



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORATO ENTI LOCALI FINANZE ED URBANISTICA
SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE REGIONALE

Conversione coordinate
Sistema Informativo Territoriale Regionale
(SITR-IDT)



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORATO ENTI LOCALI FINANZE ED URBANISTICA
SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE REGIONALE

Titolo	Conversione coordinate
Creatore	SITR
Data	11/05/09
Soggetto	Il processo di conversione delle coordinate da un sistema di riferimento ad un altro
Tipo	Testo
Editore	Regione Autonoma della Sardegna
Descrizione	Questo documento si propone di dare maggiori chiarimenti sul processo di conversione e riproiezione di coordinate
Autori	Luca Naitza, Massimiliano Molinari
Formato	.pdf
Riferimento	http://www.sardegnaterritorio.it/
Diritti	Regione Autonoma della Sardegna
Identificatore	SITR-LAB-010
Lingua	Italiano
Licenza d'uso	Creative Commons Attribution-Noncommercial-Share Alike 3.0 Unported http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.it

Revisioni

Data	Revisione	Descrizione	Autore
11/05/09	1.00	Prima stesura del documento	Luca Naitza, Massimiliano Molinari





REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORATO ENTI LOCALI FINANZE ED URBANISTICA
SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE REGIONALE

Indice generale

1	LE TRASFORMAZIONI DI COORDINATE.....	4
1.1	COORDINATE MASSIME E MINIME AMMESSE DALL'APPLICATIVO.....	5
2	NOTE SUI SISTEMI DI RIFERIMENTO.....	6
2.1	LE COORDINATE GEOGRAFICHE.....	6
2.2	LE COORDINATE PIANE.....	7
3	SISTEMI GEODETICI E SISTEMI CARTOGRAFICI CONSIDERATI.....	8
3.1	SISTEMA DI RIFERIMENTO ROMA40 (MONTE MARIO).....	8
3.2	SISTEMA DI RIFERIMENTO ED50 (EUROPEAN DATUM 1950).....	10
3.3	SISTEMA DI RIFERIMENTO WGS84 (WORLD GEODETIC SYSTEM 1984).....	11





REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORATO ENTI LOCALI FINANZE ED URBANISTICA
SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE REGIONALE

1 Le trasformazioni di coordinate

La trasformazione di coordinate tra diversi sistemi di riferimento implica l'applicazione di algoritmi matematici di conversione che producono risultati variabili in precisione a seconda della trasformazione richiesta.

Le trasformazioni di coordinate effettuate sullo stesso DATUM (ad esempio da coordinate geografiche a coordinate piane di uno stesso sistema di riferimento geodetico), sono risolubili con operazioni geometrico-matematiche che non comportano particolari perdite di precisione nei risultati, se non per gli arrotondamenti di calcolo (a livello millimetrico).

Le trasformazioni che invece implicano il cambiamento del DATUM (ad esempio dal sistema Roma40 al sistema WGS84), si basano su metodi di rototraslazione, mediante i quali si applicano algoritmi (di traslazione, rotazione e trasformazione di scala) che tengono conto dei parametri dei rispettivi DATUM e di valori determinati statisticamente in base alla posizione di punti corrispondenti (es. delle reti geodetiche) nei due sistemi.

Questo metodo può comportare perdita di precisione nei risultati in funzione, generalmente, dell'ubicazione e dell'estensione del territorio da riprodurre, ma può essere minimizzato attraverso la correzione apportata da accurate griglie di punti di riferimento riportanti gli esatti valori di coordinate nei diversi sistemi.

L'applicazione di "Conversione di coordinate" delle Regione Autonoma della Sardegna utilizza griglie a passo regolare a copertura del territorio regionale della Sardegna (sviluppate dall'Istituto Geografico Militare - IGM) che garantiscono una precisione media della trasformazione tra i DATUM Roma1940 Monte Mario e WGS84-ETRF89 dell'ordine dei 20 cm. Per la trasformazione di coordinate tra sistemi per punti al di fuori del territorio regionale, descritto dall'European Petroleum Survey Group (EPSG) nel documento "Coordinate Conversions and Transformation including Formulas" (<http://www.epsg.org/guides/docs/G7-2.pdf>). Queste trasformazioni possono comportare errori di precisione variabili a seconda dei parametri di conversione scelti.

