



ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE

Direzione Geodetica

NOTA PER IL CORRETTO UTILIZZO DEI SISTEMI GEODETICI DI RIFERIMENTO ALL'INTERNO DEI SOFTWARE GIS AGGIORNATA A GENNAIO 2022

La sempre maggior diffusione dei software GIS per la gestione e il trattamento dei dati geografici obbliga a considerare con attenzione le modalità con cui tali software affrontano le questioni connesse ai Sistemi Geodetici di Riferimento ai quali gli stessi dati appartengono. La gran parte dei software GIS in commercio, compresi quelli appartenenti alla categoria open source, fa riferimento alla banca dati EPSG (European Petroleum Survey Group) Geodetic Parameter Dataset, che raccoglie in modo organizzato gran parte dei Sistemi di Riferimento utilizzati nel mondo, a copertura dell'intero globo, oltre ai relativi sistemi proiettati ed alle modalità di trasformazione fra Sistemi. Il database EPSG, divenuto di fatto uno standard a livello mondiale, è gestito ed aggiornato dalla sottocommissione geodetica dell'associazione internazionale IOGP¹ (International Oil and Gas Producers Association).

I dati geotopografici relativi al territorio nazionale sono riferiti di norma ad uno dei seguenti Sistemi Geodetici di Riferimento:

- ETRF2000 epoca 2008.0, realizzazione del sistema globale ETRS89 adottato dall'Europa, materializzato dalla rete RDN e divenuto obbligatorio a livello nazionale in seguito del DM 10 novembre 2011;
- ETRF89, realizzazione del sistema globale ETRS89 adottato dall'Europa, utilizzato in Italia dal 1996 al 2008, ed inizialmente indicato anche nei documenti IGM, in maniera non del tutto corretta, come WGS84;
- ED50 (European Datum 1950), sistema europeo utilizzato in Italia a scopi cartografici dagli anni '60 del '900 fino al 1996; a questo sistema si riferisce ancora il taglio di gran parte delle carte topografiche del territorio nazionale e della Carta Tecnica Regionale;
- ROMA40, storico sistema nazionale utilizzato fino agli anni '60 del '900; in questo sistema è ancora espressa una parte della CTR.

Vanno inoltre considerati i Sistemi Verticali nell'ambito dei quali sono definite le quote con contenuto fisico relative al territorio nazionale, in parte connessi con i Sistemi suddetti, in particolare con quelli storici che non contemplano la componente altimetrica riferita all'ellissoide.

¹ www.epsg.org

Al momento dell'introduzione dei dati in un software GIS che contiene il database EPSG, è necessario specificare il corretto codice identificativo del Sistema di Riferimento al quale i dati appartengono. Considerato che nel data set sono presenti numerosi sistemi con descrizioni non sempre del tutto rigorose o complete, si ritiene opportuno elencare, dettagliandoli, gli identificatori più opportuni da utilizzare per i Sistemi di interesse nazionale sopraelencati. L'esatta identificazione del sistema è indispensabile anche per consentire al software l'esecuzione di corrette trasformazioni fra i sistemi, con funzionalità del tipo "riproiezioni al volo". In merito a tali trasformazioni, si sottolinea l'opportunità di trasferire nel sistema ufficiale nazionale ETRF2000 all'epoca 2008.0 (indicato nei documenti EPSG con il nome "RDN2008") i dati acquisiti nel passato nei riferimenti locali e non viceversa. L'impiego del sistema ETRF2000 all'epoca 2008.0 è infatti un obbligo per la Pubblica Amministrazione, sancito dal decreto ministeriale 10 novembre 2011², oltre ad essere indicato nella direttiva europea INSPIRE (Technical Guidelines Annex I – D2.8.I.1).

