

**TEMA 1. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA TIERRA**

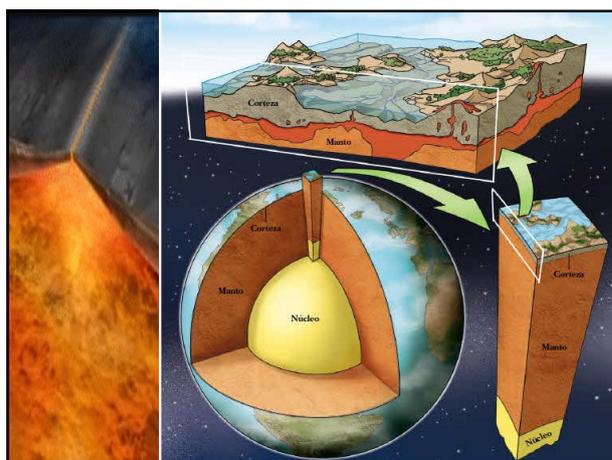
1.1. Métodos de estudio del interior terrestre.

1.2. Terremotos y ondas sísmicas. Magnitud e intensidad. Réplicas. Medidas preventivas.

1.3. Velocidad y transmisión de las ondas P y S. Discontinuidades sísmicas.

1.4. Modelo estático de constitución de la Tierra. La Corteza. El Manto. El Núcleo.

1.5. Modelo dinámico de la Tierra. Flujo térmico y gradiente geotérmico. Conducción y convección. Litosfera, mesosfera y endosfera.



**4.1. MÉTODOS DE ESTUDIO DEL INTERIOR TERRESTRE**

Hoy día, las observaciones directas del interior de la Tierra se limitan a apenas los 12 primeros kilómetros de la superficie, de los 6370 km de radio terrestre.

Este tipo de estudios se realizan fundamentalmente por medio de sondeos de investigación y minas y se conocen como Métodos Directos.

**4.1. MÉTODOS DE ESTUDIO DEL INTERIOR TERRESTRE**

Métodos directos:

- Minas

Mina más profunda: Western Deep Levels (Sudáfrica) 3,8 Km

- Sondeos de investigación

Sondeo más profundo: península de Kola (Rusia) 12, 262 km

- Rocas arrojadas por los volcanes
- Estudios controlados en laboratorio

**4.1. MÉTODOS DE ESTUDIO DEL INTERIOR TERRESTRE**

**Minas y sondeos**

The block contains several images: a large open-pit mine, a deep circular borehole, and a tray containing various rock samples. Red arrows point from the text below to these images.

- Las minas son excavaciones que se realizan para extraer minerales.
- Los sondeos son perforaciones taladradas en el subsuelo.

**4.1. MÉTODOS DE ESTUDIO DEL INTERIOR TERRESTRE**

**DIRECTOS**

• Sondeos de investigación y minas

The block includes a diagram of a drilling rig labeled 'By V Ryan' and several photographs of mining equipment and rock samples.

### 4.1. MÉTODOS DE ESTUDIO DEL INTERIOR TERRESTRE

**DIRECTOS**

- Sondeos de investigación y minas

**Kola (Rusia) 12.262 m**

### 4.1. MÉTODOS DE ESTUDIO DEL INTERIOR TERRESTRE

**DIRECTOS**

- Sondeos de investigación

### 4.1. MÉTODOS DE ESTUDIO DEL INTERIOR TERRESTRE

**DIRECTOS**

- Muestreo y estudio de diferentes tipos de rocas.

**ACTIVIDAD VOLCÁNICA RECIENTE**

### 4.1. MÉTODOS DE ESTUDIO DEL INTERIOR TERRESTRE

- Estudios de laboratorio a altas Tª y P.

**INDIRECTOS**

### 4.1. MÉTODOS DE ESTUDIO DEL INTERIOR TERRESTRE

Sin embargo se necesitan otros métodos para investigar el interior terrestre: son los métodos Indirectos o Geofísicos.

Éstos nos permiten determinar la estructura y composición de la Tierra. Cada método nos proporcionará unos datos característicos y nos revelará unos matices del interior de nuestro planeta.

### 4.1. MÉTODOS DE ESTUDIO DEL INTERIOR TERRESTRE

- Meteoritos.

