

Un tendido de mangueras en el que se reduce el diámetro de 70 mm. a 25 mm.
¿Qué efecto produce sobre la **velocidad** del fluido en circulación?.

- A) Que se multiplica por 2.
- B) Que se multiplica por 3.
- C) Que se multiplica por 4.
- D) Que se multiplica por 8.

La **ecuación de la continuidad** establece que, en un sistema **cerrado** (como las **mangueras**) por el que circula un fluido **incompresible** (como el **agua**), el **caudal** se mantiene **constante** en cualquier punto del recorrido. Esto implica que el producto del **área** de la sección transversal de la conducción y la **velocidad** del fluido es **invariable** a lo largo de la línea de flujo.

Este principio conlleva que, si la conducción se ensancha, el área aumenta y la velocidad disminuye. Por el contrario, si se estrecha, el área se reduce y la velocidad del fluido aumenta, como ocurre en el supuesto planteado.

Un ejemplo natural de este principio es el comportamiento de un río: cuando el cauce se estrecha, como en un desfiladero o canalización, el agua aumenta su velocidad para mantener constante el caudal, generando zonas de rápidos.

Para analizar este fenómeno, podemos comparar la sección de una manguera de **70 mm.** con la de una manguera de **25 mm.** Utilizando la fórmula del área del círculo ($\pi \cdot r^2$), obtenemos que:

Para la manguera de **70 mm.** la sección es de **3.846 mm²**.

Para la manguera de **25 mm.** la sección es de **490 mm²**.

Dividiendo ambas superficies, se concluye que la sección se reduce en un factor de **7,84**, lo que implica que la **velocidad** del fluido **se multiplica por esa misma proporción** para conservar el caudal.

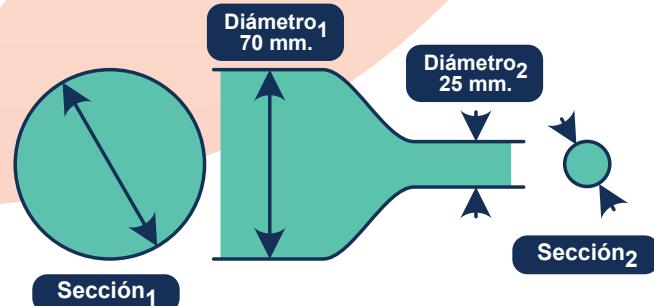
En un contexto de examen, que no permiten calculadora, realizar estos cálculos puede resultar complejo. Por ello, es fundamental adquirir **familiaridad** con las **dimensiones** aproximadas de las mangueras (radios, secciones y volúmenes).

Un aspecto clave a tener en cuenta es que **duplicar** el radio de un círculo **cuadriplica** su área. Por tanto, si la manguera de **70 mm.** presenta un radio significativamente mayor que el doble de la de **25 mm.**, su sección será **mucho más de cuatro veces** superior.

Este simple razonamiento permite **descartar** con seguridad las opciones incorrectas de la pregunta, seleccionando la respuesta adecuada, en este caso la opción D, **sin necesidad de realizar cálculos detallados**.

La respuesta correcta es la D) Que se multiplica por 8.

Diámetro de manguera	Sección	Volumen que hay en 1 metro de manguera
Ø 25 mm.	490 mm ² , 4,9 cm ² , 0,049 dm ² o 0,000490 m ²	0,49 dm ³ o litros
Ø 45 mm.	1589 mm ² , 15,89 cm ² , 0,1589 dm ² o 0,001589 m ²	1,589 dm ³ o litros
Ø 70 mm.	3846 mm ² , 38,46 cm ² , 0,3846 dm ² o 0,003846 m ²	3,846 dm ³ o litros



¿Qué tiempo tarda una autobomba en llenar una **columna seca** hasta la **planta 12º** aplicando un caudal de **500 l/min**?

- A) 5 segundos.
- B) 10 segundos.
- C) 20 segundos.
- D) 30 segundos.

