

Nanni Concu
Università di Sassari e CRENOS
e-mail: concu@uniss.it

**LA TIRANNIA DEL TRADE-OFF SCONFITTA?
TURISMO, AMBIENTE NATURALE E RIFIUTI
SOLIDI URBANI: LA RICERCA DI UNA
ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE .**

Abstract

Attraverso l'impiego della metodologia comune agli studi sulla environmental Kuznets curve, il lavoro intende testare la relazione tra una proxy della ricchezza e un indicatore di qualità ambientale (la quantità di rifiuti solidi urbani pro capite) su una data base costruito a livello comunale per 322 comuni della Sardegna. Il modello adottato consente inoltre di testare la validità di una assunzione comunemente ispiratrice della pianificazione economica: la complementarità tra specializzazione turistica e conservazione dell'ambiente.

I risultati dell'analisi econometrica confermano che l'esistenza di una curva di Kuznets è sensibile sia ai dati impiegati che alla specificazione adottata. Il modello statisticamente preferito mostra che per il particolare indicatore ambientale la relazione alla Kuznets non esiste, confermando un risultato già emerso in precedenti studi. Infine, l'ipotesi di complementarità tra turismo e ambiente è rifiutata.

Settembre 2000

Introduzione

Habitats intatti e un ambiente naturale godibile e sano sono condizioni necessarie per il successo turistico. Specializzarsi in questo settore significa entrare in un mercato che nella sola Europa, nel 1996, ha movimentato oltre 350 milioni di turisti e prodotto un volume di entrate monetarie pari a circa 215 miliardi di dollari (Sinclair, 1998). Esistono forti incentivi economici ad una corretta gestione delle risorse naturali, culturali e umane che compongono i panieri dei servizi e dei beni turistici: ambiente e crescita economica basata sul turismo appaiono complementari. Parallelamente alla maturazione di questa convinzione, la letteratura scientifica ha prodotto crescente evidenza che l'impatto del turismo su culture sensibili e ambienti naturali fragili compromette la sostenibilità economica dell'industria turistica. Se ancora nel 1982 la WTO, in un documento congiunto con l'UNEP (citato in Dowdeswell, 1997), dichiarava:

"(...) la gestione razionale del turismo può contribuire in buona misura a proteggere e sviluppare l'ambiente fisico, l'eredità culturale e a migliorare la qualità della vita"

tredici anni dopo, in una guida per lo sviluppo e l'uso di indicatori per il turismo sostenibile, esordisce con l'affermazione che

"(...) le tradizionali pratiche di gestione del turismo hanno prodotto indesiderati effetti sociali e ambientali che (...) pregiudicano la loro praticabilità economica." (WTO, 1995).

Indagare sulla presunta complementarietà turismo e ambiente è pertanto cruciale. La specializzazione turistica con i suoi effetti benefici sull'ambiente, supera il temuto e onnipresente trade-off tra crescita economica e qualità ambientale? L'interrogativo è tanto più importante per le località turistiche della Sardegna, che diversificando e migliorando la qualità dei servizi offerti intendono competere su mercati ben più ampi di quelli sinora sperimentati, in

cui la competizione e il successo, condizionati da comunicazioni a rapida diffusione, sono fortemente legati allo stato delle risorse naturali e alla qualità dei servizi.

Il tema, inoltre, ricade entro la vasta letteratura che nell'ultimo decennio ha studiato l'impatto della crescita economica sull'ambiente, rafforzando, con l'ipotesi di complementarità, quello che è uno dei risultati più dibattuti: l'esistenza di una *environmental Kuznets curve* (EKC). Numerosi studi empirici, regredendo alcuni indicatori della qualità ambientale (emissioni o concentrazioni di inquinanti) su alcune variabili di reddito, mostrano che la relazione assume la forma di una U rovesciata (à la Kuznets, appunto), ovvero che livelli crescenti di reddito sono associati a un peggioramento iniziale dello stato dell'ambiente, e successivamente a miglioramenti della qualità ambientale.

Impiegando un database costruito a livello comunale per 322 paesi della Sardegna il cui anno di riferimento è il 1997, e applicando la metodologia degli studi sull'EKC, il presente lavoro intende analizzare la relazione tra una proxy della ricchezza o opulenza pro capite (l'imponibile medio dell'Imposta Comunale sugli Immobili ICI-) e qualità ambientale (i rifiuti solidi urbani pro capite, RSU nel seguito). Esiste una "environmental Kuznets curve" per questo particolare indicatore ambientale? Sottolineiamo che il tema della produzione e gestione dei rifiuti solidi urbani ha ormai acquistato importanza centrale nell'agenda sull'ambiente e sul turismo. Il considerevole impatto sull'ambiente, sia in termini di deturpazione visivi-paesaggistica che di inquinamento di acque e suolo, e le difficoltà nel trovare strumenti e meccanismi alternativi alle correnti pratiche di gestione dei RSU rendono pressante fornire una risposta all'interrogativo sull'esistenza di una EKC. Possiamo riporre una qualche speranza che il problema tenderà a perdere importanza nel corso della crescita economica?

Al fine di coniugare queste tematiche con quelle dello sviluppo turistico, quale fonte di incremento dei redditi e complemento/sostituto della qualità ambientale, estendiamo il modello impiegato per l'analisi RSU ICI, introducendo tra i regressori una dummy per distinguere tra comuni costieri e non

costieri. Questa funziona come proxy delle presenze turistiche. L'ipotesi sottostante è che il turismo sia principalmente di tipo estivo-balneare (e per la Sardegna questa assunzione è condivisibile). La ratio di tale scelta consiste nel valutare se il turismo ha un impatto mitigante o rafforzante l'effetto della crescita economica sull'indicatore di qualità ambientale: possiamo ritenere sconfitta la tirannia del trade-off ?

Il lavoro che presentiamo è solo la prima fase di una ricerca più articolata che intende dare conto dell'effetto del turismo su una gamma più ampia di fenomeni (la trasmissione culturale, la modifica dei modelli di consumo e della relazione tra ambiente naturale e culture locali). E' organizzato nel modo seguente: la sezione 1 contiene una breve rassegna delle posizioni teoriche e i risultati empirici più interessanti dei lavori che indagano la relazione crescita-qualità ambientale. La rassegna è utile per comprendere la metodologia, le debolezze e le conclusioni avanzate. La seconda sezione illustra i principali risultati ottenuti in tema di RSU attraverso l'applicazione della metodologia degli studi sull'EKC. La sezione successiva (la terza) tratta dell'impatto del turismo sul particolare indicatore di qualità ambientale, e spiega quali effetti è plausibile attendersi e misurare attraverso un'analisi econometrica. La sezione 4 introduce il nostro esperimento econometrico, i dati impiegati, i modelli utilizzati e i risultati delle regressioni. La quinta parte, infine, contiene le conclusioni e alcune implicazioni per le politiche di sviluppo turistico.

1. Cos è la EKC

Qualità dell'ambiente e crescita economica sono, generalmente, considerati fenomeni confliggenti. L'incremento della produzione e del consumo richiede risorse naturali, siano esse inputs nei processi materiali di trasformazione o funzioni ecologiche. Ciò può ridurre la disponibilità futura e, sotto certe condizioni, minare la capacità degli ecosistemi di assicurare le funzioni ecologiche fondamentali di sostegno alla vita. Da tale premessa muove tutta la letteratura sulla sostenibilità e sullo stato stazionario quale

obiettivo di lungo periodo dei sistemi economici (su tutti, Daly, 1996). In realtà la relazione è assai più complessa, essendo mediata dai processi ecologici e funzione delle specifiche forme di produzione e di consumo. La scala dell'attività economica è solo una delle determinanti del tasso di impiego delle risorse naturali e di produzione di rifiuti, e ugualmente importanti sono sia la composizione dell'output sia le tecniche impiegate per produrlo (Grossman, 1995). Tuttavia, anche analizzando la relazione tra la scala dell'attività economica o della ricchezza e lo stato dell'ambiente, numerosi studi hanno evidenziato una regolarità empirica tra il Prodotto Interno Lordo (PIL o GDP), e alcuni indici di qualità ambientale; questa regolarità, che prende il nome di *environmental Kuznets curve* in quanto descrive una relazione simile a quella individuata da S. Kuznets (S. Kuznets, 1955) tra incremento e distribuzione del reddito, illustra un legame caratterizzato da un iniziale decremento, il raggiungimento di un massimo e un successivo miglioramento della qualità ambientale al crescere del reddito pro capite.

