

Explicar cómo la litosfera se tarda millones de años en conformar estos tipos de roca y cómo de acuerdo a su origen se diferencian por su color, textura, dureza y composición.

El piso sobre el que caminamos forma parte del suelo. El suelo es la capa superficial de la corteza terrestre y constituye el medio físico en el cual crecen las la mayoría de plantas y animales, entre ellos el ser humano. Su formación se inicia cuando las rocas, en contacto con la atmósfera se fragmentan en partículas pequeñas y fragmentos minerales, debido a la lluvia, el viento, los ríos, el cambio de temperatura y la acción de los seres vivos. Los suelos nacen, maduran, envejecen y debido a diversas acciones humanas también mueren.

Los suelos de la ciudad están conformados por rocas sedimentarias muy antiguas, como son las areniscas y arcillolitas recubiertas generalmente por materiales más jóvenes llamados depósitos de ladera, terrazas y conos, al occidente y norte posee llanuras aluviolacustres que se extienden a toda la Sabana de Bogotá.

## **TERMINACION**

Con base en el Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, que adelantó la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá, D.C., Ingeominas y la Universidad de los Andes; con el apoyo de la Dirección Nacional de Prevención y Atención de Desastre, se estableció:

### **1. LAS TRES FUENTES PRINCIPALES DE SISMO PARA LA CIUDAD**

La primera corresponde a la zona de subducción del Pacífico colombiano, la segunda a la falla frontal o Piedemonte Llanero de la Cordillera Oriental y la tercera a las fallas cercanas o locales, como son la falla de Bogotá, Tunjuelito y la Cajita. Todas son muy significativas dadas las características de los suelos de la ciudad.

### **2. CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS<sup>8</sup>**

- **Zona Montañosa:** caracterizada por la presencia de areniscas duras y resistentes a la erosión y arcillolitas cuya resistencia depende de su humedad.

- **Zona de Piedemonte:** conformada por materiales que bajo efectos de la gravedad han sufrido movimientos y se han depositado en forma de cono o abanico
- **Zona de suelos duros,** en donde predominan las arcillas con arena intercalada y suelos arenosos de origen aluvial.<sup>9</sup>
- **Zona de suelos blandos:** caracterizada por la presencia de arcillas blandas.
- **Zona de ríos y humedales:** a ella pertenecen los cuerpos de agua de la ciudad, los humedales, antiguos lagos y las zonas de inundación.



