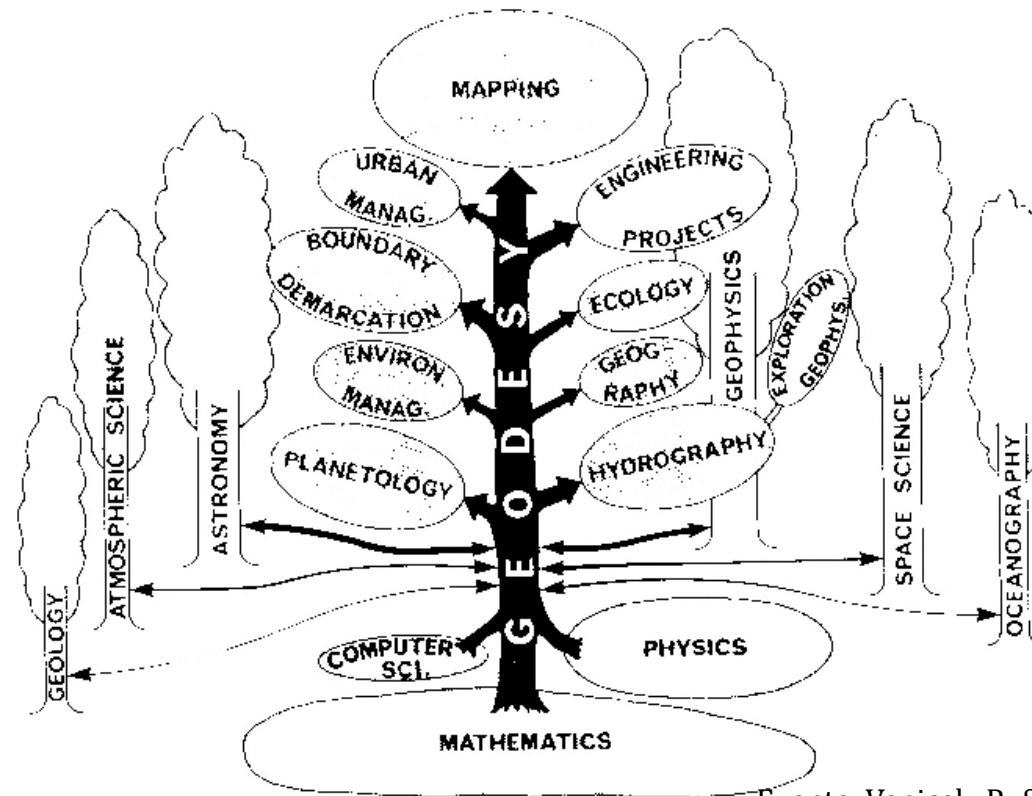


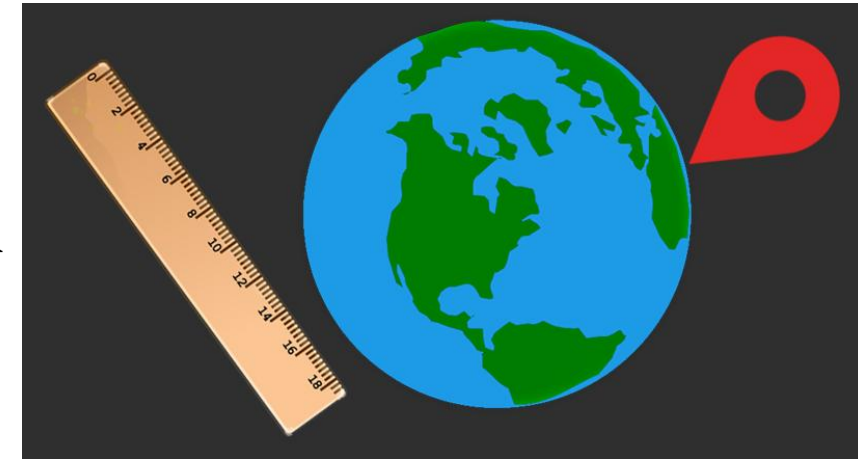
GEODESIA, PERO... ¿PARA QUÉ?



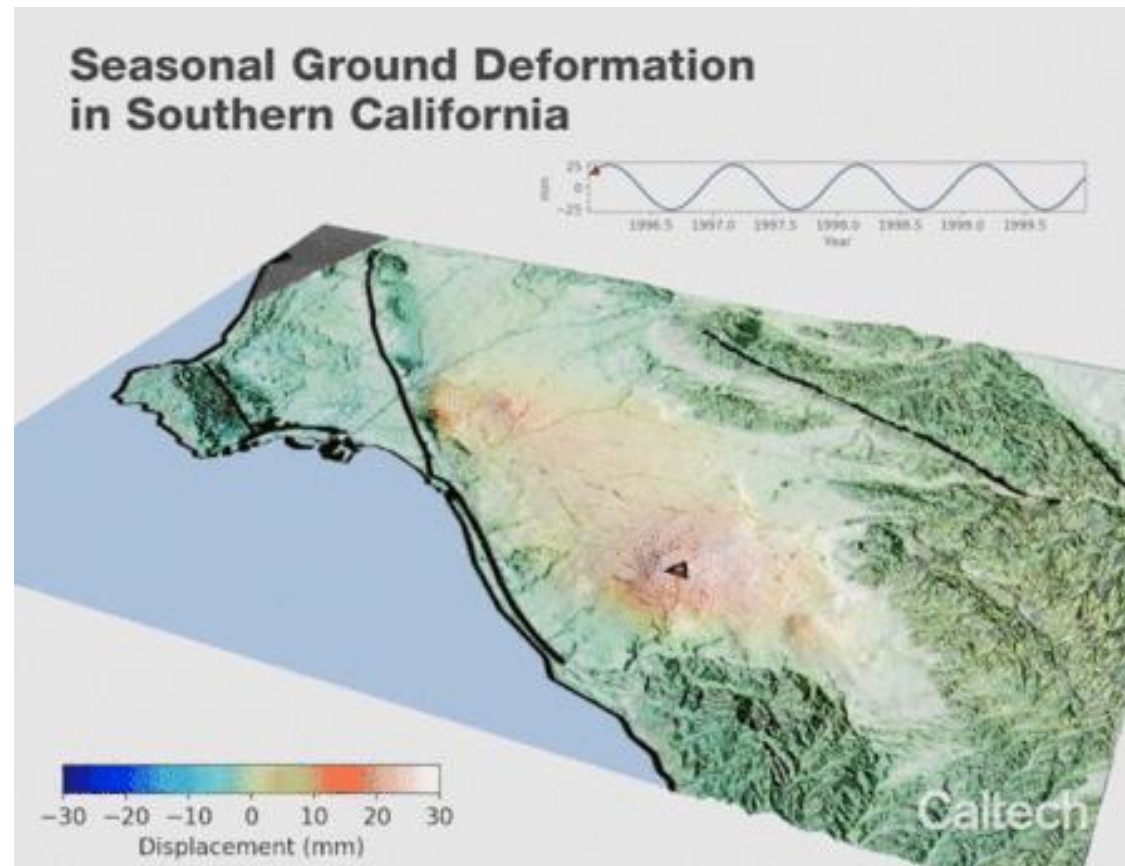
Fuente: Vanicek, P., & Krakiwsky, E. J. (1986). *Geodesy: the concepts*. Elsevier.

