



José Ramón Martínez Batlle

GEOMORFOLOGÍA (GEO-112)

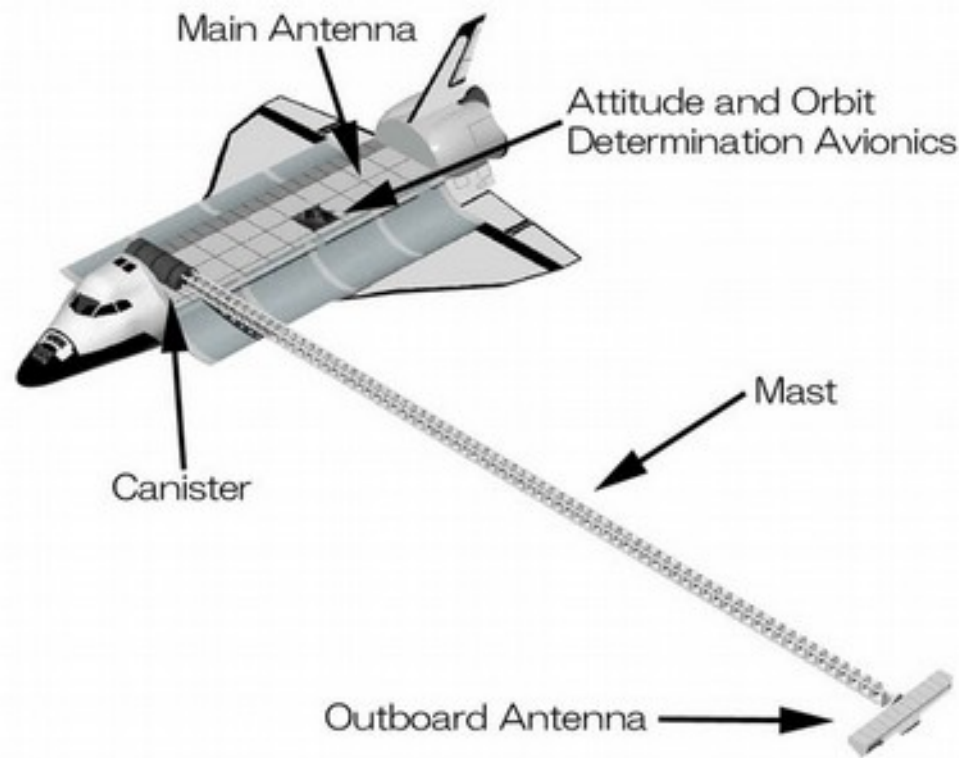
Tema 2. El tiempo en geomorfología

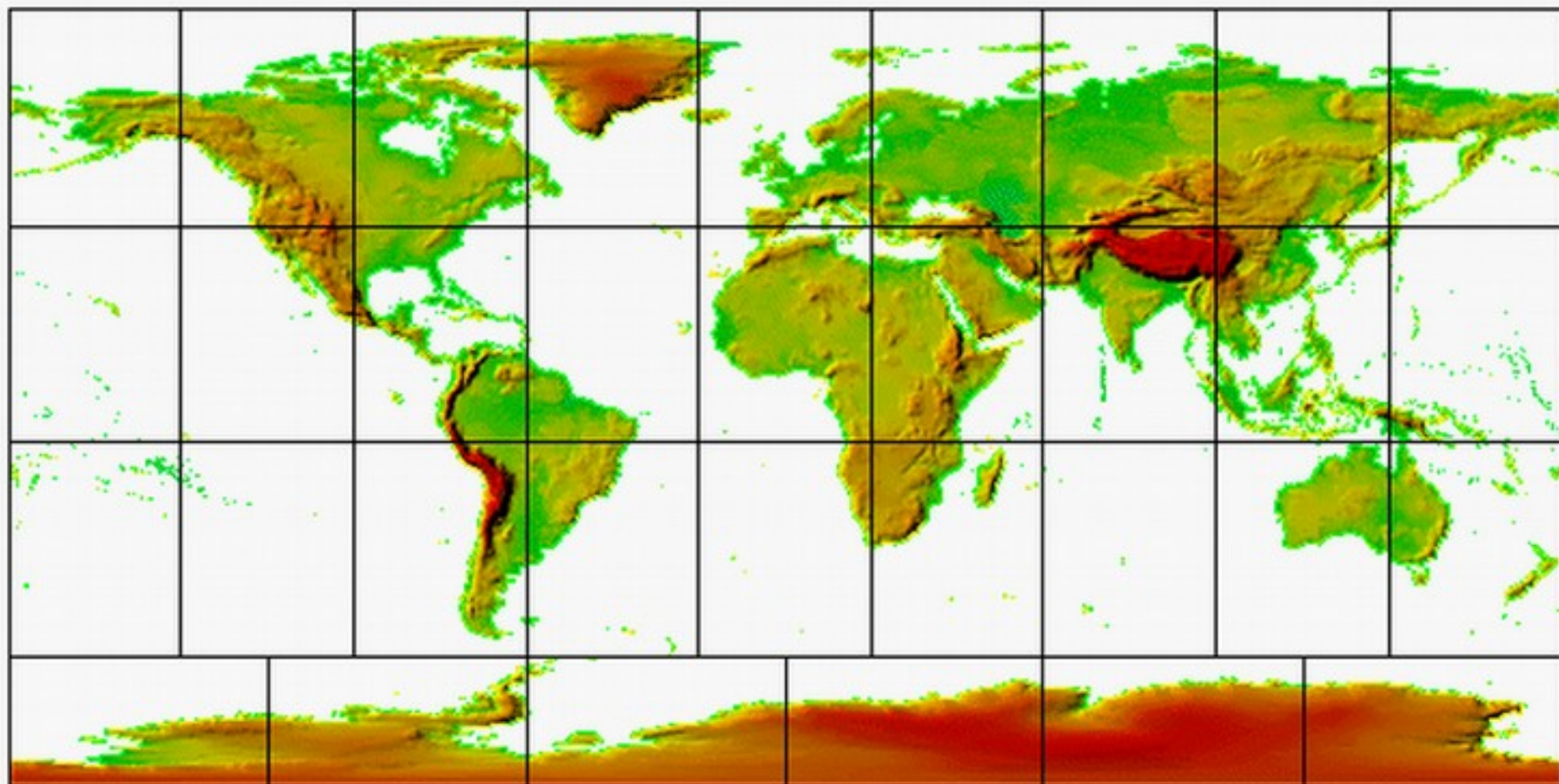
DATACIÓN RELATIVA

- Aplicada a **grandes relieves**:
 - Edad de los materiales y paleoniveles de base
- Aplicada a **procesos** y formas pequeñas:
 - **Velocidad sísmica** en los clastos
 - Anillos de hidratación en **obsidiana**
 - Desarrollo de **suelos**
 - **Liquenometría**