Una **columna seca** es una instalación fija de uso exclusivo para la extinción de incendios, obligatoria en edificios con una altura de evacuación superior a **24 metros** de forma general, y **15 metros** en Uso Hospitalario.

Se trata de una conducción **vacía**, dispuesta verticalmente desde la planta baja hasta la superior del edificio, permitiendo a los bomberos conectar directamente sus mangueras en las tomas habilitadas, facilitando el suministro de agua en altura sin necesidad de desplegar manualmente toda la instalación desde el nivel de calle, lo que se traduce en un significativo ahorro de **tiempo y esfuerzo**.

Es fundamental conocer las características técnicas básicas; Son de acero galvanizado, y cuentan con un diámetro de **80 mm**, lo que implica que **cada metro** de conducción posee un volumen aproximado de **5 litros**.

Si se considera que la altura estándar entre plantas en un edificio convencional es de **3 metros**, llenar la columna seca hasta la **planta 12º** (**36 metros** de altura) supone un volumen total de **180 litros**.

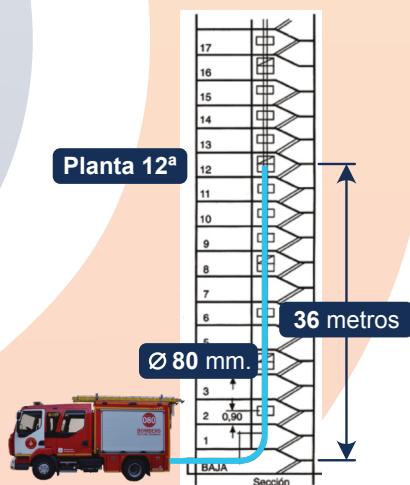
Al aplicar un caudal de **500 l/min**, el tiempo necesario para su llenado puede calcularse dividiendo el volumen total (**180 litros**) entre el caudal (**500 l/min**), lo que arroja un resultado de **0,36 minutos**, es decir, aproximadamente **20 segundos**.

Es importante observar que, en este ejemplo, las alternativas de respuesta se encuentran lo suficientemente distanciadas entre sí como para permitir alcanzar la resolución mediante **cálculos aproximados o "números gordos"**.

En cambio, si las opciones ofrecidas fuesen del tipo **19, 20, 21 y 22 segundos**, el cálculo debería ser mucho más **preciso**, requiriendo operaciones detalladas que probablemente consumirían más de un minuto. En tal caso, sería más eficiente dejar esta cuestión para el **final del examen**, cuando se disponga de tiempo sobrante.

La respuesta correcta es la C) 20 segundos.

Diámetro de manguera	Sección	Volumen que hay en 1 metro de manguera	Longitud de manguera que ocupa 1 litro de fluido
Ø 25 mm.	490 mm ² , 4,9 cm ² , 0,049 dm ² o 0,000490 m ²	0,49 dm ³ o litros	2,04 metros
Ø 45 mm.	1589 mm ² , 15,89 cm ² , 0,1589 dm ² o 0,001589 m ²	1,589 dm ³ o litros	0,63 metros
Ø 70 mm.	3846 mm ² , 38,46 cm ² , 0,3846 dm ² o 0,003846 m ²	3,846 dm ³ o litros	0,26 metros
Ø 80 mm. (Columna seca)	5026 mm ² , 50,26 cm ² , 0,5026 dm ² o 0,005026 m ²	5,026 dm ³ o litros	0,199 dm ³ o litros