1. Dati appartenenti alla realizzazione ETRF2000 all'epoca 2008.0 del Sistema di Riferimento Geodetico ETRS89

Questo Sistema è stato implementato dall'EPSG nel gennaio 2014, a seguito di una specifica richiesta dell'IGM, ed è stato inserito nel data set con i seguenti identificatori³:

<i>Name</i>	<i>Identifier</i>	<i>CRS kind</i>	<i>CS Axes</i>
RDN2008	6704	geocentric	X,Y, Z
RDN2008	6705	3D geographic	φ, λ, h
RDN2008	6706	2D geographic	φ, λ
RDN2008 / UTM zone 32N (N-E)	6707	Projected	Nord, Est
RDN2008 / UTM zone 33N (N-E)	6708	Projected	Nord, Est
RDN2008 / UTM zone 34N (N-E)	6709	Projected	Nord, Est
RDN2008 / Italy zone (N-E)	6875	Projected	Nord, Est
RDN2008 / Zone 12 (N-E)	6876	Projected	Nord, Est

La proiezione "Italy zone" si riferisce ad un sistema cartografico, denominato "Fuso Italia"⁴, introdotto nel 2003 per superare le problematiche derivanti dalla discontinuità che caratterizza i fusi tradizionali quando si trattano dati relativi all'intero territorio nazionale.

Il sistema "Zone 12" si riferisce ad un sistema cartografico, denominato "Fuso 12"⁵, introdotto nel 2013 per superare i problemi di discontinuità che si incontrano nel trattamento di dati relativi ad aree poste a cavallo del meridiano 12° Est da Greenwich, e quindi ricadenti in ambedue i fusi tradizionali: 32 e 33.

² Pubblicato in Gazzetta Ufficiale n. 48 del 27/02/2012 - Supplemento ordinario n. 37.

³ In realtà i nomi dei sistemi proiettati introdotti nel 2014 sono leggermente differenti, i nomi qui riportati sono quelli attualmente in uso, modificati a seguito delle aggiunte introdotte nel Marzo 2016 di cui si dirà nel seguito.

⁴ V. Cima, R. Maseroli, L. Surace "Il processo di georeferenziazione dal telerilevamento ai GIS" – Atti della 7ª Conferenza nazionale ASITA, Verona, 28-31 ottobre 2003.

⁵ V. Achilli, M. Fabris, A. Menin, G. Targa, M. De Gennaro, P. Milan, U. Trivelloni, A. Zampieri, L. Baroni, R. Maseroli "Il problema della discontinuità fra fusi cartografici: una soluzione pensata per la Regione Veneto utilizzabile anche in altre realtà" – Atti della 17ª Conferenza Nazionale ASITA, Riva del Garda, 5-7 novembre 2013.

Al fine di ampliare la possibilità di soddisfare le esigenze di trattamento dei dati geografici, in particolare per facilitare l'uso di alcune moderne librerie nella gestione dei file geografici nei quali l'ordine delle coordinate non è imposto dal formato stesso, nel Marzo 2016 è stata richiesta ed ottenuta l'implementazione in EPSG di ulteriori 5 sistemi proiettati, in realtà identici a quelli già presenti, ma con l'ordine delle coordinate invertito: prima la Est e poi la Nord, come specificato nella tabella sottostante.

<i>Name</i>	<i>Identifier</i>	<i>CRS kind</i>	<i>CS Axes</i>
RDN2008 / UTM zone 32N	7791	Projected	Est, Nord
RDN2008 / UTM zone 33N	7792	Projected	Est, Nord
RDN2008 / UTM zone 34N	7793	Projected	Est, Nord
RDN2008 / Italy zone (E-N)	7794	Projected	Est, Nord
RDN2008 / Zone 12 (E-N)	7795	Projected	Est, Nord

Come sistemi proiettati dell'RDN2008 si consiglia l'uso di quest'ultimi, che risultano più rispondenti alle necessità delle moderne procedure di elaborazione.

2. Dati appartenenti alla realizzazione ETRF89 del Sistema di Riferimento Geodetico ETRS89

I codici più opportuni per indicare la particolare realizzazione relativa al territorio nazionale della realizzazione europea ETRF89, materializzata dalla rete IGM95 compensata nel 1996, sono quelli riportati nella seguente tabella.