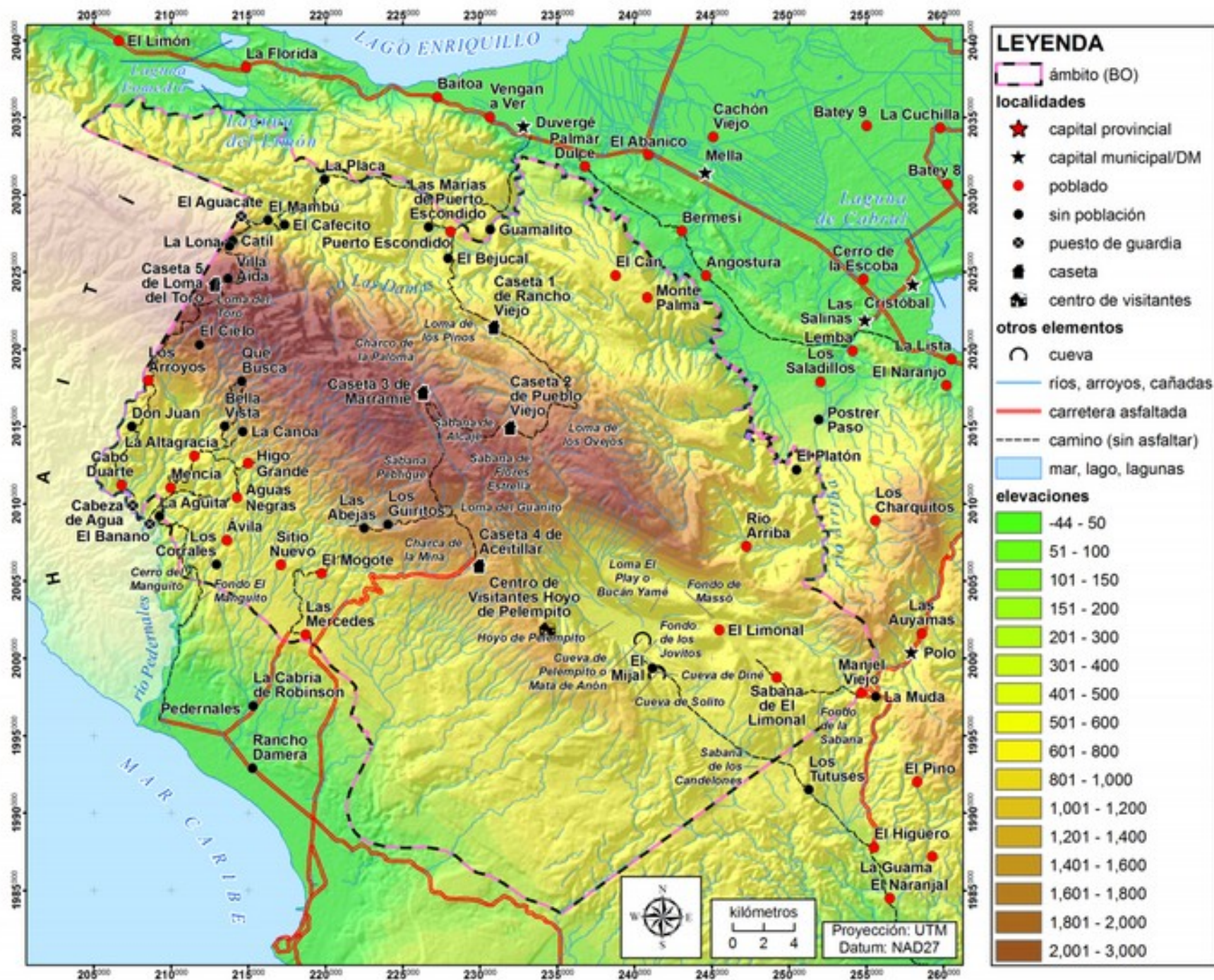
Shuttle Radar Topography Mission

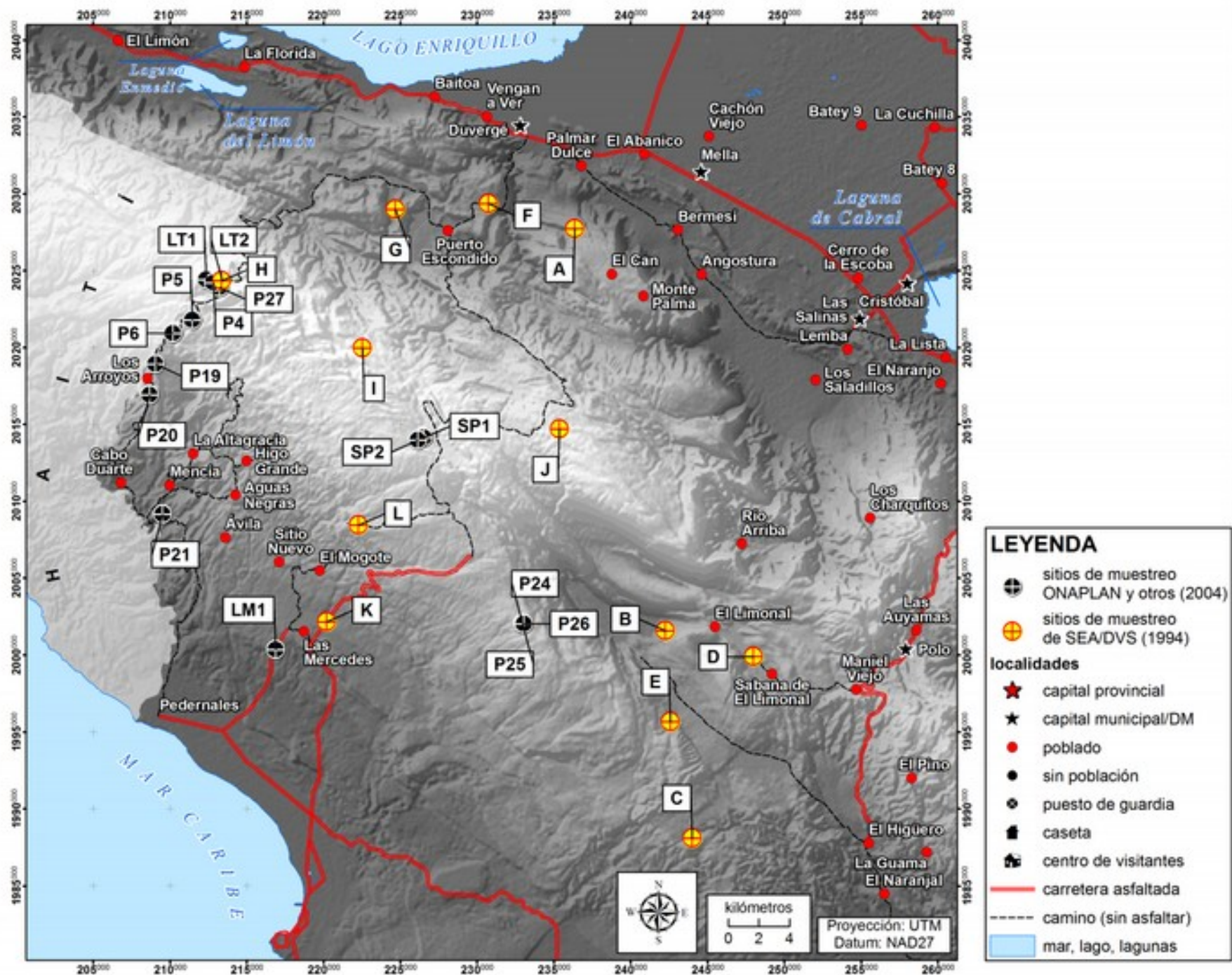


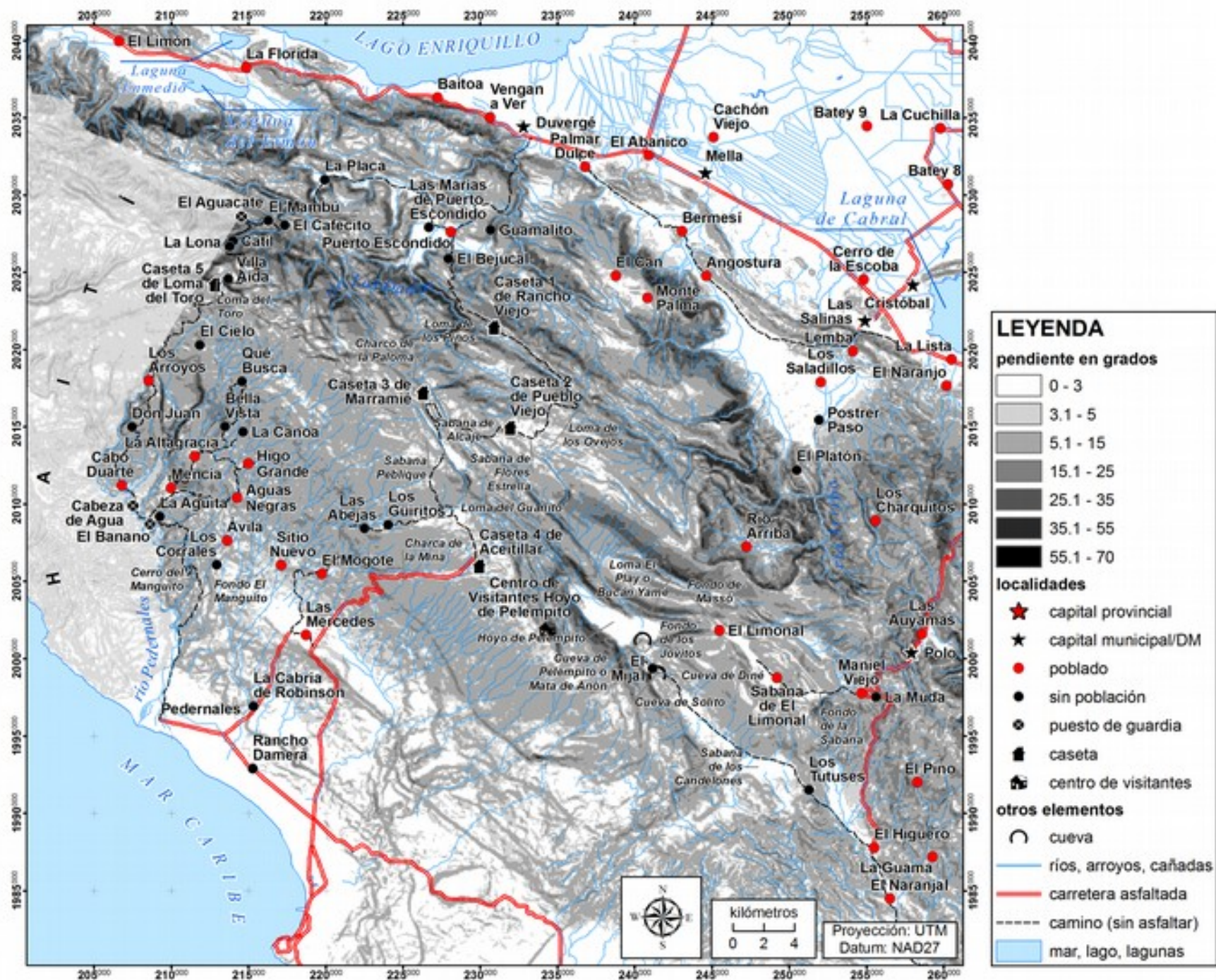


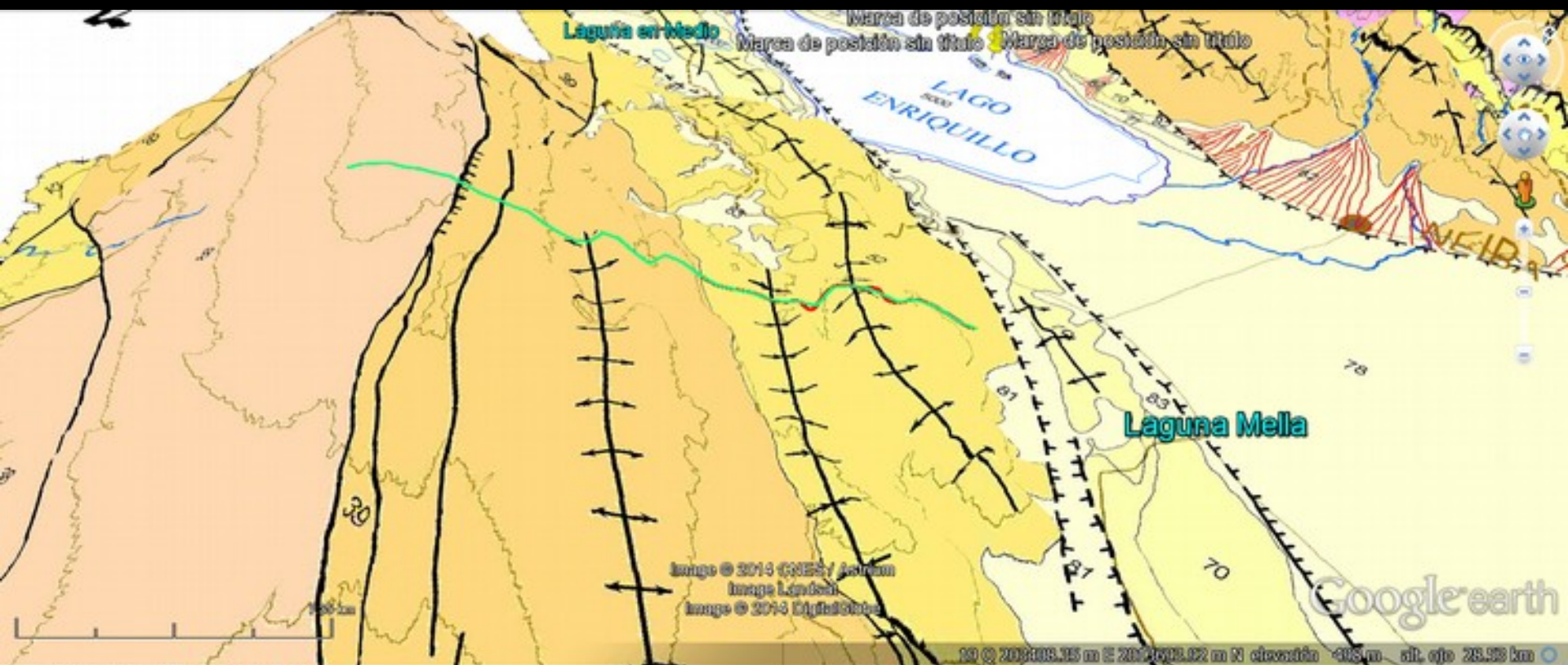


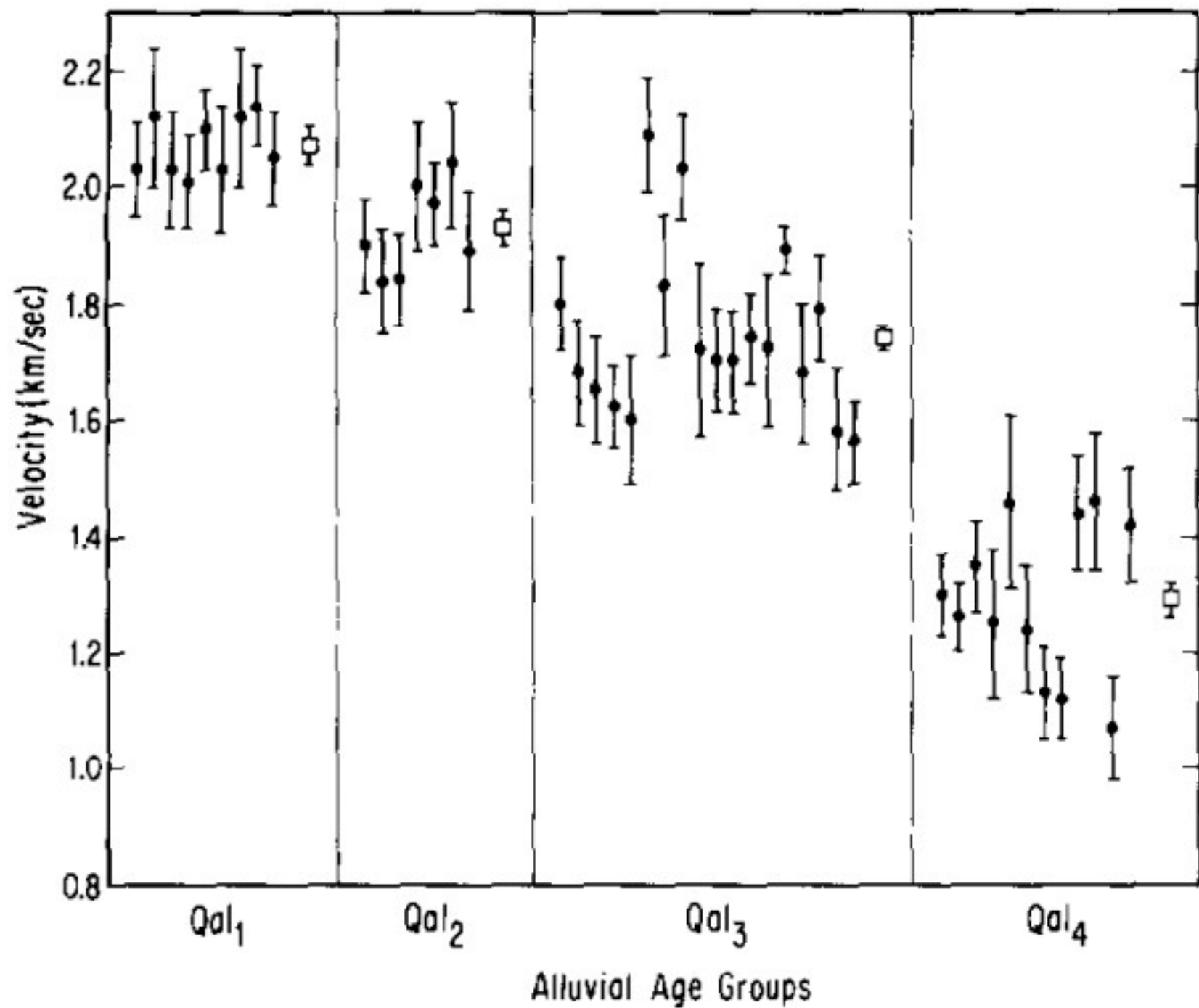












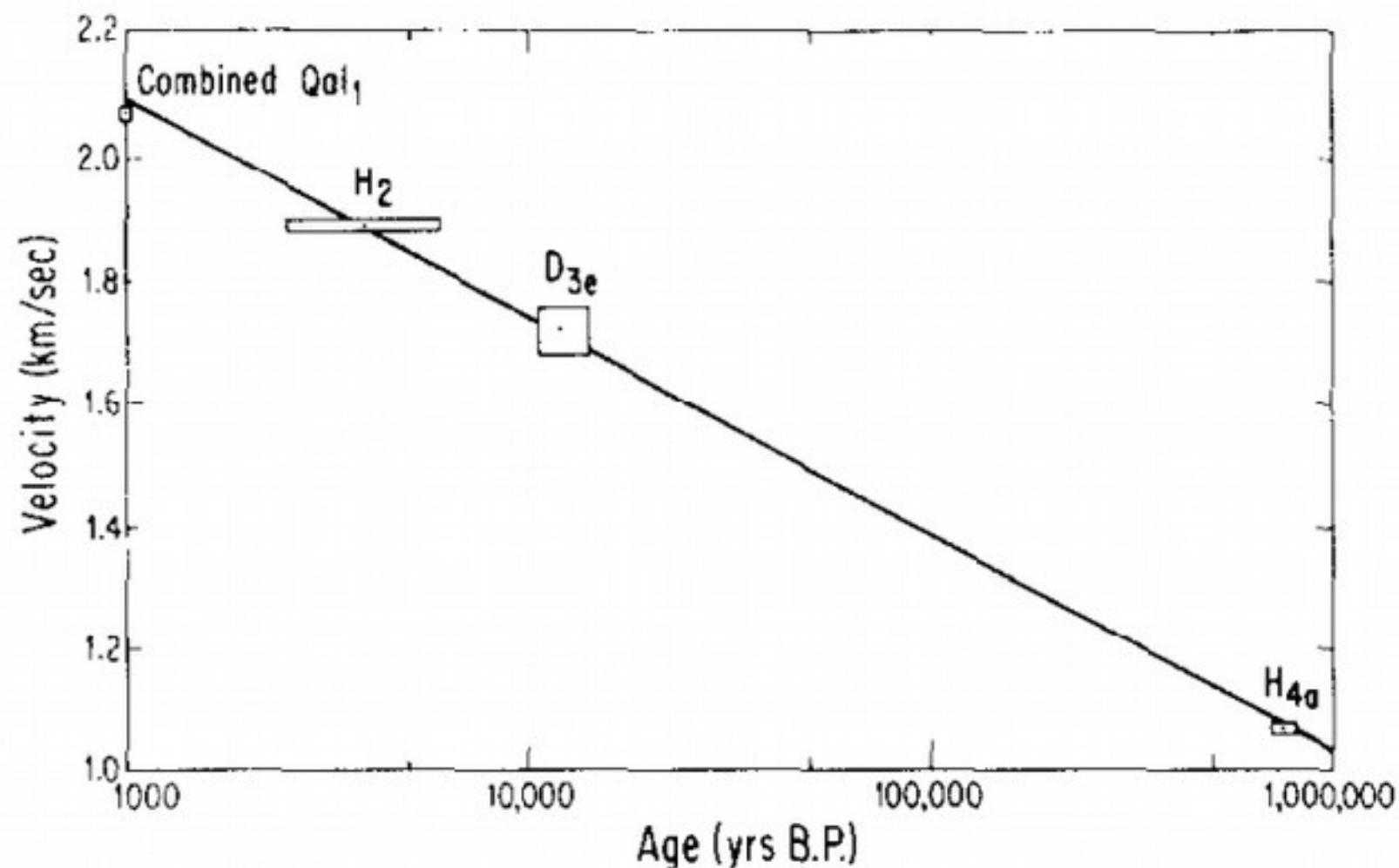


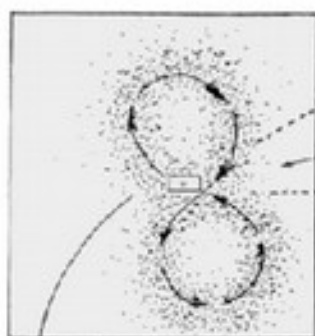
FIG. 7. Proposed velocity versus age curve for the San Gabriel Valley and San Gabriel Canyon alluvial deposits. Dots represent the best estimate of velocity versus age and boxes represent the estimated error.



(1) TWO PARALLEL CUTS ARE MADE ON THE EDGE OF AN OBSIDIAN ARTIFACT OR FLAKE USING A DIAMOND TIP CIRCULAR SAW BLADE TO YIELD A SMALL CROSS-SECTION PIECE ABOUT 1 MM THICK.

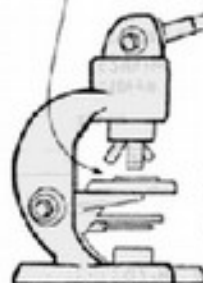


(2) THE PIECE IS MOUNTED ON A SLIDE WITH ONE CUT FACE UP.

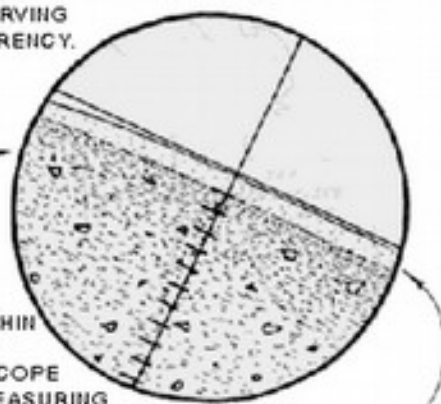


(3) AFTER THE FIRST SIDE IS GROUND, THE CEMENT HOLDING THE SAMPLE TO THE SLIDE IS REHEATED, THE SPECIMEN INVERTED, AND THE SECOND FACE IS GROUND. GRINDING IS DONE IN A FIGURE 8 PATTERN TO INSURE UNIFORM THICKNESS IS ACHIEVED.

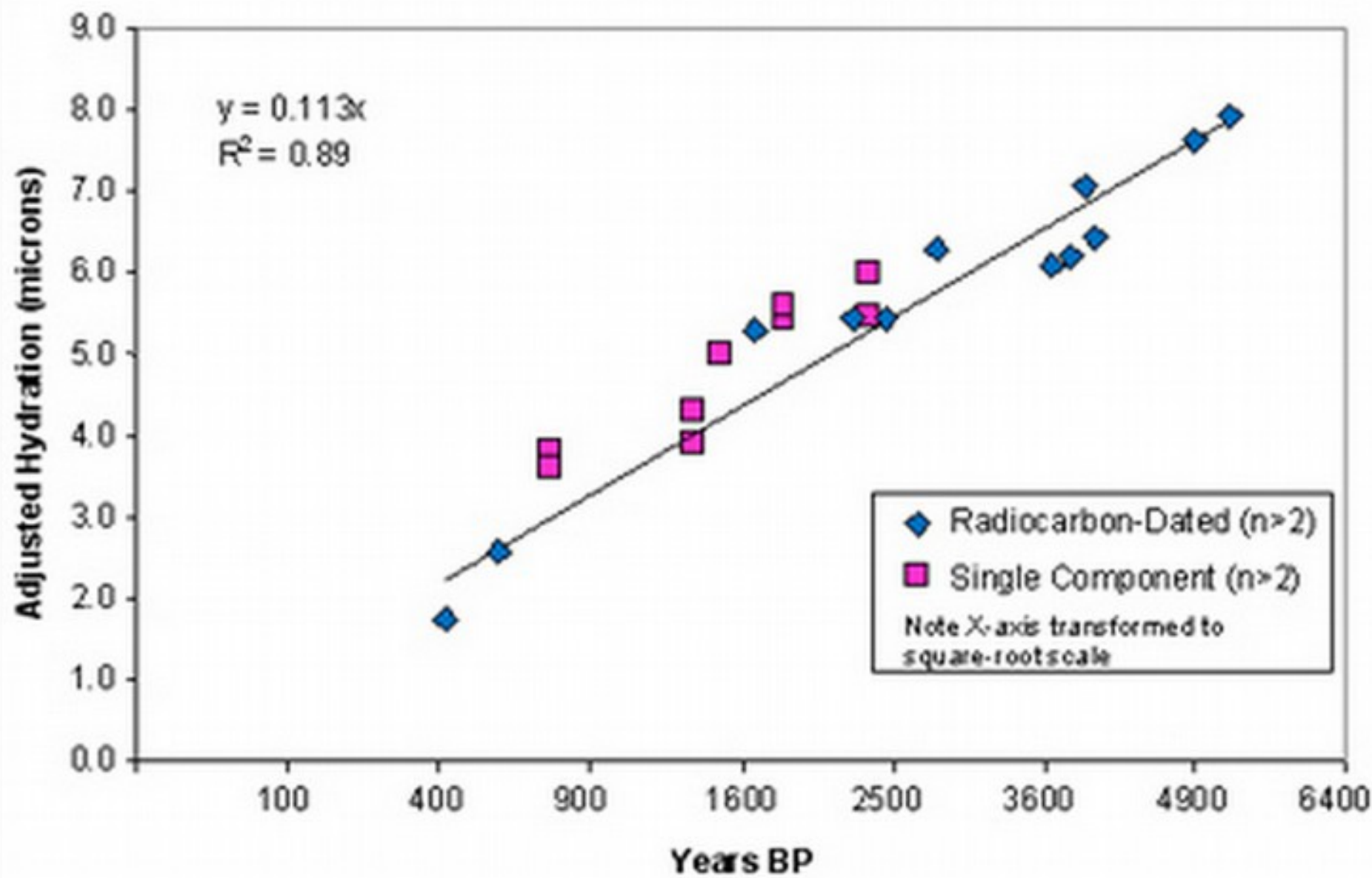