Geodesia

- *Geodesia* es la ciencia de medición y mapeo de la superficie de la Tierra ⁽¹⁾.
- *Geodesia* es la disciplina que se encarga de la medición y representación de la Tierra, incluyendo su campo de gravedad, en un espacio tridimensional variante en el tiempo ⁽²⁾.



Fuente: <https://gisgeography.com/geodesy/>



- *Geodesia* es considerada como parte de las *Geociencias* y *Ciencias de la Ingeniería* ⁽³⁾.

Fuente: Riel, B. *et al.* (2018)

(1) Helmert, F. R. (1880). Die mathematischen und physikalischen Theorien der höheren Geodäsie, Band I. Verlag Teubner, Leipzig.

(2) Vanicek, P. and Krakiwsky, E.J. (1986). *Geodesy: The Concepts*. 2nd Edition, North-Holland, Amsterdam.

(3) National Research Council, (1978). *Geodesy, Trends and Prospects*. National Academies.

Geodesia

- Subdivisión Geodesia (Gerke, 1972)

- Investigación científica
- Ingeniería

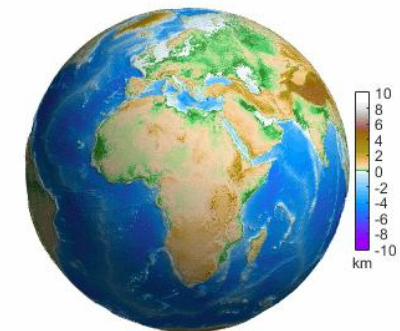


- Subdivisión de Geodesia⁽⁴⁾

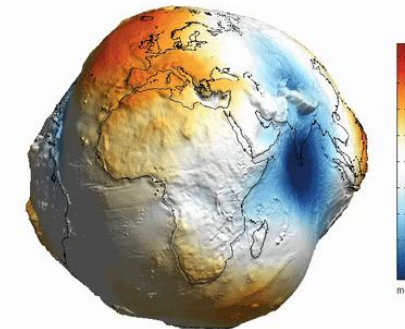
- Geodesia geométrica
- Geodesia gravimétrica (o física)



- **Geodesia geométrica⁽⁴⁾**: Determinar la figura de la Tierra y su orientación en el espacio, la cobertura topográfica y construcciones, y la posición de los límites políticos y de las propiedades.



Earth topography: (ETOPO2_010arcmin)



Geoid height (EGM2008, mm=500)

Fuente: www.asu.cas.cz

(4) Drewes, H. (2006). The changing objectives in geodetic research. Zeitschrift für Geodäsie, Geo-Information und Landmanagement, 131(5), 1-7.

Geodesia

- Geodesia ⁽⁵⁾:**
- Geodesia global
 - Levantamientos geodésicos (nacional o internacional)
 - Levantamientos topográficos (regional o local)

- **Geodesia Global:**

Determinación de la forma y tamaño de la Tierra, su orientación en el espacio y su campo de gravedad externo.

- **Levantamientos geodésicos:**

Determinar la figura de la Tierra y su campo de gravedad en grandes extensiones (país o continente), dónde se tiene en cuenta la curvatura de la Tierra y el campo de gravedad.

- **Levantamientos topográficos:**

Levantamientos de los detalles de la superficie de la Tierra a nivel local con fines catastrales y de ingeniería, dónde, generalmente, los efectos de la curvatura de la Tierra y el campo de gravedad no se tienen en cuenta.

Geodesia

Organización^(6,7): Introducción a la geodesia geométrica

- Cálculos en la figura geométrica
- Reducción de observaciones a la figura geométrica

Levantamientos Geodésicos⁽⁸⁾: se diferencia del resto de los levantamientos porque no existe una red de orden superior de precisión.

- Establecer un sistema de puntos fijos en planimetría, altimetría y gravimetría, los cuales forman la base de levantamientos menos precisos (topográficos, catastrales, cartográficos, etc.).
 - Asistir, en combinación con la gravimetría, observaciones satelitales y observaciones astronómicas, en la determinación del tamaño, forma y distribución de la densidad de la Tierra, y el estudio de fenómenos geofísicos de la Tierra (placas tectónicas, movimiento de los polos, etc.).
- Elipsoide
 - Esfera
 - Plano

(6) Krakiwsky, Edward J., and Donald B. Thomson (1974). *Geodetic position computations*. Department of Surveying Engineering, University of New Brunswick.

(7) Rapp, Richard H. (1991). *Geometric geodesy part I*. Department of Geodetic Science and Surveying, Ohio State University.

(8) Kearsley, A. H. W. (1983), *Geodetic Surveying*, Monograph 8, School of Surveying, UNSW, Kensington, NSW, Australia.