Cálculo de la volumen de agua de la columna seca

$$\text{volumen} = \text{sección} \cdot \text{longitud}$$

$$\text{volumen} = \pi \cdot \text{radio}^2 \cdot 12 \text{ plantas} \cdot 3 \text{ metros}$$

$$\text{volumen} = 3,14 \cdot 0,04^2 \cdot 12 \cdot 3$$

$$\text{volumen} = 0,180 \text{ m}^3 = 180 \text{ dm}^3 = 180 \text{ litros}$$

Cálculo de la tiempo

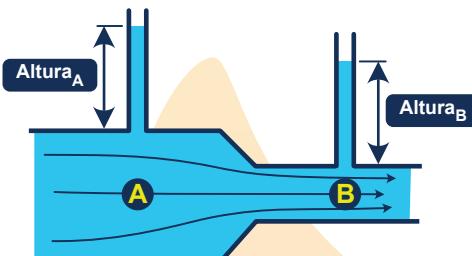
$$\text{tiempo} = \frac{\text{volumen}}{\text{caudal}}$$

$$\text{tiempo} = \frac{180 \text{ l}}{500 \text{ l/min}}$$

$$\text{tiempo} = 0,36 \text{ minutos} = 21 \text{ segundos}$$

Efecto Venturi. La sección de la manguera en el punto A es el doble que la sección en el punto B.
¿Cómo será la altura del fluido en el tubo A respecto a la altura del fluido en el tubo B?:

- A) Mayor.
- B) Igual.
- C) Menor.
- D) Nula.



La altura alcanzada por el fluido en cada tubo indica la **presión residual** (también denominada "**presión estática en movimiento**" o "**presión estática** a secas") existente en el punto donde se encuentra insertado dicho tubo.

Esta magnitud es proporcional al peso de la columna de fluido, por tanto, cuanto mayor sea la presión, mayor será la altura alcanzada por el fluido dentro del tubo.

De acuerdo con el **efecto Venturi**, cuando el fluido atraviesa una sección estrecha, la presión estática (la indicada por el tubo) disminuye, mientras que la presión dinámica se incrementa.

La presión **total** de un fluido es la suma de la presión **estática** y la presión **dinámica**; Los tubos conectados al conducto solo miden la **presión estática** en ese punto, es decir, la presión ejercida por el fluido contra las paredes del conducto. Esta medición es equivalente a la obtenida con un **manómetro** y depende del estado de movimiento del fluido.

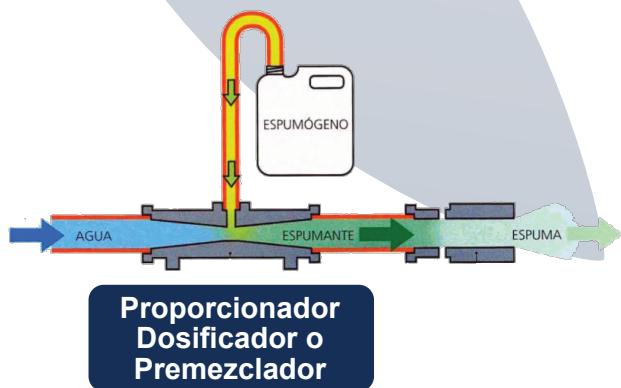
Si el fluido se encontrara en **reposo**, su velocidad sería **nula** y, en consecuencia, la presión dinámica sería igual a cero. En tal situación, la presión en los puntos A y B sería idéntica y completamente atribuible a la presión estática, por lo que la altura del fluido en cada tubo sería la misma.

Este fenómeno se observa en una instalación de extinción conectada a la **autobomba** con la **punta de lanza cerrada**: la presión de salida de la bomba es igual a la que llega a la lanza, dado que, en ausencia de circulación de fluido, no existe rozamiento y, por tanto, no se producen pérdidas de carga.

Cuando el fluido comienza a moverse, una parte de su presión total se transforma en presión dinámica, asociada a la velocidad, lo que provoca una disminución de la presión estática. La **diferencia de alturas entre los tubos** constituye la representación visual de esta presión **dinámica**.

Si la velocidad del fluido aumenta de forma considerable, una mayor proporción de la energía total se convierte en energía cinética. En condiciones extremas, la presión estática puede llegar a anularse; a partir de ese momento, se generan **presiones negativas** que facilitan la **succión** de otros fluidos.

