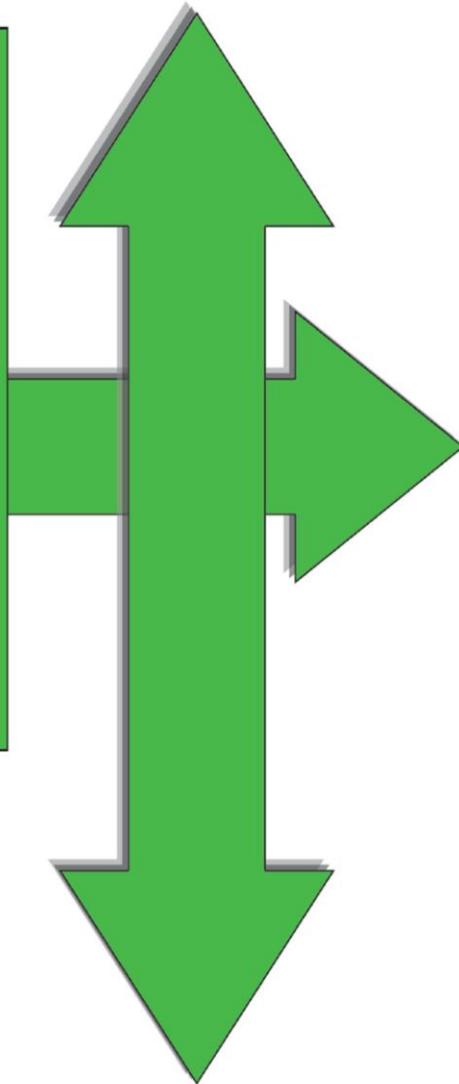


R.E.Po.T.
Rivista di
Economia e
Politica dei
Trasporti



Anno 2014, Numero 1

Rivista Scientifica della Società Italiana di
Economia dei Trasporti e della Logistica



ISSN 2282-6599



La condizione di insularità nell'Unione Europea: accessibilità e incidenza del trasporto marittimo

Italo Meloni ^{1*}, Simone Loi ¹, Benedetta Sanjust di Teulada ¹

¹ CRIMM - Centro Ricerche Modelli di Mobilità
Università di Cagliari

Abstract

Questo paper esamina gli aspetti relativi all'accessibilità delle isole, così come definite dall'U.E., in ambito Europeo. L'accessibilità, nell'Unione Europea (in accordo con lo studio ESPON "Atlas" del 2006) è stata legata al concetto di "cuore" del territorio Europeo e di "periferia"; in questo modo l'ubicazione geografica e la distanza fisica sono divenuti i parametri significativi in relazione all'accessibilità in termini di infrastrutture e di sistema di trasporti.

L'obiettivo del seguente studio è quello di indagare in che modo l'insularità possa essere analizzata, caratterizzata e misurata in relazione alle peculiarità endogene ed ai requisiti strutturali e funzionali del sistema dei collegamenti ed in che modo questa misura possa garantire un confronto quantitativo, semplice da interpretare, dell'accessibilità con realtà e regioni della terraferma, anche periferiche.

In particolare, vengono proposti una serie di indicatori che descrivono l'accessibilità delle isole in riferimento al sistema dei trasporti marittimi, attraverso la specificazione di una serie di attributi dell'accessibilità che fanno riferimento ai parametri di lontananza (distanza reale), isolamento e discontinuità geografica (frequenza e tempi di attesa), parametri che caratterizzano le realtà insulari.

Parole chiave: Unione Europea, Insularità, Accessibilità, Trasporto marittimo a corto raggio.

1. Introduzione

Le regioni insulari hanno peculiarità permanenti che le distinguono chiaramente dalle regioni "continentali", e anche dalle regioni "continentali periferiche".

L'insularità, ovvero la discontinuità spaziale di queste regioni dalle altre, determina specificità comuni di natura economica, trasportistica, ambientale, sociale, *etc.*, che ha fatto affermare come le isole siano caratterizzate da una sorta di oggettivo svantaggio rispetto ai territori continentali e continentali periferici.

Dal punto di vista economico, l'analisi sulla distribuzione del reddito e le condizioni geografiche legate allo stato insulare, per tutti i Paesi del mondo, riporta due risultati: gli Stati che sono isole (insularità totale) hanno prestazioni peggiori rispetto agli Stati che hanno isole (insularità parziale) (Crenos, 2013). Tale fatto è facilmente riconducibile ad aspetti peculiari delle regioni insulari quali: limitate risorse, elevata dipendenza da importazione, limitata possibilità di realizzare economie di scala

* Autore a cui spedire la corrispondenza: Italo Meloni (imeloni@unica.it)

(Briguglio, 1995). Queste criticità tendono ad aumentare in maniera inversamente proporzionale alla dimensione dell'isola e alla sua popolazione (Royle, 1989; Cross e Nutley, 1999).

Il fatto che l'insularità comporti un *handicap* geografico è stato affermato anche dalla Commissione Europea, che ha considerato come le regioni insulari siano meritevoli di azioni politiche capaci di far superare questo *gap*.

Recentemente, la problematica relativa all'assetto economico delle regioni insulari è stata affrontata nello studio europeo "*The Development of the Islands – European Islands and Cohesion Policy*" (EUROISLANDS, 2011), che identifica quali siano i parametri ambientali ed economici, esterni o interni, che possono influenzare negativamente e/o positivamente l'attrattività delle isole (attività economiche competitive e popolazione), in cui l'attrattività è un fattore altamente correlato all'accessibilità (Baird, 2012). Tali parametri sono sinteticamente riconducibili a: (1) piccole dimensioni (sia in termini territoriali sia di popolazione), (2) lontananza, isolamento, e discontinuità geografica; queste caratteristiche implicano alti costi d'installazione ed operativi per le aziende, gli isolani e lo Stato. Questi costi includono:

-*Costi di tempo*: quasi tutte le isole dipendono dal trasporto pubblico (connessioni navali ed aeree) e, di conseguenza, l'accessibilità da e per le isole dipende sia dalla frequenza dei collegamenti sia dalla distanza con la terraferma e/o con altre isole.

-*Costi monetari*: tutte le merci trasportate ed i servizi dipendono fortemente dal limitato numero di connessioni (sia marittime che aeree) che normalmente sono dominate da una singola compagnia o da un ristretto numero. Un mercato altamente monopolistico o oligopolistico che caratterizza il trasporto da e per le isole (ed anche dentro le isole) corrisponde a prezzi spesso molto alti.

-*Costi delle infrastrutture ed operativi dei servizi pubblici di base*: le infrastrutture ed i servizi devono essere forniti a ciascuna isola separatamente, rendendo ciò molto costoso in termini di realizzazione ed operatività.

-*Costi legati alla assenza di alternative*: in molte isole la mancanza o carenza di adeguate infrastrutture e servizi unito ad un mercato piccolo e frammentato significa per gli abitanti, essere gravati da spese aggiuntive sia in termini monetari sia di tempo.

Altri parametri sono: (3) identità particolari; (4) ambiente naturale e culturale intenso e vulnerabile.

In particolare questo lavoro focalizzerà l'attenzione su quelle voci di costo che sono influenzate in modo più marcato dalla tipologia del sistema di trasporto che caratterizza il contesto insulare (costi del tempo, monetari, assenza di alternative).

I livelli di accessibilità, intesi come facilità di accesso tra due punti nello spazio (Dalvi e Martin, 1976), nel caso delle regioni insulari sono minori rispetto alle zone continentali. Tale svantaggio di accessibilità dipende principalmente dalla tipologia di sistema di trasporto attraverso il quale realizzare le condizioni di accessibilità (discontinuo vs. continuo)¹.

¹ Nella disciplina dell'ingegneria dei sistemi di trasporto, la classificazione relativa ai sistemi di trasporto li definisce sistemi con servizio continuo e con servizio discontinuo o ad orario. I sistemi con servizio continuo sono quelli che, ad esempio, caratterizzano l'accessibilità tra due punti ricadenti nelle zone continentali, in cui il deflusso è sempre possibile in ogni istante di tempo e accessibile da ogni punto dello spazio (sistema stradale); i sistemi di trasporto con servizio discreto o discontinuo, sono sistemi che sono

Con riferimento a ciò, da un punto di vista trasportistico, le caratteristiche spaziali delle regioni insulari comportano problematiche di natura organizzativa e strutturale, che implicano la necessità di rispondere alla domanda di trasporto (passeggeri e merci) in origine o in destinazione, con un sistema di trasporto cosiddetto "discontinuo", che sia garantito nel tempo e nello spazio da una specifica organizzazione (servizio pubblico). Rispetto alle regioni continentali, infatti, in cui può esistere un sistema continuo dove il trasporto privato (veicolare su strada) può coprire, almeno in teoria, una mancanza di trasporto "pubblico", nelle regioni insulari la discontinuità di spazio rende questa alternativa non disponibile (Baldacchino, 2007).

A questo proposito, l'EESC² ritiene che i livelli di accessibilità delle isole necessitino di un approfondimento particolare per assicurare l'adozione di una strategia adeguata a rispondere alle esigenze specifiche di queste regioni insulari (U.E., 2012a).