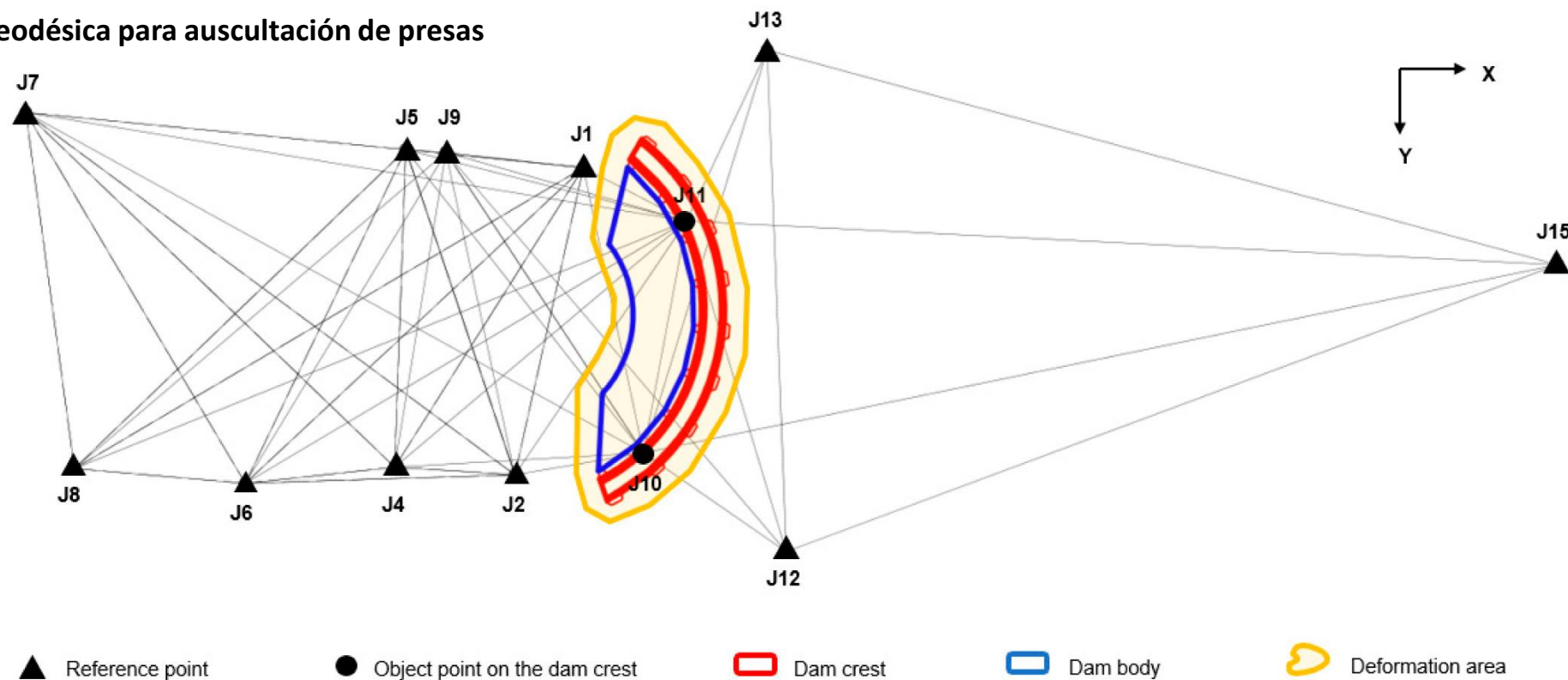
Geodesia

Organización^(6,7): Introducción a la geodesia geométrica

- Cálculos en la figura geométrica
- Reducción de observaciones a la figura geométrica

Levantamientos Geodésicos⁽⁸⁾: se diferencia del resto de los levantamientos porque no existe una red de orden superior de precisión.

Red microgeodésica para auscultación de presas



Fuente: Hamzic, A.; Avdagic, Z.; Besic, I. (2020)

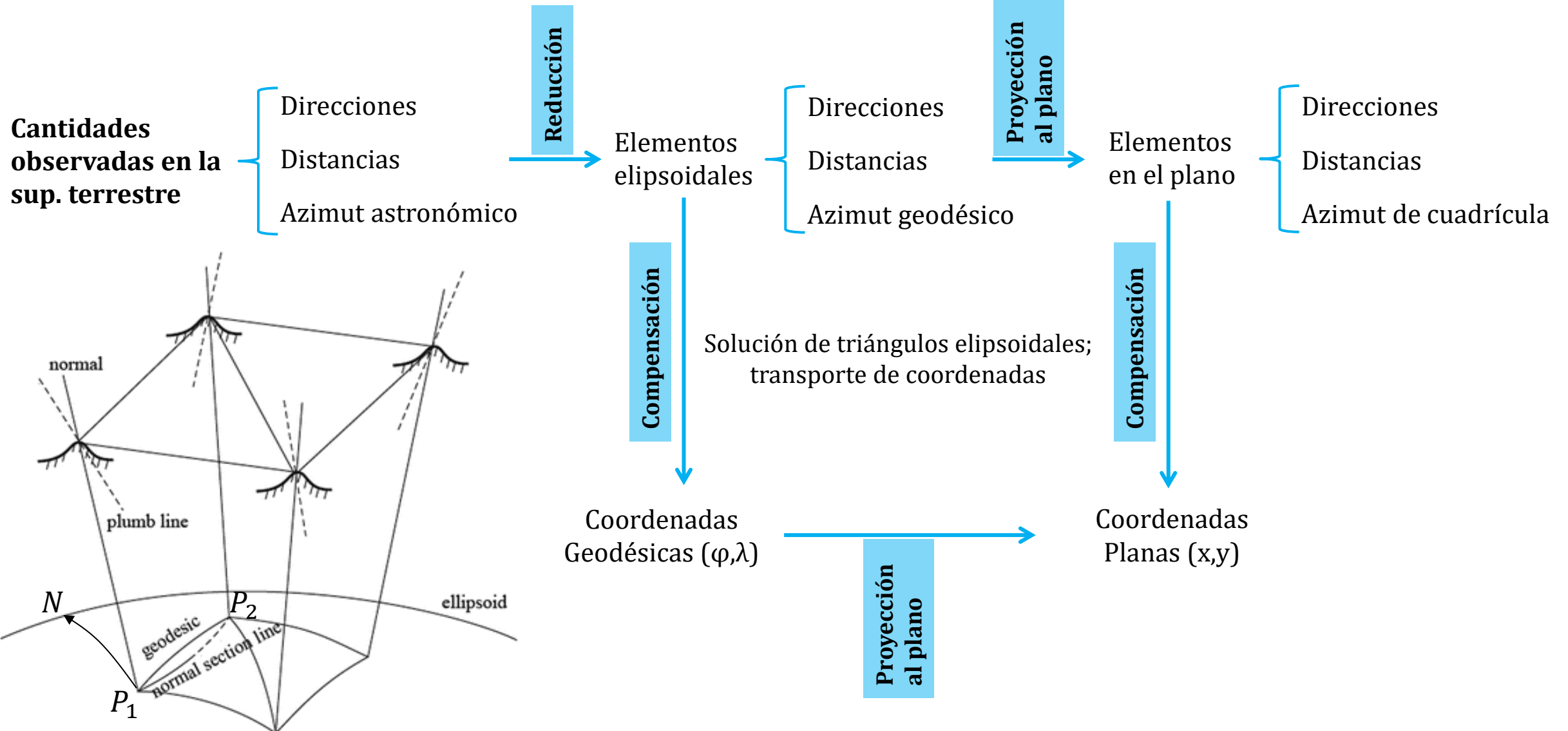
(6) Krakiwsky, Edward J., and Donald B. Thomson (1974). *Geodetic position computations*. Department of Surveying Engineering, University of New Brunswick.