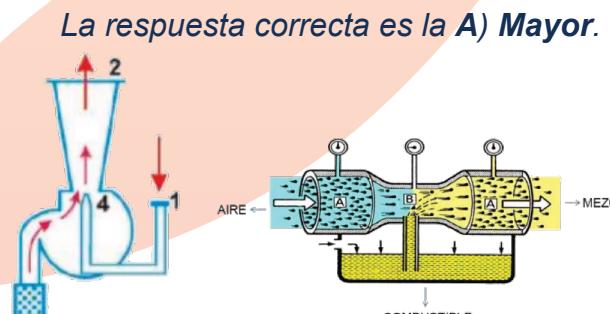
Este principio se aplica en **carburadores**, **cebadores**, **hidroeyectores** y, de forma especialmente en los **proporcionadores** de espumógeno, también denominados dosificador, premezclador o cochinillo.



Proporcionador
Dosificador o
Premezclador



Hidroeyector



Carburador

La respuesta correcta es la A) Mayor.



Se recibe un aviso a las **14:37 horas** por incendio declarado en una vivienda situada en la **7^a planta** de un edificio de **nueve alturas**. A la llegada de los primeros interviniéntes, se procede a la instalación de un sistema hidráulico de extinción mediante el uso de la **columna seca** del edificio, conforme a la configuración representada en la **imagen adjunta**.

Usted actúa en calidad de bombero-conductor de una **BUL** (Bomba Urbana Ligera) equipada con un depósito de agua de **1.000 litros** de capacidad.

Responda a las siguientes cuestiones técnicas relacionadas con escenario operativo planteado, relativas al curso de **Hidráulica I**:

Pregunta 1. El bombero punta de lanza ha seleccionado un caudal de **230 l/min**, y le solicita una presión de **7 bares** en lanza. Sabiendo que las pérdidas de carga totales para ese caudal ascienden a **5 bares**, ¿Qué presión de impulsión en bomba debe establecer?

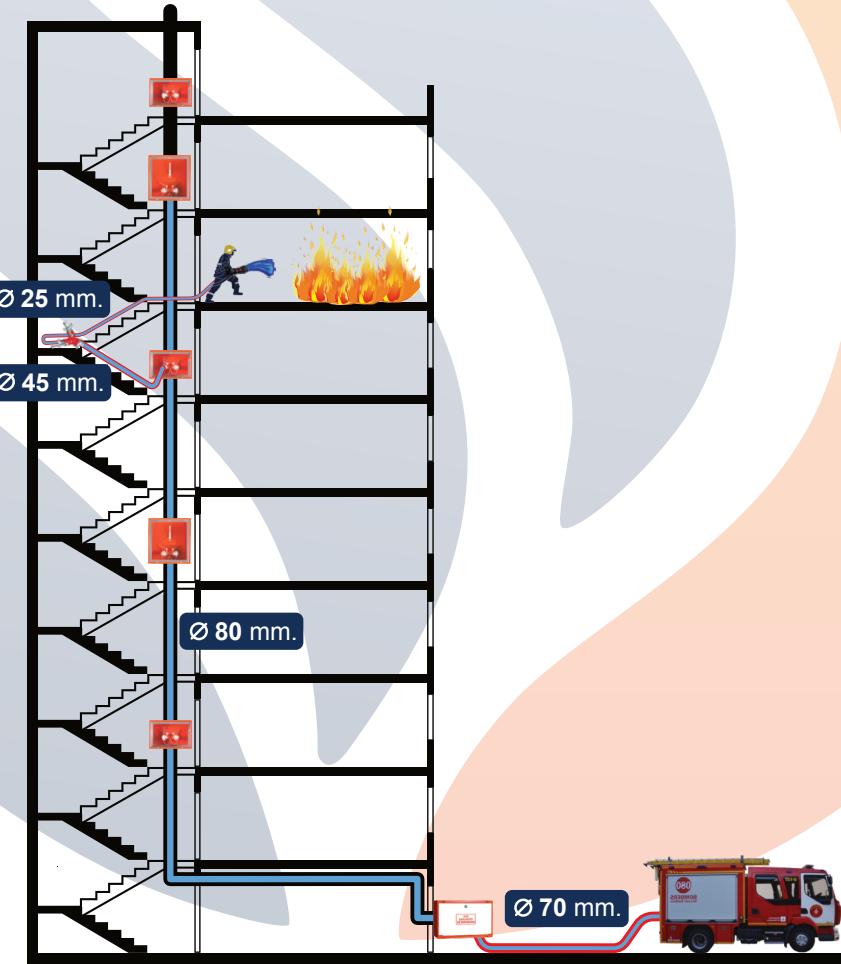
Pregunta 2. ¿Qué **porcentaje** del volumen total del depósito de la BUL se habrá consumido únicamente con el llenado completo de la **columna seca**?