NB: Le coordinate geografiche relative alla Zona 1 (comprendenti la Sardegna) del sistema di riferimento Monte Mario Roma40 devono essere inserite, nell'applicativo "Conversione di Coordinate", con i valori di longitudine negativi progressivi da Est verso Ovest, a partire dal meridiano di riferimento di Roma Monte Mario.

La tabella sottostante riporta le coordinate massime e minime inseribili in ciascun sistema di riferimento utilizzato dall'applicativo.





REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORATO ENTI LOCALI FINANZE ED URBANISTICA
SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE REGIONALE

1.1 Coordinate massime e minime ammesse dall'applicativo

Sistema di Riferimento piani	Min X	Min Y	Max X	Max Y
EPSG: 3003 (Monte Mario Zona 1)	1312000	3934000	2312000	5220000
EPSG: 3004 (Monte Mario Zona 2)	1818000	3934000	2832000	5220000
EPSG: 23032 (ED50 UTM 32N)	312000	3873000	2000000	5316300
EPSG: 23033 (ED50 UTM 33N)	312000	3873000	2000000	5316300
EPSG: 23034 (ED50 UTM 34N)	312000	3873000	2000000	5316300
EPSG: 32632 (WGS84 UTM 32N)	312000	3873000	2000000	5316300
EPSG: 32633 (WGS84 UTM 33N)	312000	3873000	2000000	5316300
EPSG: 32634 (WGS84 UTM 34N)	312000	3873000	2000000	5316300

Sistema di Riferimento geografici	Min Long	Min Lat	Max Long	Max Lat
EPSG: 4265 Monte Mario (geografico)	-8.0°	35.0°	11.0°	48.0°
EPSG: 4230 ED50 (geografico)	6.0°	35.0°	24.0°	48.0°
EPSG: 4326 WGS84 (geografico)	6.0°	35.0°	24.0°	48.0°





REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORATO ENTI LOCALI FINANZE ED URBANISTICA
SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE REGIONALE

2 Note sui sistemi di riferimento

La trasformazione di coordinate tra diversi sistemi di riferimento implica l'applicazione di algoritmi matematici di conversione che producono risultati variabili in precisione a seconda della trasformazione richiesta.

Le trasformazioni di coordinate effettuate sullo stesso DATUM (ad esempio da coordinate geografiche a coordinate piane di uno stesso sistema di riferimento geodetico), sono risolubili con operazioni geometrico-matematiche che non comportano particolari perdite di precisione nei risultati, se non per gli arrotondamenti di calcolo (a livello millimetrico).

I sistemi geodetici di riferimento (DATUM) utilizzati dall'applicazione "Conversione di coordinate" sono quelli attualmente in uso nella cartografia topografica italiana, ossia il sistema di riferimento nazionale Roma 40 (Monte Mario), il sistema di riferimento europeo ED 50 ed il sistema di riferimento internazionale WGS 84.

Il DATUM geodetico di un sistema di riferimento è il prodotto della modellazione ed orientamento di un ellissoide rispetto ad un determinato territorio (ad esempio l'Italia), e si ottiene attraverso calcoli matematici basati su misurazioni locali in un punto principale di riferimento (punto di emanazione dell'ellissoide) ed in altri punti distribuiti nel territorio costituenti la rete geodetica.

2.1 Le coordinate geografiche

Le coordinate geografiche (Latitudine e Longitudine) di qualsiasi punto dislocato sulla superficie Terra sono calcolabili attraverso formule matematiche che tengono conto dei parametri del DATUM geodetico di riferimento, ma hanno validità rappresentativa solo nel territorio per il quale la modellazione dell'ellissoide è stata realizzata.

Le coordinate geografiche sono misure angolari rappresentabili normalmente in gradi sessagesimali o in gradi decimali.

