

## On the endogenous genesis of the earliest Etruscan cities

**Mauro Piattelli**

DINAV

Università di Genova

Via Montallegro, 1

16145 Genova

fax +39 010 353 2127

**Nicola Bianchi**

CNR-CST c/o DISMEC, Genova

(dal 2001)

CNR-ISSIA

Via De Marini, 6

16149 Genova

tel. 010 6475 627

fax +39 010 6475 600

<bianchi@ge.cnr.it>

### *Abstract*

The birth of a city is an evolutionary gap in the pattern of the involved social system. The greater part of the present and disappeared cities originated by colonizing emigrants, nevertheless, back in the past, some cities should originate through an endogenous and endemic process.

This paper offers an explanation of such a kind of birth for the earliest Etruscan cities, better for the related city-states, according to which a model for computer simulation is identified.

The historiographic starting point allows us to conceive an artificial society, which fits the information from the sources at the chosen conceptual distance, and is useful for dealing with the general problem of the transition from a development path to another due to an instability or to an unsustainability crisis.

The model is implemented by a System Dynamics language and special care has been devoted to the structural simplicity, for taking into account the equations involved before, during and after the transition itself.

The case study offers an example, according to which an evolutionary gap in the social system can be simulated by a dynamic model if the transition results are preset, i.e. if the pattern is already known, as in historiography.

**Keywords:** Social Simulation, Archaeology, Etruscan Cities, Self-organizing Systems, System Dynamics, Structure Emergence.

### **1. Premesse**

Il progetto POLIS (Piattelli *et al.* 1994; Piattelli *et al.* 1996b) parte dall'idea che un unico modello archetipo possa simulare i diversi comportamenti delle antiche città-stato del Mediterraneo.

In altri termini, POLIS è un generatore di società artificiali, che possono riprodurre, entro i limiti della distanza concettuale adottata (Piattelli *et al.* 1996a), i comportamenti di *poleis* storiche.

Per altro gli obiettivi di POLIS sono storiografici solo nella misura in cui la simulazione possa essere accettata come strumento ausiliario per tale disciplina (Voltes Bou 1983, Bianchi 1989, Bianchi 1993). Scopo principale è l'uso di società artificiali plausibili, in quanto pseudo-storiche, per esplorare i problemi di modellazione dei sistemi sociali.

Il presente contributo riguarda in generale il problema delle discontinuità evolutive di tali sistemi e in particolare quelle che producono la nascita delle città.

Il caso più comune, quando la città è fondata da coloni emigranti, è stato trattato in altro esperimento POLIS (Piattelli e Coyle 1995); qui invece si considera la fondazione come risultato endogeno-endemico con riferimento alla nascita delle città etrusche più antiche.

La trattazione comprende un'analisi descrittiva e il modello da essa ricavato.

## **2. Introduzione**

### **2.1 Generalità**

L'argomento storico, nascita delle città-stato, presenta aspetti d'interesse generale attuale

- per i sistemi sociali in relazione allo sviluppo sostenibile,
- per la modellazione dei sistemi sociali in relazione alla trattazione di discontinuità evolutive.

La nascita della città è, infatti, interpretata come discontinuità nel comportamento del sistema sociale, associata ad una crisi d'instabilità<sup>1</sup>, dovuta alla non sostenibilità<sup>2</sup> ulteriore dello sviluppo in atto. La città realizza una nuova organizzazione, che ripristina la sostenibilità.

La modellazione utilizza una struttura invariante, che comprende a priori la formalizzazione necessaria ai tre transitori da simulare: prima della crisi, transizione e nascita della città, dopo la nascita. La trattazione è nel continuo, ma la transizione è avviata da un evento discreto. La transizione stessa è interpretata come comparsa di nuove relazioni, prima latenti, e come modifica di alcuni parametri significativi.

### **2.2 Nascita come colonia**

La diffusione delle città-stato nel Mediterraneo appare processo endemico/epidemico, al quale il mare offre la principale via per l'informazione (concetto di città) e per gli emigranti (fondatori di città).

La nascita della città come colonia è modellata in un esperimento POLIS (Piattelli e Coyle 1995<sup>3</sup>) per quelle greche. L'evento è endogeno per la città-madre, ma esogeno per la nuova polis. La discontinuità evolutiva modifica il sistema "città madre", in crisi di instabilità sociale, nel nuovo sistema "città madre più colonia" che è di nuovo stabile.

La transizione avviene a parità di popolazione, ma non di territorio. La transizione avviene tra due eventi: decisione dell'emigrazione e suo completamento. Tra questi stessi è compreso il transitorio della nascita.

### **2.3 Nascita endogena**

Se si risale nel tempo, si può postulare la nascita di città come processo endogeno/endemico, cioè senza l'intervento di emigranti colonizzatori.

Uno studio accessorio di POLIS (Piattelli e Bianchi 1998) offre una spiegazione sistemica alla peculiarità dei siti delle prime città etrusche, che richiede ipotesi sul processo della loro nascita. L'ipotesi qui sviluppata considera un territorio organizzato in villaggi, dove quelli più evoluti,

<sup>1</sup> Stabilità: quella sociale associata a uno sviluppo sostenibile.

<sup>2</sup> Sostenibile è l'andamento non decrescente del benessere, come consumo alimentare, ricchezza pro-capite, ecc.