L'EESC indica che (1) l'accessibilità alle isole e la connessione tra loro debba essere assolutamente migliorata, visto che costituisce un elemento vitale per rafforzarne l'attrattività e che (2) i costi di trasporto per le merci ed i passeggeri dovrebbero essere ridotti applicando il principio della continuità territoriale e migliorando il Regolamento 3577/92. Inoltre, l'EESC chiarisce (3) la necessità di definire nuovi indicatori, sulla base di dati statistici più rilevanti, al fine di fornire una immagine nettamente più specifica del livello di sviluppo delle isole e una solida conoscenza delle regioni con svantaggi naturali permanenti (U.E., 2012b). L'EESC chiarisce infatti come gli indicatori attualmente utilizzati non risultino essere efficaci per individuare e differenziare le varie realtà insulari, ma neppure semplicemente per caratterizzare quelle peculiarità che accomunano tutte le isole. In particolare, il principale limite di quanto sviluppato finora è riferibile alla mancata considerazione effettiva della condizione geografica propria delle regioni insulari, ovvero il condizionamento dovuto alla separazione fisica dal resto del territorio (discontinuità spaziale).

Il presente studio si inquadra all'interno delle indicazioni fornite dall'EESC sulla necessità di definire nuovi indicatori di accessibilità per le regioni insulari, che ne caratterizzino in modo approfondito gli aspetti peculiari dei fattori di svantaggio. In particolare, il lavoro proposto si focalizza sulla caratterizzazione dei parametri di lontananza, isolamento e discontinuità geografica. Tali parametri, rispetto agli altri indicati da EUROISLANDS (2011) sono quelli che, per le zone insulari, consentono di valutare con migliore significatività i maggiori costi che caratterizzano i requisiti strutturali, funzionali e di mercato del sistema dei collegamenti (costo del tempo, costi monetari, costi delle infrastrutture ed operativi dei servizi pubblici di base, costi legati all'assenza di alternative).

L'obiettivo è quello di disporre di una misura di accessibilità che consenta un confronto quantitativo dell'accessibilità dell'isola con realtà e regioni del continente, anche periferiche, che sia semplice da interpretare, e possibilmente assoluto, cioè riferito all'isola e non ad una coppia Origine/Destinazione (O/D).

Per rappresentare in modo specifico la condizione di insularità, il riferimento d'obbligo è al trasporto marittimo, che gioca un ruolo fondamentale nel collegare le regioni

disponibili solo in alcuni punti dello spazio ed in particolari orari, sono quindi programmati per tempo, ovvero sono servizi di linea (autobus, navi, treni, aerei, *etc.*) che possono essere utilizzati solo tra terminali (fermate, porti, stazioni e aeroporti) (Cascetta, 2006).

² EESC: *European Economic and Social Committee on Specific problems facing islands.*

insulari al continente (Laird, 2012), permette di caratterizzare un'isola da un territorio continentale e continentale periferico (separazione fisica dovuta al mare), consente di realizzare uno spostamento anche con mezzi veicolari (Hernández Luis, 2002), con l'opportunità, una volta raggiunto il continente, di utilizzare un servizio continuo (sistema di trasporto stradale) ed inoltre perché rappresenta l'unica modalità di trasporto presente in tutte le isole. Un altro elemento a sostegno di questa scelta è il fatto che tale modalità di trasporto è stata spesso trascurata negli studi di accessibilità svolti dall'Unione Europea.

In estrema sintesi, lo studio presentato indaga sulle dinamiche dell'accessibilità delle isole correlate alla modalità marittima, esaminando come questa incida nel calcolo del tempo reale necessario per raggiungere il continente.

Il lavoro si è sviluppato in tre fasi:

- individuazione di un campione di isole appartenenti all'U.E. con caratteristiche esogene ed endogene differenti;
- raccolta ed analisi dei dati inerenti ciascuna isola;
- composizione di una serie di indicatori di accessibilità associabile all'intera isola e non ad una coppia O/D, da cui è conseguita l'analisi degli indicatori ottenuti e la valutazione dell'incidenza di ciascuna variabile.

Il resto del lavoro è così strutturato: nella sezione che segue (Sezione 2) vengono analizzati gli approcci esistenti alla definizione di indicatori di accessibilità. La Sezione 3 presenta la metodologia implementata per ciascuno degli indicatori individuati. L'analisi dei dati raccolti per il campione di isole è riportata nella Sezione 4, mentre nella Sezione 5 sono riportati i risultati ottenuti e infine nella sezione 6 le conclusioni del presente lavoro e futuri sviluppi.

2. Approcci esistenti

L'accessibilità è un concetto che, in letteratura, è stato definito e quantificato in diversi modi, assumendo diversi significati. Questi includono definizioni ben note, quali: "opportunità potenziali di interazione" (Hansen, 1959), "facilità di accesso ad attività diversamente localizzate nel territorio" (Dalvi e Martin, 1976), "libertà degli individui di partecipare o non partecipare a certe attività" (Burns, 1979), "benefici forniti dal sistema di trasporto" (Ben-Akiva e Lerman, 1979). Una più recente definizione è quella che definisce l'accessibilità come il "prodotto" principale di un sistema di trasporto, che definisce i livelli di vantaggio di una determinata area (Biosca, *et al.*, 2013). In generale, non esiste un approccio migliore degli altri nel descrivere e calcolare i livelli di accessibilità, poiché esso può variare in funzione del contesto in esame (Handy e Niemeier, 1997). In relazione ad un sistema di trasporto, comunque, un indicatore di accessibilità deve rispettare la base teorica secondo la quale: se il livello di servizio (funzione di tempi, costi, etc.) di un sistema di trasporto in una certa area migliora (o peggiora), il livello di accessibilità corrispondente a quell'area dovrebbe migliorare (o peggiorare) (Geurs e Van Wee, 2004).

Una delle principali sfide affrontate a livello europeo negli ultimi anni è stata quella di valutare i (sovra)costi multidimensionali legati alle condizioni di insularità, in relazione ai livelli di accessibilità. Tali livelli di accessibilità sono valutati in forma multidimensionale in relazione a fattori quali: origini e destinazioni, impedenza spaziale, vincoli e barriere, equità, scala spaziale, trasporti e modi di trasporto (EURISLANDS, 2011)

Tradizionalmente l'indicatore di accessibilità A_i della zona i verso per la zona j è costruito come la combinazione di due funzioni, secondo l'equazione seguente (Equazione 1) (Hansen, 1959).

$$A_i = \sum_j g(W_j) f(c_{ij}) \quad (1)$$

W_j rappresenta l'attività da raggiungere nella zona j e c_{ij} il costo generalizzato per raggiungere j dall'origine i . Le funzioni $g(W_j)$ e $f(c_{ij})$ sono definite rispettivamente funzioni di attività e funzioni di impedenza. La misura dell'accessibilità nell'Equazione 1 è definita come il numero totale di attività raggiungibili nell'area j pesate per la facilità di accesso a tale zona da un'origine i .

Questo indicatore di accessibilità è un indicatore generalizzato, e non specifico per le regioni insulari.

Tra i vari tentativi di sviluppare indicatori di accessibilità delle isole si possono riconoscere quelli del: (1) "Virtual Distance Index" (CPMR, 2002) applicato per valutare la distanza virtuale delle isole europee dal centro dell' U.E., simboleggiato da Maastricht, e ripreso per uno studio sulle isole Elleniche (Spilanis *et al.*, 2012); (2) "Accessibility multi-modal Index" (ESPON, 2006b, 2013) sviluppato nello studio dell'attrattività delle regioni insulari.

Il "Virtual Distance Index" (CPMR, 2002; Spilanis *et al.*, 2012), si basa nell'affermare che la discontinuità geografica che caratterizza le regioni insulari, possa solo superarsi attraverso un sistema di trasporto discontinuo, rappresentato da collegamenti marittimi, che costituisce la modalità fondamentale nei collegamenti da/per le isole e che ne caratterizza anche il livello di accessibilità.

La distanza virtuale (*Virtual Distance - VD*) rappresenta la distanza percorribile nel tempo totale di viaggio sopportato per compiere uno spostamento O/D, muovendosi ad una certa velocità considerata. Il totale di tempo è dato dalla somma dei tempi di attesa, di imbarco/sbarco, di interscambio e di viaggio a bordo del mezzo. Tale distanza tiene quindi conto anche delle frequenze di collegamento. La formula della *Virtual Distance* è espressa dal prodotto del tempo totale per la velocità della nave:

$$VD = TT \times TS \quad (2)$$

dove:

- TT (*Travel Time*): rappresenta il tempo totale di viaggio in ore;
- TS (*Travel Speed*): rappresenta la velocità della nave in km/h.

Il tempo totale (*Total travel Time*) è espresso da:

$$TT = RT + BT + WT + (P \times 168 / N) \quad (3)$$

dove :

- RT (*Real travel Time*): rappresenta il tempo reale di viaggio (a bordo della nave) sulla tratta tra il porto di origine e quello di destinazione, espresso in ore [h]; RT è dato dal rapporto tra la distanza reale marittima RD e la velocità della nave TS (*Travel Speed*);
- BT (*Boarding time*) rappresenta il tempo di imbarco, cioè il tempo con cui occorre presentarsi in banchina prima della partenza, espresso in ore [h] (dipende dalla dimensione del porto; in genere 2h prima della partenza nei porti più grandi, 1h prima in quelli più piccoli);

-WT (*waiting time*) rappresenta i possibili tempi di attesa che si realizzano quando il viaggio totale include un cambio di traghetto in un porto (espresso in ore [h]) (isola - isola - continente), ovvero la linea non è diretta ed occorre realizzare uno scambio;

- $P \times 168 / N$ rappresenta i tempi di attesa che si realizzano in relazione alla frequenza dei servizi offerti nella settimana, in modo tale che più alta è la frequenza dei servizi minore è il tempo di attesa, pari alla metà dell'intervallo tra il passaggio di un mezzo e il successivo; questo tempo di attesa dipende da:

- N: Numero di corse settimanali tra il porto di partenza e quello di destinazione;
- 168 è il numero di ore in una settimana;
- P rappresenta la probabilità di attendere la disponibilità di un traghetto (rapportata al giorno) (è una misura che dipende dalla frequenza N del servizio). P è data dal rapporto tra il tempo di attesa (definito come metà dell'intervallo tra un mezzo e il successivo) e le 24 ore³.

$$P = \left(\frac{168}{N \times 2} \right) / 24 \quad (4)$$

Una rappresentazione grafica della *Virtual Distance* VD, rispetto alla distanza marittima reale RD è riportata in Figura 1.