L'ipotesi sull'esistenza di una curva di Kuznets per l'ambiente ha un chiaro fascino: l'implicazione fondamentale che ne deriva è che potremmo superare i problemi di degrado ambientale attraverso la crescita economica.

1.1 La metodologia degli studi sull'EKC.

La relazione crescita-ambiente, l'una misurata dal reddito pro capite e l'altra da indicatori di qualità ambientale, è, evidentemente molto generale. Ciò si traduce nell'impiego di un approccio in forma ridotta. Poiché si è interessati sia agli effetti diretti che a quelli indiretti della crescita economica, gli studi sulla EKC impiegano una semplice metodologia: i dati (time series, cross-section e panel data) sulle emissioni o concentrazioni di un inquinante sono regrediti come funzione del reddito reale pro capite più altre variabili esplicative. Il modello generalmente impiegato è sotto forma di una funzione polinomiale del reddito:

$$y_i = \alpha + \sum \beta_j x_{ij} + \epsilon_i \quad (1)$$

dove y è l'indice della qualità ambientale e x la variabile di reddito (talvolta espresse in logaritmi) ed i parametri sono stimati con il metodo OLS. Si assume che un'unica equazione sintetizzi il modello strutturale attraverso il quale il reddito influenza la qualità ambientale. Un vantaggio di questo approccio è che l'influenza del reddito sull'ambiente emerge immediatamente. Lo svantaggio consiste nel fatto che non è chiaro perché la relazione esista e come interpretare le stime dei coefficienti del polinomio. Quindi, il modello è *puramente descrittivo*, e non risponde all'interrogativo di come il supposto miglioramento della qualità ambientale venga ottenuto. Questo, tuttavia, è un prezzo che si è disposti a pagare. Un'analisi precisa e dettagliata dei problemi di esaurimento delle risorse, di carrying capacity e resilience ¹ assai complicata, e la relazione tra crescita e inquinamento dipende da una pluralità di fattori che accrescono in maniera esponenziale le difficoltà dell'analisi.

L'utilizzo del reddito reale pro capite nei modelli di stima, coerente con l'impiego in altre analisi econometriche, è fondato sull'assunto che tale variabile catturi tutta una serie di fattori (cambiamenti delle preferenze, pressioni politiche, sviluppi tecnologici) ad esso positivamente correlati. Ma trascura tutta un'altra serie di fattori che, non correlati al reddito, hanno tuttavia capacità esplicativa. Si pensi al ruolo del commercio internazionale nel trasferimento di attività produttive inquinanti. Se il miglioramento della qualità ambientale dei paesi sviluppati è

¹ Nei fatti, una delle prime critiche a questa metodologia riguarda proprio la misura del degrado ambientale. Gli studi di EKC misurano il degrado ambientale attraverso variabili di due tipi: emissioni e concentrazioni di inquinanti. Nessuna di queste due indici misura accuratamente tutti gli aspetti della relazione tra attività economica e degrado ambientale, né l'evidenza di una EKC può essere considerata esaustiva della relazione in quanto mancante di qualsiasi connessione con la carrying capacity e la resilience degli ecosistemi (Arrow et al., 1995, Kaufmann, 1998).

ottenuto attraverso un cambiamento della loro struttura economica, come è dimostrato per le emissioni di SO₂, si devono essere verificati dei cambiamenti strutturali in altre economie in direzione opposta (environmental dumping o pollution haven hypothesis). La differenza tra causazione e correlazione è critica perché futuri incrementi di reddito possono non produrre i medesimi risultati, in termini di riduzioni del danno ambientale, determinati da incrementi passati.

Il modello, inoltre, è stimato sotto l'assunto che non vi siano feedback tra sistema economico e sistema naturale e che quindi il problema di degrado ambientale abbia conseguenze negative solo sulla qualità della vita e non sulle possibilità produttive. Si suppone, cioè, che non vi sia simultaneità.

Vengono omesse le variabili esplicative che possono influenzare la produzione di inquinamento ma che si evolvono anch'esse nel corso della crescita, che pongono quindi problemi di collinearità nel modello econometrico, e vengono generalmente inclusi i fattori esogeni che aiutano a spiegare le differenze nelle emissioni o concentrazioni². È frequente l'introduzione di variabile di tempo, sia sotto forma di dummy che come trend lineare. La distorsione delle stime derivante dall'omissione di fattori che influenzano la relazione e che si suppone varino nello spazio viene corretta, soprattutto nei lavori che impiegano panel data, utilizzando dei modelli fixed e random-effects, in cui l'effetto della variabile omessa si scarica sull'intercetta della funzione, o random-coefficients, in cui l'effetto ricade sull'inclinazione della funzione³.

2 Ad esempio, il prezzo dell'energia nello studio della relazione tra crescita e emissioni di CO₂ (Agras e Chapman, 1999), indicatori dell'intensità spaziale dell'attività economica per lo studio delle concentrazioni di SO₂ nell'atmosfera (Kaufmann et al., 1998), esportazioni e importazioni di manufatti per valutare la relazione tra reddito pro capite e consumi energetici pro capite (Suri e Chapman 1998). Il presente lavoro si muove nella medesima direzione e introduce la dummy costiero/non costiero (quale indice del fenomeno turistico) nell'analisi della relazione tra una proxy della ricchezza e un indice di qualità ambientale.

3 Koop e Tole (1999) affrontano esaustivamente il problema. Nel loro esperimento i modelli fixed e random effect vengono statisticamente preferiti al modello base (1), e il modello random effect è preferito a quello fixed effect.

I risultati e le argomentazioni teoriche a sostegno dell'EKC

La relazione reddito-impatto ambientale può assumere diversi andamenti. Due tipi generali sono inizialmente distinguibili: relazioni monotoniche e non monotoniche (de Bruyn, 1998). Le prime indicano che l'inquinamento è funzione crescente o decrescente del reddito (fig. 1a e 1b); un esempio di funzione crescente è dato dai rifiuti solidi urbani pro capite (Shafik, 1994), mentre l'accesso a servizi di fornitura d'acqua è funzione decrescente. Tra le forme non monotoniche sembrano prevalere quelle del tipo a U inversa il danno ambientale inizialmente cresce al crescere del reddito e quindi comincia a decrescere quando il reddito pro capite raggiunge un livello di *de-linking* (fig.1c) e del tipo a N (fig 1d) il fenomeno del *de-linking* è solo temporaneo - anche se talvolta si incontrano dei tipi più complessi di relazione. Sino ad ora, l'evidenza empirica è largamente a favore di una relazione a forma di U inversa la *environmental*

Tuttavia, anche questa soluzioni non risolve completamente il problema dell'assunzione che la forma della relazione stimata sia la medesima per ogni paese: una variazione del 1% del reddito ha il medesimo effetto, sulla variabile ambientale d'interesse, in Italia che in Indonesia. Data la considerevole variabilità che può caratterizzare le specifiche interazioni crescita-ambiente, questa ipotesi è preferibile che venga testata piuttosto che imposta. E' necessario quindi permettere che anche i coefficienti β varino tra paesi. Koop e Tool (1999) adottano un modello a coefficienti variabili e *fixed country effect*:

$$y_i = \alpha_i + \sum \beta_{ij} x_{ij} + \epsilon_i$$

e assumono che ogni β_i sia tratto dalla stessa distribuzione $\beta_i = \beta + v_i$ con $E(v_i) = 0$, $E(v_i, v_j) = \Omega$ e $E(v_j, v_i) = 0$ per $j \neq i$. Questa scelta permette di conservare nell'analisi alcune similarità tra paesi (β può essere pensato come la relazione media tra reddito e ambiente) ma ogni paese può divergere da questa media. Il metodo di stima è GLS. Il test sulla costanza dei coefficienti rifiuta senza ambiguità questa ipotesi.

Attraverso l'impiego di panel data e di modelli random coefficients e fixed time e country effects è possibile, quindi, testare l'ipotesi di non variabilità della relazione reddito/inquinamento.

Kunznets' curve", appunto – piuttosto che a forma di N, anche se il risultato è sensibile sia al tipo di fenomeno ambientale considerato (de Bruyn, 1998) sia al modello⁴ (Shafik, 1994, de Bruyn, 1998, Galeotti e Lanza, 1999) e ai dati impiegati per la stima (Galeotti e Lanza, 1999).

