

Nota metodologica

1. Introduzione

I Sistemi locali del lavoro (SLL), nell’accezione proposta dall’Istat fin dal 1981, rappresentano dei luoghi (precisamente identificati e simultaneamente delimitati su tutto il territorio nazionale) dove la popolazione risiede e lavora e dove quindi indirettamente tende a esercitare la maggior parte delle proprie relazioni sociali ed economiche. Da un punto di vista tecnico e metodologico i SLL sono costruiti come aggregazione di due o più comuni cercando di massimizzare il livello d’interazione tra comuni appartenenti allo stesso SLL, espressa dai flussi di pendolarismo giornaliero f_{hk} tra luogo di residenza (località h) e luogo di lavoro (località k). L’individuazione di SLL dipende anche dal rispetto di vincoli imposti sulla dimensione minima delle aree espressa tramite il numero di occupati residenti, $R_i = \sum_k f_{ik} = f_i$, e sul livello minimo accettabile di auto-contenimento dei flussi di pendolarismo distinto tra auto-contenimento dal lato dell’offerta di posti di lavoro

$$SCO = \frac{f_{ii}}{f_i} \quad (1)$$

e auto-contenimento dal lato della domanda di posti di lavoro

$$SCD = \frac{f_{ii}}{f_i} \quad (2)$$

dove $f_i = \sum_h f_{hi} = W_i$ sono i posti di lavoro della località i e $f_{ii} = RW_i$ sono gli occupati che risiedono e lavorano nella località i (spostamenti interni).

La necessità di individuare aree territoriali che esulino dalle tradizionali suddivisioni amministrative del territorio è legata all’obiettivo di identificare e analizzare caratteristiche economiche e sociali di aree specifiche che dipendono dai processi di auto organizzazione della popolazione attiva, misurati mediante i movimenti giornalieri che i singoli individui operano per conciliare l’attività lavorativa con quella sociale.

Questa nota metodologica riassume brevemente i passi effettuati al fine di individuare i nuovi SLL basati sui flussi di pendolarismo rilevati con il Censimento generale della popolazione e delle abitazioni del 2011. I risultati sono il frutto delle attività condotte all’interno di un [gruppo di lavoro interdipartimentale](#) istituito presso l’ISTAT dedicato all’argomento supportato da uno specifico Comitato tecnico scientifico–quale organo consultivo di orientamento e indirizzo– composto di esperti della materia.

I temi legati alla definizione dei “sistemi locali” sono stati anche affrontati all’interno di una specifica *Task Force* promossa e coordinata da Eurostat, a cui l’Istat ha partecipato attivamente, con il mandato di esplorare la possibilità di definire “*Labour Market Areas*” armonizzate a livello europeo, utilizzando principi e metodi comuni. La *Task Force* ha riaffermato nuovamente i principi comuni da seguire per la costruzione di SLL riguardo:

1. Scopo: ciascuna zona rappresenta un mercato del lavoro.
2. Rilevanza: le zone permettono di diffondere informazione statistica affidabile e confrontabile.
3. Completezza: le zone sono una partizione dell’intero territorio dello stato.
4. Unitarietà: ciascun comune può appartenere a una sola zona.
5. Contiguità: ciascuna zona è costituita da un insieme di comuni contigui.
6. Coerenza: ciascuna zona è costituita da un insieme di comuni non frazionati.
7. Conformità: le zone possono non rispettare i confini amministrativi.
8. Omogeneità: le zone non sono troppo estese territorialmente o troppo numerose in termini di occupati.

L’importanza dei SLL è legata alla possibilità di creare una geografia confrontabile e coerente dell’intero territorio italiano che possa essere d’ausilio all’analisi d’importanti fenomeni socio-economici quali quelli del mercato del lavoro. A tal proposito i SLL possono costituire un’entità geografica su cui misurare e analizzare l’andamento del mercato del lavoro a un livello di dettaglio territoriale adeguato a quella che è la reale struttura del territorio, definita in modo funzionale

attraverso le interazioni tra i cittadini.

Nella presente nota si definisce brevemente l'universo di riferimento (paragrafo 2) e si descrive l'algoritmo utilizzato per la definizione dei nuovi SLL, la sua struttura e l'implementazione adottata nella versione utilizzata (paragrafo 3). Nel paragrafo 4 si presentano i vantaggi derivanti dall'adozione dell'algoritmo EURO. Si conclude con l'illustrazione del processo che ha portato alla selezione dei parametri utilizzati nella partizione adottata (paragrafo 5) e la descrizione della procedura di consolidamento della partizione finale (paragrafo 6). Infine, alcuni approfondimenti sono presentati in tre appendici: l'Appendice 1 elenca, relativamente alle soluzioni determinate dall'algoritmo attuale per i dati di pendolarismo degli anni 2011 e 2001, i cambiamenti puntuali apportati alle partizioni nella fase di calibratura fine dei confini, l'Appendice 2 presenta alcuni degli indicatori di qualità utilizzati nella fase di selezione dei parametri dell'algoritmo e l'Appendice 3 mostra il diagramma di flusso dell'algoritmo implementato per la determinazione dei SLL del 2011.

2. Universo di riferimento per la costruzione dei Sistemi Locali del Lavoro

I flussi di pendolarismo giornaliero per motivi di lavoro ovvero il numero di occupati che giornalmente si reca al luogo di lavoro^a e fa rientro alla propria abitazione, così come rilevato nel 15° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni, costituiscono l'universo di riferimento per la costruzione dei SLL (Grafico 1). Inoltre, in linea con quanto disposto dalla normativa europea, nel 2011 i dati sugli spostamenti per motivi di lavoro sono stati rilevati anche per gli occupati abitualmente dimoranti in convivenza.

