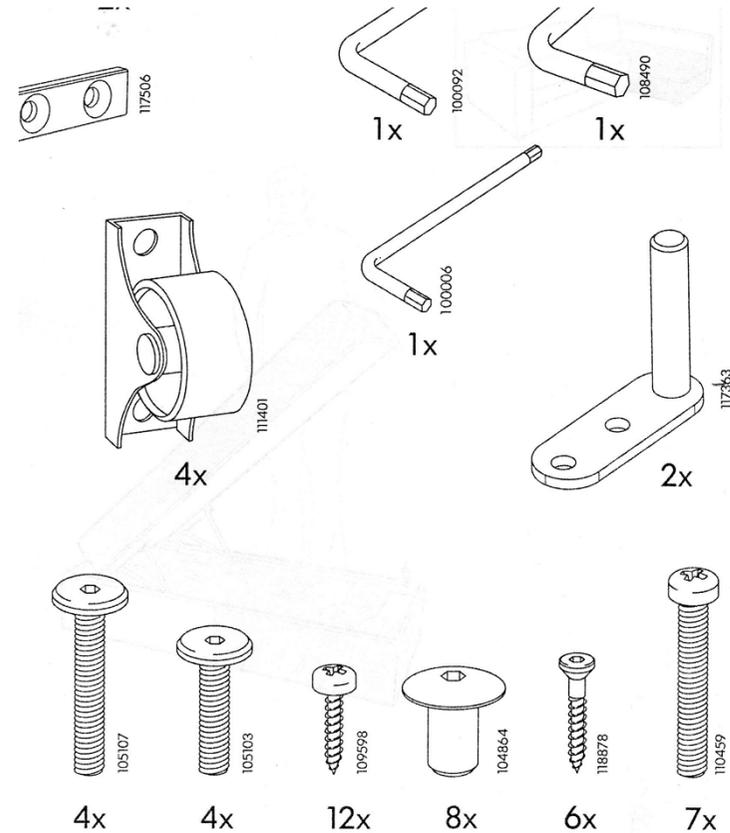
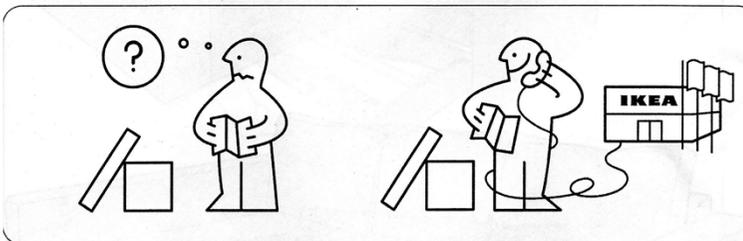
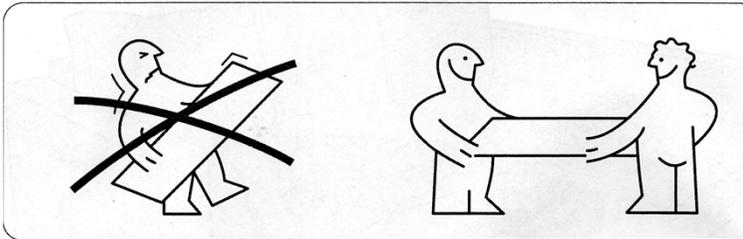
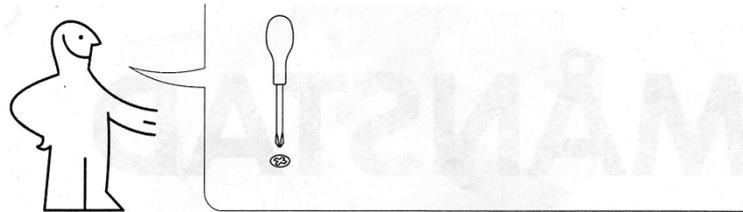


