

Tutorial: la costruzione di un indice composito di Resilienza in R

Carlo Drago

Università di Roma «Niccolò Cusano»

NC Italian University, London UK

CED

Contatti:

carlo.drago@unicusano.it

CED Workshop – Festival dello Sviluppo
Sostenibile 2018

Versione 1
(27/5/2018)

Obbiettivo

- Obbiettivo di questo tutorial è quello di introdurre alla costruzione di un semplice indicatore composito di Resilienza facendo uso del linguaggio R.
- Il tutorial non si soffermerà sugli aspetti teorici relativi alla costruzione degli indicatori ma proverà a fornire una guida (semplice) tecnica alla loro costruzione in R
- Relativamente alla costruzione degli indicatori compositi si rimanda a: Nardo et al. 2005

I dati

- I dati considerati sono della World Bank RISE 2016. Da questi dati sono stati tratti i primi indicatori componenti il punteggio finale (per semplicità).
- I dati originali sono stati perturbati in ordine ad ottenere un dataset originale utile all'apprendimento delle tecniche di base di costruzione dell'indicatore
- L'indicatore di riferimento era più complesso essendo esso il risultato della composizione di diversi gruppi di variabili sintetizzate dall'indicatore composito. In questo tutorial consideriamo per semplicità solo l'aggregazione di:

Energy Access	Energy Efficiency	Renewable Energy
---------------	-------------------	------------------

R



[Home]

Download

CRAN

R Project

About R

Logo

Contributors

What's New?

Reporting Bugs

Development Site

Conferences

Search

The R Project for Statistical Computing

Getting Started

R is a free software environment for statistical computing and graphics. It compiles and runs on a wide variety of UNIX platforms, Windows and MacOS. To [download R](#), please choose your preferred [CRAN mirror](#).

If you have questions about R like how to do are, please read our [answers to frequently a](#)

News

- [R version 3.5.0 \(Joy in Playing\)](#) has be
- [R version 3.4.4 \(Someone to Lean On\)](#)
- [useR! 2018](#) (July 10 - 13 in Brisbane) is
- [The R Journal Volume 9/2](#) is available.

Durante tutto questo breve tutorial faremo uso del linguaggio di programmazione R. Questo, in quanto, R è gratuito ed è liberamente scaricabile da qui:

<https://www.r-project.org/>

Oltre ovviamente alle eccellenti potenzialità del linguaggio medesimo!

L'installazione di R



[Home]

Download

CRAN

R Project

About R

Logo

Contributors

What's New?

Reporting Bugs

Development Site

Conferences

Search

The R Project for Statistical Computing

Getting Started

R is a free software environment for statistical computing and graphics. It compiles and runs on a wide variety of UNIX platforms, Windows and MacOS. To **download R**, please choose your preferred CRAN mirror.

If you have questions about R like how to download and install the software, or what the license terms are, please read our [answers to frequently asked questions](#) before you send an email.

News

- **R version 3.5.0 (Joy in Playing)** has
- **R version 3.4.4 (Someone to Lean**
- **useR! 2018** (July 10 - 13 in Brisbane
- **The R Journal Volume 9/2** is availat

E' possibile dal sito del CRAN liberamente scaricare il software più tutta una serie di risorse come guide e documentazione ufficiale, tutorial e molto altro

t.org

La selezione del mirror del CRAN

India

<https://ftp.iitm.ac.in/cran/>

<http://ftp.iitm.ac.in/cran/>

Indonesia

<https://repo.bppt.go.id/cran/>

Iran

<https://cran.um.ac.ir/>

<http://cran.um.ac.ir/>

Ireland

<https://ftp.heanet.ie/mirrors/cran.r-project.org/>

<http://ftp.heanet.ie/mirrors/cran.r-project.org/>

Italy

<http://cran.mirror.garr.it/mirrors/CRAN/>

<https://cran.stat.unipd.it/>

<http://cran.stat.unipd.it/>

<http://dssm.unipa.it/CRAN/>

Japan

<https://cran.ism.ac.jp/>

<http://cran.ism.ac.jp/>

Le procedure di installazione sono intuitive. La scelta del «mirror» (da dove si vuole scaricare R) risulta essere importante e condiziona da dove pure scaricheremo i diversi pacchetti

In

In

A

Ferdowsi University of Mashhad

Ferdowsi University of Mashhad

HEAnet, Dublin

HEAnet, Dublin

Garr Mirror, Milano

University of Padua

University of Padua

Università degli Studi di Palermo

The Institute of Statistical Mathematics, Tokyo

The Institute of Statistical Mathematics, Tokyo

Il download di R

The Comprehensive R Archive Network

Download and Install R

Precompiled binary distributions of the base system and contributed packages, **Windows and Mac** users most likely want one of these versions of R:

- [Download R for Linux](#)
- [Download R for \(Mac\) OS X](#)
- [Download R for Windows](#)