(4) THE FINAL THICKNESS IS DETERMINED BY THE "TOUCH TECHNIQUE" AND BY OBSERVING THE SPECIMEN'S TRANSPARENCY.



(5) THE PREPARED THIN SECTION IS VIEWED THROUGH A MICROSCOPE EQUIPPED WITH A MEASURING DEVICE.



(6) THROUGH THE MICROSCOPE'S LENS, THE HYDRATION FRONT SHOWS CLEARLY AS A DISTINCT BAND AND CAN BE MEASURED IN MICRONS.



Correlation between hydration and independent age estimate for cleaned data set, removing outliers and small samples, and correcting for elevation (source Eerkens et al. 2008).

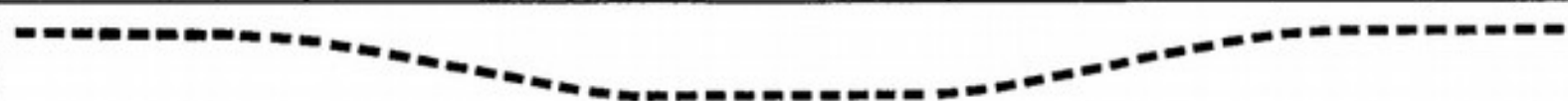
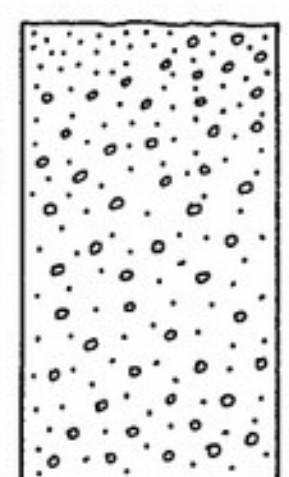
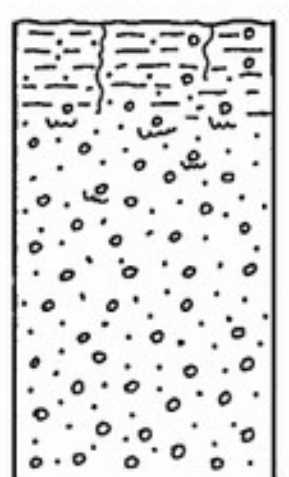
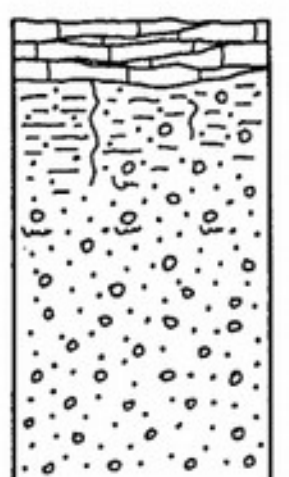
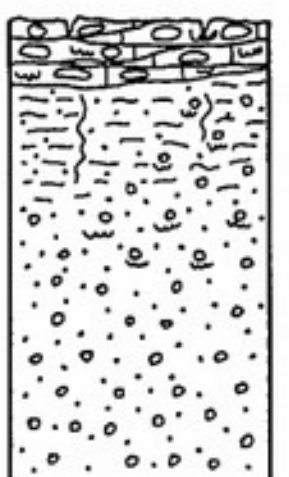
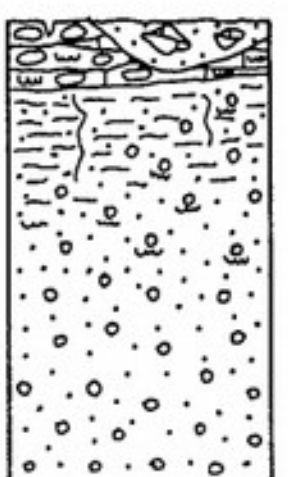
ESTADIO	inicial	I	II	III	final
ARIDEZ	<div><div>+</div><div>-</div></div> 				
PROCESOS	aluvionamiento	edafogénesis			exposición subaérea
		ACUMULACION DE CARBONATO → REESTRUCTURACION DE CARBONATO			
		Fisicoquímica → Bioquímica			
PERFIL					

Fig. 5.-Estadios evolutivos, significado climático y procesos en la génesis de los caliches desarrollados sobre los niveles de glacis-terrazas más antiguos en la cuenca baja del río Cinca.