Un lenguaje para comprender los sistemas complejos

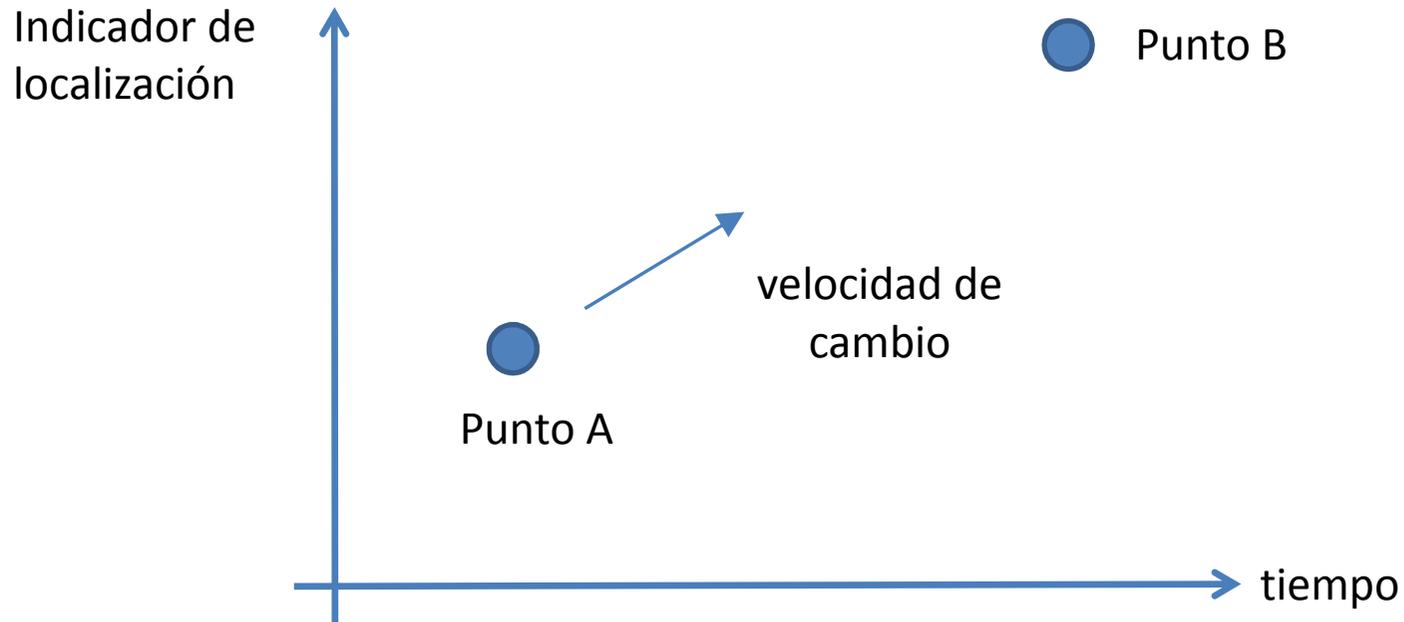


¿Existe un lenguaje simple, preciso y universal?



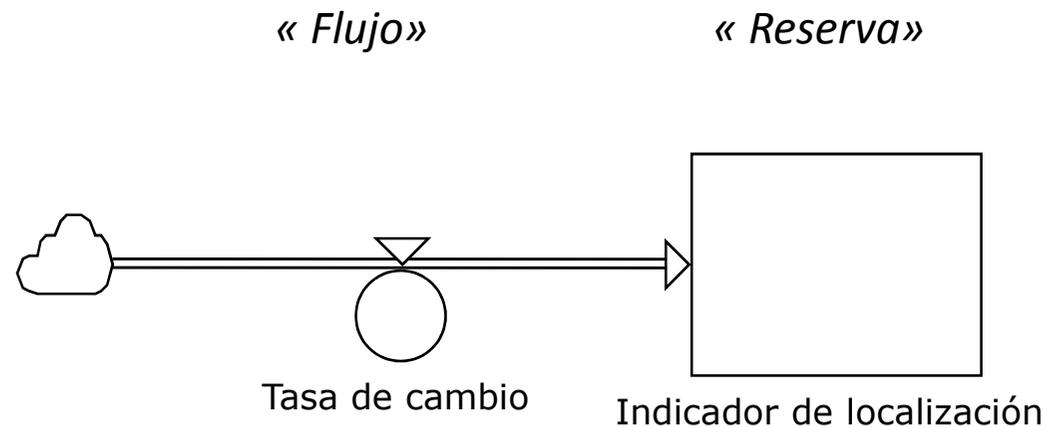
La complejidad de los problemas actuales requiere de una mejor comunicación interdisciplinaria e interinstitucional.