**INDIRECTOS**

**SIDERITOS**  
meteoritos metálicos, meteoritos férricos o meteoritos ferrosos, son un tipo de meteoritos que se caracterizan por estar compuestos mayoritariamente por hierro (Fe) y níquel (Ni), Composición del Núcleo terrestre.

**CONDRIITOS**  
meteoritos no metálicos (rocosos) que no han sufrido procesos de fusión o de diferenciación en los asteroides de los que proceden. Representan el 85,7% de los meteoritos que caen a la Tierra. Composición similar al Manto terrestre.

**4.1. MÉTODOS DE ESTUDIO DEL INTERIOR TERRESTRE**

- Meteoritos.

**INDIRECTOS**

Proceden del cinturón de asteroides (Marte-Júpiter) y derivan de la misma acumulación de materia que originó el Sistema Solar, por eso si un material es abundante en los meteoritos, puede suponerse que es abundante en todo el Sistema Solar y también en la Tierra.



**4.1. MÉTODOS DE ESTUDIO DEL INTERIOR TERRESTRE**

- Meteoritos.

**INDIRECTOS**



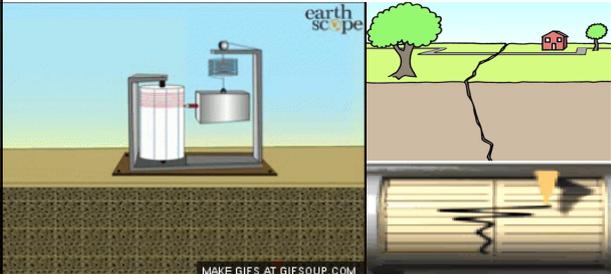
METEORITO HOBA (NAMIBIA) 60.000 Kg

METEORITO CHACO (ARGENTINA) 37.000 Kg

**4.1. MÉTODOS DE ESTUDIO DEL INTERIOR TERRESTRE**

- ESTUDIO DE LAS ONDAS SÍSMICAS

**INDIRECTOS**



MAKE GIFS AT GIFSOUR.COM

**4.1. MÉTODOS DE ESTUDIO DEL INTERIOR TERRESTRE**

Métodos Sísmicos

Estos métodos son los que más información han aportado acerca de la estructura del interior terrestre.

Se basan en el estudio del comportamiento de las ondas sísmicas por el interior de la Tierra, producidas por seísmos naturales o bien provocadas artificialmente (explosiones, impactos mecánicos...).

**4.2. TERREMOTOS Y ONDAS SÍSMICAS**

**¿QUÉ ES UN TERREMOTO?**

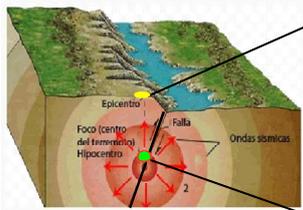
Los terremotos son **vibraciones** que se producen por la energía que liberan las rocas cuando se fracturan.

Lo más frecuente es que los terremotos se produzcan por la activación de una **falla**.

La energía liberada se dispersa en forma de **ONDAS**.

<https://www.youtube.com/watch?v=W3Oz4aSMHfg&feature=youtu.be>

**4.2. TERREMOTOS Y ONDAS SÍSMICAS**



**Epicentro:** Punto de la superficie terrestre situado en la vertical del foco o hipocentro de un terremoto y donde este adquiere su máxima intensidad.

**Hipocentro:** también llamado **foco sísmico**, es el lugar en el interior de la corteza terrestre donde tiene origen un terremoto, sismo o movimiento sísmico.

**4.2. TERREMOTOS Y ONDAS SÍSMICAS**

## ONDAS SÍSMICAS

**Sismología**

**Etimología:** *Seismos* = sacudida y *-logos* = conocimiento.  
 Disciplina científica que estudia los terremotos, la propagación y registro de las ondas sísmicas.

Entre sus principales objetivos están:

- (1) El estudio de la propagación de las ondas sísmicas por el interior de la Tierra permite conocer mejor su estructura interna.
- (2) El estudio de las causas que dan origen a los sismos.
- (3) Prevenir, alertar y concienciar a la sociedad sobre los posibles daños y cómo actuar en las áreas sísmicamente activas.