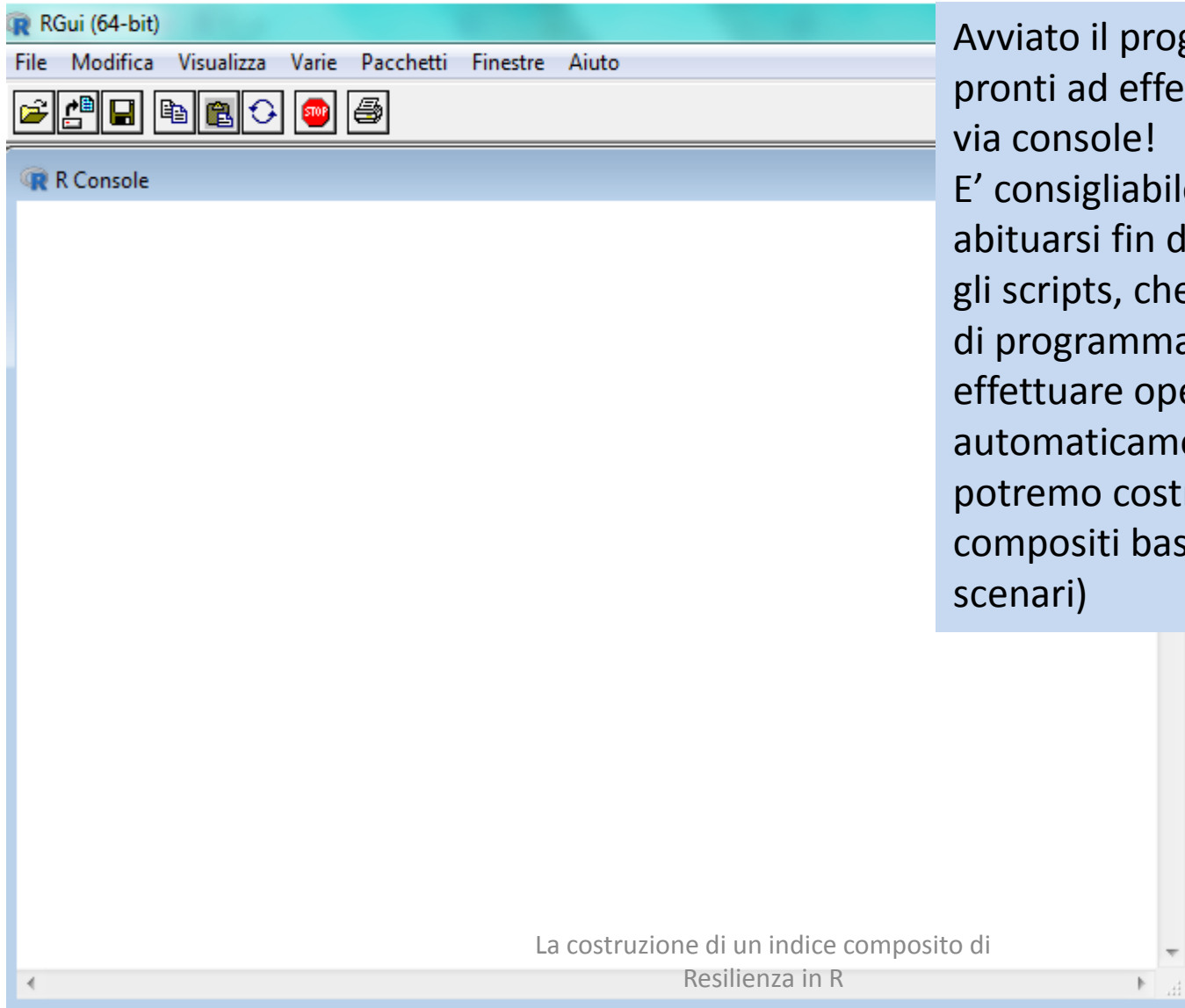
R is part of many Linux distributions, you should check with your Linux package management system in addition to the link above.

Source Code for all Platforms

Windows and Mac users most likely want to download the precompiled binaries listed in the upper box, not the source code. The sources have to be compiled before you can use them. If you do not know what this means, you probably do not want to do it!

- The latest release (2018-04-23, Joy in Playing) [R-3.5.0.tar.gz](#), read [what's new](#) in the latest version.
- Sources of [R alpha and beta releases](#) (daily snapshots, created only in time periods before a planned release).
- Daily snapshots of current patched and development versions are [available here](#). Please read about [new features and bug fixes](#) before filing corresponding feature requests or bug reports.
- Source code of older versions of R is [available here](#).
- Contributed extension [packages](#)

