



Il processo di modellazione

Marilisa Favretto

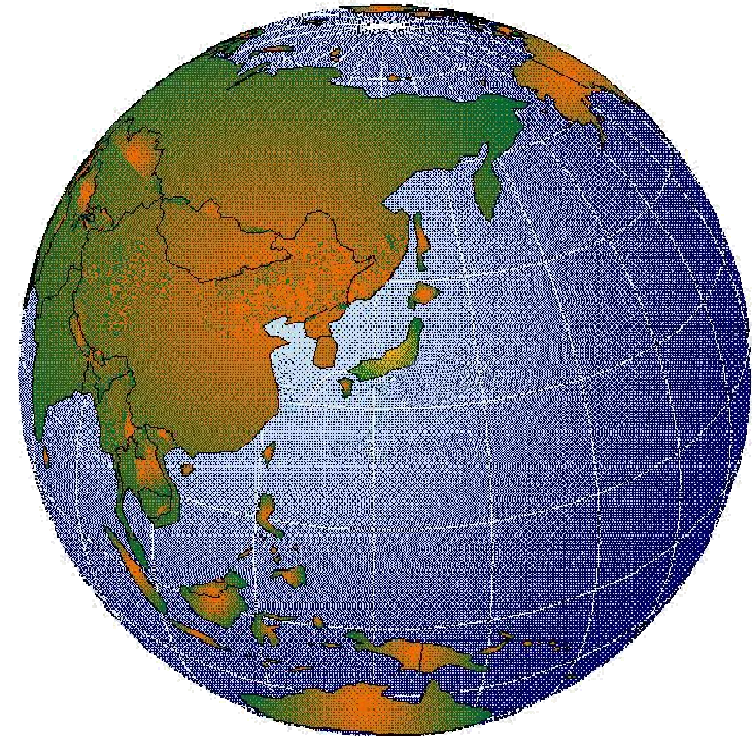
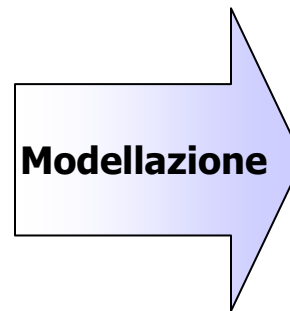
Università degli studi di Udine

Perché modellare?

La necessità di simulare la realtà



Realtà complessa



Modello = Riduttore di complessità

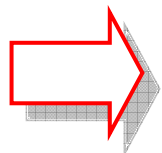
“La mappa non è il territorio”

Le opportunità della simulazione

- L'utilità di un modello System Dynamics risiede nel fatto che esso costituisce una sorta di **laboratorio dove eseguire esperimenti per comprendere** il comportamento di un sistema (*micromondi*).
- Questi esperimenti sono fondamentali **per anticipare possibili risposte del sistema e sviluppare nuovi interventi** per governare al meglio le realtà complesse.
- La simulazione permette di operare in un **ambiente protetto**, con **costi e tempi ridotti**.

COME SI COSTRUISCE UN MODELLO

1. Si costruisce il modello per analogia con la realtà



- riflette la complessità dei sistemi reali

- non possono essere trovate soluzioni ottimali

2. La "domanda" sulla realtà viene trasformata in una domanda da fare al modello
3. Facendo evolvere il modello (simulazione), esso fornisce una risposta
4. La risposta viene poi trasferita per analogia al sistema reale.

Perché simulare la realtà?

La necessità di reagire in anticipo



La parabola della rana bollita

- Una rana gettata in una pentola di acqua bollente reagisce istantaneamente e salta fuori dalla pentola per salvarsi.
- Una rana immersa in una pentola d'acqua fredda posta sopra una fiamma, invece, si rende conto troppo lentamente dell'aumento della temperatura e finisce per morire bollita.

Senge, 1990

Rana bollita = Organizzazione che non reagisce in tempo ai segnali deboli

Un famoso tipo di simulazione



Il simulatore di volo



Alcuni fallimenti nella storia e mancanza di simulazione:

- Controllo crescita in Romania
- Inflazione USA ('70)
- Auto elettrica in California

Il processo di modellazione

Si possono individuare **5 macro-fasi**:

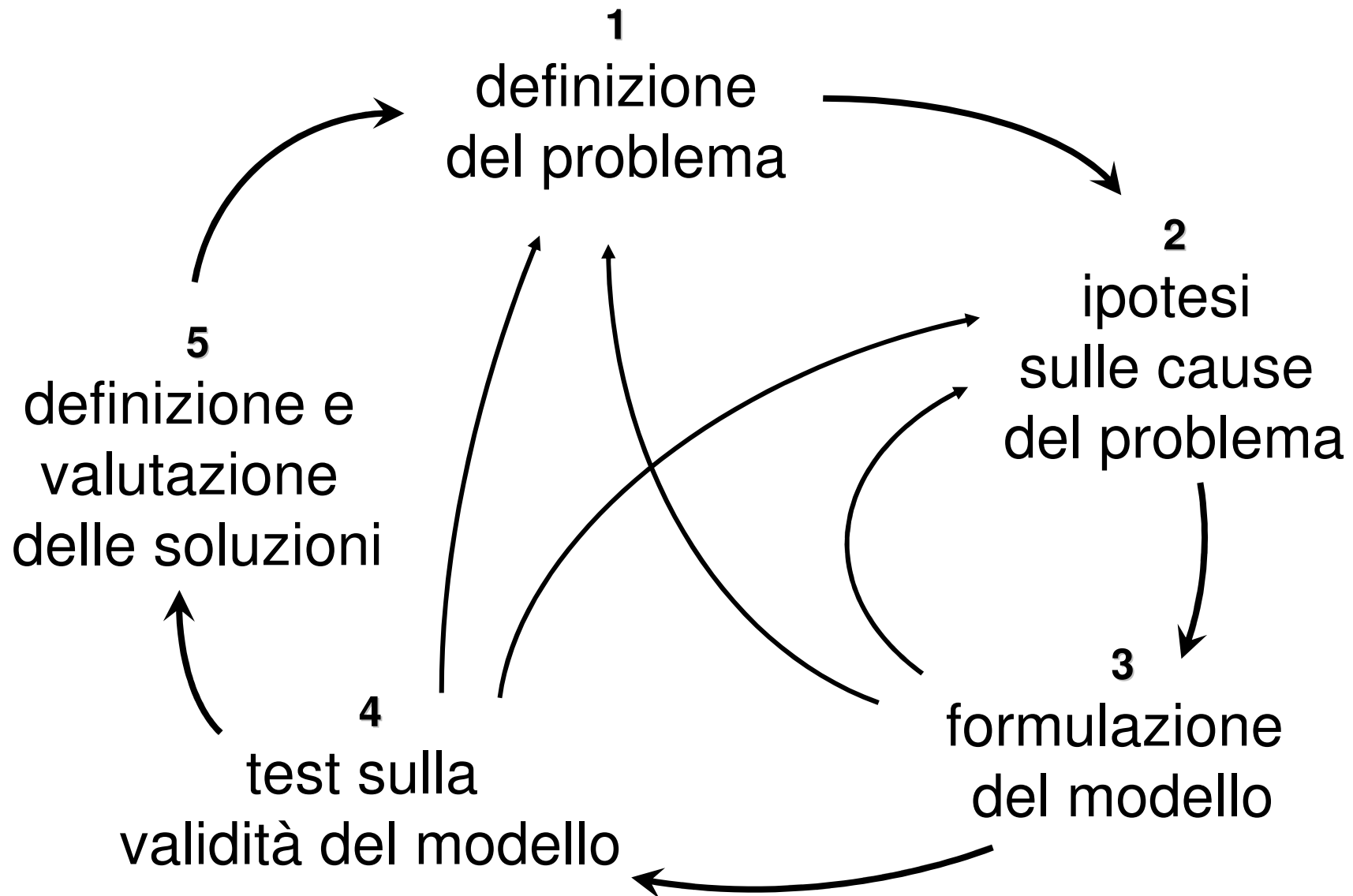
1. definizione del problema
2. ipotesi sulle cause del problema
3. formulazione del modello
4. test sulla validità del modello
5. definizione e valutazione delle soluzioni

