

## IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO

Las bombas manuales permiten extraer agua desde profundidades de hasta 60-80 metros utilizando el esfuerzo muscular de una persona. La utilización de la energía humana como fuente propulsora permite su adaptación a cualquier comunidad con independencia de su grado de abastecimiento de energía.

## VISIÓN GLOBAL

### PROBLEMÁTICA ASOCIADA

El acceso seguro al agua potable es un objetivo prioritario en cualquier agenda de desarrollo. La OMS define el agua potable salubre (utilizable para beber, cocinar, fines domésticos e higiene personal) en función de características microbianas, químicas y físicas. El acceso a la misma supone que la fuente se encuentra a menos de 1 km de distancia del lugar de uso y que se pueden obtener de ella al menos 20 litros diarios por persona abastecida. En cuanto a la forma del acceso, se consideran fuentes mejoradas la conexión domiciliaria, los grifos públicos, las fuentes directas provenientes de pozos entubados o pozos excavados protegidos, los manantiales protegidos y el agua de lluvia. No lo son las fuentes de agua superficial, los pozos y manantiales no protegidos, los camiones cisterna o el agua embotellada. En 2010, casi 800 millones de personas (más del 40% en África subsahariana) carecen de acceso a fuentes de agua mejoradas en estas condiciones. El uso de bombas manuales es una de las alternativas viables para enfrentar este problema.

### DIFUSIÓN Y POTENCIAL

A partir de 1990, organismos como el Banco Mundial, UNICEF o el PNUD han impulsado el uso de las bombas manuales y el desarrollo y estandarización de modelos de dominio público tuvo un fuerte impulso durante la década de los 80. Según datos de UNICEF y RWSN ([www.rural-water-supply.net](http://www.rural-water-supply.net)), en los últimos veinte años se han instalado varios millones de estas bombas en India y el sudeste asiático, unas 350.000 unidades en África y más de 100.000 en América Latina. Es difícil evaluar el número de bombas en funcionamiento, pero se suele hablar de un 40% de equipos que no funcionan a los pocos años de su instalación. Una parte importante de la población sin acceso a agua potable podría lograrlo mediante estos equipos. Actualmente se dan dos procesos paralelos en el ámbito de las bombas manuales, uno basado en los equipos estandarizados de dominio público, de producción industrial, y otro basado en el autoabastecimiento a partir de equipos desarrollados localmente.

## ESFUERZO HUMANO

La energía humana es generalmente ignorada en estudios energéticos. Los motivos son diversos: no tiene un aparente potencial comercial, es en cierto modo vergonzante y, lo fundamental, se considera que es una fuente de energía "antigua", a erradicar en breve plazo por su poca densidad energética (una persona genera la energía que consume una bombilla). Sin embargo, cubre aproximadamente un 1% del consumo global (1000-1500 TWh, más del doble que la eólica y un 20% de la hidráulica) y no parece que dichas cantidades vayan a disminuir de forma importante. La energía aportada varía de forma muy importante con las características de cada individuo y situación, tales como edad, forma física, sexo, condiciones climáticas, músculos utilizados, ergonomía, dieta, etc. Por ello, un aspecto fundamental en el dimensionado de sistemas de bombeo manual es la estimación de la potencia humana disponible para accionar estos equipos. El siguiente gráfico muestra datos procedentes de estimaciones generales (recuadros), estudios fundamentales (línea) y experimentos con bombas (puntos). Puede observarse una gran disparidad, fruto de las condiciones específicas de cada medida, lo que hace difícil dimensionar una instalación sin un conocimiento detallado de las características locales de pozo y población.