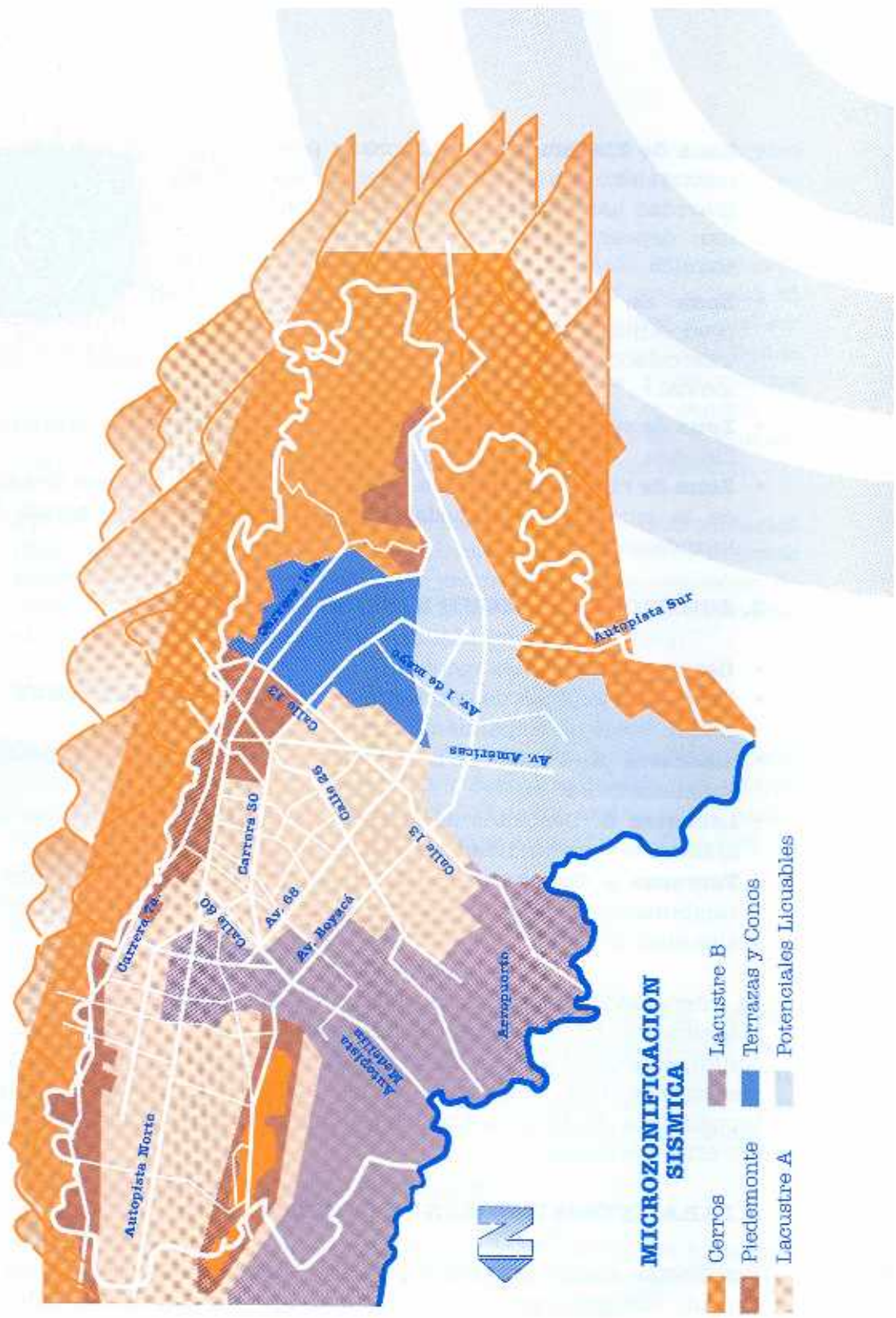
### 3. ZONIFICACION SEGUN RESPUESTA SISMICA

- **Cerros:** Formaciones rocosas.
- **Piedemonte:** Zona de transición entre los cerros y la zona plana. Posee principalmente depósitos coluviales <sup>10</sup>
- **Lacustre A:** Depósitos de arcillas blandas con profundidades máximas de 240 m.
- **Lacustre B:** Depósitos de arcillas un poco más blandas que las anteriores y profundidades máximas de 400 m.
- **Terrazas y Conos:** suelos arcillosos y secos, arenas y limos o combinación de ellos. Con potencial de licuación<sup>11</sup> del suelo por el alto nivel de agua.

La intensidad así como la cantidad de daños no sólo depende de la magnitud y de la distancia al epicentro sino también de la conformación del suelo y de la forma del relieve. En los cerros y el piedemonte hay amplificación de ondas por las condiciones topográficas. En la zona lacustre A y B igualmente hay amplificación por el tipo de suelos.

### 4. PARAMETROS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION

Estos están siendo adoptados para las nuevas construcciones de la ciudad. Sin embargo, es preocupante que un alto porcentaje de



barrios de la ciudad nacieron de manera ilegal y que la mayoría de las construcciones son deficientes. Los sismos en sí mismos no ocasionan víctimas, son las contrucciones que al colapsarse producen los daños. Por ello en la ciudad se han iniciado estudios de vulnerabilidad de las edificaciones estratégicas y de las redes de servicios públicos. Un ejemplo de ello es el reforzamiento del Centro Administrativo Distrital CAD, El Hospital de Kennedy, la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, el puente de la calle 80 con Avenida Boyacá y los sistemas de cierre de las válvulas de las redes de gas domiciliario.