R in azione

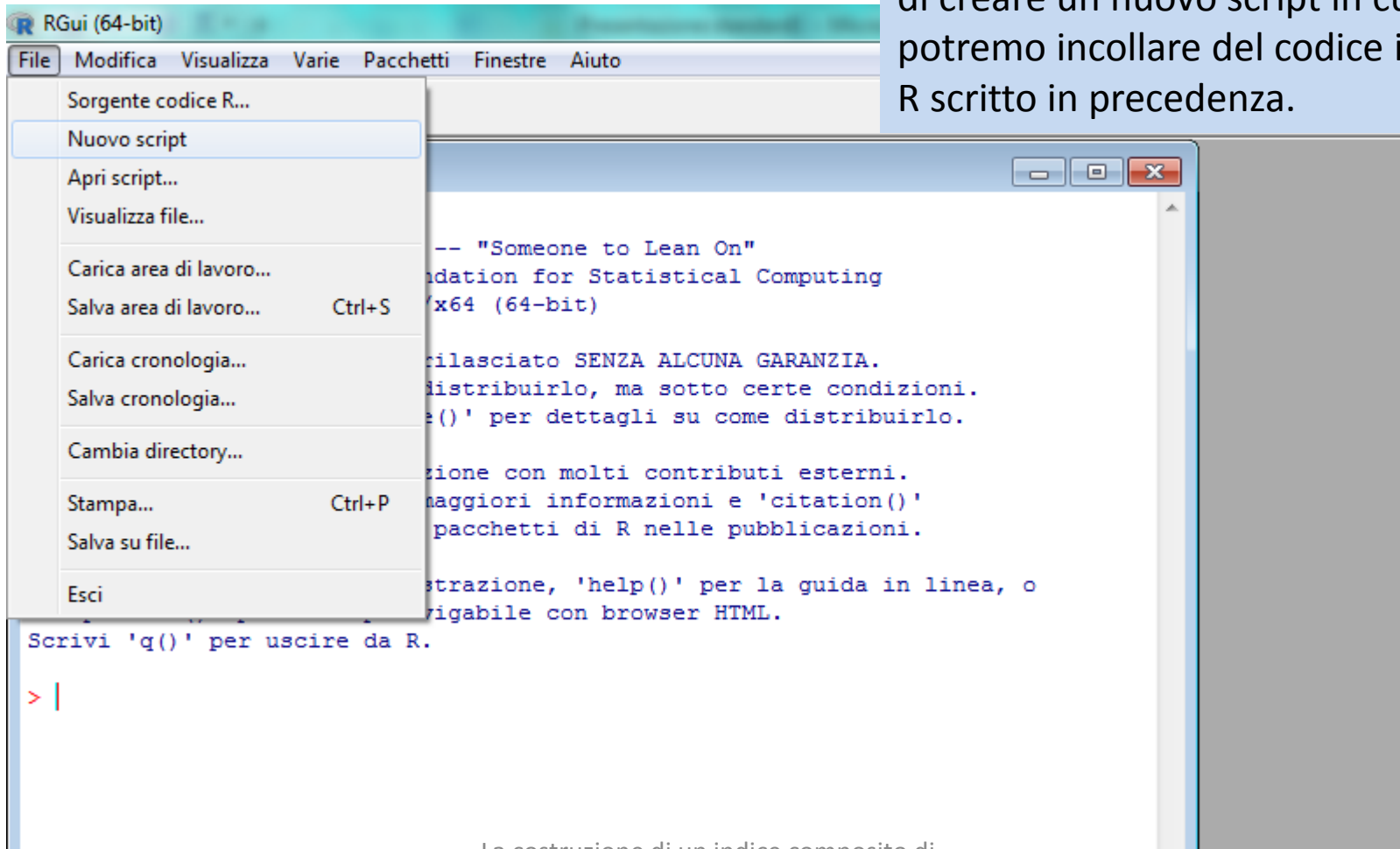


Avviato il programma, saremo pronti ad effettuare le analisi via console!

E' consigliabile comunque abituarsi fin da subito a usare gli scripts, che ci permetteranno di programmare e quindi di effettuare operazioni ripetitive automaticamente (ad esempio potremo costruire indicatori compositi basati su differenti scenari)

La creazione di un nuovo script

File: Nuovo script ci permetterà di creare un nuovo script in cui potremo incollare del codice in R scritto in precedenza.



Utilizzo del codice in R

Il codice in R ad esempio ci permetterà di creare un semplice indicatore composito di Resilienza in R. Il codice può essere semplicemente adattato a differenti analisi ed arricchito ovviamente di ulteriori elementi come ad esempio l'analisi statistica multivariata degli indicatori sottostanti.

```
Codice in R per il tutorial - Blocco note
File  Modifica  Formato  Visualizza  ?
|
#####
#
# Tutorial: La costruzione di un indicatore di resilienza in R
#
# Carlo Drago*  **  ***
#
# * Università degli Studi di Roma "Niccolò Cusano", ** NC Unive
#
# Festival dello sviluppo sostenibile 2018
#
#####

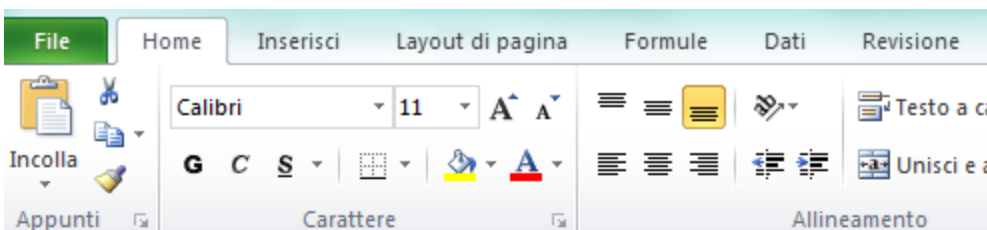
# Importazione dei dati in R
# dat<-read.delim('clipboard')
# Definizione degli indicatori considerati
vv1<-dat[,3]
vv2<-dat[,4]
vv3<-dat[,5]
Countries<-dat[,1]
# Costruzione delle graduatorie per singolo indicatore
dat2<-data.frame(Countries,Energy_Access=vv1)
classifica1<-dat2[order(-vv1,Countries)]
```

Il dataset simulato

Il primo passaggio è quello di importare i dati in R.