<sup>3</sup> Una versione riveduta di questo lavoro è disponibile sul sito web <<http://www.ge.cnr.it/CST/M&S/Polis/seapow-r.html>>.

caratterizzati da attività metallurgiche, entrano in crisi di sviluppo per carenza di risorse alimentari. La città nasce dall'inglobamento di villaggi rurali e dal trasferimento di parte della popolazione di quelli industriali, che permette ancora uno sviluppo sostenibile per l'intero territorio mediante la nuova organizzazione città-stato.

La transizione è analoga a quella che genera la colonia, ma la città nasce ora a parità di territorio e popolazione. Essa risulta endogena per l'intero sistema, ma esogena per i villaggi rurali.

## **2.4 Argomento trattato**

Viene presentata un'analisi descrittiva sull'ipotesi di nascita endogena delle città etrusche come base del modello realizzato per la simulazione.

Il periodo considerato comprende l'evoluzione stabile da una condizione remota fino all'insorgere della crisi o discontinuità evolutiva. Avviene quindi la transizione, che si conclude con la nuova organizzazione.

La transizione per la modellazione risulta deterministica, in quanto la nuova organizzazione è fissata a priori. Casuale, in funzione dei disturbi, oltre che delle condizioni iniziali, è il momento della transizione e il corrispondente valore delle variabili e dei parametri da esse dipendenti.

Viene infine discussa l'interpretazione della nascita della città come "struttura emergente".

## **3. Analisi descrittiva**

### **3.1 Dalle condizioni iniziali alla crisi**

Intorno al 1000 a.C. si esaurisce il movimento di popolazioni nel Mediterraneo causato dalle ultime invasioni indoeuropee. La stabilità promuove con il commercio la richiesta di metalli.

In Italia, tra il Tevere e l'Arno, ci sono tecnici metallurgici arrivati in precedenza e diventati stanziali a motivo della ricchezza delle risorse minerarie. Questo gruppo non è indoeuropeo, ma possiede una cultura tanto forte, seppure arcaica, da permetterne sopravvivenza e sviluppo.

Nel cosiddetto Villanoviano si può immaginare un territorio scarsamente popolato con villaggi concentrati dove le risorse sono più abbondanti o facilmente sfruttabili.

Sussiste inoltre una differenza nelle attività prevalenti e nelle aree occupate. Le aree minerarie presentano orografia movimentata, abbondanza di boschi, ridotta potenzialità alimentare. L'isola d'Elba, prima dell'esaurimento delle risorse boschive valga come esempio. Nei villaggi presso le miniere risiedono i tecnici metallurgici per gestire le attività.

Nelle aree fertili, come le fasce costiere e le valli alluvionali, si sviluppano i villaggi agricoli con popolazioni più numerose, ma culturalmente meno evolute.

Le popolazioni delle due aree mostrano diversità, soprattutto per competenze e attività, ma anche aspetti comuni dovuti alla vicinanza e a relazioni sinergiche, seppure limitate. Quanto meno si sviluppano contatti per scambiare surplus, attrezzi da una parte, prodotti alimentari dall'altra, che producono effetti materiali, come le strade o le navi, e culturali come l'attrazione dell'area più evoluta sull'altra.

L'area industriale sviluppa la produzione, non tanto per il mercato locale che è marginale, quanto per quello estero. I contatti con l'estero hanno origine remota, ma la nuova stabilità nel Mediterraneo aumenta la domanda e offre in cambio generi di lusso.

La produzione –a tecnologia costante– è proporzionale alla forza lavoro, ma la crescita di popolazione mette in crisi il sistema a motivo della limitazione delle risorse alimentari locali.

D'altra parte la ridotta produttività dei villaggi agricoli, basati su un'economia di sopravvivenza, non può compensare il deficit alimentare. E comunque il trasporto di grandi quantità di prodotti alimentari non sarebbe conveniente<sup>4</sup>.

Sorge così l'esigenza di una nuova organizzazione del territorio come città-stato e nasce la città. Il gruppo dominante dell'area mineraria assume il dominio dei villaggi rurali e li ingloba nella città, dove si trasferisce con servitù e addetti all'industria, rilocabile a distanza dalle miniere.

I due obiettivi fondamentali –acquisizione di risorse alimentari e reclutamento di forza lavoro– sono in generale associati ad altri complementari.

Nell'esempio Elba-Popolonia, già menzionato, interviene anche l'esaurimento boschivo dell'isola, che impone di portare il minerale in costa, soluzione meno onerosa di quella di portare il carbone di legna all'isola (Sperl 1985).

In altri casi, obiettivo complementare può essere il controllo diretto delle vie e dei siti per il commercio estero. In ogni caso, tali obiettivi accessori riguardano il dove fare la città, piuttosto che il perché.

Posta comunque la necessità di una nuova organizzazione, per la sua imposizione sembrano sufficienti due strumenti: cultura e armi.

La cultura etrusca mostra un modello “disciplina” capace di produrre un'elevata qualità di vita, ricchezze materiali incluse. Queste ultime rappresentano un'attrattiva sufficiente per le popolazioni meno evolute. In conclusione, lo strumento cultura può essere ridotto alla capacità di produrre ricchezza e alle modalità di distribuzione e fruizione della stessa, capacità nel complesso gratificante<sup>5</sup>.

Tale attrazione consente il reclutamento della forza lavoro (fondazione della città) e il successivo dominio su di essa.

Per le armi, doveva apparire impressionante, nonostante l'esiguità del numero, la potenza dei guerrieri consentita dalla metallurgia. La leggenda sulla Roma reale e sul ciclo di Mastarna possono illuminare sulla procedura. Una banda armata s'installa in quella, che poi sarà l'acropoli, e riesce a imporre un proprio re ai villaggi circostanti.

