realizza
- evidenzierà preventivamente investimenti, vantaggi e limiti del progetto
- **... ma soprattutto renderà evidente ai finanziatori dei progetti cosa si otterrà investendo sulla ridondanza!**

Matrice di ridondanza

È una matrice quadrata \mathbf{M} di n righe e n colonne ($n > 1$), in cui i singoli elementi m_{ij} rappresentano i livelli di reciproca ridondanza tra gli n nodi interagenti che costituiscono l'intero sistema.

$$\mathbf{M} = \mathbf{M}_{n \times n} = [m_{ij}] = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & \cdots & m_{1n} \\ m_{21} & m_{22} & \cdots & m_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ m_{n1} & m_{n2} & \cdots & m_{nn} \end{bmatrix} \quad \mathbf{M}_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{se } i \neq j \text{ e le funzionalità del nodo } i \\ & \text{sono replicate dal nodo } j \\ 0 & \text{in tutti gli altri casi} \end{cases}$$

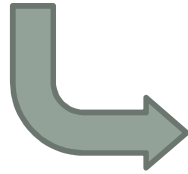


Se il sistema è **completamente ridondato**, la sommatoria di tutti i valori $\{\mathbf{S}^i\}$ è un numero naturale pari a $n(n-1)$:

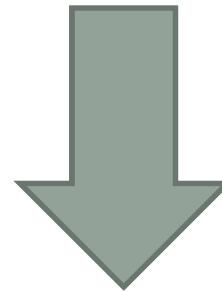
$$\sum_{i,j=1}^n m_{ij} = n(n-1)$$

Grado di ridondanza

È il numero naturale \mathbf{g} così definito: $\mathbf{g} = \sum_{i,j=1}^n m_{ij}$ dove $0 \leq \mathbf{g} \leq n(n-1)$



sintetizza in un solo **numero** il grado di ridondanza di cui gode un sistema !!!



Se il sistema è **completamente ridonato**, il grado di ridondanza assume il valore massimo:

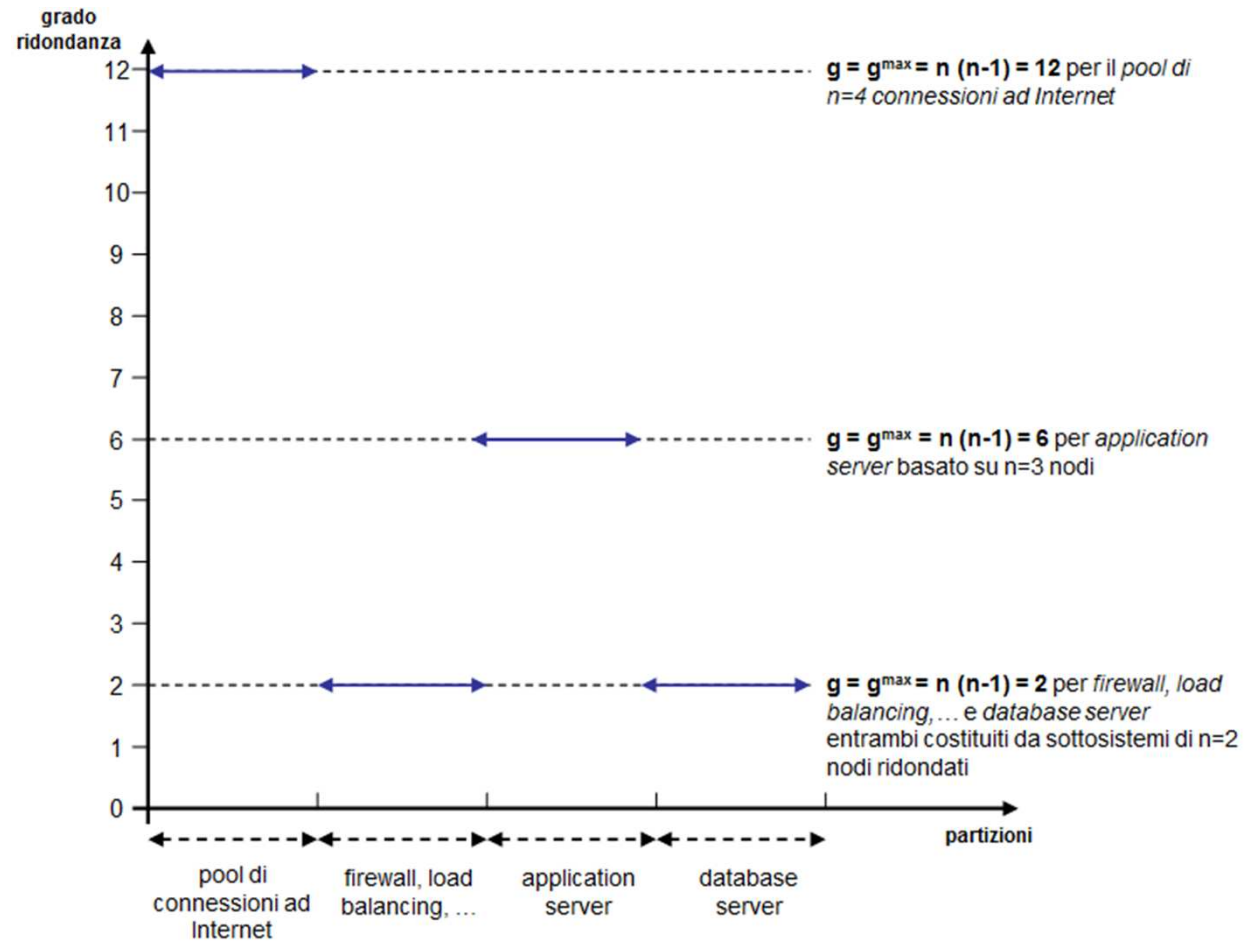
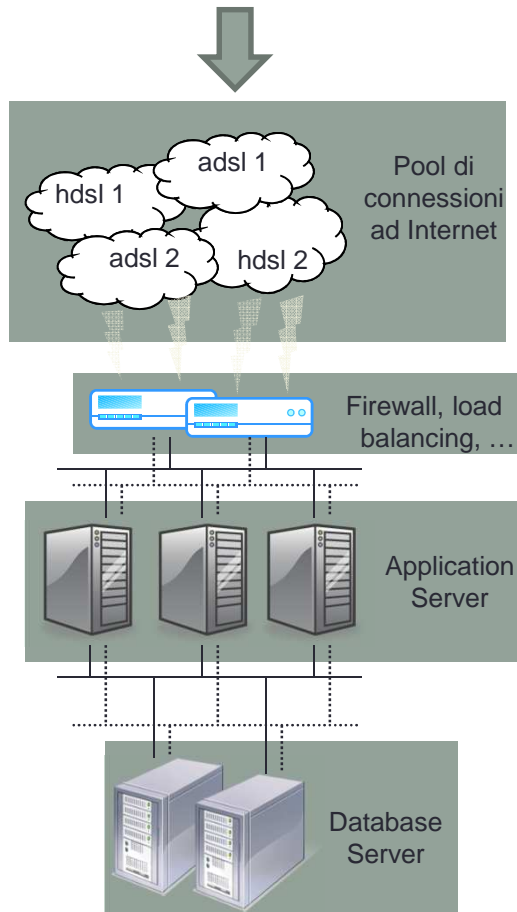
$$\mathbf{g}^{max} = n(n-1)$$

Un caso di riferimento

Si sono applicati i principi metodologici del modello al caso della gestione ordini di un'impresa di produzione industriale:

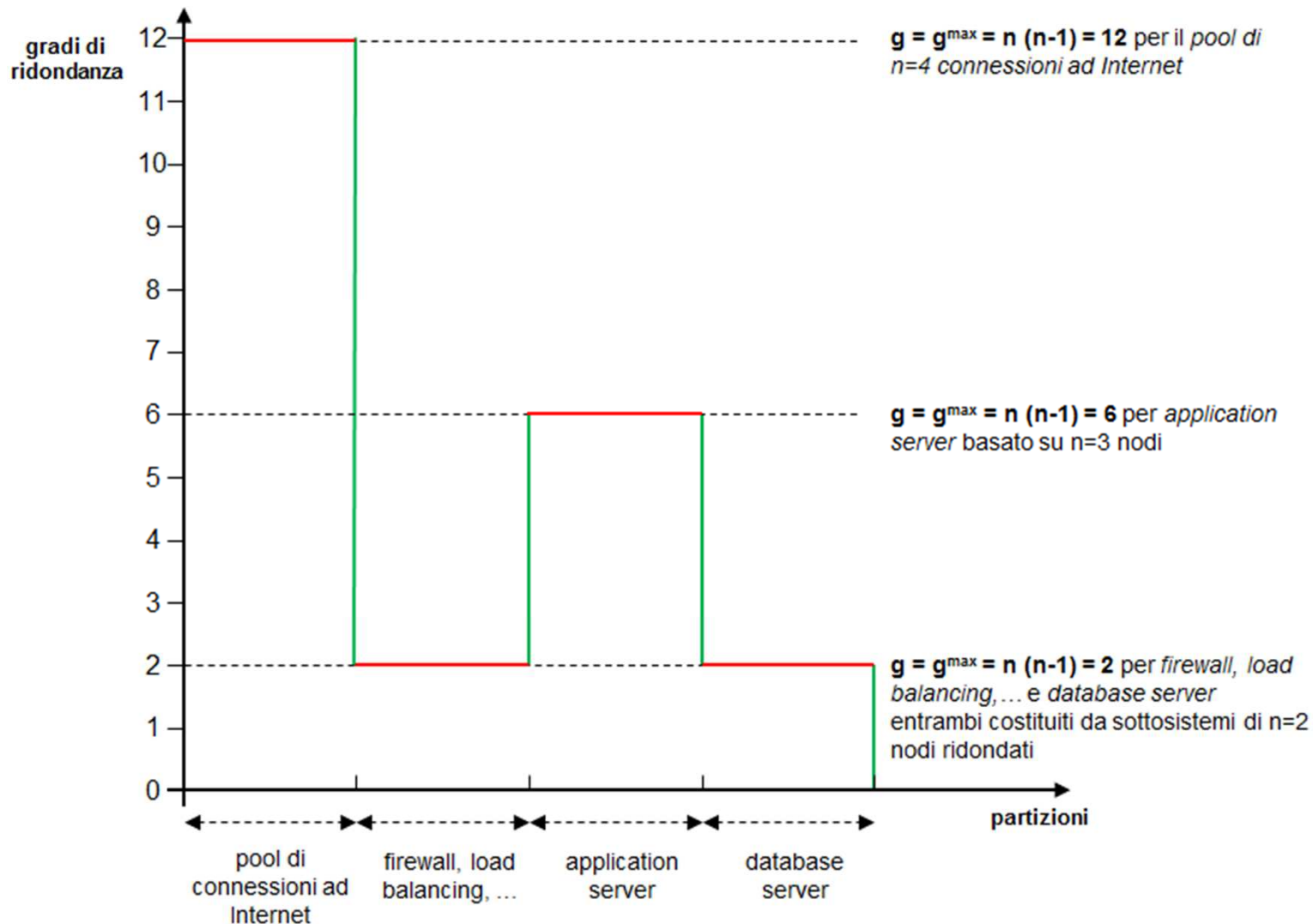
Identificazione dei contesti

Proliferazione degli elementi ridondabili
Selezione degli elementi da ridondare



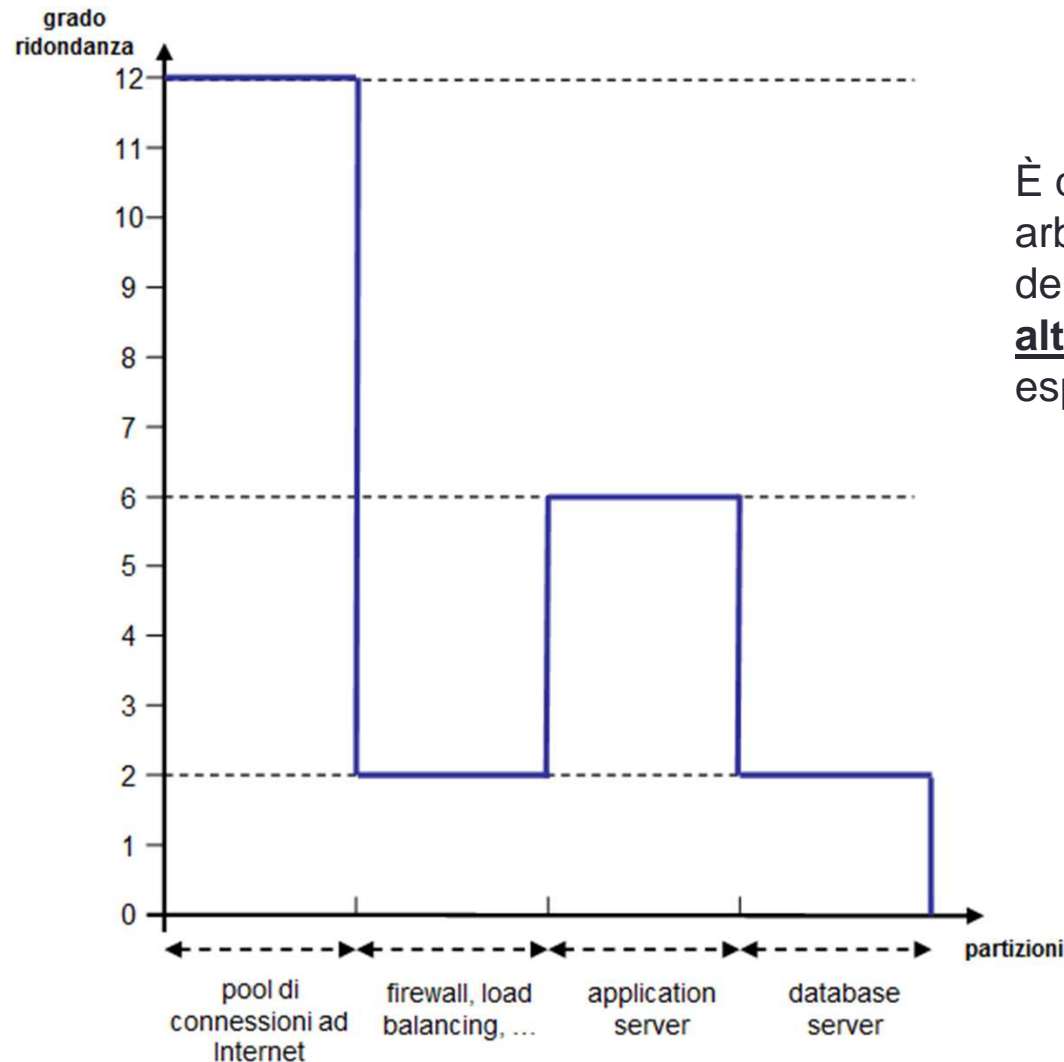
Rappresentazione grafica

Un progetto di ridondanza è rappresentabile graficamente con una funzione continua :

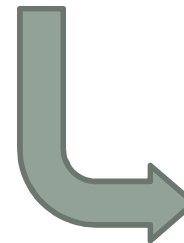


Indipendenza delle dimensioni sugli assi

La dimensione rappresentata sull'asse X è **indipendente** dall'asse Y.