(7) Rapp, Richard H. (1991). *Geometric geodesy part I*. Ohio State University Department of Geodetic Science and Surveying.

(8) Kearsley, A. H. W. (1983), *Geodetic Surveying*, Monograph 8, School of Surveying, UNSW, Kensington, NSW, Australia.

Geodesia

Determinación de coordenadas^(7,9,10):



Fuente: Lu Z., Qu Y., Qiao S. (2014)

(7) Rapp, Richard H. (1991). *Geometric geodesy part I*. Department of Geodetic Science and Surveying, Ohio State University.

(9) Jekeli, C. (2006). *Geometric reference systems in geodesy*. Division of Geodetic Science, School of Earth Sciences. Ohio State University.

(10) Jordan, W. (1962). *Handbook of Geodesy* (Vol. 3). Corps of Engineers, United States Army, Army Map Service

Geodesia

Reducción de observaciones terrestres al elipsoide^(7,9,10):

Observaciones en la sup. terrestre

- Coordenadas horizontales de un punto
- Altura de un punto

Direcciones
Distancias
Azimut astronómico

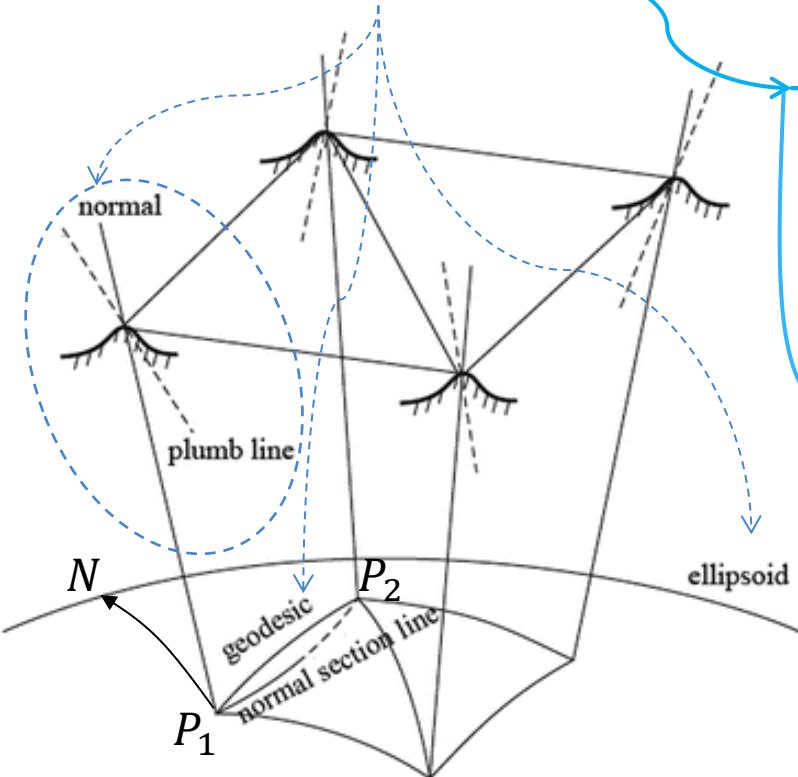
Reducción

Elementos elipsoidales

Reducciones

- Corrección por desviación de la vertical;
- Corrección por alabeo de normales;
- Corrección de sección normal a geodésica;
- Reducción de distancia cenital observada;
- Reducción de distancia observada al elipsoide.

- Relación entre Latitud y Longitud Astronómica y Latitud y Longitud Geodésica;
- Relación entre Azimut Astronómico y Azimut Geodésico (Azimut de Laplace).



Fuente: Lu Z., Qu Y., Qiao S. (2014)

(7) Rapp, Richard H. (1991). *Geometric geodesy part I*. Department of Geodetic Science and Surveying, Ohio State University.