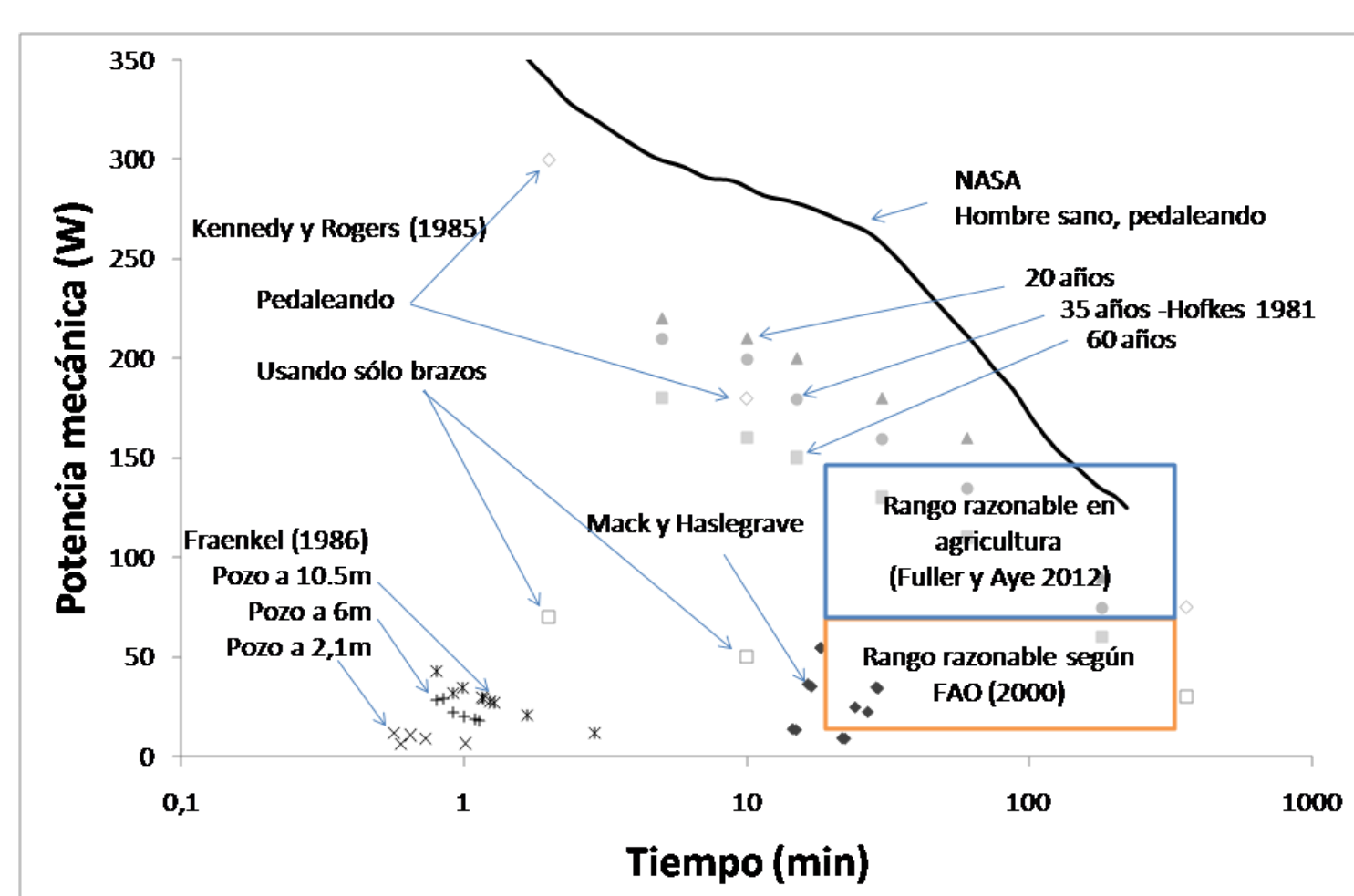


Fig. 1: Potencia mecánica para diferentes tiempo.

## CONCEPTO VLOM

El concepto VLOM (Village Level Operation and Maintenance) intenta definir criterios de diseño, selección e instalación de sistemas para el abastecimiento de agua en comunidades vulnerables. El objetivo es garantizar la sostenibilidad del sistema a partir de los recursos de la propia población, sin una fuerte dependencia del exterior. El desarrollo del concepto VLOM está muy vinculado a la diseminación de las bombas manuales. El concepto VLOM estuvo orientado a las características de la tecnología según los siguientes principios:

- El mantenimiento podrá realizarse con herramientas comunes por personas formadas al efecto.
- Las tecnologías escogidas se fabricarán en la medida de lo posible dentro del país, de manera que se asegure la accesibilidad a piezas de repuesto.
- Se primará la disponibilidad frente a la robustez o durabilidad (es mejor un sistema que se estropee cada 6 meses, pero que se pueda reparar en un par de días, que un sistema que se estropee cada dos años y cuyo tiempo de reparación sea de más de un mes).
- Bajo coste, tanto inicial como de operación.

Posteriormente se incluyeron criterios vinculados con la gestión del sistema:

- La comunidad será informada y optará desde el principio entre las opciones disponibles.
- Participará en la medida de sus posibilidades en la financiación del proyecto.
- Se le ofrecerán posibilidades de mayor nivel de servicio pero deberán pagar el sobrecoste.
- La comunidad elegirá el tipo de mantenimiento que desee y quien lo realizará.
- Deberán ser capaces de asumir las reparaciones necesarias tras la puesta en marcha el sistema.