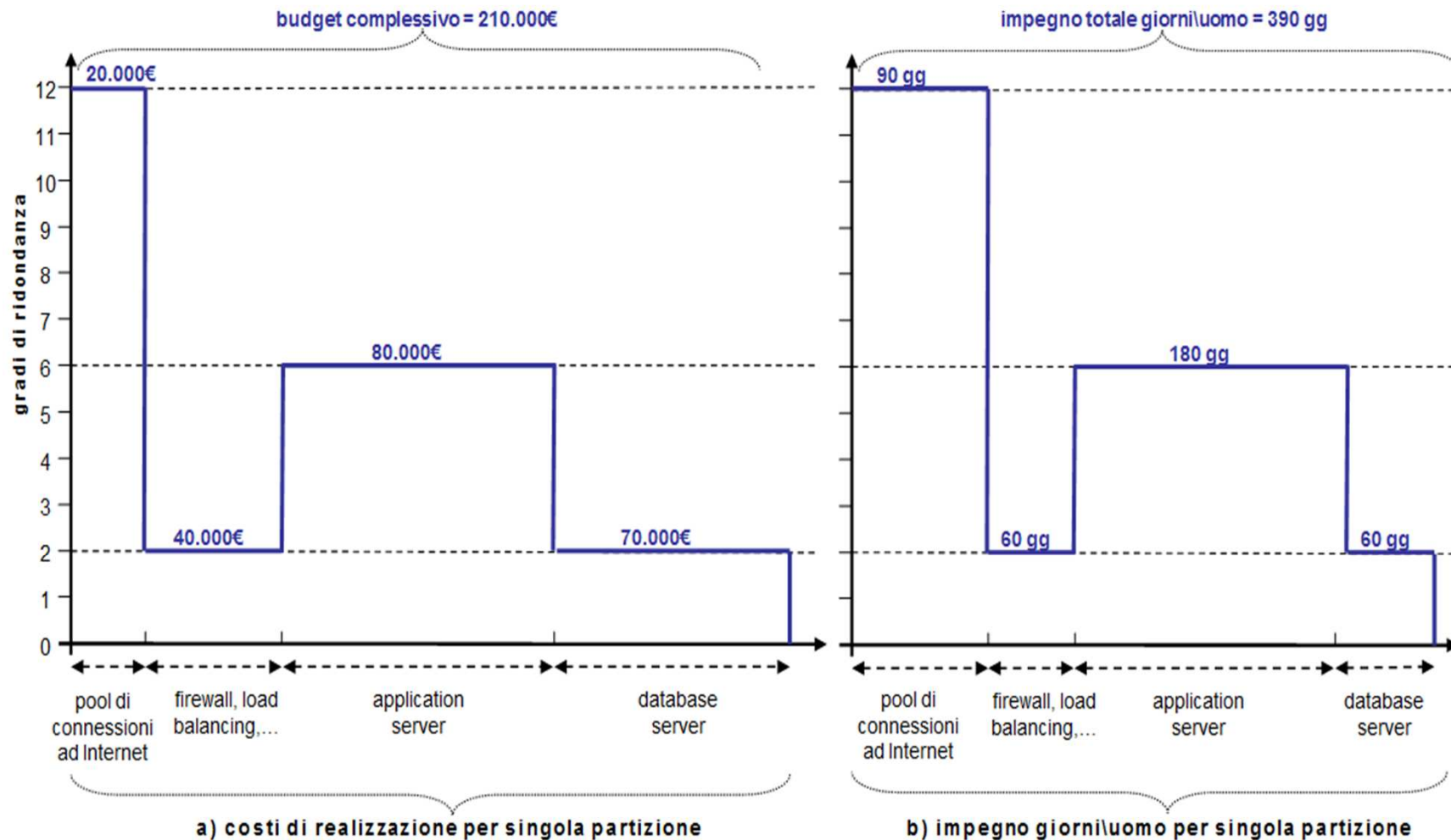
È quindi possibile modificare arbitrariamente la larghezza dell'intervallo di ogni partizione **senza alterare il grado di ridondanza** espresso sull'asse verticale...



...ne consegue che la dimensione orizzontale è **liberamente utilizzabile** per altri scopi!!

Alcune esempi

Da notare come il grado di ridondanza (asse Y) è costante per ogni partizione del progetto, mentre l'ampiezza degli intervalli orizzontali sono in misura proporzionale rispetto alla variabile scelta per dimensionare l'asse X.