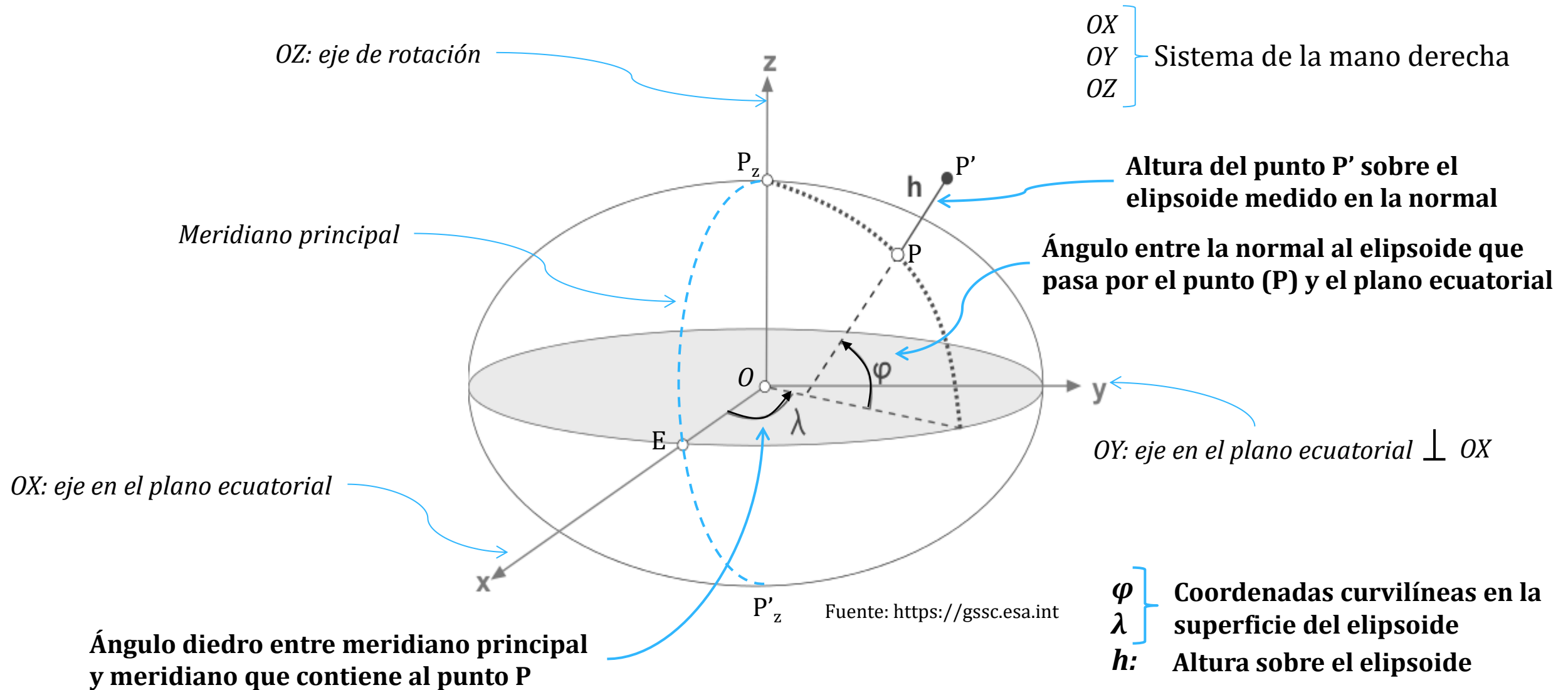
(9) Jekeli, C. (2006). *Geometric reference systems in geodesy*. Division of Geodetic Science, School of Earth Sciences. Ohio State University.

(10) Jordan, W. (1962). *Handbook of Geodesy* (Vol. 3). Corps of Engineers, United States Army, Army Map Service

Geodesia

Coordenadas Geodésicas^(6,7,9):

Elipsoide rotacional con centro en O



(6) Krakiwsky, Edward J., and Donald B. Thomson (1974). *Geodetic position computations..* Department of Surveying Engineering, University of New Brunswick.

(7) Rapp, Richard H. (1991). *Geometric geodesy part I.* Department of Geodetic Science and Surveying, Ohio State University.

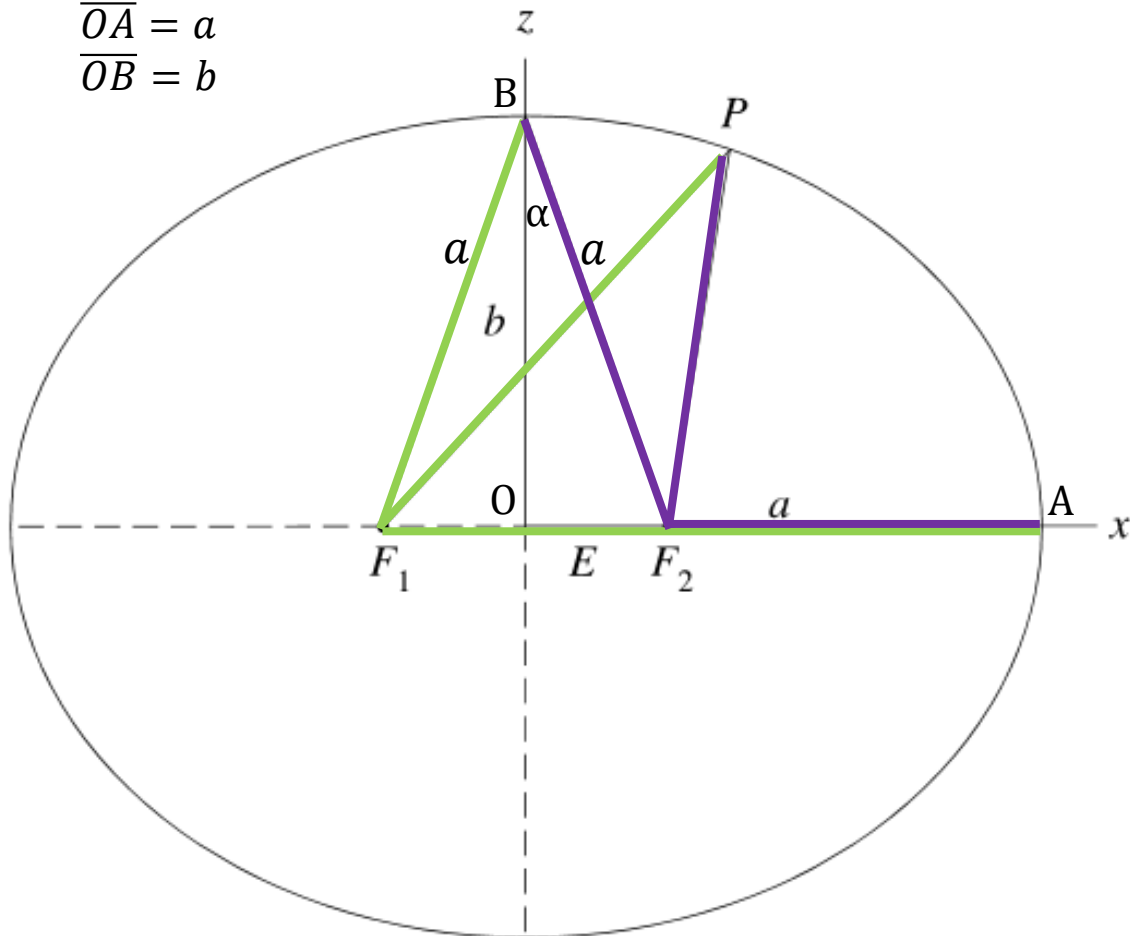
(9) Jekeli, C. (2006). *Geometric reference systems in geodesy.* Division of Geodetic Science, School of Earth Sciences, Ohio State University.