La latitudine (variabile da 0 a $\pm 90^\circ$) rappresenta la distanza angolare di un punto dall'equatore, misurata lungo il meridiano che passa per quel punto.

La longitudine (variabile da 0 a $\pm 180^\circ$) rappresenta la distanza angolare tra il meridiano su cui ricade un punto ed il meridiano di riferimento.





REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORATO ENTI LOCALI FINANZE ED URBANISTICA
SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE REGIONALE

2.2 Le coordinate piane

Per rappresentare un punto in coordinate piane (Est e Nord), è necessario conoscere, oltre che il DATUM, anche il sistema di riferimento cartografico col quale il punto è rappresentato.

I parametri su cui si basa un sistema di riferimento cartografico sono il tipo proiezione, il fattore di scala al meridiano centrale e l'origine (o falsa origine) del meridiano di riferimento.

La proiezione cartografica rappresenta l'insieme di regole matematiche e di metodologie adottate per la rappresentazione della superficie terrestre su un piano. Nella cartografia topografica attualmente in uso in Italia, il tipo di proiezione adottato è quello prospettico cilindrico conforme di Gauss (detto anche Trasversa di Mercatore), tangente al meridiano di riferimento.

Il fattore di scala è un parametro correttivo degli errori di deformazione progressiva che, a partire dal meridiano di tangenza verso la periferia, comportano distorsioni nella proiezione degli elementi del territorio.

La deformazione è funzione della curvatura media dell'ellissoide di riferimento nel territorio considerato e dell'estensione del territorio stesso. L'applicazione del fattore di scala permette di distribuire uniformemente l'errore, minimizzando la distorsione progressiva. I sistemi in uso in Italia, considerati dall'applicativo "Conversione di Coordinate", dividono il territorio nazionale in SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE REGIONALE (SITR-IDT)

porzioni di circa 6° in senso longitudinale, ed il fattore di scala al meridiano centrale di ogni zona è pari a 0.9996.

Le coordinate piane di un punto rappresentano distanze lineari (metriche) rispetto ad una cosiddetta falsa origine ubicata all'intersezione tra l'equatore (riferimento Nord) ed un meridiano (riferimento Est) posto ad una distanza convenzionalmente stabilita rispetto al meridiano centrale di riferimento.

Nelle cartografie topografiche italiane le false origini possono variare da 2 (nel caso del sistema Gauss-Boaga) a 3 (come nei sistemi UTM).





REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORATO ENTI LOCALI FINANZE ED URBANISTICA
SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE REGIONALE

3 Sistemi Geodetici e Sistemi Cartografici considerati

I sistemi di riferimento geodetici e cartografici utilizzati dall'applicativo "Conversione di Coordinate" fanno riferimento, nelle tabelle sotto riportate, ai codici dell'EPSG (European Petroleum Survey Group) il comitato che ha assegnato gli identificativi numerici univoci per i sistemi di riferimento geodetici adottati dai vari comitati geodetici e geografici nazionali ed internazionali. La codifica EPSG è oggi mantenuta dal Geodesy Subcommittee del Surveying and Positioning Committee dell'International Association of Oil and Gas Producers, che riunisce specialisti di compagnie dell'OGP che lavorano nel campo del rilievo, della geodesia e della cartografia.

3.1 Sistema di riferimento Roma40 (Monte Mario)

Sviluppato dalla Commissione Geodetica Italiana nel 1940, ha sostituito il sistema precedentemente adottato dalla cartografia ufficiale italiana, che si basava sull'ellissoide di Bessel 1841. Nel sistema di riferimento Roma40 l'orientamento dell'ellissoide è impostato sulla verticale del punto Roma Monte Mario (con azimut su Monte Soratte), definito con misurazioni astronomiche nel 1940.