Quadrante di ridondanza

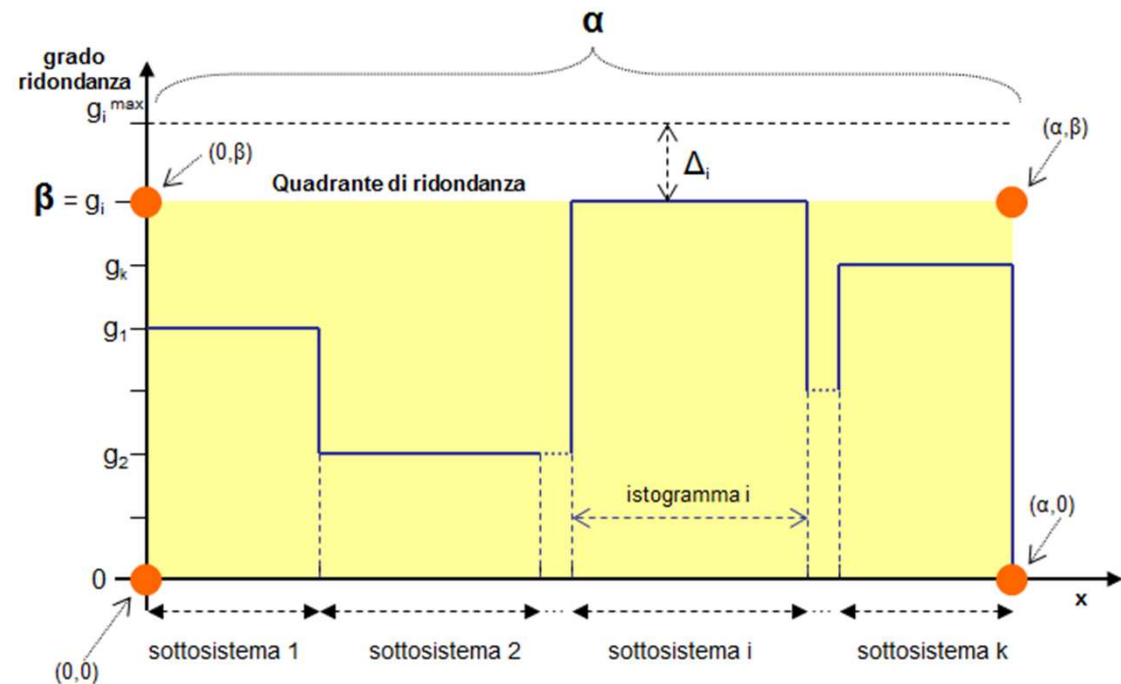
In un sistema ridondato \mathbf{S} composto dal partizionamento di un numero finito k di sottosistemi ($1 \leq k, k \in \mathbb{N}$) tutti ridondati, indichiamo con g_i il grado di ridondanza dell' i -simo sottosistema e con $w_i(x) \in \mathbb{R}$ il valore che tale sottosistema assume rispetto al parametro adottato sull'asse X .

Indicando con: $\alpha = \sum_{i=1}^n w_i(x)$

$\beta = \text{Max} \{g_1, g_2, \dots, g_k\}$

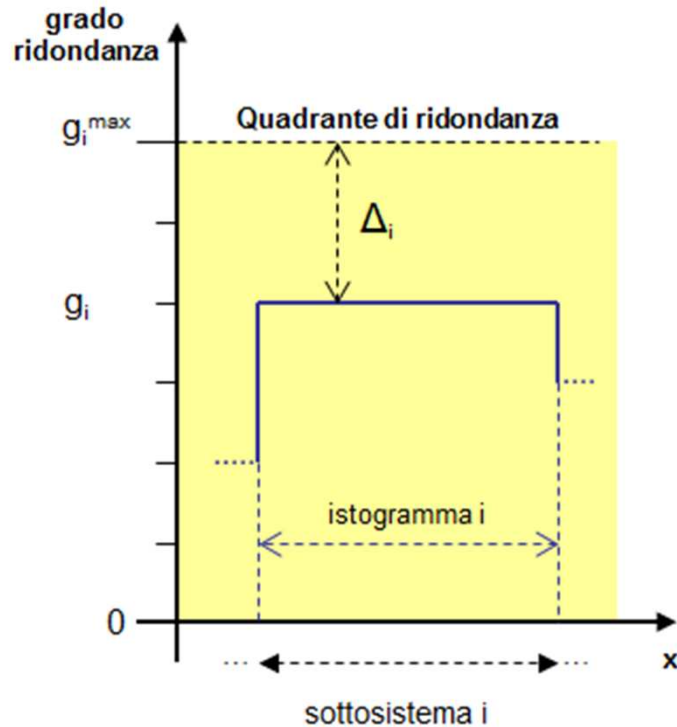
Il **quadrante di ridondanza** è il I quadrante di un sistema di riferimento cartesiano delimitato dai punti $(0,0)$, $(\alpha,0)$, (α,β) , $(0,\beta)$ in cui:

- i) il segmento dell'asse delle ascisse compreso tra i punti $(0,0)$, $(\alpha,0)$ viene suddiviso in k intervalli contigui e disgiunti in cui ogni segmento i -simo ha ampiezza pari a $w_i(x)$
- ii) per ogni intervallo i -simo delimitato tra i punti $(a,0)$, $(b,0)$ dell'asse delle ascisse si traccia un parallelo intervallo delimitato dai punti (a, g_i) , (b, g_i)
- iii) viene tracciato un segmento parallelo all'asse delle ordinate per connettere il punto finale dell'intervallo i -simo con quello iniziale dell'intervallo $i+1$ -simo



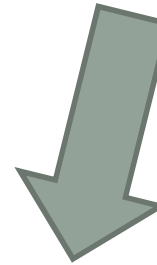
Altezza limite del quadrante di ridondanza

Per qualsiasi intervallo i presente in un generico quadrante di ridondanza, $g_i = g_i^{\max}$ è il limite superiore di tale intervallo rispetto all'asse verticale.



Significato formale: nel progetto di un sistema ridondato si raggiunge la **massima ridondanza** quando tutti gli intervalli Δ_i tendono a zero:

$$g_i^{\max} = \lim_{\Delta_i \rightarrow 0} g_i$$



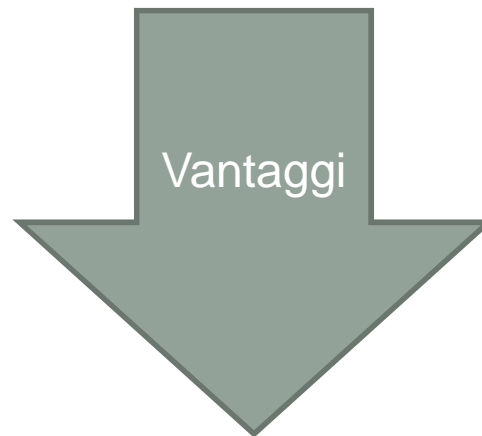
Significato economico sull'investimento: superando tale limite eventuali ulteriori investimenti **rischiano di essere sovradimensionati dal punto di vista della ridondanza!**

→ anche se vi potranno essere altre motivazioni per adottarli: ampliamento capacità produttiva, aumento sicurezza del lavoro, ...

Rappresentazioni canoniche

Tre le molte dimensioni che possono essere rappresentate sull'asse orizzontale di ogni quadrante di ridondanza, le **rappresentazioni canoniche** sono particolarmente significative:

- banale (semplice elencazione dei sottosistemi)
- costi di messa realizzazione
- costi di manutenzione
- tempi di attivazione = impegno delle risorse umane + tempi ai approvvigionamento delle risorse hardware e software
- green
- tipica dei processi di uno specifico contesto aziendale



- facilita la trattazione e la comprensione delle tematiche dei progetti di ridondanza
- aumenta la consapevolezza degli attori coinvolti (team specialistici e committenti)
- riduce o mitiga i rischi nell'espletamento del business
- assiste nei processi di compliance a norme\regolamenti
- **incrementa la continuità operativa dell'impresa e del business!**