Pregunta 3. ¿Cuánto **tiempo** tendrá el equipo para extinguir, antes de agotar el depósito de la BUL?.

Pregunta 4. En caso de que el bombero en punta modifique el caudalímetro de la lanza, seleccionando un caudal de **475 l/min**, ¿Qué medidas correctoras deberá adoptar desde la autobomba para garantizar la presión de **5 bares** en lanza solicitada previamente?.

Pregunta 5. Indique en qué puntos específicos de la instalación hidráulica se localizan las siguientes condiciones:

- 5.1) Mayor **presión**.
- 5.2) Mayor **velocidad** del agua.
- 5.3) Mayor **caudal**.



Solución Pregunta 1.

Para determinar la presión que debe configurar el bombero conductor en la bomba de impulsión, se emplea la **ecuación de línea**, que establece que dicha presión es igual a la suma de los siguientes 3 componentes:

- La presión requerida en la **punta de lanza** (en este caso, **7 bares**).
- Las **pérdidas de carga** producidas por el rozamiento del fluido (**5 bares**).
- La presión generada por la **altura**, estimando una media de **3 metros** por planta, lo que para **7 plantas** supone **21 metros**, equivalentes a **2,1 bares**.

Por tanto, la presión total de impulsión que debe ajustar el bombero conductor será de **14,2 bares**. Esta cifra se sitúa **próxima al límite operativo** de una autobomba trabajando en la **etapa de baja presión**.

Con el fin de reducir la exigencia hidráulica sobre la bomba, se pueden adoptar soluciones como:

- Implementar un **bombeo en serie** a través de una segunda autobomba o mediante un hidrante cercano.
- **Disminuir las pérdidas de carga** sustituyendo el tramo de ataque de 25 mm. de diámetro por uno de **mayor sección**, lo que favorecerá el flujo y reducirá las revueltas por minuto del rodete de la bomba.

Ecuación de línea y cálculo de la presión en bomba

$$\text{Presión en bomba} = \frac{\text{Altura geométrica}}{\text{Presión en punta de lanza}} + \frac{\text{Presión en punto de lanza}}{\text{Pérdidas de carga}}$$

$$\text{Presión en bomba} = 2,1 \text{ bares} + 7 \text{ bares} + 5 \text{ bares}$$

$$\text{Presión en bomba} = \mathbf{14,1 \text{ bares.}}$$

Solución Pregunta 2.

La columna seca se desarrolla, en casi su totalidad, de forma **vertical**, disponiendo de válvulas de seccionamiento ubicadas **cada 4 plantas**, como exige **RIPCI 2017**. En el caso planteado, el agua alcanza una altura de **8 plantas**, lo que supone un desarrollo vertical de aproximadamente **24 metros**.

Teniendo en cuenta que **cada metro de columna seca** contiene un volumen aproximado de **5 litros**, su llenado hasta la válvula de corte superior representa un consumo estimado de **120 litros**, sin considerar el volumen correspondiente al tramo horizontal de entrada.