**4.2. TERREMOTOS Y ONDAS SÍSMICAS**

## ONDAS SÍSMICAS

**Sismología** El **sismógrafo** o **sismómetro** (inventado en 1842 por el físico escocés **James David Forbes**) es un instrumento para medir terremotos o pequeños temblores provocados por los movimientos de las placas litosféricas.



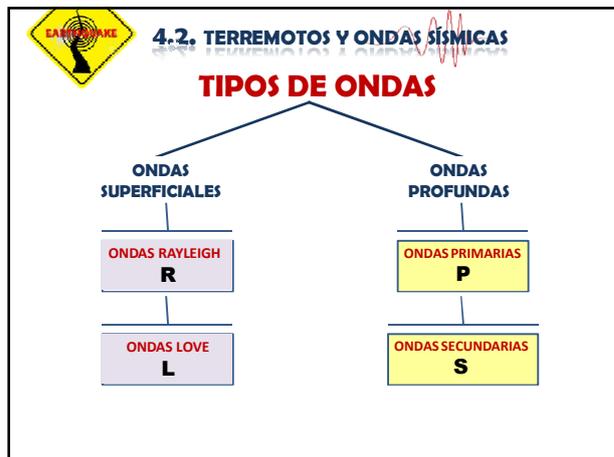
**4.2. TERREMOTOS Y ONDAS SÍSMICAS**

[https://www.youtube.com/watch?v=X1jPX\\_6vclA](https://www.youtube.com/watch?v=X1jPX_6vclA)

<https://www.ign.es/web/ign/portal/sis-area-sismicidad>

<http://www.sismologia.cl/>

[http://sevilla.abc.es/sevilla/sevi-cinco-terremotos-destructivos-sufrio-sevilla-201604052325\\_noticia.html](http://sevilla.abc.es/sevilla/sevi-cinco-terremotos-destructivos-sufrio-sevilla-201604052325_noticia.html)

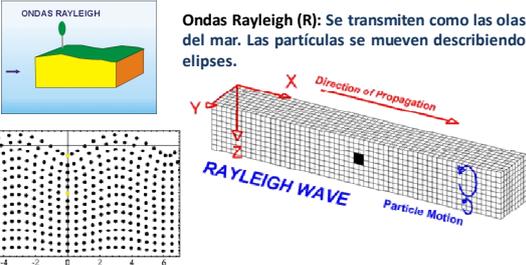


**TIPOS DE ONDAS**

### ONDAS SUPERFICIALES

- \*Son ondas sísmicas que se propagan a través de la superficie de la Tierra.
- \*Se amortiguan rápidamente y no viajan muy lejos.
- \*Causan la mayor parte de los daños durante los terremotos.

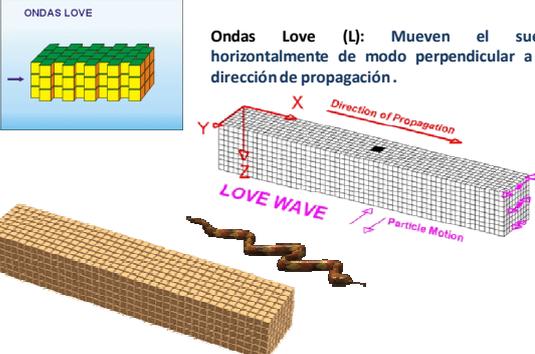
**Ondas Rayleigh (R):** Se transmiten como las olas del mar. Las partículas se mueven describiendo elipses.



**TIPOS DE ONDAS**

### ONDAS SUPERFICIALES

**Ondas Love (L):** Mueven el suelo horizontalmente de modo perpendicular a la dirección de propagación.



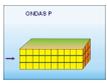
## TIPOS DE ONDAS

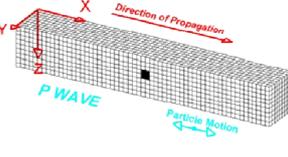
**ONDAS PROFUNDAS**

**1) Ondas P**

Primarias, longitudinales, compresivas

Vibran hacia atrás y adelante en la dirección de propagación de la onda. El material se contrae y se expande.





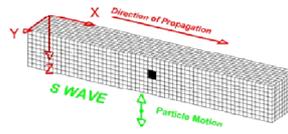
P WAVE

**2) Ondas S**

Secundarias, transversales, de cizalla

Vibran perpendicularmente a la dirección de propagación de la onda. El material sufre una distorsión.