interpretazione

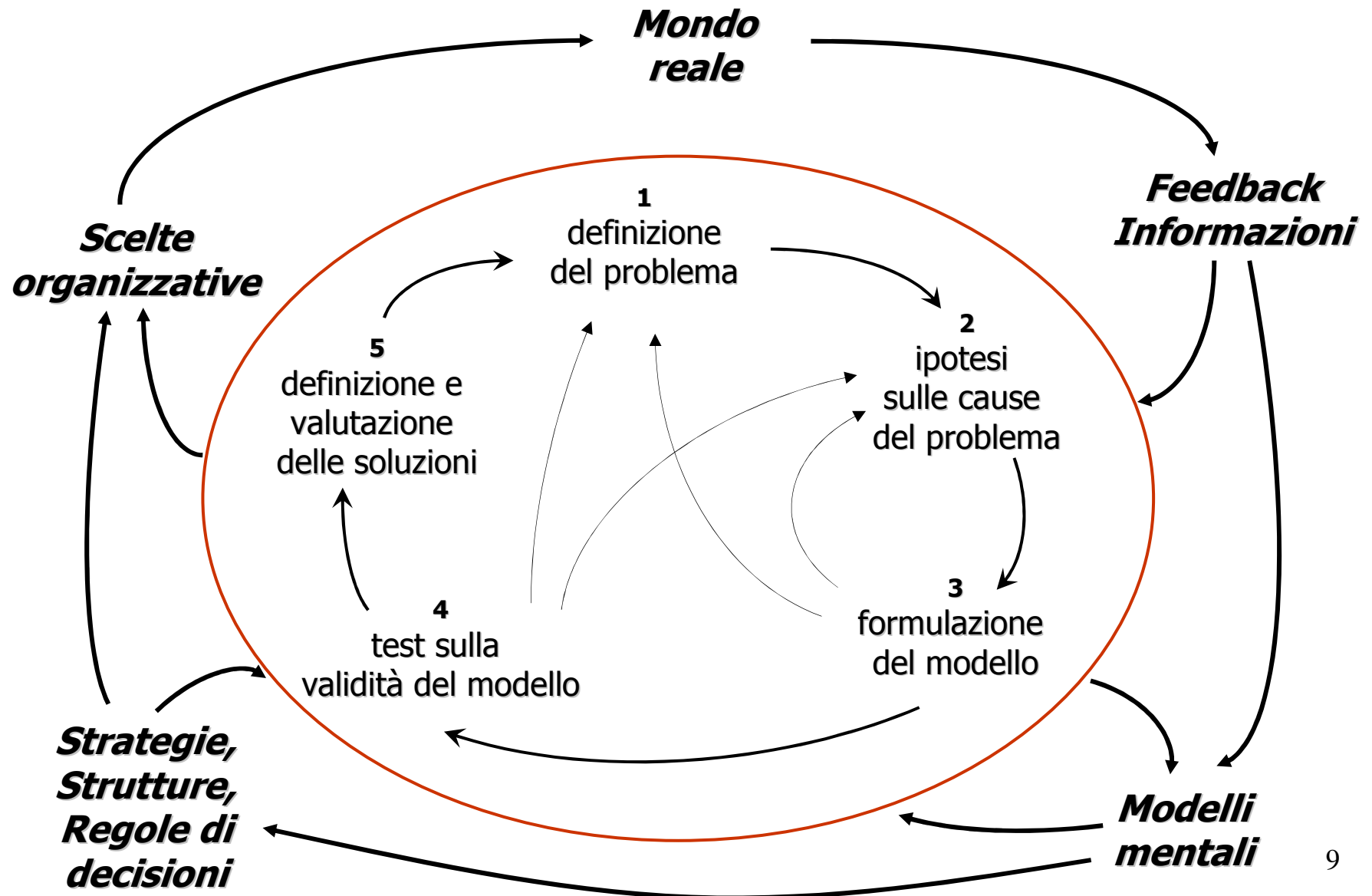
analisi what if

da J.D.Sterman: “*Business Dynamics*” – 2000

Il processo è iterativo



Il processo di modellazione nel processo di apprendimento



Fasi del processo di modellazione

All'interno delle **macro-fasi** si possono distinguere alcune **micro-fasi**:

A. definizione del problema

1. *Individuo il problema manifestatosi (evoluzione inaspettata di una variabile)*
2. *Identifico le variabili chiave che costituiscono il sistema*

B. ipotesi sulle cause del problema

3. *Deduco la mappa causale (circoli causali)*

C. formulazione del modello

4. *Esplicito la mappa strutturale (accumuli e flussi)*
5. *Formulo il modello di simulazione (equazioni di struttura)*

D. test sulla validità del modello

6. *Testo il modello*

E. definizione e valutazione delle soluzioni

7. *Classifico i possibili comportamenti futuri delle variabili esogene → SCENARI*
8. *Individuo diverse ipotesi sulle leve interne preposte all'ottenimento di un risultato → POLICY*
9. *Valuto l'impatto delle leve nei vari scenari e scelgo le migliori*

Fasi del processo di modellazione

A. definizione del problema

1. *Individuo il problema manifestatosi (evoluzione inaspettata di una variabile)*
2. *Identifico le variabili chiave che costituiscono il sistema*

B. ipotesi sulle cause del problema

3. *Deduco la mappa causale (circoli causali)*

C. formulazione del modello

4. *Esplicito la mappa strutturale (accumuli e flussi)*
5. *Formulo il modello di simulazione (equazioni di struttura)*

D. test sulla validità del modello

6. *Testo il modello*

E. definizione e valutazione delle soluzioni

7. *Classifico i possibili comportamenti futuri delle variabili esogene → SCENARI*
8. *Individuo diverse ipotesi sulle leve interne preposte all'ottenimento di un risultato → POLICY*
9. *Valuto l'impatto delle leve nei vari scenari e scelgo le migliori*

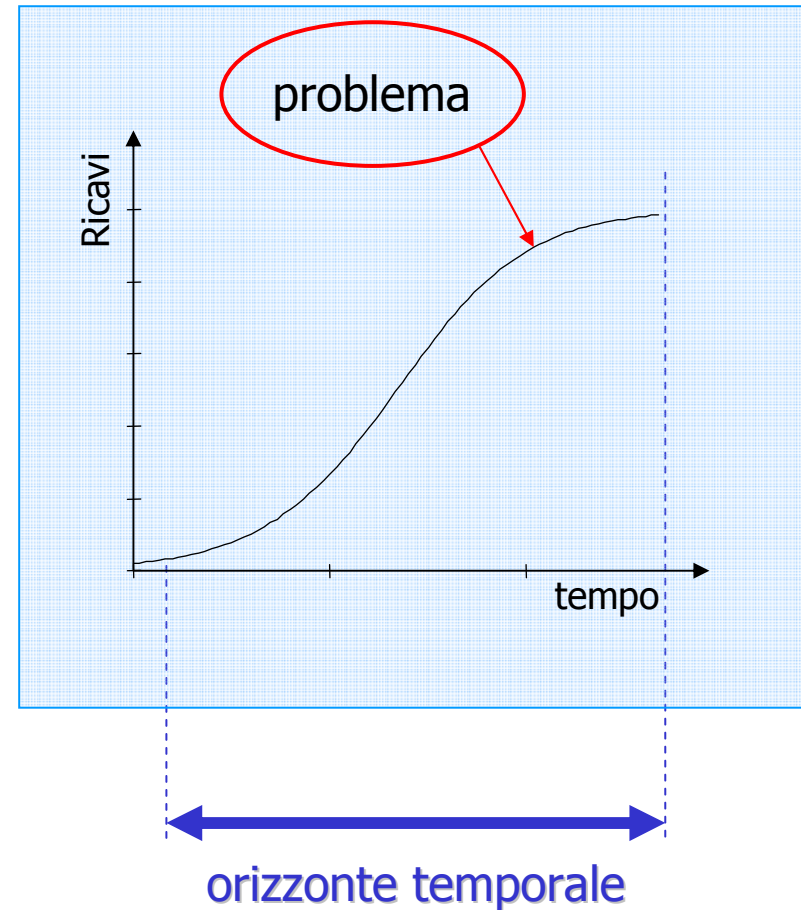
FASE 1: INDIVIDUO IL PROBLEMA

PROBLEMA:

NELL'ORIZZONTE TEMPORALE
CONSIDERATO, IL VALORE DEI
RICAVI STAVA CRESCENDO

MA HA SUBITO UN **ARRESTO**

PUR **AVENDO MANTENUTO GLI**
INVESTIMENTI NELL'AREA
COMMERCIALE



Fasi del processo di modellazione

A. definizione del problema

1. *Individuo il problema manifestatosi (evoluzione inaspettata di una variabile)*
2. *Identifico le variabili chiave che costituiscono il sistema*

B. ipotesi sulle cause del problema

3. *Deduco la mappa causale (circoli causali)*

C. formulazione del modello

4. *Esplicito la mappa strutturale (accumuli e flussi)*
5. *Formulo il modello di simulazione (equazioni di struttura)*

D. test sulla validità del modello

6. *Testo il modello*

E. definizione e valutazione delle soluzioni

7. *Classifico i possibili comportamenti futuri delle variabili esogene → SCENARI*
8. *Individuo diverse ipotesi sulle leve interne preposte all'ottenimento di un risultato → POLICY*
9. *Valuto l'impatto delle leve nei vari scenari e scelgo le migliori*

FASE 2: IDENTIFICO LE VARIABILI

Elenco variabili

1. Ricavi
2. Investimenti commerciali

PROBLEMA:

NELL'ORIZZONTE TEMPORALE CONSIDERATO, IL VALORE DEI **RICAVI** STAVA CRESCENDO
MA HA SUBITO UN ARRESTO
PUR AVENDO MANTENUTO GLI **INVESTIMENTI NELL'AREA COMMERCIALE**