Fig.5.- Evolutionary stages, climatic significance and processes in the genesis of caliche deposits developed on the oldest glacis-terrace levels in the Cinca lower basin.



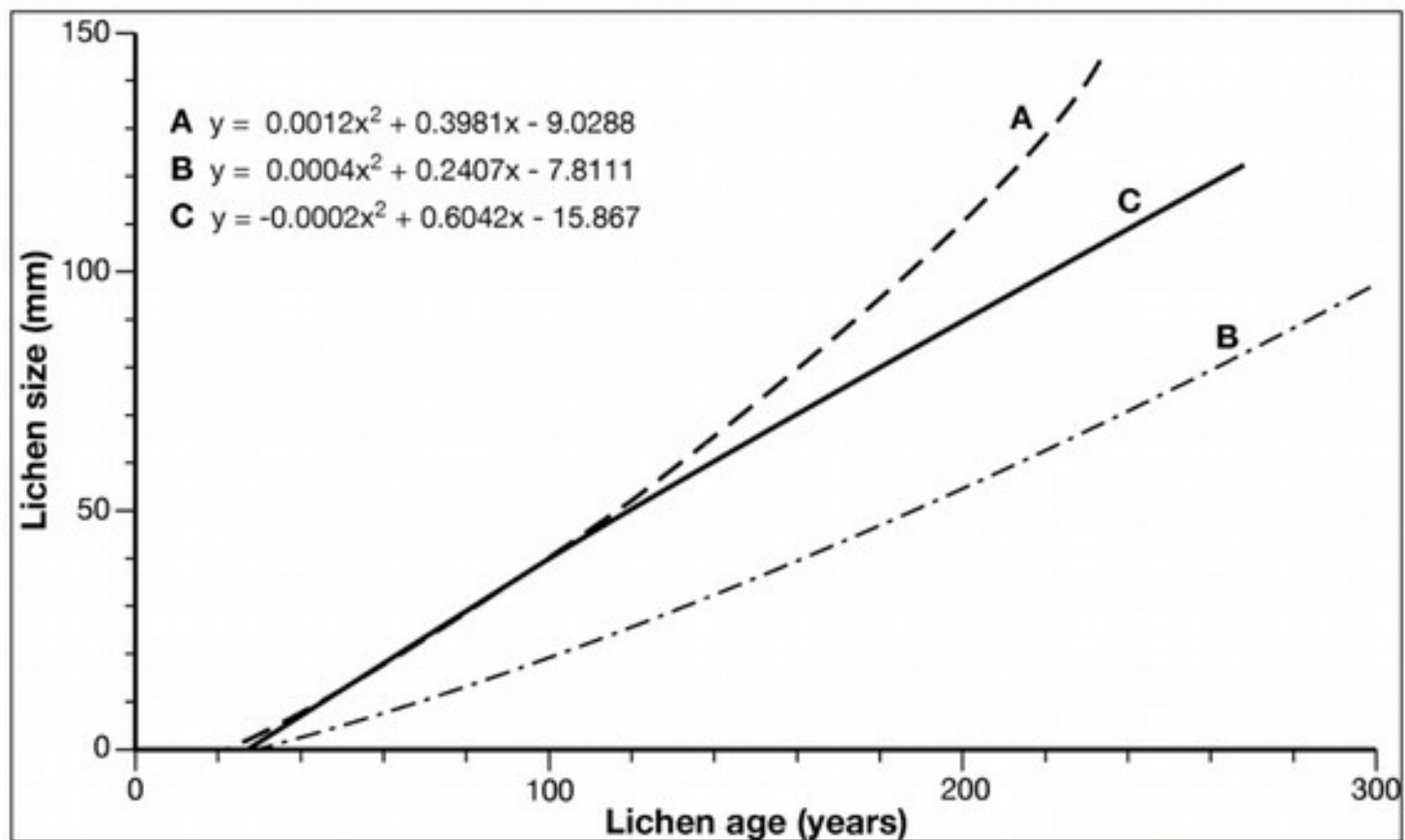


Figure 7. Growth curves constructed for direct measurements: (A) Storbreen AD1750 high altitude site; (B) Styggedalsbreen AD1750 site; and (C) Nigardsbreen AD1750 site (Trenbith & Matthews, 2010).

DATACIÓN ABSOLUTA

- **Dendrocronología**
- **Cronología de varvas**
- **Radiogénicos:**
 - Método de **radiocarbono**, estándar y con espectrometría de aceleración de masas (AMS)
 - Series de **uranio** y otras técnicas de datación radiogénica
 - **Luminiscencia**
 - Termoluminiscencia (TL)
 - Luminiscencia ópticamente estimulada (OSL)
- **Cosmogénicos**
- **Racemización de aminoácidos**
- **Paleomagnetismo**

TABLA 3.1 Métodos de datación absoluta (Burbank y Anderson, 2001).

Método	Intervalo útil	Materiales
Radiogénico		
^{14}C	35 Ka	Madera, conchas de carbonato
U/Th	10-350 Ka	(Corales y espeleotemas)
Termoluminiscencia (TL)	30-300 Ka	Limo cuarcífero
Luminiscencia ópticamente estimulada (OSL)	0-300 Ka	Limo cuarcífero
Cosmogénico		
In situ ^{10}Be , ^{26}Al	3-4 Ma	Cuarzo
He, Ne	Ilimitado	Olivino, cuarzo
^{36}Cl	0-4 Ma	
Químico		
Tefrocronología	0- Varios Ma	Ceniza volcánica
Racemización de aminoácidos	0-300 Ka; el intervalo depende de la temperatura	Conchas de carbonato
Paleomagnético		
Identificación de inversiones	0-700 Ka	Sedimentos finos, coladas volcánicas
Variaciones seculares	0-700 Ka	Sedimentos finos
Biológico		
Dendrocronología	10 Ka, dependiendo de la existencia de una curva de crecimiento local	Madera

DATACIÓN ABSOLUTA

- Dendrocronología
 - La fuente son los **anillos de crecimiento del tronco de los árboles**
 - Los anillos **crecen rápidamente en la estación húmeda, y en la seca tienden a crecer lentamente**, lo que produce bandas con un patrón alternante (bandas de distintos color, densidad, porosidad) reconocible.
 - Suele haber una **banda clara y otra oscura**, y este par abarca un ciclo anual
 - Sirve para calibrar otros métodos y para estudios paleoclimáticos





T H H A A Ø 15

T H H P S Ø 5 E









COMPONENTES	Nº DE ANILLOS	INTERVALO	LOCALIDAD
LDI 145	78	1920-1997	Irun
LDI 146	56	1942-1997	Irun
LDI 159	54	1944-1997	Irun
LDI 187	60	1938-1997	Irun
LDI 249	47	1952-1998	Irun
LDI 251	74	1925-1998	Irun
LDI 266	59	1940-1998	Irun
LDI 267	67	1932-1998	Irun
LDI 280	124	1875-1998	Irun
LDI 281	138	1861-1998	Irun
LDI 429	63	1937-1999	Irun
LDI 430	66	1934-1999	Irun
LDI 686	61	1940-2000	Hernani
LDI 702	120	1881-2000	Hernani
LDI 783	81	1910-1990	Oñati
LDI 784	44	1957-2000	Oñati
LDI 786	86	1915-2000	Oñati
LDI 809	91	1910-2000	Oñati
LDI 810	144	1857-2000	Oñati
LDI 813	113	1887-1999	Oñati
LDI 814	116	1874-1989	Oñati
LDI 829	166	1835-2000	Oñati

DATACIÓN ABSOLUTA

- Cronología de **varvas**
 - En **lagos** proglaciares son comunes series de una capa de arenas y la suprayacente capa de finos. **Este par suele indicar un ciclo anual**
 - En otros tipos de lagos, el patrón suele ser diferente, pero la técnica de cronología de varvas puede ser empleada si se descubre un ciclo temporal
 - Por lo tanto, la fuente es «sedimentos lacustres»