Geodesia

Geometría de la Elipse^(6,7,9): $\frac{x^2}{a^2} + \frac{z^2}{b^2} = 1$

$$\overline{OA} = a$$

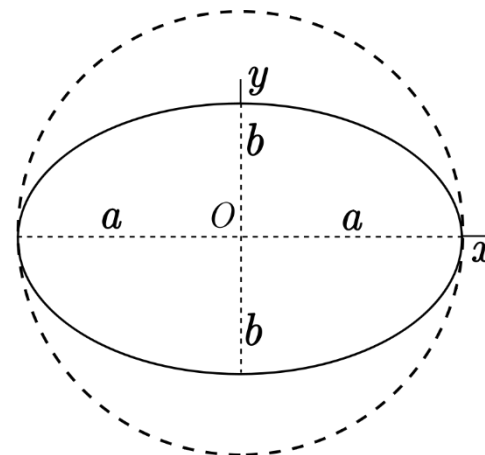
$$\overline{OB} = b$$



Fuente: Jekeli, C. (2006)

$$\left\{ \begin{array}{l} F_1P + F_2P = \text{Constante} \\ F_1A + F_2A = 2a \\ F_1B + F_2B = 2a \\ F_1O = F_2O = \sqrt{a^2 - b^2} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} f = \frac{a-b}{a}, (\text{aplastamiento}) \\ e = \frac{OF_1}{a} = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}, (\text{primera excentricidad}) \\ e' = \frac{OF_1}{b} = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{b}, (\text{segunda excentricidad}) \end{array} \right.$$



$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Semi-eje mayor: } a \\ \text{Achatamiento: } f = \frac{a-b}{a} \end{array} \right.$$

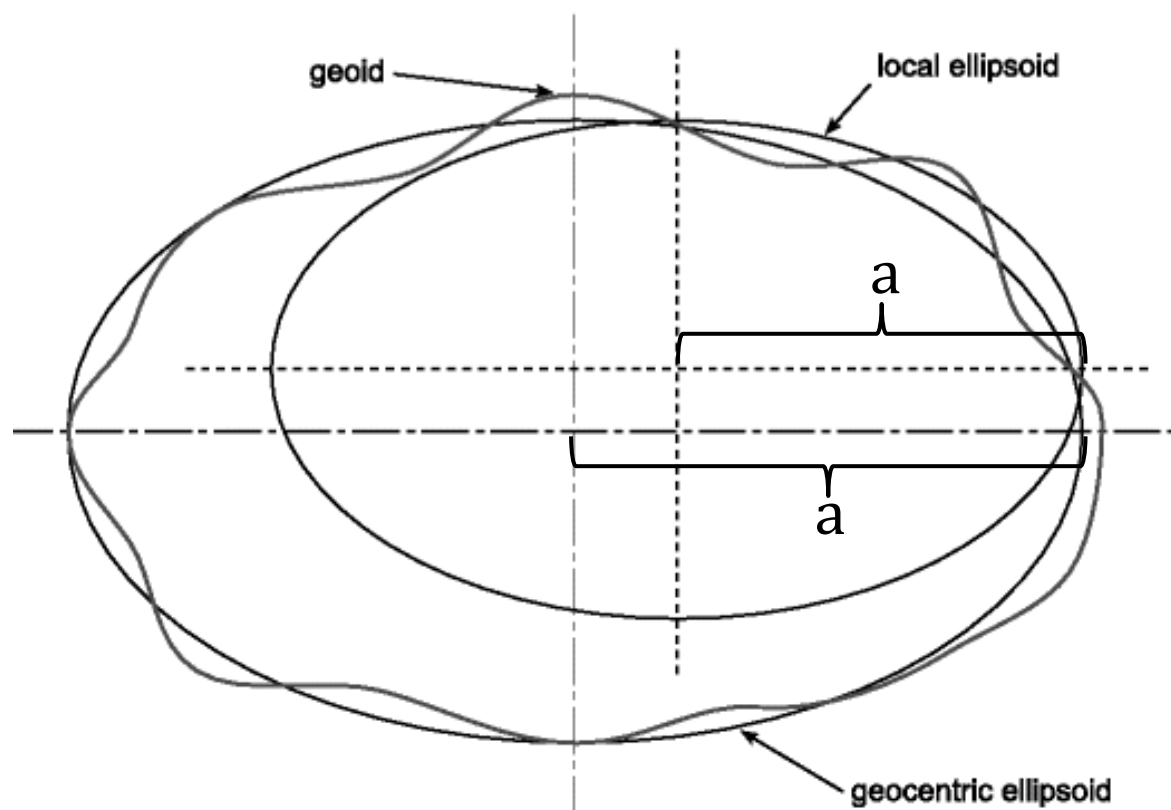
(6) Krakiwsky, Edward J., and Donald B. Thomson (1974). *Geodetic position computations*. Department of Surveying Engineering, University of New Brunswick.

(7) Rapp, Richard H. (1991). *Geometric geodesy part I*. Department of Geodetic Science and Surveying, Ohio State University.

(9) Jekeli, C. (2006). *Geometric reference systems in geodesy*. Division of Geodetic Science, School of Earth Sciences, Ohio State University.