<i>Name</i>	<i>Identifier</i>	<i>CRS kind</i>	<i>CS Axes</i>
IGM95	4982	geocentric	X, Y, Z
IGM95	4983	3D geographic	φ, λ, h
IGM95	4670	2D geographic	φ, λ
IGM95 / UTM zone 32N	3064	Projected	Est, Nord
IGM95 / UTM zone 33N	3065	Projected	Est, Nord
IGM95 / UTM zone 34N	9716	Projected	Est, Nord
ETRS89 / LCC Europe (*)	3034	Projected	Nord, Est
ETRS89 / LAEA Europe (*)	3035	Projected	Nord, Est

(*): Questi due sistemi cartografici, attualmente poco diffusi in Italia, sono previsti dalla direttiva INSPIRE: il primo per la cartografia equivalente ed il secondo per le rappresentazioni a piccola scala (inferiori a 1:500000), e possono pertanto essere di qualche interesse nella condivisione di dati in ambito Europeo.

Nella versione precedente di questa nota, pubblicata a marzo 2016, si sconsigliava per l'ETRF89 italiano l'uso dei codici EPSG con identificativo IGM95, poiché legati ad una definizione del datum non del tutto corretta, indicando come più opportuni quelli nominati ETRS89 riportati nella sottostante tabella. Nel frattempo le imprecisioni presenti nel datum sono state corrette, in particolare dalla versione del database EPSG 10.008, e risulta quindi oggi più opportuno l'utilizzo dei sistemi nominati IGM95 che identificano la particolare realizzazione italiana dell'ETRF89, invece che quella generica europea.

<i>Name</i>	<i>Identifier</i>	<i>CRS kind</i>	<i>CS Axes</i>
ETRS89	4936	geocentric	X,Y, Z
ETRS89	4937	3D geographic	φ, λ, h
ETRS89	4258	2D geographic	φ, λ
ETRS89/UTM zone 32N	25832	Projected	Nord, Est
ETRS89/UTM zone 33N	25833	Projected	Nord, Est
ETRS89/UTM zone 34N	25834	Projected	Nord, Est
ETRS89 / LAEA Europe (*)	3035	Projected	Nord, Est
ETRS89 / LCC Europe (*)	3034	Projected	Nord, Est

Si evidenzia che per i dati prodotti fino ad oggi seguendo le indicazioni della precedente versione della presente nota, cioè etichettati come sistema ETRS89, non è indispensabile procedere all'aggiornamento dei codici, poiché l'identificazione del Riferimento rimane comunque coerente.

3. Dati appartenenti al Sistema di Riferimento Geodetico ED50

E' opportuno utilizzare gli identificatori riportati nella seguente tabella.

<i>Name</i>	<i>Identifier</i>	<i>CRS kind</i>	<i>CS Axes</i>
ED50	4230	2D geographic	φ, λ
ED50/UTM zone 32N	23032	Projected	Est, Nord
ED50/UTM zone 33N	23033	Projected	Est, Nord
ED50/UTM zone 34N	23034	Projected	Est, Nord

4. Dati appartenenti al Sistema di Riferimento Geodetico ROMA40

Per i dati che presentano le longitudini correttamente espresse rispetto al meridiano di Roma Monte Mario, sono presenti i seguenti identificatori:

<i>Name</i>	<i>Identifier</i>	<i>CRS kind</i>	<i>CS Axes</i>
Monte Mario (Rome)	4806	2D geographic	φ, λ
Monte Mario (Rome) / Italy zone 1	26591	Projected	Est, Nord
Monte Mario (Rome) / Italy zone 2	26592	Projected	Est, Nord

Si sconsiglia l'utilizzo dei Sistemi proiettati riportati in colore grigio nella sovrastante tabella, riferiti rispettivamente al fuso Ovest (Italy zone 1) ed al Fuso Est (Italy zone 2), poiché deprecati dalla commissione geodetica IOGP e sostituiti da quelli indicati nel seguito.