E' possibile fare questo 1. copiando i dati dalla fonte di riferimento 2. lasciando i dati copiati lanciare via console in R il comando:

```
Dat<-read.delim('clipboard',header=T)
```



	A	B	
1	Countries	Regione	Energ
2	Afghanistan	South Asia	
3	Algeria	Middle East & North Africa	
4	Angola	Sub-Saharan Africa	
5	Argentina	Latin America & Caribbean	
6	Armenia	Europe & Central Asia	98
7	Australia	OECD high income	100
8	Austria	OECD high income	100
9	Bahrain	Middle East & North Africa	100
10	Bangladesh	South Asia	68.26
11	Belarus	Europe & Central Asia	100
12	Belgium	OECD high income	100
13	Benin	Sub-Saharan Africa	48.39
14	Bolivia	Latin America & Caribbean	100
15	Brazil	Latin America & Caribbean	100
16	Burkina Faso	Sub-Saharan Africa	40.83
17	Burundi	Sub-Saharan Africa	45.35

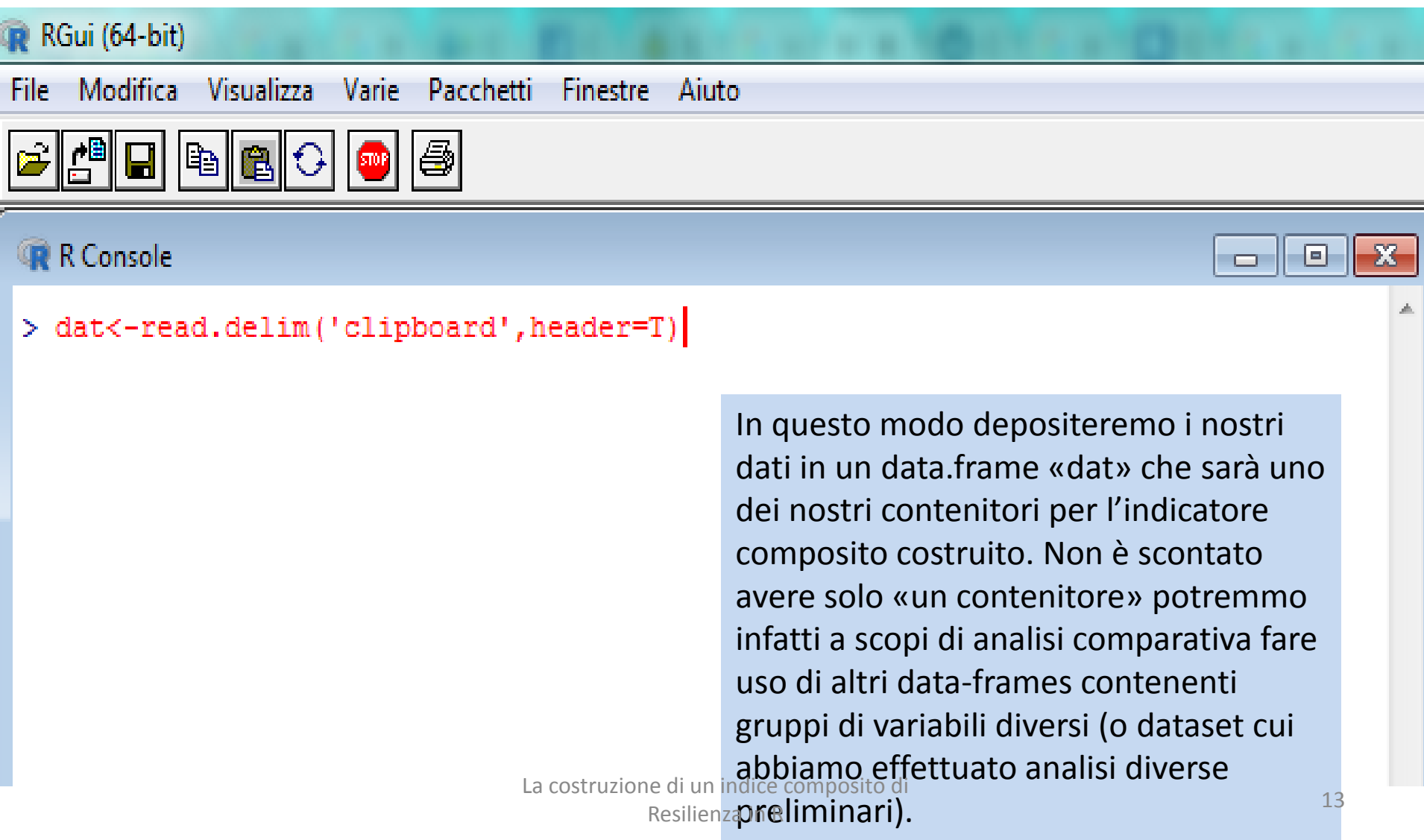
La costruzione di un indice composito di
Resilienza in R

L'importazione dei dati in R

I dati possono essere differenzialmente selezionati (prendendo non tutte le colonne o le righe) laddove questa procedura, tra le altre disponibili, ha il vantaggio di essere molto rapida e semplice.