Geodesia

Elipsoides^(6,7,9):



Fuente: Gomasasca, M.A. (2009)

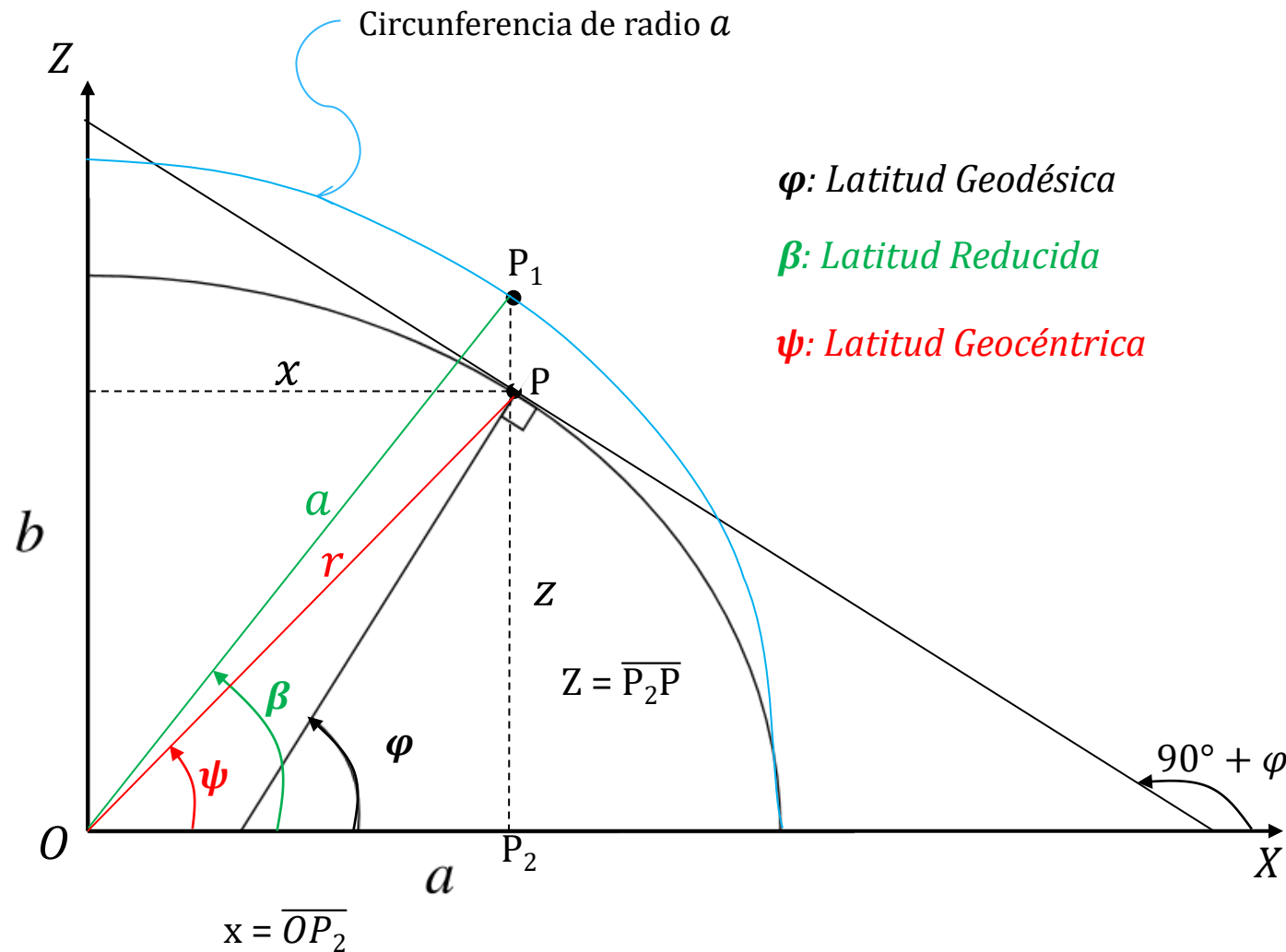
Ellipsoid	Semi-Major Axis	Inverse Flattening
Name (Year Computed)	a(m)	1/f
Airy (1830)	6377563.396	299.324964
Bessel (1841)	6377397.155	299.152813
Clarke 1866	6378206.4	294.978698
Clarke 1880 (modified)	6378249.145	293.4663
Clarke 1880	6378249.145	293.465
Everest (1830)	6377276.345	300.8017
International (1924)	6378388	297
Krassovski (1940)	6378245	298.3
Mercury 1960	6378166	298.3
Modified Mercury 1968	6378150	298.3
Australian National	6378160	298.25
South America 1969	6378160	298.25
Geodetic Reference System 1967	6378160	298.2471674273
WGS72	6378135	298.26
Int. Assoc. of Geodesy (1975)	6378140 ±5	298.257 ±.0015
Geodetic Reference System 1980	6378137	298.257222101
Int. Assoc. of Geodesy (1983)	6378136 ±1	298.257
WGS84	6378137	298.257223563
Int. Assoc. of Geodesy (1987)	6378136	

(6) Krakiwsky, Edward J., and Donald B. Thomson (1974). *Geodetic position computations..* Department of Surveying Engineering, University of New Brunswick.
(7) Rapp, Richard H. (1991). *Geometric geodesy part I.* Department of Geodetic Science and Surveying, Ohio State University.
(9) Jekeli, C. (2006). *Geometric reference systems in geodesy.* Division of Geodetic Science, School of Earth Sciences. Ohio State University.

Geodesia

Elipse Meridiana^(6,7,9):

Elipse meridiana que pasa por P



Obtención de x y z con β

$$\begin{cases} (OP_2)^2 + (P_2P)^2 = a^2 \\ \frac{x^2}{a^2} + \frac{z^2}{b^2} = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{aligned} x &= a \cos \beta \\ z &= b \sen \beta \end{aligned}$$

Obtención de x y z con φ

$$\begin{cases} \frac{dz}{dx} = \operatorname{tg}(90^\circ + \varphi) \\ b^2 x^2 + a^2 z^2 = a^2 b^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{aligned} x &= \frac{a \cos \varphi}{(1 - e^2 \sen^2 \varphi)^{1/2}} \\ z &= \frac{a (1 - e^2) \sen \varphi}{(1 - e^2 \sen^2 \varphi)^{1/2}} \end{aligned}$$

Obtención de x y z con ψ

$$\begin{cases} x = r \cos \psi \\ z = r \sen \psi \\ \frac{x^2}{a^2} + \frac{z^2}{b^2} = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{aligned} x &= \frac{a(1 - e^2)^{1/2} \cos \psi}{(1 - e^2 \cos^2 \psi)^{1/2}} \\ z &= \frac{a(1 - e^2)^{1/2} \sen \psi}{(1 - e^2 \cos^2 \psi)^{1/2}} \end{aligned}$$

Relación entre las latitudes

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{z}{x} \rightarrow \operatorname{tg} \psi = \frac{b}{a} \operatorname{tg} \beta = (1 - e^2) \operatorname{tg} \varphi$$

(6) Krakiwsky, Edward J., and Donald B. Thomson (1974). *Geodetic position computations*. Department of Surveying Engineering, University of New Brunswick.