Per la ricostruzione dei sistemi locali 2001 tramite il nuovo algoritmo, è stato utilizzato lo stesso campo di osservazione dei flussi di pendolarismo del 2011. Infatti, poiché nel 2011 non è disponibile il riferimento puntuale sull'aver effettuato o meno lo spostamento per motivi di lavoro il mercoledì precedente la data del censimento, anche la ricostruzione dei sistemi locali del lavoro 2001 sono stati determinati senza tener conto del riferimento al mercoledì precedente.

Nel Grafico 1 sono riportate le differenze in termini assoluti e percentuali delle variazioni nei flussi di pendolarismo ai diversi censimenti. In particolare è utile segnalare che, tra il 2001 e il 2011, si rileva il forte incremento del numero di pendolari di oltre 2 milioni di occupati, pari ad una variazione percentuale del 12,2%; ma soprattutto sono aumentate di oltre 100.000 unità il numero di connessioni tra i comuni italiani (23,7%).

3. L'algoritmo adottato per la predisposizione dei SLL

L'algoritmo di ottimizzazione adottato (Coombes e Bond, 2007) è di tipo deterministico iterativo *single step*; esso rappresenta un'evoluzione della metodologia classica dei "Travel-To-Work-Areas", definita in Coombes *et al.* (1986), e adottata, sotto varie forme, in numerosi paesi europei (Casado Díaz e Coombes, 2011) tra cui l'Italia (Istat, 1997 e Istat e IRPET, 1989). L'adozione dell'algoritmo è avvenuta a seguito di sperimentazioni con metodi adottati in altri paesi o disponibili e utilizzabili nell'immediato su vasta scala (si veda ad esempio Coombes *et al.*, 2012 e Franconi e D'Alò, 2014).

L'idea alla base dell'algoritmo, denominato EURO dalla Task Force di Eurostat per la predisposizione di SLL armonizzati a livello europeo, è quella di superare il concetto di soglia unica sia sul numero di occupati residenti sia sulle funzioni di auto-contenimento che caratterizzavano la precedente metodologia. Tale superamento è implementato tramite la definizione di un *trade-off* tra occupati residenti e auto-contenimento: a fronte di valori elevati di entrambe le funzioni di auto-contenimento (superiori a una soglia prefissata definita *target*) si accettano sistemi locali del lavoro di dimensioni ridotte (ovvero ai quali si richiede la sola condizione di avere un numero di occupati residenti superiore a una soglia *minima* prefissata), mentre per sistemi locali del lavoro di dimensioni maggiori (ovvero con un numero di occupati residenti superiore a un valore definito *target* prefissato) la soglia di accettazione su entrambe le funzioni di auto-contenimento diminuisce (e sono accettati valori superiori a una soglia *minima* di auto-contenimento).

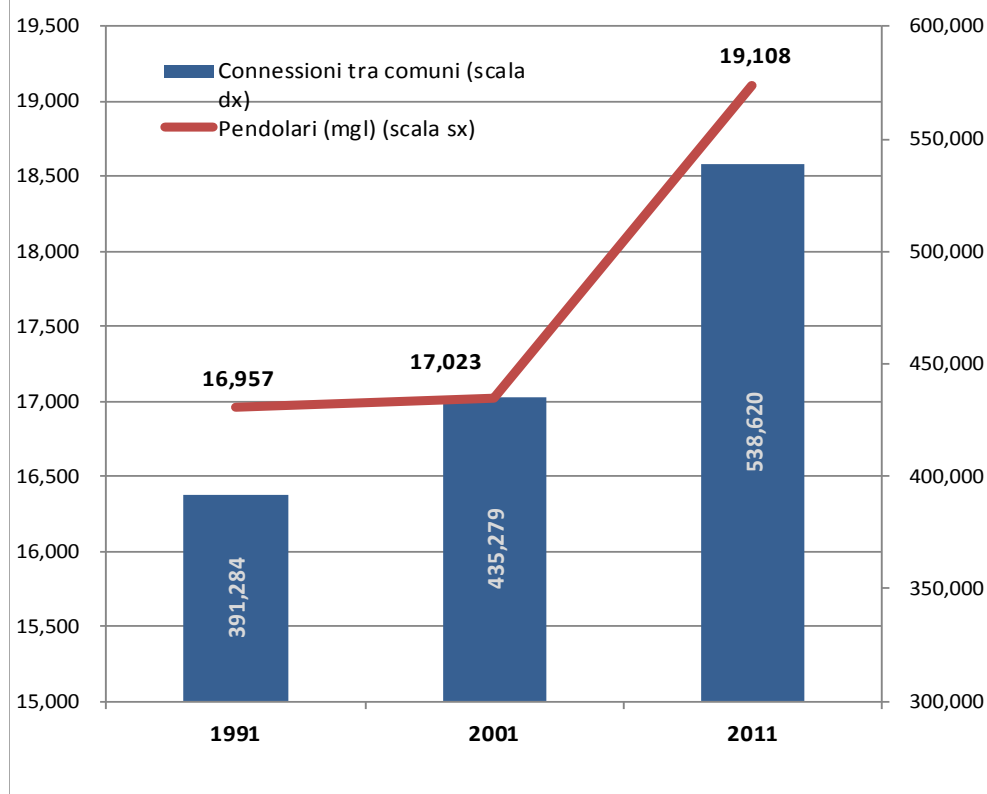
^a Sono esclusi coloro che lavorano nel proprio alloggio e coloro che non hanno una sede fissa di lavoro (piazziisti, rappresentanti, ecc.). Sono ovviamente anche esclusi gli occupati che lavorano all'estero.