Fasi del processo di modellazione

A. definizione del problema

1. *Individuo il problema manifestatosi (evoluzione inaspettata di una variabile)*
2. *Identifico le variabili chiave che costituiscono il sistema*

B. ipotesi sulle cause del problema

3. *Deduco la mappa causale (circoli causali)*

C. formulazione del modello

4. *Esplicito la mappa strutturale (accumuli e flussi)*
5. *Formulo il modello di simulazione (equazioni di struttura)*

D. test sulla validità del modello

6. *Testo il modello*

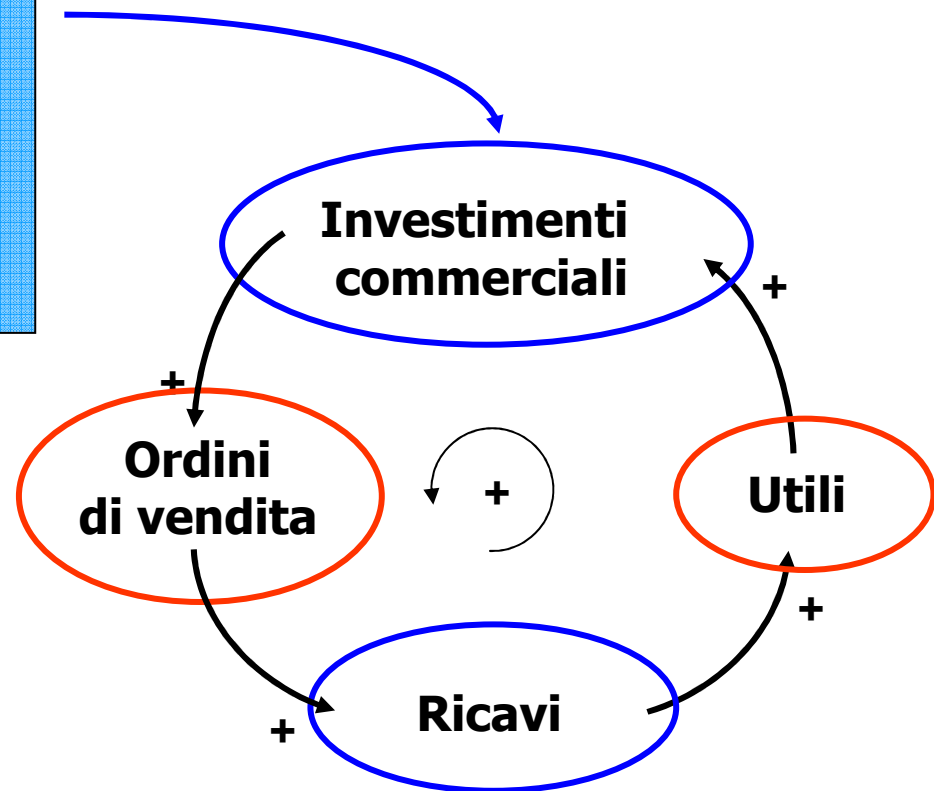
E. definizione e valutazione delle soluzioni

7. *Classifico i possibili comportamenti futuri delle variabili esogene → SCENARI*
8. *Individuo diverse ipotesi sulle leve interne preposte all'ottenimento di un risultato → POLICY*
9. *Valuto l'impatto delle leve nei vari scenari e scelgo le migliori*

FASE 3: MAPPA CAUSALE iniziale

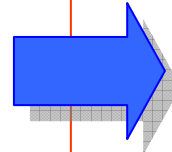
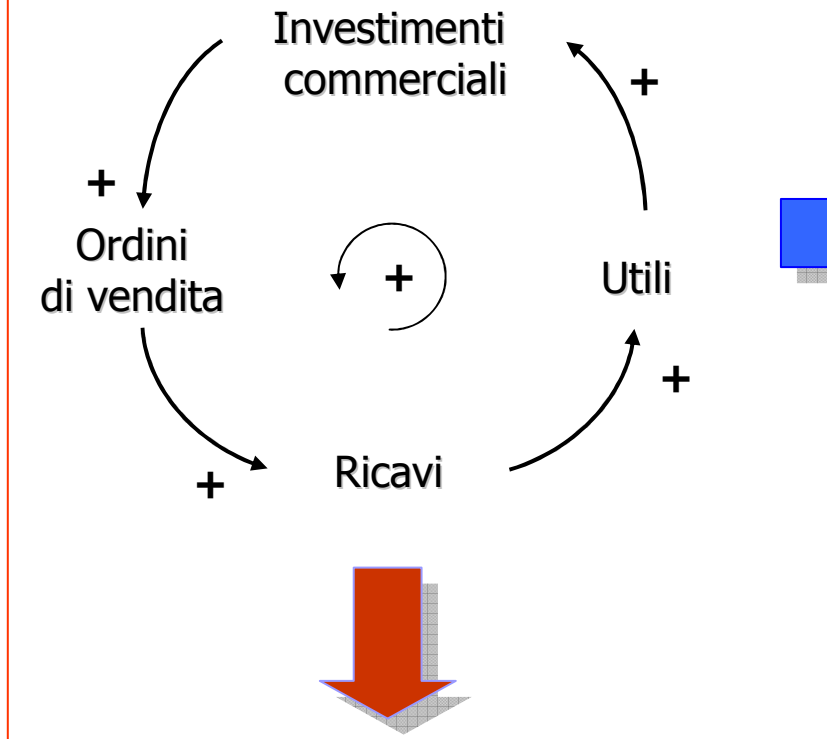
Elenco variabili

1. Ricavi
2. Investimenti commerciali
3. Ordini di vendita
4. Utili

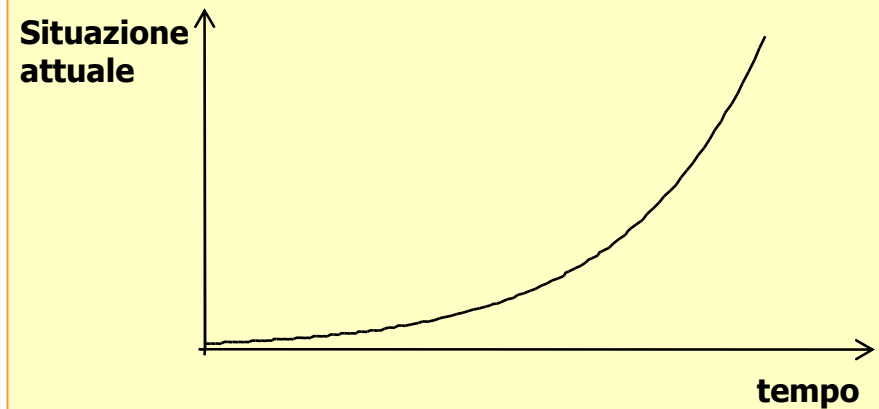
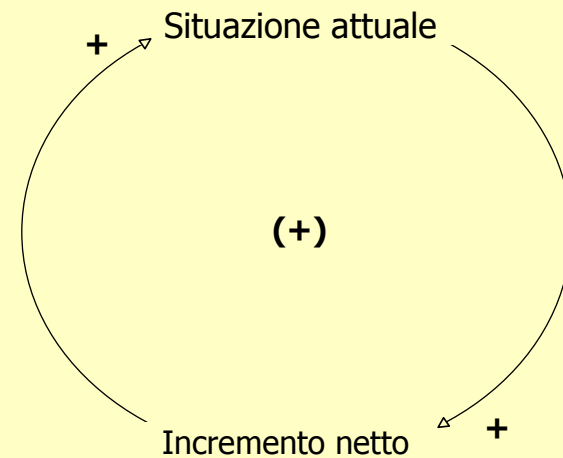