Conviene annotare che entrambi gli strumenti di dominio, ricchezza e armi, sono forniti dalle capacità metallurgiche.

### *3.2 Dalla fondazione al nuovo sviluppo*

La fondazione della città è un rito, che, a prescindere dal contorno leggendario, ha evidente significato socio-politico. Esso sancisce l'accettazione, da parte delle popolazioni dei villaggi rurali, del dominio da parte del gruppo che lo ha imposto e della residenza entro il perimetro urbano<sup>6</sup>.

Il perimetro è ideale –solco tracciato dall'aratro–, ma anche reale per la riconosciuta sacralità, l'orografia del sito e la successiva erezione di mura ciclopiche.

I tecnici metallurgici diventano principi della città, vi trasferiscono famigliari, servitù e addetti alle produzioni allontanabili dalle aree minerarie. Come magistrati monopolizzano gli strumenti di controllo sulla popolazione.

Il trasferimento risponde a due esigenze almeno:

---

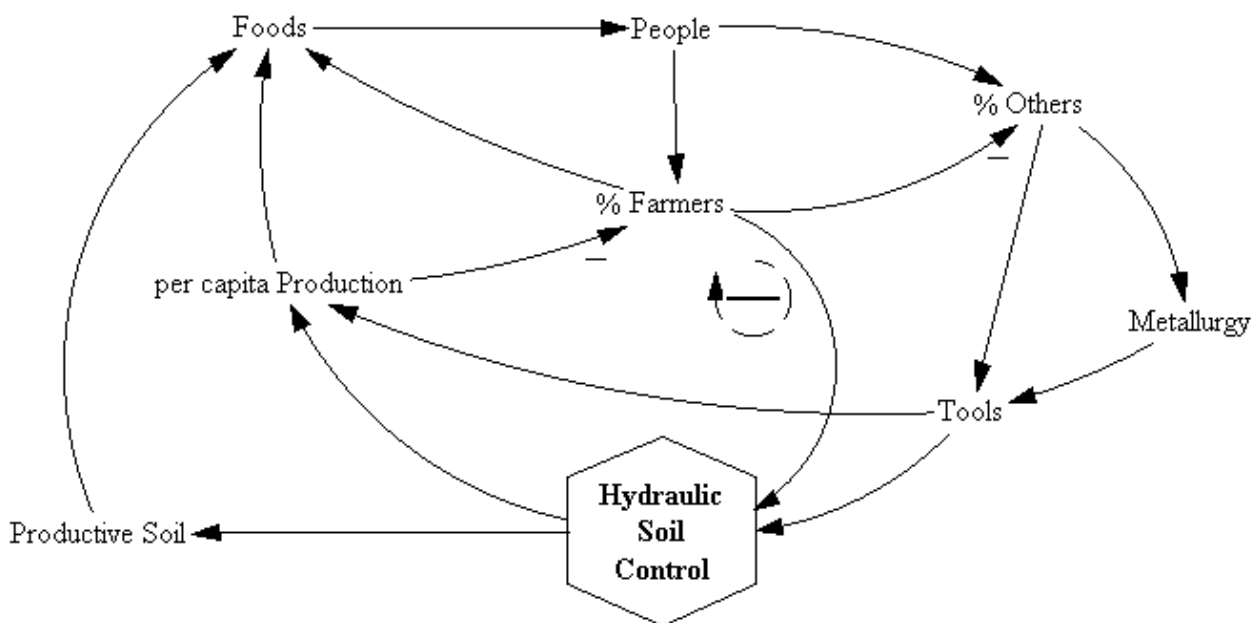
<sup>4</sup> Poniamo le seguenti ipotesi ottimistiche: ci sia una strada adatta a carri di 220 Kg di capacità, trainati da 4 muli; andata e ritorno siano realizzabili in 6 giorni; carrettiere e muli trovino lungo il percorso metà del fabbisogno alimentare. Allora metà del carico è consumato dai trasportatori e la metà consegnata soddisfa le esigenze alimentari base di una persona per 110 giorni. Per alimentare 500 persone per l'intero anno, disponendo di 6 mesi favorevoli al trasporto, occorrerebbero 65 carri e 260 muli, come minimo.

<sup>5</sup> La stratificazione sociale etrusca non appare chiarita, ma vale al riguardo la critica greca al lusso delle vesti e al possesso di abitazioni private da parte dei servi.

<sup>6</sup> I calcoli proposti (Piattelli e Bianchi 1998) indicano che i contadini-cittadini possono sfruttare il territorio agricolo intorno alla città fino ad un raggio di 6 Km.

- controllo diretto sulla popolazione neo-cittadina e sulle sue attività;
- spostamento di popolazione vicino alle risorse alimentari.

Nell'analisi (Piattelli e Bianchi 1998) il ruolo chiave dello sviluppo dopo la fondazione è assegnato al controllo idraulico del territorio. Il processo complessivo è illustrato dal diagramma di **fig. 1**, che comprende tutti anelli con retroazione positiva, capaci di produrre crescita esponenziale, con l'eccezione di quello stabilizzante che riguarda la "circolarità" delle tre variabili %Farmers, Hydraulic Soil Control, per capita Production.



**Figura 1** – Diagramma causale dello sviluppo produttivo della città etrusca

Il processo, innescato dalla disponibilità di competenze e attrezzi per la produzione rurale, produce eccedenza alimentare e di forza lavoro, obiettivi per cui nasce la città. Pertanto l'eccedenza alimentare diventa un'ulteriore prodotto di scambio con l'esterno e incrementa la ricchezza complessiva.