La caratteristica fondante dell'algoritmo EURO è la definizione del *trade-off* tra i vincoli che una partizione deve soddisfare per essere considerata un insieme di SLL. Tale *trade-off* tra ampiezza dimensionale espressa dagli occupati residenti e auto-contenimento minimo del sistema locale è governato dalla definizione di quattro parametri: un valore *minimo* e un valore *target* sia per il numero di occupati residenti, rispettivamente *minSZ* e *tarSZ*, sia per le funzioni di auto-contenimento, *minSC* e *tarSC* dove *SC* (*self-containment*) è da intendersi quale minimo tra (1) e (2): $SC = \text{MIN}(SCO, SCD)$.

Il parametro *minSZ* definisce la soglia minima di occupati residenti che un SLL deve raggiungere mentre la dimensione target, *tarSZ*, va intesa più che come un obiettivo stringente del modello, come il livello dimensionale minimo per il quale si è disposti ad accettare una riduzione del livello di auto-contenimento.

GRAFICO 1. POPOLAZIONE RESIDENTE, OCCUPATI E FLUSSI DI PENDOLARISMO^(a) PER MOTIVI DI LAVORO. Anni 1991, 2001 e 2011. (valori assoluti e variazioni percentuali)

	1991	2001	2011	Differenze 2001-2011	
				v.a.	Var. %
Popolazione residente (mgl)	56,778	56,996	59,434	2,438	4.3
Occupati (mgl)	19,675	20,994	23,018	2,024	9.6
Pendolari (mgl) (scala sx)	16,957	17,023	19,108	2,085	12.2
Connessioni tra comuni (scala dx)	391,284	435,279	538,620	103,341	23.7



(a) Occupati che si sono recati al posto di lavoro (esclusi i lavoratori a casa, i lavoratori senza luogo fisso di lavoro e i lavoratori all'estero e che hanno fatto rientro alla propria abitazione; Confronti a parità di campo di osservazione 2011.

Il parametro, *tarSC*, rappresenta il livello di auto-contenimento minimo che sistemi locali di piccole dimensioni devono raggiungere per essere considerati accettabili; tale valore sarà abbastanza elevato in modo da costituire sistemi che effettivamente abbiano caratteristiche stringenti di auto-contenimento.

Infine, per quanto riguarda gli ultimi due parametri, l'interpretazione di questi è legata alla

diminuzione del livello di auto-contenimento, fino $minSC$, che si è disposti ad accettare per sistemi locali che presentano dimensioni superiori a $tarSZ$.

3.1 La struttura dell'algoritmo

L'algoritmo è strutturato in modo tale da creare SLL che rispettino i vincoli di dimensione e auto-contenimento prefissati tramite i parametri. Tale obiettivo è raggiunto definendo una partizione del piano cartesiano (numero di occupati residenti, minimo delle funzioni di auto-contenimento (1) e (2)) in due regioni: la prima di accettazione caratterizzata da sistemi locali che soddisfano il *trade-off* sopra definito e la seconda di rifiuto dove i vincoli assegnati non sono rispettati. La soglia di accettazione è definita tramite un ramo d'iperbole che rappresenta la condizione di *validità*:

$$\frac{minSC}{tarSC} \leq \left[1 - \left(1 - \frac{minSC}{tarSC} \right) \cdot \max \left(\frac{tarSZ - SZ}{tarSZ - minSZ}, 0 \right) \right] \cdot \left[\frac{\min(SC, tarSC)}{tarSC} \right] \quad (3)$$

Dato un proto-SLL, ovvero una zona costituita da una o più località che deve essere esaminata dall'algoritmo, questo è accettato come SLL se i relativi valori di dimensione SZ (numero di occupati residenti) e auto-contenimento SC soddisfano la condizione (3). Se ciò non accade, si cerca il proto-SLL o SLL con il quale esistano maggiori legami per effettuare l'unione delle due aree. Nel dettaglio, i passi dell'algoritmo iterativo possono essere riassunti schematicamente come segue:

1. Inizialmente ogni comune è considerato un proto-SLL e per ciascuno si calcola la funzione di validità, ovvero la quantità a destra della disequaglianza in (3);
2. Fino a quando esistono proto-SLL non validi, ovvero che non soddisfano la disequaglianza (3):
 - a. Determinare il proto-SLL che minimizza la funzione di validità e disaggregarlo nei singoli comuni costituenti;
 - b. Fino a quando sono presenti comuni singoli non assegnati;
 - i. Per ogni comune non assegnato identificare il proto-SLL (o SLL) dominante ossia quello che massimizza la funzione di coesione (*cohesion*):

$$L_{hk} = \left[\frac{(f_{hk})^2}{(f_h \cdot f_k)} \right] + \left[\frac{(f_{kh})^2}{(f_k \cdot f_h)} \right] \quad (4)$$

- ii. Assegnare la località al (proto)SLL dominante;

3. Ricalcolare la funzione di validità.

L'algoritmo quindi ripropone la medesima iterazione di separazione/agggregazione fino alla convergenza a una soluzione dove tutte le aree della partizione soddisfano i vincoli.

3.2 Specifiche adottate nella versione corrente dell'algoritmo

A questa semplice struttura si sono aggiunti alcuni dettagli implementativi dell'algoritmo EURO che hanno comunque influenza sul risultato finale. In particolare, l'implementazione attuale prevede:

- a) *Assegnazione dei comuni a proto-sistemi locali e relativo ordinamento.* Nel passo 2.a la disaggregazione del proto SLL nei comuni costituenti è parziale ovvero l'assegnazione ad un nuovo SLL riguarda solamente la località del proto-SLL che massimizza le relazioni con località esterne al proto-sistema stesso. Indicando con h la generica località del proto-sistema locale S in esame, l'assegnazione riguarda la località che massimizza la quantità *ord*, definita da:

$$ord(h) = \sum_{i \notin S, h \in S} f_{ih} + \sum_{h \in S, j \notin S} f_{hj} \quad (5)$$

- b) *Creazione della lista di riserva.* Nel passo 2.b.i una volta identificato il SLL dominante cui assegnare la località in esame se il valore assunto dalla funzione *validità* per tale SLL con l'aggiunta della nuova località diminuisce rispetto al valore ottenuto dal proto-SLL privo di tale località, allora la località è inserita in una lista di riserva e non è più analizzata dall'algoritmo.