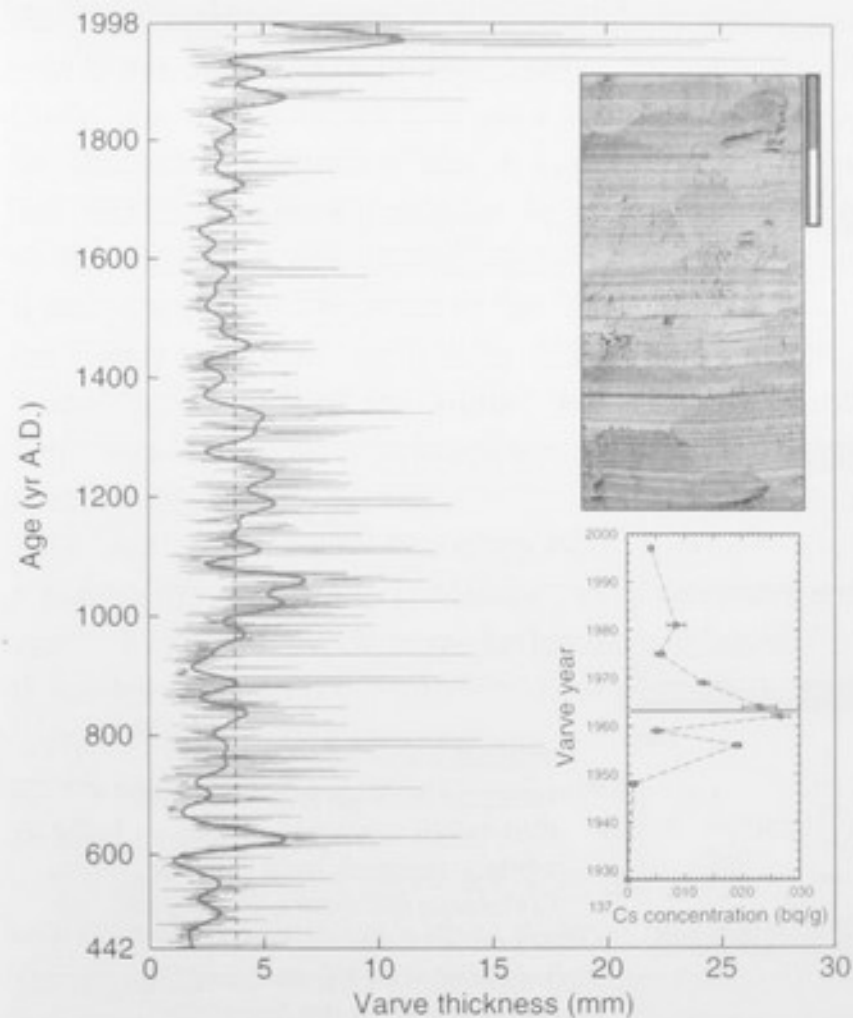
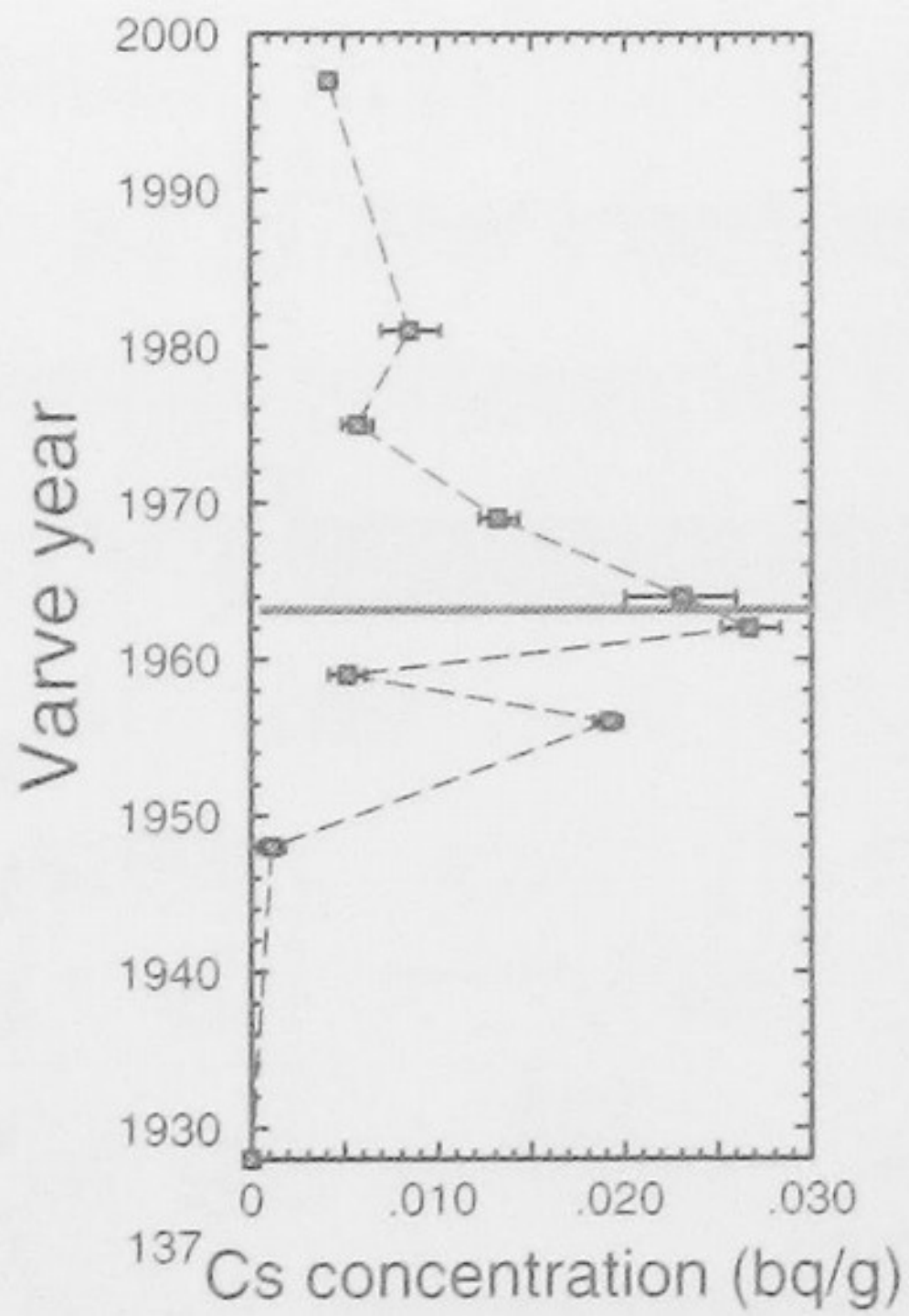
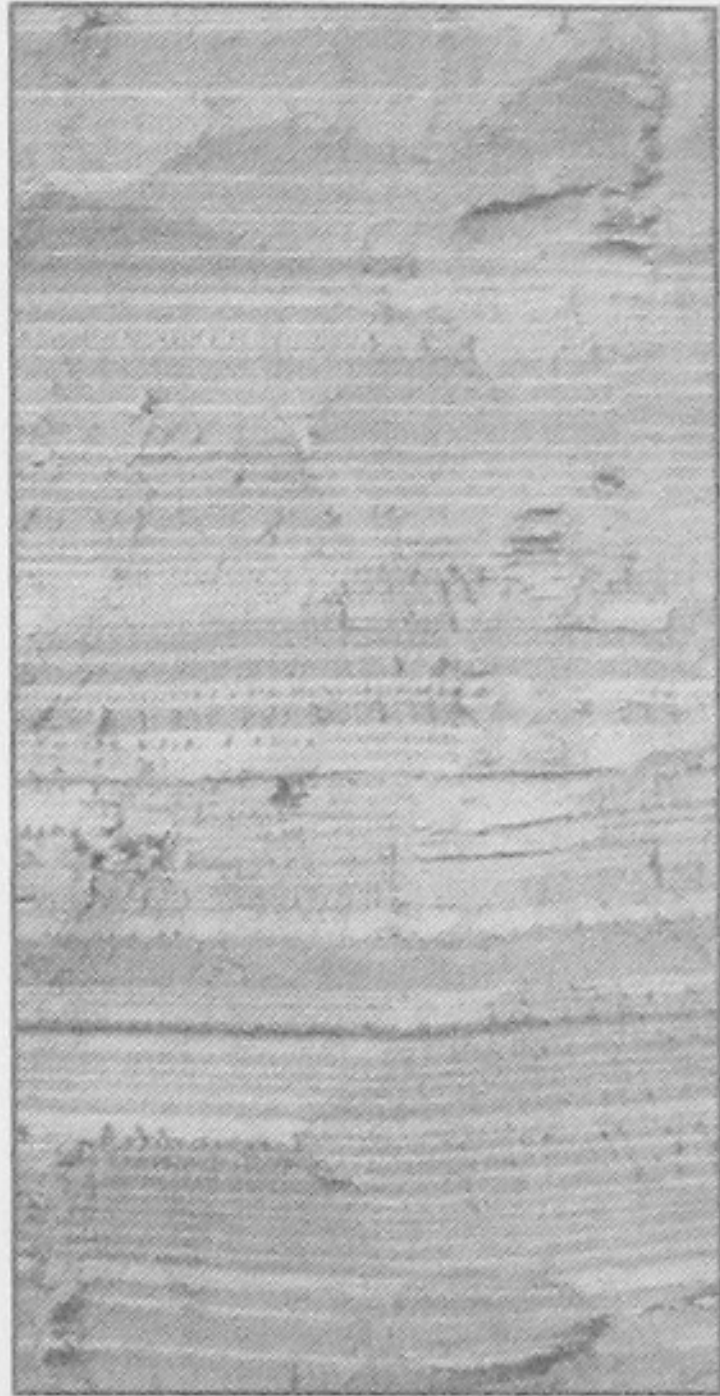
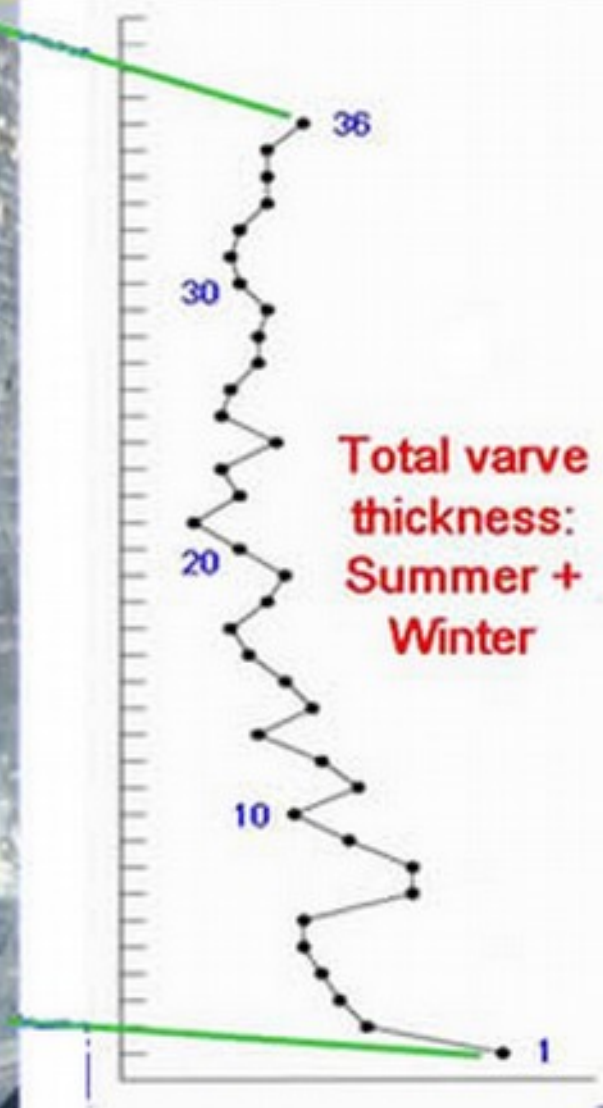
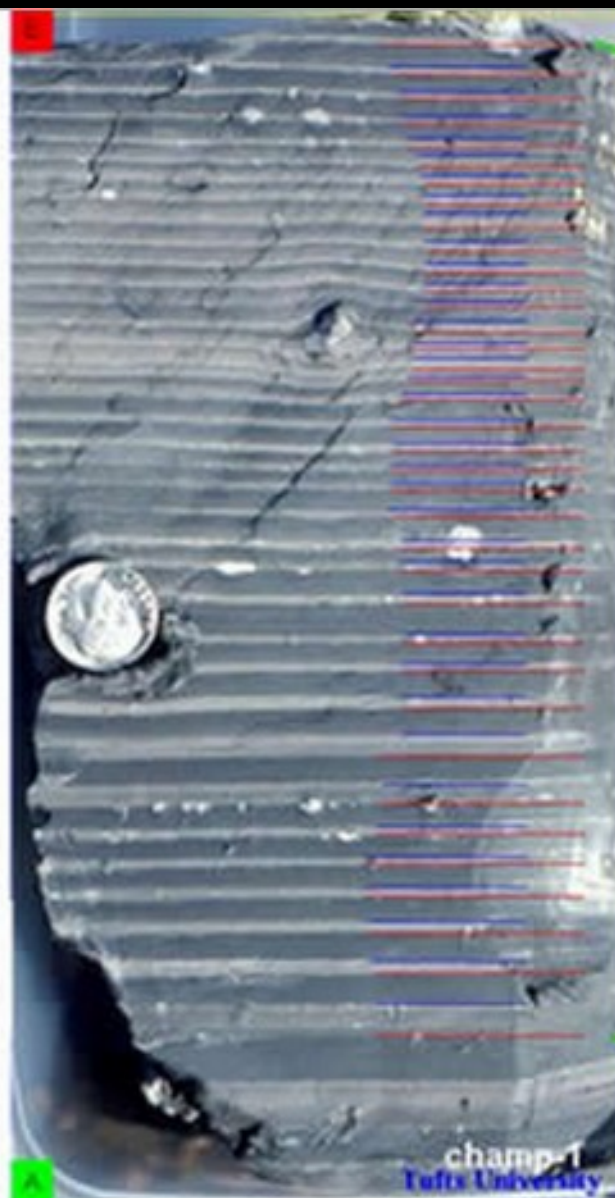


Figure 6.1 Time series of varve thickness from sedimentary section in freshly drained Iceberg Lake, Alaska. Record extends more than 1500 years. Inset: photograph of varves with 1 cm scale bar. Lower inset: profile of ^{137}Cs , which is expected to peak in the year of maximum atmospheric atomic bomb testing (1963; horizontal band). That the peak corresponds to the year that layer counting suggests is 1963 strongly supports the interpretation of the layers as being annual layers, i.e., varves (after Loso *et al.*, 2004, Figures 3, 5, and 7).







DATACIÓN ABSOLUTA

- Método de radiocarbono, estándar y con espectrometría de aceleración de masas (AMS)
 - Es el más usado, por su precisión y la disponibilidad de material fuente (carbones, conchas)
 - Se basa en el principio de que el ^{14}C se crea constantemente por la interacción de los rayos cósmicos con el nitrógeno atmosférico
 - Conocida la tasa de desintegración del ^{14}C , y conocida su cantidad en la atmósfera en el pasado, se puede calcular la edad de una muestra con bastante precisión