La crescita della produttività pro capite, che provoca l'eccedenza alimentare, causa anche eccedenza di forza lavoro agricola, che implica un rischio destabilizzante. Come in altri segmenti storici, il rischio viene evitato con le grandi opere pubbliche: prima di tutto il controllo idraulico del territorio, poi mura ciclopiche, strade e ponti, edifici pubblici, tombe, ecc.

Si è ricordata l'ipotesi di tecnologia costante, per cui la produzione aumenta con gli addetti, ma ciò non vale per il valore di scambio dei prodotti, che aumenta con il benessere, perché si passa, ad esempio, dai lingotti ai lavori artistici, così come dalle granaglie all'olio e vino. Analogamente cresce il valore dei consumi.

La crescita dei valori di scambio dei prodotti non alimentari e alimentari, e dei consumi innesca lo sviluppo tipico ottenuto in POLIS.

### 3.3 Considerazioni

L'analisi, proposta in sintesi, non offre un'interpretazione storica originale, se non nel ruolo della città, che non nasce per tenere fuori i nemici, ma per tenere dentro la popolazione rurale.

L'analisi rispetta evidenze archeologiche come la presenza di più villaggi precedenti entro il perimetro urbano oppure la continuità culturale delle sepolture, interrotta quando il livello di ricchezza produce le tombe monumentali.

Un ulteriore aspetto, relativamente originale, consiste nella spiegazione di molte peculiarità della società etrusca con la cronica scarsità numerica dei principi in rapporto alle risorse sfruttabili. Non vi sono al riguardo motivi etnici e demografici, ma cultural-funzionali. I tecnici erano pochi e hanno prodotto poche famiglie che si sono assunte tutti i ruoli gestionali –la disciplina etrusca e la carriera nelle magistrature– perché solo al loro interno erano disponibili le conoscenze e le condizioni per acquisirle.

In aggiunta, le condizioni politico-geografiche favorevoli attraggono avventurieri e scontenti a sfruttare altre risorse, facilmente accessibili, con un processo di espansione, che rimane però analogo a quello della nascita delle prime città, affatto diverso dalla colonizzazione greca e romana. Ancora gruppi minimi, bande secondo alcuni storiografi, si impongono sui villaggi indigeni e ne fanno città. Ora però le bande provengono dalle città più antiche e non dalle aree minerarie, pertanto le colonie possono avere prevalentemente vocazione agricola e commerciale.

## 4. Il modello per simulazione

### 4.1 Generalità

Il sistema iniziale comprende un territorio, la cui popolazione è ripartita su due poli: minerario-industriale il primo, rurale il secondo.

Appare sufficiente introdurre per la popolazione cinque gruppi sociali o attori:

- principi,
- servitù,
- addetti all'industria,
- addetti alla produzione alimentare nel polo industriale,
- popolazione del polo rurale.

I primi due gruppi non sono produttivi, a parte un contributo alimentare dalla caccia, pesca e orti. La servitù è evidenziata come gruppo consumatore con propria dinamica per acquisto dall'estero e trasferimento dal polo rurale.

Il polo industriale è caratterizzato da illimitate risorse minerarie e suolo produttivo limitato per gli alimenti. Il polo rurale non ha risorse minerarie, mentre quelle agricole sono potenzialmente illimitate.

Il polo industriale produce, scambia e accumula ricchezza. Esso rappresenta un sottosistema aperto che riceve risorse minerarie dalle sorgenti e scambia con pozzi<sup>7</sup> i prodotti relativi. Produzione e consumo pro capite crescono con la ricchezza.

Il polo rurale ha un'economia di sopravvivenza; non c'è accumulo di ricchezza; la produzione garantisce un minimo di riserva e, nelle annate migliori, un modesto surplus per lo scambio con l'altro polo.

Le variabili economiche sono rappresentate presso il polo minerario dal livello di ricchezza non alimentare e da quello delle riserve alimentari; presso il polo rurale dalle riserve alimentari.

Per entrambi i poli vale lo stesso tasso netto demografico (1,1% nell'esempio), in quanto la maggior mortalità per le attività del polo industriale, appare compensabile dalla minore natalità di quello rurale per mantenere l'equilibrio con le risorse.

La nascita della città rappresenta una migliore garanzia per il futuro e pertanto determina un aumento della natalità per tutti i gruppi sociali (+0,1%).

---

<sup>7</sup> Sorgenti e pozzi sono metafore tipiche dell'approccio *System Dynamics* e stanno a rappresentare l'ambiente esterno, cioè tutto ciò che non rientra nel processo di modellazione.

L'unità territoriale consente di assumere identici i disturbi casuali sulla produzione agricola (entro il 20%) e sulla natalità (entro lo 0,2%).

Il tempo base per la simulazione è l'anno e, nell'esempio, il passo d'integrazione (DT) è fissato a 1/4.

#### **4.2** *Transitorio precedente la nascita della città*

I valori iniziali sono determinanti perché avvenga la nascita della città e per fissarne il momento, disturbi a parte. Quelli nell'esempio si riferiscono ad una situazione relativamente remota, soddisfacente l'analisi descrittiva.

Il bilancio demografico considera anche un flusso di emigrazione di principi e servitù, l'acquisto di schiavi dall'estero, un trasferimento per attrazione dalla popolazione rurale alla servitù.

Nel polo rurale produzione e consumo pro capite sono costanti. L'eventuale eccedenza contribuisce per il 20% alle riserve alimentari, mentre il restante è scambiato con il polo industriale.

