

# Antecedents i Mètode pel Canvi al Sistema de Referència ETRS89



# Índex

- Conceptes geodèsics
- ED50
- ETRS89 des d'estacions permanents
- ETRS89 des de campanyes d'observació
- Promotors i justificació d'ETRS89
- RD 1071/2007
- Mètodes de transformació
- Elecció del model matemàtic idoni per l'àmbit de l'ICC
- Oficialització i distribució de la transformació
- Transformació IGN
- Sistema de referència altimètric i models de geoide
- Conclusions

# Índex

- Conceptes geodèsics
- ED50
- ETRS89 des d'estacions permanents
- ETRS89 des de campanyes d'observació
- Promotors i justificació d'ETRS89
- RD 1071/2007
- Mètodes de transformació
- Elecció del model matemàtic idoni per l'àmbit de l'ICC
- Oficialització i distribució de la transformació
- Transformació IGN
- Sistema de referència altimètric i models de geoide
- Conclusions

# Sistema de coordenades

- Creació artificial per permetre la definició analítica d'un objecte o d'un fenomen.
  - Sistemes cartesianes
  - Sistemes curvilinis
  - ...
- Definir:

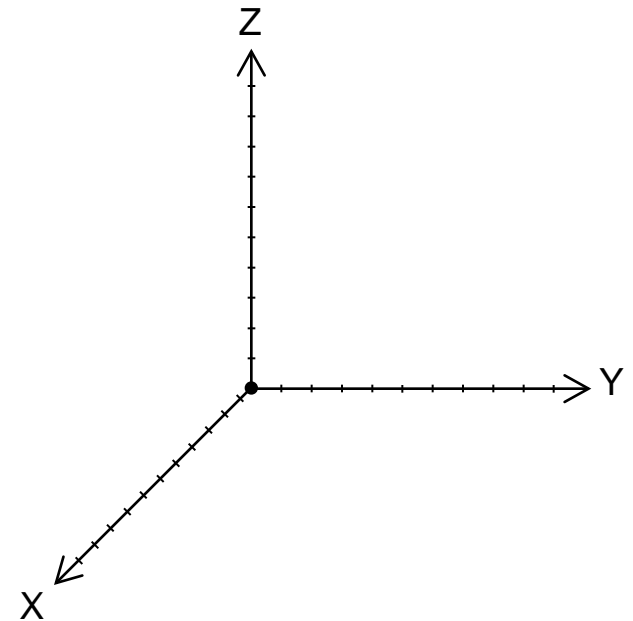
# Sistema de coordenades

- Creació artificial per permetre la definició analítica d'un objecte o d'un fenomen.
  - Sistemes cartesianes
  - Sistemes curvilinis
  - ...
- Definir:
  - Un punt fix, origen del sistema.

•

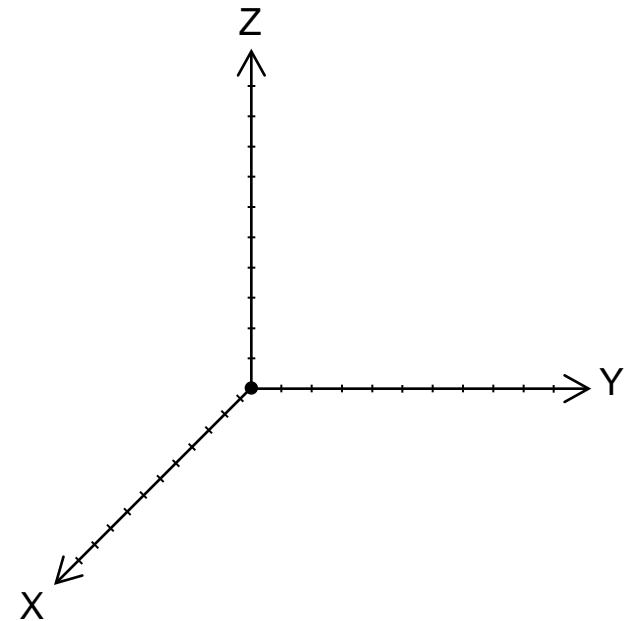
# Sistema de coordenades

- Creació artificial per permetre la definició analítica d'un objecte o d'un fenomen.
  - Sistemes cartesianes
  - Sistemes curvilinis
  - ...
- Definir:
  - Un punt fix, origen del sistema.
  - Tres vectors ortonormals.



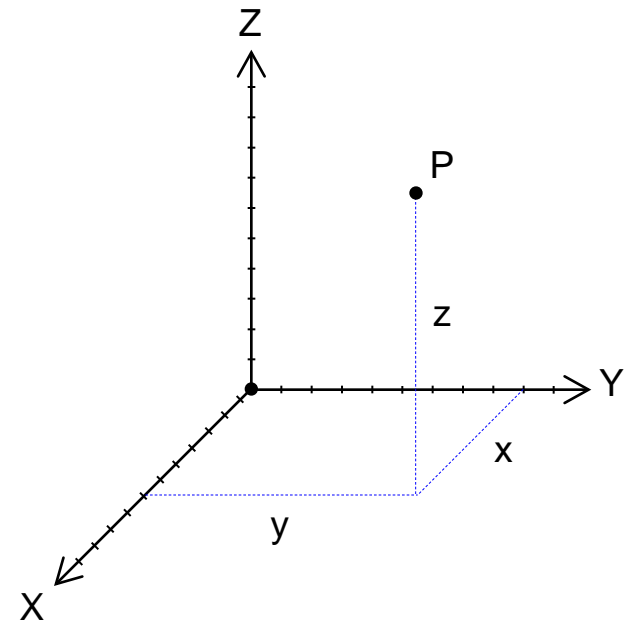
# Sistema de coordenades

- Creació artificial per permetre la definició analítica d'un objecte o d'un fenomen.
  - Sistemes cartesianes
  - Sistemes curvilinis
  - ...
- Definir:
  - Un punt fix, origen del sistema.
  - Tres vectors ortonormals.
  - Un tipus de coordenades.



# Sistema de coordenades

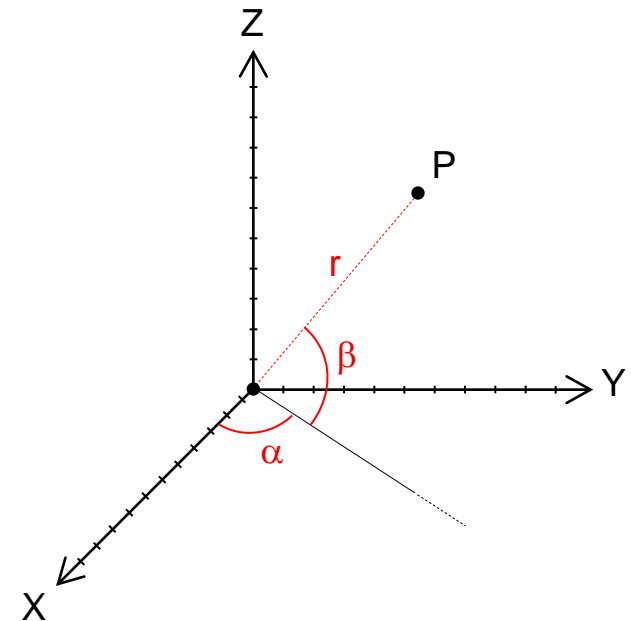
- Creació artificial per permetre la definició analítica d'un objecte o d'un fenomen.
  - Sistemes cartesianes
  - Sistemes curvilinis
  - ...
- Definir:
  - Un punt fix, origen del sistema.
  - Tres vectors ortonormals.
  - Un tipus de coordenades.
    - **Cartesianes (geocèntriques)**





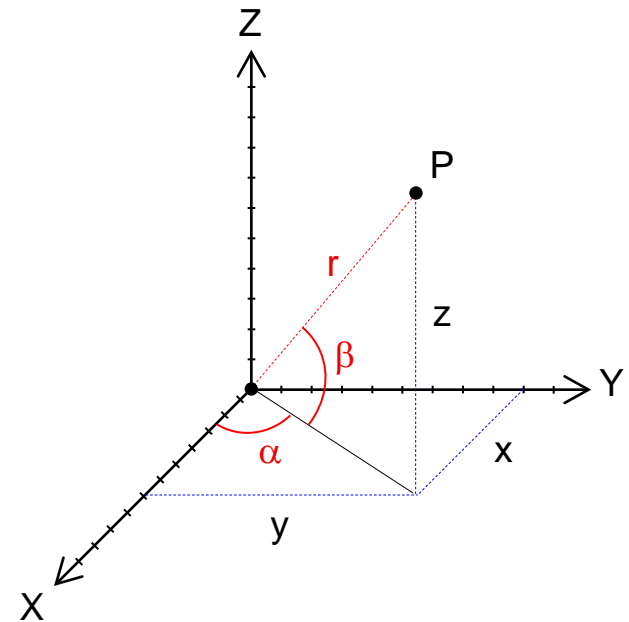
# Sistema de coordenades

- Creació artificial per permetre la definició analítica d'un objecte o d'un fenomen.
  - Sistemes cartesianes
  - Sistemes curvilinis
  - ...
- Definir:
  - Un punt fix, origen del sistema.
  - Tres vectors ortonormals.
  - Un tipus de coordenades.
    - Cartesianes (geocèntriques)
    - **Curvilínies (geodèsiques)**
    - ...



# Sistema de coordenades

- Creació artificial per permetre la definició analítica d'un objecte o d'un fenomen.
  - Sistemes cartesianes
  - Sistemes curvilinis
  - ...
- Definir:
  - Un punt fix, origen del sistema.
  - Tres vectors ortonormals.
  - Un tipus de coordenades.
    - Cartesianes (geocèntriques)
    - Curvilínies (geodèsiques)
    - ...

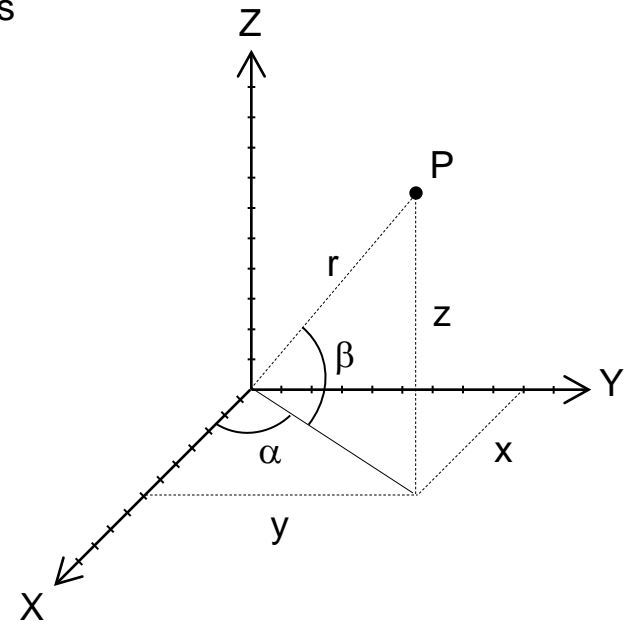


# Sistema de referència

- Paràmetres que defineixen un sistema de coordenades i el model funcional de les observacions.

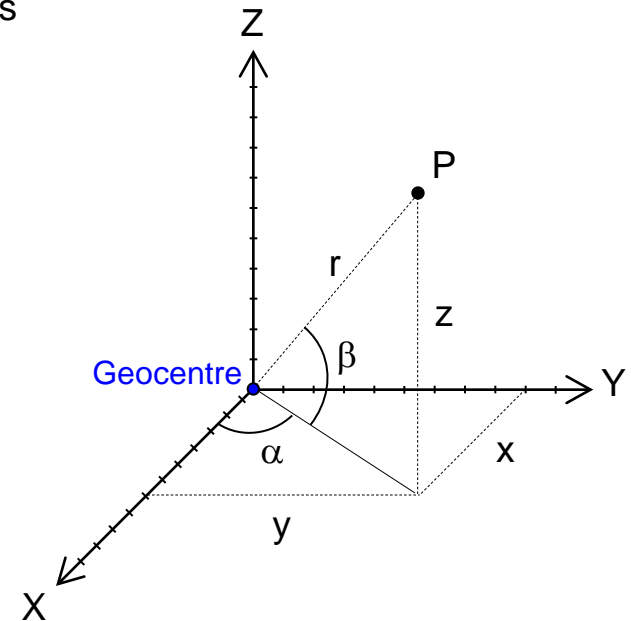
- ED50
- ETRS89
- WGS84...

- Definir:



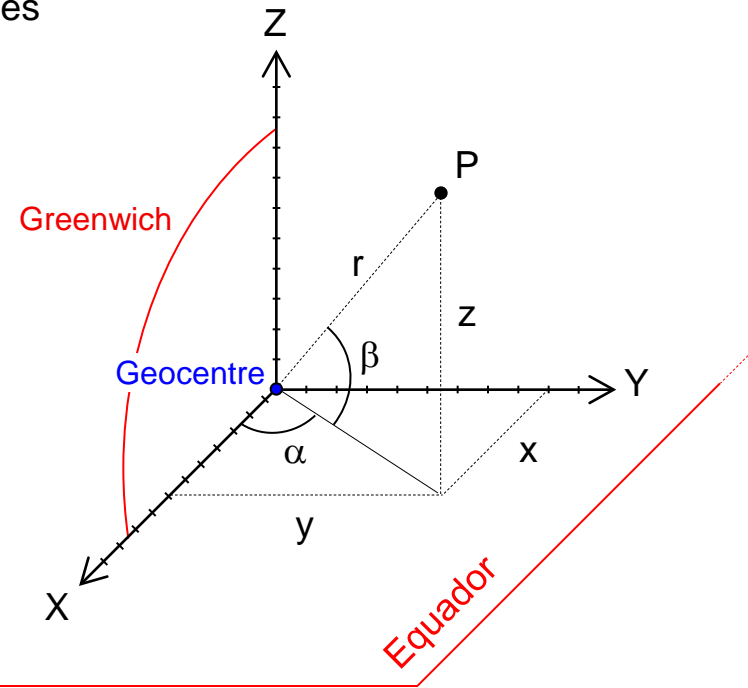
# Sistema de referència

- Paràmetres que defineixen un sistema de coordenades i el model funcional de les observacions.
  - ED50
  - ETRS89
  - WGS84...
- Definir:
  - **Un origen concret del sistema.**



# Sistema de referència

- Paràmetres que defineixen un sistema de coordenades i el model funcional de les observacions.
  - ED50
  - ETRS89
  - WGS84...
- Definir:
  - Un origen concret del sistema.
  - Una direcció a l'espai de tres eixos.



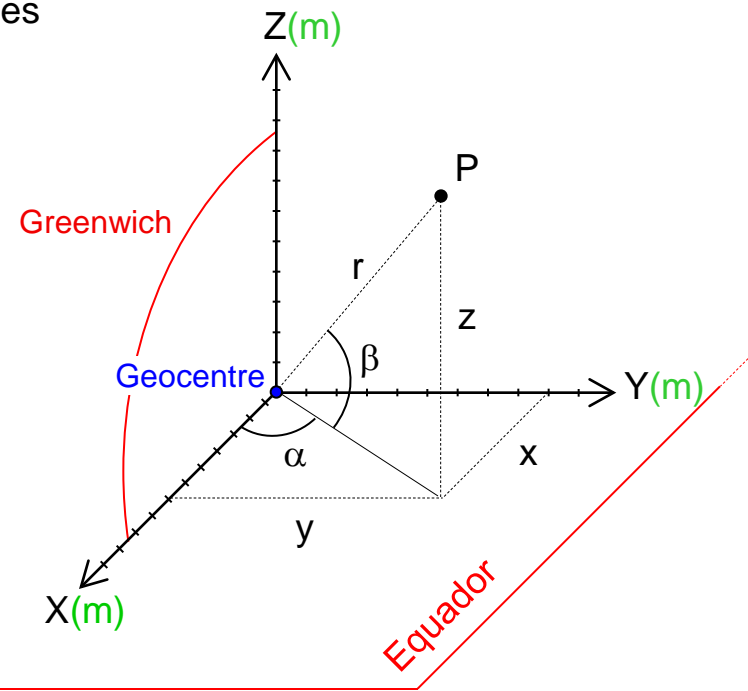
# Sistema de referència

- Paràmetres que defineixen un sistema de coordenades i el model funcional de les observacions.

- ED50
- ETRS89
- WGS84...

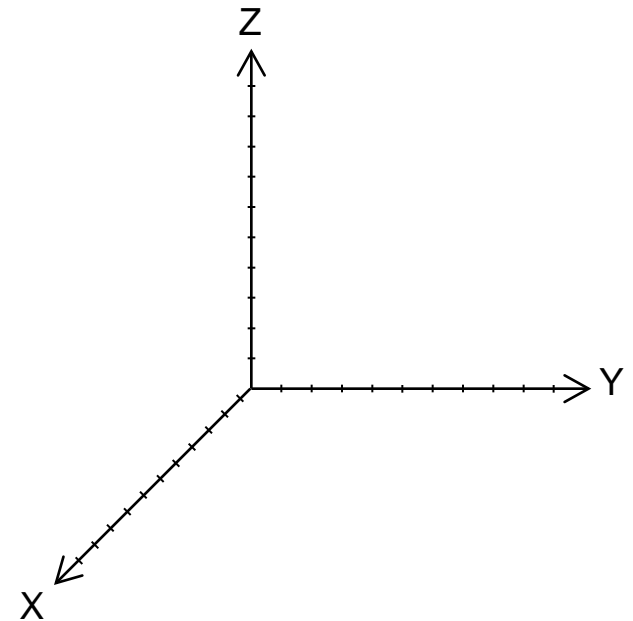
- Definir:

- Un origen concret del sistema.
- Una direcció a l'espai de tres eixos.
- Una mètrica.



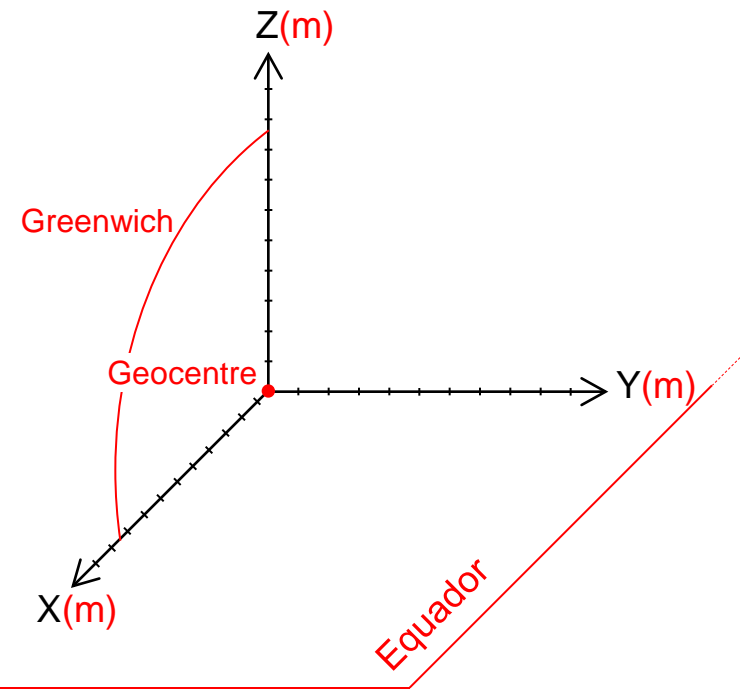
# Datum

- Conjunt mínim de paràmetres que permeten definir la forma única d'un sistema de referència.
  - Origen i orientació d'eixos
  - Conjunt de coordenades
  - Transformació entre sistemes
- Definir:



# Datum

- Conjunt mínim de paràmetres que permeten definir la forma única d'un sistema de referència.
  - Origen i orientació d'eixos
  - Conjunt de coordenades
  - Transformació entre sistemes
- Definir:
  - **Elements de la Terra**  
(sistema de referència explícit)





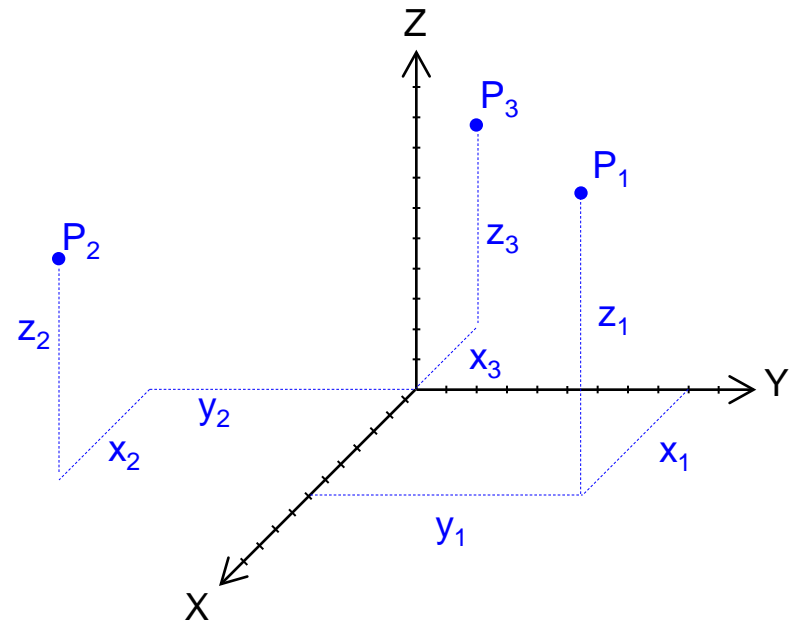
# Datum

- Conjunt mínim de paràmetres que permeten definir la forma única d'un sistema de referència.