Da queste relazioni possono derivare diverse implicazioni. Per i paesi più poveri, l'esistenza di una EKC implica che la riduzione della povertà attraverso la crescita economica, che è uno degli obiettivi primari di politica economica, è coerente con il miglioramento della qualità ambientale, sebbene sia necessario un periodo transitorio in cui si verifica un incremento del degrado prima di raggiungere simultaneamente i due obiettivi. Per i paesi in via di sviluppo, l'implicazione che si può trarre è che la crescita economica, obiettivo prioritario delle politiche pubbliche, può costituire un rimedio per i problemi di inquinamento che si accompagnano agli stadi iniziali della crescita. Infine, per i paesi avanzati, che hanno raggiunto sia elevati livelli di reddito che

4 Comunemente si adottano di modelli lineari o log-lineari e funzioni quadratiche o cubiche del reddito. Quest'ultima opzione consente di valutare se il fenomeno del de-linking (miglioramento della qualità ambientale al crescere del reddito) è duraturo o temporaneo. Per quanto indesiderato, i modelli cubici risultano sono spesso statisticamente significativi (Torras e Boyce, 1998). La scelta tra modelli lineari o log lineari è comunemente basata sulla differenza di interpretazione dei coefficienti. Il modello lineare indica immediatamente l'impatto marginale (costante) delle variabili esplicative su quelle esplicate, log-lineare consiste nel fatto che i coefficienti assumono il significato di elasticità. Per contro, nei modelli lineari con termini al cubo la facilità di interpretazione dei coefficienti va persa; il modello log-lineare invece non fornisce una espressione analitica immediata per il livello del reddito in cui si verifica il cambiamento di pendenza ($dy/dx=0$) che mostra il de-linking tra reddito e qualità ambientale. Inoltre, il modello log-lineare non è facilmente interpretabile poiché non è possibile predire il comportamento della funzione sulla base del segno dei parametri (Galeotti e Lanza, 1999). Aggiungiamo che la specificazione lineare impone un comportamento simmetrico alla funzione, ipotesi che non può essere giustificata a priori, mentre il modello log-lineare no. Entrambe le specificazioni hanno pregi e difetti su cui non sempre è possibile discriminare sulla base di considerazioni teoriche, ma che occorre affrontare attraverso appropriati tests statistici.

elevati standard locali di qualità ambientale, ne conseguirebbe che anche i problemi ambientali trans-nazionali e trans-generazionali, come i mutamenti del clima, saranno risolti da redditi più elevati.

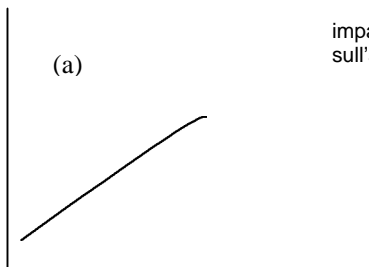
La maggior parte dei ricercatori che hanno studiato il problema dell'esistenza di una EKC sono poco inclini a sostenere queste conclusioni e sottolineano come in realtà il fenomeno del de-linking tra crescita e qualità ambientale non possa manifestarsi automaticamente (Grossman 1995, Shafik, 1994). Una crescita economica continua può essere *parte* della soluzione di un problema ambientale, piuttosto che esserne la causa. Sul piano teorico, le giustificazioni di questa regolarità empirica indicano i seguenti fattori:

a) le trasformazioni strutturali che accompagnano la crescita economica hanno degli effetti secondari positivi sull'ambiente; con la crescita del reddito, il settore dominante passa dall'agricoltura all'industria e quindi ai servizi. Il primo cambiamento determina un incremento dell'impatto sull'ambiente, mentre il secondo si concretizza in una riduzione. A questo va sommato l'effetto dell'adozione di tecniche e tecnologie che richiedono un uso meno intensivo delle risorse o producono meno inquinamento per unità di output, tendenza questa che caratterizza l'industria moderna (con la crescita dei settori high-tech) rispetto a quella del passato.

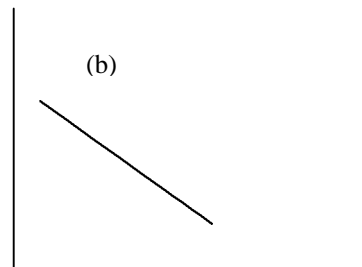
b) mutamenti nei comportamenti di consumo legati alla crescita del reddito. Questo effetto si basa sull'assunto che il bene "qualità ambientale" sia un bene normale, la cui quantità domandata aumenta al crescere del reddito; la variazione delle preferenze ha un effetto diretto sulla struttura dell'economia attraverso i comportamenti sul mercato e un effetto indiretto attraverso le pressioni agli organi politici per l'adozione e attuazione di misure

Fig. 1

impatto
sull'ambiente



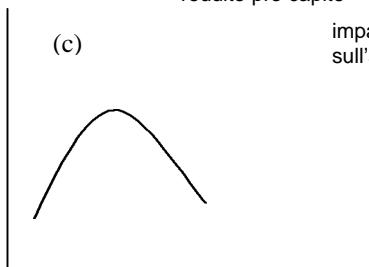
impatto
sull'ambiente



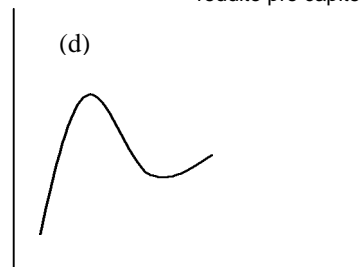
reddito pro capite

reddito pro capite

impatto
sull'ambiente



impatto
sull'ambiente



reddito pro capite

reddito pro capite

c) Infine, si argomenta che la crescita economica renda disponibile le risorse necessarie a rimediare i problemi ambientali e che una crescita rapida significa incremento del tasso di turn-over tecnologico.

In sintesi, gli argomenti teorici a favore dell'esistenza di una EKC sono :

- i) elasticità di reddito della qualità ambientale positiva;
- ii) cambiamenti strutturali della produzione e del consumo a redditi più elevati;
- iii) miglioramento e incremento dell'informazione sulle conseguenze ambientali dell'attività economica, al crescere del reddito;
- iv) maggiore apertura dei sistemi politici e maggiore commercio internazionale associato all'incremento dei redditi.

Diversi fattori contribuiscono a determinare se un certo tipo di problema ambientale si intensifica con la crescita economica o è alleviato da questi fattori connessi alla crescita. Tra questi, Grossman (1995) indica la dimensione del danno ambientale, i costi per evitarlo, e la misura in cui gli effetti del danno coincidono spazialmente e temporalmente con la giurisdizione delle autorità preposte ad applicare la legislazione in materia ambientale. La probabilità di regolamentazioni di attività inquinanti è maggiore per quelle forme di inquinamento che hanno effetti immediati ed evidenti sulla salute umana e i cui costi di abbattimento sono relativamente bassi. Al contrario, la volontà politica di risolvere problemi ambientali, i cui effetti sono incerti e i cui costi ricadono su individui di altre giurisdizioni o generazioni, è sicuramente minore. In altre parole, ci aspettiamo che la crescita dell'output danneggi l'ambiente sino a quando le conseguenze negative sono distribuite tra diverse regioni o paesi e quando gli effetti sulla salute o sul benessere non si manifesteranno che nel futuro.

Nel paragrafo che segue, questo schema concettuale spiega anche la relazione tra RSU e crescita economica.

2. I Rifiuti Solidi Urbani (RSU) nella letteratura su l'EKC.

Le proiezioni in materia di rifiuti solidi urbani sono tutt'altro che confortanti: per l'Europa, entro il 2010, i rifiuti di carta, plastica e vetro aumenteranno dal 40 al 60% (Gherardini, 1999), sancendo il fallimento delle politiche di gestione basate sul riciclaggio e il trattamento alternativo alle discariche. In Sardegna, l'emergenza in tema di RSU è divenuta progressivamente la regola, con un numero crescente di discariche ormai prossime alla saturazione, l'insufficienza degli impianti di termodistruzione, l'ostilità delle popolazioni locali verso i progetti di nuove discariche nei loro territori, la mancanza di impianti e imprese che si occupino di riciclaggio. Fattori strutturali (alta dispersione dei centri abitativi) e carenze in fase di pianificazione fanno sì che nell'isola appena l'1-2% dei rifiuti venga riciclato. E' prevedibile attendersi che in mancanza di appositi correttivi (incentivi o tasse) si manifestino tutti i problemi tipici delle risorse di proprietà comune, attraverso una sorta di gara tra comuni per scaricare quanti più rifiuti possibile prima della chiusura degli impianti, facendo quindi collassare il sistema delle discariche.