Parametri geodetici identificativi del DATUM Roma40 (Monte Mario)	
codice EPSG:	6265
ellissoide:	Hayford 1909 (o ellissoide internazionale 1924) EPSG: 7022
semiasse maggiore:	$a = 6378388$
Schiacciamento:	$s = 1/297$
Punto d'emanazione:	Roma Monte Mario (con azimut su Monte Soratte) 1940
Latitudine:	41°55'25.51" Nord
Longitudine:	12°27'08.40" Est da Greenwich





REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORATO ENTI LOCALI FINANZE ED URBANISTICA
SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE REGIONALE

Ai fini della rappresentazione cartografica del sistema geodetico Roma40, è stata adottata il sistema conforme Gauss-Boaga, composto da due fusi di ampiezza ciascuno pari a circa 6°30' denominati fuso "Ovest" (o Zona 1) e fuso "Est" (o Zona 2), che ricoprono l'intero territorio italiano e si sovrappongono per 30' in longitudine in corrispondenza della linea di congiunzione.

Parametri del sistema cartografico Roma40 (Monte Mario):

Fuso "Ovest" (o Zona 1)	
Settore compreso:	Italia occidentale e Sardegna
codice EPSG:	3003
fattore di scala:	0.9996
Meridiano centrale:	9° da Greenwich (-3°27'08.40" da Roma Monte Mario)
Estensione W:	6° da Greenwich (-6°27'08.40" da Roma Monte Mario)
Estensione E:	12°27'08.40" da Greenwich (0° da Roma Monte Mario)
Falso Est:	1500000 metri dal meridiano centrale
Falso Nord:	0 metri (Equatore)

Fuso "Est" (o Zona 2)	
Settore compreso:	Italia orientale
codice EPSG	3004
fattore di scala:	0.9996
Meridiano centrale:	15° da Greenwich (2°32'51.60" da Roma Monte Mario)
Estensione W:	11°57'08.40" da Greenwich (0°30' da Roma Monte Mario)
Estensione E:	18°30' da Greenwich (6°02'51.60" da Roma Monte Mario)
Falso Est:	2520000 metri dal meridiano centrale
Falso Nord:	0 metri (Equatore)





REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORATO ENTI LOCALI FINANZE ED URBANISTICA
SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE REGIONALE

Il sistema Roma40 è ancora oggi utilizzato per fini geodetici e topografici e a esso è riferita la rete italiana fondamentale di triangolazione, la Carta d'Italia al 100000 e al 25000.

Anche la Cartografia Tecnica Regionale (CTR) della Sardegna è inquadrata in tale sistema di riferimento.

3.2 Sistema di riferimento ED50 (European Datum 1950)

Nato nell'immediato secondo dopoguerra per soddisfare le esigenze di coordinare le cartografie dei vari Paesi europei, il sistema di riferimento ED50, analogamente al Roma40, utilizza l'ellissoide di Hayford quale superficie di riferimento, ma orientato in un punto nei pressi di Potsdam in Germania (orientamento medio europeo).

Parametri geodetici identificativi del DATUM ED50	
codice EPSG:	6230
ellissoide:	Hayford 1909 (o ellissoide internazionale 1924) EPSG: 7022
semiasse maggiore:	$a = 6378388$
schacciamento:	$s = 1/297$
Punto d'emanazione:	Potsdam (Helmert Tower) 1950
Latitudine:	52°22'51.4456" Nord
Longitudine:	13°03'58.9283" Est da Greenwich

Le coordinate geografiche di Roma Monte Mario in questo sistema sono:

latitudine: 41°55'31.487"

longitudine: 12°27'10.930" (da Greenwich)

La realizzazione del sistema ED50 è stata effettuata utilizzando un sottoinsieme dei vertici di 1° ordine delle reti geodetiche esistenti nei vari Paesi, sui quali è stato effettuato un calcolo di compensazione.

La rappresentazione piana del sistema geodetico ED50 avviene attraverso il sistema





REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORATO ENTI LOCALI FINANZE ED URBANISTICA
SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE REGIONALE

cartografico UTM (Universale Trasversa di Mercatore), basato sulla rappresentazione conforme di Gauss.

Il sistema UTM prevede la suddivisione della Terra in 60 fusi aventi ciascuno ampiezza di 6° di longitudine. L'Italia ricade nei fusi 32, 33 e 34, i cui meridiani centrali si trovano rispettivamente a 9°, 15° e 21° di longitudine dal meridiano centrale di Greenwich.