La ricchezza accumulata nel polo industriale corrisponde alla produzione non alimentare, ridotta del 10% per consumi vari, al netto dei valori di scambio per acquisto di schiavi all'estero e per alimenti dal polo rurale, sommata alle riserve alimentari.

Come in Polis, la ricchezza accumulata, media pro capite, indicizza con uno SMOOTH su due anni produzioni e consumo pro capite: la produzione industriale cresce più rapidamente di quella alimentare e questa più rapidamente del consumo alimentare.

Nel polo industriale esiste un limite al suolo agricolo produttivo. Quando lo sfruttamento supera il 64% comincia il trasferimento di addetti (costante di tempo sette anni) all'industria.

Aumenta con gli addetti la produzione di ricchezza, ma aumenta anche il consumo alimentare rispetto alla produzione e il sistema va in crisi.

La crisi è ritardata con gli scambi con il polo rurale e dalla maggior crescita della produzione alimentare rispetto al consumo presso il polo industriale.

I disturbi (un periodo di maggior natalità e minori raccolti) determinano il momento preciso della crisi.

La transizione, che viene espressa dalla variabile FLAGU che passa da zero a uno, comincia quando gli alimenti disponibili sono inferiori al 90% della richiesta presso il polo industriale. Uno SMOOTH su 7 anni sul bilancio alimentare determina il periodo necessario tra il manifestarsi della crisi e la nascita della città, durante il quale le riserve alimentari compensano il deficit.

Questo evento corrisponde a un gradino nella ricchezza pro capite, perché quella del polo industriale viene ridistribuita su tutta la popolazione. Inoltre produce la dipendenza di produzione e consumo pro capite della popolazione rurale, in precedenza costanti, dalla ricchezza stessa, con costante di tempo generazionale (21 anni). Infine appare la popolazione urbana come somma di quella ex-rurale e di principi, servitù e metà addetti all'industria, che si trasferiscono, con costante di tempo sette anni, nella città.

#### **4.3** *Transitorio successivo la nascita della città*

Quando l'indicatore FLAGU passa da zero a uno, la città si ritiene fondata. La popolazione urbana viene rappresentata da una nuova variabile di stato a motivo della costante di tempo nel trasferimento di una parte di quella del polo industriale.

Il transitorio della nascita ha durate diverse per popolazione ed economia.

Per la popolazione può essere considerato concluso quando i residenti nel polo minerario ricominciano a crescere.

Per l'economia si ha un gradino in discesa della ricchezza pro capite perché del polo industriale è ora ripartita come media tra tutti. L'effetto è però attenuato dalla introduzione nella ricchezza del surplus alimentare dell'ex polo rurale.

Il transitorio risultante per produzioni e consumi, indicizzati dalla ricchezza pro capite, risulta piuttosto lungo. I valori per la popolazione dell'ex polo industriale risalgono rapidamente, mentre quelli per l'ex polo rurale si adeguano con una costante di tempo di 21 anni.

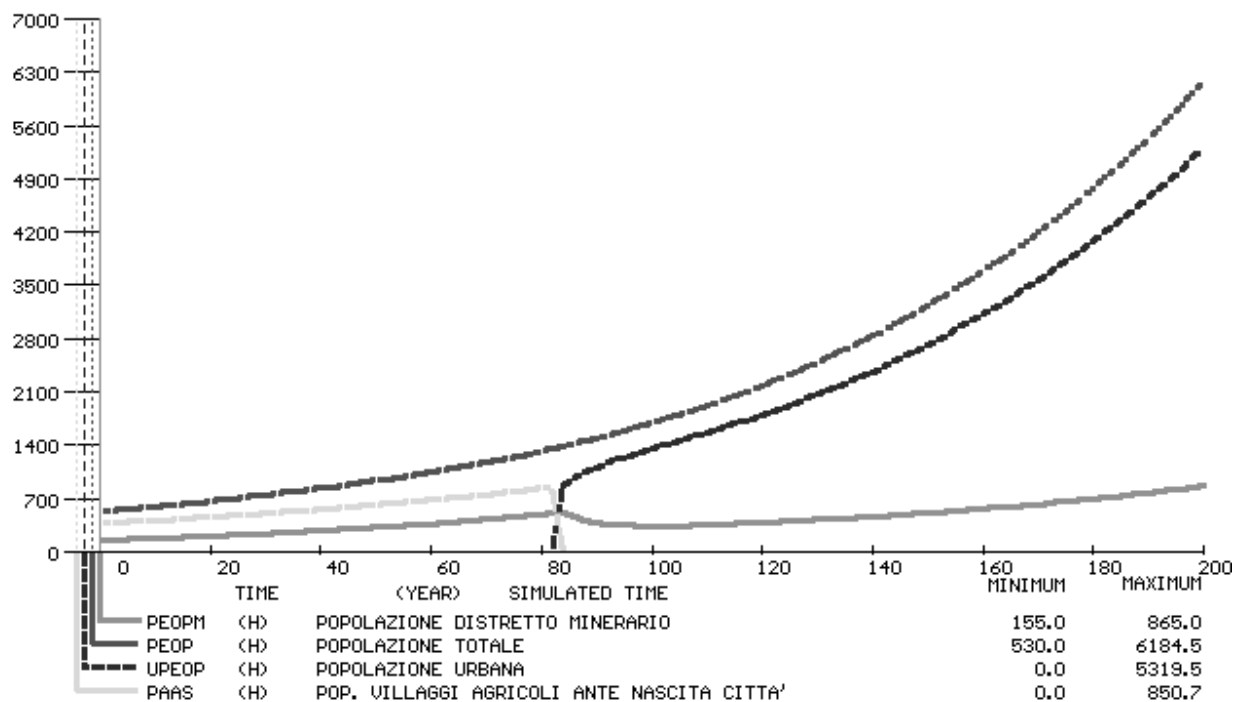
Questi effetti e aggiustamenti minori nelle relazioni del modello risultano dall'attivazione o dalla disattivazione mediante l'indicatore FLAGU già descritto, che svolge il ruolo di coefficiente mediante i due valori (zero e uno) che può assumere. I parametri precedentemente citati (ricchezza pro capite e produzione/consumo alimentare delle zone rurali) sono modificate tramite istruzioni logiche del tipo IF\_THEN\_ELSE.