Countries	Regione	Energy A	le
Afghanistan	South Asia		23.96
Algeria	Middle East & North Africa		69.09
Angola	Sub-Saharan Africa		28.16
Argentina	Latin America & Caribbean		65.27
Armenia	Europe & Central Asia		67.97
Australia	OECD high income		80.68
Austria	OECD high income	100	81.78
Bahrain	Middle East & North Africa	100	47
Bangladesh	South Asia	68.26	48.99
Belarus	Europe & Central Asia	100	70.6
Belgium	OECD high income	100	84.19
Benin	Sub-Saharan Africa	48.39	35.68
Bolivia	Latin America & Caribbean	100	62.92
Brazil	Latin America & Caribbean	100	72.49
Burkina Faso	Sub-Saharan Africa	40.83	31.45
Burundi	Sub-Saharan Africa	45.35	36.79
Cambodia	East Asia & Pacific	68.25	40.2
Cameroon	Sub-Saharan Africa	70.48	49.29
Canada	OECD high income	100	90.45
Central African Republic	Sub-Saharan Africa	10.97	19.94

L'importazione dei dati in R



The screenshot shows the RGui (64-bit) window. The menu bar includes File, Modifica, Visualizza, Varie, Pacchetti, Finestre, and Aiuto. The toolbar contains icons for opening files, saving, printing, and other standard functions. The R Console window is open, displaying the command `dat<-read.delim('clipboard',header=T)` entered at the prompt. A blue text box on the right side of the console provides an explanation of the command.

In questo modo depositeremo i nostri dati in un data.frame «dat» che sarà uno dei nostri contenitori per l'indicatore composito costruito. Non è scontato avere solo «un contenitore» potremmo infatti a scopi di analisi comparativa fare uso di altri data-frames contenenti gruppi di variabili diversi (o dataset cui abbiamo effettuato analisi diverse preliminari).

L'importazione dei dati in R

Eseguendo dalla console «dat» (che richiama il data.frame creato) saremo in grado di visualizzare i dati raccolti

R Console

```
> dat
```

	Countries		
1	Afghanistan	South Asia	25.99
2	Algeria	Middle East & North Africa	100.00
3	Angola	Sub-Saharan Africa	49.30
4	Argentina	Latin America & Caribbean	100.00
5	Armenia	Europe & Central Asia	98.00
6	Australia	OECD high income	100.00
7	Austria	OECD high income	100.00
8	Bahrain	Middle East & North Africa	100.00
9	Bangladesh	South Asia	68.26
10	Belarus	Europe & Central Asia	100.00
11	Belgium	OECD high income	100.00
12	Benin	Sub-Saharan Africa	48.39
13	Bolivia	Latin America & Caribbean	100.00
14	Brazil	Latin America & Caribbean	100.00
15	Burkina Faso	Sub-Saharan Africa	40.83
16	Burundi	Sub-Saharan Africa	45.35
17	Cambodia	East Asia & Pacific	68.25
18	Cameroon	Sub-Saharan Africa	70.48
19	Canada	OECD high income	100.00
20	Central African Republic	Sub-Saharan Africa	10.97
21	Chad	Sub-Saharan Africa	12.99
22	Chile	OECD high income	100.00
23	China	East Asia & Pacific	100.00

La costruzione di un indice composito di

Resilienza in R

L'uso del programma di calcolo

Senza titolo - Editor di R

```
#  
#####  
  
# Importazione dei dati in R  
  
# dat<-read.delim('clipboard')  
  
# Definizione degli indicatori considerati  
vv1<-dat[, 3]  
[ ]  
vv2<-dat  
[ ]  
vv3<-dat  
[ ]  
Country  
# Costru  
[ ]  
dat2<-da  
[ ]  
classifical<-dat2[order(-vv1, Country), ]
```

Esegui linea o selezione Ctrl+R

Annulla Ctrl+Z

Taglia Ctrl+X

Copia Ctrl+C

Incolla Ctrl+V

Elimina

Seleziona tutti Ctrl+A

Nello stesso modo a partire dallo script di riferimento selezionando e cliccando sul pulsante destro del mouse potremo effettuare le operazioni relative solamente al codice selezionato.

golo indicatore

s=vv1)