I parametri del sistema cartografico UTM sono riportati sotto.

3.3 Sistema di riferimento WGS84 (World Geodetic System 1984)

Il sistema di riferimento WGS84 è un sistema globale geocentrico, definito attraverso osservazioni spaziali e costituito da una terna cartesiana destrorsa con origine coincidente con il centro di massa della Terra, l'asse Z diretto verso il polo Nord convenzionale al 1984, l'asse X passante per il meridiano di Greenwich al 1984 e l'asse Y diretto in modo da completare una terna destrorsa.

A questo sistema è associato l'ellissoide WGS84, anch'esso definito attraverso osservazioni spaziali, con centro e assi coincidenti con quelli della terna cartesiana.

Parametri geodetici identificativi del DATUM WGS84	
codice EPSG:	6326
ellissoide:	WGS84 EPSG: 7030
semiasse maggiore:	$a = 6378137$
schacciamento:	$s = 1/298,257223563$
Punto d'emanazione:	definito per differenti stazioni di coordinate
Latitudine:	
Longitudine:	

La realizzazione su scala mondiale del WGS84, sistema di riferimento per i posizionamenti effettuati con strumenti GPS, è curata dal Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti, che con una rete di stazioni a terra gestisce la costellazione di satelliti.

In ambito europeo la realizzazione del sistema WGS84 è costituito dall' ETRS89 (EUREF





REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORATO ENTI LOCALI FINANZE ED URBANISTICA
SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE REGIONALE

Terrestrial Reference System 1989), un sistema solidale con la placca eurasiatica, definito sul terreno da una rete di punti determinati con una compensazione d'insieme delle misure satellitari e spaziali disponibili al 1989.

A livello nazionale il sistema WGS84 è stato realizzato con l'istituzione della rete geodetica tridimensionale di alta precisione, denominata IGM95, rilevata con strumenti di posizionamento GPS differenziale.

Le coordinate del punto Roma Monte Mario nel sistema WGS84 sono:

latitudine: 41°55'27.851"

longitudine: 12°27'07.658" (da Greenwich)

La rappresentazione piana del sistema WGS84 avviene attraverso il sistema cartografico UTM (Universal Transverse di Mercator), basato sulla rappresentazione conforme di Gauss.

Il sistema UTM prevede la suddivisione della Terra in 60 fusi aventi ciascuno ampiezza di 6° di longitudine. L'Italia ricade nei fusi 32, 33 e 34, i cui meridiani centrali si trovano rispettivamente a 9°, 15° e 21° di longitudine dal meridiano centrale di Greenwich.

Parametri del sistema cartografico UTM (ED50 e WGS84):

Zona 32	
Settore compreso:	Italia occidentale e Sardegna
codice EPSG:	23032 (ED50) e 32632 (WGS84)
fattore di scala:	0.9996
Meridiano centrale:	9° da Greenwich
Estensione W:	6° da Greenwich
Estensione E:	12° da Greenwich
Falso Est:	500000 metri dal meridiano centrale
Falso Nord:	0 metri (Equatore)





REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORATO ENTI LOCALI FINANZE ED URBANISTICA
SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE REGIONALE

Zona 33	
Settore compreso:	Italia orientale
codice EPSG	23033 (ED50) e 32633 (WGS84)
fattore di scala:	0.9996
Meridiano centrale:	15° da Greenwich
Estensione W:	12° da Greenwich
Estensione E:	18° da Greenwich
Falso Est:	500000 metri dal meridiano centrale
Falso Nord:	0 metri (Equatore)

Zona 34	
Settore compreso:	Italia orientale (penisola salentina)
codice EPSG	23034 (ED50) e 32634 (WGS84)
fattore di scala:	0.9996
Meridiano centrale:	21° da Greenwich
Estensione W:	18° da Greenwich
Estensione E:	24° da Greenwich
Falso Est:	500000 metri dal meridiano centrale
Falso Nord:	0 metri (Equatore)