## TIPOS DE BOMBAS

### CLASIFICACIÓN DE LAS BOMBAS MANUALES

Existe una gran variedad de bombas manuales y aparecen nuevos diseños o mejoras continuamente. Una clasificación sencilla es según el mecanismo de bombeo. Los tipos principales serían bombas de pistón o alternativas y bombas de arrastre o gravimétricas, existiendo también, en menor medida, bombas de diafragma o de cavidad progresiva. Las bombas de pistón son las más habituales y se pueden dividir a su vez en bombas de succión (No. 6), bombas de acción directa (Malda, Tara, el modelo comercial Nira), y bombas de palanca para pozo profundo (India Mark, U3M, Afridev, Bush, etc.). Las bombas de arrastre utilizan el movimiento de una cuerda (mecate) con una serie de pistones equiespaciados. Las bombas de diafragma (Vergnet, etc.) o de cavidad progresiva trabajan en rangos intermedios entre las de acción directa y de palanca, aunque estos mecanismos suelen ser utilizados más comúnmente en bombas motorizadas. A parte de las bombas de dominio público, merece la pena mencionar otros diseños como la Treadle (bomba accionada con el pie, con diversas variantes), la Rower (bomba de succión con accionamiento inclinado para trabajar sentado) o la Bluepump (bomba de palanca para grandes profundidades). La Tabla 1 muestra los rangos de trabajo y rendimientos de algunas bombas habituales de dominio público.

m	No 6	Jibon	Malda Nira Tara	Mecate	Vergnet	U3M	Afridev	Bush	India Markt II/III	Volanta
5	82 %	54 %	64 %							
10		65 %	65 %	51 %	36 %	44 %	51 %	51 %	65 %	
15		65 %	65 %	60 %	49 %	54 %	60 %	60 %	71 %	
20					54 %	58 %	65 %		73 %	73 %
25								73 %	82 %	
30				76 %	71 %	65 %	76 %	76 %	87 %	
40										73 %
60										54 %
80										44 %

Tabla 1: Rango de funcionamiento y rendimiento esperado (a partir de Baumann 2000).