MAPPA CAUSALE iniziale: commenti

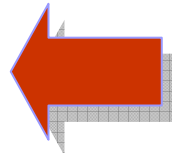
COMMERCIALE



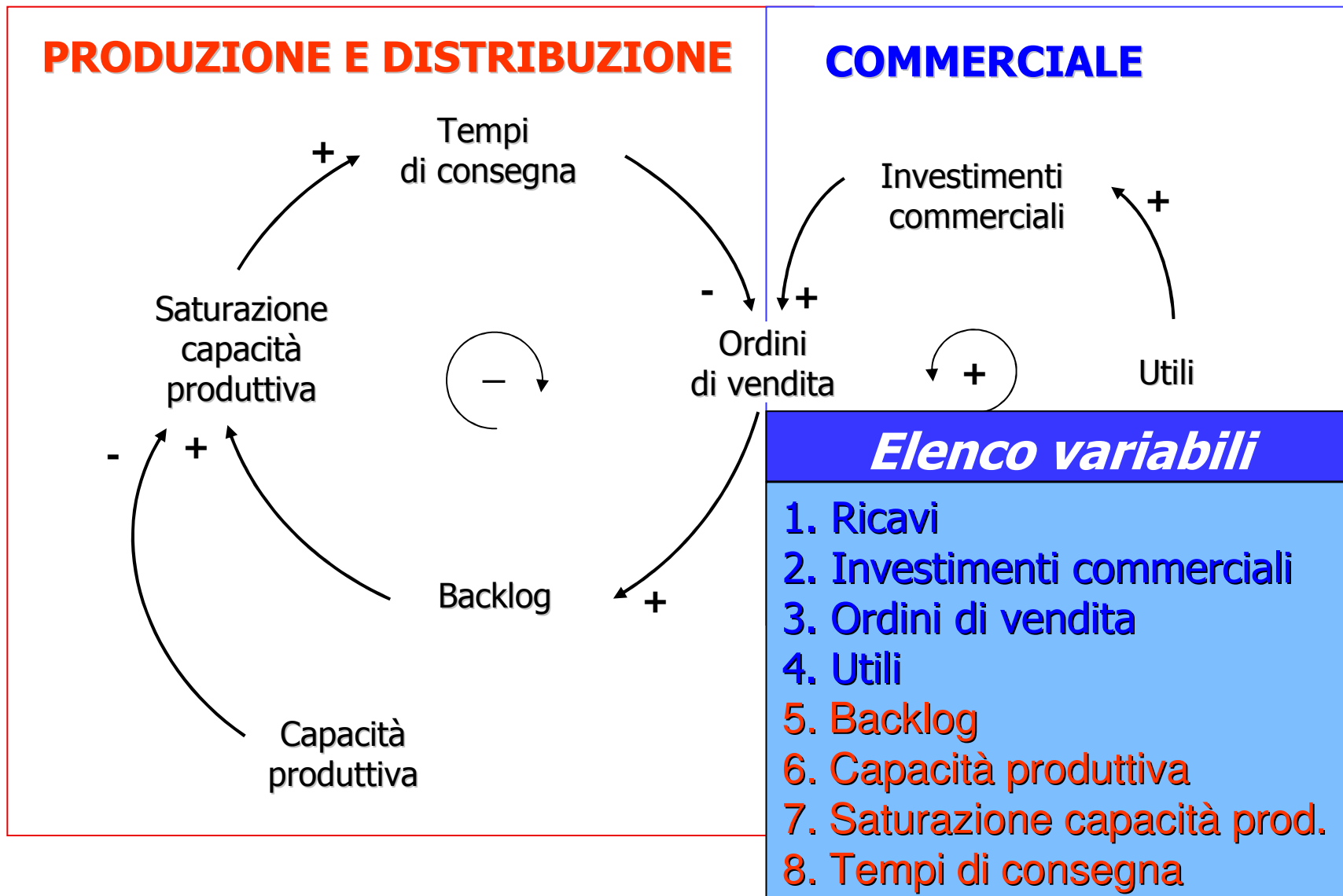
Archetipo: auto-rafforzamento



manca qualcosa !



FASE 3: MAPPA CAUSALE finale



Fasi del processo di modellazione

A. definizione del problema

1. *Individuo il problema manifestatosi (evoluzione inaspettata di una variabile)*
2. *Identifico le variabili chiave che costituiscono il sistema*

B. ipotesi sulle cause del problema

3. *Deduco la mappa causale (circoli causali)*

C. formulazione del modello

4. *Esplicito la mappa strutturale (accumuli e flussi)*
5. *Formulo il modello di simulazione (equazioni di struttura)*

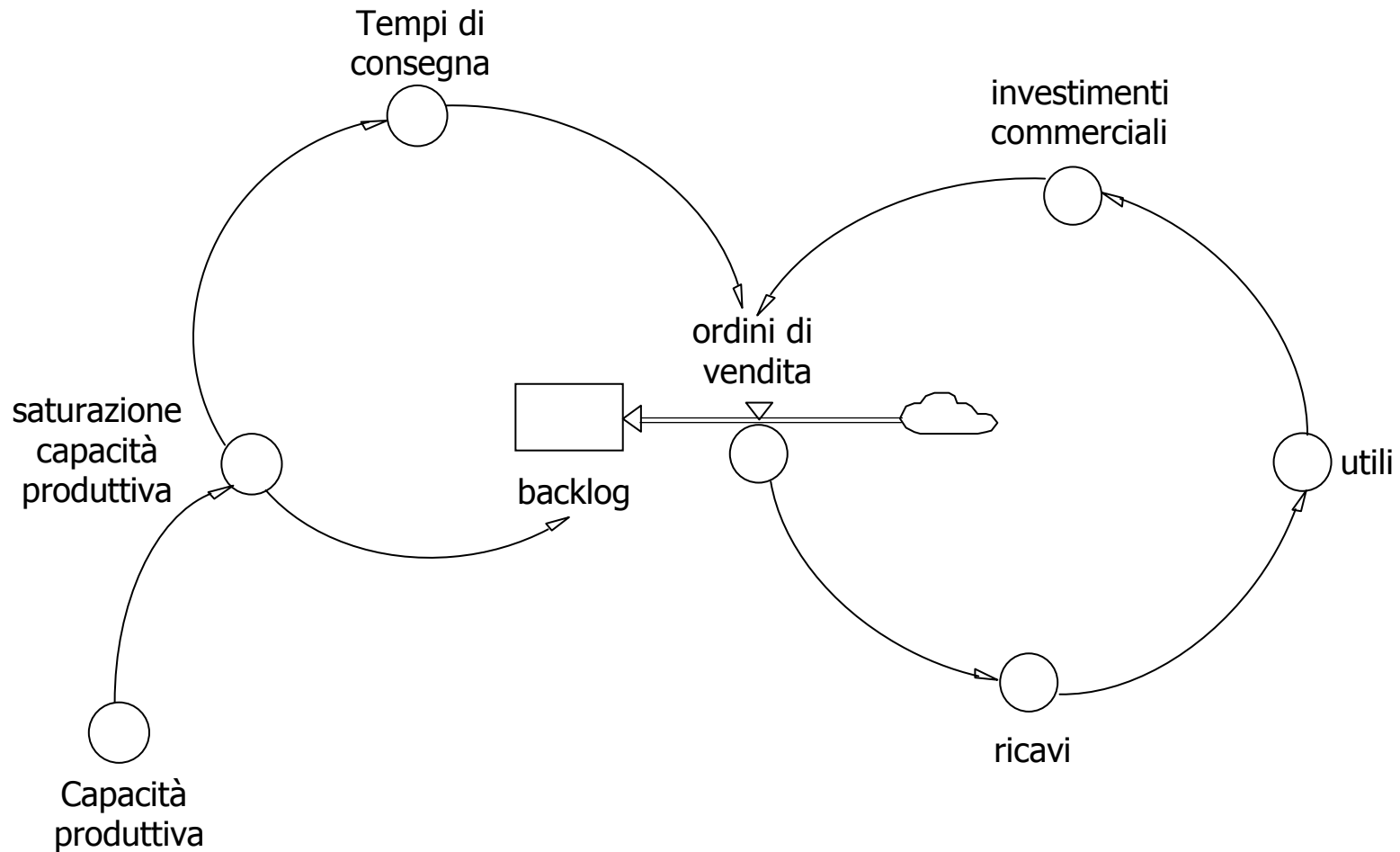
D. test sulla validità del modello

6. *Testo il modello*

E. definizione e valutazione delle soluzioni

7. *Classifico i possibili comportamenti futuri delle variabili esogene → SCENARI*
8. *Individuo diverse ipotesi sulle leve interne preposte all'ottenimento di un risultato → POLICY*
9. *Valuto l'impatto delle leve nei vari scenari e scelgo le migliori*

FASE 4: MAPPA STRUTTURALE



Fasi del processo di modellazione

A. definizione del problema

1. *Individuo il problema manifestatosi (evoluzione inaspettata di una variabile)*
2. *Identifico le variabili chiave che costituiscono il sistema*

B. ipotesi sulle cause del problema

3. *Deduco la mappa causale (circoli causali)*

C. formulazione del modello

4. *Esplicito la mappa strutturale (accumuli e flussi)*
5. *Formulo il modello di simulazione (equazioni di struttura)*