L'indicatore di accessibilità "*Virtual Distance Index*" è calcolato, per ciascun porto, dal rapporto tra la distanza virtuale VD e la distanza reale RD (*Real Distance*) (Equazione 5). Tanto più l'indice è alto, tanto minore è l'accessibilità misurata (e tanto più elevato è lo scostamento della distanza virtuale, calcolata in base ai tempi totali di viaggio sopportati per compiere lo spostamento con un sistema discontinuo, rispetto alla distanza reale)

$$A_i = \frac{VD}{RD} \quad (5)$$

Questo indicatore consente quindi di tener conto della discontinuità spaziale, attraverso i tempi di imbarco, di interscambio e di attesa del mezzo, ed in generale dei costi dovuti alle diverse fasi dello spostamento che l'utilizzo di un sistema discontinuo comporta rispetto ad uno continuo. Infatti, se la distanza reale fosse possibilmente percorribile via terra attraverso un sistema continuo (sistema stradale), si sopporterebbero solo i costi del tempo di viaggio a bordo del mezzo.

L'indicatore, attraverso la frequenza dei collegamenti, consente di evidenziare eventuali differenze stagionali di accessibilità delle isole; inoltre, risulta flessibile in quanto consente di calcolare l'accessibilità in relazione a differenti porti. Tuttavia, tale indicatore, che è ottenuto dal rapporto tra la distanza virtuale e quella reale, presenta un forte limite oggettivo di misura, rilevato in questo lavoro. Infatti, a parità di collegamenti settimanali, distanze reali maggiori presentano livelli di accessibilità migliori. Ovvero, presi due collegamenti che presentano identici tempi di attesa e di imbarco, ma differente distanza reale marittima RD, il porto con la distanza reale RD maggiore risulta avere un indice di accessibilità migliore (e quindi minore per come è costruito il *Virtual Distance Index*) rispetto a porto con una RD inferiore.

L'indicatore di (dis-)accessibilità assume, infatti, un andamento decrescente all'aumentare del numero di corse N. Ovvero, contrariamente a quanto atteso, a parità di

³ Se c'è un solo collegamento giornaliero, allora c'è la possibilità di dover spendere in media 12 ore a terra e $p = 12/24 = 0,5$, per 2 collegamenti quotidiani $p = 6/24 = 0,25$, per 3 collegamenti giornalieri $p = 4/24 = 0,17$ e per 4, $p = 3/24 = 0,125$.

qualità di servizio offerto il porto più lontano risulta quello con l'indice più basso, quindi più accessibile di quello più vicino.

Più dettagliatamente si riporta nel seguito un approfondimento del comportamento dell'indicatore rispetto a questi due aspetti.

Data una certa distanza reale RD del collegamento, e dato un numero di corse sul collegamento pari a N (trascurando il *boarding time*), tale indicatore si comporta come una funzione data da:

$$f(RD) = \frac{RD + (1/N)}{RD}$$

dove

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{RD + (1/N)}{RD} = 0$$

A parità di distanza RD , al crescere di N , il valore dell'indicatore si avvicina allo zero, e quindi il livello di accessibilità migliora.

Per quanto riguarda la distanza reale RD del collegamento, accade che a parità di N (e quindi di qualità del servizio offerto), all'aumentare della distanza RD l'indicatore diminuisce.

$$\lim_{RD \rightarrow \infty} \frac{RD + (1/N)}{RD} = 0$$

A parità di collegamenti offerti, tanto più l'isola è distante tanto più è accessibile.

Il ragionamento che ne consegue è che il peso dei tempi dovuti all'attesa e all'imbarco può essere considerato trascurabile sulle lunghe percorrenze, mentre risulta più gravoso nelle brevi percorrenze. Da un lato potrebbe essere intuitivamente condivisibile assegnare, all'aumentare della tratta marittima, un peso minore ai costi dovuti alle diverse fasi dello spostamento relative all'utilizzo di un sistema discreto (tempo d'imbarco, tempo di attesa). Dall'altro, tuttavia, al fine di valutare gli svantaggi effettivi delle realtà insulari dovuti alla distanza fisica e alla separazione spaziale, questa misura non appare congruente, soprattutto quando si vuole effettuare un confronto dei livelli di accessibilità tra diverse realtà insulari e tra queste e quelle continentali e continentali periferiche.

Il secondo indicatore utilizzato anche per le realtà insulari è l' "Accessibility multi-modal Index" (Espon, 2006). Tale indicatore di accessibilità multimodale è ottenuto come combinazione di tre indicatori calcolati rispettivamente per la modalità strada (*road*), ferro (*rail*) e aria (*air*), secondo la formula seguente.

$$A_{im} = \sum_j W_j^a \exp(-\beta c_{ijm}) \quad (6)$$

dove A_{im} è il potenziale di accessibilità per l'area i con la modalità m , funzione di W_j (l'attività da raggiungere nella zona j) e c_{ijm} (il costo generalizzato per raggiungere j dall'origine i , con la modalità m). La funzione non è lineare, ma di tipo esponenziale, al fine di attribuire un peso maggiore alle destinazioni più vicine. L'accessibilità multimodale A_i è calcolata in funzione di un costo generalizzato di trasporto di tipo

“composito”, dipendente da un coefficiente λ che rappresenta la sensitività al tempo di viaggio

$$\bar{c}_{ij} = -\frac{1}{\lambda} \ln \sum_m \exp(-\lambda c_{ijm}) \quad (7)$$

Tale indicatore presenta, anche alla luce dell'obiettivo del seguente lavoro, una serie di svantaggi:

- il calcolo dell'indicatore richiede una calibrazione del parametro β ,
- non può essere espresso in unità di misura familiari quali le unità di tempo e distanza,
- non tiene conto della modalità marittima.

L'indice di accessibilità multimodale è stato utilizzato nello studio Atlas - ESPON (2006), al fine di caratterizzare l'accessibilità delle zone periferiche rispetto alle zone interne del territorio Europeo, ed in particolare rispetto al pentagono Europeo (Londra – Parigi – Milano – Monaco – Amburgo). Tale indice, per le regioni lontane da questo pentagono, mostra raggiungere valori migliori solo se si considera l'accessibilità per via aerea, e quindi migliora per quei territori che hanno un aeroporto (in particolare se internazionale).

L'indice non riflette la realtà di quelle regioni dove non sono ubicati aeroporti (Spilanis *et al.*, 2013).

Tale indice viene ripreso anche nello studio EUROISLANDS - ESPON (2013)⁴, che elabora l'impatto dell'insularità attraverso il concetto di attrattività. L'accessibilità in questo contesto si riferisce al tempo reale necessario per accedere ad un'isola, confrontato con il tempo corrispondente a coprire la stessa distanza sulla terraferma in Europa. Questo studio ha messo in evidenza l'esigenza di elaborare ulteriori analisi e ricerche, in particolare riferimento a: (1) non disponibilità di dati a livello insulare; (2) la stima di un costo di insularità; (3) l'uso di indicatori compositi di attrattività; (4) l'elaborazione di un nuovo *Accessibility multi-modal Index*.

3. Metodologia

Dall'analisi degli indicatori illustrati si evince che il concetto di distanza virtuale utilizzato da Spilanis *et al.* (2012) è quello che meglio si presta ad essere applicato ad una realtà insulare, in quanto consente di far emergere tutti i costi che devono essere sopportati quando il collegamento è garantito da un sistema di trasporto discontinuo (servizi di linea marittimi), che viene confermato come sistema di trasporto che caratterizza l'accessibilità alle isole.

Infatti in quest'ottica la distanza virtuale di Spilanis e altri, nelle sue componenti di distanza reale e di distanze virtuali che derivano dagli ulteriori tempi di imbarco, di interscambio, di attesa (in relazione alla frequenza), può interpretare le diverse voci di costo generalizzato che caratterizzano gli spostamenti da e per le realtà insulari, ed in particolare i costi di tempo, i costi monetari e i costi legati all'assenza di alternative (Sezione 1). La distanza reale rappresenta la componente del costo relativa al tempo di viaggio trascorso a bordo del mezzo (con riferimento ad una velocità standard uguale

⁴ *The Development of the Islands – European Islands and Cohesion Policy.*

per tutte le tratte); il tempo di attesa e di imbarco sono in grado di rappresentare i costi aggiuntivi che gli utenti percepiscono per il fatto di avere a disposizione un servizio discreto, e quindi l'indisponibilità di altre alternative per compiere lo spostamento; i tempi di interscambio la mancanza di un collegamento diretto.

La metodologia proposta si differenzia da quella di Spilanis *et al.* sia su come la distanza virtuale viene calcolata, che su come la stessa viene utilizzata per definire un indicatore di accessibilità. Questo secondo aspetto si rende necessario anche per superarne i limiti riscontrati che evidenziavano come a parità di servizi di collegamento un'isola più lontana risultava più accessibile.

In particolare l'obiettivo è quello di ottenere un indicatore direttamente proporzionale alla distanza virtuale, che inoltre descriva un livello assoluto di accessibilità per singola isola (e non per coppia O/D), che sia in grado di confrontare le diverse isole tra loro e contemporaneamente evidenziare gli elementi di svantaggio dovuti alla discontinuità spaziale e operativa (sistema di trasporto discontinuo). Per raggiungere questo obiettivo e contestualmente superare la criticità di cui sopra, si è deciso di utilizzare direttamente la distanza virtuale che, al contrario dell'indicatore di Spilanis *et al.* e altri non è rapportata alla distanza reale, ma bensì è scalata per 100, al fine di valutare l'indicatore su un'unità di scala omogenea.