Cambiar en el tiempo de la situación A a la situación B implica una tasa (velocidad) de cambio.



El cambio es simplemente la tasa de cambio aplicada durante un periodo de tiempo a una situación inicial.

Podemos expresar la situación anterior con un lenguaje simple. Un lenguaje de *reservas (stocks)* y *flujos*. Las *reservas* son representados por cajas y los *flujos* por flechas con una válvula.



La nube representa el exterior, el entorno o el ambiente del sistema analizado.

El problema y la solución pueden expresarse con ecuaciones matemáticas, un lenguaje más universal y preciso que los dibujos. Es un problema de ecuaciones diferenciales.

Problema:

$$\frac{d \text{loc}(t)}{dt} = v(t)$$

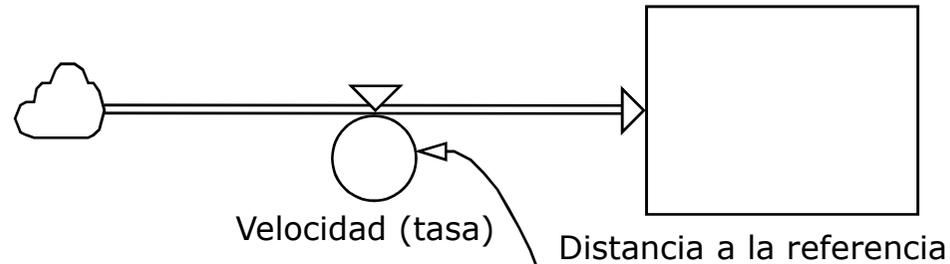
Solución:

$$\text{loc}(\tau) = \text{loc}(0) + \int_0^{\tau} v(t) dt$$

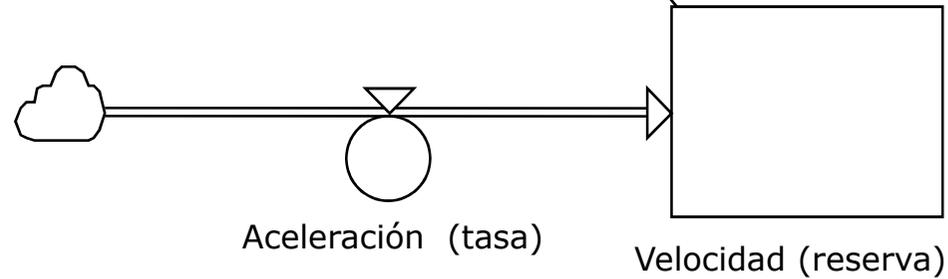
Para obtener una solución única hace falta tener la condición inicial $\text{loc}(0)$, llamada también « condición de frontera ».

Otro ejemplo: la tasa de cambio es determinada por la velocidad de la tasa de cambio.

Problema:



Solución:

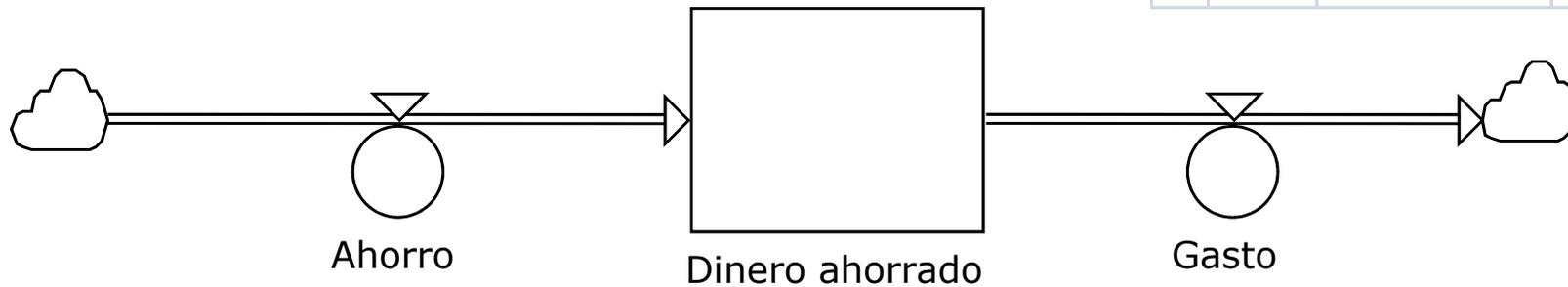


$$Dist_t = Dist_0 + \iint_0^t (Accel) dt dt$$

Actualmente los acelerómetros tienen muchas aplicaciones prácticas. Por ejemplo: saber la posición de la pantalla de un iPod; o en equipos de navegación.

Otro ejemplo sencillo.

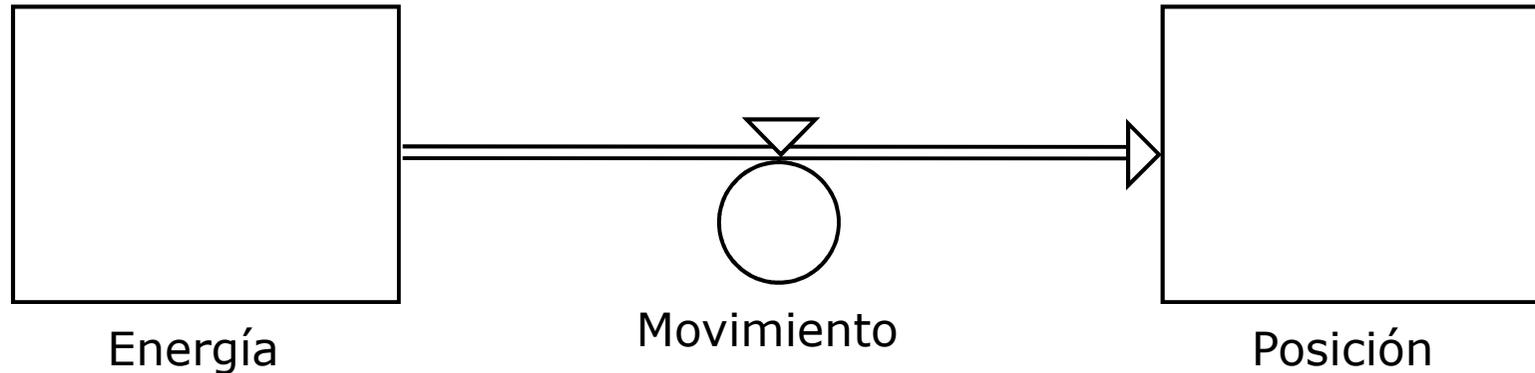
| t | Ahorro | Dinero ahorrado | Gasto |
|-----|--------|-----------------|-------|
| t=0 | | 0 | |
| t=1 | 10 | 1 | 9 |
| t=2 | 10 | 2 | 9 |
| t=3 | 10 | 3 | 9 |
| t=4 | 10 | 4 | 9 |
| t=5 | 10 | 5 | 9 |
| t=6 | 10 | 6 | 9 |
| t=7 | 10 | 7 | 9 |
| t=8 | 10 | 8 | 9 |



La *reserva* de dinero ahorrado por una persona es el resultado del *flujo* de ahorro, menos el *flujo* de gasto durante un periodo de tiempo.

Muchos tipos de problemas pueden ser representados mediante diagramas de *reservas* y *flujos*.