**5. NIVELES DE DAÑO A LAS PERSONAS, REDES VITALES Y PORCENTAJE DE AREA DESTRUIDA.**

A continuación se presenta un resumen de las principales cifras obtenidas por el estudio para los escenarios sísmicos **hipotéticos** considerados, los cuales son indicativo mínimo de la magnitud del problema.<sup>12</sup>

Escenario sísmico hipotético	En el día		En la noche		Personas sin vivienda	Area destruida en millones de m²	Costo en millones de dólares
	Víctimas	Heridos	Víctimas	Heridos			
<b>Sismo cercano fuerte</b>	<b>3.500</b>	<b>20.000</b>	<b>4.500</b>	<b>26.000</b>	<b>74.000</b>	<b>33.8</b>	<b>14.000</b>
<b>Sismo cercano moderado</b>	<b>1.600</b>	<b>9.000</b>	<b>1.400</b>	<b>7.700</b>	<b>44.000</b>	<b>20.6</b>	<b>8.800</b>
<b>Sismo lejano</b>	<b>300</b>	<b>1.600</b>	<b>350</b>	<b>1.900</b>	<b>27.000</b>	<b>12.3</b>	<b>5.100</b>





## LOS SISMOS - TRANSFORMACIONES DE LA ENERGÍA

### INICIACION

Indagar con los estudiantes sobre:

- ¿ Cuántos sismos creen que ocurren cada año ?
- ¿ Qué relación puede establecerse entre sismo y energía ?
- ¿ En donde se producen los sismos ?
- ¿ Por qué ocurren ?
- ¿ Cómo se miden ?
- ¿ De que depende que un sismo afecte a las a las personas ?
- ¿ Los sismos matan a las personas ?

### DESARROLLO

Anualmente se producen en el mundo alrededor de 100.000 terremotos o sismos, sin embargo, solo 6.000 son detectados, solo 1.000 causan daños y entre 15 y 20 generan desastres.



Antes de trabajar el tema de las ondas sísmicas es importante conceptualizar sobre las ondas en general. Estas se entienden como perturbaciones que viajan de un punto a otro transportando energía sin que haya desplazamiento de materia. Las ondas se clasifican en:

- **Mecánicas:** se desplazan por medios elásticos, por ejemplo el sonido.



- **Electromagnéticas** se desplazan en el vacío, por ejemplo la radio.

¿ Aplica esta definición de onda a lo que se aprecia en la ilustración anterior?

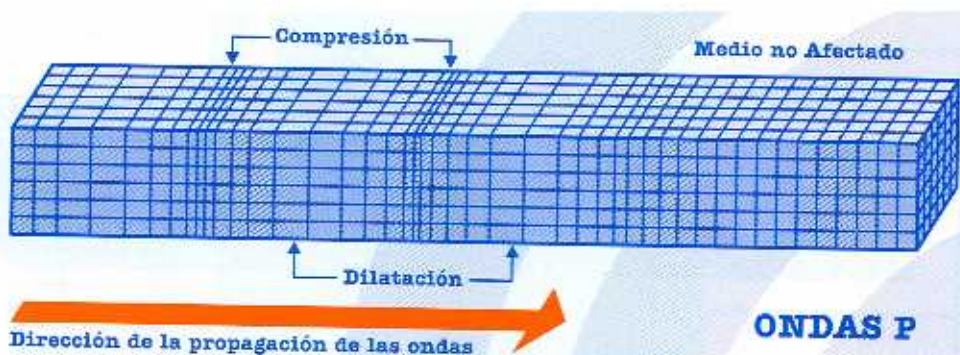
¿ Dentro de qué tipo de ondas se podrían clasificar las ondas sísmicas?

La mayoría de los terremotos se producen en los bordes de las placas tectónicas, producto de su desplazamiento. El rozamiento o fricción producto del desplazamiento de placas producen ondas, que podría equipararse a una ola de tierra. Una placa intenta penetrar en la otra, sus bordes se juntan hasta que de repente la presión es excesiva. Las rocas resbalan y se deslizan, el suelo vibra y se "rompe" produciendo un ruido ensordecedor. Las ondas sísmicas que atraviesan las rocas transportan energía hacia la superficie.