Alla fine del processo quando tutti i proto-SLL soddisfano la (3) e si è giunti a una

configurazione che rispetta i vincoli, le località della lista sono ordinate in modo decrescente secondo l'ordinamento definito da (5) ed assegnate al SLL dominante.

- c) *Alcune casistiche particolari nella definizione della lista di riserva.* Nel passo 2.b.i nel caso in cui non esista un SLL dominante, la località è assegnata alla lista di riserva e tutte le altre località del proto-SLL in analisi sono assegnate a SLL dominanti (o alla lista di riserva) secondo l'ordine definito in (5). Tale fattispecie di assegnazione di una località alla lista di riserva non si è mai verificata in nessuna delle soluzioni analizzate durante le sperimentazioni.

La creazione della lista di riserva permette all'algoritmo di migliorare sempre la funzione di *validità* accantonando nel processo di costituzione delle aree quelle località che indeboliscono con il loro apporto il costituendo SLL.

L'analisi delle liste di riserva fornisce utili indicazioni sulle caratteristiche delle località che sono accantonate durante il processo di predisposizione dei SLL dall'algoritmo: l'elenco dei comuni appartenenti alla lista risulta molto stabile al variare dei parametri dell'algoritmo, tali comuni sono generalmente di piccole dimensioni, caratterizzati da un numero elevato di connessioni con altri comuni, presentano maggiori flussi in uscita piuttosto che in entrata.

Le caratteristiche dei comuni sopra identificate hanno un minimo l'impatto sulla partizione finale e non ne modificano le caratteristiche; sono rarissimi i casi in cui l'auto-contenimento risulta inferiore alla soglia stabilita dalla combinazione di valori della funzione di validità: nella soluzione adottata per il 2011 sono 4 i SLL che hanno un auto-contenimento minimo inferiore a 0,6.

Per maggiori dettagli sull'implementazione corrente dell'algoritmo si rimanda all'Appendice 3 che presenta il diagramma di flusso di EURO versione 1.1.

4. Vantaggi derivanti dall'introduzione dell'algoritmo EURO

La maggiore motivazione per l'adozione di un nuovo algoritmo per la determinazione dei SLL 2011 è di tipo concettuale e coinvolge la definizione stessa di SLL: nelle precedenti edizioni il SLL era la zona costruita come aggregazione di comuni sulla base del *solo auto-contenimento della domanda* (Istat e IRPET, 1989) mentre nel contesto attuale si richiede il soddisfacimento di un vincolo che coinvolge sia l'auto-contenimento *minimo* (sia domanda che offerta) sia la dimensione del SLL espresso tramite la formula (3).

Tale vincolo da un lato risulta più restrittivo imponendo ai SLL di piccole dimensioni un auto-contenimento elevato sia per la domanda sia per l'offerta, dall'altro definendo un *trade-off* con il numero di occupati residenti del SLL permette una maggiore flessibilità a SLL di dimensioni medio-grandi. Le principali conseguenze di tali caratteristiche sono la scomparsa di SLL di piccole dimensioni caratterizzati da un auto-contenimento dell'offerta debole e la possibilità di modulare le aree intorno alle grandi città favorendo la formazione di SLL medio grandi in modo da garantire una maggiore omogeneità della partizione.

Inoltre, se nelle precedenti edizioni l'Istat ha adottato un metodo caratterizzato da una suddivisione dell'algoritmo in diverse fasi per ridurre e ottimizzare lo spazio nel quale effettuare la ricerca di una soluzione, tale caratteristica implementativa, se indispensabile quando fu sviluppato il metodo, è oggi agilmente superabile tramite gli strumenti attualmente disponibili. Infine, l'implementazione che permette l'ulteriore flessibilità di accantonare nel processo di aggregazione quei comuni che sono "attratti" da più poli o che presentano legami deboli con il SLL dominante (la cosiddetta lista di riserva) rappresenta un ulteriore valore aggiunto dell'algoritmo EURO. Il quadro è completato dal riconoscimento della Task Force di Eurostat che vede nell'algoritmo EURO il metodo più promettente per la determinazione dei SLL armonizzati a livello europeo.

Il nuovo algoritmo rimane comunque nel solco della continuità con il passato in quanto permangono l'impianto di base di un algoritmo deterministico basato sull'auto-contenimento e accomunato da molti punti di contatto e molte similitudini di metodo con l'algoritmo precedente quali ad esempio la possibilità di disaggregare proto-SLL che in fasi avanzate dell'algoritmo non risultano più efficienti e la definizione della medesima funzione di coesione per l'identificazione del SLL dominante.

5. La selezione dei parametri dell'algoritmo

Il piano degli esperimenti per la selezione del set ottimale di parametri è stato individuato sia sulla base delle criticità riscontrate nel 2001 sia nell'ottica del rafforzamento dell'omogeneità, principio fondamentale nella determinazione dei SLL (cfr. paragrafo 1). L'investigazione di vari intervalli di valori dei parametri ha quindi da un lato l'obiettivo di ridurre la presenza di SLL di piccole dimensioni (numero di occupati residenti) poco significativi in termini di minimo auto-contenimento, dall'altro lo scopo di identificare parametri che evitino la formazione di SLL di dimensioni eccessive sia in termini di occupati sia in termini di superficie.