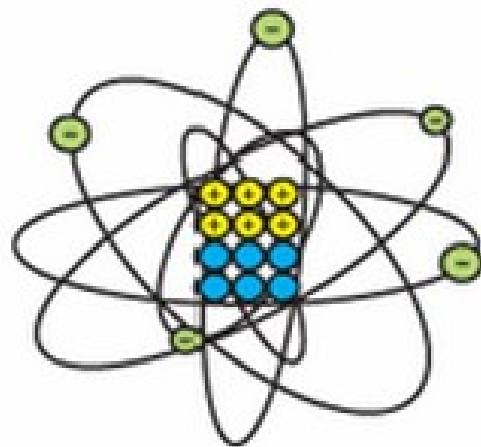
TABLA PERIODICA DE ELEMENTOS

1 1.00797 2.1 H HIDROGENO 1,-1 -258.2 -252.7 0.0709	<div><div>NUMERO ATOMICO</div><div>1</div><div>1.00797</div><div>2.1</div><div>PESO ATOMICO</div><div>ELECTRONEGATIVIDAD</div><div>NUMERO DE OXIDACION</div><div>DENSIDAD DE SOLIDOS, LIQUIDOS, g/ml, 20°C GASES, g/l, 0°C, 1 Atm</div></div>																2 4.0026 He HELIO -268.7 -268.9 0.120																	
3 6.941 1.0 Li LITIO 1 180.5 1330 0.535 1277 2770 1.85	4 9.0122 1.5 Be BERILIO 2 1277 2770 1.85																	10 20.183 Ne NEON -248.6 -248.6 1.204																
11 22.9897 0.9 Na SODIO 1 97.8 882.9 0.971 1157 174	12 24.312 1.2 Mg MAGNESIO 2 680 2 1157 174	13 26.9815 1.5 Al ALUMINIO 3 940 270 2.33 2850 270 2.33	14 28.086 1.8 Si SILICIO 4 1410 270 2.33 2850 270 2.33	15 30.9738 2.1 P FOSFORO 3,4,5 44.2 290 1.82 44.2 290 1.82	16 32.064 2.5 S AZUFRE 2,4,6 112.8 280 2.0 112.8 280 2.0	17 35.453 3.0 Cl CLORO 1,3,5,7 101 347 1.56 101 347 1.56	18 39.948 3.8 Ar ARGON -189.4 -189.4 1.40	19 39.102 0.8 K POTASIO 1 63.7 760 0.862 1440 1440 1.55	20 40.08 1.0 Ca CALCIO 2 850 1440 1.55 2730 2730 2.99	21 44.956 1.3 Sc ESCANDIO 3 1539 3260 4.51 1668 3260 4.51	22 47.88 1.5 Ti TITANIO 3,4 1900 3260 4.51 3400 3260 4.51	23 50.942 1.6 V VANADIO 2,3,4,5 1875 3400 4.51 3400 3260 4.51	24 51.996 1.6 Cr CROMO 2,3,6 1875 3400 4.51 3400 3260 4.51	25 54.938 1.5 Mn MANGANESE 2,3,4,6,7 1246 3400 4.51 3400 3260 4.51	26 55.847 1.8 Fe HIERRO 2,3 1538 2700 7.87 2700 2700 7.87	27 58.933 1.8 Co COBALTO 2,3 1495 2700 8.9 2700 2700 8.9	28 58.71 1.8 Ni NIQUEL 2,3 1455 2700 8.9 2700 2700 8.9	29 63.54 1.9 Cu COBRE 1,2 1083 2590 8.96 900 7.14	30 65.37 1.6 Zn ZINC 2 419.5 2590 7.14 2590 2590 7.14	31 69.723 1.6 Ga GALIO 3 23.8 237 237 237	32 72.64 1.8 Ge GERMANIO 4 937.4 237 237 237	33 74.9216 2.0 As ARSENICO 3,5 813 917 5.72 917 917 5.72	34 78.9718 2.4 Se SELENIO 2,4,6 217 989 5.8 989 5.8	35 79.904 2.8 Br BROMO 1,3,5 -7.2 58.8 3.12 58.8 3.12	36 83.80 3.8 Kr KRIPTON -187.3 -187.3 2.4									
37 85.47 0.8 Rb RUBIDIO 1 38.9 760 1.532 1380 2.6 2627 4.48	38 87.62 1.0 Sr ESTRONCIO 2 768 1380 2.6 2627 4.48	39 88.9058 1.3 Y ITRIO 3 1509 3260 4.48 1668 3260 4.51	40 91.224 1.4 Zr ZIRCONIO 2,3,4 1836 3400 4.51 3400 3260 4.51	41 92.90638 1.6 Nb NIOBIO 3,5 2440 3400 4.51 3400 3260 4.51	42 95.94 1.8 Mo MOLIBDENO 2,3,4,5,6 2610 3400 4.51 3400 3260 4.51	43 97.907 1.9 Tc TECNICIO 2,4,7 2160 3400 4.51 3400 3260 4.51	44 101.07 2.2 Ru RUTENIO 2,3,4,6,8 2539 3400 4.51 3400 3260 4.51	45 102.9055 2.2 Rh RADIO 1,2,3,4 2103 3400 4.51 3400 3260 4.51	46 106.42 2.2 Pd PALADIO 2,4 1962 3400 4.51 3400 3260 4.51	47 107.8682 1.9 Ag PLATA 1,2 960.8 1200 10.5 785 8.64	48 112.411 1.7 Cd CADAMIO 2 320.9 270 7.31 270 7.31	49 114.818 1.7 In INDIO 3 196.2 270 7.31 270 7.31	50 118.710 1.8 Sn ESTANO 2,4 231.9 270 7.31 270 7.31	51 121.757 1.8 Sb ANTIMONIO 3,5 630.5 1290 6.62 1290 6.62	52 127.603 2.1 Te TELURO 2,4,6 450 1290 6.62 1290 6.62	53 126.90547 2.5 I YODO 1,3,5,7 113.5 184.3 4.94 184.3 4.94	54 131.29 3.0 Xe XENON 2,4,6,8 -111.7 108.0 3.06 108.0 3.06	55 132.90545 0.7 Cs CESIO 1 28.7 690 1.90 1640 3.61 3470 6.17	56 137.34 0.9 Ba BARIO 2 714 1640 3.61 3470 6.17	57 138.91 1.1 La LANTANO 3 900 3470 6.17 3470 6.17	58 140.12 1.1 Ce CERIO 3,4 795 3468 6.77 3127 6.78	59 140.90768 1.1 Pr PRASEODIMIO 3,4 935 3127 6.78 3027 7.00	60 144.242 1.2 Nd NEODIMIO 3 1024 3027 7.00 3027 7.00	61 147.07 1.2 Pm PROMETIO 3 1027 3027 7.00 3027 7.00	62 150.367 1.2 Sm SAMARIO 2,3 1002 3027 7.00 3027 7.00	63 151.964 1.2 Eu EUROPIO 2,3 1026 3027 7.00 3027 7.00	64 157.253 1.1 Gd GADOLINIO 3 1302 3027 7.00 3027 7.00	65 158.92535 1.2 Tb TERBIO 3,4 1356 3027 7.00 3027 7.00	66 162.50 1.2 Dy DISPROSIO 3,4 1407 3027 7.00 3027 7.00	67 164.93032 1.2 Ho HOLMIO 3 1445 3027 7.00 3027 7.00	68 167.259 1.2 Er ERBIO 3 1470 3027 7.00 3027 7.00	69 168.93032 1.2 Tm TULIO 2,3 1484 3027 7.00 3027 7.00	70 173.045 1.1 Yb YTERBIO 2,3 1472 3027 7.00 3027 7.00	71 174.967 1.2 Lu LUTECIO 3 1602 3027 7.00 3027 7.00
87 223.071 0.7 Fr FRANCIO 1 27 700 2.0 1060 13.1 5400 16.6	88 226.0254 0.9 Ra RADIO 2 700 2.0 1060 13.1 5400 16.6	89 227.03379 1.1 Ac ACTINIO 3 1060 13.1 5400 16.6	104 261.1018 4 Ku KURIOVIO 4 261 13.1 5400 16.6	105 262.1018 0 Ha HANIO 0 262 13.1 5400 16.6															90 232.0377 1.3 Th TORIO 4 1790 3650 11.7	91 231.03688 1.5 Pa PROTACTINIO 4,5 1200 3650 11.7	92 238.02891 1.3 U URANIO 3,4,5,6 1132 3650 11.7	93 237.04692 1.3 Np NEPTUNIO 3,4,5,6 1132 3650 11.7	94 244.06422 1.3 Pu PLUTONIO 3,4,5,6 640 3650 11.7	95 243.06138 1.3 Am AMERICIO 3,4,5,6 640 3650 11.7	96 247.07433 1.3 Cm CURIO 3 640 3650 11.7	97 247.07433 1.3 Bk BERKELIO 3,4 640 3650 11.7	98 247.07433 1.3 Cf CALIFORNIO 3 640 3650 11.7	99 247.07433 1.3 Es EINSTEINIO 3 640 3650 11.7	100 254.08892 1.3 Fm FERMIO 3 640 3650 11.7	101 254.08892 1.3 Md MEINDELEVIO 3 640 3650 11.7	102 254.08892 1.3 No NOBELIO 3 640 3650 11.7	103 254.08892 1.3 Lr LAWRENCIO 3 640 3650 11.7		

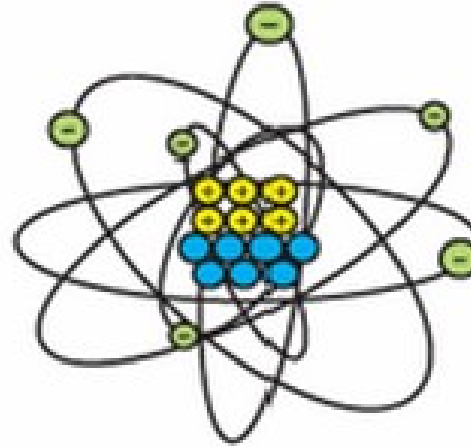
LANTANIDOS

ACTINIDOS

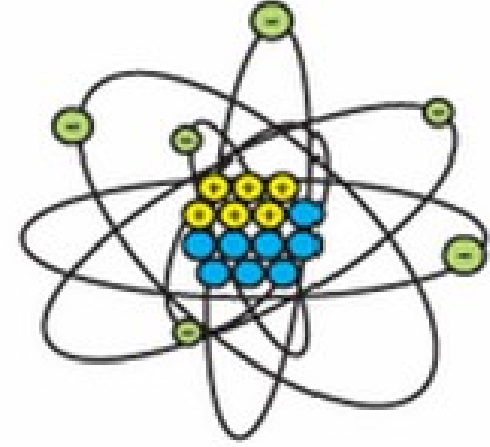
stable & unstable atoms (figure 1)



C-12 Stable



C-13 Stable



C-14 Unstable

Radiometric dating is based on a simple fact about atoms. If an atom has too many neutrons in its nucleus (blue circle below), it is unstable and will change into a stable form. To date a sample, scientists calculate how much time would be required for the unstable atoms in the sample to change into a stable form.

For example, most carbon atoms are stable because they have only six or seven neutrons in their nuclei (carbon-12 and carbon-13, above). But some carbon atoms have too many neutrons and are unstable (carbon-14).



$$N = N_0 e^{-\lambda t},$$

donde:

N_0 = número de átomos de ^{14}C en el momento $t = 0$, o sea el momento inicial en el que se empieza a contar el número de desintegraciones,

N = número de átomos restante después de que haya transcurrido un tiempo t ,

λ = constante de desintegración radiactiva, la probabilidad de desintegración por unidad de tiempo.

$$t = -\frac{1}{\lambda} * \ln \frac{N}{N_0}$$

$$t_{1/2} = -\frac{1}{\lambda} \ln \left[\frac{1}{2} \right]$$

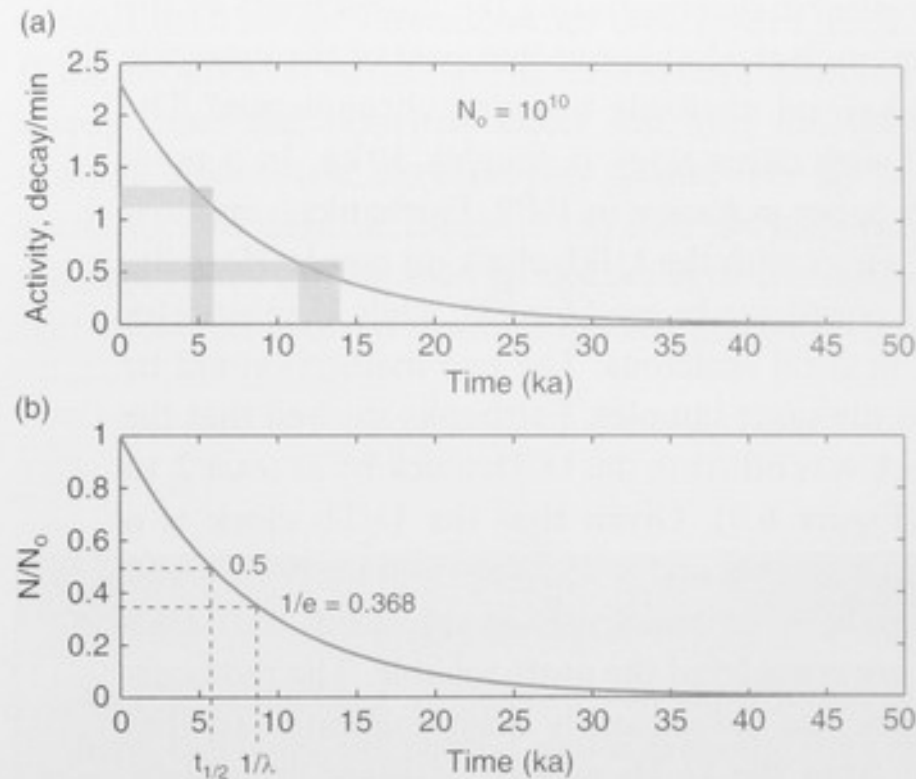
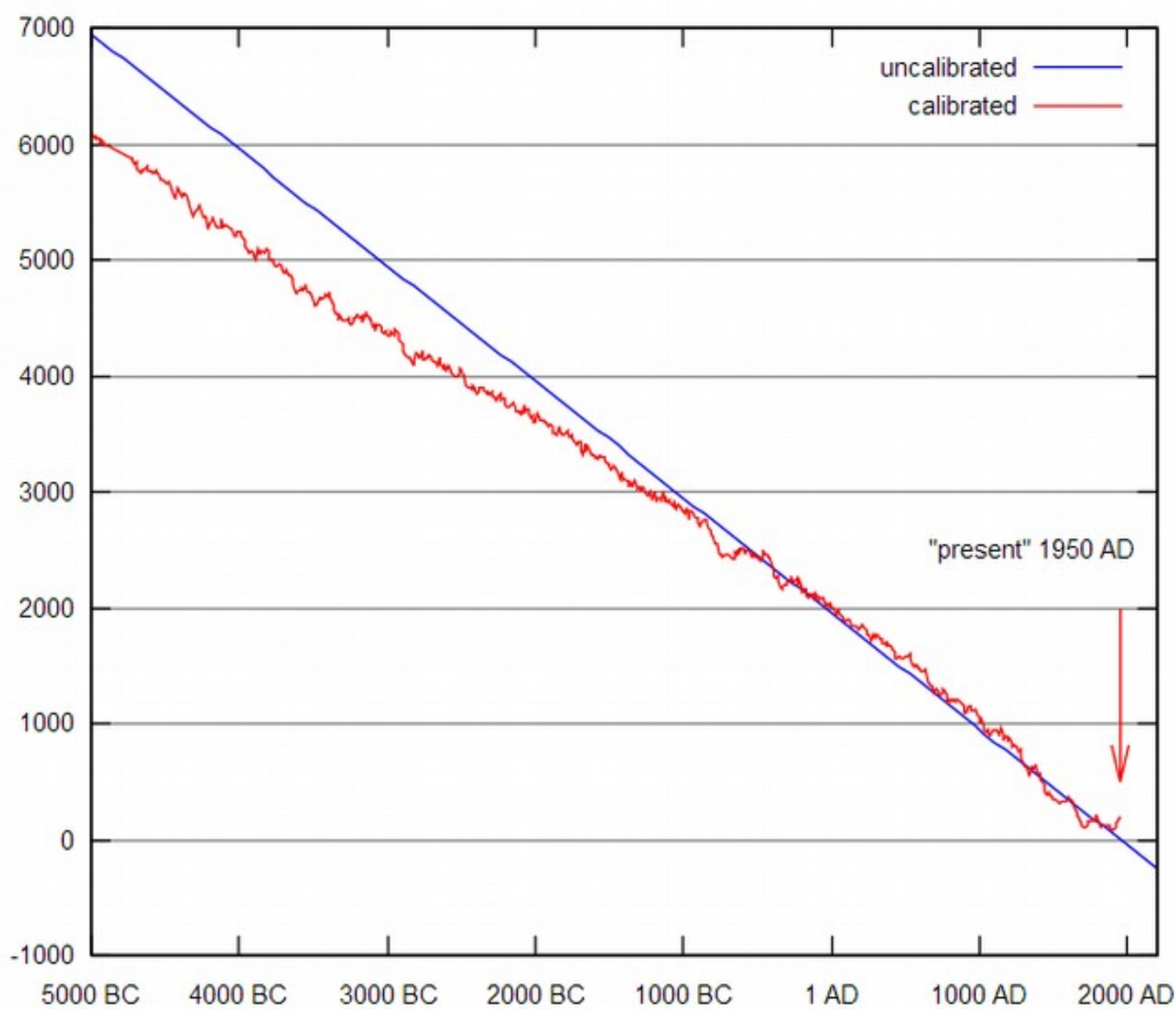