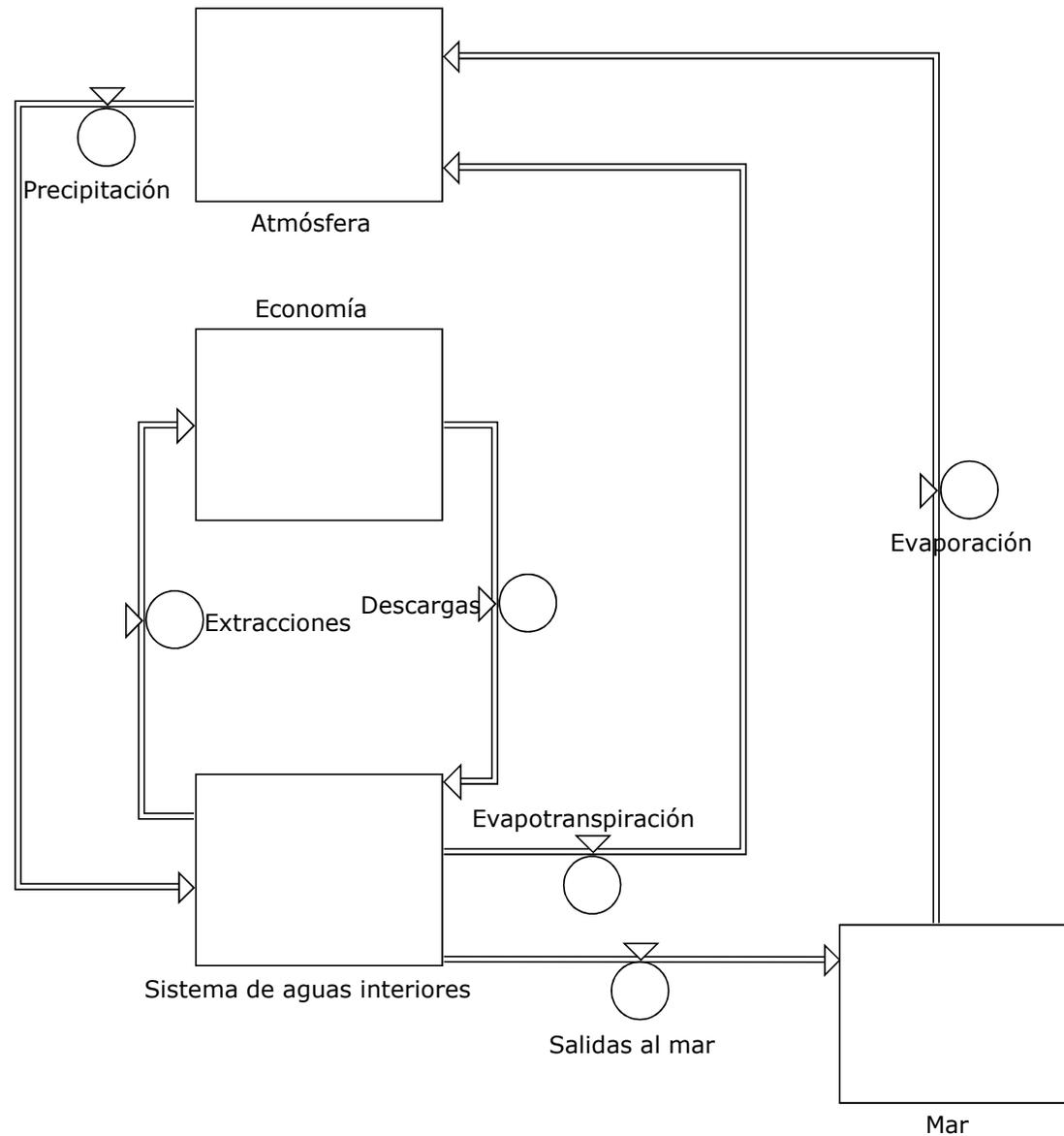
Un sistema cerrado no tiene nubes.



El movimiento (tasa de cambio de posición) de un automóvil eléctrico produce una reducción de la *reserva* de energía de la batería del vehículo y un cambio de posición en el transcurso de un periodo de tiempo.