Gli studi di riferimento in tema di legame tra quantità di rifiuti solidi urbani e livelli di reddito sono Shafik e Bandyopadhyay (1992) e Shafik (1994). Si tratta praticamente degli unici lavori che contengano l'analisi della relazione tra crescita economica e RSU attraverso la metodologia comune alle ricerche sulla Kuznets curve, e i loro risultati sono comunemente citati come esemplificativi dell'andamento monotonicamente crescente della relazione. Si tratta di una deficienza che trova giustificazione sia nella difficoltà a reperire dati affidabili sulla produzione di rifiuti solidi urbani, sia dalla natura stessa del problema ambientale – di carattere locale, con esternalità trans-generazionali e inter-generazionali circoscritti alle aree di smaltimento. Shafik e Bandyopadhyay (SeB nel seguito) e Shafik impiegano un database longitudinale per 39 paesi (anno di riferimento 1985) e adottano un modello log-lineare del reddito pro capite in cui le versioni con termini al quadrato e cubici del reddito sono rifiutate

statisticamente. La quantità di rifiuti solidi pro capite è un indicatore di qualità ambientale che peggiora, senza ambiguità, con il crescere del reddito. Secondo gli autori, "(...) lo smaltimento di rifiuti solidi può essere trasformato in un problema locale, particolarmente nelle aree che non sono densamente popolate o a basso reddito, e quindi i redditi elevati non sono associati a riduzioni della quantità di rifiuti generati". Il risultato è quello previsto dalla teoria: problemi locali con un basso costo sociale e elevati costi privati - in termini di cambiamenti delle abitudini di consumo - tendono a peggiorare con la crescita del reddito. E' significativo che, come per altre misure di qualità ambientale strettamente legate al consumo piuttosto che ai processi produttivi (ad esempio le emissioni di ossido di carbonio CO₂), anche per i rifiuti solidi urbani non emerga nessuna tendenza al declino (Rothman, 1999).

Il nostro studio intende indagare sul medesimo tipo di relazione, valutare se esiste un livello di de-linking, e se il legame ricchezza/reddito è influenzato in qualche modo dalla specializzazione turistica. Prima di passare all'analisi empirica, affrontiamo la questione dal punto di vista teorico.

3. L'impatto del turismo sull'indicatore RSU pro capite.

Teoricamente parlando, la specializzazione turistica dovrebbe rafforzare tutti gli effetti secondari della crescita economica, sia perché si tratta di un fenomeno di terziarizzazione sia perché si tratta di una manifestazione economica della domanda di risorse e bellezze naturali intatte. Come abbiamo affermato sopra, la domanda turistica crea l'incentivo economico alla conservazione. Vogliamo valutare se sul piano empirico questa affermazione regge. Prima, però affrontiamo la questione in termini generali e distinguiamo i diversi effetti del turismo sull'indicatore ambientale RSU:

- i) *effetto diretto-processi di consumo*: se la relazione tra reddito e RSU, mediata dai processi di consumo, è quella indicata da SeB, distinguiamo due tipi di effetto diretto: a) il

turismo, in quanto spostamento nello spazio di consumatori, determina un incremento della *quantità totale di rifiuti* accumulati nella località turistica. b) Poiché generalmente i differenziali di reddito tra ospiti e residenti sono positivi, anche l'impatto marginale del turista sull'indicatore ambientale tende ad essere crescente, determinando un incremento della *quantità di rifiuti pro capite*.

Se la relazione non è quella prevista da SeB, ma è descritta da una curva ad U rovesciata, la presenza turistica potrebbe avere un impatto marginale mitigante, facendo diminuire la quantità di rifiuti pro capite.

ii) *effetto diretto-processi di produzione*: poiché il turismo si caratterizza sempre più come domanda di qualità ambientale, l'offerta del prodotto turistico tende a caratterizzarsi in questo senso. Un miglioramento della performance in termini di RSU sarebbe un aspetto del processo di produzione del bene turistico che risponde alle esigenze del consumatore. Non garantisce una riduzione quantitativa dei RSU, che potrebbe essere sostituita o associata ad un cambiamento delle tecniche di smaltimento o gestione degli stessi.

iii) *effetto indiretto-redatti dei residenti*: l'incremento dei redditi dei residenti, innescato dalla presenza turistica, ha, sulla base del risultato degli studi di SeB, un effetto deteriore per l'indicatore ambientale che stiamo analizzando. Se la relazione non è quella prevista, l'impatto "di reddito" dei residenti fa diminuire la quantità di RSU pro capite.

iv) *effetto indiretto-esternalità sui residenti*: poiché i costi ambientali e di trattamento dei RSU ricadono sui residenti, è plausibile attendersi una crescita dell'attenzione sul problema dell'ambiente in generale e dei rifiuti in particolare. Quest'effetto, eventualmente rafforzato dagli incrementi di reddito, potrebbe portare ad una riduzione della quantità di RSU attraverso modifiche delle abitudini di consumo e/o a scapito della presenza turistica. Non appena si raggiunge un livello di reddito accettabile, o i costi di smaltimento dei RSU

si fanno considerevoli, i residenti potrebbero optare per accogliere un minor numero di turisti. Il miglioramento della qualità dell'ambiente avviene a scapito dello sviluppo turistico.

E' plausibile attendersi che questi effetti si cumulino nel tempo e riproducano o rafforzino l'andamento ciclico dello sviluppo della località turistica. E' importante notare che la turismo e qualità ambientale non è automatica, ma si realizza attraverso i cambiamenti dei processi di produzione dei beni e servizi turistici e i cambiamenti delle pratiche di consumo dei residenti e dei turisti. Se tali effetti si muovono nella direzione desiderata e più che bilanciano gli effetti "di reddito" diretti e indiretti, la crescita economica basata sul turismo manifesta le sue virtù.

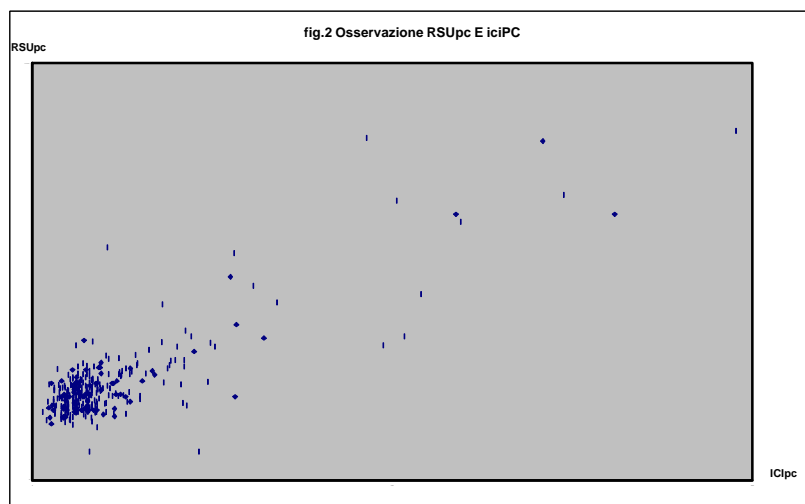
Per rispondere all'interrogativo sulla complementarietà, sviluppiamo il modello econometrico suggerito dagli studi sull'EKC. Per come è formulato, il modello permette solo di valutare l'effetto diretto del turismo.

4. Turismo e environmental Kuznets curve: il modello econometrico.

I dati

I dati disponibili riguardano una cross-section di 322 comuni della Sardegna (circa l'85% dei comuni dell'isola), il cui anno di **variabile dipendente** è costituita dalla quantità di *Rifiuti Solidi Urbani pro capite (RSUPC*, misurati in tonellate/anno), tratta dal database della Assessorato all'Ambiente della Regione Autonoma della Sardegna, per il 1997. Le informazioni per costruire il database sono ottenute dalle risultanze contabili delle discariche controllate autorizzate dalla Regione a cui i comuni, dal 1994, sono obbligati a conferire i rifiuti. Le **variabili indipendenti** sono: a) *l'imponibile medio dell'Imposta Comunale sugli Immobili (ICIPC)* in milioni di lire, introdotta come proxy della ricchezza o opulenza. A differenza degli studi sull'EKC, compreso

endowment effect". L'ipotesi che sta alla base di questa scelta è che il flussi turistici riguardino in prevalenza le località costiere. Come ribadito, l'assunzione è condivisibile poiché nei fatti il turismo in Sardegna è ancora prevalentemente balneare – estivo. Questa proxy si scarica sull'intercetta della funzione ricchezza/ambiente, e determina l'altezza della curva; se l'ipotesi di complementarità è valida, la curva per i comuni costieri dovrebbe essere situata al di sotto di quella dei comuni non costieri, indicando che in corrispondenza di ogni livello della variabile di ricchezza la quantità di RSU pro capite prodotta è inferiore grazie alla (maggiore) presenza turistica (attraverso ai meccanismi descritti sopra). L'uso della dummy previene anche l'insorgenza di problemi di correlazione tra regressori e conserva una sorta di omogeneità tra le grandezze in gioco (tutte riferite alla sfera del consumo).