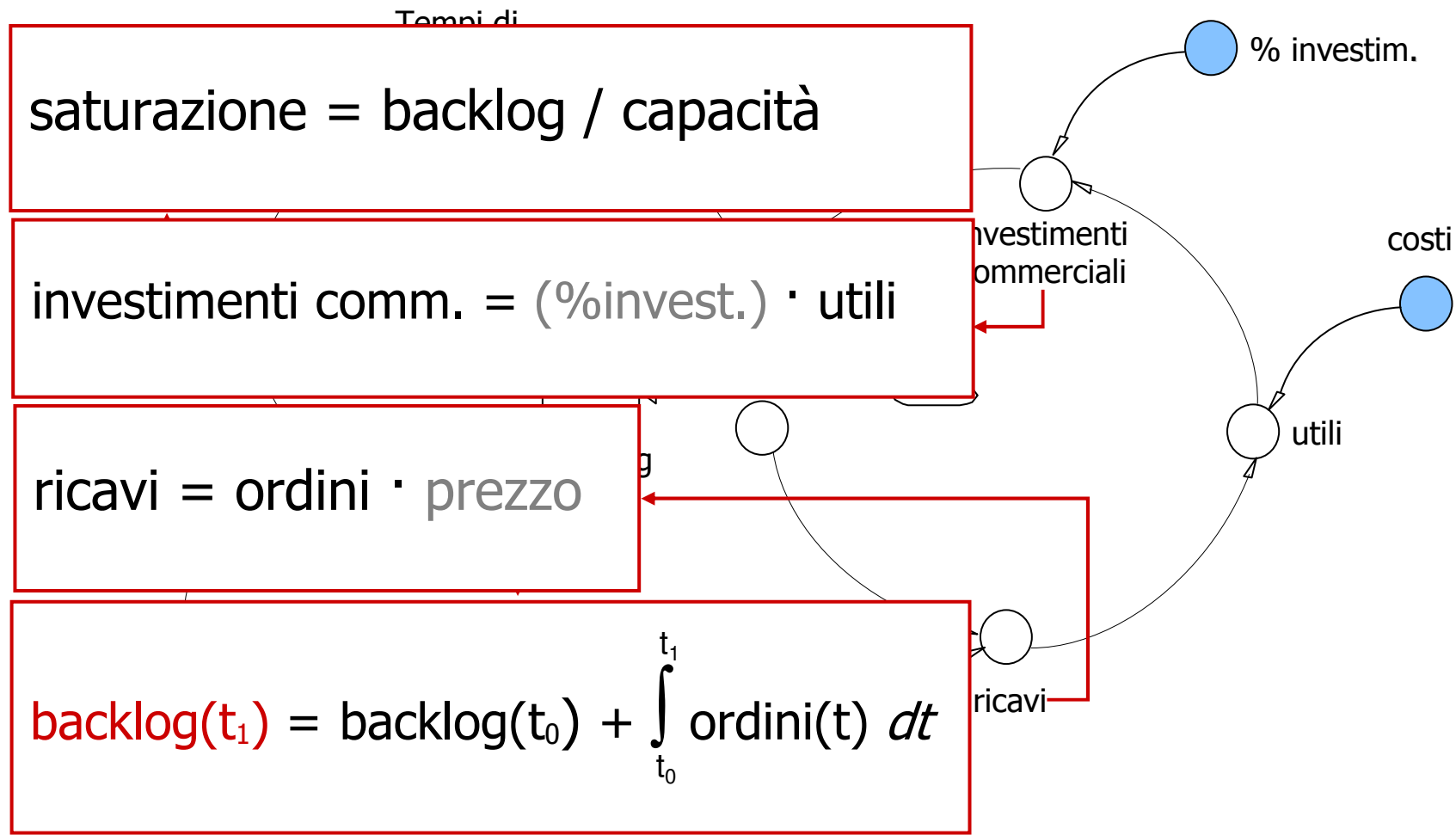
D. test sulla validità del modello

6. *Testo il modello*

E. definizione e valutazione delle soluzioni

7. *Classifico i possibili comportamenti futuri delle variabili esogene → SCENARI*
8. *Individuo diverse ipotesi sulle leve interne preposte all'ottenimento di un risultato → POLICY*
9. *Valuto l'impatto delle leve nei vari scenari e scelgo le migliori*

FASE 5: MODELLO DI SIMULAZIONE



Fasi del processo di modellazione

A. definizione del problema

1. *Individuo il problema manifestatosi (evoluzione inaspettata di una variabile)*
2. *Identifico le variabili chiave che costituiscono il sistema*

B. ipotesi sulle cause del problema

3. *Deduco la mappa causale (circoli causali)*

C. formulazione del modello

4. *Esplicito la mappa strutturale (accumuli e flussi)*
5. *Formulo il modello di simulazione (equazioni di struttura)*

D. test sulla validità del modello

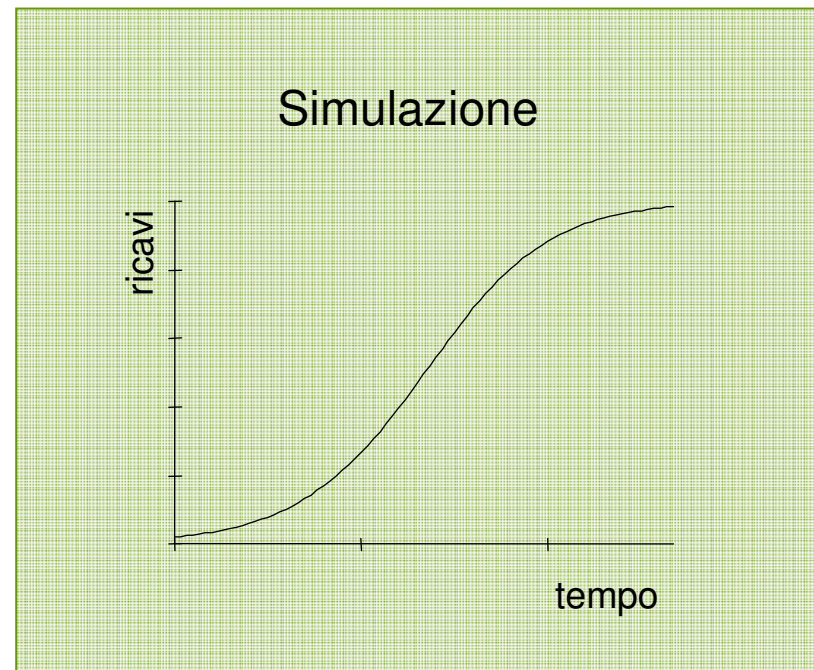
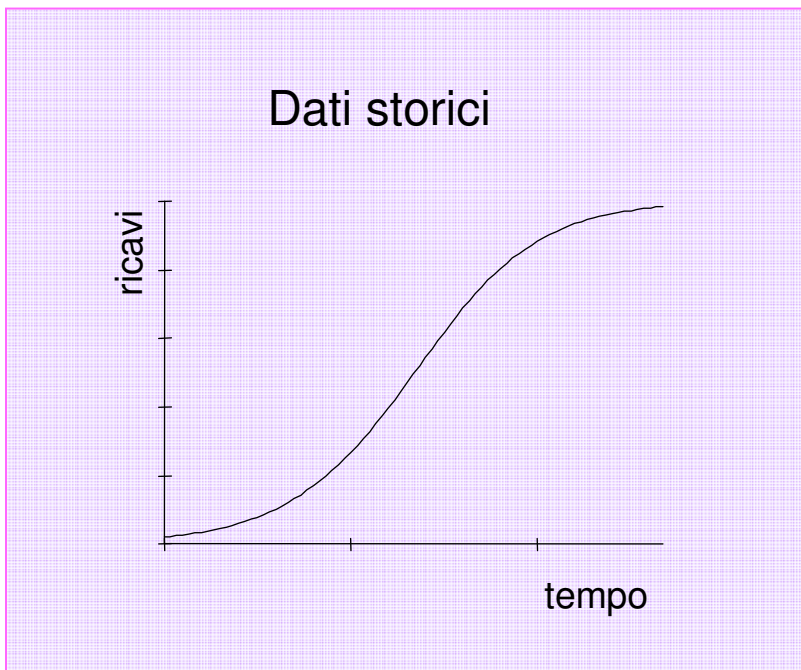
6. *Testo il modello*

E. definizione e valutazione delle soluzioni

7. *Classifico i possibili comportamenti futuri delle variabili esogene → SCENARI*
8. *Individuo diverse ipotesi sulle leve interne preposte all'ottenimento di un risultato → POLICY*
9. *Valuto l'impatto delle leve nei vari scenari e scelgo le migliori*

FASE 6: TEST DI VALIDAZIONE

La simulazione con il modello deve sovrapporsi ai dati precedentemente rilevati

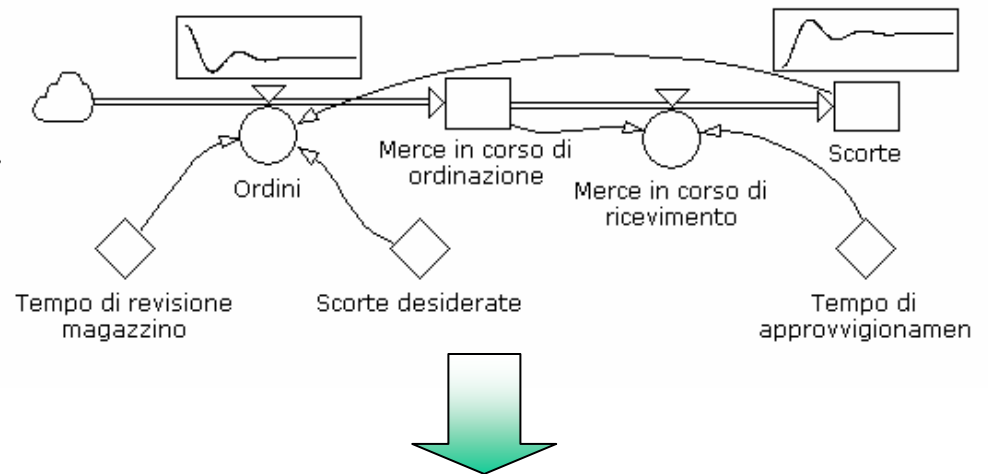


In definitiva, la parte interpretativa ...