- Origen i orientació d'eixos
- Conjunt de coordenades
- Transformació entre sistemes

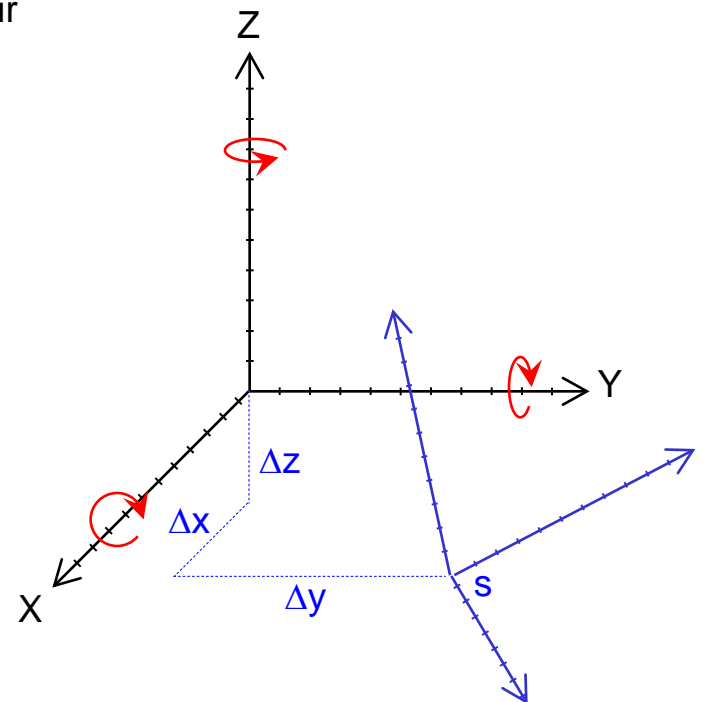
- Definir:

- Elements de la Terra  
(sistema de referència explícit)
- Marc de referència  
(datum implícit)



# Datum

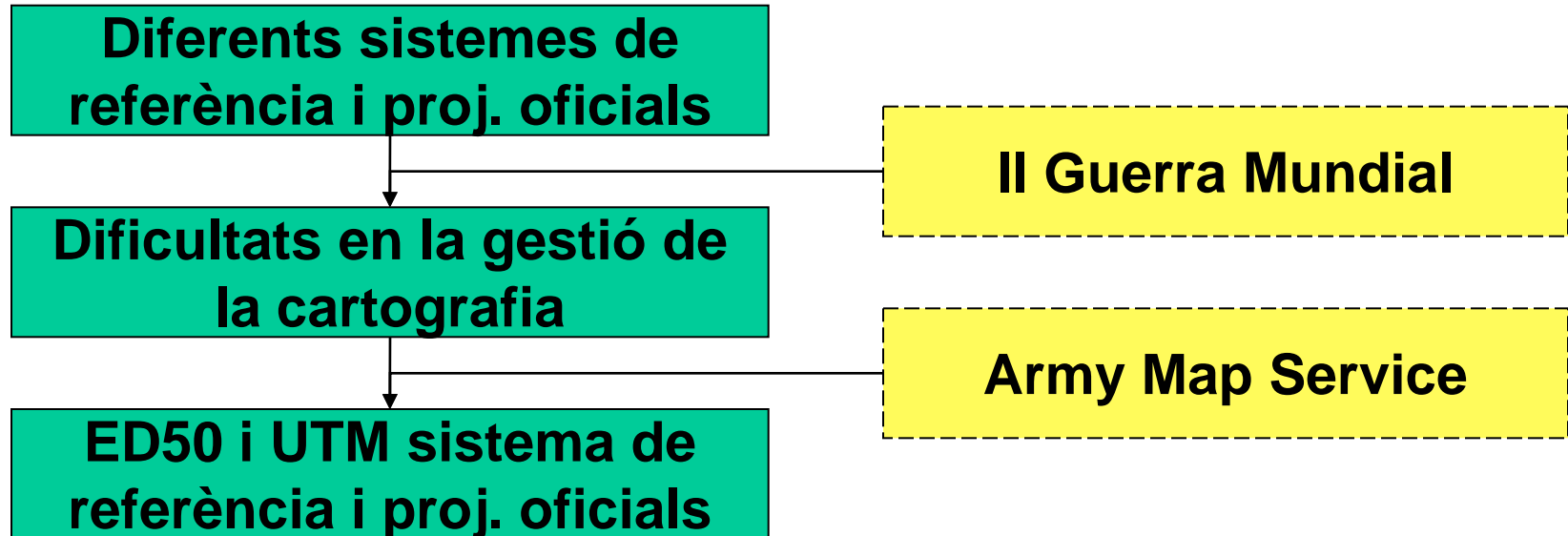
- Conjunt mínim de paràmetres que permeten definir la forma única d'un sistema de referència.
  - Origen i orientació d'eixos
  - Conjunt de coordenades
  - Transformació entre sistemes
- Definir:
  - Elements de la Terra  
(sistema de referència explícit)
  - Marc de referència  
(datum implícit)
  - Paràmetres de transformació



# Índex

- Conceptes geodèsics
- ED50
- ETRS89 des d'estacions permanents
- ETRS89 des de campanyes d'observació
- Promotors i justificació d'ETRS89
- RD 1071/2007
- Mètodes de transformació
- Elecció del model matemàtic idoni per l'àmbit de l'ICC
- Oficialització i distribució de la transformació
- Transformació IGN
- Sistema de referència altimètric i models de geoide
- Conclusions

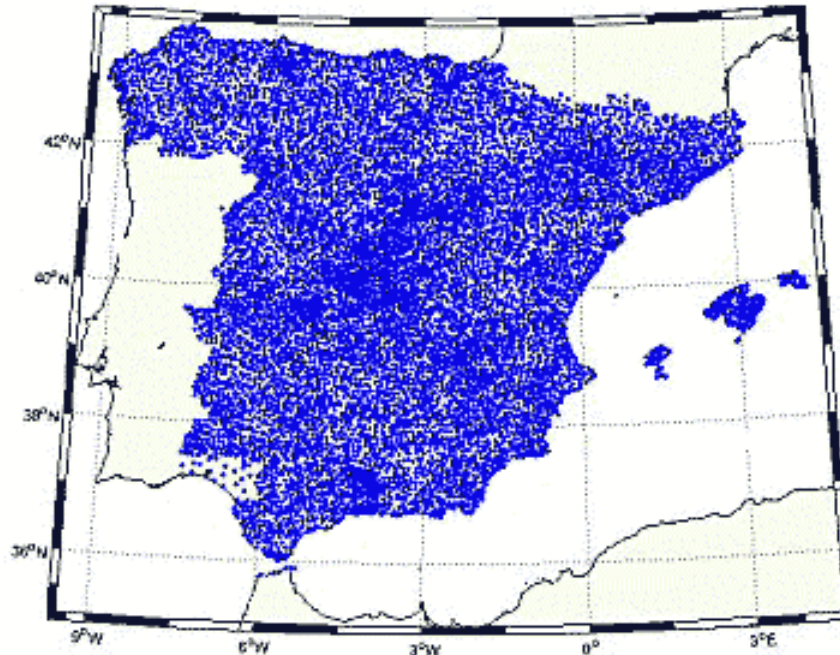
# ED50 a Europa



- Intent d'homogeneïtzació del sistema de referència europeu
- Us de les mesures geodèsiques de primer ordre en el càlcul
- Precisió entre 1 m en el centre d'Europa i 10 m en els extrems (càlcul AMS)
- Coherència entre 10 i 30 cm ( $1\sigma$ ) per Espanya (amb observacions clàssiques IGN)

# ED50 a Espanya

- ROI a nivell nacional (marc 'RED50')
- $\pm 11.000$  punts distribuïts per tota Espanya (amb observacions clàssiques)
- Precisió igual o millor de 30 centímetres



# ED50 a Catalunya

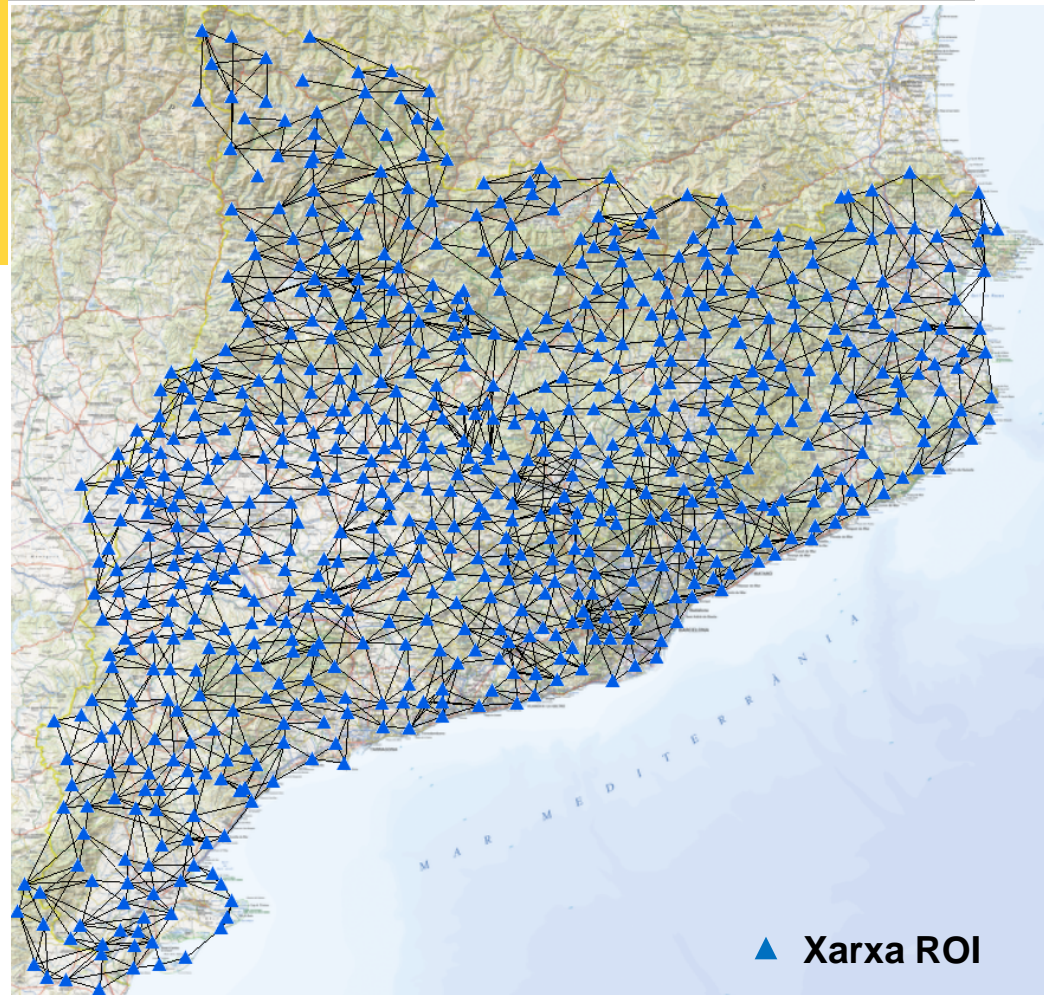
- Necessitats específiques

- Grans escales
- Línia de la costa
- Desplegament de la XU

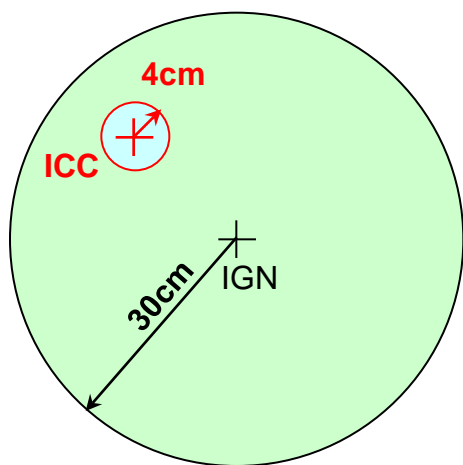
- Reobservació GPS de la ROI

- Ajust de la xarxa i transformació a ED50 i coherència de 4 cm ( $1\sigma$ )

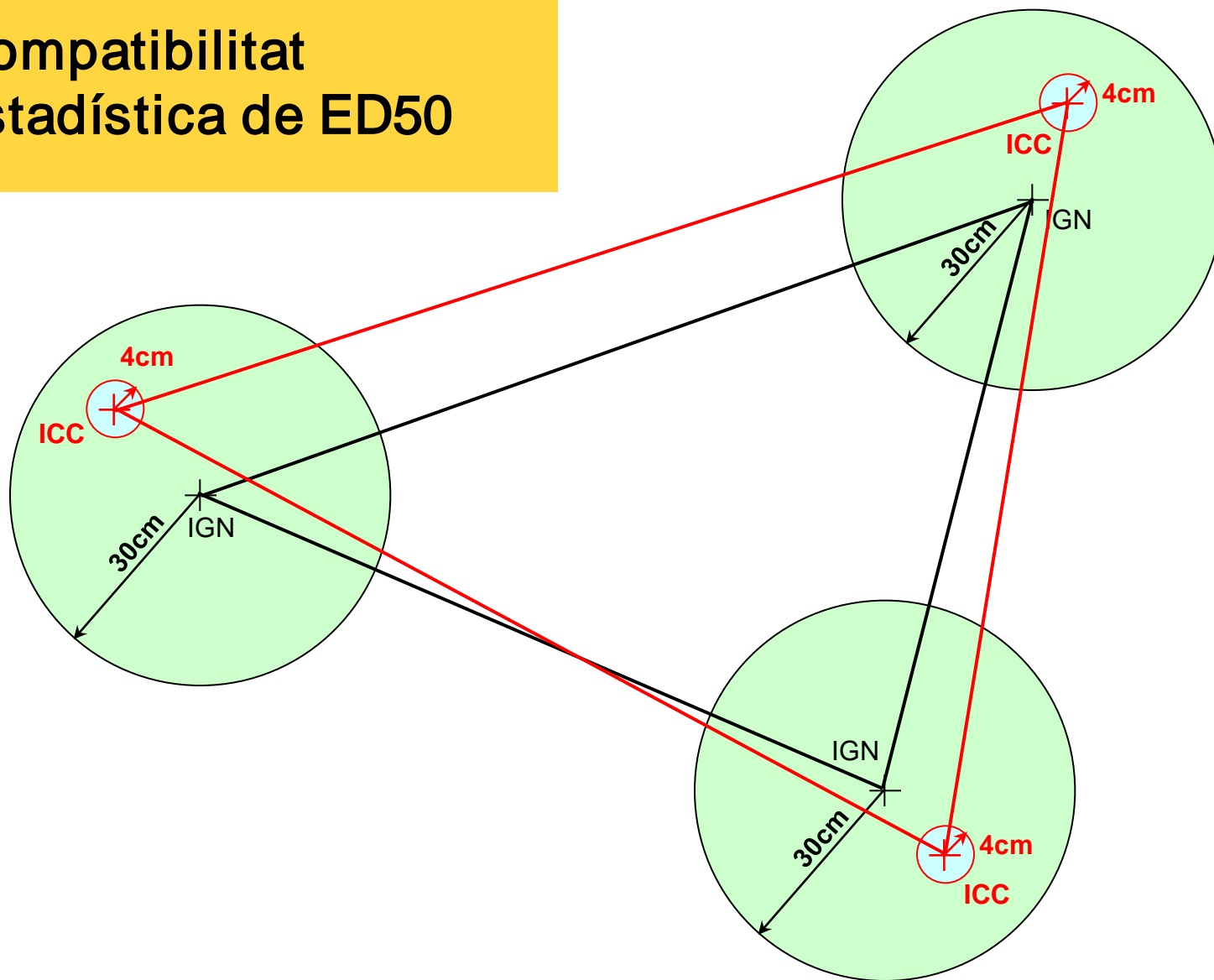
- Diferències amb la xarxa ROI a nivell nacional (estadísticament compatibles)



# Compatibilitat estadística de ED50



# Compatibilitat estadística de ED50

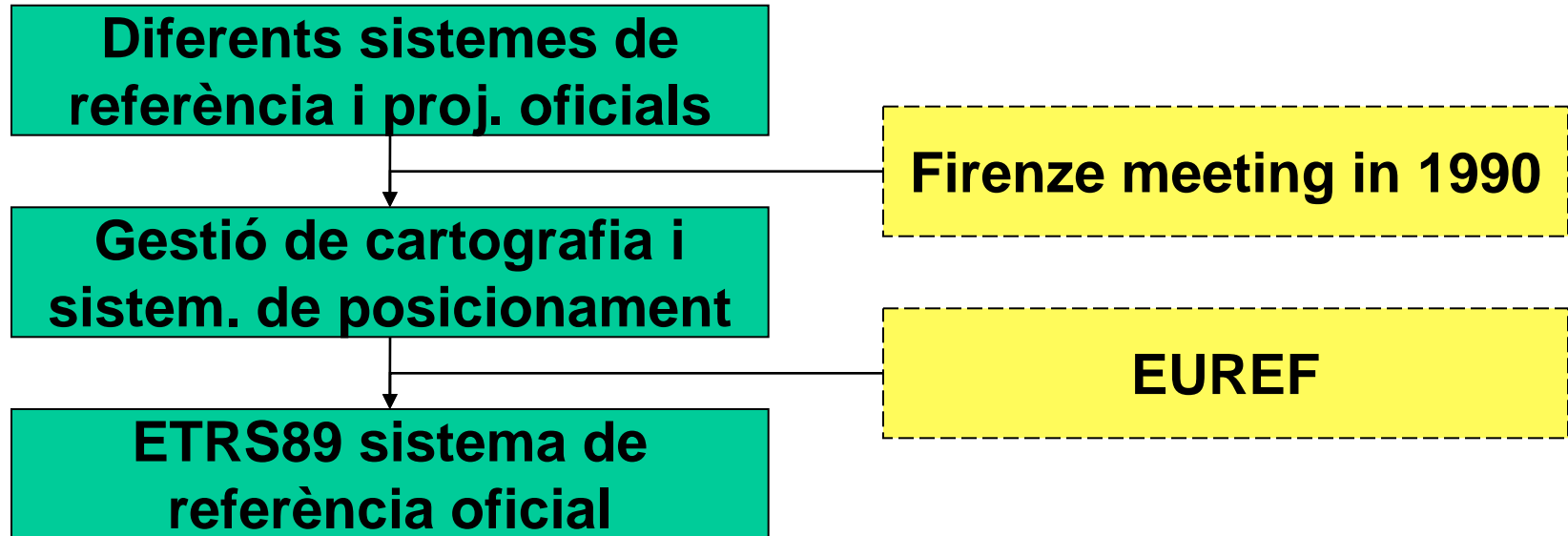




# Índex

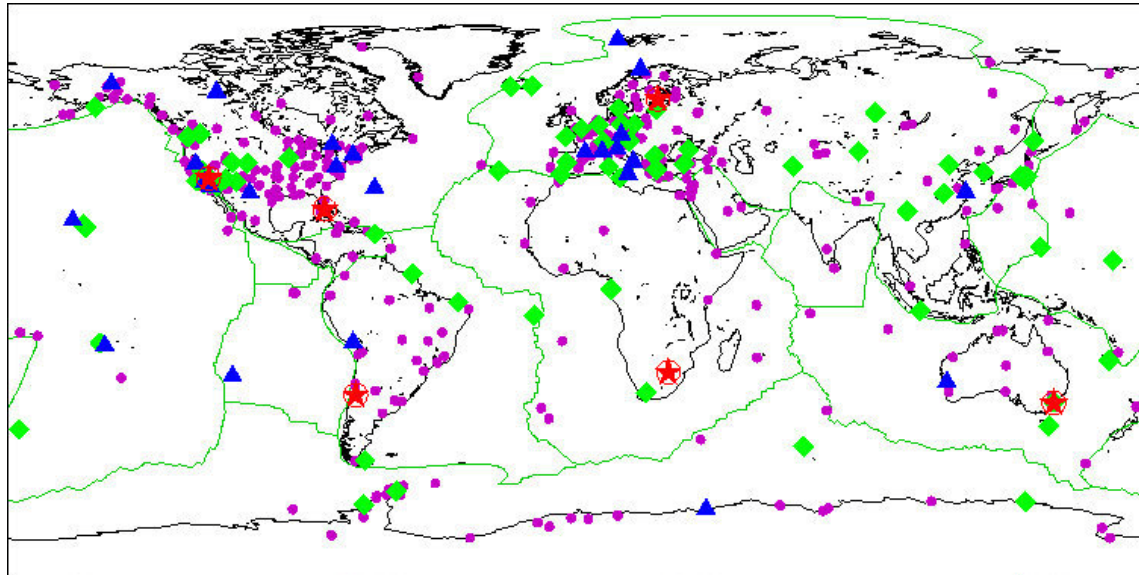
- Conceptes geodèsics
- ED50
- ETRS89 des d'estacions permanents
- ETRS89 des de campanyes d'observació
- Promotors i justificació d'ETRS89
- RD 1071/2007
- Mètodes de transformació
- Elecció del model matemàtic idoni per l'àmbit de l'ICC
- Oficialització i distribució de la transformació
- Transformació IGN
- Sistema de referència altimètric i models de geoide
- Conclusions