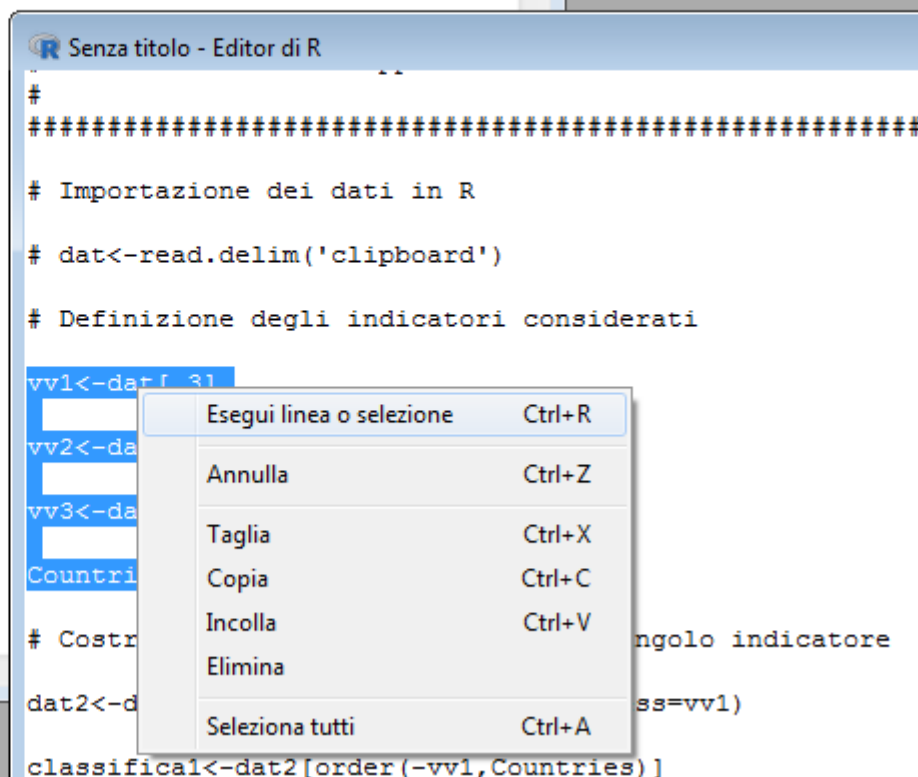
La costruzione di un indice composto di

Resilienza in R

Esecuzione di parti del codice

```
>  
> vv1<-dat[,3]  
>  
> vv2<-dat[,4]  
>  
> vv3<-dat[,5]  
>  
> Countries<-dat[,1]  
> |
```

I risultati compariranno nella console



Senza titolo - Editor di R

```
#  
#####  
  
# Importazione dei dati in R  
# dat<-read.delim('clipboard')  
  
# Definizione degli indicatori considerati  
  
vv1<-dat[,3]  
vv2<-dat[,4]  
vv3<-dat[,5]  
Countries<-dat[,1]  
  
# Costruzione dell'indice  
dat2<-dat[,c(2,3,4,5)]  
classifica1<-dat2[order(-vv1,Countries)]
```

Esegui linea o selezione	Ctrl+R
Annulla	Ctrl+Z
Taglia	Ctrl+X
Copia	Ctrl+C
Incolla	Ctrl+V
Elimina	
Seleziona tutti	Ctrl+A

Costruzione delle graduatorie per singolo indicatore

```
# Costruzione delle graduatorie per singolo indicatore
```

```
dat2<-data.frame
```

```
classifical<-da
```

```
classifical
```

```
dat3<-data.frame
```

Esegui linea o selezione

Ctrl+R

Annulla

Otterremo in questo modo le semplici graduatorie per singolo indicatore

Taglia

Ctrl+X

Copia

Ctrl+C

Incolla

Ctrl+V

Elimina

v2)

La costruzione di un indice composito di

Resilienza in R

Graduatoria per singolo indicatore

```
R Console
>
> classifical
      Countries Energy_Access
2          China      100.00
5      Malaysia      100.00
10     Thailand      100.00
14     Belarus      100.00
16 Kyrgyz Republic      100.00
17      Romania      100.00
18 Russian Federation      100.00
20      Turkey      100.00
21     Ukraine      100.00
22 Uzbekistan      100.00
23   Argentina      100.00
24     Bolivia      100.00
25     Brazil      100.00
26   Colombia      100.00
28     Ecuador      100.00
35 Venezuela, RB      100.00
36     Algeria      100.00
37     Bahrain      100.00
38 Egypt, Arab Rep.      100.00
39 Iran, Islamic Rep.      100.00
40      Jordan      100.00
41      Kuwait      100.00
```

Da cui in console apparirà esattamente la graduatoria per l'indicatore considerato

Analisi descrittiva dei dati

```
#####  
# Analisi descrittiva dei dati|  
  
summary(dat)  
  
# Analisi dei dati per regione  
var<-factor(dat$Regione)  
  
tapply(dat$Energy.Access,var,mean)  
  
tapply(dat$Energy.Efficiency,var,mean)  
  
tapply(dat$Renewable.Energy,var,mean)
```

A livello internazionale è possibile ovviamente analizzare le statistiche descrittive per l'intero dataset.