Sono state elaborate e analizzate 21 combinazioni di parametri (*minSC*, *tarSC*, *minSZ*, *tarSZ*). Il processo di selezione ha visto tre fasi distinte: nella prima dalle 21 simulazioni sono state prescelte le cinque migliori soluzioni valutando i risultati relativi ai valori minimi, medi e massimi di alcuni indicatori di numerosità, dimensione, auto-contenimento, grandezza fisica, etc. Per ciascuna di queste cinque soluzioni sono state inoltre analizzate le seguenti caratteristiche:

1. Numerosità e dimensioni dei SLL: numero di SLL con meno di 5.000 occupati residenti e numero di SLL con più di 100.000 occupati residenti.
2. Misure di omogeneità sugli occupati residenti: differenza interquartile, percentuale di occupati in SLL con più di 100mila occupati, valore medio dei SLL con più di 100mila occupati, coefficiente di variazione per SLL con più di 100mila occupati.
3. Misure di omogeneità sul numero di comuni: differenza interquartile, valore medio dei SLL con più di 50 comuni, coefficiente di variazione per SLL con più di 50 comuni;
4. Misure di "qualità" della partizione: per la descrizione di questi indicatori si rimanda all'Appendice 2.

Infine, dalle tre configurazioni territoriali che sembravano migliori è stata identificata la soluzione adottata dall'Istat per i SLL del 2011.

La combinazione di parametri scelta per rappresentare i SLL 2011 è stata la seguente: *minSC*=0,60, *tarSC*=0,75, *minSZ*=1.000 occupati residenti, *tarSZ*=10.000 occupati residenti. Tale combinazione è stata identificata sulla base delle seguenti considerazioni:

- il numero relativamente elevato di SLL individuati garantisce una migliore «interpretazione» del territorio;
- una migliore omogeneità della partizione, soprattutto per la minore incidenza di sistemi di grandi dimensioni;
- indici di intensità relazionale e di associazione (cfr. Appendice 2) tra i più elevati tra le simulazioni selezionate.

L'analisi cartografica conferma inoltre che la soluzione prescelta permette di identificare SLL, anche di piccole dimensioni, che sono considerati da esperti del territorio realtà consolidate. D'altronde, l'aumento della consistenza dei flussi di pendolarismo e del numero di connessioni tra comuni, soprattutto intorno ai grandi centri urbani del nord, ha comportato l'espansione di alcuni SLL, specialmente di quelli caratterizzati da una significativa polarizzazione e coesione.

Tale combinazione di parametri è stata applicata anche ai dati di pendolarismo del 2001.

6. La procedura di consolidamento dei SLL 2001 e 2011

L'algoritmo EURO descritto nel paragrafo precedente è stato implementato in R (R Development Core Team, 2011). L'output dell'algoritmo rappresenta solo un passaggio della procedura per la determinazione dei SLL. Al termine delle iterazioni tutti i comuni appartenenti alla lista di riserva sono assegnati al SLL dominante; questo può causare in alcuni casi la diminuzione dei valori di auto-contenimento del SLL assegnatario. La partizione così ottenuta genera una soluzione che è sottoposta all'esame cartografico per l'analisi della contiguità delle aree e quindi ad un processo di calibratura fine (*fine tuning*) dei confini per eliminare le casistiche che non risultano coerenti con i principi riportati nel paragrafo 1 (ad esempio, sistemi locali costituiti da un unico comune o non contigui, le cosiddette *enclaves*).

I sistemi composti da un unico comune sono ordinati in ordine decrescente per occupati residenti e quindi assegnati al SLL con cui massimizza i flussi in entrata e in uscita. Per i comuni non contigui (*enclaves*) sono stati preliminarmente individuati, attraverso un'analisi cartografica, tutti i sistemi locali ad essi contigui a cui potenzialmente il comune poteva essere riassegnato. Successivamente il comune è assegnato al SLL dominante contiguo, analogamente a quanto fatto per i sistemi composti da un unico comune. Nell'Appendice 1 sono riportati i casi che si sono verificati nel 2001 e nel 2011 e le relative assegnazioni finali.

La procedura di consolidamento si conclude con l'assegnazione dei nomi e dei codici identificativi a ciascun SLL. Il comune h del SLL che presenta il numero massimo di posti di lavoro W_h assegna il nome al SLL; il codice identificativo del SLL è invece ottenuto nel seguente modo:

- Tutti i sistemi locali del lavoro sono preliminarmente ordinati in ordine crescente secondo i codici di regione, provincia e comune che assegna il nome al SLL.
- Il codice identificativo si ottiene quindi come combinazione del codice della regione in cui ricade il comune che dà il nome al SLL (campi 1-2) e di un codice progressivo all'interno della regione (campi 3-4).

Riferimenti bibliografici

Casado Díaz, J. e Coombes, M., (2011). The delineation of 21st century local labour market areas: a critical review and a research agenda. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 57, pp. 7–32.

Coombes, M. e Bond, S. (2007). *Travel-to-Work Areas: the 2007 review*. London: Office for National Statistics, 2008. (<http://www.ons.gov.uk/ons/guide-method/geography/beginner-s-guide/other/travel-to-work-areas/index.htm>)

Coombes, M., Casado-Díaz, J.M., Martínez-Bernabeu, L. e Carausu, F. (2012). *Study on comparable labour market areas: final research report*. 17 October 2012. Eurostat- Framework contract n° :6001. 2008.001 - 2009.065, Specific contract n°: 50405.2010.004 – 2011.325.

Coombes, M.G., Green, A.E. e Openshow, S. (1986). An efficient algorithm to generate official statistics report areas: the case of the 1984 Travel-to-Work Areas in Britain. *The Journal of Operational Research Society*, Vol. 37, No. 10, pp. 943-953.

Erba, A., D'Angiò, A. e Marzulli, S. (1990). *Partizioni funzionali del territorio: il modello Iser*, Franco Angeli, Milano.