# ETRS89



- Intent d'homogeneïtzació del sistema de referència europeu
- Us de las mesures GPS, VLBI, SLR, DORIS en el càlcul
- Precisió inferior al centímetre en els marcs ETRFyy

# ITRF2000 – IGS (IAG)



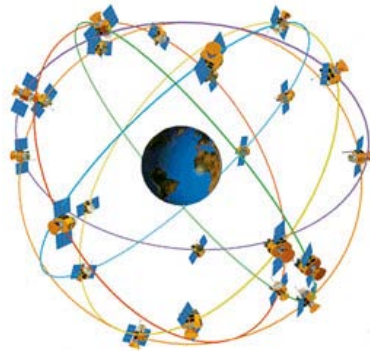
1

2

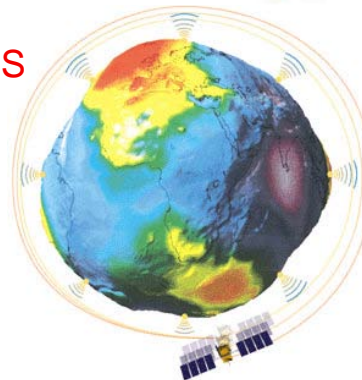
3

4

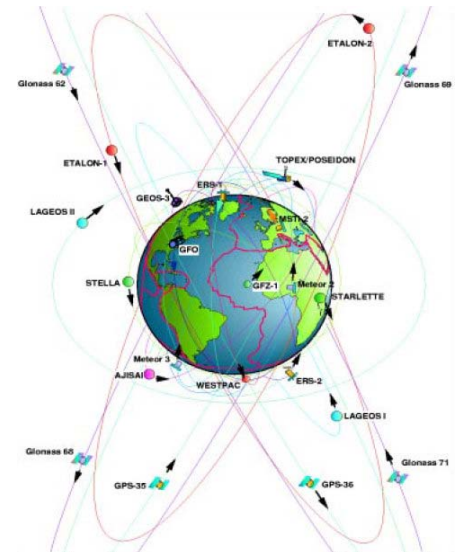
GPS



DORIS



SLR/LLR

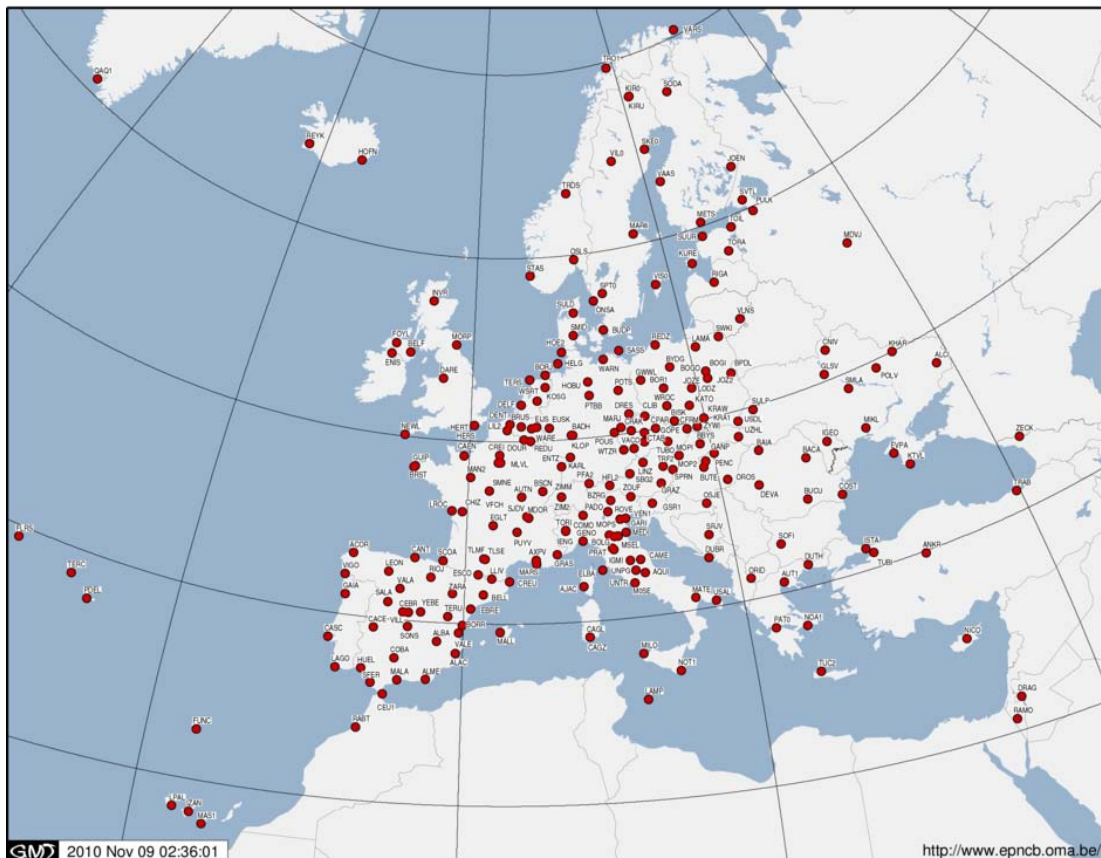


VLBI

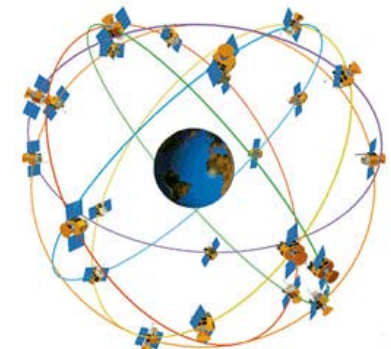


# ETRS89 – EPN (EUREF)

## ■ EUREF Permanent Tracking Network



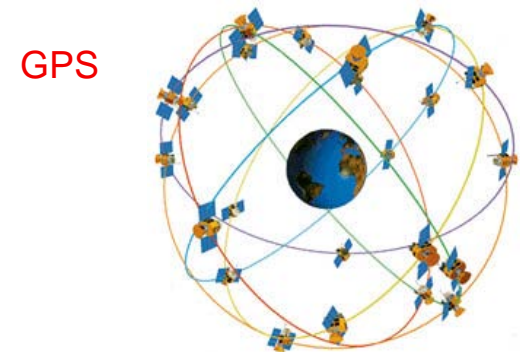
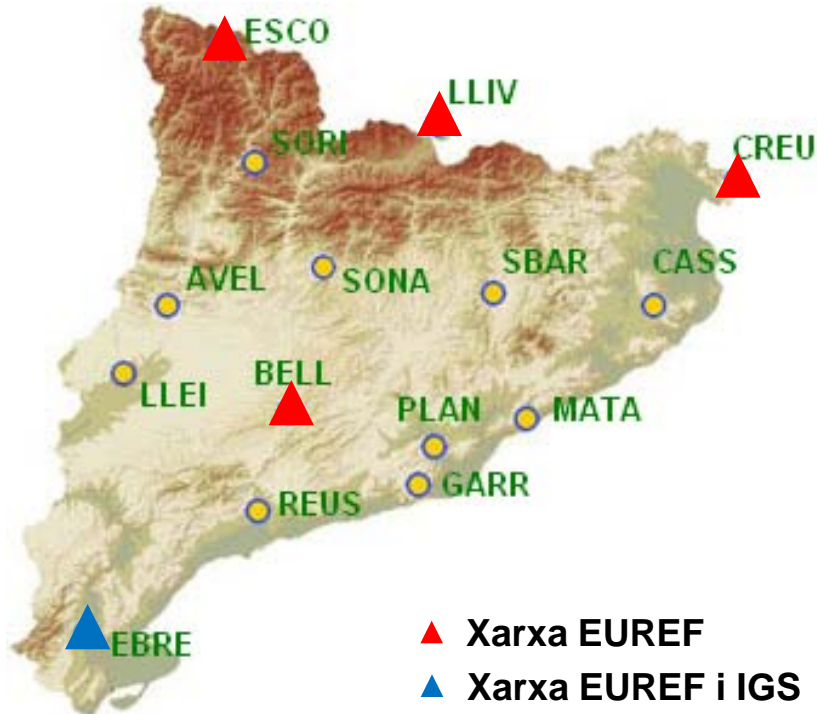
GNSS



# ETRS89 – CATNET (ICC)

## ■ CATNET

- 15 punts distribuïts per tot Catalunya
- Precisió igual o millor d'1 cm (amb camp de velocitats)

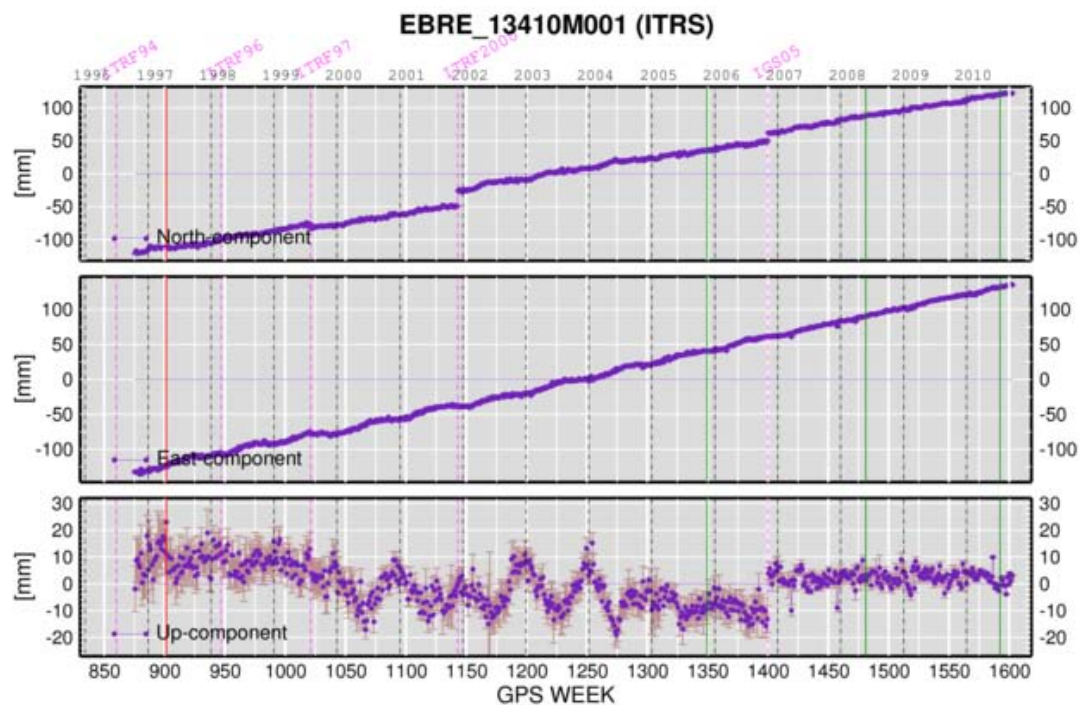


# Evolució de les coordenades - I

Xarxa d'estacions permanents CATNET



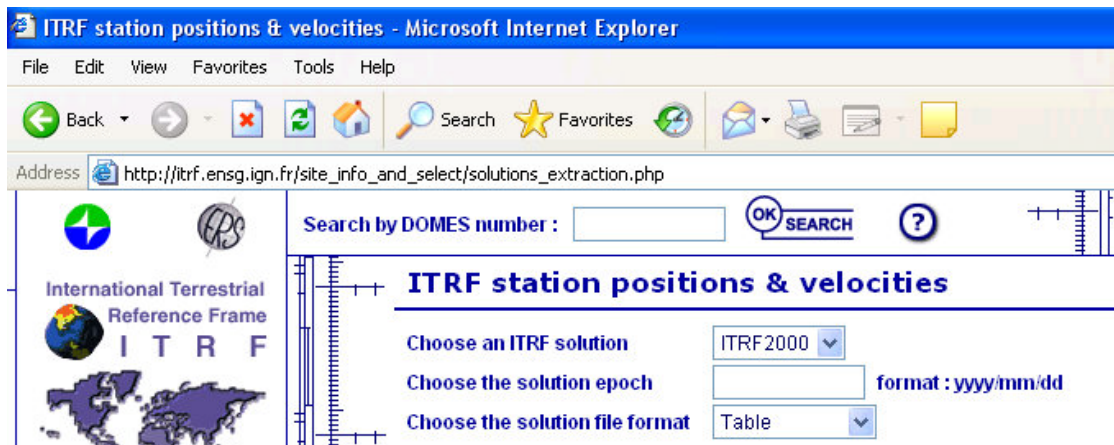
Sèrie temporal de l'estació EBRE (ITRS)



EPN CB

Wed Nov 3 08:00:05 2010

# Evolució de les coordenades - II



Obtenció de coordenades i velocitats en ITRF

DATA SET EXPRESSED IN ITRF2000 FRAME  
STATION POSITIONS AND VELOCITIES AT EPOCH 2001/09/21

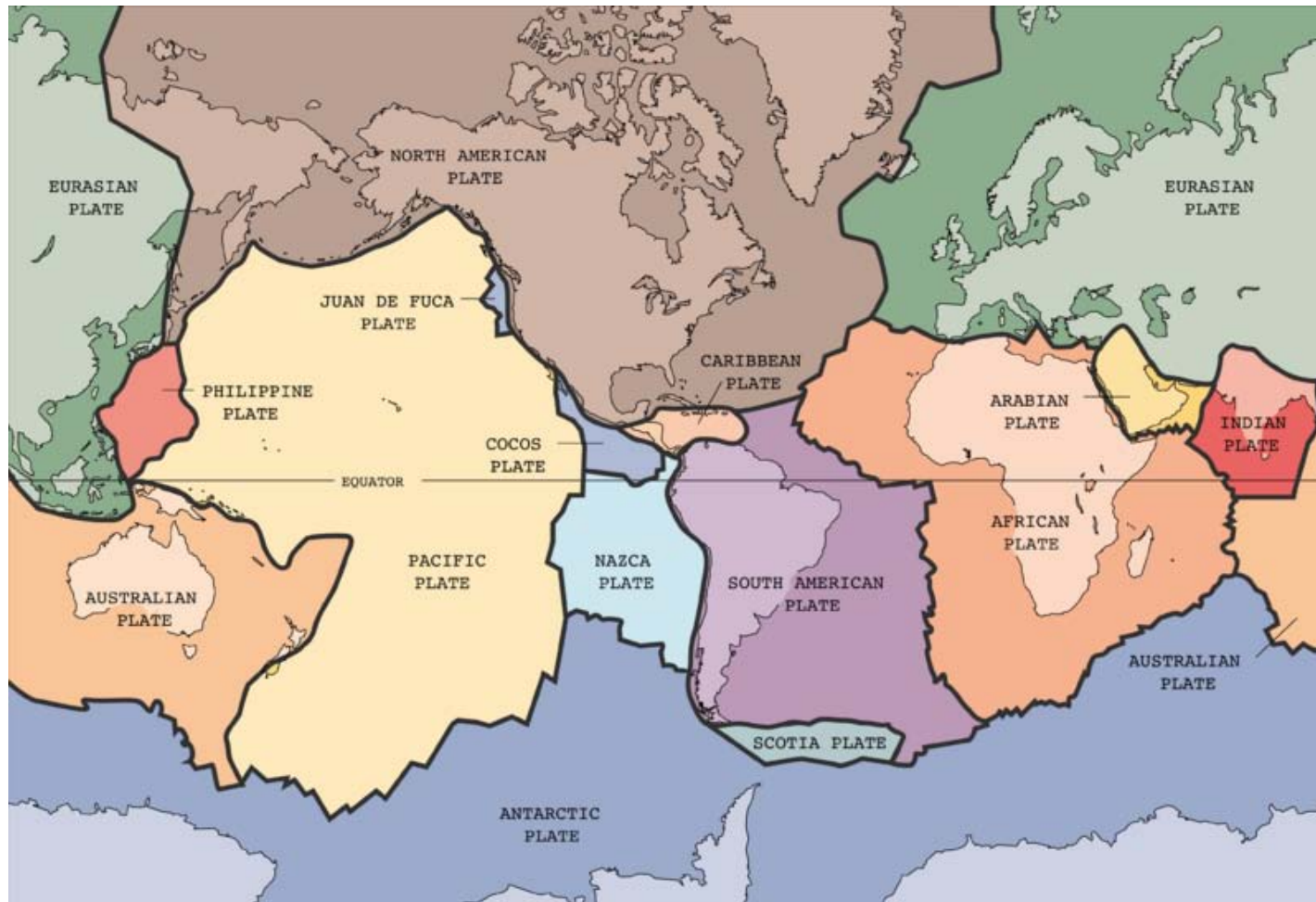
ID	X/Vx	Y/Vy	Z/Vz	SIGMA x/vx	SIGMA y/vy	SIGMA z/vz
	m-m/y	m-m/y	m-m/y	m-m/y	m-m/y	m-m/y
EBRE	4833520.195 -0.0108	41537.037 0.0189	4147461.498 0.0106	0.005 0.0013	0.001 0.0003	0.004 0.0011
BELL	4775849.426 -0.0133	116814.302 0.0190	4213018.906 0.0069	0.026 0.0139	0.005 0.0029	0.022 0.0120
CREU	4715420.343 -0.0116	273177.707 0.0165	4271946.647 0.0237	0.016 0.0075	0.003 0.0014	0.014 0.0067
ESCO	4696264.972 -0.0161	79978.441 0.0261	4304244.929 0.0098	0.052 0.0290	0.009 0.0048	0.046 0.0258