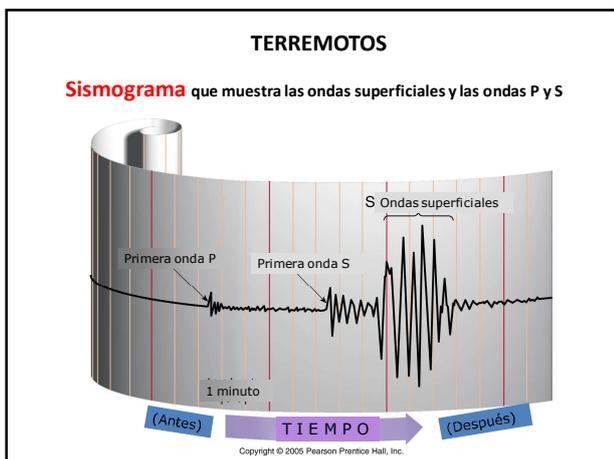




S WAVE

## TIPOS DE ONDAS

<b>Ondas P</b> (longitudinales)	
<b>Ondas S</b> (transversales)	



## 4.2. TERREMOTOS Y ONDAS SÍSMICAS

### ¿Cómo se mide la fuerza de un terremoto

- ✦ Duración de la sacudida
- ✦ Escalas de Intensidad (basadas en el daño y en la percepción humana)
- ✦ Escalas de Magnitud (basadas en la cantidad de energía liberada)




## 4.2. TERREMOTOS Y ONDAS SÍSMICAS

**MAGNITUD**  
Propiedad de los cuerpos que puede ser medida (Temperatura, presión, densidad, velocidad, etc...)  
Medida de algo conforme a una escala determinada.

**Magnitud = cuantitativa**



MAGNITUD 4

La intensidad es distinta en cada lugar ya que varía con la distancia al foco del terremoto, así un terremoto tendrá una magnitud única e intensidades diferentes en cada localidad.

**INTENSIDAD**  
Descripción de los efectos de los terremotos (en ella intervienen la percepción de las personas así como los daños materiales y económicos sufridos, etc...).

**Intensidad = cualitativa**

## 4.2. TERREMOTOS Y ONDAS SÍSMICAS

### Escala de intensidad de Mercalli

I. Muy débil
II. Débil
III. Leve
IV. Moderado
V. Poco Fuerte
VI. Fuerte
VII. Muy fuerte
VIII. Destructivo
IX. Ruinoso
X. Desastroso
XI. Muy desastroso
XII. Catastrófico

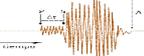
**Escala modificada de Mercalli**

I	DETECTADO SOLO POR INSTRUMENTOS	VII	DAÑO MODERADO EN ESTRUCTURAS
II	SENTIDO POR PERSONAS EN REPOSO	VIII	DAÑO CONSIDERABLE
III	SENTIDO DENTRO DE UN EDIFICIO	IX	FRANCO GENERAL DAÑO GRAVE
IV	SENTIDO FUERA DE UN EDIFICIO	X	DESTRUCCIÓN TOTAL EN EDIFICIOS BIEN CONSTRUIDOS
V	CAÍDAS DE LOS OBJETOS	XI	CAÍDAS TODAS LAS PILES
VI	SENTIDO POR TODOS	XII	DESTRUCCIÓN TOTAL

### 4.2. TERREMOTOS Y ONDAS SÍSMICAS

#### Escala de Richter

Magnitud en Escala Richter	Efectos del terremoto
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado
3.5 - 5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores
5.5 - 6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios
6.1 - 6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas muy pobladas.
7.0 - 7.9	Terremoto mayor. Causa graves daños
8 o mayor	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas

$$M = \log_{10} A + 3 \log_{10}(8\Delta t) - 2.92 = \log_{10} \left( \frac{A(\Delta t)^3}{1.62} \right)$$


### 4.2. TERREMOTOS Y ONDAS SÍSMICAS

**Terremoto Ecuador**  
**Escala de Richter: 7,8**  
**23 abril 2016**  
**602 muertos, 4.000 heridos**



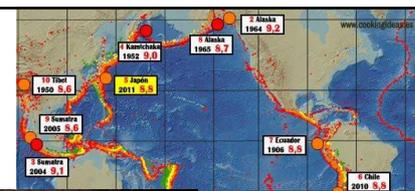
<https://www.youtube.com/watch?v=pScaNf1LNWo>