#### 4.4 Un esempio<sup>8</sup>

Dai runs per la messa a punto e validazione, nonché per l'analisi di sensitività su alcuni parametri, è stato scelto quello illustrato dai plots in figura.

Valori iniziali e parametri di caratterizzazione rispettano qualitativamente l'analisi descrittiva per una situazione relativamente remota. Il periodo di simulazione è di 200 anni e l'evento nascita della città appare con evidenza.

La **fig. 2** mostra l'andamento per le popolazioni. La maggior velocità di crescita per il totale e per la città è dovuta all'acquisto di schiavi dall'estero, che, in termini descrittivi, corrisponde più in generale ad un'attrazione per gli immigrati.



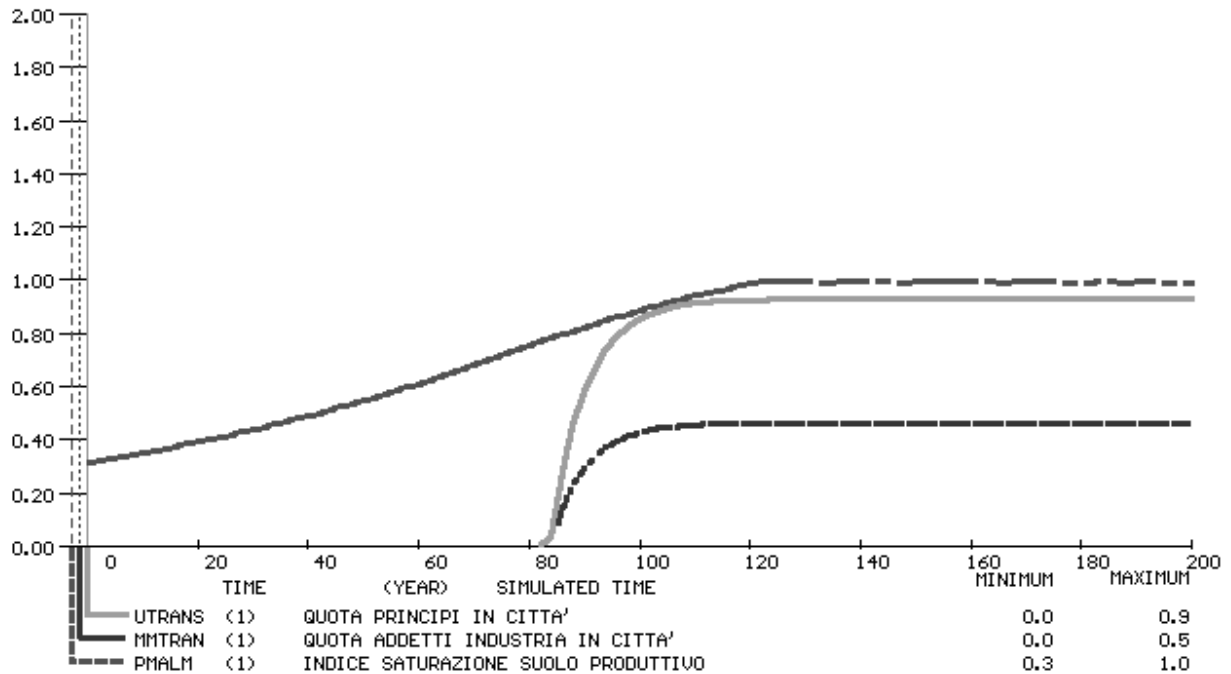
**Fig. 2:** Dinamica delle popolazioni

La **fig. 3** chiarisce la dinamica del trasferimento dal polo industriale alla città e dai contadini alle attività industriali. Essa mostra il rapporto tra principi residenti in città e nel polo minerario, l'analogo

<sup>8</sup> Il codice sorgente dello studio di caso qui presentato fa parte della documentazione allegata in appendice ed è anche disponibile in Rete al seguente indirizzo <<http://www.ge.cnr.it/CST/M&S/Src/ubirth.cos>>. Il modello è stato implementato in COSMIC (1994), un linguaggio DYNAMO-like dell'approccio *System Dynamics* (Coyle 1996).