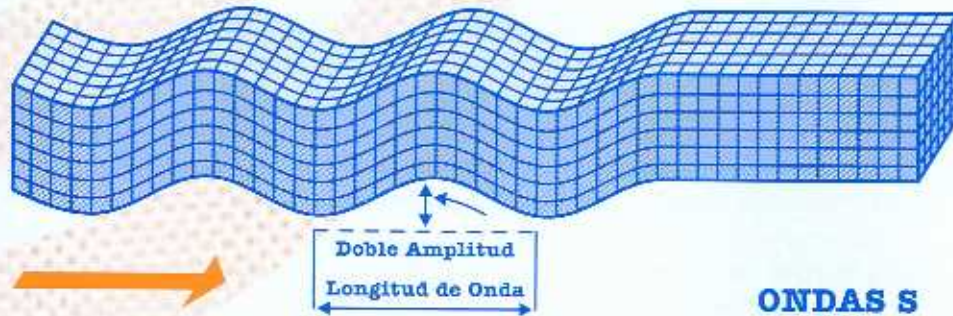
Generalmente los hipocentros son a menos de 100 Km. de profundidad, allí se originan las ondas sísmicas que se desplazan en todas direcciones. La zona situada encima del hipocentro en la superficie se llama epicentro. Cuando el epicentro es debajo de la plataforma marina da origen a los maremotos.

El análisis de los sismogramas ha caracterizado las ondas sísmicas por su velocidad y forma de propagación. Su velocidad depende de la densidad de las capas de la tierra y de su elasticidad<sup>13</sup>. Se clasifican en ondas preliminares y rápidas que se dividen en:

- **Longitudinales: Ondas P**, por ser las primeras en llegar a los instrumentos de medición y van en la misma dirección de la propagación de la onda.

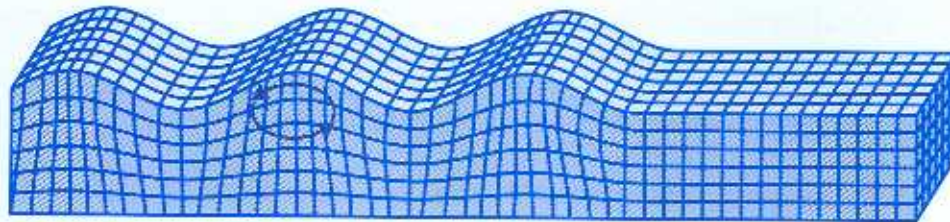


- **Transversales: Ondas S**, por ser las segundas en llegar a los instrumentos de medición y van de manera perpendicular a la propagación de las ondas.

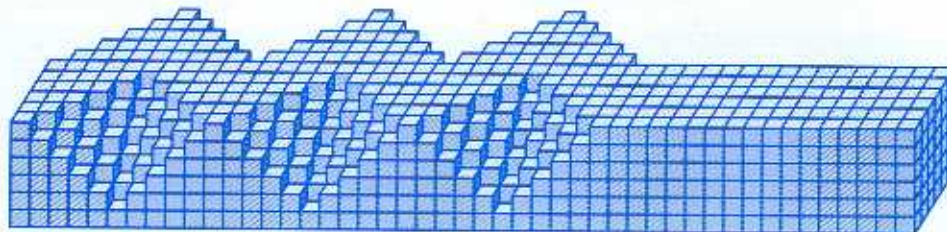


- **Superficiales:** son producidas por las dos anteriores y se clasifican en:

- **Ondas R: Ondas Raleigh**, van de manera elíptica en sentido contrario a la propagación. Similar a las ondas en el agua.
- **Ondas L: Ondas Love**, junto con las R son las de mayor poder destructivo.



**ONDAS RAYLEIGH**



**ONDAS LOVE**



## TERMINACION

Recordar con los alumnos cuáles son los sistemas de medición de los sismos y establecer asociaciones entre éstos con imágenes de televisión, fotos de periódicos o incluso vivencias.