Nell'impiego del Sistema di Riferimento Geodetico ROMA40 risulta spesso opportuno riferire le longitudini al meridiano di Greenwich, per le agevolazioni che questo comporta nei confronti con i sistemi globali. Lo spostamento dell'origine si ottiene semplicemente sommando alle longitudini, espresse rispetto al meridiano di Roma Monte Mario, la costante $12^{\circ} 27' 08.400''$. In tal caso i codici del data set EPSG sono i seguenti:

<i>Name</i>	<i>Identifier</i>	<i>CRS kind</i>	<i>CS Axes</i>
Monte Mario	4265	2D geographic	φ, λ
Monte Mario / Italy zone 1	3003	Projected	Est, Nord
Monte Mario / Italy zone 2	3004	Projected	Est, Nord

Le proiezioni Italy zone 1 e Italy zone 2 corrispondono rispettivamente ai fusi Ovest e Est. Si noti che la costante aggiunta ai valori di longitudine non influenza la proiezione in coordinate piane (fusi Ovest ed Est), i cui codici possono quindi essere utilizzati al posto di quelli deprecati di cui sopra.

5. Dati appartenenti ad altri Sistemi di Riferimento

Oltre ai quattro Sistemi Geodetici di Riferimento trattati, il DM 10 novembre 2011 riporta, nel documento relativo alle regole tecniche per la definizione del contenuto del Repertorio Nazionale dei dati territoriali, una ulteriore famiglia di codici EPSG (vedasi il paragrafo 3.4.8.3 MD_ReferenceSystemCode – Codici EPSG):

<i>Name</i>	<i>Identifier</i>	<i>CRS kind</i>	<i>CS Axes</i>
WGS 84	4978	geocentric	X, Y, Z
WGS 84	4979	3D geographic	φ, λ, h
WGS 84	4326	2D geographic	φ, λ
WGS 84 / UTM zone 32N	32632	Projected	Est, Nord
WGS 84 / UTM zone 33N	32633	Projected	Est, Nord
WGS 84 / UTM zone 34N	32634	Projected	Est, Nord

Questi codici si riferiscono al sistema globale WGS84, spesso erroneamente confuso con il Riferimento ETRF89 in uso in Italia dal 1996 al 2008. Si sottolinea che i codici relativi al sistema WGS84, sebbene abbiano avuto negli scorsi anni una notevole diffusione anche all'interno della Pubblica Amministrazione, non devono essere in nessun caso utilizzati per i dati relativi al territorio nazionale, neanche quando i dati stessi riportano, all'interno dei loro metadati, una generica indicazione al datum "WGS84". **Le uniche versioni del Sistema Globale adottate in Italia sono infatti costituite dalle realizzazioni ETRF89 e ETRF2000 del Sistema ETRS89.**

6. Sistemi di Riferimento Verticali

Per quanto riguarda la componente altimetrica che esprime quote con significato fisico, riferite cioè alla superficie del geoide, l'Italia ha definito nel tempo i seguenti 4 Sistemi di Riferimento:

- Genova 1942, per il territorio peninsulare;
- Catania 1965, per la Sicilia;
- Cagliari 1956, per la Sardegna;
- Lampedusa 2005, per le isole Pelagie.

I primi 3 Sistemi elencati sono ora presenti nel database EPSG con i seguenti identificativi:

<i>Name</i>	<i>Identifier</i>	<i>CRS kind</i>	<i>CS Axes</i>
Genova 1942 height	5214	vertical	H
Catania 1965 height	9721	vertical	H
Cagliari 1956 height	9722	vertical	H

Non è stato ad oggi considerato il sistema "Lampedusa 2005" istituito nel 2010 per il territorio delle isole Pelagie.

A seguito di compensazioni delle linee di livellazione che, valicando i confini nazionali, si estendono in gran parte del territorio europeo, l'EUREF (European Reference Frame) ha istituito un Sistema Altimetrico continentale (EVRS - European Vertical Reference System), che utilizza altezze normali riferite all'ellissoide GRS80. Ad oggi sono state rilasciate tre realizzazioni (EVRF - European Vertical Reference Frame) del Sistema EVRS: EVRF2000, EVRF2007 e EVRF2019, quest'ultima ancora in fase di distribuzione. In Italia l'introduzione delle altezze normali, da affiancare eventualmente alle quote ufficiali nazionali, è ancora in fase di valutazione. Per i codici relativi alle quote europee, attualmente non utilizzate in Italia, si rimanda al già citato sito dell'EPSG.