La formula generale dell'indicatore IDV (Indicatore di Distanza Virtuale) è la seguente:

$$IDV = VD / 100 \quad (8)$$

Dove la distanza virtuale VD (*Virtual Distance*) è calcolata come la somma delle 4 componenti di "costo" (espresso come distanza) che sono funzione del: tempo di viaggio a bordo della nave (*Real Time, RT*), tempi di imbarco (*Boarding Time, BT*), tempi di interscambio eventuali (*Interchange Time, IT*) e i tempi di attesa della nave in porto (*Waiting Time, Wt*) (Equazione 9). Le 4 componenti di costo-distanza nel calcolo della distanza virtuale sono calcolate come il prodotto dei tempi espressi in ore (h) moltiplicati per una velocità media di 18 nodi (*Travel Speed, TS₁₈*), presa uguale per tutte le tratte (si è considerata una nave Ro-Pax con velocità media uniforme per tutti i collegamenti). Pertanto la distanza virtuale VD è data da:

$$VD = RD + VD_{BT} + VD_{IT} + VD_{WT} \quad (9)$$

RD è la distanza reale (*Real Distance*) relativa a ciascuna tratta dove esiste un collegamento marittimo, identificata tra il porto di origine e quello di destinazione. Tale distanza è percorsa nel tempo RT (*Real Time*) alla velocità TS₁₈. Da cui:

$$RD = RT \times TS_{18} \quad (10)$$

VD_{BT} è la distanza virtuale percorribile alla velocità di 18 nodi, nel tempo necessario alle operazione di imbarco BT (*Boarding Time*).

$$VD_{BT} = BT \times TS_{18} \quad (11)$$

VD_{IT} è la distanza virtuale percorribile alla velocità di 18 nodi, nel tempo necessario alle operazione di interscambio IT (*Interchange Time*).

$$VD_{IT} = IT \times TS_{18} \quad (12)$$

VD_{WT} è la distanza virtuale percorribile alla velocità di 18 nodi, nel tempo di attesa, funzione delle frequenze disponibili (Numero di corse) sulla tratta e della probabilità P descritta nella Equazione 4.

$$WT = P \times 168 / Nc \quad (13)$$

$$VD_{WT} = WT \times TS_{18} \quad (14)$$

La differenza nella modalità di calcolo della distanza virtuale consiste anche nel differente ruolo assegnato ai diversi attributi che la compongono.

L'indicatore che si propone di calcolare dà maggiore enfasi al fatto che l'accessibilità è fortemente influenzata (1) dalla frequenza dei collegamenti con la terra ferma (peculiarità dell'accessibilità delle isole rispetto a O/D situate sulla terra ferma), (2) dal numero di connessioni disponibili (che caratterizzano la qualità del servizio offerto) e (3) dalla presenza di una o più compagnie che erogano il servizio (caratteristiche del mercato).

Inoltre avendo la necessità di arrivare a definire un indicatore assoluto per ciascuna isola anche la distanza reale via mare deve essere calcolata in riferimento alle diverse tratte origine e destinazione, tra tutte le coppie di porti collegati con servizi di linea.

Nella metodologia che segue si utilizza la seguente terminologia: la *tratta t* rappresenta la rotta che collega una coppia OD in cui un porto dell'isola *i* rappresenta l'origine O e il porto situato sul continente la destinazione D.

Su ciascuna *tratta* possono operare una o più compagnie che collegano O e D. Se, ad esempio, sulla tratta *t* operano due compagnie *x* e *y*, la tratta *t* servita può essere descritta attraverso due *collegamenti* c_x e c_y , e così via.

(1) Il primo indicatore globale (IDV_1) ("della distanza media") modella l'isola nella rete come un unico porto (centroide) che ha una distanza marittima reale dal continente pari alla distanza calcolata come media delle distanze marittime reali delle tratte *t* esistenti. Questo primo indicatore ha l'obiettivo specifico di valutare un livello di accessibilità, mediato tra tutte le tratte esistenti tra l'isola e il continente, ipotizzando l'isola come un unico centroide, il cui valore di distanza dal continente è pari alla media delle distanze delle diverse tratte, e su cui convergono tutti i servizi di linea esistenti (somma delle frequenze delle tratte).

Sia *t* l'indice per la tratta (con $t=1,..T$ numero totale di tratte che collegano le coppie OD tra l'isola *i* e il continente), e sia nc_t la frequenza del servizio su ogni tratta *t*, la *distanza virtuale* dell'isola *i*, è calcolata prendendo come distanza reale la media delle distanze reali su tutte le tratte *t*, e come frequenza quella totale, data dalla somma delle frequenze dei servizi di linea presenti su ogni tratta *t* (operate anche da compagnie differenti), secondo l'equazione 15. Se su una tratta opera più di una compagnia di navigazione, l'indicatore è costruito per permettere di tener conto del vantaggio quantitativo di poter

disporre, su quella tratta, di più servizi gestiti da diverse compagnie (assenza di monopolio) che abbiano degli accordi commerciali e di servizio che rendano possibile una perfetta integrazione (aumento delle frequenze per effetto del conteggio della somma delle frequenze di compagnie diverse su una singola tratta). L'indicatore IDV_1 vale:

$$IDV_1 = VD_i / 100 = \left(\sum_t \frac{RT_t}{T} + \sum_t \frac{BT_t}{T} + \sum_t \frac{IT_t}{T} + WT(Nc_t) \right) \times TS_{18} / 100 \quad (15)$$

Dove :

- $\sum_t \frac{RT_t}{T}$ è il tempo a bordo *medio* necessario dal porto di origine a quello di destinazione, calcolato su tutte le tratte $t \in T$ dell'isola.

- $\sum_t \frac{BT_t}{T}$ è il tempo di imbarco *medio* dell'isola, calcolato su tutte le tratte $t \in T$ dell'isola.

- $\sum_t \frac{IT_t}{T}$ è il tempo di interscambio *medio* dell'isola.

- $WT(Nc_t)$: è il tempo di attesa calcolato sommando tutte le corse su ciascuna tratta (nc_t) anche operate da compagnie diverse, per tutta l'isola come $Nc_t = \sum_t nc_t$.

(2) Il secondo indicatore globale (IDV_2) ("del collegamento medio") diversamente dal primo, considera come unità di calcolo il singolo collegamento $c \in t$, anziché la tratta. Ciascuna isola i è servita da vari collegamenti c alla terra ferma, per un totale pari a C collegamenti su tutta l'isola.

Sia c l'indice per i diversi collegamenti c presenti sull'isola (con $c=1,..C$ numero totale di collegamenti dell'isola con il continente), e sia nc_c la frequenza del servizio su ogni collegamento c , l'indicatore è calcolato come segue:

$$IDV_2 = VD_i / 100 = \left(\sum_c \frac{RT_c}{C} + \sum_c \frac{BT_c}{C} + \sum_c \frac{IT_c}{C} + WT(Nc_c) \right) \times TS_{18} / 100 \quad (16)$$

Dove :

- $\sum_c \frac{RT_c}{C}$ è il tempo a bordo *medio* necessario dal porto di origine a quello di destinazione, calcolato su tutti i collegamenti c dell'isola.

- $\sum_c \frac{BT_c}{C}$ è il tempo di imbarco *medio* dell'isola, calcolato su tutti i collegamenti c dell'isola.

- $\sum_c \frac{IT_c}{C}$ è il tempo di interscambio *medio* dell'isola, calcolato su tutti i collegamenti c dell'isola.

- $WT(Nc_c)$: è il tempo di attesa calcolato sommando tutte le corse su ciascun collegamento (nc_c) per tutta l'isola come $Nc_c = \sum_c nc_c$.

Ne consegue, per esempio, che se una tratta è servita da due compagnie diverse (2 collegamenti c), essa corrisponde nel calcolo dell'indicatore a due collegamenti distinti, con due distanze reali che entrano distintamente nel calcolo della media.

Il fatto di conteggiare come collegamenti distinti quelli operati da compagnie di navigazione differenti tra una stessa coppia OD di porti, vuole evidenziare che la presenza di più compagnie sulla stessa tratta non sempre è sinonimo di maggiore accessibilità per effetto dell'aumento diretto della frequenza (cioè come se tutti i servizi fossero gestiti dalla stessa compagnia), perché spesso non c'è coordinamento nella programmazione degli orari dei servizi né integrazione tariffaria. Quindi l'obiettivo specifico di questo indicatore è del tutto simile all'IDV1 con la differenziazione di poter valutare l'eventuale svantaggio dovuto alla presenza di diverse compagnie di navigazione operanti in autonomia su una stessa tratta, senza accordi commerciali (integrazione tariffaria ed oraria, etc.).

Gli indicatori che seguono (IDV_3 , IDV_4 , IDV_5 , IDV_6) sono stati elaborati secondo le ipotesi di calcolo fatte per l'indicatore IDV_1 , ovvero cumulando le corse operate da diverse compagnie su una stessa tratta (e non considerandolo come collegamenti distinti) e quindi nella condizione più favorevole per minimizzare gli effetti di monopolio.