Existen dos escalas para medir los sismos:

- Escala de **Intensidad de Mercalli**, mide los efectos producidos.
- Escala de **Magnitud de Richter**, mediante el uso del sismógrafo, mide la energía liberada.

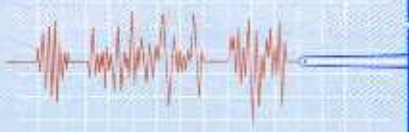






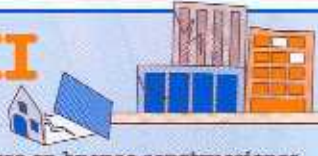




## ESCALA DE MAGNITUD DE RICHTER







## ESCALA DE INTENSIDAD DE MERCALLI

<b>I</b>  Detectado solo por instrumentos.	<b>II</b>  Sentido por personas en reposo.
<b>III</b>  Sentido dentro de un edificio.	<b>IV</b>  Sentido afuera.
<b>V</b>  Casi todos lo sienten. Se caen objetos.	<b>VI</b>  Todos lo sienten. Daños leves.
<b>VII</b>  Daño moderado en estructuras. Daño grave en malas construcciones.	<b>VIII</b>  Daños ligeros en buenas construcciones, considerables en las regulares y grandes en las malas.
<b>IX</b>  Daños graves en buenas construcciones, destrucción total en las malas.	<b>X</b>  Destrucción seria en edificios bien contruidos.
<b>XI</b>  Casi nada queda en pie. Fisuras en el suelo.	<b>XII</b>  Destrucción total. Catástrofe.

Los sismos con intensidad mayor de 7, son considerados terremotos

Discutir con el grupo:

¿ Si en Bogotá en el pasado se han presentado sismos que han tenido una intensidad en la escala de Mercalli de entre VII y VIII, qué le podría ocurrir a la ciudad si se presentara uno en la actualidad?

Como tarea para desarrollar en la casa los alumnos pueden investigar qué es un sismógrafo y cuáles son sus partes.

Analizar los siguientes enunciados:

- La intensidad de un movimiento sísmico disminuye sólo con la distancia del epicentro. F ( ) V ( )
- Los daños producidos por los terremotos dependen del movimiento del terreno. F ( ) V ( )
- Los daños producidos no dependen de la conformación del subsuelo y de la topografía del terreno. F ( ) V ( )
- El tiempo de duración de un sismo incide en el potencial de daño F ( ) V ( )

#### **PARA TENER EN CUENTA:**

Los movimientos sísmicos históricos de la ciudad han presentado mayor nivel de afectación en el piedemonte de los cerros orientales y en las montañas de la ciudad. Muestra de ello es la destrucción de las iglesias de Monserrate y Guadalupe, en cada uno de los tres sismos de intensidad VIII (1785, 1827, 1917) y en uno de intensidad VII (1743).

### **SISMORESISTENCIA<sup>14</sup>**

#### **INICIACION**

Los alumnos y el docente pueden empezar por describir el número de pisos de su vivienda, los materiales empleados y la cantidad de muros, vigas, ventanas y puertas que posee. También es importante determinar quien la construyó y en qué época.

Hacer un dibujo en perspectiva que permita determinar la forma como está construida.

## DESARROLLO

Una edificación es sismoresistente cuando está diseñada y construida con una adecuada estructura, con unas dimensiones apropiadas y con unos materiales con una proporción y resistencia suficientes para soportar los sismos sin que se produzcan colapsos totales o parciales. No existen edificios totalmente sismoresistentes, pero la sismoresistencia es una propiedad que se le da a la edificación para proteger las vidas y los bienes de las personas que la ocupan.

Una edificación no sismoresistente es vulnerable, es decir, susceptible a dañarse en forma grave o colapsar fácilmente en caso de terremoto. El sobre costo que significa la sismoresistencia es mínimo si la construcción se realiza correctamente y es totalmente justificado, dado que significa la seguridad de las personas en caso de terremoto y la protección de su patrimonio.