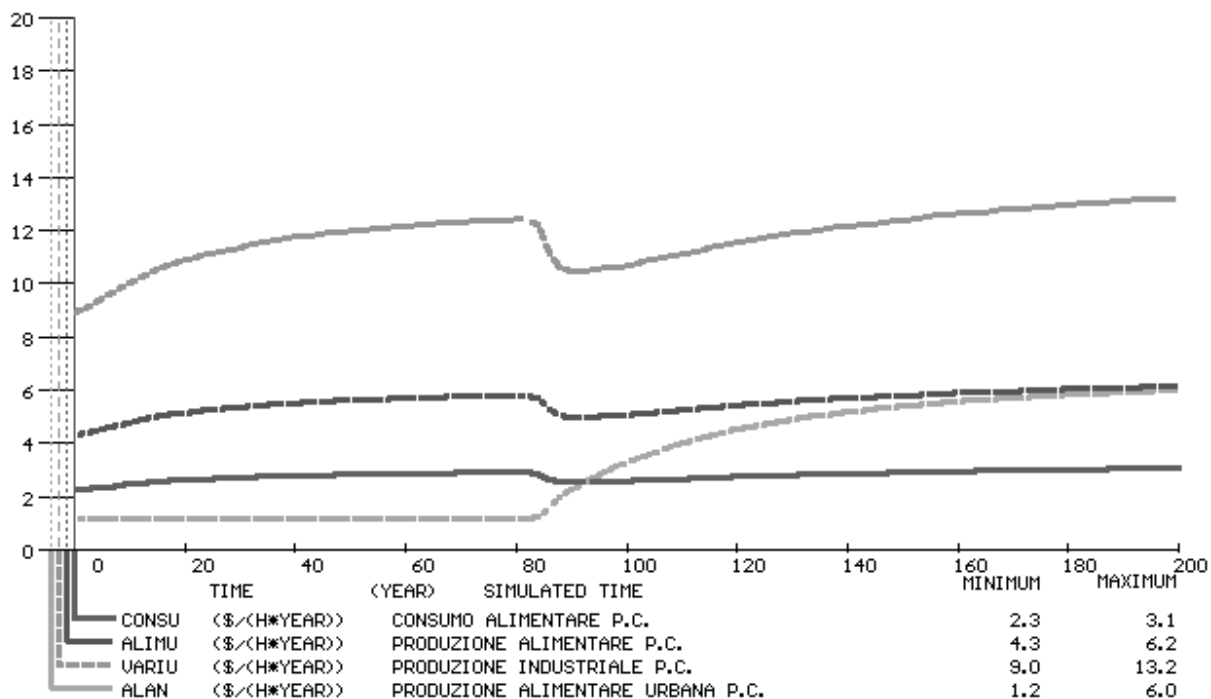
rapporto per gli addetti all'industria, il rapporto tra contadini del polo minerario e il limite di saturazione del territorio sfruttabile.

Il trasferimento all'industria dei contadini eccedenti costituisce il meccanismo (vedi **fig. 1**) per incrementare la produzione industriale, reso sostenibile dal supporto alimentare fornito alle città.



**Fig. 3:** Dinamica del trasferimento della popolazione nella città

La **fig. 4** mostra l'andamento dei consumi e delle produzioni pro capite, indicatori fondamentali per gli aspetti economici. A parte gli effetti della nascita della città, di interesse è la convergenza dei consumi per le popolazioni originarie dei due poli.



**Fig. 4:** Indicatori socio-economici

L'esempio proposto dimostra quindi che un modello, formalizzato in modo relativamente semplice, permette di simulare le discontinuità della nascita endogena della città con un comportamento di riferimento soddisfacente l'analisi descrittiva.

## 5. Conclusioni

Il progetto POLIS ha prodotto un modello archetipo per le antiche città-stato del Mediterraneo, che offre alle discipline storiche un'opportunità per considerare la simulazione al computer come nuovo strumento ausiliario, mentre per scopi sistemici esso genera società artificiali, plausibili in quanto pseudo-storiche, adatte a trattare problemi di modellistica e simulazione dei sistemi sociali.

Un problema di interesse generale al riguardo è rappresentato dalle discontinuità evolutive, che producono la transizione da un tipo di sviluppo ad un altro. Una discontinuità particolare è associata alla nascita della città, che, già trattata in ambito POLIS come esogena –le colonie greche–, è qui considerata come endogena per le più antiche città etrusche.

L'analisi descrittiva, riportata in sintesi, fornisce un'interpretazione, che, senza essere un contributo storiografico, propone ipotesi con alcuni aspetti di originalità concordanti con le fonti. Si osserva a margine che la definizione stessa di città per il caso in esempio è all'opposto di quella generalizzata proposta da Toynbee (1970).

L'interesse specifico è però rivolto al modello, basato sul sistema dinamico per simulare tale discontinuità. Il problema di riferimento riguarda la compatibilità tra l'invarianza strutturale del sistema dinamico e la comparsa o emergenza nel sistema sociale di una nuova organizzazione, che richiede per la modellazione una struttura diversa.

L'euristica è, nella sostanza, quella proposta da Richmond (1981) in ambito *System Dynamics*: la compatibilità si ottiene incorporando a priori nella struttura del modello le sottostrutture necessarie

prime, durante e dopo la transizione. L'attivazione delle variabili e delle relazioni pertinenti è fatta dipendere dai valori assunti dalle variabili "attive".

Il caso in studio offre pertanto un esempio del paradigma che il sistema dinamico può trattare discontinuità nella evoluzione dei sistemi sociali a condizione che il *pattern* relativo sia noto a priori. Occorre inoltre che predisposizione e attivazione delle relazioni latenti siano ottenibili con semplicità formale.

L'esempio considera una transizione da un livello organizzativo inferiore –la società dei villaggi– a quello superiore e di maggiore complessità della città-stato, associabile al concetto di "struttura emergente". Con riferimento alla classificazione di Cruchfield (1994), l'emergenza del caso in studio apparterebbe al primo livello, in quanto la nuova organizzazione è il risultato del modello, concepito appositamente per produrla. Quando l'evoluzione è nota a priori, tale livello appare adeguato in quanto l'interesse è focalizzato nell'identificare le relazioni causali predominanti nella transizione.