Dado que la capacidad total del depósito de la bomba urbana ligera (BUL) es de **1.000 litros**, este llenado supone ya un **12%** del volumen total de la cisterna. Si se añadiesen los volúmenes correspondientes a los tramos de manguera de **45 mm.** y **25 mm.**, así como el mencionado tramo horizontal de la columna seca, cuyo desarrollo no ha sido especificado en el enunciado, el porcentaje total del depósito de la BUL consumido solo en llenar la instalación podría situarse **en torno al 15%**.

Este consumo inicial no se dedica directamente a labores de extinción, resultando especialmente significativo en los primeros momentos de la intervención, cuando el bombero conductor **observa un descenso del nivel** de la cisterna, mientras al bombero punta de lanza **aún no le ha llegado el caudal** para iniciar la extinción.

Cálculo de la volumen de agua de la columna seca

$$\text{volumen} = \text{sección} \cdot \text{longitud}$$

$$\text{volumen} = \pi \cdot \text{radio}^2 \cdot 8 \text{ plantas} \cdot 3 \text{ metros}$$

$$\text{volumen} = 3,14 \cdot 0,04^2 \cdot 8 \cdot 3$$

$$\text{volumen} = 0,120 \text{ m}^3 = 120 \text{ dm}^3 = \mathbf{120 \text{ litros}}$$

Cálculo del porcentaje

$$\text{porcentaje} = \frac{\text{parte}}{\text{total}} \cdot 100$$

$$\text{porcentaje} = \frac{120 \text{ litros}}{1.000 \text{ litros}} \cdot 100$$

$$\text{porcentaje} = \mathbf{12 \%}$$



Solución Pregunta 3.

Para calcular el tiempo máximo disponible para la extinción del incendio basta con dividir la capacidad del depósito de la BUL (**1.000 litros**) entre el consumo del bombero punta de lanza (**230 l/min**). Obteniendo un resultado de **4,35 minutos** en el **sistema decimal**, equivalente a **4 minutos y 21 segundos** en el **sexagesimal**.

Aunque el tiempo de extinción resulte suficiente en la mayoría de los incendios de vivienda con fuego localizado, es aconsejable conectar el depósito a un hidrante cercano o, en su defecto, reducir el caudal de la lanza, siempre que no suponga bajar del **caudal crítico**, estimado en **5 l/min/m²** de fuego.

**Cálculo
del tiempo**

$$\text{tiempo} = \frac{\text{volumen del depósito}}{\text{caudal}}$$
$$\text{tiempo} = \frac{1.000 \text{ litros}}{230 \text{ litros/min}}$$
$$\text{tiempo} = 4,35 \text{ minutos} = 4 \text{ minutos y 21 segundos}$$

Solución Pregunta 4.

El caudalímetro integrado en la lanza regula el paso del agua mediante la modificación de la sección de paso, lo que provoca un aumento significativo de la velocidad del flujo, permitiendo proyectar el chorro a mayor distancia, facilitando así la extinción desde posiciones más seguras.

Conforme al teorema de **Torricelli**, toda reducción de la sección de paso conlleva una disminución de la presión estática. En consecuencia, la presión total que llega a la punta de la lanza se **redistribuye**, incrementándose la presión dinámica a expensas de una reducción de la presión estática.

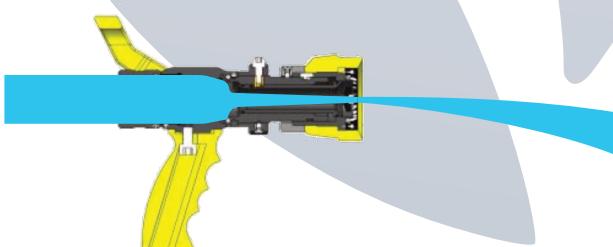
En el supuesto analizado, al pasar de un caudal de **230 l/min a 7 bares**, a un nuevo caudal de **475 l/min**, se produce un aumento de la sección de paso, que reduce la resistencia al flujo.