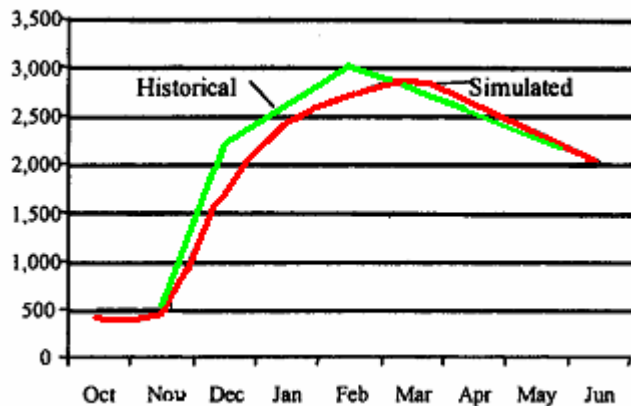
Mappa causale



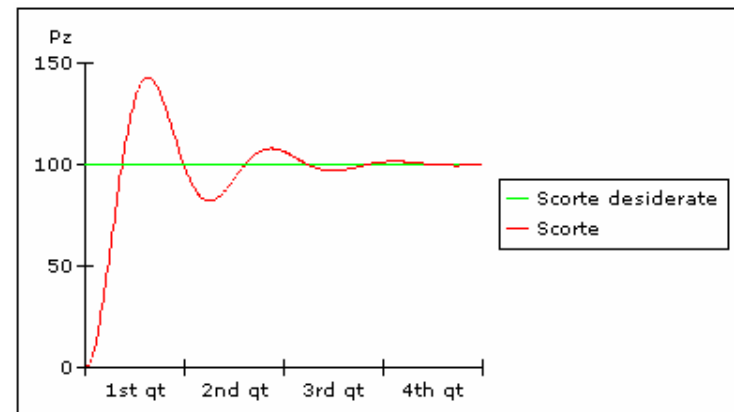
Mappa strutturale e Modello di simulazione



Validazione del modello



Simulazione



Fasi del processo di modellazione

A. definizione del problema

1. *Individuo il problema manifestatosi (evoluzione inaspettata di una variabile)*
2. *Identifico le variabili chiave che costituiscono il sistema*

B. ipotesi sulle cause del problema

3. *Deduco la mappa causale (circoli causali)*

C. formulazione del modello

4. *Esplicito la mappa strutturale (accumuli e flussi)*
5. *Formulo il modello di simulazione (equazioni di struttura)*

D. test sulla validità del modello

6. *Testo il modello*

E. definizione e valutazione delle soluzioni

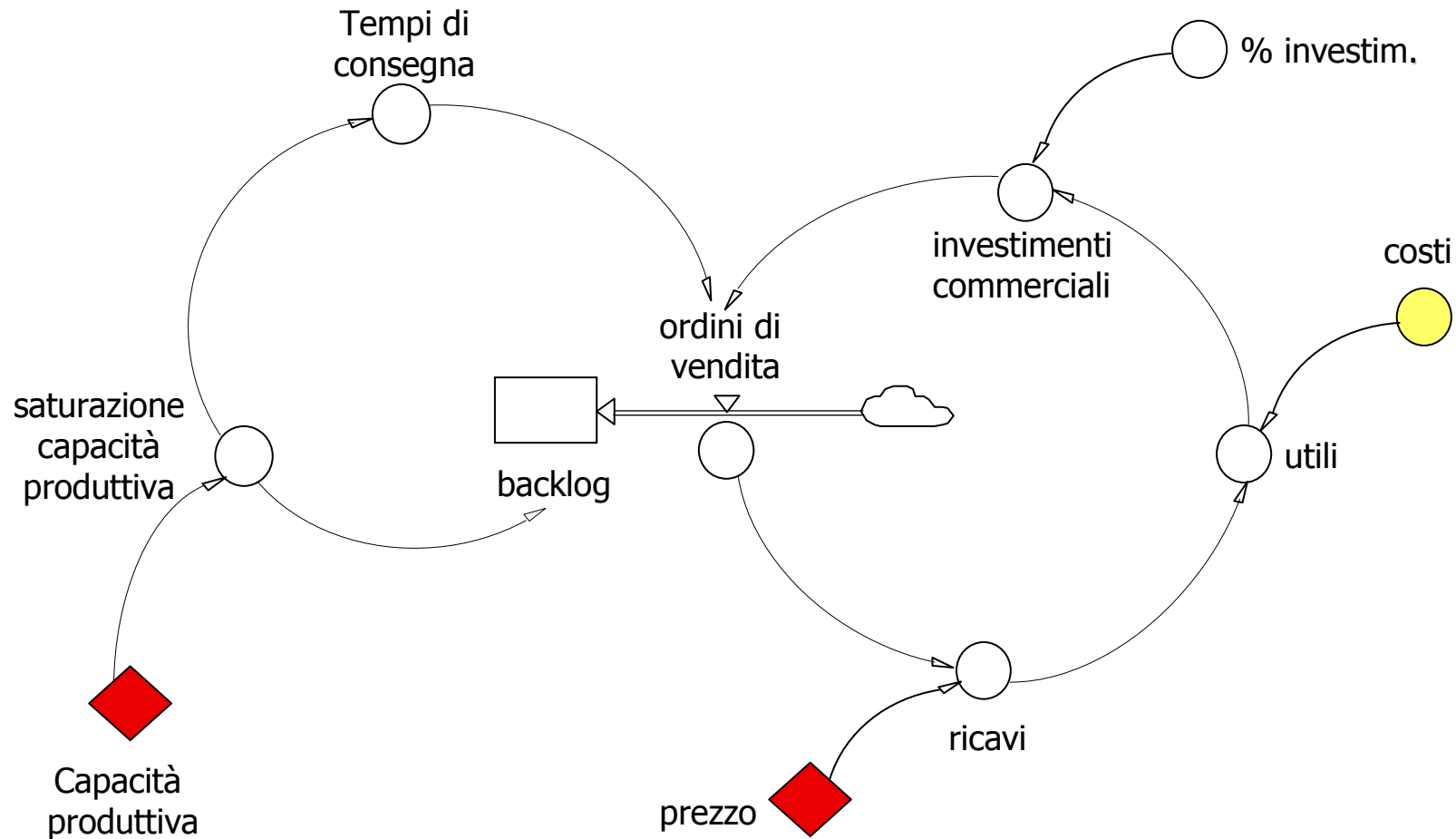
7. *Classifico i possibili comportamenti futuri delle variabili esogene → SCENARI*
8. *Individuo diverse ipotesi sulle leve interne preposte all'ottenimento di un risultato → POLICY*
9. *Valuto l'impatto delle leve nei vari scenari e scelgo le migliori*

FASE 7: DEFINIZIONE SCENARI

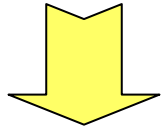
- Capacità produttiva *COSTANTE*
- Prezzo *COSTANTE*
- Costi (3 ipotesi):
 - invariati
 - + 5%
 - + 10%

**In questo caso,
gli scenari sono definiti dalla variabile “Costi”**

VARIABILI DI SCENARIO



FASE 7: SCENARI



SCENARI	<u>1</u> costi invariati			
	<u>2</u> costi +5%			
	<u>3</u> costi +10%			

Fasi del processo di modellazione

A. definizione del problema

1. *Individuo il problema manifestatosi (evoluzione inaspettata di una variabile)*
2. *Identifico le variabili chiave che costituiscono il sistema*

B. ipotesi sulle cause del problema

3. *Deduco la mappa causale (circoli causali)*

C. formulazione del modello

4. *Esplicito la mappa strutturale (accumuli e flussi)*
5. *Formulo il modello di simulazione (equazioni di struttura)*