DATA SET EXPRESSED IN ITRF2000 FRAME  
STATION POSITIONS AND VELOCITIES AT EPOCH 2006/09/21

ID	X/Vx	Y/Vy	Z/Vz	SIGMA x/vx	SIGMA y/vy	SIGMA z/vz
	m-m/y	m-m/y	m-m/y	m-m/y	m-m/y	m-m/y
EBRE	4833520.141 -0.0108	41537.131 0.0189	4147461.551 0.0106	0.011 0.0013	0.003 0.0003	0.010 0.0011
BELL	4775849.359 -0.0133	116814.398 0.0190	4213018.941 0.0069	0.095 0.0139	0.020 0.0029	0.082 0.0120
CREU	4715420.285 -0.0116	273177.789 0.0165	4271946.766 0.0237	0.053 0.0075	0.010 0.0014	0.048 0.0067
ESCO	4696264.892 -0.0161	79978.572 0.0261	4304244.978 0.0098	0.197 0.0290	0.033 0.0048	0.175 0.0258

Coordenades i velocitats per un conjunt de punts en dues èpoques diferents

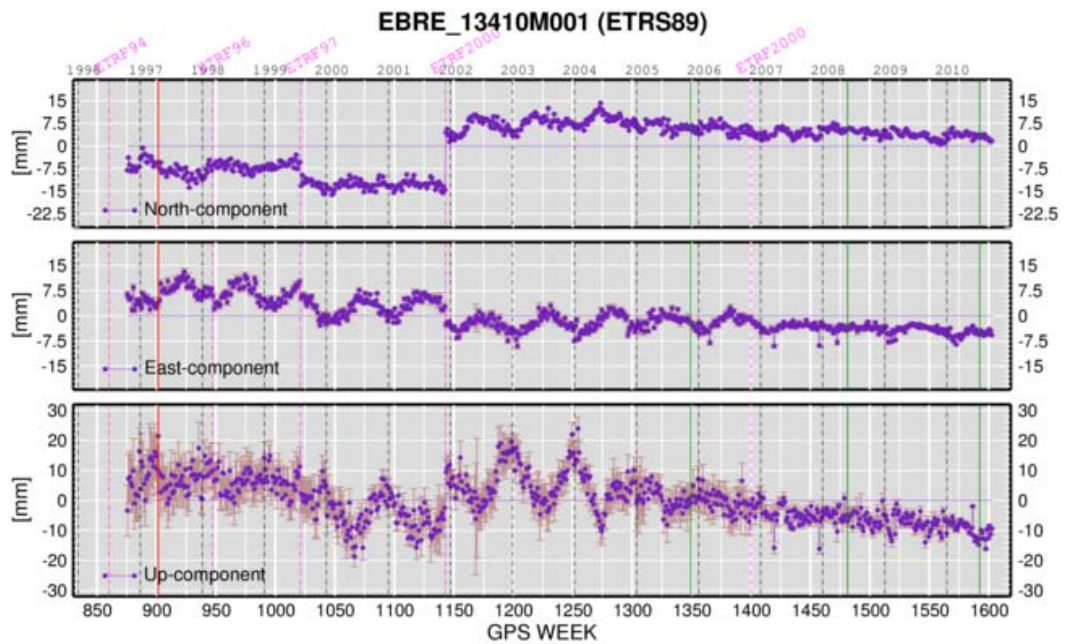
# Tectònica de plaques





# Definició ETRS89

- Es defineix coincident amb l'ITRS en el marc ITRF 1989.0
- Fixat a la part estable de la placa Eurasiàtica



EPN CB

Wed Nov 3 08:12:08 2010

Xarxa d'estacions permanents CATNET

Sèrie temporal de l'estació EBRE (ETRS)

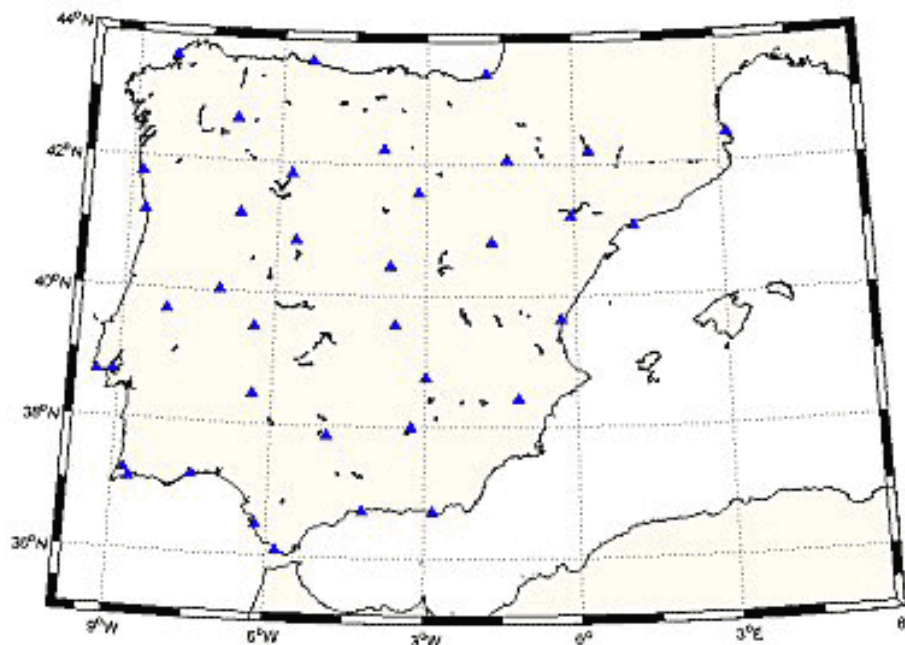
# Índex

- Conceptes geodèsics
- ED50
- ETRS89 des d'estacions permanents
- ETRS89 des de campanyes d'observació
- Promotors i justificació d'ETRS89
- RD 1071/2007
- Mètodes de transformació
- Elecció del model matemàtic idoni per l'àmbit de l'ICC
- Oficialització i distribució de la transformació
- Transformació IGN
- Sistema de referència altimètric i models de geoide
- Conclusions

# Marc IBERIA 95 (ETRS89 oficialitzat per EUREF)

## ■ IBERIA 95

- 39 estacions (27 a Espanya i 12 a Portugal)
- Precisió igual o millor d'1cm (sense camp de velocitats)



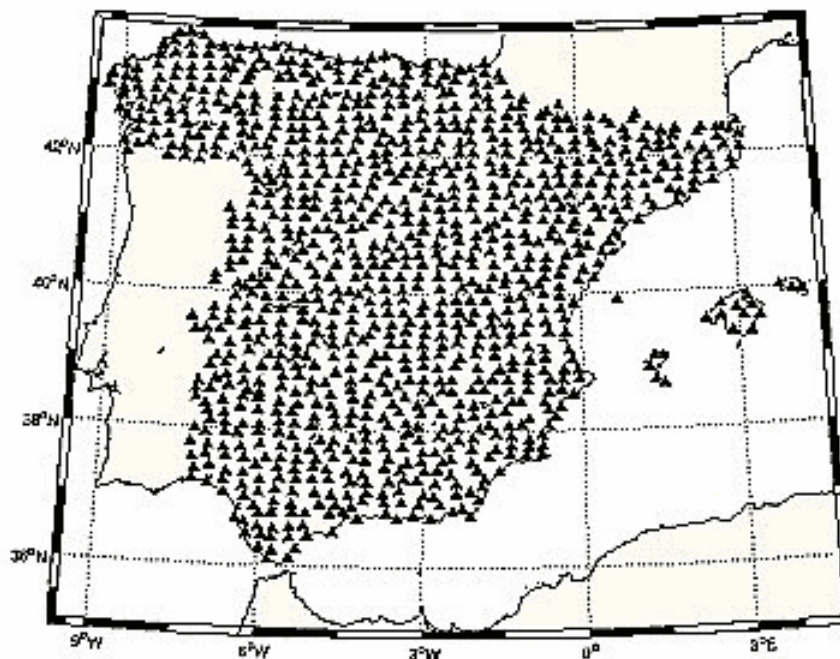
# Marc IBERIA 95 (ETRS89 oficialitzat per EUREF)

CAMPAIGN	REMARKS	ADOPTION (Resolution – Plenary)
EUREF 89		R1 - Berne 1992
EUREF 1992 Baltic States	Estonian points replaced by EUREF-Estonia-1997	R2 - Budapest 1993
EUREF-CS/H 91	Some H points replaced by EUREF-Hungary-2002 S points replaced by EUREF-Slovakia-2001	R1 - Warsaw 1994
EUREF-POL 92	Replaced by EUREF-POL-2001	R1 - Warsaw 1994
EUREF-D/NL 93		R1 - Warsaw 1994
EUREF-GB92	Replaced by EUREF GB2001	R1 - Helsinki 1995
EUREF-Cyprus93		R1 - Helsinki 1995
EUREF-LUXBD94		R1 - Helsinki 1995
EUREF-CRO/SLO94	Croatian points replaced by EUREF-CRO-94/95/96	R1 - Helsinki 1995
EUREF-DK94		R1 - Helsinki 1995
CH92/93		R1 – Ankara 1996
EUREF-BG92/93		R1 - Ankara 1996
EUREF-Iceland93		R1 - Ankara 1996
EUREF-A94/95	Some points replaced by EUREF-Austria-2002	R1 - Ankara 1996
EUREF-GB95	GB points replaced by EUREF GB2001	R1 - Ankara 1996
Iberia 95		R1 - Bad Neuenahr – Ahrweiler 1998
FYROM 96		R1 - Bad Neuenahr – Ahrweiler 1998
Malta 96		R1 - Bad Neuenahr – Ahrweiler 1998
EUREF-NOR94/NOR95	Subset of points	R2 - Bad Neuenahr – Ahrweiler 1998
EUVN97		R1 - Prague 1999
EUREF-FIN-96/97	Subset of points	R2 - Prague 1999
EUREF-Estonia-1997	Subset of points (EUREF 1992 no longer acceptable)	R2 - Prague 1999
EUREF-Balkan-98	Wait for publication due to political reasons	R3 - Prague 1999
Moldavia-99	3 points in Ukraina not included (bad quality)	R1 - Tromsoe 2000
EUREF-SWeref-99	Old points deleted from the database	R1 - Tromsoe 2000
EUREF-Baleares-98		R1 - Tromsoe 2000
EUREF-CRO-94/95/96	Old points deleted from the database	R1 - Dubrovnik 2001
EUREF-CRO-94	Old points deleted from the database	R1 - Dubrovnik 2001

# Marc REGENTE (ETRS89 oficialitzat RD 1071/2007)

## ■ REGENTE

- $\pm 1.100$  punts distribuïts per tota Espanya (1 en cada full de l'MTN50)
- Precisió igual o millor de 5 centímetres

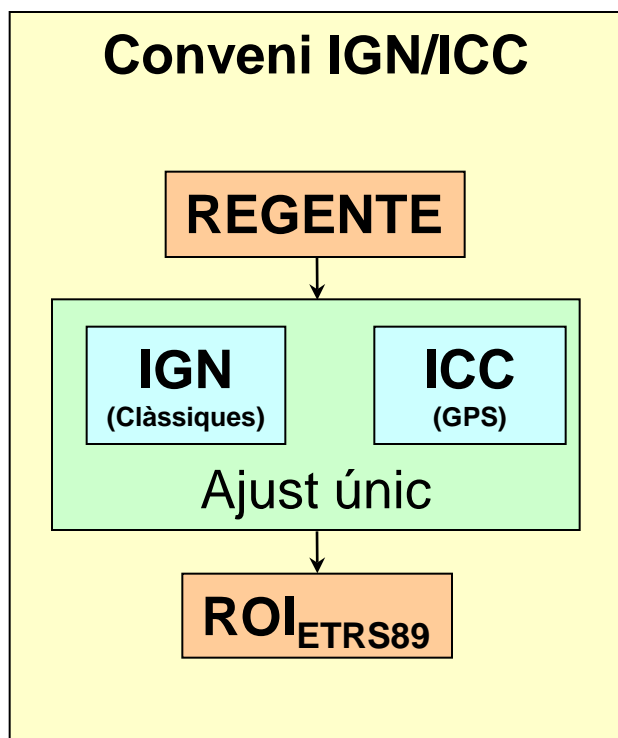


# Marc ROI (densificació del marc REGENTE)

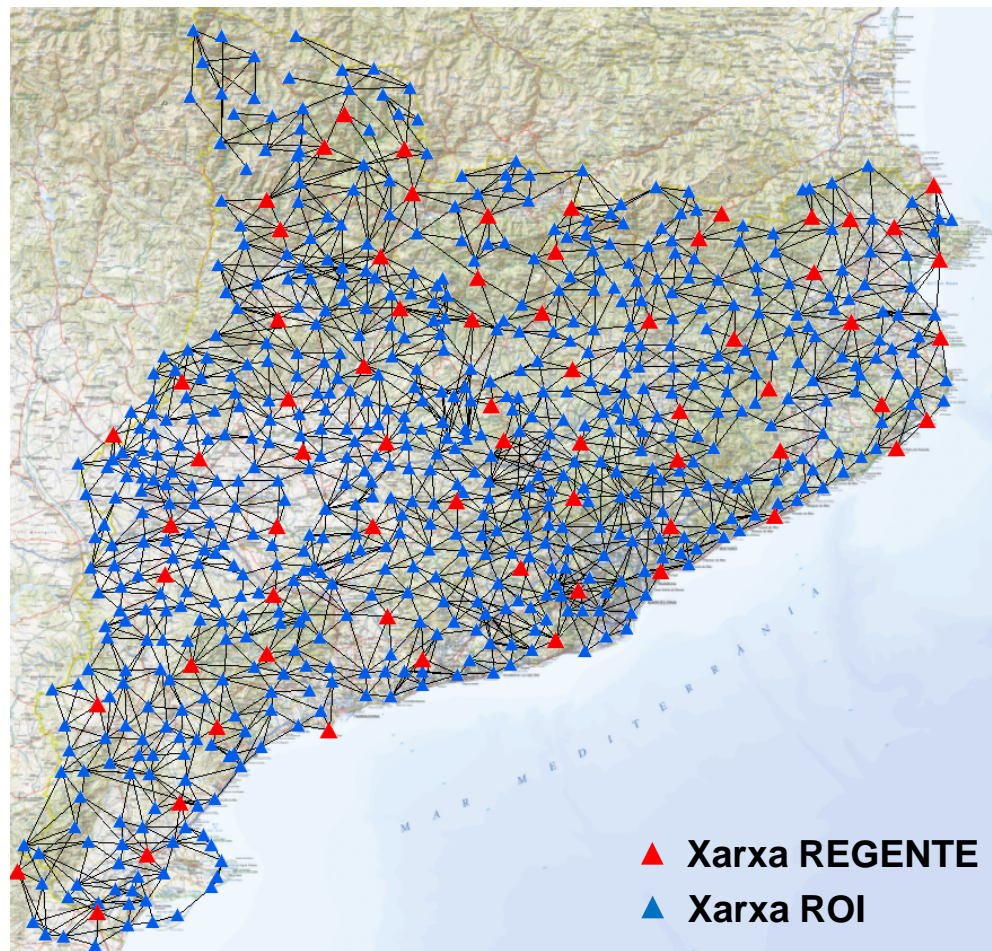
- ROI a nivell nacional
  - $\pm 11.000$  punts distribuïts per tota Espanya (amb observacions clàssiques)
  - Precisió igual o millor de 30 centímetres



# ETRS89 a Catalunya - Conveni IGN/ICC



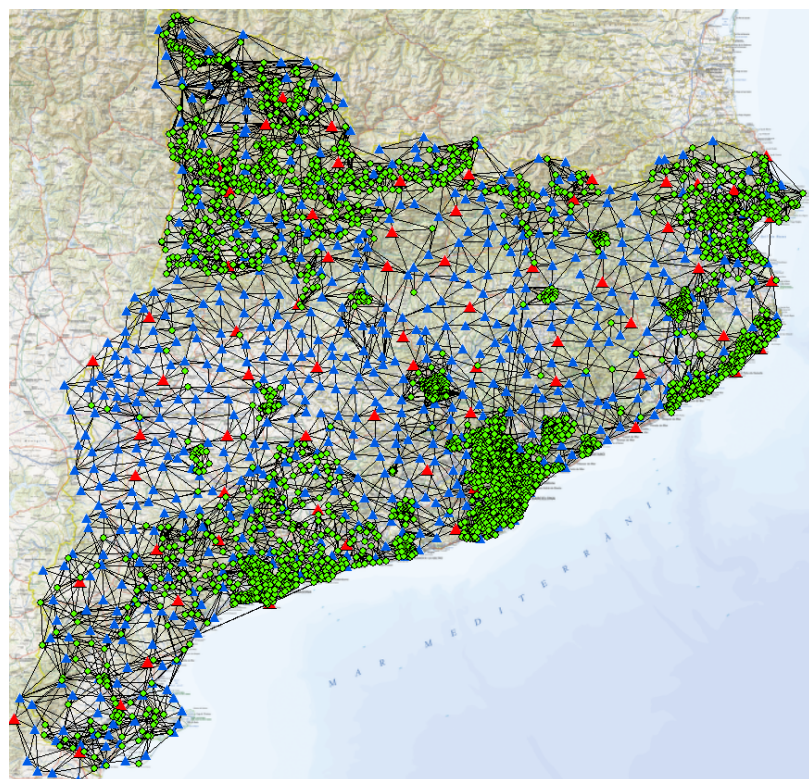
## Reobservació GPS efectuada per l'ICC



# Marc XU (densificació del marc ROI)

## ■ Xarxa Utilitària

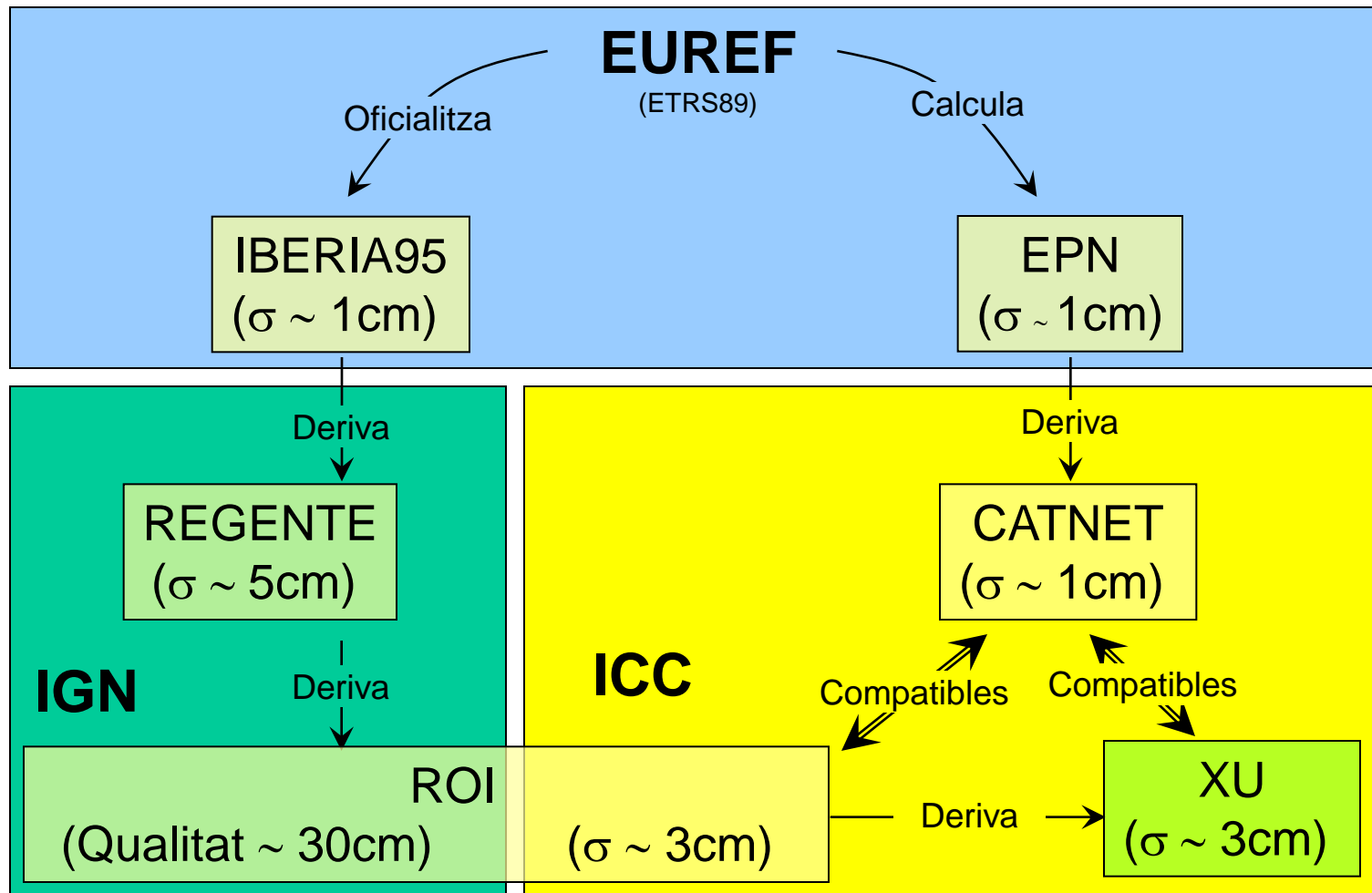
- ±3700 punts distribuïts per tot Catalunya
- Precisió igual o millor de 5 centímetres