(3) Il terzo indicatore globale d'isola (IDV_3) ("della distanza reale minima"), corrisponde all'indicatore calcolato sulla tratta più corta (min RD); l'obiettivo specifico di questo indicatore è quello di associare all'isola il valore di accessibilità che si rileva sulla tratta di minima distanza reale tra l'isola e il continente.

$$IDV_3 = (RT_{t \min RD} + BT_{t \min RD} + IT_{t \min RD} + WT(nc_{t \min RD})) \times TS_{18} / 100 \quad (17)$$

Dove :

- $RT_{t \min RD}$: *Real Time* della tratta t avente distanza reale RD minima,
- $BT_{t \min RD}$: *Bording Time* della tratta t con distanza reale RD minima,
- $IT_{t \min RD}$: *Waiting Time* della tratta t con distanza reale RD minima,
- $nc_{t \min RD}$ è numero di corse presenti sulla tratta t con distanza reale RD minima.

Questo indicatore cerca di mettere in evidenza l'accessibilità garantita sulla tratta di mare più corta (minima distanza) tra l'isola e il continente. Assimilando il caso marittimo al caso stradale, nella scelta del percorso, ogni tratta marittima t rappresenta un percorso della rete che collega l'isola i con i porti di destinazione sul continente, a cui è associato un attributo di "costo generalizzato" dato dalla distanza virtuale (funzione della distanza reale e dei tempi accessori). La tratta più corta rappresenta, all'interno di un set di scelta ($t \in T$), il percorso di costo minimo rispetto alla componente distanza reale.

(4) Il **quarto indicatore globale (IDV₄)** ("della tratta di massima frequenza") corrisponde all'indicatore calcolato sulla tratta con il massimo numero di corse⁵ (maxN).

$$IDV_4 = (RT_{t_{\max N}} + BT_{t_{\max N}} + IT_{t_{\max N}} + WT(nc_{t_{\max N}})) \times TS_{18} / 100 \quad (18)$$

Dove :

- $RT_{t_{\max N}}$: *Real Time* della tratta t avente il massimo numero di corse,
- $BT_{t_{\max N}}$: *Bording Time* della tratta t avente il massimo numero di corse,
- $IT_{t_{\max N}}$: *Waiting Time* della tratta t avente il massimo numero di corse,
- $nc_{t_{\max N}}$: numero di corse presenti tra tutte le tratte $t \in T$.

Questo indicatore mette in evidenza il livello di accessibilità garantita dal miglior servizio offerto in termini di frequenza; in questo caso, la tratta con più corse, sempre assimilata ad un percorso stradale, rappresenta, all'interno del set di scelta, il percorso di costo minimo rispetto alla componente del tempo di attesa (massima frequenza). In particolare, la distanza virtuale viene quindi calcolata esclusivamente sulla tratta più servita (massimo numero di corse) e la relativa distanza reale.

(5) Il **quinto indicatore globale (IDV₅)** ("della distanza virtuale minima") è invece quello di minima distanza virtuale e corrisponde al valore di distanza virtuale minima misurato su tutte le tratte t presenti nell'isola i , diviso per 100.

$$IDV_5 = \min_{t \in T} (RT_t + BT_t + IT_t + TA(nc_t)) \times TS_{18} / 100 \quad (19)$$

Assimilando il caso marittimo a quello stradale nella scelta del percorso, la tratta di "costo minimo" è quella calcolata in base alla migliore combinazione di tempi (frequenze) e distanze (reali).

(6) Il **sesto indicatore globale (IDV₆)** ("della distanza virtuale ottima"), rappresenta il valore di distanza virtuale scalata per 100, calcolato ipotizzando che tutte le corse disponibili per l'isola Nc_t siano concentrate sul collegamento più corto (minima distanza reale e massima frequenza).

$$IDV_6 = (RT_{t_{\min RD}} + BT_{t_{\min RD}} + IT_{t_{\min RD}} + WT(Nc_t)) \times TS_{18} / 100 \quad (20)$$

Questo indicatore rappresenta l'accessibilità che si realizzerebbe minimizzando la discontinuità geografica (tratta più corta/distanza minima tra porti isola/continente) con l'aumento della frequenza del servizio (numero massimo di corse minore tempo di attesa). In questo modo si esalta al massimo il contributo che l'aumento della frequenza può dare nel minimizzare la distanza virtuale (la discontinuità geografica); e come se si cercasse di ridurre al minimo l'incidenza dei costi aggiuntivi, rispetto a quelli a bordo del mezzo, intervenendo sulla frequenza del servizio offerto (sistema di trasposto discontinuo verso sistema continuo).

⁵ A parità di numero di corse viene presa la tratta di distanza reale minore.

4. ANALISI DEI DATI

4.1 *Analisi sul campione di isole considerate*

Il campione è stato scelto in modo da ottenere un gruppo significativo ed eterogeneo delle isole appartenenti all'Unione Europea, con esclusione delle isole stato.

La Tabella 1 riporta il campione finale incluso nell'analisi. Il campione comprende in totale 12 isole appartenenti a 6 paesi dell'Unione Europea, per un totale di 29 porti inclusi nell'analisi ai quali corrispondono 72 collegamenti totali verso 28 destinazioni, operati da 19 differenti compagnie⁶. Per ciascuna isola sono riportati i valori di popolazione e la superficie totale.

Il campione è stato costruito in relazione a tre principali caratteristiche delle isole:

- la popolazione residente (Isole grandi: > 50.000 abitanti; Isole medie: 5.000 – 50.000 abitanti);
- il posizionamento geografico, si è distinto tra: Mar Baltico/Nord Atlantico e Mediterraneo;
- la distanza tra l'isola e la terraferma, compresa tra zero e 500 km (ovvero tra isola e continente della nazione d'appartenenza).

In particolare nel campione sono state incluse:

- tutte le principali isole del Mediterraneo in relazione a dimensioni e popolazione, fatta eccezione per quelle isole che sono collegate ad altre isole;
- alcune isole minori del Mediterraneo e del Nord Europa, nelle quali fossero attualmente presenti servizi di linea passeggeri/merci;
- solo i servizi di trasporti marittimi nazionali (tra isola e continente della nazione d'appartenenza) offerti nel periodo invernale anno 2012/2013, fatta eccezione per l'isola di Bornholm, per la quale si sono considerati i servizi marittimi che la collegano anche con porti di altre nazioni, Svezia e Germania, in quanto le frequenze nei confronti di queste due linee di costa sono superiori (16 corse settimanali vs. 7) e le distanze minori a quella per il porto della nazione di appartenenza (Danimarca) con cui è collegata (Koge)⁷.

Per ciascuna isola, sono riportate le tratte considerate (coppie O/D), la lunghezza di ciascuna tratta t (RD_t), il numero di corse settimanali totali presenti sulla tratta t , e il numero di compagnie C che operano sulla tratta t .

La Tabella 2, invece, riporta le analisi statistico-descrittive, aggregate per ciascuna delle 12 isole appartenenti al campione. In particolare, per ciascuna isola i sono riportate le informazioni relative alla popolazione e alla superficie. In relazione ai collegamenti marittimi è indicato la distanza minima, massima, e media delle tratte t appartenenti a ciascuna isola i , nonché la dev. standard.

La Sicilia (l'isola più grande e più popolata di tutto il campione) presenta le tratte rispettivamente di distanza minima ($\min RD_t$) e di distanza massima ($\max RD_t$), nonché quindi la *dev.st.* più alta.

La tratta di minima distanza è quella relativa alla coppia O/D Messina - Villa San Giovanni (Sicilia) sullo stretto, di lunghezza pari a 4,3 km, sulla quale è presente il

⁶ Acciona Trasmediterranea, Anek Lines, Balearia, Blue Star Ferries, BornholmerFaergen, Caronte & Tourist, Consorzio Metromare dello Stretto, Corsica Ferries, Sardinia ferries, Grandi Navi Veloci, Grimaldi Lines, Hellenic Seaways, la meridionale, Minoan Lines, Moby Lines, Northlink Ferries, SNCM, Tirrenia, TTT Lines, Virtu Ferries.

⁷ Bornholm dista 170.1988 km con Koge (Danimarca), 110.01 km con Sassnitz (Germania) e 68.34 km con Ystad (Svezia). Attraverso il collegamento con Ystad, è possibile raggiungere via terra (tunnel Svezia - Danimarca) i territori danesi.

numero massimo di corse settimanali di tutto il campione (t_{maxN}). In relazione alle caratteristiche di questa tratta, la Sicilia potrebbe essere considerata un *outlier* all'interno dell'analisi, tuttavia, come verrà mostrato dal calcolo degli indicatori, essa è rappresentativa dei livelli di accessibilità relativi a isole molto vicine al continente e con un elevatissimo numero di servizi corse settimanali disponibili.

5. RISULTATI

5.1 Analisi degli indicatori

La Tabella 3 riporta i risultati degli indicatori calcolati per ciascuna delle isole considerate nel campione, mentre la Tabella 4 il *ranking* per ciascun indicatore, ovvero la posizione assunta da ciascuna isola rispetto all'intero campione. Di seguito si riporta un'analisi dei risultati di ogni singolo indicatore.

- IDV_1 ("della distanza media")

L'isola più accessibile (con IDV_1 minore, pari a 1,67) è Bornholm, che presenta tre tratte (Tabella 1), la cui distanza media è la minima tra tutte le isole considerate (pari a 116,18 km) (Tabella 2), ed una buona frequenza sulle tre tratte disponibili. Seguono Ibiza (2,23), Orcadi (2,31) e Formentera (2,68), che registrano valori di distanza media più alti rispetto a Bornholm ma minori di tutte le altre isole considerate (172,46 km, 146,77 km, 119,08 km, rispettivamente⁸). È possibile notare che la Sicilia, pur essendo molto vicina al continente ed avendo un valore di frequenza altissimo, si posiziona al terzultimo posto (Tabella 4), per effetto del fatto che presenta servizi marittimi su tratte molto lunghe (Palermo - Genova ad esempio) che fanno aumentare il valore della distanza media (*dev. standard* pari a 245,59 km). Questo risultato dimostra come l'indicatore IDV_1 , in presenza di *dev. standard* molto alte, non rappresenti in maniera realistica la separazione geografica di un'isola dal continente.