7. Sistemi di Riferimento Misti

Dato che la maggior parte delle descrizioni del territorio realizzate tramite GIS utilizzano Sistemi di Riferimento misti, nei quali cioè la posizione planimetrica dei punti è espressa in una delle realizzazioni del sistema ETRS89, mentre la componente verticale è espressa in uno dei sistemi verticali elencati al paragrafo 6, i gestori del Geodetic Parameter Dataset hanno ritenuto opportuno considerare tali realtà, definendo alcuni Sistemi Misti indicati come "compound". I sistemi "compound" attualmente presenti nel database EPSG sono elencati nella seguente tabella.

<i>Name</i>	<i>Identifier</i>	<i>CRS kind</i>	<i>CS Axes</i>
ETRS89 + Genova 1942 height	9723	compound	φ, λ, H
ETRS89 + Catania 1965 height	9724	compound	φ, λ, H
ETRS89 + Cagliari 1956 height	9725	compound	φ, λ, H

8. Codici per la trasformazione fra i Sistemi di Riferimento

Ai fine di rendere agevole il passaggio fra i Riferimenti Geodetici suddetti e nel contempo di garantire la correttezza dei risultati, l'IGM ha pubblicato nel recente passato i dati necessari alle trasformazioni, sotto forma di griglie a passo regolare, rese disponibili sia in un formato proprietario, accettato dai software VERTO, sia nel diffuso formato NTv2. Le trasformazioni effettuate utilizzando le griglie nel formato NTv2 sono state considerate nel Geodetic Parameter Dataset dell'EPSG che le ha classificate con specifici codici.

Si riportano nelle seguenti tabelle i codici relativi alle trasformazioni, rimandando direttamente al sito EPSG per i dettagli riguardanti i fornitori delle griglie, le precisioni che le caratterizzano e le note sull'applicabilità.

Trasformazioni tra Sistemi Ellissoidici

<i>Name</i>	<i>Identifier</i>	<i>Sistema Origine</i>	<i>Sistema Target</i>
Monte Mario to ED50	9732	4265	4230
Monte Mario to IGM95	9733	4265	4670
Monte Mario to RDN2008	9734	4265	6706
ED50 to IGM95	9735	4230	4670
ED50 to RDN2008	9736	4230	6706
IGM95 to RDN2008	9737	4670	6706

Trasformazioni che riguardano Sistemi Altimetrici o Misti

<i>Name</i>	<i>Identifier</i>	<i>Sistema Origine</i>	<i>Sistema Target</i>
Genoa 1942 height to EVRF2000 height	5213	5214	5730
Genoa 1942 height to EVRF2007 height	5215	5214	5621
Genoa 1942 height to EVRF2000 height	5216	5214	5730
Genoa 1942 height to EVRF2007 height	5217	5214	5621
Genoa 1942 height to Catania 1965 height	9726	5214	9721
ETRS89 to Genoa 1942 height	9727	4937	5214
ETRS89 to Cagliari 1956 height	9728	4937	9722
ETRS89 to ETRS89 + Genoa 1942 height	9729	4937	9723
ETRS89 to ETRS89 + Cagliari 1956 height	9730	4937	9725
Genoa 1942 height to EVRF2000 height	9750	4937	9721

9. Utilizzo dei file *.PRJ

Un insieme di dati geografici deve comunque essere accompagnato dall'indicazione del Sistema Geodetico a cui i dati stessi appartengono. Se i dati, come avviene molto frequentemente, sono espressi nel formato shapefile, le informazioni relative al Sistema di Riferimento sono contenute in un file ausiliario con estensione prj. Normalmente i software GIS producono tali file al momento del salvataggio degli shapefile. Per sopperire alla loro eventuale mancanza, ad esempio a seguito di una trasformazione in un diverso Sistema di Riferimento, si allegano alla presente nota i file correttamente compilati per i Sistemi più frequentemente utilizzati in Italia, denominati con il codice EPSG del Sistema a cui si riferiscono. Per l'utilizzo è ovviamente necessario modificare il nome del file per renderlo uguale a quello degli altri nello stesso shapefile.