- ▲ Xarxa REGENTE
- ▲ Xarxa ROI
- Xarxa Utilitària



# Resum i compatibilitat de xarxes en ETRS89



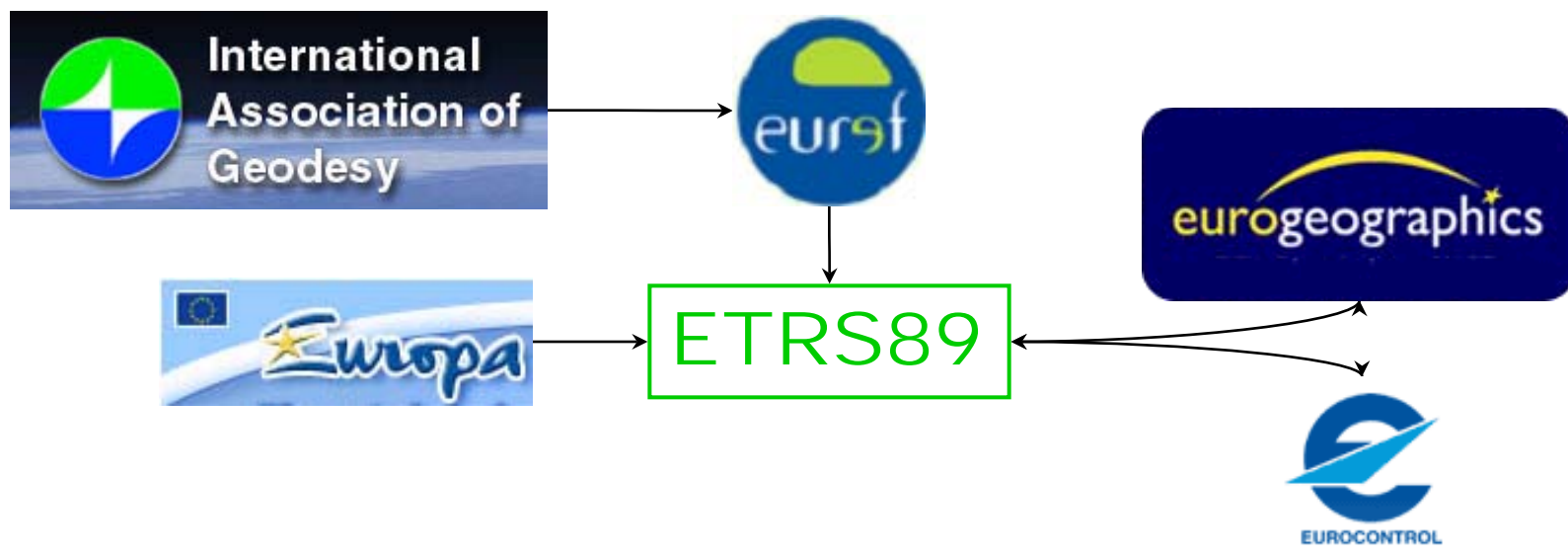
# Índex

- Conceptes geodèsics
- ED50
- ETRS89 des d'estacions permanents
- ETRS89 des de campanyes d'observació
- Promotors i justificació d'ETRS89
- RD 1071/2007
- Mètodes de transformació
- Elecció del model matemàtic idoni per l'àmbit de l'ICC
- Oficialització i distribució de la transformació
- Transformació IGN
- Sistema de referència altimètric i models de geoide
- Conclusions

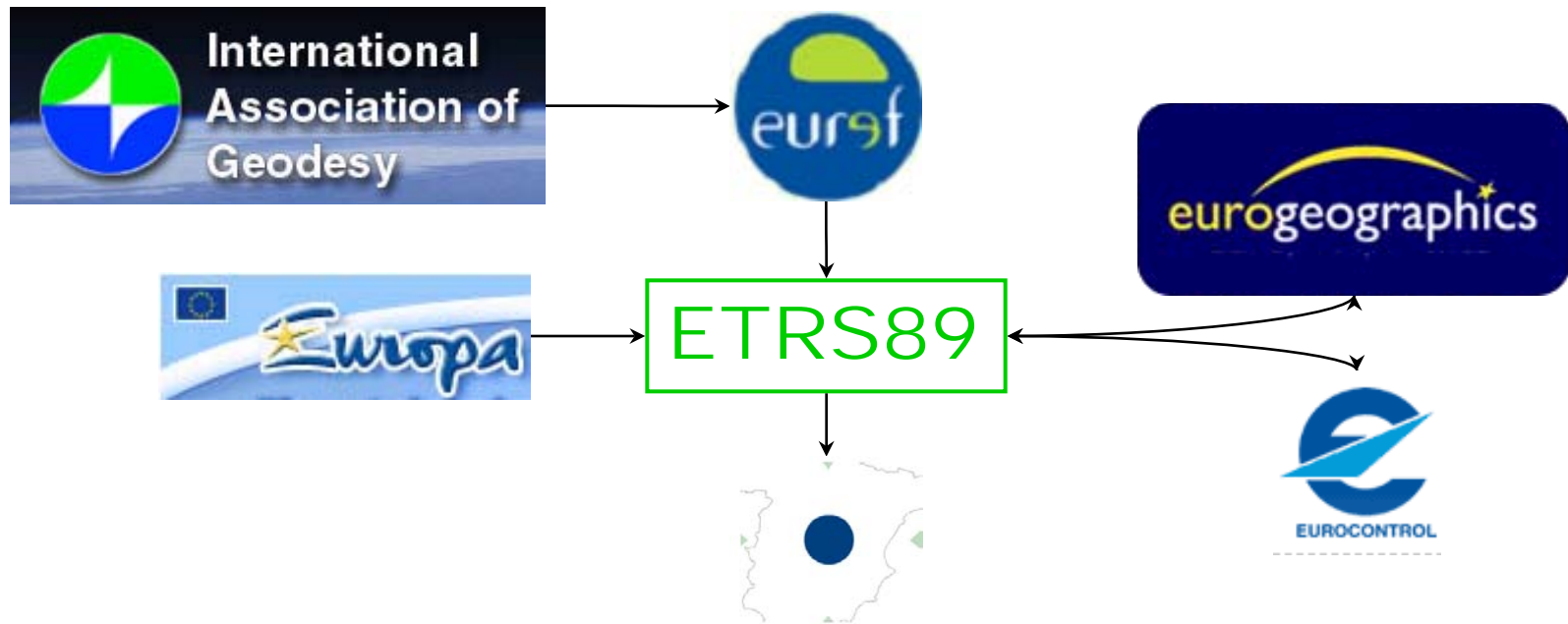
# Promotors del nou sistema ETRS89



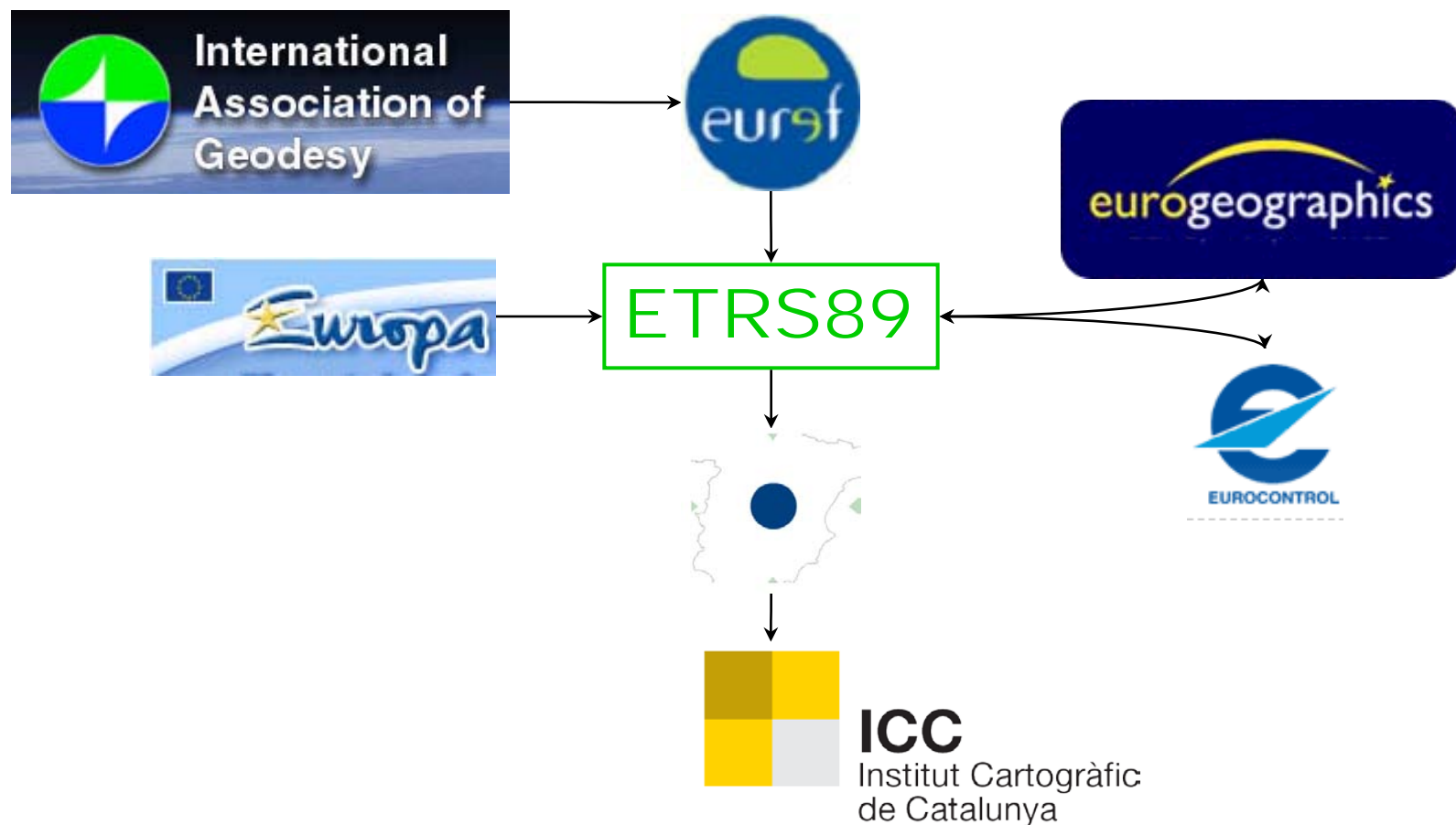
# Promotors del nou sistema ETRS89



# Promotors del nou sistema ETRS89



# Promotors del nou sistema ETRS89



# Justificació ETRS89

- Per obtenir un sistema de referència **global i unificat** en tot el territori europeu
- Perquè sigui **relacionable** fàcilment amb altres sistemes de referència a nivell mundial
- Perquè **ja s'utilitzen actualment** de forma directa o indirecta en els sistemes de posicionament global
- Per afavorir i facilitar l'expansió dels sistemes de **posicionament i navegació** terrestres marítimes i aeris
- Perquè sigui el suficientment **precís i compatible** amb els sistemes de mesura utilitzats actualment

# Índex

- Conceptes geodèsics
- ED50
- ETRS89 des d'estacions permanents
- ETRS89 des de campanyes d'observació
- Promotors i justificació d'ETRS89
- RD 1071/2007
- Mètodes de transformació
- Elecció del model matemàtic idoni per l'àmbit de l'ICC
- Oficialització i distribució de la transformació
- Transformació IGN
- Sistema de referència altimètric i models de geoide
- Conclusions



# Reial Decret 1071/2007 de 27 de juliol - I

- Aspectes que regula
  - Sistema de referència geodèsic (ETRS89; El·lipsoide: GRS80)  
Marc oficial (REGENTE i les seves densificacions)
  - Sistema de referència altimètric (Nivell mig del mar a Alacant)  
Marc oficial (REDNAP)
  - Projecció (ETRS – Transversa de Mercator)
  - Tall geodèsic (Nou tall definit en l'annex del RD)
  - Període de transició
- Àmbit d'aplicació
  - Producció cartogràfica oficial
  - Informació geogràfica oficial

# Reial Decret 1071/2007 de 27 de juliol - II

- Entra en vigor el 30 d'agost de 2007
  - ETRS89 esdevé el sistema de referència oficial
  - Es pot continuar publicant en ED50 (incloent una referència a ETRS89)
- A partir de l'1 de gener de 2012
  - Només ETRS89 per la inscripció al Registre Central de Cartografia
  - Només ETRS89 per la inclusió en el Pla Cartogràfic Nacional
  - Es pot continuar publicant en ED50 (incloent una referència a ETRS89)
- A partir de l'1 de gener de 2015
  - Tota la cartografia i BBDD d'informació geogràfica i cartogràfica produïda o actualitzada per les Administracions Públiques serà en ETRS89.

# Reial Decret 1071/2007 de 27 de juliol – III Tall geodèsic

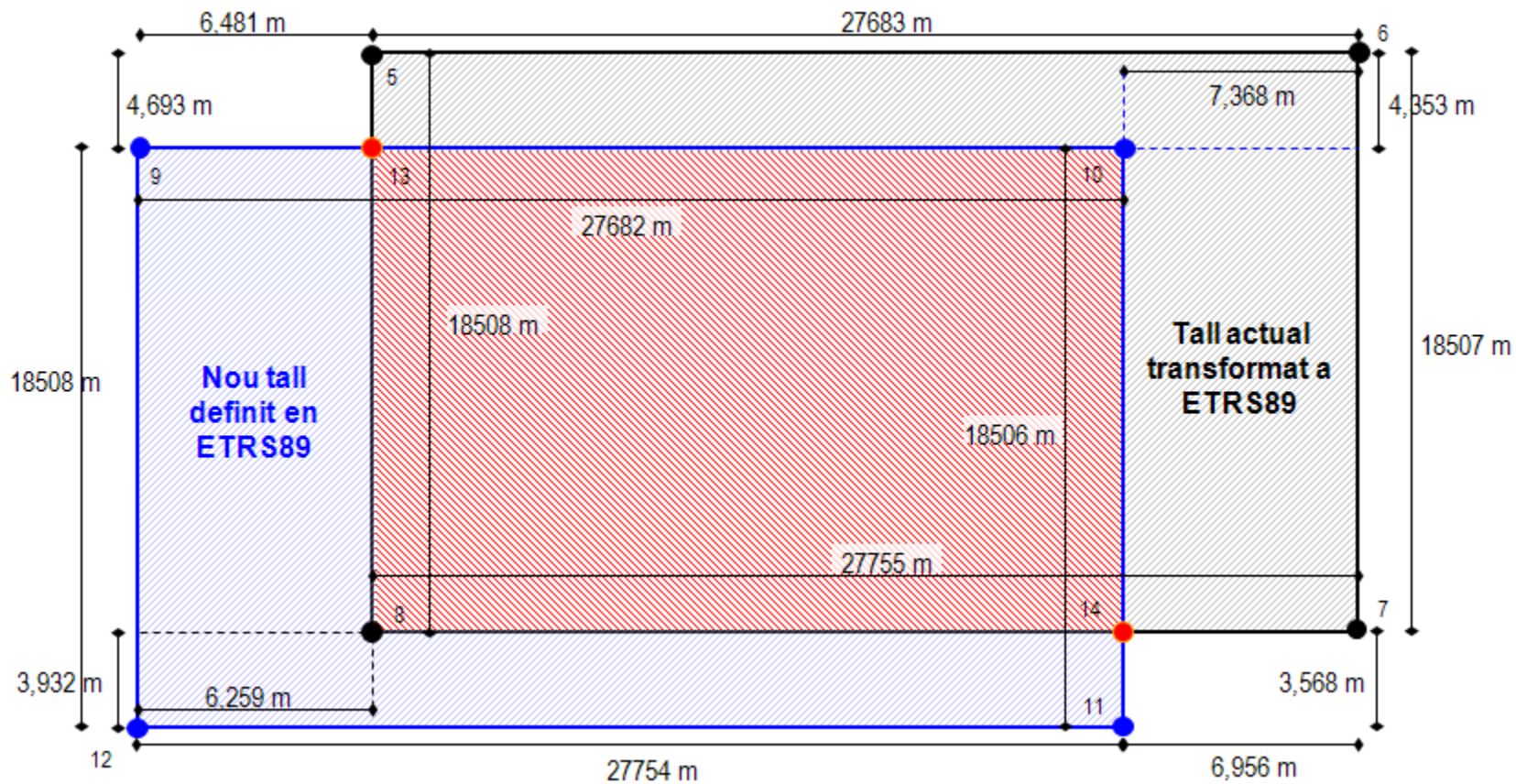
## Definició emprada fins l'actualitat:

- Meridians i paral·lels sobre *Struve* transformats a Hayford
- No existeix un pol origen en coordenades geodèsiques
- Herència d'un procés de transformació

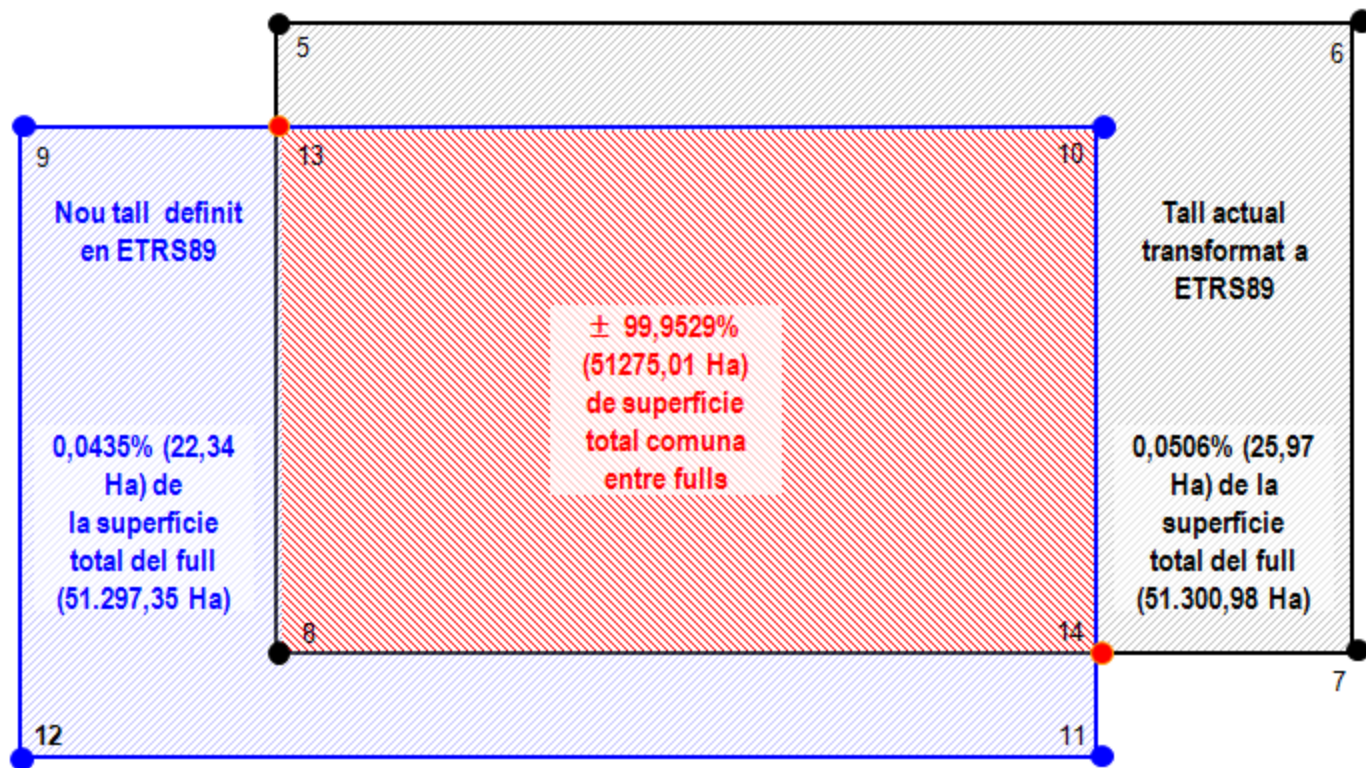
## Nova definició en base a ETRS89:

- Meridians i paral·lels sobre GRS80
- Definició d'un pol origen en coordenades geodèsiques
- No està associat a un procés de transformació
- Implica la regeneració dels nodes d'elements sobre el tall

# Tall geodèsic: canvis en les longituds



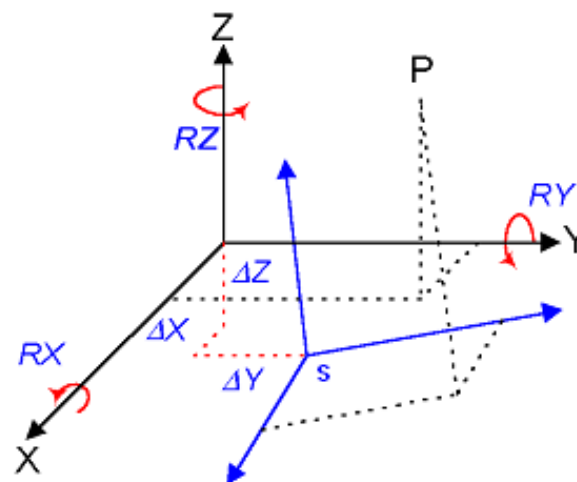
# Tall geodèsic: canvis en les superfícies



# Índex

- Conceptes geodèsics
- ED50
- ETRS89 des d'estacions permanents
- ETRS89 des de campanyes d'observació
- Promotors i justificació d'ETRS89
- RD 1071/2007
- Mètodes de transformació
- Elecció del model matemàtic idoni per l'àmbit de l'ICC
- Oficialització i distribució de la transformació
- Transformació IGN
- Sistema de referència altimètric i models de geoide
- Conclusions

# Transformació de semblança tridimensional



## ■ Transformació geodèsica estricta

- Necessària i suficient per un canvi de sistema de referència

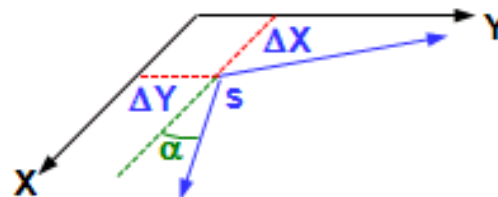
Tres translacions ( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Z$ )

Tres girs ( $RX$ ,  $RY$ ,  $RZ$ )

Un factor d'escala ( $s$ )

- És conforme. No canvia la forma dels objectes al transformar-los
- Manté la coherència de les xarxes que transforma

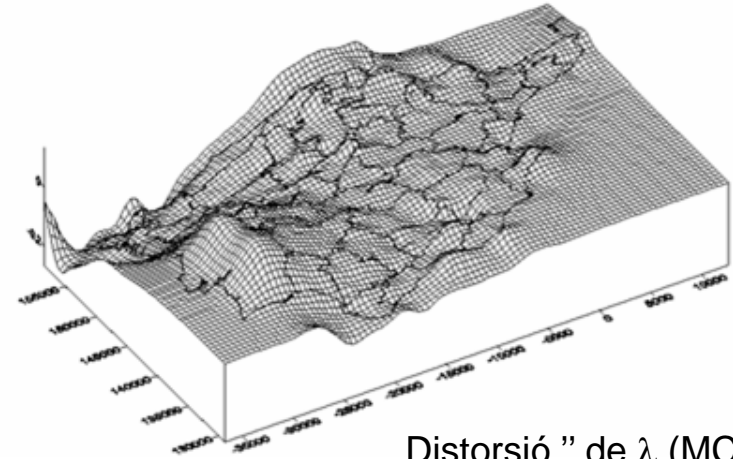
# Transformació de semblança bidimensional



- Transformació geomètrica per un espai bidimensional
  - Simplificació del cas anterior (vàlid per cartografia bidimensional)
    - Dues translacions ( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ )
    - Un gir ( $\alpha$ )
    - Un factor d'escala ( $s$ )
  - És conforme. No canvia la forma dels objectes al transformar-los
  - Manté la coherència de les xarxes que transforma



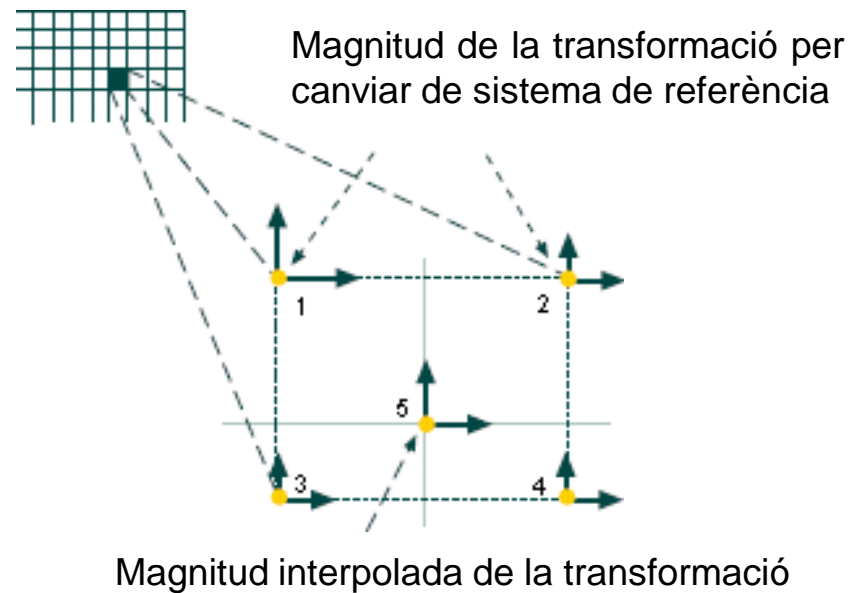
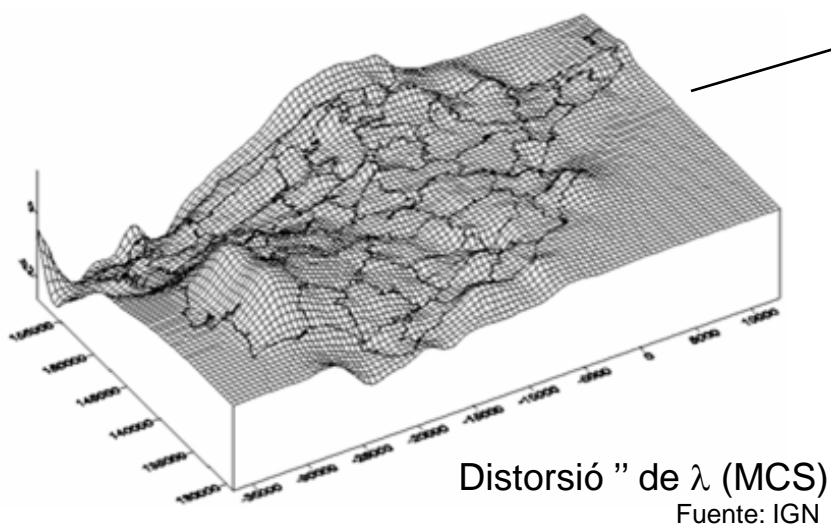
# Modelatge de la distorsió en malla - I



Distorsió " de  $\lambda$  (MCS)  
Fuente: IGN

- Transformació per marcs amb problemes de coherència
  - Vàlida per a mitigar problemes de coherència entre xarxes
    - Conjunt de nodes amb dues translacions bidimensionals para cadascun d'ells
    - Les translacions són resultat d'un modelatge de la distorsió
  - Permet donar solució a problemes de coherència que no solucionen mètodes conformes
    - Diferent instrumental, múltiples metodologies d'observació, processos de càlcul...
  - No és conforme. Pot canviar la forma dels objectes al transformar-los

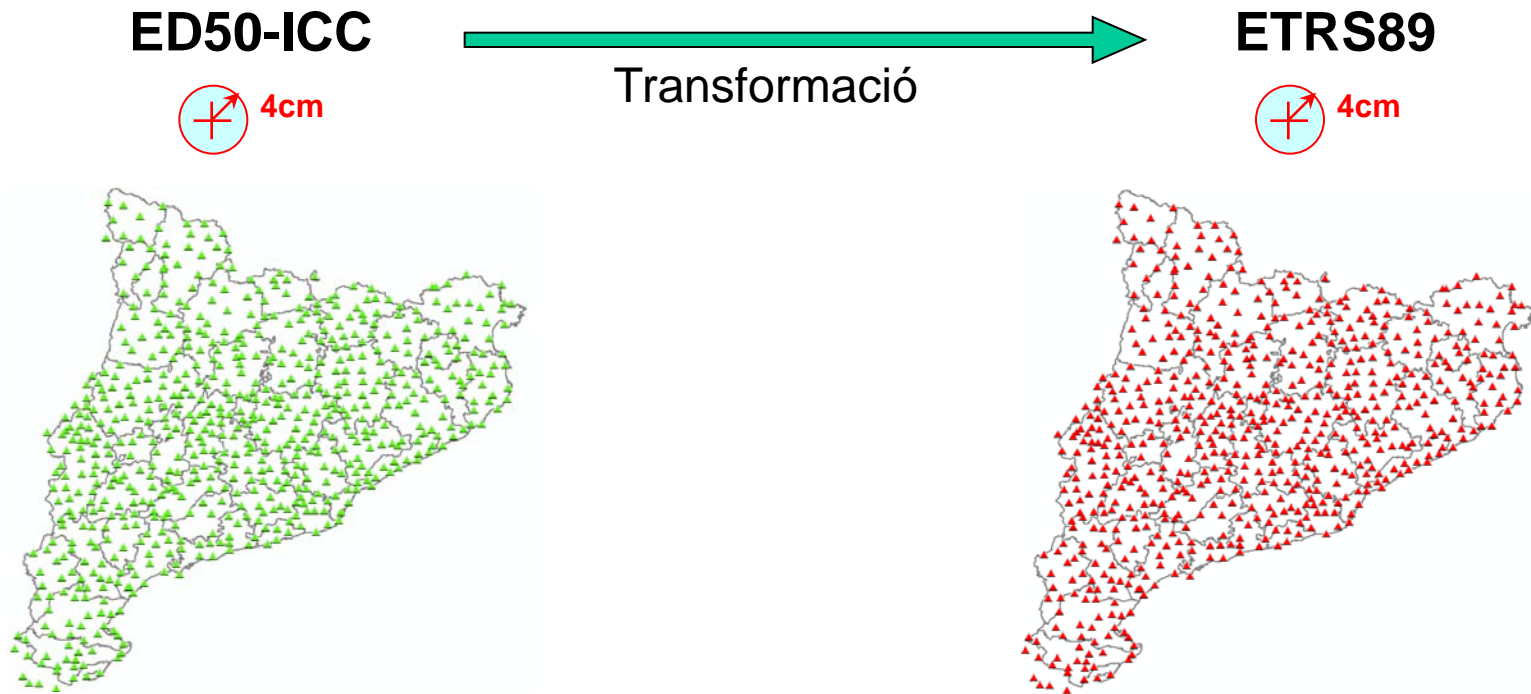
# Modelatge de la distorsió en malla - II



# Índex

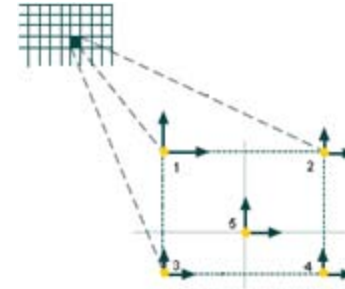
- Conceptes geodèsics
- ED50
- ETRS89 des d'estacions permanents
- ETRS89 des de campanyes d'observació
- Promotors i justificació d'ETRS89
- RD 1071/2007
- Mètodes de transformació
- Elecció del model matemàtic idoni per l'àmbit de l'ICC
- Oficialització i distribució de la transformació
- Transformació IGN
- Sistema de referència altimètric i models de geoide
- Conclusions

# Coherència dels marcs ED50-ICC i ETRS89

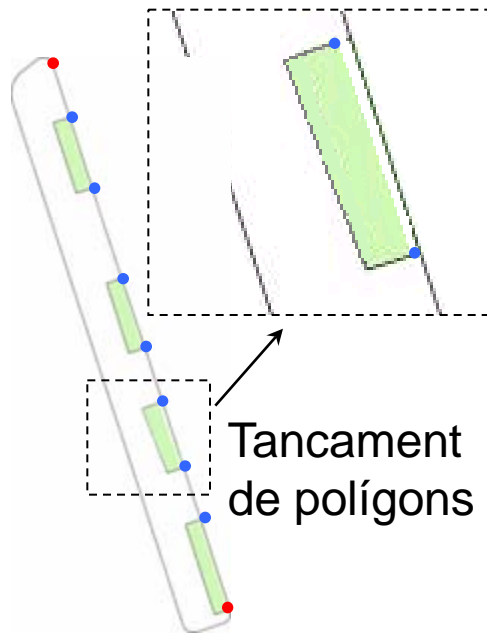


- Marcs d'alta coherència pel fet de compartir observacions de precisió
- És possible transformar productes cartogràfics sense introduir-hi distorsions

# Omissió del modelatge de distorsió en malla



- El grau de coherència entre marcs és suficient per ometre la malla
- No és necessari aprofitar els avantatges que ofereix l'ús de la malla
- Es poden evitar les problemàtiques que es deriven del modelatge de la distorsió



Continuïtat entre objectes

N-340

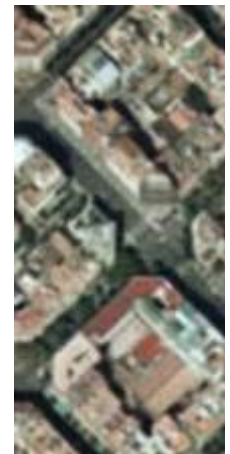


Consistència topològica

Continuïtat entre fulls

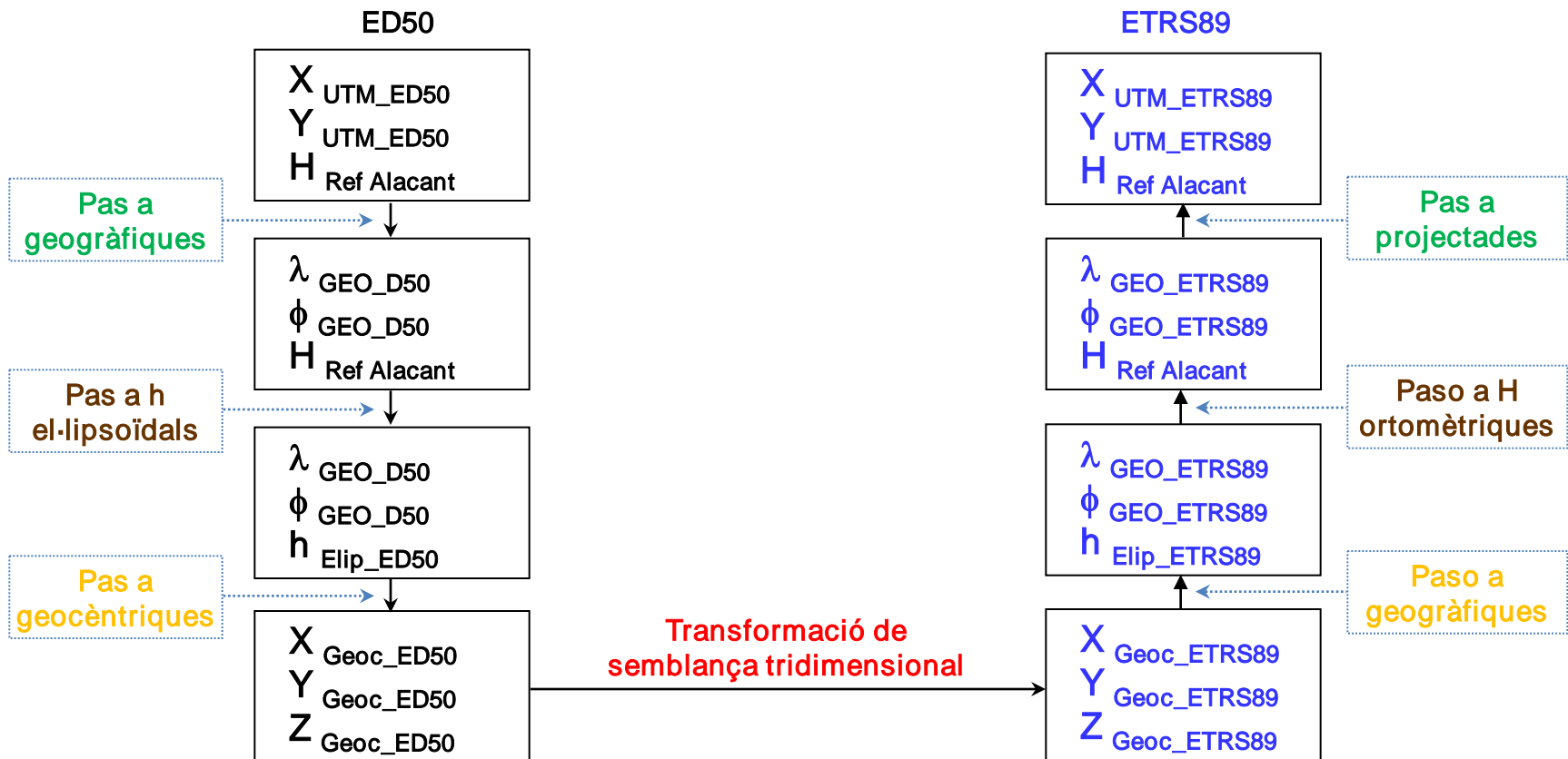
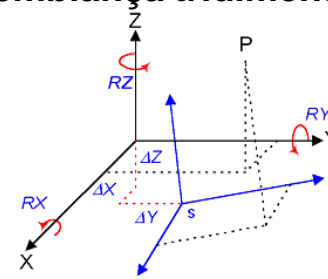


Pèrdua de resolució



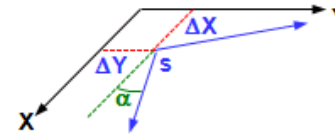
# Procés de transformació tridimensional