All'aumentare delle distanze medie reali, l'indicatore IDV_1 aumenta (e l'accessibilità peggiora). Il legame tra il valore dell'indicatore IDV_1 e la distanza media reale è più evidente se si confrontano i due valori di *ranking* raggiunti dalle isole nei due rispettivi fattori, evidenziati in Figura 2, dove lo scostamento massimo tra le posizioni è solo pari a due, con sei isole che hanno lo stesso ranking.

- IDV_2 ("del collegamento medio")

Tale indicatore è calcolato per interpretare, rispetto al IDV_1 (in cui invece l'integrazione viene considerata, in quanto le frequenze delle diverse compagnie sulla stessa tratta vengono sommate), l'eventuale svantaggio dovuto alla presenza di diverse compagnie di navigazione operanti in autonomia su una stessa tratta, senza accordi commerciali (integrazione tariffaria ed oraria, *etc.*). I valori dell'indicatore IDV_2 risultano molto simili a quelli del IDV_1 , indicando che il numero di collegamenti operati da differenti compagnie non incide negativamente sul valore dell'indicatore. Solo tre isole, infatti, registrano un leggero peggioramento dell'indicatore (Majorca, Ibiza e Creta) mentre tutte le altre, con più di una compagnia operante sulla stessa tratta, presentano lo stesso valore di indicatore. Un andamento opposto lo si riscontra invece per la Sicilia che presenta un IDV_2 minore di IDV_1 (quindi migliore). Questo fatto è dovuto alla presenza

⁸ Ibiza presenta la distanza media superiore a Orcadi e Formentera, ma presenta un numero di corse superiori (34 corse totali). Lo stesso discorso vale nel confronto tra Orcadi (17 corse) e Formentera (13 corse).

di due compagnie cooperanti sulla tratta più breve (Messina - Villa San Giovanni) che, conteggiata due volte nel calcolo della media, porta ad abbassare il valore dell'indicatore.

- IDV_3 ("della distanza reale minima")

Questo indicatore rappresenta il valore dell'accessibilità garantito dall'offerta dei servizi disponibili sulla tratta di minima distanza. Come si può notare i valori si discostano in maniera consistente da quelli dell' IDV_1 e dell' IDV_2 . Questo indicatore appare caratterizzare intuitivamente meglio l'accessibilità, in quanto evidenzia la presenza di una tratta marittima molto breve. La Sicilia, infatti, presenta il miglior valore di IDV_3 , seguita dalle Orcadi che presentano la seconda distanza più breve tra tutte le isole con un discreto numero di corse settimanali (14 corse). Questo indicatore mette in risalto la distanza virtuale che occorrerebbe superare se si scegliesse di raggiungere il continente lungo il percorso marittimo più corto. Questo spiega perché, Ibiza che presenta sulla tratta breve solo 3 corse settimanali, peggiora notevolmente il suo livello di accessibilità.

- IDV_4 ("della massima frequenza")

Questo indicatore rappresenta il valore dell'accessibilità garantito dall'offerta dei servizi sulla tratta con maggiore frequenza di servizio (t_{maxN}). La Sicilia presenta anche in questo caso la minore distanza virtuale (isola più accessibile), per effetto della tratta Messina - Villa San Giovanni, che oltre ad essere di gran lunga la più breve dell'intero campione, presenta anche il numero più alto di corse totali (491 corse settimanali totali). Poiché nella maggior parte dei casi la tratta più breve è anche la più servita (Orcadi, Formentera, Sardegna e Bornholm), l'indicatore IDV_4 si comporta come l' IDV_3 , fatta eccezione per i casi come quello di Ibiza, in cui l'alta frequenza del servizio è presente su tratte più lunghe di quella minima.

- IDV_5 ("della distanza virtuale minima")

L'indicatore associa all'isola una misura del livello di accessibilità (distanza virtuale/100) pari a quella che si raggiunge sulla tratta con la migliore combinazione di distanza reale e tempi, tra tutte le distanze virtuali calcolate sulle tratte t .

La maggior parte delle isole analizzate (Formentera, Lesbo, Shetland, Minorca, Sicilia, Sardegna, Orcadi, Bornholm) presentano le frequenze più elevate proprio sul collegamento più corto, facendo assumere all'indicatore gli stessi valori del IDV_3 e dell' IDV_4 . In particolare Formentera, Lesbo e Shetland hanno i valori di tutti gli indicatori uguali, per il fatto che i collegamenti insistono su l'unica tratta esistente. Maiorca e Creta invece hanno un IDV_5 uguale a IDV_4 e quindi presentano la distanza virtuale minima sulla tratta con le più alte frequenze. Ibiza e Corsica hanno un valore di IDV_5 diverso e migliore di IDV_4 e IDV_3 , per cui la distanza virtuale minima si ha sulla tratta che combina in modo migliore distanza e frequenze.

Dal confronto di IDV_5 con l'indicatore di distanza media di tratta (IDV_1) e di collegamento (IDV_2) si evince che nel 75% dei casi IDV_5 è migliore di IDV_1 e IDV_2 , confermando che i servizi più frequenti sono prevalentemente posizionati sulle tratte con distanza minore, perché consentono sia di raggiungere più rapidamente il continente che di organizzare meglio il servizio ed ottimizzare l'uso del naviglio.

I casi invece in cui IDV_5 è peggiore di IDV_1 e IDV_2 (Maiorca e Bornholm) sono quelli in cui le frequenze sono simili su tutte le tratte esistenti (Tabella 1) e con *dev. standard* molto bassa. In questi casi IDV_1 e IDV_2 risultano migliori perché sono calcolati ipotizzando che la somma delle frequenze su tutte le tratte siano concentrate su una coppia O/D con la distanza data dalla media delle distanze delle tratte esistenti.

Al contrario le isole che presentano un IDV_5 migliore di tutti gli altri hanno una deviazione standard della distanza reale più alta (si veda Tabella 2). Questo fatto è confermato dall'andamento degli indicatori IDV_1 e IDV_5 rispetto a un valore crescente di *dev. standard* delle tratte (Figura 3).

Questo è evidenziato anche dal calcolo di un ulteriore indicatore IDV_6 ("della distanza virtuale ottima"), nel quale s'ipotizza che tutte le corse disponibili sui diversi collegamenti dell'isola siano concentrate sul collegamento più corto in termini di distanza reale. Questa rappresenta la distanza virtuale minima realizzabile con l'aumento della frequenza dei servizi sulla tratta più breve, pari al numero totale delle corse presenti nei collegamenti e fornisce un'indicazione di come la frequenza del servizio potrebbe diminuire l'*handicap* della discontinuità spaziale tra l'isola e il continente.

5.2 Confronto tra isole per la misura di accessibilità

Gli indicatori messi a punto, rispetto a quelli di Spilanis *et al.*, sembrano essere più affidabili nel rappresentare l'accessibilità di un'isola attraverso i parametri di lontananza (distanza reale), isolamento e discontinuità (tempi). Infatti consentono di rappresentare in modo più realistico l'incidenza che le diverse componenti, con cui è costruita la distanza virtuale, hanno sull'accessibilità globale di ogni isola. Nella Tabella 5 è riportata una classifica di "accessibilità" delle isole in base ai migliori valori degli indicatori calcolati (fatta esclusione per l' IDV_6 che rappresenta un livello di accessibilità ipotetico).

In particolare si può osservare che i valori più bassi dell'indicatore di ogni singola isola sono quelli relativi al IDV_1 e il IDV_5 .

Un indicatore possibile di accessibilità, che tenga conto della generalità degli svantaggi procurati dai fattori di lontananza, isolamento e discontinuità geografica, può quindi essere preso come il minimo tra i due indicatori.

$$IDV = \min (IDV_1, IDV_5) \quad (21)$$

Da un punto di vista interpretativo, nella modellizzazione di un sistema di isole-porti-collegamenti-continente, il primo (IDV_1) rappresenta l'offerta media di trasporto che caratterizza la rete di connessioni tra isola e continente, ipotizzando l'isola come unico centroide del collegamento isola-continente. IDV_5 è invece quello relativo alla connessione ottima realizzata su una specifica tratta t , che permette di minimizzare la distanza virtuale. In particolare l'indicatore IDV_1 è più rappresentativo, almeno per il campione prescelto, nel descrivere i livelli di accessibilità di un'isola in cui sono presenti più tratte con distanze dal continente molto simili tra loro (*dev. standard* bassa). L'indicatore IDV_5 invece caratterizza il collegamento migliore nei casi diversi dal IDV_1 , evidenziando il livello di accessibilità di un'isola con riferimento al percorso di "costo" minimo (combinazione di distanze reali e tempi) per raggiungere il continente.

6. CONCLUSIONI

Il lavoro presentato cerca di individuare un indicatore di accessibilità, associato a un'isola nel suo complesso, che abbia la capacità di interpretare le caratteristiche di lontananza, isolamento e discontinuità geografica che specificano le realtà insulari.

Per rappresentare in modo specifico questi aspetti si è fatto riferimento al trasporto marittimo, che gioca un ruolo fondamentale nel collegare le regioni insulari al continente (rappresenta l'unica modalità di trasporto presente in tutte le isole), permette di caratterizzare un'isola da un territorio continentale e continentale periferico (separazione fisica dovuta al mare), consente di realizzare uno spostamento anche con mezzi veicolari, con l'opportunità, una volta raggiunto il continente, di utilizzare un servizio continuo (sistema di trasporto stradale) per raggiungere la destinazione finale.