La figura 2 contiene il diagramma di dispersione tra la variabile RSU e la proxy della ricchezza. Non sembra emergere una relazione di tipo EKC; piuttosto appare confermata l'ipotesi della relazione monotonica crescente tra le due variabili.

Il modello: lineare vs log-lineare.

Analizziamo la relazione tra la variabile di ricchezza e l'indicatore ambientale attraverso due modelli distinti:

- il modello lineare:

$$RSU_{PC} = \mathbf{a} + \mathbf{d}(\text{COSTE}) + \mathbf{b}_1(\text{ICI}_{PC}) + \mathbf{b}_2(\text{ICI}_{PC}^2) + \mathbf{b}_3(\text{ICI}_{PC}^3)$$

Sottoporremo a test l'ipotesi che $(\beta_2 = \beta_3 = 0)$;

il modello log-lineare:

$$\text{LOG}(RSUPC) = \alpha + \delta(\text{COSTE}) + \beta_1 \text{LOG}(\text{ICI}_{PC}) + \beta_2 \text{LOG}(\text{ICI}_{PC})^2 + \beta_3 \text{LOG}(\text{ICI}_{PC})^3$$

Anche in questo modello testiamo l'ipotesi $(\beta_2 = \beta_3 = 0)$

I due modelli vengono confrontati facendo ricorso ai tests per modelli non-nested: il PE test, sviluppato da Davidson e McKinnon (1983) che impiega una regressione artificiale e il BM test, dovuto a Bera e McAleer (1982) che usa la stime dei residui di

due regressioni artificiali (Greene, 1991, Kennedy, 1996, Maddala, 1989).

I risultati della regressione

Le stime OLS dei coefficienti sono sintetizzate nella tabella 1. Abbiamo stimato dei modelli lineari e log-lineari con e senza l'inclusione della variabile dummy costiero/non costiero, sostituendo la dummy con i km di costa (o con la variabile $\log(100+\text{km di costa})$ per evitare che nel modello logaritmico il numero delle osservazioni impiegate nella stima precipitasse a 57 per l'esclusione di quelle in cui Km di costa=0), inserendo in ogni modello un termine in più al polinomio sino ad arrivare al termine al cubo. I risultati migliori, in termini di significatività dei coefficienti e di R^2 si ottengono nei modelli con la dummy. La variabile dummy ha segno **positivo** ed è significativa al 5% in ogni modello e, come prevedibile, migliora sensibilmente il valore del coefficiente di determinazione corretto per i gradi di libertà (**adj R^2**).

I modelli lineari con termine al cubo, con o senza dummy, mostrano l'**esistenza di un Kuznets curve**. In entrambe le specificazioni, il turning point è vicino all'intervallo dei dati (appena sopra i 200 milioni di lire), con un valore maggiore per il modello che contiene la dummy (in cui però l'inserimento del termine al cubo fa perdere di significatività al coefficiente b_1 di ICipc), e l' F-test sulle restrizioni ($\beta_2 = \beta_3 = 0$) rifiuta l'ipotesi H_0 solo per il modello con dummy.

A questo punto dell'analisi possiamo affermare che:

- la relazione tra ricchezza e reddito ha un andamento di tipo EKC, con un punto di de-linking molto vicino ai livelli attuali di alcuni comuni;
- la variabile dummy mostra che l'intercetta della funzione è più elevata per i comuni costieri e che quindi non vi è complementarità. L'effetto totale della ricchezza

sull'indicatore RSU è maggiore in presenza di flussi turistici, anche se l'effetto marginale è identico nei due sottocampioni. Questo risultato è importante poiché l'impatto sull'ambiente va misurato in termini totali, piuttosto che in quelli marginali, soprattutto in tema di RSU. Ciò che determina il deterioramento della qualità dell'ambiente è, infatti, la quantità complessiva dei rifiuti, piuttosto che la produzione pro capite.

Analizziamo ora i risultati dei modelli logaritmici. L'introduzione della dummy migliora anche in questo caso la performance del modello in termini di adjusted R^2 , e il coefficiente ha segno **positivo**, che

ci induce a dubitare, anche in questo caso dell'ipotesi di complementarità. Sulla base dei risultati del test F, il modello preferito sono quelli con termine al cubo e tra questi quello con dummy in cui tutti i coefficienti sono significativamente diversi da zero. A differenza dei modelli lineari, il calcolo del/dei turning point/s **non** conferma l'esistenza di una curva di Kuznets.

Poiché non vi sono ragioni teoriche che fanno propendere per l'impiego del modello lineare piuttosto che di quello logaritmico, l'incertezza su quale dei due adottare deve essere risolta statisticamente. A questo fine predisponiamo i non nested tests, i cui risultati sono sintetizzati nella tabella 2. Il PM test non risolve l'ambiguità, non rifiutando nessuno dei due modelli; il test BM, da un risultato non ambiguo, rifiutando l'ipotesi che il modello migliore sia quello lineare, e con ciò rifiutando l'ipotesi circa Kuznets curve.

Tabella 1. Risultati delle stime

Modello/ Regressore	Coeff. stimato	<i>linear</i>	<i>quadratic</i>	<i>cubic</i>	<i>Linear + dummy</i>	<i>Quadratic + dummy</i>	<i>Cubic + dummy</i>	<i>Log-linear</i>	<i>Log- quadratic</i>	<i>Log-cubic</i>	<i>Log-linear + dummy</i>	<i>Log- quadratic + dummy</i>	<i>Log-cubic + dummy</i>
C	α	247.6982 (37.2255)	253.3727 (25.01954)	275.6246 (19.51864)	249.5199 (38.27761)	267.7193 (2594783)	291.6064 (20.67926)	4.970612 (86.17937)	6.148280 (37.86203)	5.378434 (12.41672)	5.168854 (81.15258)	6.106004 (38.64885)	4.947474 (11.607760)
COSTE- DUMMY	δ	-	-	-	63.00635 (4.006384)	75.75175 (4.561430)	77.01515 (4.672035)	-	-	-	0.251577 (6.073122)	0.182151 (4.495886)	0.205179 (5.027405)
ICI _{PC} / log(ICI _{PC})	β_1	5.688630 (26.77682)	5.281805 (8.999759)	3.142946 (2.184753)	5.081573 (19.77027)	3.680425 (5.501474)	1.380678 (1.205189)	0.3166 (15.62889)	-0.485953 (-4.574412)	0.337256 (0.762112)	0.229270 (9.554878)	-0.422558 (-4.057966)	0.818577 (1.872489)
ICI _{PC} ² / log(ICI _{PC}) ²	β_2	-	0.002946 (0.743706)	0.041661 (2.356488)	-	0.009256 (2.266035)	0.050505 (2.930970)	-	0.129056 (7.673728)	-	-	0.108694 (6.412784)	-0.308815 (-2.146004)
ICI _{PC} ³ / log(ICI _{PC}) ³	β_3	-	-	-0.00016 (-2.24624)	-	-	-0.00017 (-2.46290)	-	-	0.029224 (1.915789)	-	-	0.043776 (2.921195)
# di osservaz.		322	322	322	322	322	322	322	322	322	322	322	322
adj R ²		0.690453	0.690020	0.693902	0.704358	0.708141	0.712718	0.431115	0.511261	0.52258	0.488475	0.545626	0.561672
F-test				2.802866*			5.64130*	-	-	31.5246*			25.31570*
Turning point		-	-	205.456			210.895	-	-	-	-	-	-

t-statistic in parentesi

* $H_0: (\beta_2 = \beta_3 = 0)$

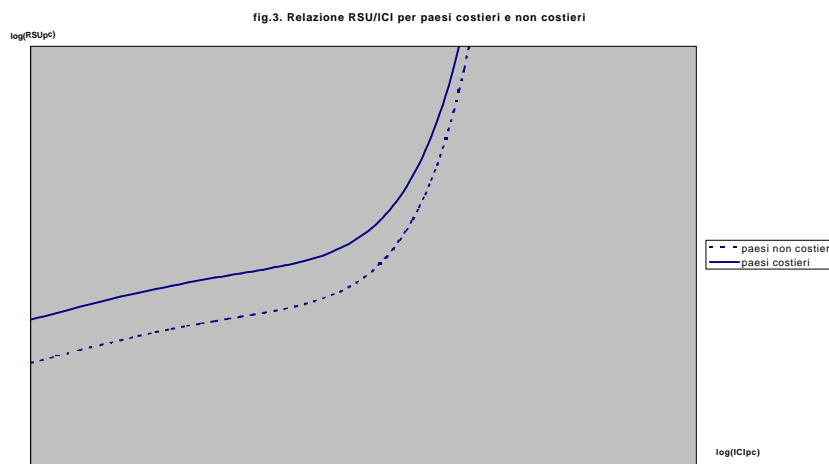
Tabella 2 Non nested tests.

test	LINEAR CUBIC+D	LOG-LINEAR CUBIC+D
PE	1.546	0.7418
BM	1.9634	0.4440

L'elasticità dell'indicatore ambientale rispetto a variazioni della ricchezza pro capite è data dalla formula

$$e = b_1 + 2b_2 \text{LOG}(ICI_{pc}) + 3b_3 \text{LOG}(ICI_{pc})^2$$

I rifiuti solidi urbani hanno una elasticità alla ricchezza, calcolata in corrispondenza di un livello di ICI_{pc} di 200 milioni di lire, pari a 1,23: la funzione assume un andamento esponenziale. Il risultato, confermato dalla fig.3, si discosta da quello degli studi di Shafik e Bandyopadhyay in cui la relazione stimata assume andamento lineare e l'elasticità è costante lungo la funzione (pari a 0.38 in Shafik, 1994).