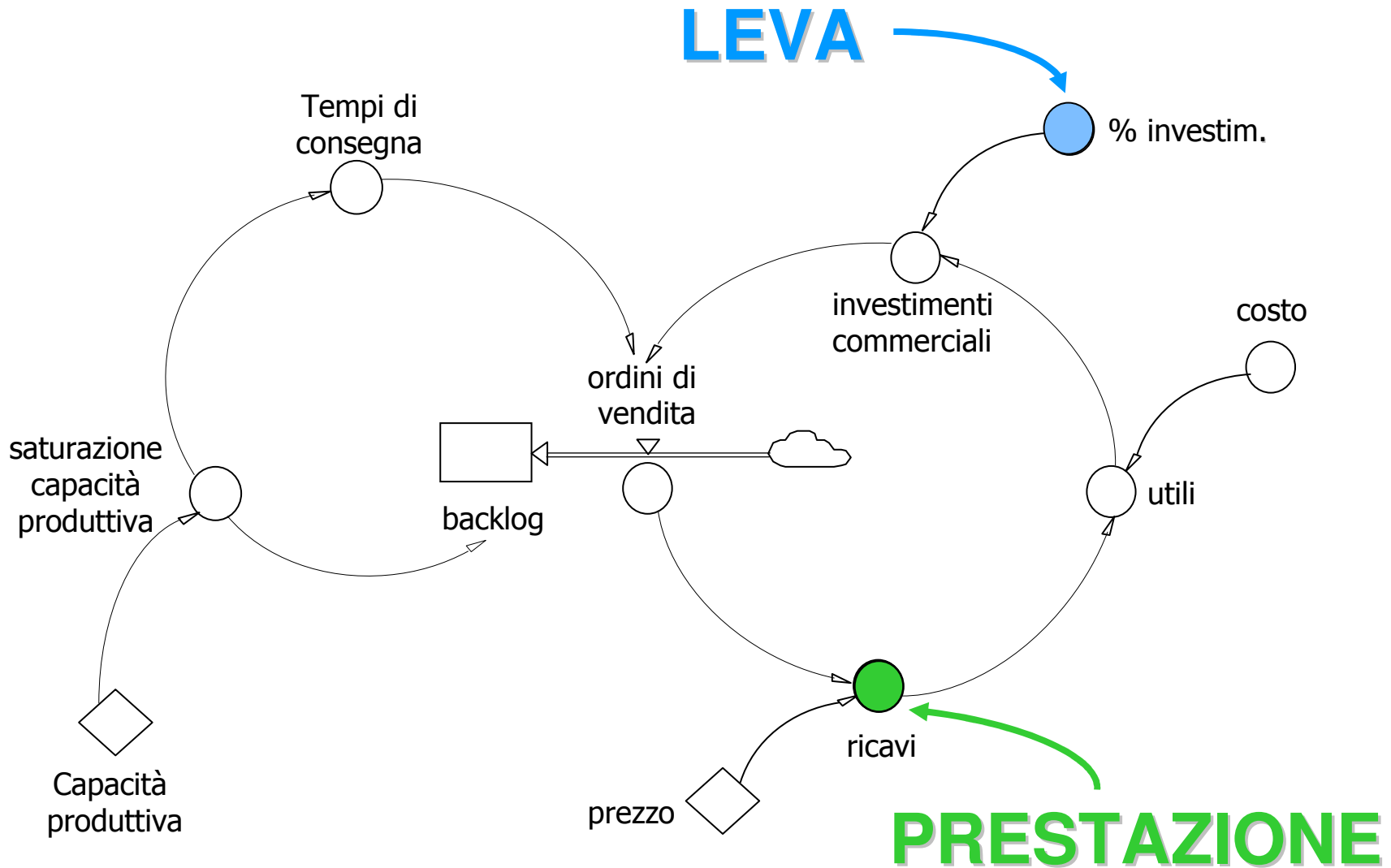
D. test sulla validità del modello

6. *Testo il modello*

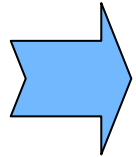
E. definizione e valutazione delle soluzioni

7. *Classifico i possibili comportamenti futuri delle variabili esogene → SCENARI*
8. *Individuo diverse ipotesi sulle leve interne preposte all'ottenimento di un risultato → POLICY*
9. *Valuto l'impatto delle leve nei vari scenari e scelgo le migliori*

Leve e prestazioni



FASE 8: IPOTESI SULLE LEVE (*POLICY*)



		POLICY		
		<u>1</u> % investimenti comm. 0%	<u>2</u> % investimenti comm. 2%	<u>3</u> % investimenti comm. 5%
SCENARI	<u>1</u> costi invariati			
	<u>2</u> costi +5%			
	<u>3</u> costi +10%			

Fasi del processo di modellazione

A. definizione del problema

1. *Individuo il problema manifestatosi (evoluzione inaspettata di una variabile)*
2. *Identifico le variabili chiave che costituiscono il sistema*

B. ipotesi sulle cause del problema

3. *Deduco la mappa causale (circoli causali)*

C. formulazione del modello

4. *Esplicito la mappa strutturale (accumuli e flussi)*
5. *Formulo il modello di simulazione (equazioni di struttura)*

D. test sulla validità del modello

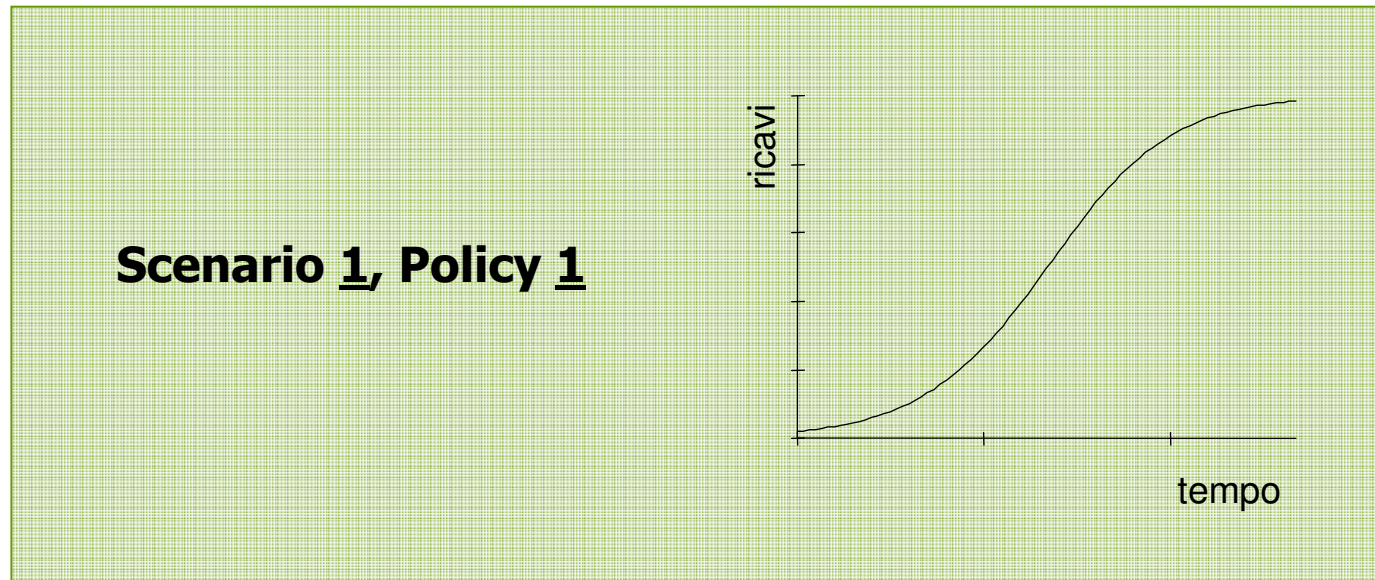
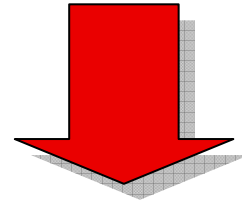
6. *Testo il modello*

E. definizione e valutazione delle soluzioni

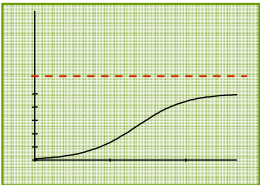
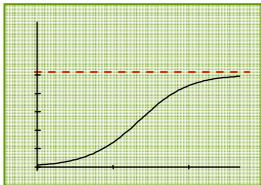
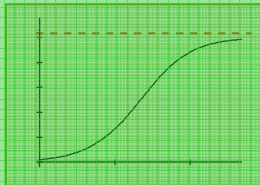
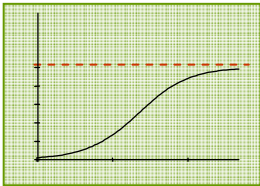
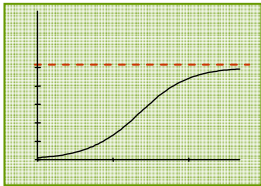
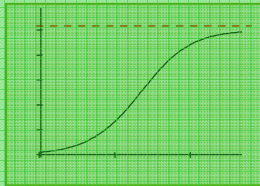
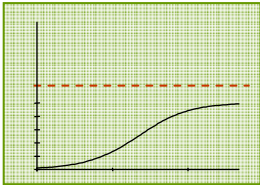
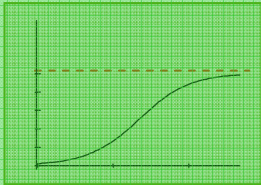
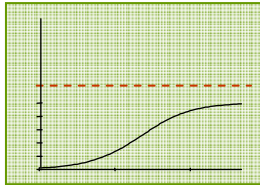
7. *Classifico i possibili comportamenti futuri delle variabili esogene → SCENARI*
8. *Individuo diverse ipotesi sulle leve interne preposte all'ottenimento di un risultato → POLICY*
9. *Valuto l'impatto delle leve nei vari scenari e scelgo le migliori*