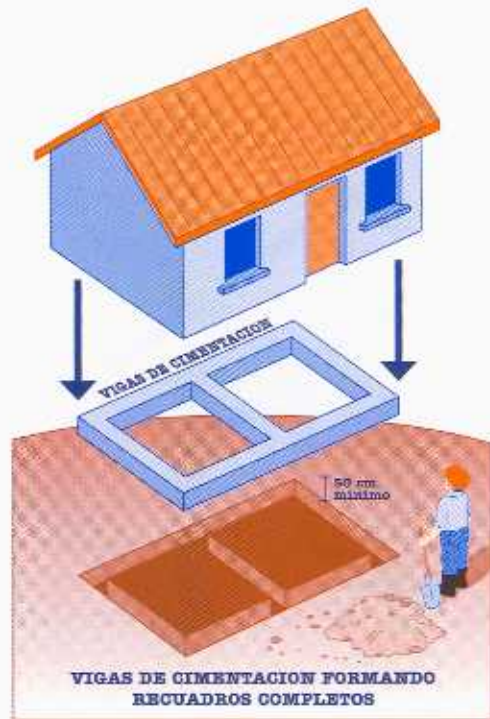
### CONSTRUCCION SISMORESISTENTE



### CONSTRUCCION NO SISMORESISTENTE







Esta ilustración muestra uno de los aspectos más importantes en la construcción de una vivienda sismoresistente: la cimentación adecuada.

De igual forma, son importantes las vigas de amarre, las vigas corona, las columnas y la calidad y combinación de los materiales empleados.

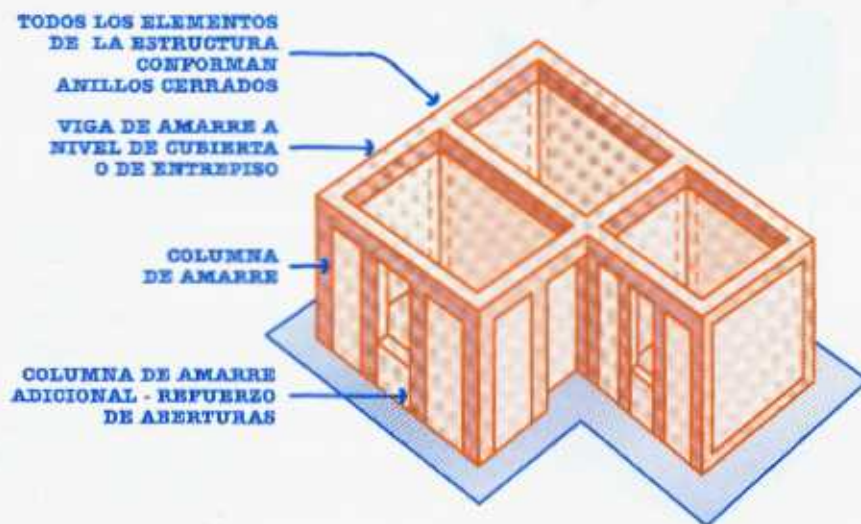
### CLASIFICACIÓN DE VIVIENDAS SEGÚN EL SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN DE SUS MUROS

Las viviendas pueden clasificarse en tres tipos de acuerdo con la forma en que fueron construidos sus muros de soporte:

- **Ladrillo no reforzado:** Es aquella donde no se considera ningún tipo de refuerzo interno o externo.



- **Ladrillo Confinado:** Se basa en la colocación de muros que luego se confinan con vigas y columnas de concreto.



- **Ladrillo Reforzado:** Con piezas de ladrillo de perforación vertical de arcilla o concreto, reforzadas internamente con barras o alambres de acero.



## TERMINACION

Con base en las ilustraciones realizadas por los alumnos y las suministradas en la guía, determinar el estado actual de su casa.

Como en algunos casos no es posible evidenciar directamente esto, es posible indagar con la familia sobre la forma cómo fue construida.