### Terremotos en el mundo durante cada año:

Magnitudes Richter	Descripción	Efectos de un sismo	Frecuencia de ocurrencia
Menos de 2.0	Micró	Los microsismos no son perceptibles.	Aldedor de 8.000 por día
2.0-2.9		Generalmente no son perceptibles.	Aldedor de 1.000 por día
3.0-3.9	Menor	Perceptibles a menudo, pero rara vez provocan daños	49.000 por año.
4.0-4.9	Ligero	Movimiento de objetos en las habitaciones que genera ruido. Sismo significativo pero con daño poco probable.	6.200 por año
5.0-5.9	Moderado	Puede causar daños mayores en edificaciones débiles o mal construidas. En edificaciones bien diseñadas los daños son leves.	800 por año
6.0-6.9	Fuerte	Pueden ser destructivos en áreas pobladas, en hasta unos 160 kilómetros a la redonda.	120 por año.
7.0-7.9	Mayor	Puede causar serios daños en extensas zonas.	18 por año.
8.0-8.9		Puede causar graves daños en zonas de varios cientos de kilómetros.	1 por año.
9.0-9.9	Gran	Devastadores en zonas de varios miles de kilómetros.	1 en 20 años.
10.0+	Épico	Nunca registrado; ver tabla de más abajo para el equivalente de energía sísmica.	En la historia de la humanidad (y desde que se tienen registros históricos de los sismos) nunca ha sucedido un terremoto de esta magnitud

### TERREMOTOS

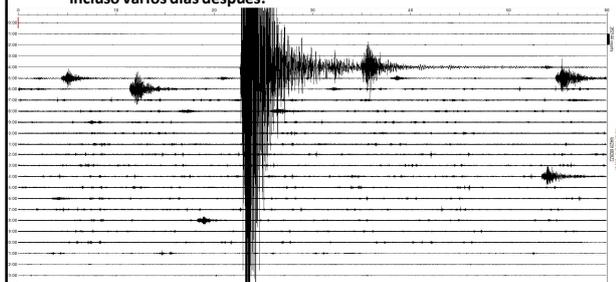
#### Japón 2011



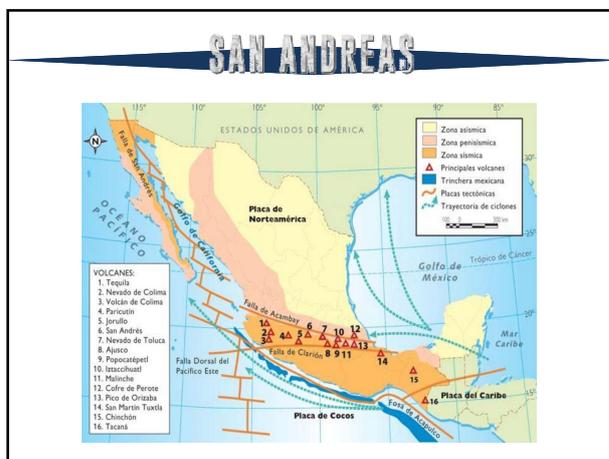

### 4.2. TERREMOTOS Y ONDAS SÍSMICAS

#### REPÚBLICAS SISMICAS

Los materiales necesitan cierto tiempo para acomodarse, una vez que se ha liberado la energía, por eso no es extraño que se produzcan las llamadas **réplicas**, es decir, terremotos más débiles que el principal, incluso varios días después.



### SAN ANDREAS



**VOLCANES**

- Tequila
- Navarro de Colima
- Volcan de Colima
- Parícutin
- Jorullo
- San Andrés
- Navarro de Toluca
- Apopo
- Popocatepetl
- Iztaccíhuatl
- Mt. Popocatepetl
- Cofre de Perote
- Pico de Orizaba
- San Martín Texalá
- Chimón
- Tancitaro

**4.2. TERREMOTOS Y ONDAS SÍSMICAS**

### Escala de Magnitud del Momento

La escala sismológica de magnitud de momento ( $M_w$ ) es una escala logarítmica usada para medir y comparar terremotos.