## Transformació de semblança tridimensional (Bursa-Wolf)



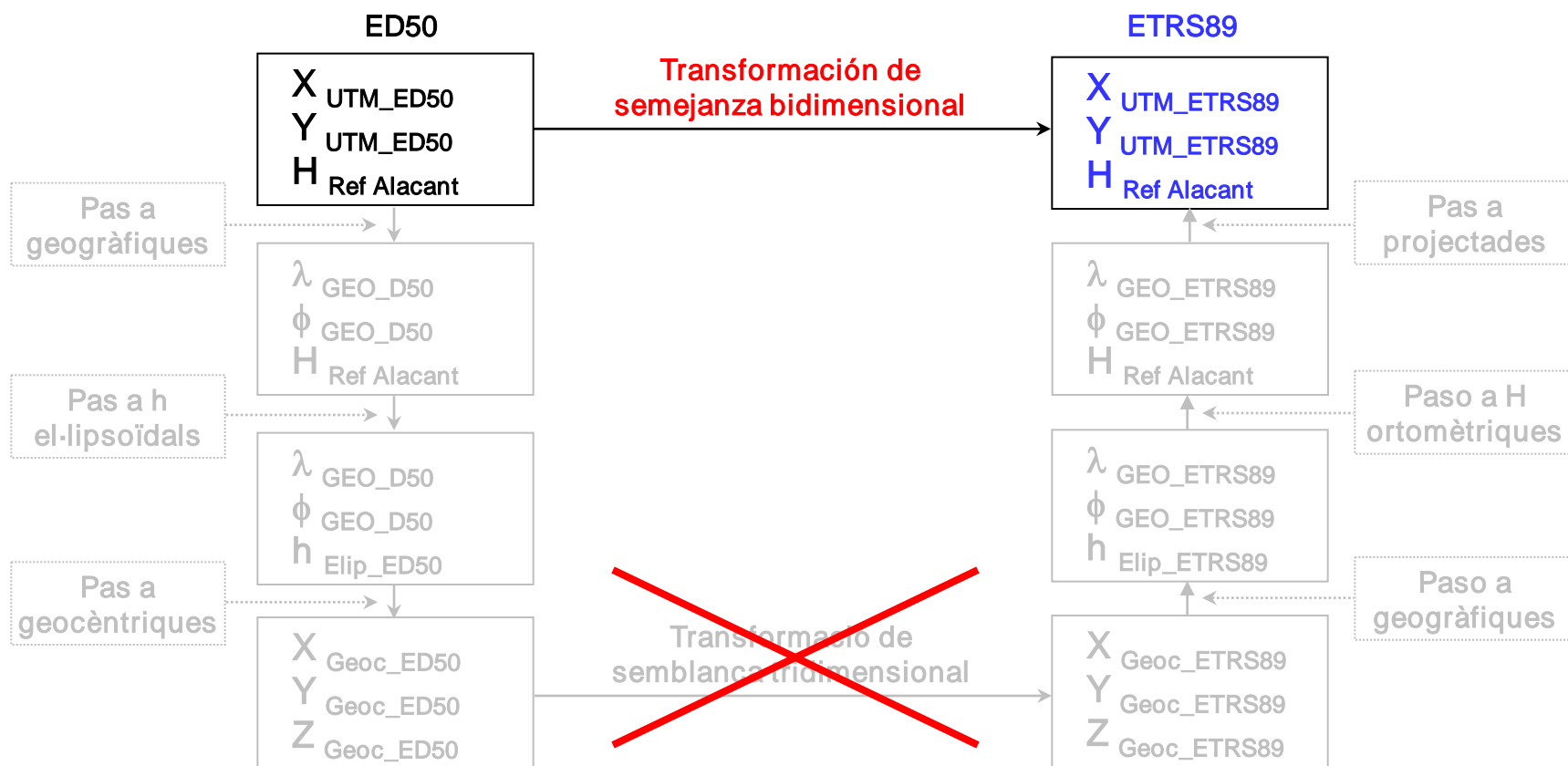
# Idoneïtat de la transformació bidimensional

## Transformació de semblança bidimensional



- Segons RD 1071/2007 la cota ortomètrica oficial no canvia
  - El canvi de sistema de referència de la cartografia es simplifica al cas bidimensional
- L'ús de la transformació de semblança bidimensional evita:
  - La part dels càlculs relativa als canvis de sistema de coordenades
  - La utilització de las aproximacions en base a desenvolupaments en sèrie de Taylor
  - Els càlculs en la superfície de l'el·lipsoide
  - La interpolació del geoide per canviar de cotes ortomètriques a el·lipsoïdals
- Amb la transformació de semblança bidimensional es pot:
  - Transformar directament les coordenades UTM dels elements cartogràfics
  - Aplicar la transformació descomposta ( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\alpha$ ,  $s$ ) en programes de CAD o GIS

# Simplificació del procés de transformació





# Índex

- Conceptes geodèsics
- ED50
- ETRS89 des d'estacions permanents
- ETRS89 des de campanyes d'observació
- Promotors i justificació d'ETRS89
- RD 1071/2007
- Mètodes de transformació
- Elecció del model matemàtic idoni per l'àmbit de l'ICC
- Oficialització i distribució de la transformació
- Transformació IGN
- Sistema de referència altimètric i models de geoide
- Conclusions

# Transformació oficial per l'àmbit de l'ICC

- La transformació de semblança bidimensional ha estat adoptada per l'Institut Cartogràfic de Catalunya per transformar la cartografia relativa al seu àmbit
- Model matemàtic i paràmetres oficials (escales 1:1000 o menors)

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix}_{\text{SORTIDA}} = \begin{pmatrix} T_X \\ T_Y \end{pmatrix} + (1 + \mu) \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}_{\text{ENTRADA}}$$

	ED50 → ETRS89	ETRS89 → ED50
$T_X$	- 129,549 m	129,547 m
$T_Y$	- 208,185 m	208,186 m
$\mu$	$1,5504 \cdot 10^{-6}$	$-1,5504 \cdot 10^{-6}$
$\alpha$	- 1,56504 ″	1,56504 ″

- La Comissió de Coordinació Cartogràfica de Catalunya ha oficialitzat els paràmetres d'aquesta transformació
- Aquesta transformació s'ha comprovat en base als punts de recolzament del mapa urbà de Catalunya (MUC 1:1000)

# Transformación a ETRS89



## TRANSFORMACIÓ BIDIMENSIONAL DE SEMBLANÇA ENTRE ED50 i ETRS89 100800400 i 800100400

Març de 2010

Joel Grau Bellet / Unitat de Geodèsia

La present guia tècnica descriu dos processos de transformació entre ED50 i ETRS89, aplicables a elements cartogràfics amb coordenades en la projecció UTM i dins el territori de Catalunya.

### MARC LEGAL DEL SISTEMA DE REFERÈNCIA ETRS89

El BOE, amb data de 29 d'agost de 2007, publicava el Real Decreto 1071/2007 pel qual es regula el nou sistema de referència oficial a Espanya. L'articulat del Real Decreto estableix el sistema ETRS89 com el sistema geodèsic oficial a Espanya per a la referenciació geogràfica i cartogràfica oficial d'elements en l'àmbit de la Península Ibèrica i les Illes Balears, al mateix temps que explicita les projeccions a emprar per a la representació planimètrica oficial i la distribució dels fulls del Mapa Topogràfic Nacional en base al nou tall geodèsic.

Segons el Real Decreto, tota la cartografia i bases de dades d'informació geogràfica i cartogràfica produïda o actualitzada per les Administracions Públiques, s'haurà de compilar i publicar d'acord al que desoriu aquest Real Decreto a partir de l'1 de gener de 2015. Fins aleshores, la informació geogràfica i cartogràfica oficial es podrà compilar i publicar en qualsevol dels dos sistemes, ED50 o ETRS89, sempre que les produccions en ED50 continguin la referència a ETRS89. Per altra banda, a partir de l'1 de gener de 2012 no es podrà inscriure en el Registre Central de Cartografia ni incloure en el Pla Cartogràfic Nacional, cap projecte nou que no s'atngui a les especificacions del Real Decreto 1071/2007.

### MODEL MATEMÀTIC DE LA TRANSFORMACIÓ BIDIMENSIONAL DE SEMBLANÇA

La transformació bidimensional de semblança (també denominada transformació de Helmert bidimensional) és la recomanada a Catalunya per transformar dades cartogràfiques entre ED50 i ETRS89, i el model matemàtic és:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix}_{Sortida} = \begin{pmatrix} T_x \\ T_y \end{pmatrix} + (1 + \mu) \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}_{Entrada} \quad (1)$$

amb els paràmetres:

- $T_x$  : Translació en la direcció de l'eix X,
- $T_y$  : Translació en la direcció de l'eix Y,
- $\mu$  : Variació de l'escala entre "Entrada" i "Sortida", i
- $\alpha$  : Rotació

### PARÀMETRES DE LA TRANSFORMACIÓ ENTRE ED50 i ETRS89

Els paràmetres de la transformació bidimensional de semblança són funció del sentit en què es vulgui realitzar el càlcul: conversió de dades des de ED50 a ETRS89 o conversió de dades des de ETRS89 a ED50.

	De ED50 a ETRS89 (100800400)	De ETRS89 a ED50 (800100400)
$T_x$ (m)	-129,549	129,547
$T_y$ (m)	-208,185	208,186
$\mu$	0,0000015504	-0,0000015504
$\alpha$ (")	-1,56504	1,56504

Taula 1 Paràmetres de la transformació entre ED50 i ETRS89



EPSG Geodetic  
Parameter  
Dataset  
Version: 7.6.5

Entity Report

EPSG Geodetic  
Parameter  
Registry



## EPSG: 5166

You use the information in this report as agreed to by the terms of use.

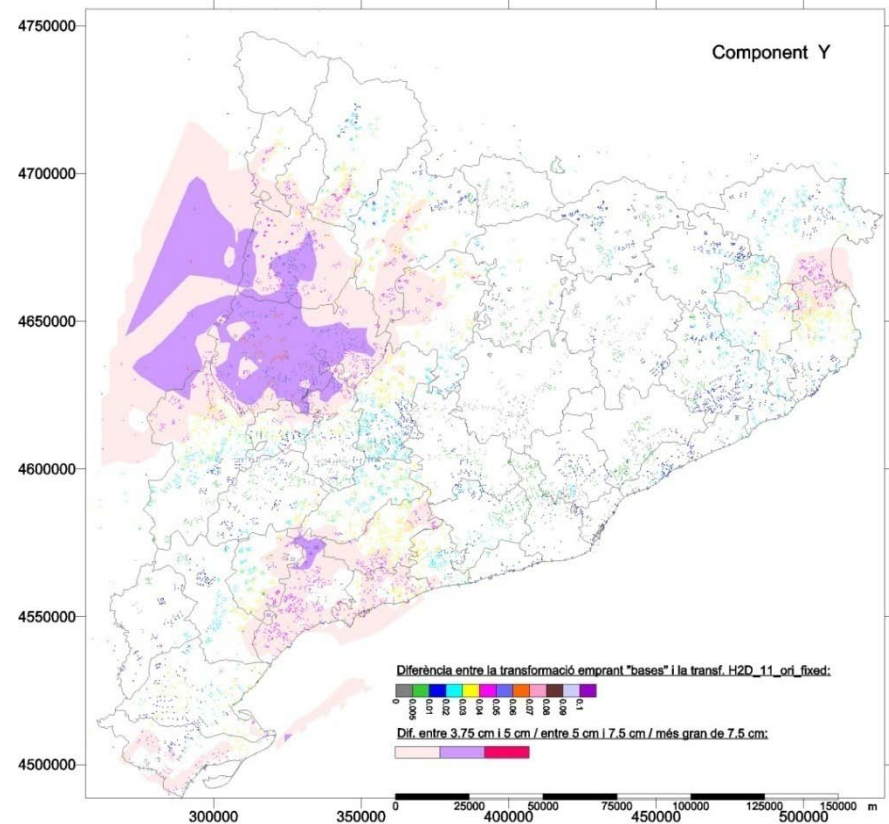
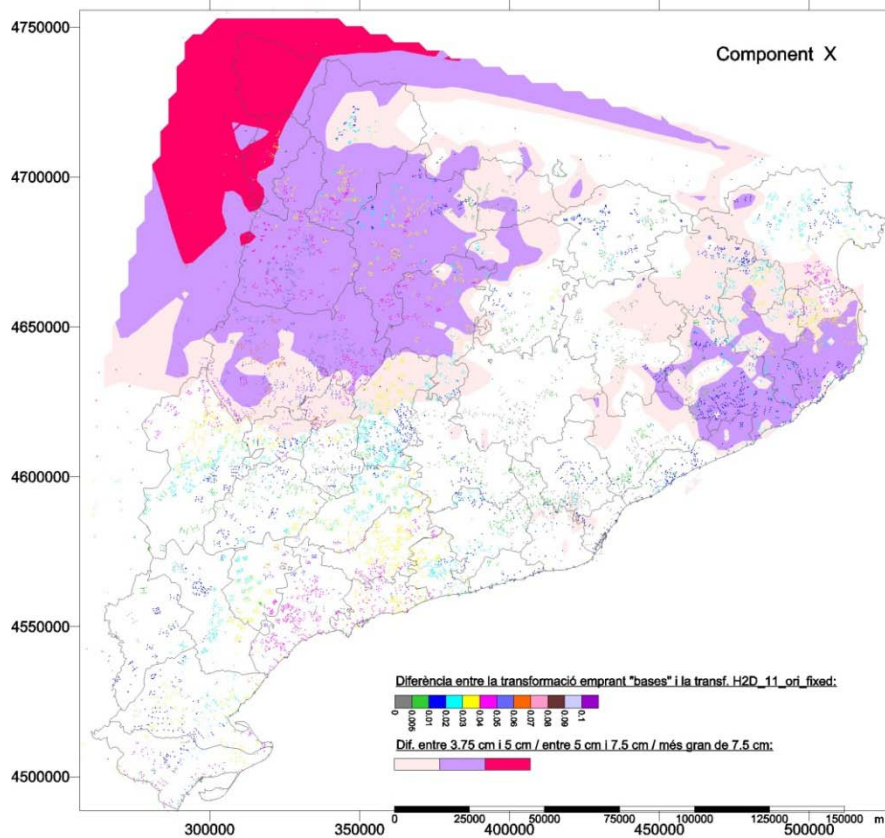
Reporting: 1 - 1 out of 1  
selected entities

Detail: long  
Style: OGP Default With Code

### Transformation

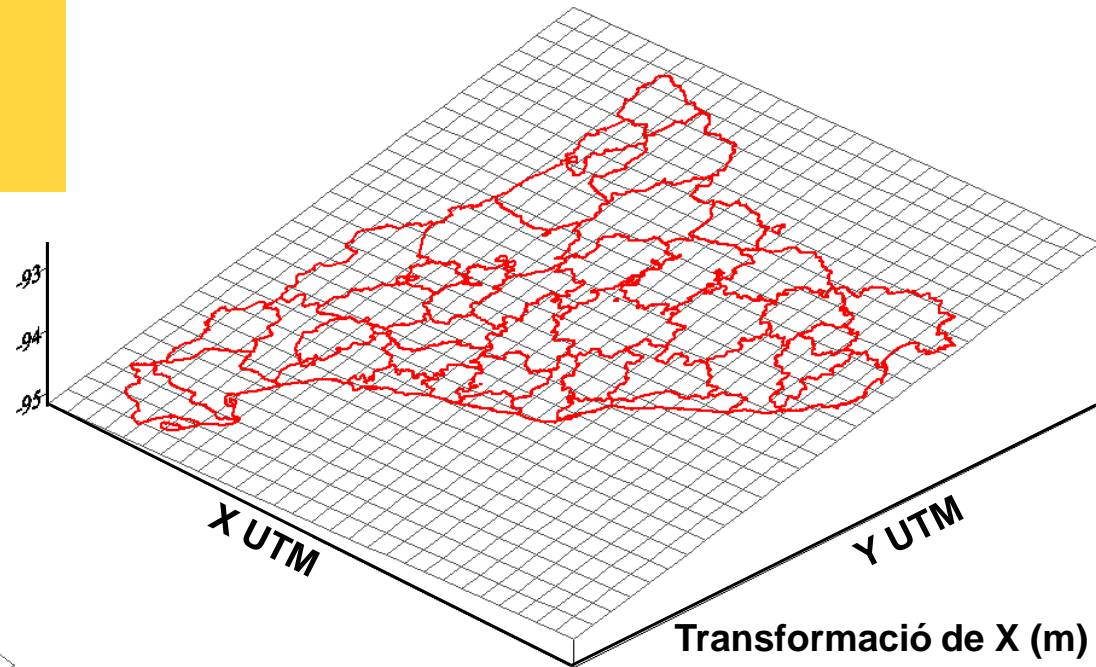
Name	ED50 / UTM zone 31N to ETRS89 / UTM zone 31N (1)		
Transformation Version	ICC-Esp Cat		
Identifier	EPSG:5166		
Aliases	Alias	Naming System	Remarks
	100800400	Spain Catalonia ICC alternative Identifier	Code used by ICC for ED50 to ETRS89 transformation.
	800100400	Spain Catalonia ICC alternative Identifier	Code used by ICC for ETRS89 to ED50 transformation.
Life Cycle Status	Is Valid?	Yes	
	Retired?	No	
	Deprecated?	No	
Source CRS	ED50 / UTM zone 31N	EPSG::23031	
Target CRS	ETRS89 / UTM zone 31N	EPSG::25831	
Scope	For applications to an accuracy of 0.05 m (map scales not larger than 1:1000).		
Remarks	ICC publishes as two tms, code ICC_100800400 for ED50 to ETRS89 and also code ICC_800100400 from ETRS89 to ED50 for which the parameter values are: ordinate 1 = 129.547m, ordinate 2 = 208.186m, scale diff = 0.9999984496 and rotation = -1.56504°.		
Domain of Validity	Spain - Catalonia.		
Information Source	Geodesy Unit, Cartographic Institut of Catalonia (ICC); <a href="http://www.icc.cat">http://www.icc.cat</a>		
Data Source	OGP		
Change Request	EPSG::2010.053		
	EPSG::2010.068		
Accuracy	0.05	metre	
Operation Method	Similarity transformation		
	Is the operation reversible?	Yes	
Transformation Parameters	Parameter Name	Parameter Value or Parameter File	Unit of Measure
	Ordnate 1 of evaluation point in target CRS	-129.549	metre
	Ordnate 2 of evaluation point in target CRS	-208.185	metre
	Scale difference	1,0000015504	unity
	Rotation angle of source coordinate reference system axes	1.56504	arc-second
			Sign reversal

# Comprovació de la transformació



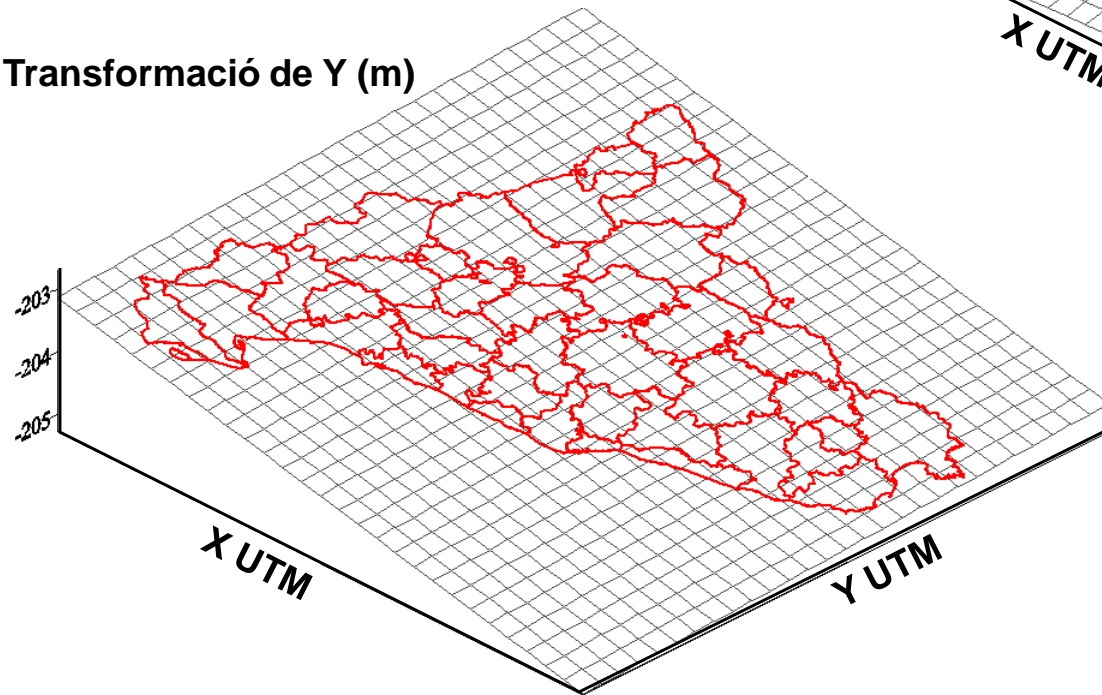
	Component X UTM	Component Y UTM
Dif. màxima	0.07 m	0.06 m
Dif. mínima	-0.10 m	-0.07 m
Dif. mitjana	-0.01 m	-0.01 m
RMS	0.04 m	0.03 m