Franconi, L. e D'Alò, M. (2014). Algoritmi di regionalizzazione basati sui flussi di pendolarismo: analisi e confronti. XXXV Conferenza annuale AISRe, "Uscire dalla crisi. Città, Comunità e Specializzazione Intelligenti", Padova, 11-13 September 2014. http://www.grupposervizioambiente.it/aisre_sito/doc/papers/franconi_dalo_%20AISRE.pdf

Istat (1997). *I sistemi locali del lavoro 1991*. Roma, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, pp 235-242.

Istat e IRPET (1989). *I mercati locali del lavoro*. Franco Angeli, Milano, Italia.

Lipizzi, F. (2014). Strumenti e indicatori per la misura della consistenza e omogeneità delle aree funzionali. XXXV Conferenza annuale AISRe, "Uscire dalla crisi. Città, Comunità e Specializzazione Intelligenti", Padova, 11-13 September 2014.

Martini, M. (1993). *Metodi statistici per la costruzione di aree funzionali*. In: Zani, S. (ed.) *Metodi statistici per le analisi territoriali*. Milano: Franco Angeli. pp. 122-141.

R Development Core Team (2011). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>. ISBN 3-900051-07-0.

Appendice 1. Assegnazioni puntuali dei comuni effettuate nel processo di calibratura fine dei confini: anni 2011 e 2001

Nei prospetti 1 e 2 si riportano, rispettivamente per gli anni 2011 e 2001, le assegnazioni effettuate durante la calibratura fine dei confini per sanare le incongruenze dovute a SLL non contigui e SLL costituiti da un solo comune.

PROSPETTO 1A. SLL 2011, FASE DI CALIBRATURA FINE: ELENCO DEI COMUNI NON CONTIGUI ASSEGNATI AI NUOVI SLL

Codice comune	Comune	SLL di origine	SLL di destinazione	Codice del SLL di destinazione
1019	BALME	PINEROLO	TORINO	106
1037	BROZOLO	SUSA	TORINO	106
1131	LEMIE	RIVAROLO CANAVESE	TORINO	106
4053	CASTELMAGNO	MONDOVI	CUNEO	115
4172	PONTECHIANALE	SAVIGLIANO	SALUZZO	119
4184	ROASCIO	MONDOVI	CEVA	114
103036	GURRO	SANTA MARIA MAGGIORE	VERBANIA	136
16013	ARZAGO D'ADDA	MILANO	BERGAMO	315
16106	FUIPIANO VALLE IMAGNA	ALBINO	BERGAMO	315
16110	GAVERINA TERME	BERGAMO	DARFO BOARIO TERME	323
17097	MACLODIO	ORZINUOVI	BRESCIA	321
18105	OLIVA GESSI	STRADELLA	VOGHERA	338
22168	SANT'ORSOLA TERME	MALÈ	TRENTO	426
10008	CAMPO LIGURE	GENOVA	OVADA	128
10050	RONDANINA	PIACENZA	GENOVA	710
109021	MONTE RINALDO	FERMO	COMUNANZA	1120
56026	FARNESE	VITERBO	MONTALTO DI CASTRO	1203
68007	CARAMANICO TERME	PESCARA	CHIETI	1314
68037	SANT'EUFEMIA A MAIELLA	PESCARA	CHIETI	1314
94003	BAGNOLI DEL TRIGNO	AGNONE	CAMPOBASSO	1402
71004	APRICENA	APRICENA	APRICENA	1601
71026	ISOLE TREMITI	APRICENA	TERMOLI	1403
71048	SAN MARCO LA CATOLA	CASALNUOVO MONTEROTARO	LUCERA	1605
75097	PORTO CESAREO	COPERTINO	NARDÒ	1638
82008	BAUCINA	PALERMO	CORLEONE	1911
82030	CIMINNA	PALERMO	CORLEONE	1911
90058	PORTO TORRES	PORTO TORRES	SASSARI	2006
90089	STINTINO	PORTO TORRES	SASSARI	2006

PROSPETTO 1B. SLL 2011, FASE DI CALIBRATURA FINE: ELENCO DEI SLL COMPOSTI DA UN SOLO COMUNE ASSEGNATI A NUOVI SLL

Codice comune	SLL di origine	SLL destinazione	Codice del SLL di destinazione
14037	LIVIGNO	LIVIGNO	308
17096	LUMEZZANE	LUMEZZANE	327
27008	CHIOGGIA	VENEZIA	536
29039	PORTO TOLLE	ADRIA	541
39007	CERVIA	RAVENNA	829
49003	CAMPO NELL'ELBA	PORTOFERRAIO	922
49012	PIOMBINO	PIOMBINO	921
43047	SAN SEVERINO MARCHE	MACERATA	1114
63061	PROCIDA	NAPOLI	1517
65021	CAMEROTA	CAMEROTA	1532
65037	CAVA DE' TIRRENI	SALERNO	1543
71008	CAGNANO VARANO	APRICENA	1601
71012	CARPINO	RODI GARGANICO	1607
71051	SAN SEVERO	FOGGIA	1604
71060	VIESTE	MANFREDONIA	1606
72004	ALTAMURA	BARI	1612
72011	BITONTO	BARI	1612
72019	CONVERSANO	BARI	1612
72031	NOCI	PUTIGNANO	1618
72041	SANTERAMO IN COLLE	BARI	1612
73015	MASSAFRA	TARANTO	1624
110001	ANDRIA	BARLETTA	1642
110003	BISCEGLIE	MOLFETTA	1616
110004	CANOSA DI PUGLIA	BARLETTA	1642
110009	TRANI	BARLETTA	1642
80060	PLATÌ	BOVALINO	1823
101009	COTRONEI	PETILIA POLICASTRO	1840
101012	CUTRO	CROTONE	1838
101013	ISOLA DI CAPO RIZZUTO	CROTONE	1838
81005	CASTELLAMMARE DEL GOLFO	ALCAMO	1901
81012	MAZARA DEL VALLO	MARSALA	1903
81014	PANTELLERIA	TRAPANI	1905
84020	LAMPEDUSA E LINOSA	AGRIGENTO	1933
84034	SAMBUCA DI SICILIA	MENFI	1939
88006	MODICA	RAGUSA	1965
88011	SCICLI	RAGUSA	1965
91017	DORGALI	NUORO	2012
104012	LA MADDALENA	ARZACHENA	2025
107004	CARLOFORTE	CARBONIA	2038