Como resultado, se registra una disminución de la presión estática en la punta de la lanza respecto a la posición anterior del caudalímetro.

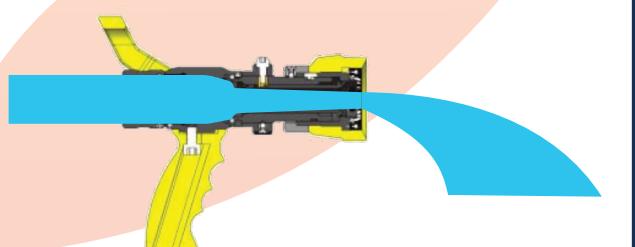
Por ello, una vez modificada la posición del caudalímetro, resulta imprescindible comunicar al bombero conductor que incremente la presión de impulsión en la bomba, a fin de restablecer los **7 bares** originalmente requeridos en la punta de la lanza.

En caso de no incrementarse dicha presión de impulsión, el caudal real que alcanzaría la lanza sería **inferior a los 475 l/min**, aun cuando esa cifra estuviera seleccionada en el caudalímetro, ya que dicho valor únicamente se obtiene a la presión de trabajo especificada por el fabricante o presión de calibración, habitualmente de **7 bares**.

Caudalímetro a **230 l/min**
a **7 bares**



Caudalímetro a **475 l/min**
sin modificar la presión en bomba



Solución Pregunta 5.

El tramo de la instalación que soporta la **presión** más elevada corresponde a la manguera situada **más próxima a la autobomba**, en este caso, una conducción de **70 mm.** de diámetro. Paradójicamente, esta manguera presenta la menor resistencia a presión entre los tres tipos empleados.

De forma práctica, las presiones máximas de trabajo para las mangueras de **70 mm., 45 mm. y 25 mm.** se estiman en **40, 30 y 25 bares** respectivamente. Superar estos umbrales puede comprometer la integridad del sistema hidráulico, especialmente si las mangueras presentan signos de desgaste, uso intenso o deterioro.

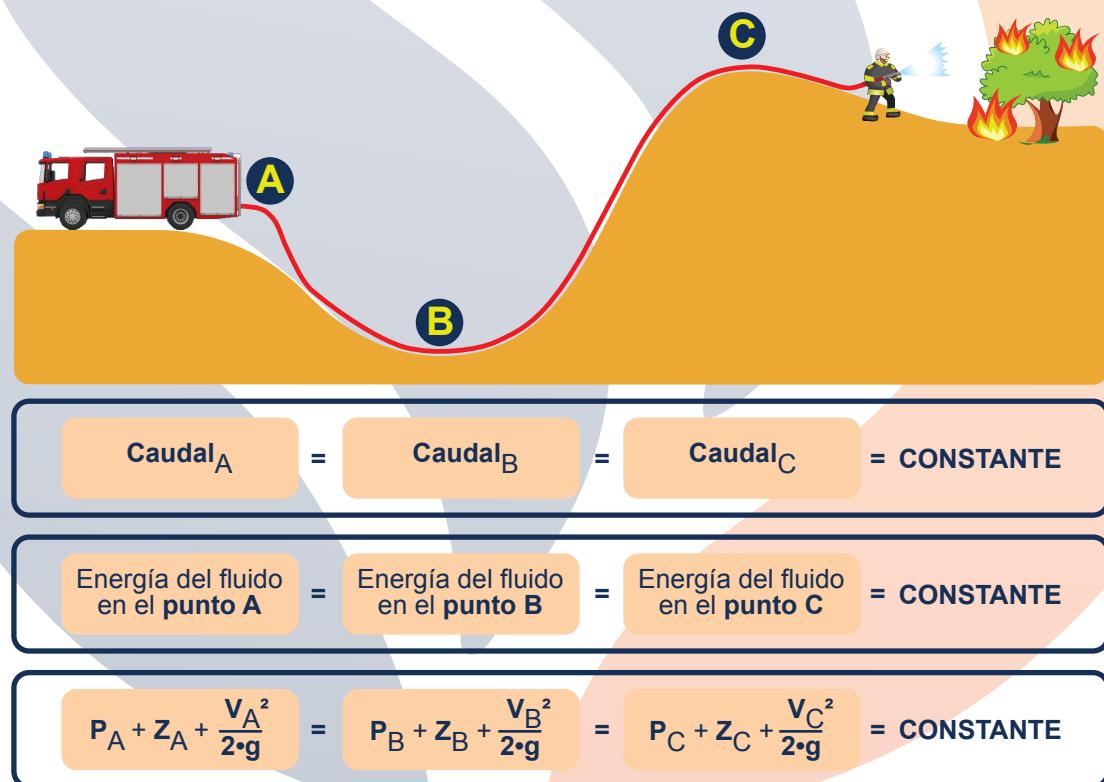
En cuanto a la **velocidad** del fluido, el punto de mayor aceleración se localiza en el tramo de ataque, de **25 mm.** de diámetro, donde todo el caudal se canaliza a través de una sección considerablemente más reducida. Este incremento de velocidad es coherente con la **ecuación de la continuidad**, obligando al fluido a incrementar su velocidad en secciones más estrechas para mantener el caudal constante.