Figure 6.8 (a) Rate of decay of ^{14}C concentration in a sample (measured by its "activity"), and (b) concentration of ^{14}C relative to its initial concentration, N_0 . Note that the half-life corresponds to $N/N_0 = 0.5$, while the mean life ($1/\lambda$) corresponds to $N/N_0 = 1/e = 0.368$. By 30–40 ka, the concentration and hence the activity of the ^{14}C system is so low that the signal becomes difficult to measure relative to the noise (gray bar). Gray horizontal bars representing measurement uncertainty correspond to increasing uncertainty in sample age as the age increases.

radiocarbon age BP





CLOSED
FERMÉ
CERRADO

Ziploc®
Easy Zipper
WITH LUGS

CL2 CHARCO LARGE slarban
LARGA RAMILLA

Johnson
A FAMILY COMPANY
UNE ENTREPRISE FAMILIALE

1992 033; 20 90 04 19063

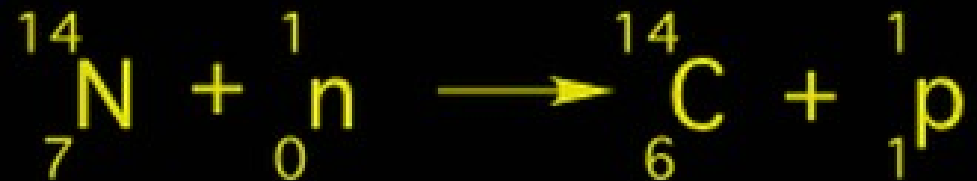


Cosmic Rays enter the Atmosphere
causing molecules to fly apart.

The resulting Neutrons,
collide into N 14 Atoms.



N 14 Atoms convert
into C 14 Atoms



DATACIÓN ABSOLUTA

- Series de uranio y otras técnicas de datación radiogénica
 - Series de uranio:
 - Se basa en la desintegración de los radioisótopos de uranio
 - Una de las más conocidas en geomorfología es la serie del U/Th, que permite dataciones entre 10^4 y 10^6 . Se aplica a corales y espeleotemas
 - Otros radioisótopos conocidos, aunque de mayor rango temporal, son las series de ^{238}U y ^{235}U , que conducen a un isótopo de plomo, y el material fuente es generalmente volcánico
 - Otras series
 - $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$, $^{40}\text{Rb}/^{40}\text{Sr}$ que permiten amplios rangos temporales, y el material fuente es generalmente volcánico

TABLA PERIODICA DE ELEMENTOS

1 1.00797 2.1 H HIDROGENO 1,-1 -258.2 -252.7 0.0709																	2 4.0026 He HELIO -268.7 -268.9 0.120
3 6.939 1.0 Li LITIO 1 180.5 1330 0.535	4 9.0122 1.5 Be BERILIO 2 1277 2770 1.85																
11 22.9897 0.9 Na SODIO 1 97.8 882.9 0.971	12 24.312 1.2 Mg MAGNESIO 2 690 1157 1.74																
19 39.102 0.8 K POTASIO 1 63.7 760 0.862	20 40.08 1.0 Ca CALCIO 2 858 1440 1.55	21 44.956 1.3 Sc ESCANDIO 3 1539 2730 2.96	22 47.90 1.5 Ti TITANIO 3,4 1668 3260 4.51	23 50.942 1.6 V VANADIO 2,3,4,5 1900 3400 6.07	24 51.996 1.6 Cr CROMO 2,3,6 1875 2665 7.19	25 54.938 1.5 Mn MANGANESE 2,3,4,6,7 1246 2740 7.43	26 55.847 1.8 Fe HIERRO 2,3 1538 2740 7.87	27 58.933 1.8 Co COBALTO 2,3 1495 2700 8.9	28 58.71 1.8 Ni NIQUEL 2,3 1453 2730 8.9	29 63.54 1.9 Cu COBRE 1,2 1083 2595 8.96	30 65.37 1.6 Zn ZINC 2 419.5 906 7.14	31 69.72 1.6 Ga GALIO 1,3 23.8 2237 5.91	32 72.59 1.8 Ge GERMANIO 4 937.4 2830 5.36	33 74.922 2.0 As ARSENICO 3,5 613 917 5.72	34 78.96 2.4 Se SELENIO 2,4,6 217 985 4.79	35 79.904 2.8 Br BROMO 1,3,5 -7.2 58.8 3.12	36 83.80 1.40 Kr KRIPTON -187.3 -185.8 1.52
37 85.47 0.8 Rb RUBIDIO 1 38.9 686 1.532	38 87.62 1.0 Sr ESTRONCIO 2 768 1360 2.6	39 88.905 1.3 Y ITRIO 3 1509 2627 4.48	40 91.224 1.4 Zr ZIRCONIO 2,3,4 1836 3540 6.49	41 92.906 1.6 Nb NIOBIO 3,5 2440 3300 8.57	42 95.94 1.8 Mo MOLIBDENO 2,3,4,5,6 2610 3550 10.22	43 97.907 1.9 Tc TECNICIO 2,4,7 2140 3700 11.8	44 101.07 2.2 Ru RUTENIO 2,3,4,6,8 2540 4000 12.2	45 102.905 2.2 Rh RADIO 1,2,3,4 1960 4200 12.42	46 106.42 2.2 Pd PALADIO 2,4 1462 4200 12.02	47 107.87 1.9 Ag PLATA 1,2 960.8 1270 10.5	48 112.41 1.7 Cd CADAMIO 2 320.9 785 8.64	49 114.82 1.7 In INDIO 3 156.2 2070 7.31	50 118.69 1.8 Sn ESTANO 2,4 231.9 2270 7.31	51 121.75 1.8 Sb ANTIMONIO 3,5 630.5 1380 6.62	52 127.60 2.1 Te TELURO 2,4,6 450 1290 6.24	53 126.904 2.5 I YODO 1,3,5 113.5 184.3 4.94	54 131.30 2.6 Xe XENON 2,4,6,8 -111.7 -108.0 3.06
55 132.905 0.7 Cs CESIO 1 28.7 690 1.90	56 137.34 0.9 Ba BARIO 2 714 1640 3.61	57 138.91 1.1 La LANTANO 3 906 3470 6.17	72 178.49 1.3 Hf HAFNIO 4 2220 3400 13.1	73 180.948 1.5 Ta TANTALIO 5 2966 5400 16.6	74 183.85 1.7 W WOLFRAMIO 2,3,4,5,6 3096 5900 19.26	75 186.21 1.9 Re RENIUM 2,4,6,7-1 3170 6000 21	76 187.2 2.2 Os OSMIO 4,6,8 2706 6000 22.7	77 190.23 2.2 Ir IRIDIO 2,3,4,6 1789 6000 22.64	78 195.08 2.2 Pt PLATINO 2,4 1789 6000 21.45	79 196.967 2.4 Au ORO 1,3 1063 2970 19.3	80 200.59 1.9 Hg MERCURIO 1,2 357 1359 13.59	81 204.37 1.8 Tl TALIO 1,3 303 1457 11.86	82 207.19 1.8 Pb PLOMO 2,4 327.4 1755 11.34	83 208.98 1.9 Bi BISMUTO 3,5 271.3 1560 9.80	84 210 2.0 Po POLONIO 2,4 254 9.2	85 210 2.2 At ASTATO 1,5 302 7.1	86 222 2.2 Rn RADON -71 -61.8
87 223 0.7 Fr FRANCIO 1 27	88 226 0.9 Ra RADIO 2 700	89 227 1.1 Ac ACTINIO 3 1060	104 261 4 Ku KURCIATOVIO 4	105 262 0 Ha HANIO 0													