L'indicatore proposto riprende il concetto di "distanza virtuale" Eurisles 1996 e 2002, e da Spilanis *et al.* (2012), differenziandosene nelle modalità di costruzione e di calcolo. In questo lavoro l'applicazione della distanza virtuale viene in primo luogo associata all'intera isola e non ad un collegamento O/D e può essere utilizzata per confrontare i livelli di accessibilità tra realtà insulari, anche con caratteristiche molto differenti tra loro e conseguentemente poter stilare una classifica di accessibilità delle isole.

L'approccio adottato ha consentito di individuare tra i diversi indicatori calcolati quelli che meglio sembrano rappresentare le caratteristiche proprie delle realtà insulari (IDV_1 e IDV_5), che potrebbero essere utilizzati entrambi, salvo poi scegliere il migliore tra i due.

Nonostante il campione scelto, in questa fase, sia esiguo, è possibile assegnare agli indicatori anche un ruolo per pianificare differenti misure di intervento. Gli indicatori così costruiti consentirebbero, per un'isola specifica, di valutare in fase di pianificazione e programmazione, ad esempio:

- se ed in quale porto concentrare il maggior numero di collegamenti (confrontando vari scenari si riscontrerebbe il miglioramento o il peggioramento dell'accessibilità),
- di evidenziare se vi è la necessità di realizzare nuove infrastrutture portuali (lo scenario con un numero maggiore di porti, e di conseguenza con un maggior numero di collegamenti marittimi minimi, che variazioni comporterebbe sull'indicatore?)

Inoltre consentirebbero di pesare il costo dell'accessibilità delle isole rispetto all'accessibilità delle regioni periferiche sulla terra ferma.

Negli ulteriori sviluppi della ricerca si sta procedendo ad estendere il calcolo degli indicatori ad un campione più vasto di isole, e ad elaborare un data-base che consenta di integrare gli indicatori in relazione alla stagionalità dei servizi (cioè al periodo di riferimento (estate – inverno), alla qualità delle navi (velocità, *etc.*), alle caratteristiche socioeconomiche dell'isola, *etc.* Inoltre è intenzione degli autori utilizzare questo approccio di calcolo per realizzare un confronto puntuale dell'accessibilità delle isole con le regioni continentali periferiche.

Riferimenti Bibliografici

- Baird, A. J. (2012). Comparing the efficiency of public and private ferry services on the Pentland Firth between mainland Scotland and the Orkney Islands. *Research in Transportation Business & Management*, 4, pp. 79-89.
- Baldacchino, G. (2007). Introducing a World of Islands' in G. Baldacchino (ed.) *A World of Islands*, pp. 1-29.
- Ben-Akiva, M., Lerman, S.R., (1979). Disaggregate travel and mobility choice models and measures of accessibility. In: Hensher, D.A., Sopher, P.R. (Eds.), *Behavioural Travel Modelling*. Croom Helm, Andover, Hants, pp. 654-679.
- ATLAS (2006). The ESPON Programme. Mapping the structure of the European territory. www.espon.eu.
- Biosca, O., Spiekermann, K., & Stepniak, M. (2013). Transport accessibility at regional scale. *EUROPA XXI Vol. 24*, pp. 5-17. <http://dx.doi.org/10.7163/Eu21.2013.24.1>
- Briguglio, L. (1995). Small Island States and their Economic Vulnerabilities. *World Development* 23 (9): 1615-1632.
- Burns, L.D., (1979). *Transportation, Temporal and Spatial Components of Accessibility*. Lexington Books, Lexington/Toronto.
- Cascetta, E. (2006). *Modelli per i Sistemi di Trasporto: Teoria e Applicazioni*. Utet, Torino.
- CPMR (2002) *Off the Coast of Europe: European Construction and the Problem of the Islands*, study undertaken by Eurisles on the initiative of the Islands Commission of the Conference of Peripheral Maritime Regions (CPMR).
- Crenos (2013). Tema di approfondimento. Insularità e isolamento: quali conseguenze per la crescita?. In *Economia della Sardegna, 20° Rapporto Crenos*, Cuec, pp. 168-172.
- Cross, M., & Nutley, S. (1999). Insularity and accessibility: the small island communities of Western Ireland. *Journal of Rural Studies*, 15(3), pp. 317-330.
- Dalvi, M.Q., Martin, K.M., (1976). The measurement of accessibility: some preliminary results. *Transportation* 5, pp. 17-42.
- Eurisles (1998). *Regional Disparities: Statistical Indicators Linked to Insularity and Ultra-peripherality*.
- EUROISLANDS (2011). *The ESPON 2013 Programme. The development of the islands and cohesion policy. Targeted Analysis*.
- Geurs, K. T., & VAN Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport geography*, 12(2), pp. 127-140.
- Handy, S.L., Niemeier, D.A., (1997). Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives. *Environment and Planning A* 29, pp. 1175-1194.
- Hansen, W.G., (1959). How accessibility shapes land use. *Journal of American Institute of Planners* 25 (1), pp. 73-76.
- Hernández Luis, J. Á. (2002). Temporal accessibility in archipelagos: inter-island shipping in the Canary Islands. *Journal of transport geography*, 10 (3), pp. 231-239.
- Laird, J. J. (2012). Valuing the quality of strategic ferry services to remote communities. *Research in Transportation Business & Management*, 4, pp. 97-103.
- Royle, S. A. (1986). A dispersed pressure group: Comhdhailna nOilean. *Irish Geography*, 19, pp. 92-95.

- Schürmann, C., & Talaat, A. (2000) *Towards A European Peripherality Index* - Final Report Report for General Directorate XVI Regional Policy of the European Commission, Dortmund.
- Spilanis, I., Kizos, T., & Petsioti, P. (2012). Accessibility Of Peripheral Regions: Evidence From Aegean Islands (Greece). *Island Studies Journal*, 7 (2), 199-214.
- Spilanis, I., Kizos, T., Vaitis, M., & Koukouroufli, N. (2013). Measuring the Economic, Social and Environmental Performance of European Island Regions: Emerging Issues for European and Regional Policy. *European Planning Studies*, 21(12).
- U.E. (2012a) Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea 26 Ottobre 2012, C326/127, Titolo XVIII, art. 174. www.eurlex.europa.eu.
- U.E. (2012b) Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea 26 Giugno 2012, C181. www.eurlex.europa.eu.

Acknowledgements

Il presente studio è svolto nell'ambito di un progetto di ricerca finanziato dalla Regione Sardegna attraverso la LR 7/2007: Promozione della ricerca scientifica e dell'innovazione tecnologica in Sardegna.

LISTA DI FIGURE:

Figura 1: Confronto tra *Virtual distance* VD e *Real distance* RD

Figura 2: Confronto dei ranking per IDV_1 e RD media

Figura 3: Confronto degli indicatori IDV_1 e IDV_5 per dev. standard crescente

LISTA DI TABELLE:

Tabella 1: Campione di riferimento

Tabella 2: Analisi statistiche per isola

Tabella 3: Indicatori calcolati per ciascuna isola

Tabella 4: Posizionamento del campione rispetto agli indicatori individuati

Tabella 5: Ranking delle isole rispetto agli indicatori IDV_1 - IDV_2 - IDV_3 - IDV_4 - IDV_5