Analisi descrittiva dei dati

```
> summary(dat)
```

Countries	Regione	Energy.Access
Afghanistan: 1	East Asia & Pacific :12	Min. : 2.40
Algeria : 1	Europe & Central Asia :10	1st Qu.: 45.48
Angola : 1	Latin America & Caribbean :13	Median : 98.00
Argentina : 1	Middle East & North Africa:13	Mean : 72.98
Armenia : 1	OECD high income :21	3rd Qu.:100.00
Australia : 1	South Asia : 7	Max. :100.00
(Other) :105	Sub-Saharan Africa :35	

Energy.Efficiency	Renewable.Energy	Punteggio.finale
Min. : 6.56	Min. : 6.00	Min. : 5.51
1st Qu.:19.59	1st Qu.:34.00	1st Qu.:35.44
Median :39.46	Median :56.14	Median :60.82
Mean :41.28	Mean :52.24	Mean :55.50
3rd Qu.:62.23	3rd Qu.:69.07	3rd Qu.:76.17
Max. :88.12	Max. :93.57	Max. :93.62

Analisi dei dati per regione

```
#####  
# Analisi descrittiva dei dati|  
  
summary(dat)  
  
# Analisi dei dati per regione  
  
var<-factor(dat$Regione)  
  
tapply(dat$Energy.Access,var,mean)  
  
tapply(dat$Energy.Efficiency,var,mean)  
  
tapply(dat$Renewable.Energy,var,mean)
```

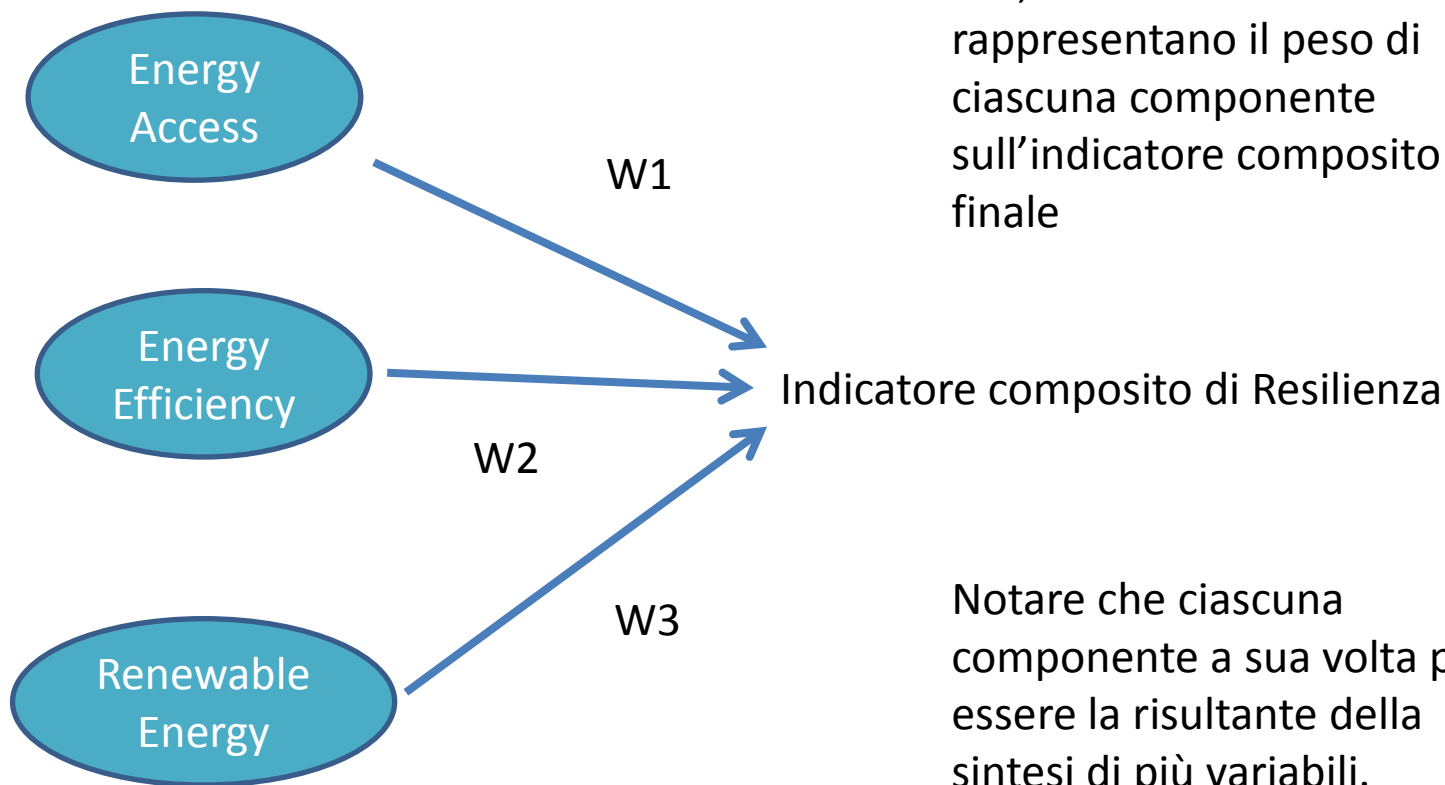
Sarà anche possibile analizzare relativamente alle diverse regioni le statistiche descrittive comparative dei singoli indicatori.