5. Conclusioni

L'esperimento sull'esistenza di una "environmental Kuznets curve" per l'indicatore RSU è stato condotto impiegando un

dabase a livello comunale. Questo permette di testare l'ipotesi EKC con riferimento ad un problema ambientale con conseguenze locali e valutare se le forze che spingono verso il miglioramento della qualità dell'ambiente siano in funzione anche in questo caso. L'esperimento intendeva, inoltre, valutare se la specializzazione turistica aiuti questo fenomeno a dispiegarsi sotto l'ipotesi di complementarità tra turismo e ambiente.

Una prima osservazione sull'esperimento riguarda i problemi di comparabilità e di affidabilità dei risultati. L'impiego di una proxy della ricchezza, pur essendo coerente con l'analisi di un fenomeno ambientale strettamente legato alla sfera del consumo, pone problemi di comparabilità con i risultati di altri esperimenti che utilizzano il reddito pro capite come proxy della scala dell'attività economica. Tuttavia riteniamo che il problema della comparabilità sia meno serio di quanto possa apparire. Come già sottolineato, i modelli che studiano il legame reddito/ambiente sono puramente descrittivi e intendono tratteggiare questa relazione facendo ricorso a grandezze aggregate a fini di sintesi o semplificazione. La scelta di una proxy o un'altra – per descrivere un lato della relazione - non è dettato da stringenti considerazioni teoriche, ma spesso dalla disponibilità delle informazioni statistiche adeguate. Inoltre, l'impiego della ricchezza, nella forma della media del reddito dei tre anni precedenti per approssimare il "reddito permanente", accanto al reddito corrente, è scelta operata anche da Grossman (1995). Rimane il problema di affidabilità dei risultati, che riguarda tutti gli studi di questo tipo e che è legato al grado di affidabilità dei dati impiegati e alle basi teoriche dell'analisi. In particolare, stimare una relazione attraverso OLS quando vi sono problemi di simultaneità produce stime inconsistenti e distorte. E questo è probabilmente un serio problema del nostro modello: poiché lo sviluppo economico attraverso la specializzazione turistica è basata sulla dotazione di risorse naturali, è evidente che economia e ambiente sono determinati congiuntamente; ma riteniamo che l'impiego di una dummy costiero/non costiero come variabile strumentale, piuttosto che le presenze turistiche annue per comune, aiuti a superare questa deficienza.

E' quindi teoricamente inappropriato stimare un modello in forma ridotta assumendo un nesso di causalità unidirezionale tra economia e ambiente. Ma è anche importante sottolineare che difficilmente i risultati sono impiegati a fini prescrittivi, o sono ritenuti esaustivi e inevitabili e automatiche conseguenze dei processi che governano il rapporto economia/ambiente. Questo riflette le condizioni tecnologiche, politiche, economiche ed ecologiche prevalenti al momento a cui si riferiscono i dati. Ed è su queste che bisogna far leva per governare tale rapporto.

La seconda osservazione riguarda l'interpretazione dei risultati ottenuti, di cui discutiamo nel seguito. Il modello ci permette di stimare soltanto l'*effetto diretto* della presenza turistica. Le estensioni della ricerca riguardano la valutazione degli effetti diretti, distinguendo la provenienza del turista e i tipi di turismo, e degli effetti indiretti, ovvero l'impatto della presenza turistica sui modelli di consumo dei residenti. Incrementare il dettaglio dell'analisi è necessario per distinguere tra culture e modelli di consumo sottostanti e per valutare l'impatto sulle culture locali (e quindi sulla relazione tra cultura locale e ambiente naturale). La stima contestuale dei due effetti permetterebbe di valutare eventuale fenomeni di catching-up tra culture. Ottenere queste informazioni richiede una maggiore selettività dei modelli e la disponibilità di appositi set di dati.

Nel nostro esperimento, l'impiego del modello statisticamente preferito mette in risalto i seguenti risultati :

- la specializzazione turistica non è una strategia environmentally friendly; il risultato conferma la crescente percezione che il turismo ha un prezzo di scambio, in termini di qualità ambientale, positivo. Ne consegue che la specializzazione turistica non è la panacea dei problemi di sviluppo e contestualmente dei problemi ambientali, ma anche in questo caso la tirannia del trade-off impone considerevole cautela in sede di pianificazione.

- il degrado dell'ambiente, causato dallo stoccaggio dei rifiuti solidi urbani, non manifesta i suoi effetti negativi. Il fenomeno può essere spiegato con due diverse, ma non esclusive, argomentazioni: a) i costi ambientali della produzione di RSU possono essere facilmente esternalizzati, probabilmente soprattutto verso i comuni che non hanno un settore turistico particolarmente sviluppato o che non intendono investire sulla salvaguardia dell'ambiente a fini turistici. b) gli effetti negativi sull'ambiente e quindi sul turismo non controbilanciano le caratteristiche dell'offerta delle aree a vocazione turistica della Sardegna. C'è da attendersi che questo risultato sia solo temporaneo, per la crescita esponenziale della quantità di RSU prodotta e poiché i panieri turistici delle località sarde sono essenzialmente basati sulla dotazione di bellezze naturali.
- la crescita economica non contribuisce a risolvere il problema del degrado dell'ambiente (per il nostro indicatore). Questo risultato è in linea con gli studi in materia e conferma che il consumo, come tema di ricerca e obiettivo delle politiche economiche, è critico. Il consumo risulta essere, alla pari con la tecnologia e la crescita della popolazione, uno dei più importanti fattori di cambiamento dello stato dell'ambiente (Princen, 1999).

E' indubbio che questi fenomeni contribuiscano ad accelerare il processo di saturazione, congestione o declino delle località turistiche. Se lo sviluppo basato su questa forma di specializzazione vuole essere duraturo è auspicabile che si inverta la prospettiva: non bisogna fidare nel turismo per la salvaguardia dell'ambiente, ma bisogna creare le condizioni perché il turista sia educato nelle località di accoglienza a ridurre l'impatto ambientale. Si tratta quindi di pianificare strutture e strumenti perché la gestione del turismo avvenga coerentemente agli obiettivi di conservazione. E questo è, probabilmente, un obiettivo con risultati anche nel breve termine poiché, se è chiaro che la soluzione dei problemi ambientali non può prescindere da una

modifica dei comportamenti di consumo dei residenti, questo potrà avvenire solo quando il costo del degrado ambientale (in termini di peggioramento della qualità della vita o in termini mancati flussi monetari dal turismo) non supera i vantaggi della crescita. Sta alla pianificazione ridurre il divario tra benefici privati e costi sociali, predisponendo meccanismi per l'internalizzazione di questi ultimi.

Non vi è niente di automatico: né i supposti meccanismi che mediano la relazione tra reddito o ricchezza e ambiente naturale, né i supposti incentivi alla conservazione della specializzazione turistica sono in grado di sconfiggere la tirannia del trade-off.

Riferimenti bibliografici

AGRAS J., CHAPMAN D.,(1999), *A dynamic approach to the environmental Kuznets curve hypothesis*, Ecological Economics, 28, 267-277.

DALY H.E., (1996), *Beyond growth*, Beacon Press, Boston.

de BRUYN S.M., OPSCHOOR J.B., (1997), *Developments in the throughput-income relationship: theoretical and empirical observations*, Ecological Economics, 20, 255-268.

de BRUYN S.M., van den BERGH J.C.J.M., OPSCHOOR J.B., (1998), *Economic growth and emissions: reconsidering the empirical basis of environmental Kuznets curves*, Ecological Economics, 25, 161-175.