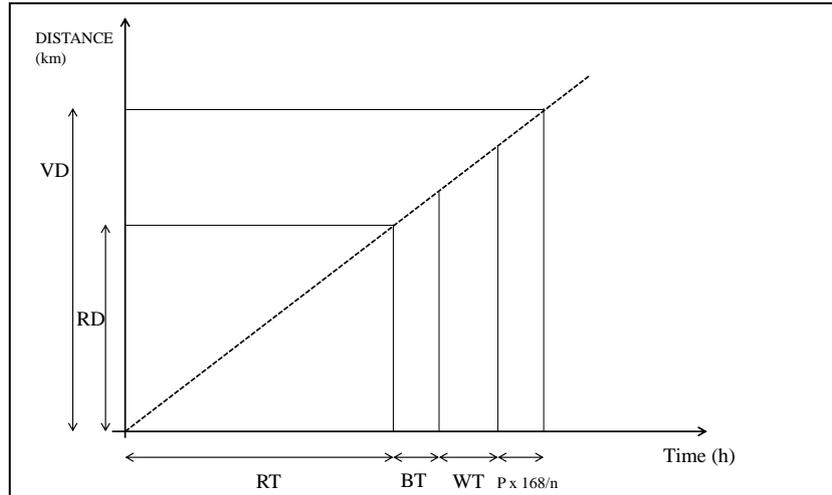


Figura 1 - Confronto tra *Virtual distance* VD e *Real distance* RD

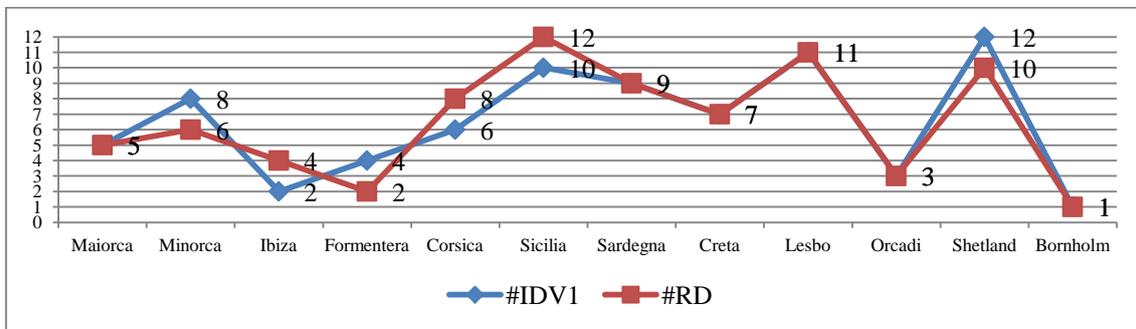


Figura 2 - Confronto dei ranking per IDV₁ e RD media

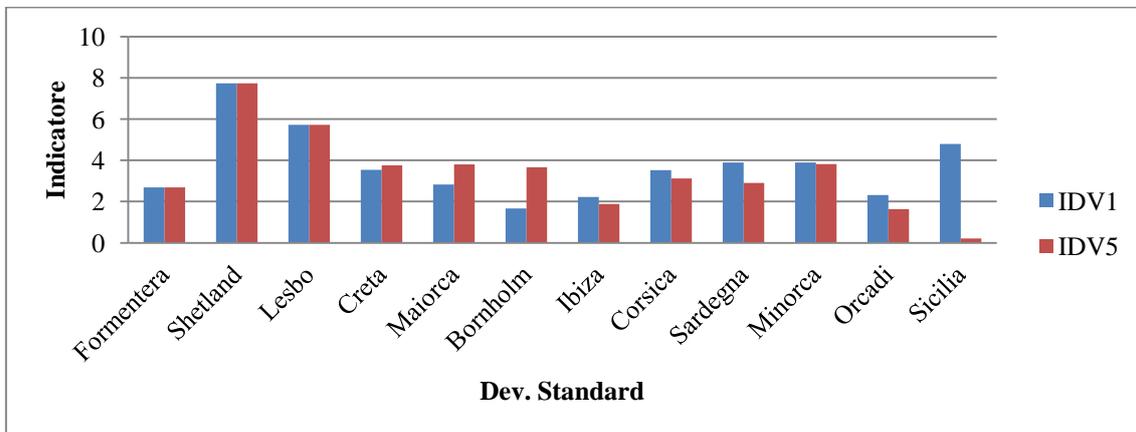


Figura 3 - Confronto degli indicatori IDV₁ e IDV₅ per dev. standard crescente

Tabella 1 - Campione di riferimento

<i>Isola i</i>	<i>Tratta t</i>		<i>Distanza reale</i>	<i>Corse</i>	<i>Collegamenti/ Compagnie</i>
	<i>Porto Origine O</i>	<i>Porto Destinazione D</i>	<i>RD_t</i>	<i>nc_t</i>	<i>C</i>
Maiorca	Palma	Barcellona	246,32	14	2
	Alcúdia	Barcellona	211,13	14	2
	Palma	Valencia	262,98	11	1
	Palma	Denia	245,02	11	1
Minorca	Mahon	Barcellona	288,91	7	1
	Mahon	Valencia	424,11	1	1
	Ciudadella	Barcellona	211,13	12	1
Ibiza	Ibiza	Barcellona	294,47	11	2
	Ibiza	Valencia	182,98	3	1
	Ibiza San Antonio	Valencia	155,01	10	2
	Ibiza	Denia	125,01	7	1
	Ibiza San Antonio	Denia	104,82	3	1
Formentera	Savina	Denia	119,08	13	1
Corsica	Ajaccio	Marsiglia	359,29	25	2
	Ajaccio	Nizza	294,47	7	2
	Ajaccio	Tolone	281,50	4	2
	Bastia	Marsiglia	427,81	22	2
	Bastia	Nizza	240,76	13	2
	Bastia	Tolone	355,58	10	2
	Lle rousse	Marsiglia	344,47	3	1
	Lle rousse	Nizza	211,13	17	2
	Lle rousse	Tolone	272,24	6	1
	Porto vecchio	Marsiglia	457,44	5	1
	Propriano	Marsiglia	374,10	12	2
	Calvi	Nizza	207,42	6	1
Sicilia	Palermo T	Civitavecchia	479,67	6	2
	Palermo T	Genova	805,62	7	1
	Palermo T	Livorno	696,35	3	1
	Palermo T	Napoli	331,51	17	2
	Palermo	Salerno	320,40	2	1
	Trapani	Civitavecchia	474,11	1	1
	Catania	Napoli	461,15	7	1
	Messina	Villa San Giovanni	4,30	448	2
Sardegna	Cagliari	Civitavecchia	448,18	5	1
	Cagliari	Napoli	496,34	2	1
	Olbia	Civitavecchia	229,65	27	2
	Olbia	Genova	420,40	13	2
	Olbia	Livorno	307,43	14	1
	Olbia	Piombino	248,17	7	1
	Golfo Aranci	Livorno	305,58	9	1
	Porto Torres	Civitavecchia	331,51	5	1
	Porto Torres	Genova	405,59	10	2
Creta	Iraklio	Pireo	327,80	25	3
	Chania	Pireo	305,58	6	1
Lesbo	Mitilini	Pireo	359,29	10	2
Isole orcadei	Kirkwall	Aberdeen	246,32	3	1
	Stromness	Scrabster	47,23	14	1
Shetland	Lerwick	Aberdeen	357,44	7	1
Bornholm	Ronne	Koge	170,20	7	1
	Ronne	Sassnitz	110,01	8	1
	Ronne	Ystad	68,34	8	1

Tabella 2 – Analisi statistiche per isola

Isola <i>i</i>	Popolazione ⁹	Superficie	MinRD _{<i>t</i>}	MaxRD _{<i>t</i>}	\overline{RD}	Dev.St.RD	Nc _{<i>t</i>}
Maiorca	862.175	3.640	211,13	262,98	241,36	21,75	50
Minorca	94.231	702	211,13	424,11	308,05	107,77	20
Ibiza	132.000*	572	104,82	294,47	172,46	74,38	34
Formentera	10.000*	83,4	119,08	119,08	119,08	0,00	13
Corsica	318.316	8.680	207,42	457,44	318,85	80,93	130
Sicilia	4.999.854	25.711	4,30	805,62	446,64	244,40	491
Sardegna	1.637.846	24.090	229,65	496,34	354,76	92,11	92
Creta	623.000*	8.336	305,58	327,80	316,69	15,71	31
Lesbo	108.186	1.633	359,29	359,29	359,29	0,00	10
Orcadi	20.212	990	47,23	246,32	146,77	140,78	17
Shetland	22.459	1.466	357,44	357,44	357,44	0,00	7
Bornholm	41.406	588	68,34	170,20	116,18	51,21	23

*Dati provvisori.

Tabella 3 - Indicatori calcolati per ciascuna isola

ISOLA	IDV ₁	IDV ₂	IDV ₃	IDV ₄	IDV ₅	IDV ₆
Maiorca	2,83	2,87	4,06	3,80	3,80	2,52
Minorca	3,90	3,90	3,81	3,81	3,81	2,93
Ibiza	2,23	2,38	23,16	4,56	1,88	1,55
Formentera	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68
Corsica	3,53	3,53	7,85	4,24	3,12	2,42
Sicilia	4,80	4,27	0,21	0,21	0,21	0,21
Sardegna	3,90	3,90	2,90	2,90	2,90	2,65
Creta	3,54	3,59	8,67	3,76	3,76	3,43
Lesbo	5,72	5,72	5,72	5,72	5,72	5,72
Orcadi	2,31	2,31	1,64	1,64	1,64	1,32
Shetland	7,74	7,74	7,74	7,74	7,74	7,74
Bornholm	1,67	1,67	3,67	3,67	3,67	0,98

Tabella 4 – Posizionamento del campione rispetto agli indicatori individuati

Ranking	\overline{RD}	IDV ₁	IDV ₂	IDV ₃	IDV ₄	IDV ₅	IDV ₆
1	Bornholm	Bornholm	Bornholm	Sicilia	Sicilia	Sicilia	Sicilia
2	Formentera	Ibiza	Orcadi	Orcadi	Orcadi	Orcadi	Bornholm
3	Orcadi	Orcadi	Ibiza	Formentera	Formentera	Ibiza	Orcadi
4	Ibiza	Formentera	Formentera	Sardegna	Sardegna	Formentera	Ibiza
5	Maiorca	Maiorca	Maiorca	Bornholm	Bornholm	Sardegna	Corsica
6	Minorca	Corsica	Corsica	Minorca	Creta	Corsica	Maiorca
7	Creta	Creta	Creta	Maiorca	Maiorca	Bornholm	Sardegna
8	Corsica	Minorca	Sardegna	Lesbo	Minorca	Creta	Formentera
9	Sardegna	Sardegna	Minorca	Shetland	Corsica	Maiorca	Minorca
10	Shetland	Sicilia	Sicilia	Corsica	Ibiza	Minorca	Creta
11	Lesbo	Lesbo	Lesbo	Creta	Lesbo	Lesbo	Lesbo
12	Sicilia	Shetland	Shetland	Ibiza	Shetland	Shetland	Shetland

⁹ Dati al 2012, EUROSTAT, NUTS3 Region, <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>

Tabella 5 – Ranking delle isole rispetto agli indicatori IDV_1 - IDV_2 - IDV_3 - IDV_4 - IDV_5

<i>Ranking</i>	<i>Isola</i>	<i>MinIDV</i>	<i>IDV_J</i>
1	Sicilia	0,21	$IDV_3/IDV_4/IDV_5$
2	Orcadi	1,64	$IDV_3/IDV_4/IDV_5$
3	Bornholm	1,67	IDV_1
4	Ibiza	1,88	IDV_5
5	Formentera	2,68	ALL
6	Maiorca	2,82	IDV_1
7	Sardegna	2,90	$IDV_3/IDV_4/IDV_5$
8	Corsica	3,12	IDV_5
9	Creta	3,54	IDV_1
10	Minorca	3,81	$IDV_3/IDV_4/IDV_5$
11	Lesbo	5,72	ALL
12	Shetland	7,74	ALL