FASE 9: L'IMPATTO DELLE LEVE SULLE PRESTAZIONI

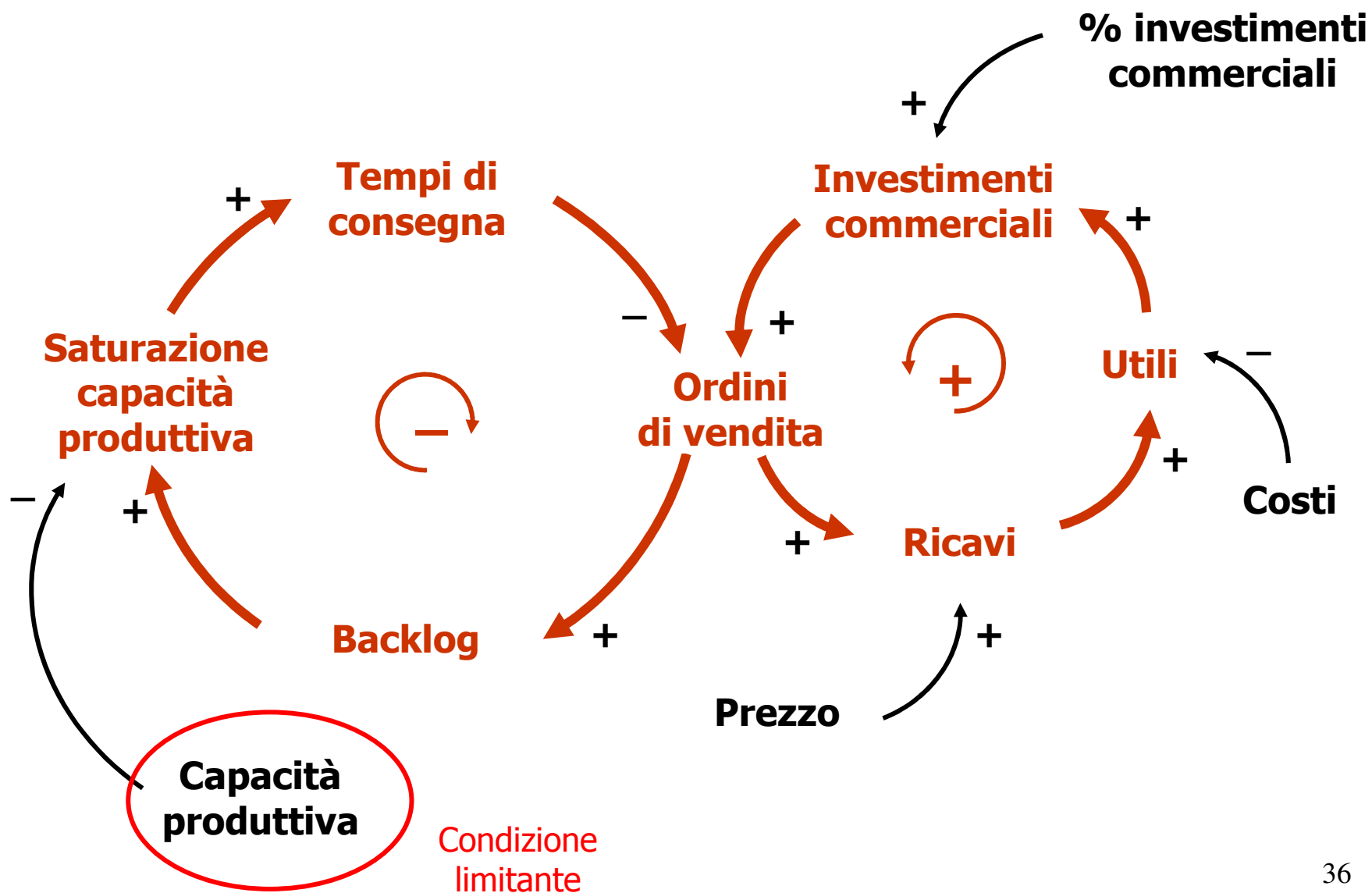
Per ogni coppia scenario/policy, faccio "girare" il modello sul computer e registro il comportamento delle variabili che abbiamo indicato come prestazioni, ad esempio...



Sintesi delle simulazioni

		POLICY		
		<u>1</u> % investimenti 0%	<u>2</u> % investimenti 2%	<u>3</u> % investimenti 5%
SCENARI	<u>1</u> costi invariati	Ricavi = bassi 	Ricavi = medi 	Ricavi = alti 
	<u>2</u> costi +5%	Ricavi = medi 	Ricavi = medi 	Ricavi = alti 
	<u>3</u> costi +10%	Ricavi = bassi 	Ricavi = medi 	Ricavi = bassi 

Mappa causale dell'archetipo "limiti alla crescita"

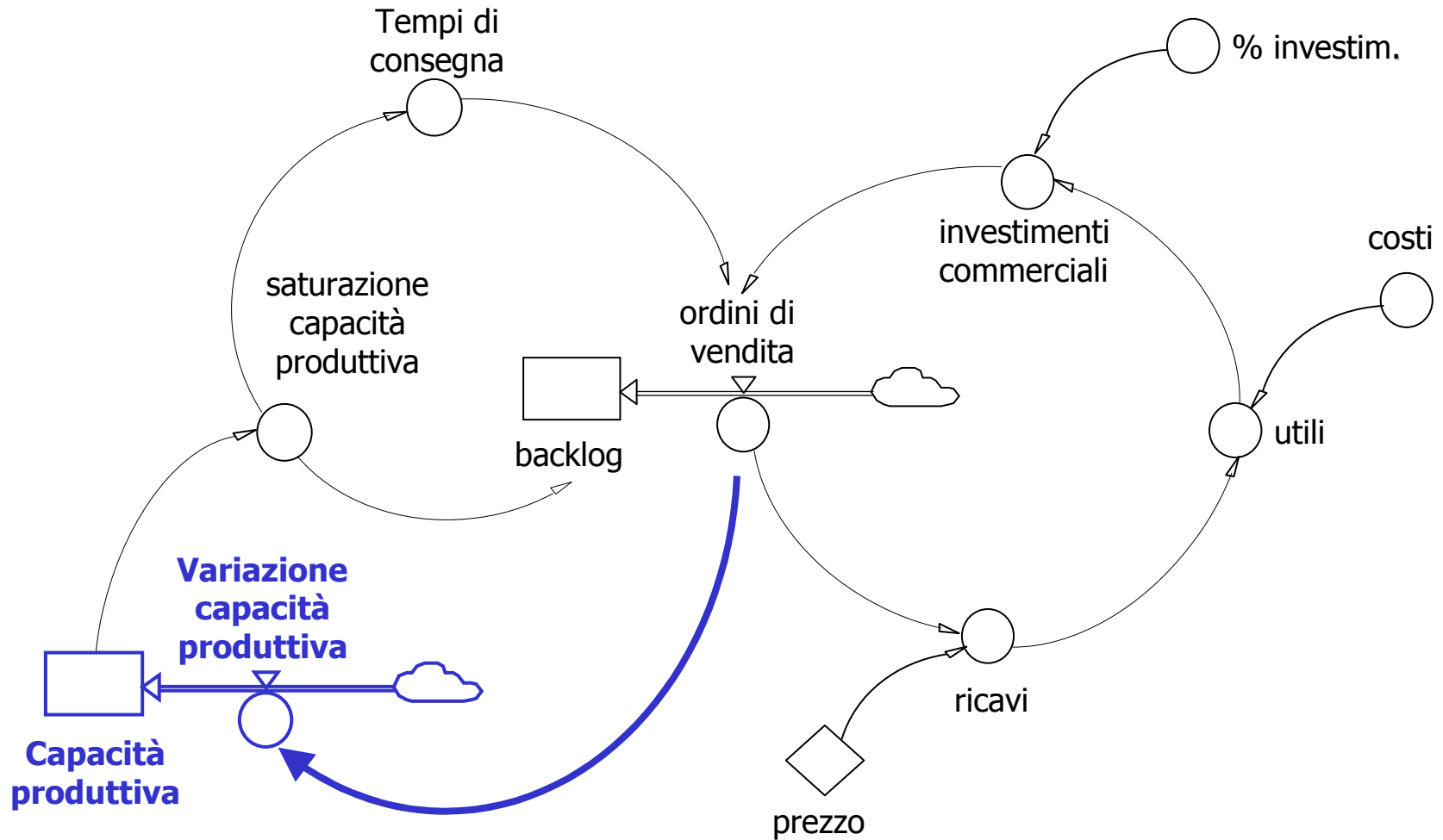


RE-ENGINEERING

L'analisi what if che è stata fatta ci fa capire come la capacità produttiva costituisca una condizione limitante per la crescita.

Possiamo **re-ingegnerizzare** il processo prevedendo una variazione di capacità produttiva in relazione al numero di ordini.

Mappa strutturale re-ingegnerizzata



Esempio di simulazione del modello re-ingegnerizzato

Modello re-ingegnerizzato

Scenario 1, Policy 1



Conclusioni

- Il processo di modellazione è costituito da **5 macro-fasi** che vengono disaggregate in **9 micro-fasi**
- Il processo di modellazione è **iterativo**
- Un modello non può essere ritenuto definitivo: è invece suscettibile di modifiche