Analisi dei dati per regione

```
> tapply(dat$Energy.Efficiency,var,mean)
      East Asia & Pacific      Europe & Central Asia
              35.54083                55.45000
Latin America & Caribbean Middle East & North Africa
              39.86231                46.45769
      OECD high income      South Asia
              71.22476                32.44857
      Sub-Saharan Africa
              21.59371

>
> tapply(dat$Renewable.Energy,var,mean)
      East Asia & Pacific      Europe & Central Asia
              52.83417                58.32900
Latin America & Caribbean Middle East & North Africa
              51.11000                45.03385
      OECD high income      South Asia
              82.57143                52.53000
      Sub-Saharan Africa
              35.13086
```

Costruzione dell'indicatore composito



W1, W2 e W3
rappresentano il peso di
ciascuna componente
sull'indicatore composito
finale

Notare che ciascuna
componente a sua volta può
essere la risultante della
sintesi di più variabili.
Quindi ogni componente
può essere rappresentativa
di un blocco di variabili

Costruzione dell'indicatore composito

$$R = \sum_{i=1}^3 w_i X_{i,j}$$

Ove avremo:

X_i Una variabile normalizzata

w_i Il peso della singola componente $\sum_{i=1}^3 w_i = 1$ ed anche $0 \leq w_i \leq 1$

$i = 1 \dots 3$ Le diverse variabili considerate nell'indicatore

Vedi Freudenberg (2003) and Nardo et al. (2005)

Costruzione dell'indicatore composito

```
# Costruzione dell'indicatore composito

# Definizione dei pesi usati

w1<-1/3
w2<-w1
w3<-w1

# Calcolo dell'indicatore di riferimento

comind<-w1*vv1+w2*vv2+w3*vv3

# Costruzione della graduatoria finale in relazione a
comind2<-round(comind,2)

dat5<-data.frame(Countries,Composite_Indicator=comind)

classifica5<-dat5[order(-comind2),]

classifica5
```

Infine si può arrivare alla costruzione del semplice indicatore composito di riferimento. In questo tutorial ci riferiamo puramente a un indicatore composito facente uso di 3 componenti pesate egualmente con tre pesi.

Facendo uso del programma in R è facile estendere l'analisi a scenari diversi in cui la costruzione dei pesi segua logiche molto diverse.

A partire dall'indicatore così creato possiamo sempre costruire una graduatoria che in questo caso tiene conto dei valori calcolati

Costruzione dell'indicatore composito

```
> # Costruzione della graduatoria finale in relazione all'indicatore composito calcolato
>
> comind2<-round(comind,2)
>
> dat5<-data.frame(Countries,Composite_Indicator=comind2)
>
> classifica5<-dat5[order(-comind2),]
>
> classifica5
```

	Countries	Composite_Indicator
29	Denmark	93.62
104	United States	90.94
19	Canada	90.45
103	United Kingdom	89.23
70	Netherlands	88.92
37	Germany	88.89
79	Romania	87.09
47	Italy	85.66
36	France	85.55
93	Switzerland	84.74
64	Mexico	84.36
28	Czech Republic	84.26
11	Belgium	84.19
52	Korea, Rep.	83.57
48	Japan	82.53
35	Finland	82.33
89	Spain	81.94
92	Sweden	81.93
7	Austria	81.78
6	Australia	80.68
23	China	80.58
39	Greece	80.10

La costruzione di un indice composito di
Resilienza in R

L'analisi di sensitività

- Nell'esempio e nel tutorial abbiamo utilizzato una singola specificazione dell'indicatore composito di Resilienza. Spesso in letteratura si enfatizza la necessità di considerare assunzioni diversi nella specificazione dell'indicatore composito (ad esempio pesi diversi nella costruzione dell'indicatore stesso)
- Con R è facile costruire indicatori compositi e diversi basati su assunzioni diverse. A quel punto otterremo una singola diversa (?) graduatoria.

L'analisi di sensitività

- Le diverse graduatorie possono e devono essere comparate al fine di studiare le differenze di risultato tra assunzioni e specificazioni diverse
- Una graduatoria è robusta se le assunzioni diverse non modificano la graduatoria stessa
- Per ulteriori approfondimenti si veda ad esempio: Nardo et al. 2005
- Un diverso approccio è quello proposto da Drago nel 2017 di fare esplicitamente uso nella costruzione degli indicatori di dati ad intervallo.

Riferimenti bibliografici

- Drago C. (2017) Drago, Carlo, Interval Based Composite Indicators. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3026021> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3026021>
- Freudenberg (2003) Composite Indicators of Country performance. OECD Working Paper
- Gatto A. Drago C. Modeling and Measuring Energy Resilience (2017) Conferenza AIQUAV 2017 Firenze
- Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., Hoffman, A., & Giovannini, E. (2005). Handbook on constructing composite indicators.
- R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.