Per le transizioni future appare di interesse il secondo livello, cui apparterebbero il caos deterministico e la morfogenesi (Pessa 1998). Entro i limiti della modellazione con i sistemi dinamici, il processo di auto-organizzazione proposto da Allen (1982) per i sistemi sociali può essere approssimato dalla "*stochastic re-causalization*" (Mosekilde *et al.* 1983), dove la spontaneità della morfogenesi è ricondotta a modifiche causali della struttura prodotte dai disturbi, mentre la scelta di quella da adottare dipende da un criterio di ottimo sulle prestazioni del sistema.

Occorre osservare che, quando l'evoluzione è nota a priori, anche tale procedura diventa deterministica, tuttavia la sua adozione consente, quanto meno, di affinare le euristiche per la trattazione di discontinuità future.

Le discussioni sulla convenienza o necessità di estendere in qualche modo la modellazione con sistemi dinamici, per tenere conto di modifiche strutturali, indicano un crescente interesse al problema. L'approccio alternativo "*bottom-up*" della Scuola di Santa Fe o della teoria degli agenti pone nella pratica della simulazione la difficoltà di far emergere una predeterminata struttura.

Il nostro esempio, si ribadisce, appartiene al primo livello nella classificazione delle emergenze, ma offre caratteristiche adatte ad uno sviluppo di secondo livello. Tale sviluppo sembra richiedere un'ulteriore riduzione della generalità, ovvero della distanza concettuale, non tanto in termini di macrovariabili, quanto in termini di particolarezzazione geografico-culturale. L'ambito delle problematiche rimane comunque l'esplorazione di euristiche per trattare discontinuità con esito non predeterminato.

## 6. Riferimenti bibliografici

- Allen, P.M. 1982. The Genesis of Structure in Social Systems: The Paradigm of Self-Organization. In *Theory and Explanation in Archaeology: The Southampton Conference*, eds C. Renfrew, M.J. Rowlands, B. Abbott Segraves, 345-374. New York, London: Academic Press.
- Bianchi, N. 1989. System Dynamics as a Tool for Historians: The Role of Software. In *Computer-Based Management of Complex Systems*, eds. P.M. Milling and E.O.K. Zahn, 495-501. Berlin: Springer-Verlag.
- Bianchi, N. 1993, "Modellistica per la ricerca storica: un'esperienza controversa", in *AICA 93, Atti del congresso annuale*, Gallipoli (Lecce), Italy: Associazione Italiana per l'Informatica e il Calcolo Automatico, Volume I, pp.729-732.
- COSMIC. 1994. *User manual*. The COSMIC Holding Co., 8 Claycourt Road, Shrivenham, Swindom, Wilts SN6 8BN, U.K.
- Coyle, R.G. 1996. *System Dynamics Modelling: A Practical Approach*. London: Chapman and Hall.
- Cruchfield, J. P. 1994. The Calculi of Emergence: Computation, Dynamics and Induction. *Physica D*, Vol. 75, pp. 11-54.
- Mosekilde, E., S. Rasmussen, T.S. Sorenson. 1983. Self-Organization and Stochastic Re-Causalization in System Dynamics Models. In *Proceedings of the 1983 International System Dynamics Conference*, Plenary Session Papers, 128-160. Chestnut Hill, Mass.
- Pessa, E. 1998. Emergence, Self-Organization, and Quantum Theory. In *First Italian Conference on Systemics: System Science to design a sustainable development*, ed. G. Minati, 59-79. Milan, Italy: Apogeo scientifica.
- Piattelli, M., N. Bianchi, M. Cuneo. 1994. A Model for the Polis, the Ancient City-States. In *Proceedings of the 1994 International System Dynamics Conference*, eds. E. Wolstenholmes and C. Monaghan, "Organisational Environments" volume, 81-92. Stirling, UK: System Dynamics Society.
- Piattelli, M. and R. G. Coyle. 1995. On the Modelling of Seapower: an extension of the Polis model in a competitive scenario. In *Proceedings of the 1995 International System Dynamics Conference* Tokyo, Volume I, Plenary Program, 180-190. Tokyo: : System Dynamics Society.
- Piattelli M., N. Bianchi, L. Minna. 1996a. Notes on conceptual distance in simulation using the Polis model as a basis for discussion. In *Proceedings of the 1996 System Dynamics Conference*, vol.II, 413-416. Cambridge, Massachusetts: System Dynamics Society.
- Piattelli, M., Bianchi, N. and Cuneo, M. 1996b, The *Polis* Model as a Laboratory for Socio-Cultural Studies. In *Third European Congress on Systems Science*, eds. E.Pessa, M.P. Penna and A. Montesanto, 339-343. Rome, Italy: Edizioni Kappa.
- Piattelli, M. e N. Bianchi. 1998. Maritime Etruscan Cities: A Systemic Approach for Explaining their Sites. In *First Italian Conference on Systemics*, ed. G. Minati, 273-292. Milan, Italy: Apogeo scientifica.
- Richmond, B.M. 1981. Endogenous Generation of Structural Change in System Dynamics Models: An Illustration from a Corporate Context. In *Proceedings of the 1981 System Dynamics Research Conference*, 291. Rensselaerville, NY.
- Sperl, G. 1985, "La produzione dei metalli nell'Etruria antica", in *L'Etruria mineraria*. Milan, Italy: Electa.
- Toynbee, A.J. 1970. *Cities on the Move*. London, UK: Oxford University Press.
- Voltes Bou, P. 1983. *Nuevos criterios auxiliares para el analisis historico*. Barcelona, Spain: Departamento de Historia Economica, Universidad de Barcelona.