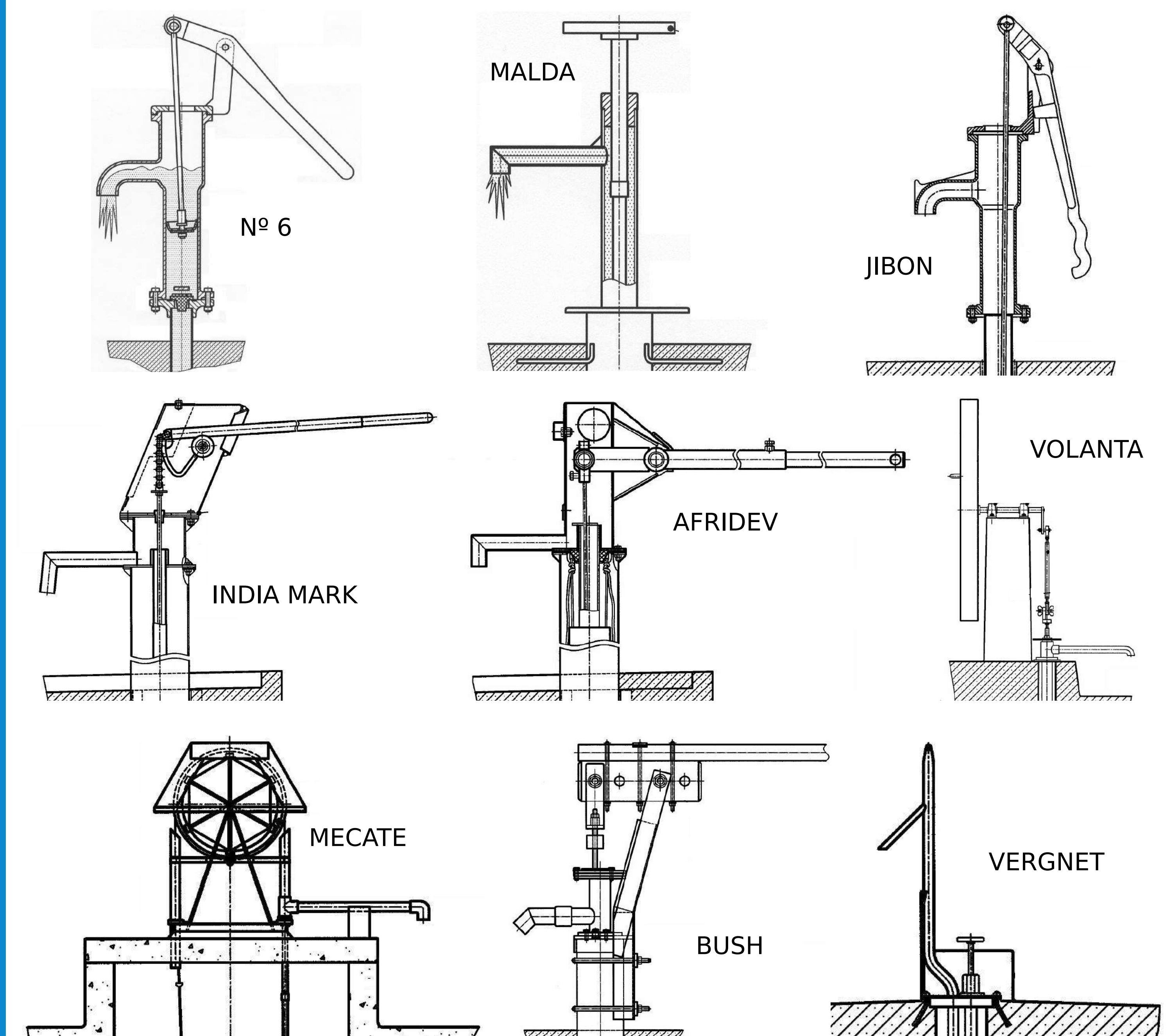


Fig. 2: Tipos de bombas manuales.

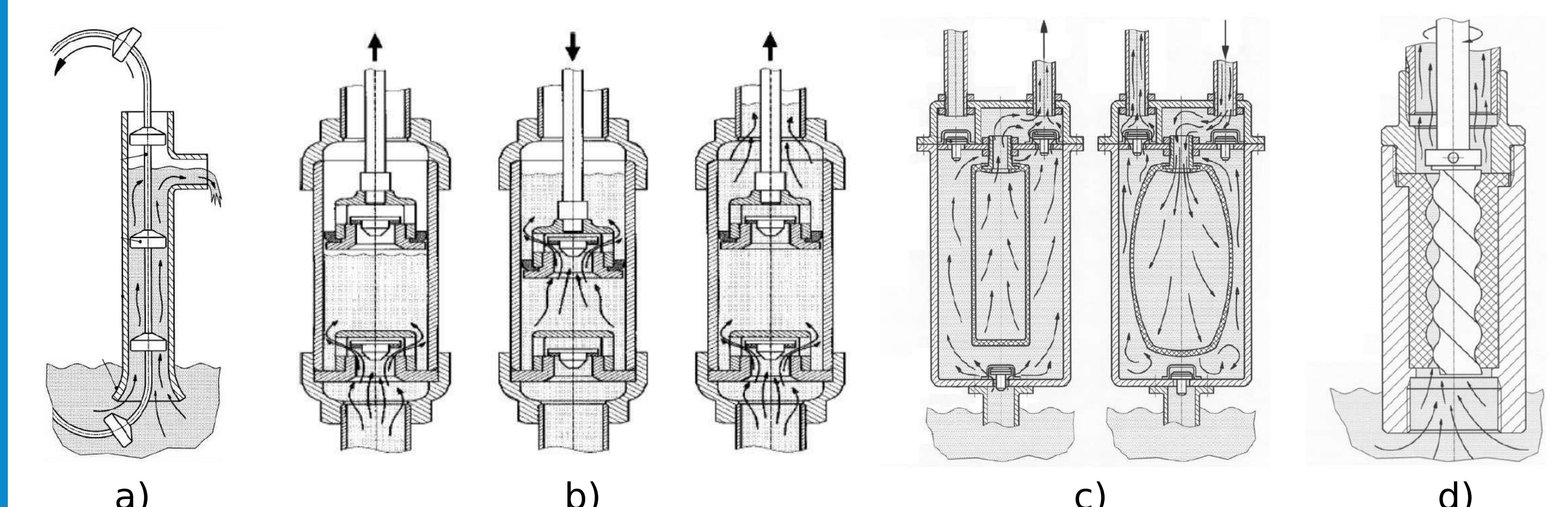


Fig. 3: Mecanismos de bombeo (www.skate.ch) a) arrastre (mecate), b) pistón, c) diafragma; d) cavidad progresiva.