Está basada en la medición de la energía total que se libera en un sismo.

Fue introducida en 1979 por Thomas C. Hanks y H. Kanamori como la sucesora de la escala sismológica de Richter.

**Escala del Magnitud del Momento ( $M_w$ )**

- (1) Desplazamiento medio a lo largo de la falla.
- (1) Área de superficie de ruptura.
- (1) Resistencia de la roca a ser fallada.

**Bomba atómica = Hiroshima (Japón)**

15 megatones = 15 millones de toneladas de dinamita

Magnitud de momento	Equivalencia de la energía TNT	Referencias
8.5		Terremoto de Valdivia de 1975 (Chile)
8.8	210 millones de t	Terremoto de Chile de 2010 Terremoto de Ecuador y Colombia de 1906
8.9		Terremoto de Sumatra de 2012
9.0	240 millones de t	Terremoto de Japón de 2011
9.3	260 millones de t	Terremoto del océano Índico de 2004 Terremoto de Anchorage de 1964 (Alaska, Estados Unidos)
9.5	290 millones de t	Terremoto de Valdivia de 1960 (Chile)
10.0	630 millones de t	Estimado para el choque de un meteorito rocoso de 2 km de diámetro que impacte a 25 km/s (90.000 km/h)
12.0	1000 millones de t = 100 megatones = 1 teratones	Fractura de la Tierra por el centro Cantidad de energía solar recibida diariamente en la Tierra
13.0	108 megatones = 300 teratones	Impacto en la península de Yucatán que causó el cráter de Chicxulub hace 65 millones de años
25.0	1,200,000 millones de bombas nucleares de Hiroshima	Impacto de Theta hace 4.530 millones de años. No hay lugar preciso del impacto debido al tamaño del planisferio $4.5 \times 10^7$
32.0	$1.5 \times 10^{11}$ t	Estallido de rayos gamma de la Magnetar SGR 1905-20, registrado el 27 de diciembre de 2004. Terremoto similar a los de la superficie solar

### TERREMOTOS

#### Medidas predictivas y preventivas

- RIESGO SISMICO: **exposición + vulnerabilidad + peligrosidad**

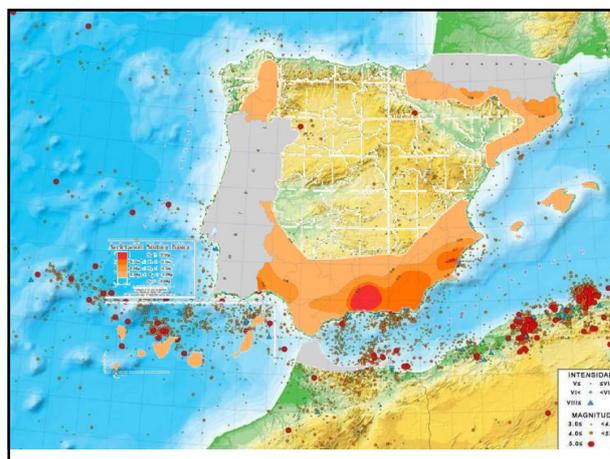
*GEOLOGÍA puede decir donde y como...pero no cuando*

**PREDICCIÓN:**

- Historial de temblores** (cadencia media) → mapas de riesgo (magnitud) / mapas de exposición (daños potenciales) / seguimiento en tiempo real.
- Precursores sísmicos** → aumento de microseismos/ deformación de la superficie del suelo / largos periodos de tiempo sin terremotos en zonas sísmicas/ aumento de los microseismos / comportamiento anormal de los animales

**PREVENCIÓN:**

- Ordenación del territorio
- Construcciones sismorresistentes
- Educación de la población <https://www.youtube.com/watch?v=xXulo0-fhc4>



### TERREMOTOS

#### Medidas preventivas

En relación a la estructura del edificio

En relación al interior de la vivienda

**Medidas de autoprotección a adoptar durante un terremoto**

Si la sacudida te sorprende en el exterior

Si estás en el interior de un edificio

<http://www.proteccioncivil.es/riesgos/terremotos/proteccion>

### El Triángulo de la Vida.

Colocarse al lado de un objeto de manera que se forme un espacio en forma de triángulo.

**Sablón**  
#Consejospracticos