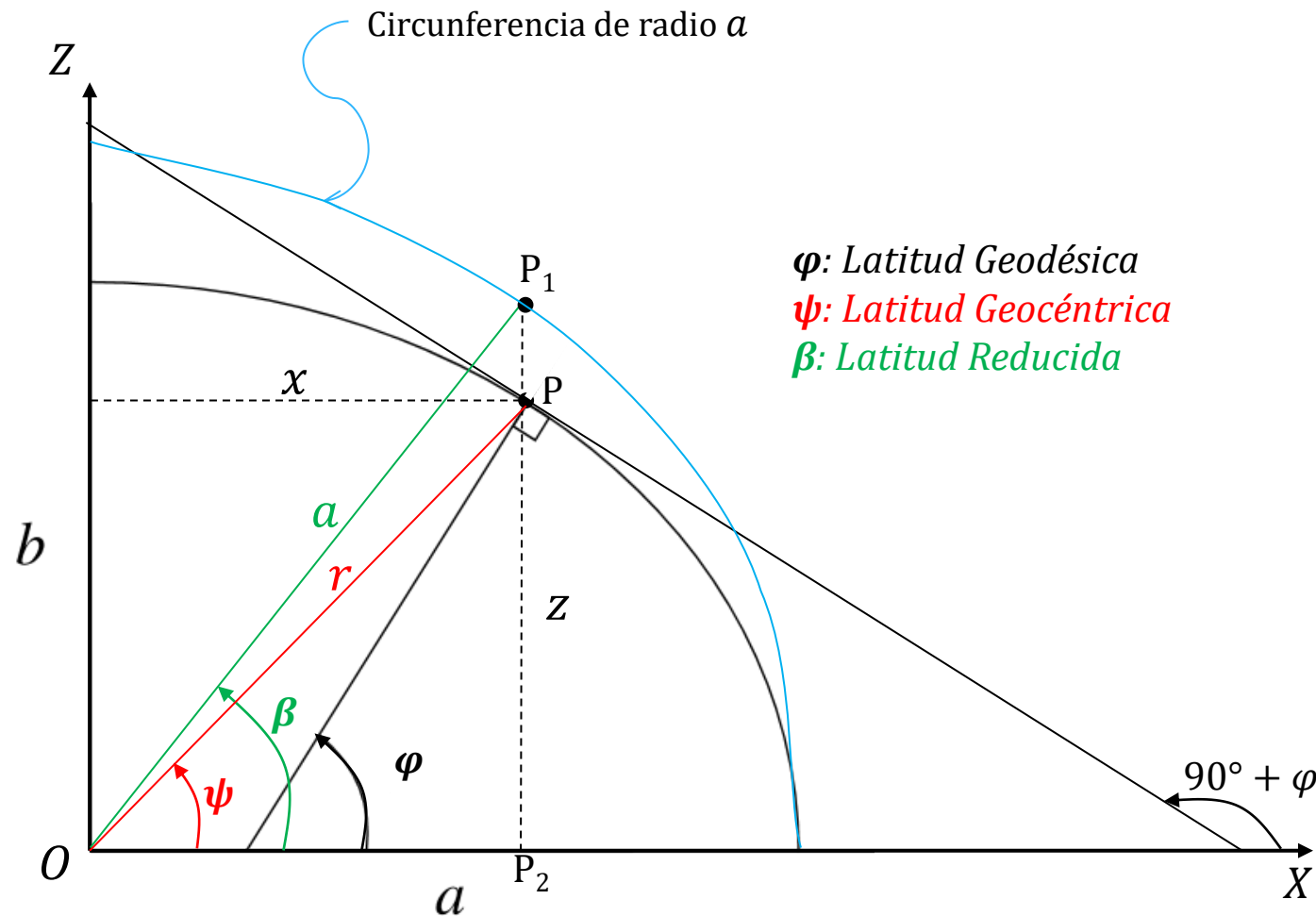
(7) Rapp, Richard H. (1991). *Geometric geodesy part I*. Department of Geodetic Science and Surveying, Ohio State University.

(9) Jekeli, C. (2006). *Geometric reference systems in geodesy*. Division of Geodetic Science, School of Earth Sciences, Ohio State University.

Geodesia

Elipse Meridiana^(6,7,9):

Elipse meridiana que pasa por P



Diferencia entre las distintas latitudes

$$(1.a) \operatorname{tg}(\varphi - \beta) = \frac{n \operatorname{sen} 2\varphi}{1 + n \cos 2\varphi}$$

$$(1.b) \varphi - \beta = n \operatorname{sen} 2\varphi - \frac{n^2}{2} \operatorname{sen} 4\varphi + \frac{n^3}{3} \operatorname{sen} 6\varphi + \dots$$

$$(2.a) \operatorname{tg}(\varphi - \psi) = \frac{e^2 \operatorname{sen} 2\varphi}{2(1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi)}$$

$$(2.b) \varphi - \psi = m \operatorname{sen} 2\varphi - \frac{m^2}{2} \operatorname{sen} 4\varphi + \frac{m^3}{3} \operatorname{sen} 6\varphi + \dots$$

$$n = \frac{f}{2-f} = \frac{1-\sqrt{1-e^2}}{1+\sqrt{1-e^2}}$$

$$m = \frac{2f-f^2}{1+(1-f)^2} = \frac{2n}{1+n^2}$$

(6) Krakiwsky, Edward J., and Donald B. Thomson (1974). *Geodetic position computations*. Department of Surveying Engineering, University of New Brunswick.

(7) Rapp, Richard H. (1991). *Geometric geodesy part I*. Department of Geodetic Science and Surveying, Ohio State University.

(9) Jekeli, C. (2006). *Geometric reference systems in geodesy*. Division of Geodetic Science, School of Earth Sciences, Ohio State University.

DIFERENCIA GEODESICA-REDUCIDA