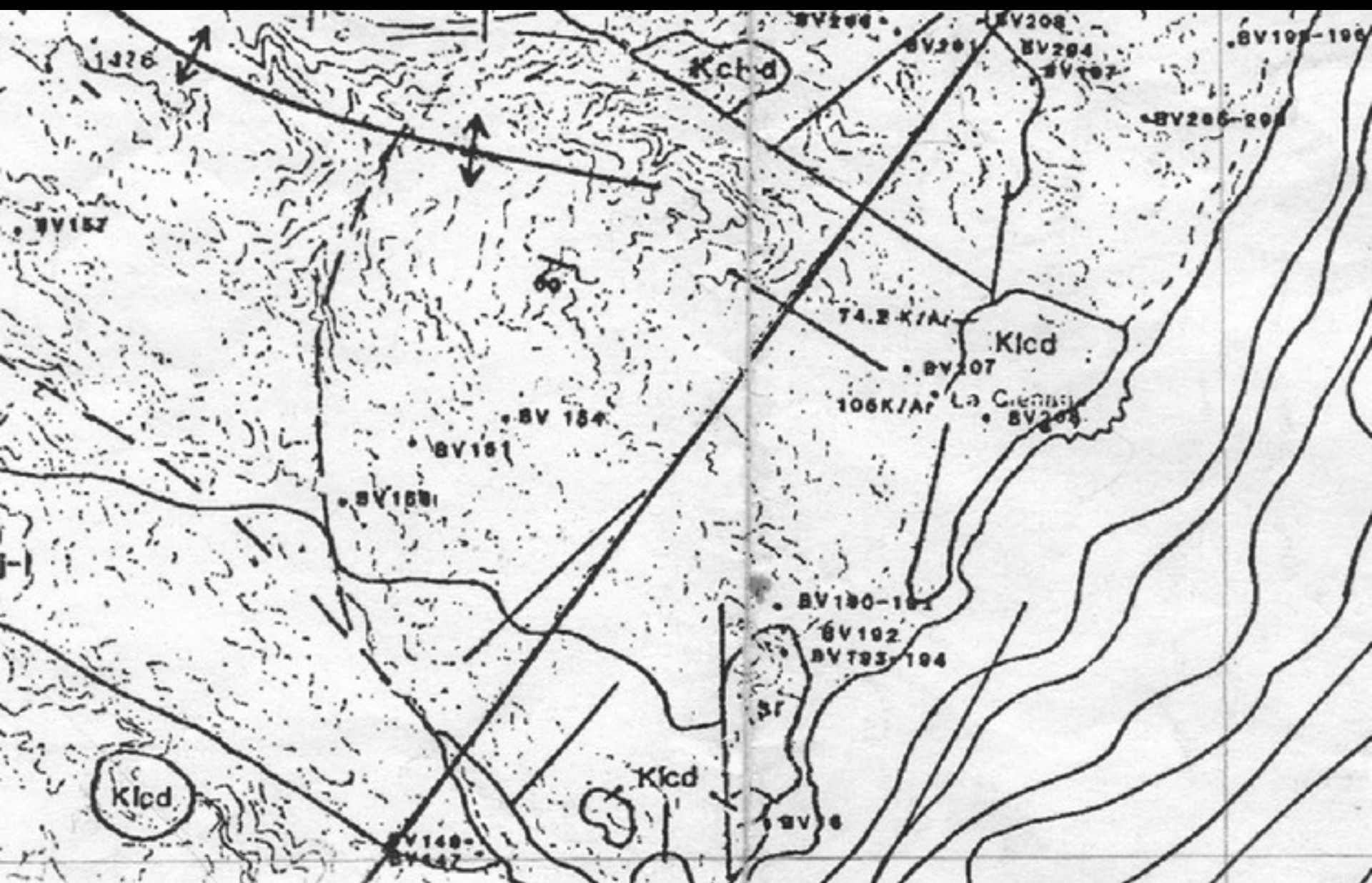
LANTANIDOS

ACTINIDOS

58 140.12 1.1 Ce CERIO 3,4 795 3448 6.77	59 140.907 1.1 Pr PRASEODIMIO 3,4 935 3127 6.78	60 144.24 1.2 Nd NEODIMIO 3 1024 3027 7.00	61 147 1.2 Pm PROMETIO 3 1027 1900 7.54	62 150.36 1.2 Sm SAMARIO 2,3 1052 2600 7.54	63 151.96 1.2 Eu EUROPIO 2,3 1026 1439 5.26	64 157.25 1.1 Gd GADOLINIO 3 1352 2000 7.89	65 158.924 1.2 Tb TERBIO 3,4 1356 2800 8.27	66 162.50 1.2 Dy DISPROSIO 3 1407 2800 8.54	67 164.93 1.2 Ho HOLMIO 3 1445 2900 8.8	68 167.26 1.2 Er ERBIO 3 1489 2900 9.05	69 168.934 1.2 Tm TULIO 2,3 1546 1727 9.33	70 173.04 1.1 Yb YTERBIO 2,3 1624 1427 9.38	71 174.97 1.2 Lu LUTENCIO 3 1607 3027 9.84
90 232.037 1.3 Th TORIO 4 1790 3650 11.7	91 231 1.5 Pa PROTACTINIO 4,5 1200 154	92 238.03 1.3 U URANIO 3,4,5,6 1132 3818 19.05	93 237 1.3 Np NEPTUNIO 3,4,5,6 637 19.5	94 241 1.3 Pu PLUTONIO 3,4,5,6 644 3205 19.5	95 243 1.3 Am AMERICIO 3,4,5,6 660 11.7	96 247 1.3 Cm CURCIO 3 660 11.7	97 247 1.3 Bk BERKELIO 3,4 660 11.7	98 247 1.3 Cf CALIFORNIO 3 660 11.7	99 247 1.3 Es EINSTEINIO 3 660 11.7	100 247 1.3 Fm FERMIO 3 660 11.7	101 247 1.3 Md MEINDELEVIO 3 660 11.7	102 247 1.3 No NOBELIO 3 660 11.7	103 247 1.3 Lr LAWRENCIO 3 660 11.7

Parent	Half-life (10 ⁹ yrs)	Daughter	Materials Dated
²³⁵ U	0.704	²⁰⁷ Pb	Zircon, uraninite, pitchblende
⁴⁰ K	1.251	⁴⁰ Ar	Muscovite, biotite, hornblende, volcanic rock, glauconite, K-feldspar
²³⁸ U	4.468	²⁰⁶ Pb	Zircon, uraninite, pitchblende
⁸⁷ Rb	48.8	⁸⁷ Sr	K-micas, K-feldspars, biotite, metamorphic rock, glauconite

Parent	Daughter	Half-life
Uranium-235	Lead-207	0.704 billion years
Uranium-238	Lead-206	4.47
Potassium-40	Argon-40	1.25
Rubidium-87	Strontium-87	48.8
Samarium- 147	Neodymium 143	106
Thorium-232	Lead-208	14.0
Rhenium- 187	Osmium- 187	43.0
Lutetium- 176	Hafnium- 176	35.9



DATACIÓN ABSOLUTA

- Luminiscencia
 - Termoluminiscencia
 - Luminiscencia ópticamente estimulada





CL2 CHARCO LARGO
CASO RAMILLO [242 333; 2036041]
18/08/2012



DATACIÓN ABSOLUTA

- Cosmogénicos

- Data el tiempo que tienen los afloramientos expuestos a la radiación cósmica
- La fuente son generalmente depósitos aluviales, suelos u otros tipos de rocas expuestas
- Se mide el contenido de cualquiera de estos isótopos: ^{10}Be , ^{26}Al , ^{36}Cl , He, Ne
- Estos surgen de la interacción de neutrones con la superficie; los neutrones son resultantes de la interacción de los rayos cósmicos con la atmósfera
- Lo que se data es el tiempo de exposición

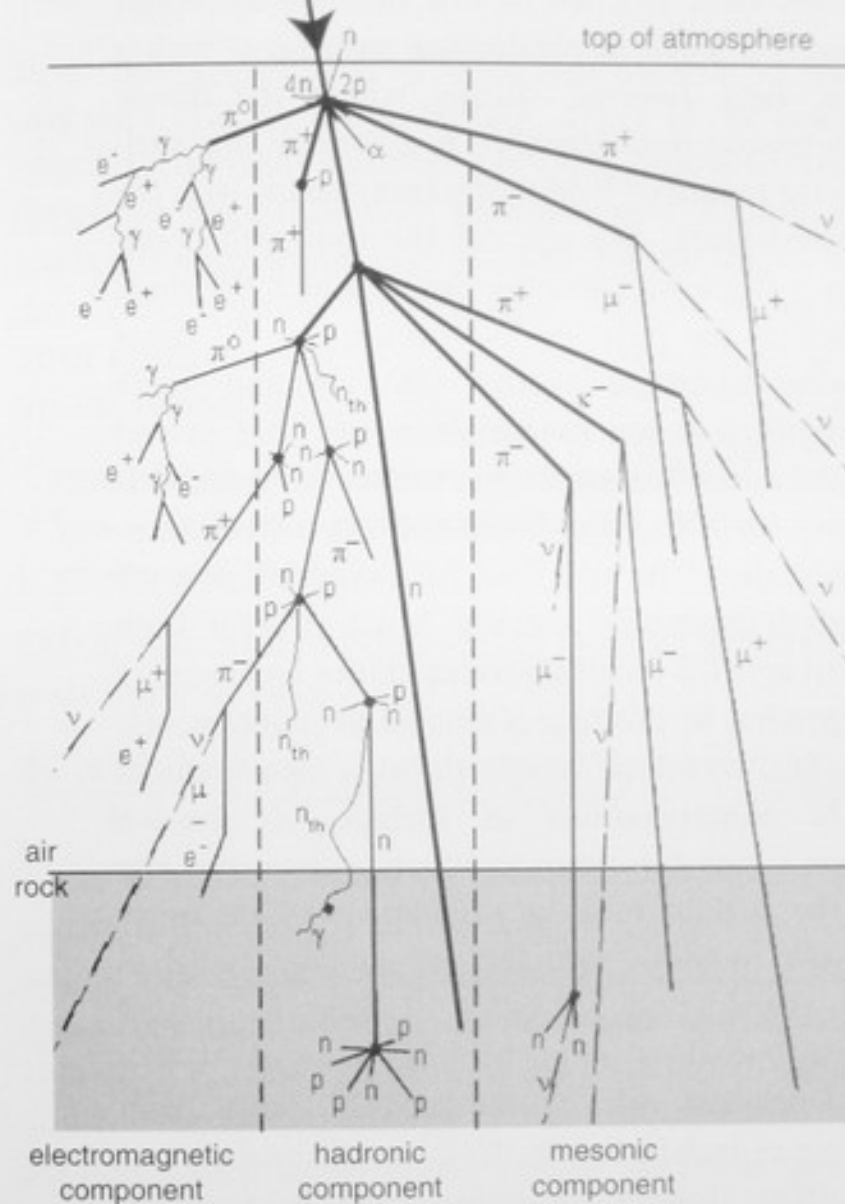
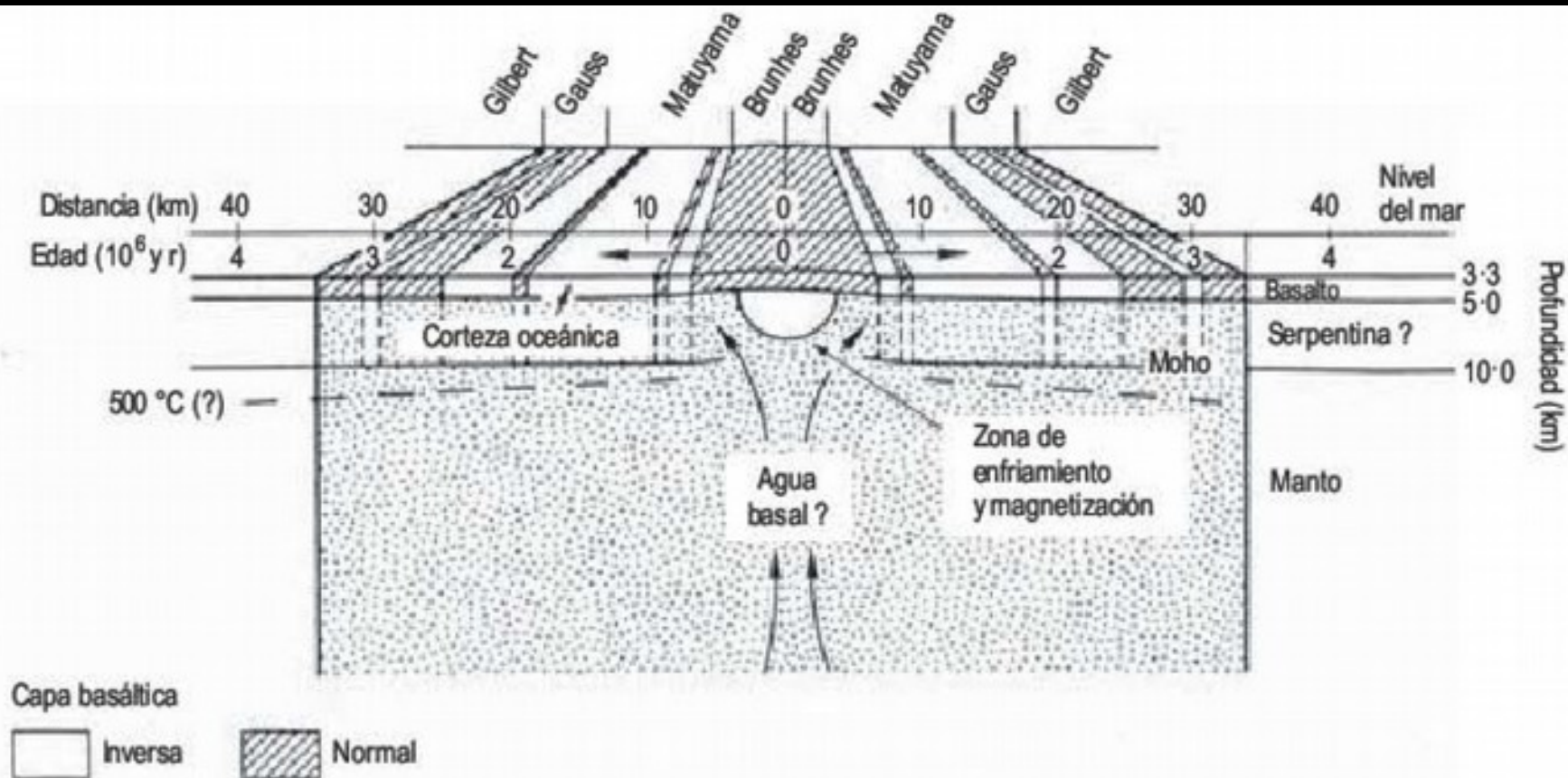


Figure 6.12 Cascade of particle interactions generated by the entrance of a high-energy particle at the top of the atmosphere. Cosmogenic nuclides produced both in the atmosphere and in the top few meters of rock most commonly result from at least secondary particles.



DATACIÓN ABSOLUTA

- Racemización de aminoácidos

DATACIÓN ABSOLUTA

- Paleomagnetismo