Por su parte, el **caudal** permanece constante a lo largo de toda la instalación. No existen tramos con mayor o menor volumen de fluido por unidad de tiempo. Lo que varía a lo largo del recorrido son las condiciones de circulación de dicho caudal, que son la **presión** y la **velocidad**, influidas a su vez por la **pérdida de carga**, la **altura geométrica** y la **sección transversal** de las conducciones.

Este comportamiento responde a la **Ley de Conservación de la Energía**, y más específicamente al principio de **Bernoulli**, que constituye una aplicación de dicha ley al movimiento de fluidos **ideales**. Este principio establece que, en un fluido sin viscosidad ni rozamiento que circula por una línea de corriente, la suma de su energía **cinética**, energía **potencial gravitatoria** y energía **de presión** permanece constante.

Sin embargo, al tratarse de fluidos **reales**, es necesario introducir el concepto de **pérdida de carga**, que representa la energía disipada debido al rozamiento del fluido con las paredes interiores de las mangueras.

En resumen, aunque el caudal permanece invariable a lo largo de la instalación, las condiciones de circulación se modifican: la presión disminuye progresivamente debido a la pérdida de carga y al desnivel, mientras que la velocidad aumenta en los tramos de menor sección, en cumplimiento de los principios fundamentales de la mecánica de fluidos.



Estructura del curso de Hidrodinámica I

El curso de **Hidrodinámica I** se estructura en **4 bloques**, cada uno de ellos compuesto por **3 videos**, uno centrado en la **teoría**, otro en la práctica de tipo **test** y otro en práctica de **casos prácticos**. Especial mención a la importancia de éstos últimos, sin duda, serán los que te harán asimilar el contenido.

Bloque	Video	Contenido	Duración
Secciones y volúmenes	1	Explicación de los conceptos.	4' 25"
	2	5 preguntas test.	6' 00"
	3	5 casos prácticos.	6' 56"
Caudal y velocidad	4	Explicación de los conceptos.	5' 26"
	5	5 preguntas test.	8' 28"
	6	5 casos prácticos.	9' 32"
Presión	7	Explicación de los conceptos.	5' 26"
	8	5 preguntas test.	6' 32"
	9	5 casos prácticos.	10' 14"
Ecuaciones fundamentales de la hidrodinámica	10	Explicación de los conceptos.	8' 11"
	11	5 preguntas test.	9' 12"
	12	5 casos prácticos.	11' 07"

El curso incluye un archivo en formato **PDF descargable**, que contiene **esquemas visuales**, **cuadros comparativos** y **resúmenes** estructurados de los conceptos abordados en cada una de las secciones.