# Malla ICC



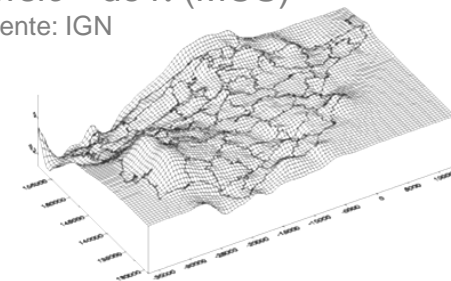
Transformació de X (m)

Transformació de Y (m)



Distorsió " de  $\lambda$  (MCS)

Fuente: IGN



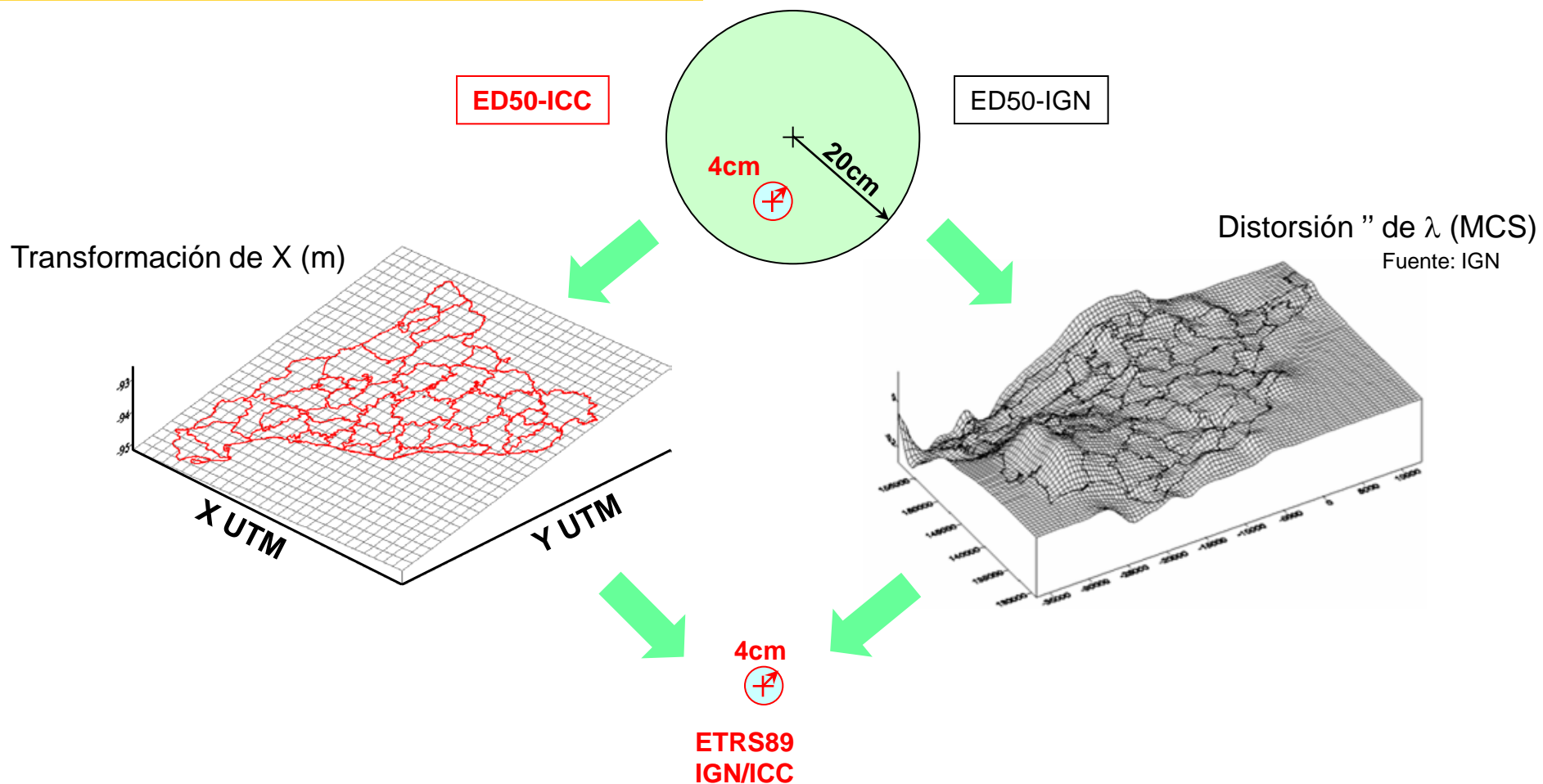
# Us de la transformació

- Guía de aplicación en distintos programas.
  - Miramon Aplicación específica.
  - ArcGis NTv2.
  - AutoCAD Manipulación vector.
  - Geomedia NTv2.
  - gvSIG NTv2.
  - Microstation Manipulación vector.
  - Minesota Mapserver/GDAL NTv2.
  - ... otros en preparación

# Índex

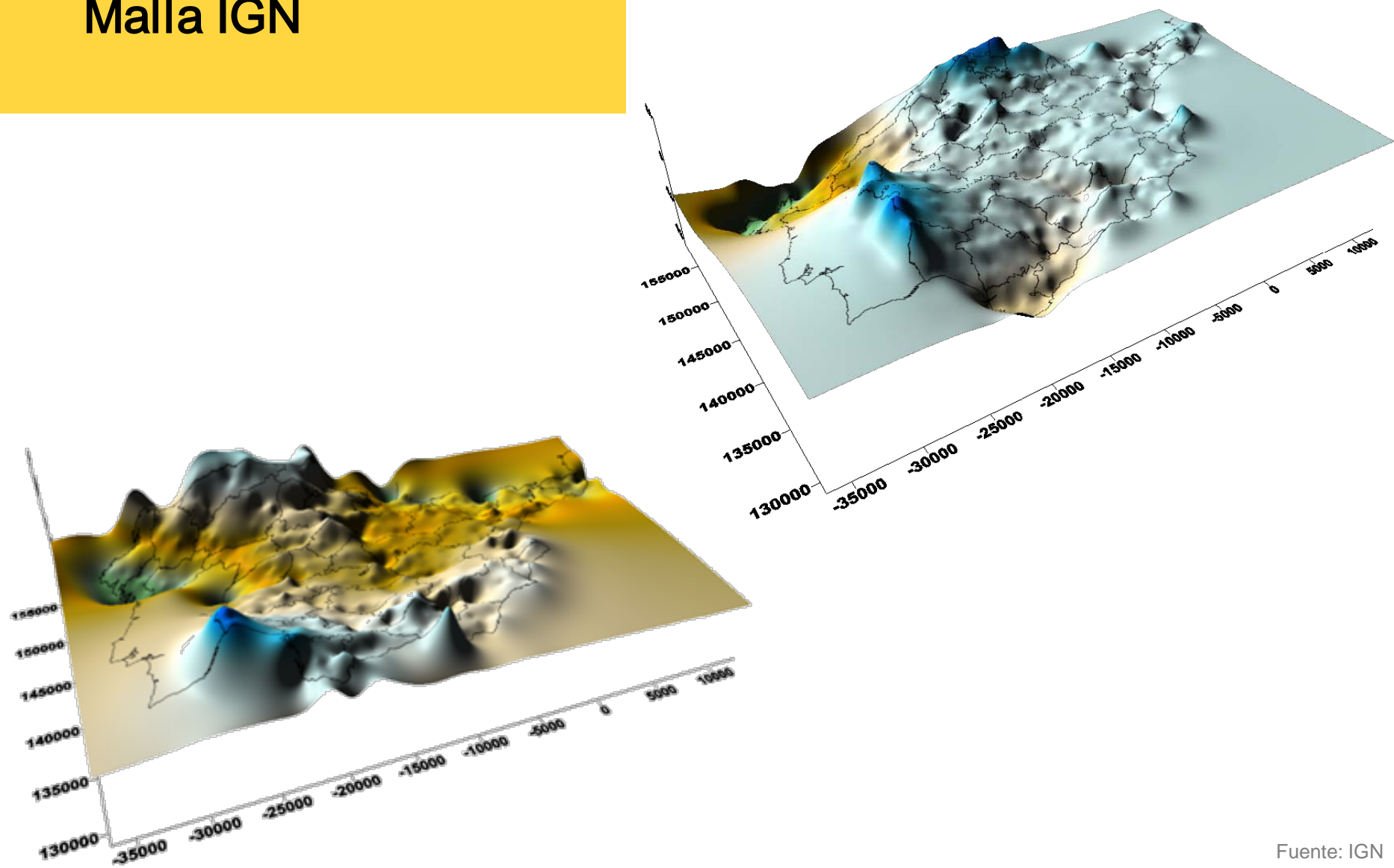
- Conceptes geodèsics
- ED50
- ETRS89 des d'estacions permanents
- ETRS89 des de campanyes d'observació
- Promotors i justificació d'ETRS89
- RD 1071/2007
- Mètodes de transformació
- Elecció del model matemàtic idoni per l'àmbit de l'ICC
- Oficialització i distribució de la transformació
- Transformació IGN
- Sistema de referència altimètric i models de geoide
- Conclusions

# Diferència entre la transformació del ICC i la del IGN





# Malla IGN



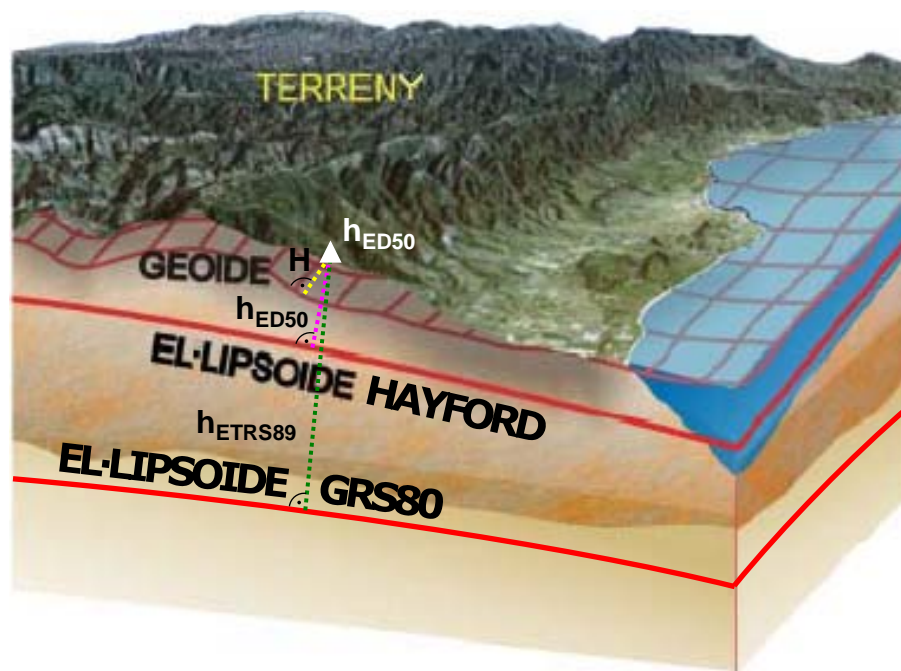
Fuente: IGN

# Índex

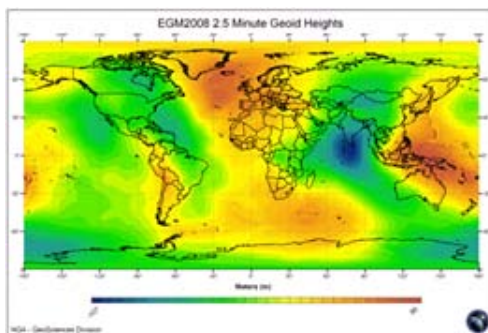
- Conceptes geodèsics
- ED50
- ETRS89 des d'estacions permanents
- ETRS89 des de campanyes d'observació
- Promotors i justificació d'ETRS89
- RD 1071/2007
- Mètodes de transformació
- Elecció del model matemàtic idoni per l'àmbit de l'ICC
- Oficialització i distribució de la transformació
- Transformació IGN
- Sistema de referència altimètric i models de geoide
- Conclusions

# Sistema de referència altimètric en ETRS89

- Superfícies de referència vertical
  - Geoide → Cota ortomètrica (H)
  - El·lipsoide → Cota el·lipsoïdal ( $h$ ) = H + Ondulació del geoide (N)



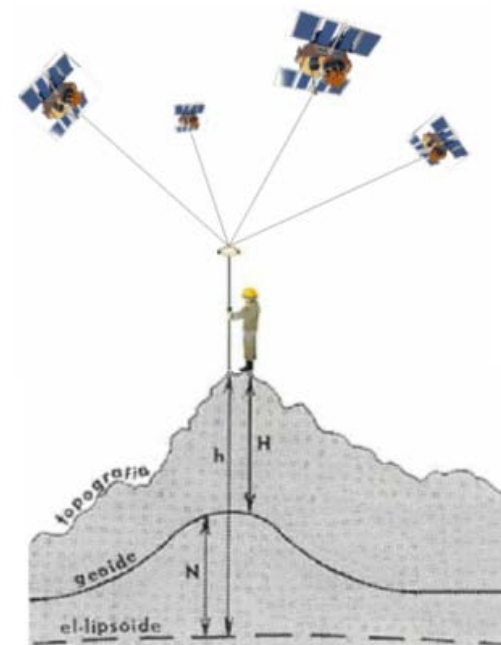
# Càlcul del geoide EGM08D595



**EGM08 (NGA)**



**REDNAP (IGN)**



**EH (RTKAT-ICC)**

**Càlculo ICC**

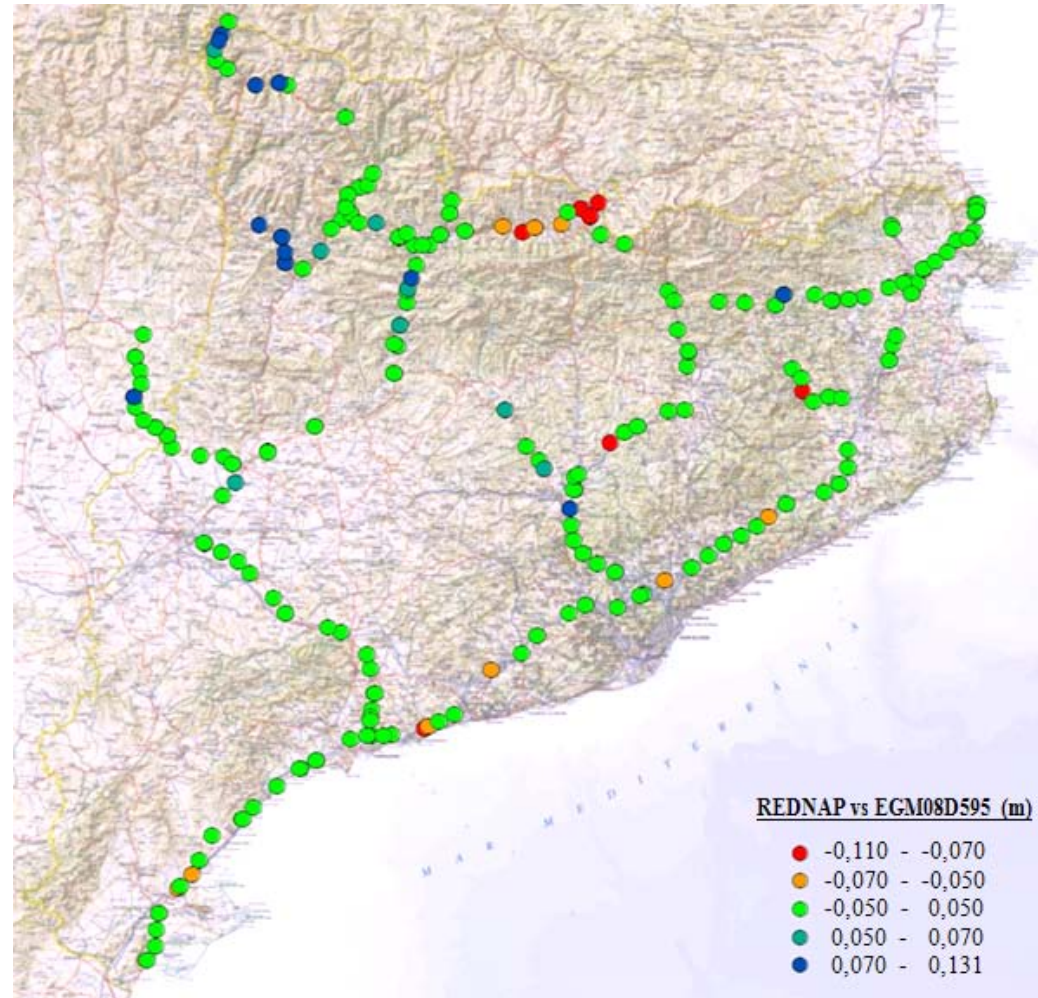
**EGM08D595**

# UB91 y EGM08D595

## REDNAP vs. EGM08D595

GPS - $N_{UB91\_ANIV} - H_{anivellació}$	
Diferència màx. abs	0.34 m
RMS	0.11 m

GPS - $N_{EGM08D595} - H_{anivellació}$	
Diferència màx. abs	0.17 m
RMS	0.04 m



# Índex

- Conceptes geodèsics
- ED50
- ETRS89 des d'estacions permanents
- ETRS89 des de campanyes d'observació
- Promotors i justificació d'ETRS89
- RD 1071/2007
- Mètodes de transformació
- Elecció del model matemàtic idoni per l'àmbit de l'ICC
- Oficialització i distribució de la transformació
- Transformació IGN
- Sistema de referència altimètric i models de geoide
- Comunicació i Suport

## Que ha fet l'ICC?

- Materialització del marc de referència ETRS89 en el SPGIC en base al conveni amb el IGN.
- Desenvolupament de una única transformació geomètrica vàlida per escales fins a 1:1000 pels seus productes i bases
- Adaptar la producció i distribució al nou sistema ETRS89.
- Donar suport a Ajuntaments i entitats amb cartografia 1:500 (en curs).
- Comunicació de la transició a ETRS89 a diversos col·lectius professionals y acadèmics (en curso).

## Productes ICC

- A partir del **Setembre del 2011** fins al 1 de **Gener del 2015** el ICC publicarà tots els seus productes en ambós sistemes **ED50** y **ETRS89**.



- Bases Cartogràfiques
- Mapas Topogràfics
- Ortofotomapas
- Geoserveis WMS, WFS, WCS, Tilecahe



# Conclusions

- La transformació de semblança bidimensional és la idònia per la transformació de cartografia en l'àmbit de l'ICC
- Per liderar el canvi de sistema de referència a Catalunya, l'ICC està dissenyant un pla de comunicació i suport
  - Informació a la comunitat d'usuaris
  - Formació a diferents perfils professionals
  - Suport al canvi mitjançant eines i assessoria tècnica
- Comunicació amb els fabricants i desenvolupadors de programari en l'entorn de la geoinformació
- Elaboració de documentació de suport per l'aplicació de la transformació en diversos productes comercials GIS, CAD...

## Institut Cartogràfic de Catalunya

Parc de Montjuïc,  
E-08038 Barcelona

41°22'12" N, 2°09'20" E (ETRS89)

Tel. (+34) 93 567 15 00

Fax (+34) 93 567 15 67

<http://www.icc.cat>  
[webmaster@icc.cat](mailto:webmaster@icc.cat)