DOWDESWELL E., (1997), *A cry for help: climate change and tourism*, speech given at the 12th General Assembly of UNEP and WTO, Istanbul, 20 October 1997.

GALEOTTI M., LANZA A., (1999), *Desperately seeking (environmental) Kuznets*, FEEM, nota di lavoro 2.99.

GHERARDINI G. (1999), *Smaltimento rifiuti: c'è solo la discarica*, Sardegna Industriale, n.3-4, 18-23.

GREENE W.H., (1991), *Econometric analysis*, MacMillan Publishing Company, New York.

GROSSMAN G.M., (1995), *Pollution and growth: what do we know?*, in Goldin I. e Winters L.A. eds., "The economics of sustainable development", Cambridge University Press, Cambridge, 1995.

GROSSMAN G.M., KRUEGER A.B., (1995), *Economic growth and the environment*, Quarterly Journal of Economics, 112.353-377.

HETTIGE H., MANI M., WHEELER D.(1997), *Industrial pollution in economic development: Kuznets revisited*, Development Research Group, World Bank, December 1997.

HILTON F.G.K., LEVINSON A., (1998) *Factoring the environmental Kuznets curve: evidence from automotive lead emissions*, Journal of Environmental Economics and Development, 35, 126-141.

HOLTZ-EAKIN D., SELDEN T.M., (1995), *Stocking the fires? CO₂ emissions and economic growth*, Journal of Public Economics, 57 85-101.

KAUFMANN R.K., DAVIDSDOTTIR, GARNHAM S., PAULY P., (1998) *The determinants of atmospheric SO₂ concentrations: reconsidering the environmental Kuznets curve*, Ecological Economics, 25, 209-220.

KENNEDY P., (1996) *A guide to econometrics*, Blackwell publishers, Oxford, 1996.

KOOP G., TOLE L., (1999), *Is there an environmental Kuznets curve for deforestation?*, Journal of Development Economics, vol.58, 231-244.

LIST J.A., GALLET G.A., (1999), *The environmental Kuznets curve: does one size fit all?*, Ecological Economics, 231, 409-423.

MADDALA G.S., (1992), *Introduction to Econometrics*, 2 ed., Prentice Hall, Englewood Cliffs.

MUNASINGHE M., (1999), *Is environmental degradation an inevitable consequence of economic growth: tunneling through the environmental Kuznets curve*, Ecological Economics, 29, 89-109.

N.O.A.A., 1998, *Coastal tourism and recreation*.

PERMAN R., STERN D.I., (1999) *The environmental Kuznets curve: implications of non stationarity*, CRES, ANU, Working papers in Ecological Economics n.9901, June 1999.

PRINCEN T.,(1999) *Consumption and the environment: some conceptual issues*, Ecological Economics, 31, 347-363.

ROBERTS J.T., GRIMES P.E. (1997), *Carbon intensity and economic development 1962-91: a brief exploration of the environmental Kuznets curve*, World Development, 25, N.2, 191-198.

ROTHMAN D.S., de BRUYN S.M., (1998), *Probing into the environmental Kuznets curve hypothesis*, Ecological Economics, 25, 143-145.

ROTHMAN D.S., (1998), *Environmental Kuznets curve- real progress or passing the buck? A case for consumption-based approaches*, Ecological Economics, 25, 177-194.

SCOONES I., (1993), *Economic and ecological carrying capacity: applications to pastoral systems in Zimbabwe*, in Barbier E.B. editor, "Economics and ecology" Chapman and Hall, London, 1993.

SHAFIK N., BANDYOPADHYAY S., (1992), *Economic growth and environmental quality. Time series and cross-section evidence*, Background paper for World Development Report 1992, WPS 904, The world Bank, Washington D.C.

SHAFIK N., (1994), *Economic development and environmental quality: an econometric analysis*, Oxford Economic Papers 46, 757-773.

STAGL S., (1999), *Delinking economic growth from environmental degradation? A literature survey on the environmental Kuznets curve hypothesis*, Vienna University of Economics and Business Administration, Working Paper Series n.6, August 1999.

STERN D.I., AULD T., COMMON M.S., SANYAL K., (1998), *Is there an environmental Kuznets curve for sulphur?*, CRES, ANU, Working papers in Ecological Economics n.9804, May 1998.

STERN D.I., COMMON S.M., BARBIER E.B., (1996), *Economic growth and environmental degradation: the environmental Kuznets curve and sustainable development*, World Development, 24, n.7, 1151-1160.

SURI V., CHAPMAND D., (1998), *Economic growth, trade and energy: implications for the environmental Kuznets curve*, Ecological Economics, 25, 195-208..

TORRAS M., BOYCE J.K., (1998), *Income, inequality an pollution: a reassessment of the environmental Kuznets curve*, Ecological Economics, 25, 147-160.

UNRUH G.C., MOOMAW W.R. (1998) *An Alternative analysis of apparent EKC-type transitiions*, Ecological Economics, 25, 221-229

the WORLD TRADE ORGANIZATION, 1995, *What tourism managers need to know. A practical guide to the development and use of indicators of sustainable tourism.*, the WTO.

Appendice A

Dati :

- Rifiuti Solidi Urbani (RSU): database della Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato all'Ambiente, 1999.
- Imponibile dell'Imposta Comunale sugli Immobili (ICI) : database CRENOS
- Comuni Costieri e non Costieri : database CRENOS.

Appendice B

Autore	Publicazione	variabile dipendente	variabile indipendente	Tipo di funzione	campione/database	EKC
KOOP e TOLE	J. DEV. EC. 1999	deforestation (change of forest cover)	GDP pro capite (quadratic) POP density Change in POP	linear pooled linear with fixed and random effect linear with random coefficients	76 countries 1961/992	<ul style="list-style-type: none"> • pooled ext =YES • fixed and random =NO • random coeff. = NO
AGRAS e CHAPMAN	Ecol. Econ. 1999	Energy consumption CO ₂ emissions	GDP pro capite M/GDP X/GDP time trend, Env. Degradation	log dynamic model (lagged values) with fixed country effect and fixed time effect Autoregressive lag formulation	34 countries	
GALEOTTI e LANZA	FEEM 2/99	CO ₂ emissions	GDP (quadratic and cubic)	linear with time and country fixed effects log linear with time and country fixed effects weibull gamma	108 paesi dal 71 al 95	<ul style="list-style-type: none"> • linear=YES • log-linear=YES • weibull=YES • gamma=YES
SHAFIK N.	Oxf. Ec. Papers, 1994	lack of safe water lack of urban sanitation annual deforestation total deforestation dissolved oxygen in rivers fecal coliform in rivers ambient spm ambient SO ₂ municipal waste per capita carbon emissions per capita	GDP pro capite (linear, squared, cubic) Time trend	log-linear	-	<ul style="list-style-type: none"> • mon. decres. • mon. decres. • yes • yes • mon. decres. • N-shaped • yes • yes • mon. increas. • mon. increas.

GROSSMAN KRUEGER	e Quart. Jrnl of Econ. 1995	SO ₂ emissions smoke heavy particles dissolved oxygen BOD COD Nitrates Fecal Coliforms Total Coliforms heavy metals in rivers	GDP per capita (linear, squared, cubic) 3-year lagged values of GDP (linear, squared, cubic) location specific variables linear time trend	linear	<ul style="list-style-type: none"> • 1352 • 488 • 1021 • 1599 • 1284 • 850 • 1017 • 1261 • 494 • 649–350 	<ul style="list-style-type: none"> • yes • yes • monot. decreasing • no • yes • yes • yes • yes • N shaped • N shaped
HILTON LEVINSON	e J. of Env Ec e Dev. 1998	lead emissions	GDP time dummy time trend population density country fixed effects	linear polinomial with interaction terms quadratic in logs	<ul style="list-style-type: none"> • 48 paesi 1 dal 1972 al 1992. 	<ul style="list-style-type: none"> • yes • yes
de BRUYN, van den BERGH e OPSCHOOR	Ecol. Economics, 1998	growth rates in emissions: CO ₂ SO ₂ NO _x	GDP per capita growth rate GDP lagged energy price index	log linear	<ul style="list-style-type: none"> • 4 paesi dal 1960 al 1993 	
LIST e GALLET	Ecol. Economics, 1999	SO ₂ NO _x	GDP per capita time trend	linear quadratic and cubic in GDP fixed country effects and random coefficients	<ul style="list-style-type: none"> • USA ountries dal 1929 al 1994 	<ul style="list-style-type: none"> • yes