PROSPETTO 2A. SLL 2001, FASE DI CALIBRATURA FINE: ELENCO DEI COMUNI NON CONTIGUI ASSEGNATI AI NUOVI SLL^b

Codice comune	Comune	SLL di origine	SLL di destinazione	Codice del SLL di destinazione
1076	CHIANOCCO	SUSA	TORINO	109
4060	CELLE DI MACRA	SALUZZO	CUNEO	120
4083	ELVA	CARMAGNOLA	CUNEO	120
9037	MASSIMINO	GARESSIO	CEVA	118
4150	NIELLA BELBO	ALBA	CORTEMILIA	119
17097	MACLODIO	ORZINUOVI	BRESCIA	332
16106	FUIPIANO VALLE IMAGNA	ALBINO	BERGAMO	322
13025	BLESSAGNO	COMO	PORLEZZA	311
13040	CAMPIONE D'ITALIA	LUINO	COMO	307
13236	VELESO	COMO	BELLAGIO	306
10026	GORRETO	CHIAVARI	GENOVA	712
57006	BORBONA	AMATRICE	RIETI	1207
68010	CATIGNANO	CHIETI	PESCARA	1314
68013	CIVITAUANA	CHIETI	PESCARA	1314
68045	VICOLI	CHIETI	PESCARA	1314
68008	CARPINETO DELLA NORA	CHIETI	PENNE	1313
71026	ISOLE TREMITI	SERRACAPRIOLA	TERMOLI	1404
71048	SAN MARCO LA CATOLA	LUCERA	CAMPOBASSO	1402
71064	ZAPPONETA	ZAPPONETA	MANFREDONIA	1607
71032	MONTELEONE DI PUGLIA	ZAPPONETA	FOGGIA	1604
71037	PANNI	ZAPPONETA	FOGGIA	1604
71003	ANZANO DI PUGLIA	ZAPPONETA	FOGGIA	1604
77019	OLIVETO LUCANO	MATERA	FERRANDINA	1711
75097	PORTO CESAREO	COPERTINO	NARDÒ	1640
78018	BOCCHIGLIERO	COSENZA	CARIATI	1804
85002	BOMPENSIERE	CANICATTI	MUSSOMELI	1948
85010	MILENA	CANICATTI	MUSSOMELI	1948
82075	USTICA	ALIA	PALERMO	1913
65105	RICIGLIANO	BATTIPAGLIA	EBOLI	1536

^b Il prospetto 2A pubblicato il 17 dicembre 2014 è stato sostituito con il presente il 5 febbraio 2015 a causa di un errore di assegnazione del SLL di destinazione per i comuni non contigui di Brittolli, Catignano, Civitauana, Vicoli e Carpineto della Nora.

PROSPETTO 2B. SLL 2001, FASE DI CALIBRATURA FINE: ELENCO DEI SLL COMPOSTI DA UN SOLO COMUNE ASSEGNATI A NUOVI SLL

Codice comune	SLL origine	SLL destinazione	Codice del SLL di destinazione
14037	LIVIGNO	BORMIO	312
17096	LUMEZZANE	LUMEZZANE	341
27008	CHIOGGIA	VENEZIA	541
29039	PORTO TOLLE	PORTO VIRO	551
38025	GORO	CODIGORO	831
39007	CERVIA	RAVENNA	837
43047	SAN SEVERINO MARCHE	TOLENTINO	1123
44041	MONTEGRANARO	MONTEGRANARO	1128
44061	PORTO SANT'ELPIDIO	FERMO	1126
49003	CAMPO NELL'ELBA	PORTOFERRAIO	923
49012	PIOMBINO	PIOMBINO	922
53023	SCANSANO	GROSSETO	945
63061	PROCIDA	NAPOLI	1521
63084	TORRE DEL GRECO	NAPOLI	1521
65021	CAMEROTA	CAMEROTA	1533
65037	CAVA DE' TIRRENI	SALERNO	1545
71004	APRICENA	APRICENA	1601
71008	CAGNANO VARANO	APRICENA	1601
71029	MANFREDONIA	MANFREDONIA	1607
71045	SAN FERDINANDO DI PUGLIA	BARLETTA	1614
71051	SAN SEVERO	FOGGIA	1604
71057	TRINITAPOLI	BARLETTA	1614
71060	VIESTE	VIESTE	1611
72004	ALTAMURA	BARI	1613
72005	ANDRIA	BARLETTA	1614
72009	BISCEGLIE	BISCEGLIE	1615
72011	BITONTO	BARI	1613
72013	CANOSA DI PUGLIA	BARLETTA	1614
72017	CASTELLANA GROTTA	PUTIGNANO	1621
72019	CONVERSANO	BARI	1613
72020	CORATO	CORATO	1616
72025	LOCOROTONDO	FASANO	1629
72026	MINERVINO MURGE	BARLETTA	1614
72041	SANTERAMO IN COLLE	BARI	1613
72042	SPINAZZOLA	BARLETTA	1614
72045	TRANI	BARLETTA	1614
73013	MARTINA FRANCA	TARANTO	1626
81005	CASTELLAMMARE DEL GOLFO	ALCAMO	1901
81012	MAZARA DEL VALLO	MARSALA	1903
81014	PANTELLERIA	TRAPANI	1905
84020	LAMPEDUSA E LINOSA	AGRIGENTO	1935
84034	SAMBUCA DI SICILIA	SCIACCA	1944
88003	COMISO	RAGUSA	1967
88006	MODICA	RAGUSA	1967
88011	SCICLI	RAGUSA	1967
90035	LA MADDALENA	ARZACHENA	2002
91017	DORGALI	NUORO	2020
92013	CARLOFORTE	CARBONIA	2027
101009	COTRONEI	CROTONE	1839
101012	CUTRO	CROTONE	1839
101013	ISOLA DI CAPO RIZZUTO	CROTONE	1839
101015	MESORACA	PETILIA POLICASTRO	1840