Contributi di Ricerca CRENoS

I Paper sono disponibili in: <http://www.crenos.unica.it>

- 00/12 *Elisabetta Strazzerà, M. Genius*, Evaluation of Likelihood Based Tests for non-nested Dichotomous Choice Contingent Valuation Models
- 00/11 *Elisabetta Strazzerà, R. Scarpa, G. Hutchinson, S. Chilton*, Analysis of Mixed Structure Data for Valuation of Forest Resources for Recreation
- 00/10 *Luca Deidda*, On the Real Effects of Financial Development
- 00/9 *Cristiano Antonelli, Roberto Marchionatti, Stefano Usai*, Productivity and External Knowledge: the Italian Case
- 00/8 *Maria Musumeci*, Innovazione tecnologica e beni culturali. uno studio sulla situazione della Sicilia
- 00/7 *Maria Musumeci*, Informazione e processi di apprendimento nello sviluppo locale
- 00/6 *Elisabetta Strazzerà, Riccardo Scarpa, Pinnuccia Calia, Guy Garrod, Ken Willis*, "Modelling Zero Bids in Contingent Valuation Surveys
- 00/5 *L. Robin Keller, Elisabetta Strazzerà*, Examining Predictive Accuracy among Discounting Models
- 00/4 *Antonio Sassu, Sergio Lodde*, Saperi locali, innovazione tecnologica e sviluppo economico: indagine su un campione di imprese sarde
- 00/3 *Sergio Lodde*, Capitale umano e sviluppo economico. Cosa sappiamo in teoria e nei fatti?
- 00/2 *Raffaele Paci, Stefano Usai*, Externalities, Knowledge, Spillovers and the Spatial Distribution of Innovation
- 00/1 *Raffaele Paci*, Convergenza e divergenza tra le regioni europee. Implicazioni per lo sviluppo economico in Sardegna
- 99/17 *Paolo Piacentini, Giovanni Sulis*, Crescita virtuosa e crescita neodualistica nell'ambito regionale: tendenze recenti per le aree europee in ritardo di sviluppo
- 99/16 *Sergio Lodde*, Nuova teoria della crescita e sviluppo locale. Alcune possibili connessioni
- 99/15 *Raffaele Paci, Stefano Usai*, The Role of Specialisation and Diversity Externalities in the Agglomeration of Innovative Activities
- 99/14 *Gianna Boero, Emanuela Marrocu*, Modelli non lineari per i tassi di cambio: un confronto previsivo
- 99/13 *Luca Deidda*, Interaction between Economic and Financial Development
- 99/12 *Gianna Boero, Costanza Torricelli*, The Information in the Term Structure: Further Results for Germany

- 99/11 *Sergio Lodde*, Education Growth: Some Disaggregate Evidence from the Italian Regions
- 99/10 *Robin Naylor*, "Endogenous Determination of Trade Regime and Bargaining outcome"
- 99/9 *Raffaele Paci, Francesco Pigliaru*, "Technological Catch-Up and Regional Convergence in Europe"
- 99/8 *Raffaele Paci, Nicola Pusceddu*, "Lo stock di capitale fisso nelle regioni italiane. 1970 - 1994"
- 99/7 *Raffaele Paci*, "L'evoluzione del sistema economico della Sardegna negli anni novanta"
- 99/6 *Alessandro Lanza, Francesco Pigliaru*, "Why Are Tourism Countries Small and Fast-Growing?"
- 99/5 *Pinnuccia Calia, Elisabetta Strazzerà*, "A Sample Selection Model for Protest Non-Response Votes in Contingent Valuation Analyses"
- 99/4 *Adriano Di Liberto, James Simons*, "Some economics Issues in Convergence Regression"
- 99/3 *Rosanna Carcangiu, Giovanni Sistu, Stefano Usai*, "Struttura socio-economica dei comuni della Sardegna. Suggestimenti da un'analisi cluster"
- 99/2 *Francesco Pigliaru*, "Detecting Technological Catch-Up in Economic Convergence"
- 99/1 *Marzio Galeotti, Alessandro Lanza*, "Desperately Seeking (Environmental) Kuznets"
- 98/7 *Elisabetta Strazzerà*, "Option values and Flexibility Preference"
- 98/6 *Roberto Marchionatti, Stefano Usai*, "International Technological Spillovers and Economic Growth. The Italian Case"
- 98/5 *Sergio Lodde*, "Invidia e imprenditorialità. Alcune note sul ruolo delle emozioni nello sviluppo economico"
- 98/4 *Adriano Di Liberto, James Symons*, "Human Capital Stocks and the Development of Italian Regions: a Panel Approach"
- 98/3 *Raffaele Paci, Francesco Pigliaru*, "Growth and Sectoral Dynamics in the Italian Regions"
- 98/2 *Rossella Diana, Elisabetta Serra, Elisabetta Strazzerà*, "Politiche non sostenibili per lo sviluppo sostenibile. Il caso del Parco del Gennargentu"
- 98/1 *Pinnuccia Calia, Elisabetta Strazzerà*, Bias and Efficiency of Single Vs. Double Bound Models for Contingent Valuation Studies: A Monte Carlo Analysis"
- 97/8 *Raffaele Paci, Stefano Usai*, Technological Enclaves and Industrial Districts. An Analysis of the Regional Distribution of Innovative Activity in Europe
- 97/7 *Marta Sanna*, "Spillover tecnologici nord-sud: una nota a Coe - Helpman - Hoffmaister"

- 97/6 *Sergio Lodde*, "Human Capital and Growth in the European Regions. Does Allocation Matter?"
- 97/5 *Raffaele Paci, Francesco Pigliaru*, Is Dualism still a Source of Convergence across European Regions?
- 97/4 *Gianna Boero, Costanza Torricelli*, The Expectations Hypothesis of the Term Structure: Evidence for Germany
- 97/3 *Raffaele Paci, Francesco Pigliaru*, European Regional Growth: Do Sectors Matter?
- 97/2 *Michael Pontrelli*, Un'analisi econometrica del contenuto informativo della struttura a termine dei tassi di interesse tedeschi
- 97/1 *Raffaele Paci, Andrea Saba*, The empirics of Regional Economic Growth in Italy. 1951-1993
- 96/12 *Francesco Pigliaru*, Economia del turismo: note su crescita, qualità ambientale e sostenibilità
- 96/11 *Riccardo Contu*, Rapporti scientifico-contrattuali e adattamenti istituzionali nella dinamica impresa-accademia: persistenza delle New Biotechnology Firms nell'industria biotecnologica USA degli anni 90"
- 96/10 *Elisabetta Schirru*, Modelli di determinazione del tasso di cambio: un'analisi di cointegrazione
- 96/9 *Raffaele Paci*, More Similar and Less Equal. Economic Growth in the European Regions
- 96/8 *Daniela Sonedda*, Commercio internazionale e crescita economica nei casi della Corea del Sud e delle isole Filippine: un'analisi di causalità
- 96/7 *Raffaele Paci, Francesco Pigliaru*, β -Convergence and/or Structural Change? Evidence from the Italian Regions
- 96/6 *Paolo Piacentini, Paolo Pini*, Domanda, produttività e dinamica occupazionale: un'analisi per moltiplicatori
- 96/5 *Raffaele Paci, Riccardo Rovelli*, Do Trade and Technology reduce Asymmetries? Evidence from Manufacturing Industries in the EU
- 96/4 *Riccardo Marselli, Marco Vannini*, La criminalità nelle regioni italiane: il ruolo del sistema sanzionatorio, delle motivazioni economiche e del contesto sociale
- 96/3 *Anna Maria Pinna*, Sectoral Composition of Trade and Economic Growth: some New Robust Evidence
- 96/2 *Emanuela Marrocu*, A Cointegration Analysis of W.A. Lewis Trade Engine Theory
- 96/1 *Rinaldo Brau, Elisabetta Strazzera*, Studio di valutazione monetaria per il parco nazionale del Gennargentu. Indagine preliminare
- 95/5 *Raffaele Paci, Stefano Usai*, Innovative Effort, Technological Regimes and Market Structure
- 95/4 *Stefano Usai, Marco Vannini*, Financial Development and Economic Growth: Evidence from a panel of Italian Regions

- 95/3** *Sergio Lodde*, Allocation of Talent and Growth in the Italian Regions
- 95/2** *Rinaldo Brau*, Analisi econometrica della domanda turistica in Europa: implicazioni per lo sviluppo economico delle aree turistiche
- 95/1** *Antonio Sassu, Raffaele Paci, Stefano Usai*, Patenting and the Italian Technological System