Appendice 2. Indicatori di “qualità” utilizzati

La valutazione della qualità delle partizioni generate dall’algoritmo è stata effettuata sia attraverso l’analisi delle distribuzioni e degli indicatori presentati nella paragrafo 4 sia tramite specifiche statistiche dedicate ai flussi: la misura di intensità delle relazioni, la misura di centralità, l’indice di intensità relazionale all’interno del SLL e l’indice di consistenza delle relazioni interne.

La misura di intensità delle relazioni indica il grado di intensità media delle connessioni interne ai SLL; per il calcolo si procede inizialmente con la determinazione della statistica di associazione a livello comunale (noto anche come *cross product ratio*):

$$X_{hk} = \frac{f_{hk}(f - f_{h.} - f_{.k} + f_{hk})}{(f_{h.} - f_{hk})(f_{.k} - f_{hk})}$$

dove f indica il numero di lavoratori presenti nel territorio nazionale e si prosegue con il calcolo dell’indice di associazione di Martini (1993. pp. 122-141), ovvero

$$M_{hk} = \frac{X_{hk}}{(1 + X_{hk})}$$

compreso nell’intervallo (0,1). Per poter aggregare a livello di SLL si è proceduto a calcolare la media di M_{hk} per il generico SLL S_j di numerosità n_j

$$M_j = \frac{\sum_{h,k \in S_j} M_{hk}}{n_j}$$

e quindi tra gli N SLL della partizione dove N è la cardinalità della partizione stessa

$$M = \frac{\sum_{j=1}^N M_j}{N}$$

La misura di centralità indica la percentuale di SLL senza comuni attrattori e si costruisce a partire dall’indice di centralità C_k (Istat e Irpet, 1989) della località k :

$$C_k = \frac{f_{.k} - f_{kk}}{f_{k.} - f_{kk}}$$

è maggiore (minore) di 1 quando il flusso dei pendolari in entrata (uscita) è superiore (inferiore) al flusso dei pendolari in uscita (entrata). L’uguaglianza descrive una situazione caratterizzata da un equilibrio tra i flussi. La misura di centralità consiste nel rapporto tra numero di SLL senza comuni attrattori di lavoro (ovvero con indice di centralità $C_k > 1$) e il totale N di SLL. Tale misura potrebbe essere interpretata come un indicatore di debolezza soprattutto nel caso di SLL formati da pochi comuni.

L’indice di intensità relazionale all’interno del SLL (IIRFL) è definito come la percentuale di flussi all’interno di un SLL che connettono comuni diversi (al netto quindi degli occupati che risiedono e lavorano all’interno dei singoli comuni) sul totale dei flussi all’interno del SLL (Lipizzi, 2014). Questo indicatore, che chiaramente può variare in linea teorica tra valori prossimi a 0 e 100 (caso in cui tutti i lavoratori dei comuni del SLL vanno a lavorare in un altro comune), misura l’intensità delle relazioni all’interno dei SLL. Tanto più l’indicatore è elevato tanto maggiore è la turbolenza intercomunale in termini di flussi. Viceversa, tanto più è basso tanto più i SLL sono stabili e prevalgono i flussi di residenti lavoratori all’interno dei confini comunali (RW).

$$IIRFL_j = \frac{\sum_{h \neq k \in S_j} f_{hk}}{\sum_{h,k \in S_j} f_{hk}} \cdot 100$$

Analogamente al precedente, l’indice si può anche calcolare in termini di connessioni tra comuni del SLL, dove ogni flusso presente genera una connessione; tale indice prende il nome di indice di consistenza delle relazioni interne (IIRCL). Rapportando il numero di connessioni tra 2 comuni d_{hk} al massimo numero di connessioni possibili (escludendo quelle con se stesso), pari a $n_j(n_j - 1)$ dato n_j il numero di comuni che compongono il SLL S_j , si ottiene un’altra misura della “consistenza” delle relazioni interne al SLL S_j (Erba *et al.*, 1990). Anche questo indice varia tra 0 e 100.

$$IIRCL_j = \frac{\sum_{h \neq k \in S_j} d_{hk}}{n_j(n_j - 1)} \cdot 100$$

Appendice 3. Diagramma di flusso dell'algoritmo utilizzato per la predisposizione dei SLL 2011

Il Grafico 2 presenta il diagramma di flusso dell'algoritmo EURO versione 1.1 come implementato per la determinazione dei SLL del 2011. Il valore minimo, R, della funzione di validità (3) è dato da: $\frac{minSC}{tarSC}$. Nel diagramma di flusso sono identificate le diverse tipologie di assegnazione alla lista di riserva; come menzionato in precedenza si sono verificate solamente le tipologie A e C.

GRAFICO 2. DIAGRAMMA DI FLUSSO DELL'ALGORITMO EURO VERSIONE 1.1 UTILIZZATO PER LA COSTRUZIONE DEI SLL 2011