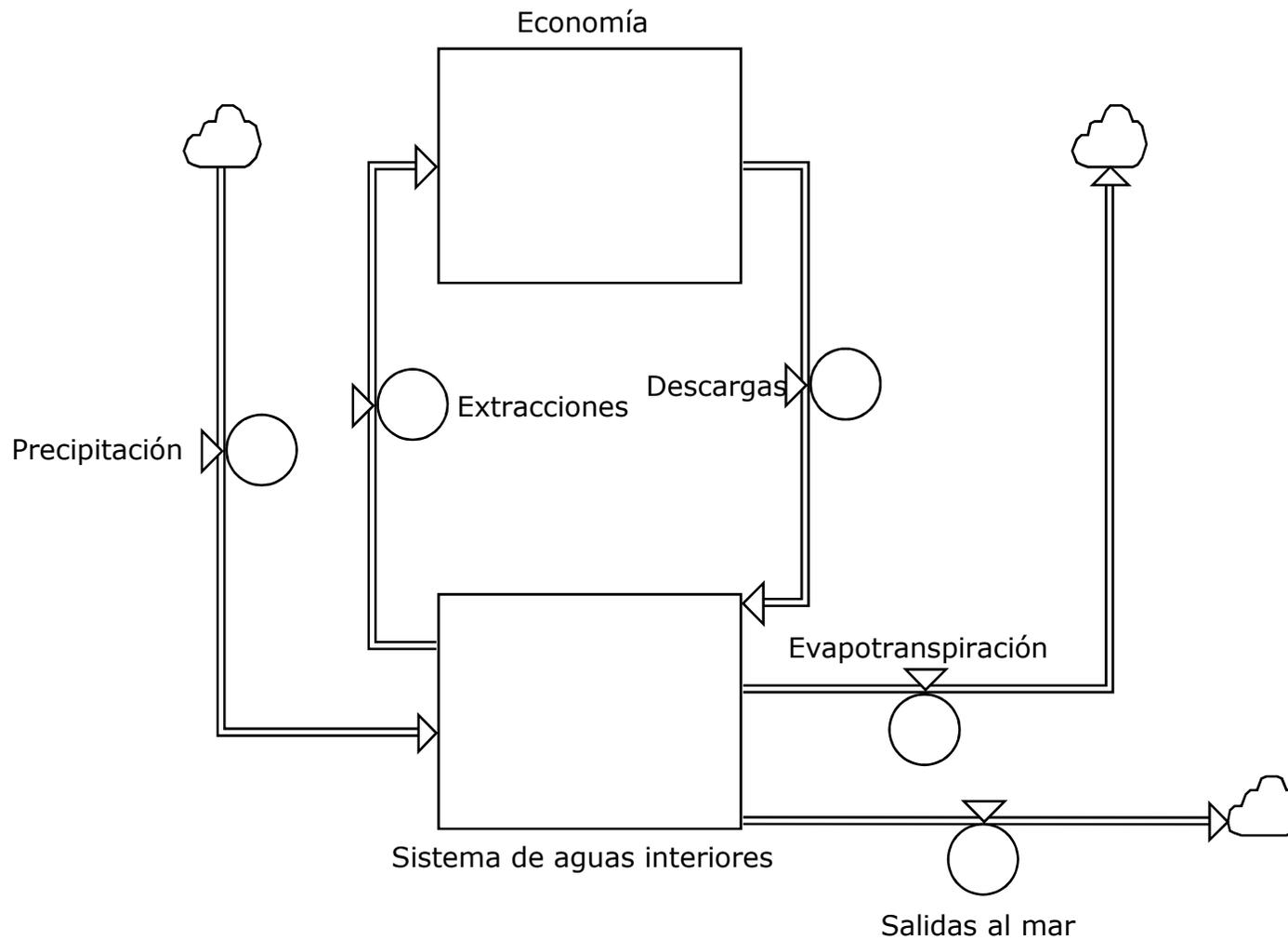
La situación debe expresarse con las mismas unidades de medida para poder resolver las ecuaciones resultantes.

**El ciclo del agua en el mundo es cerrado.
La cantidad de agua no cambia.**



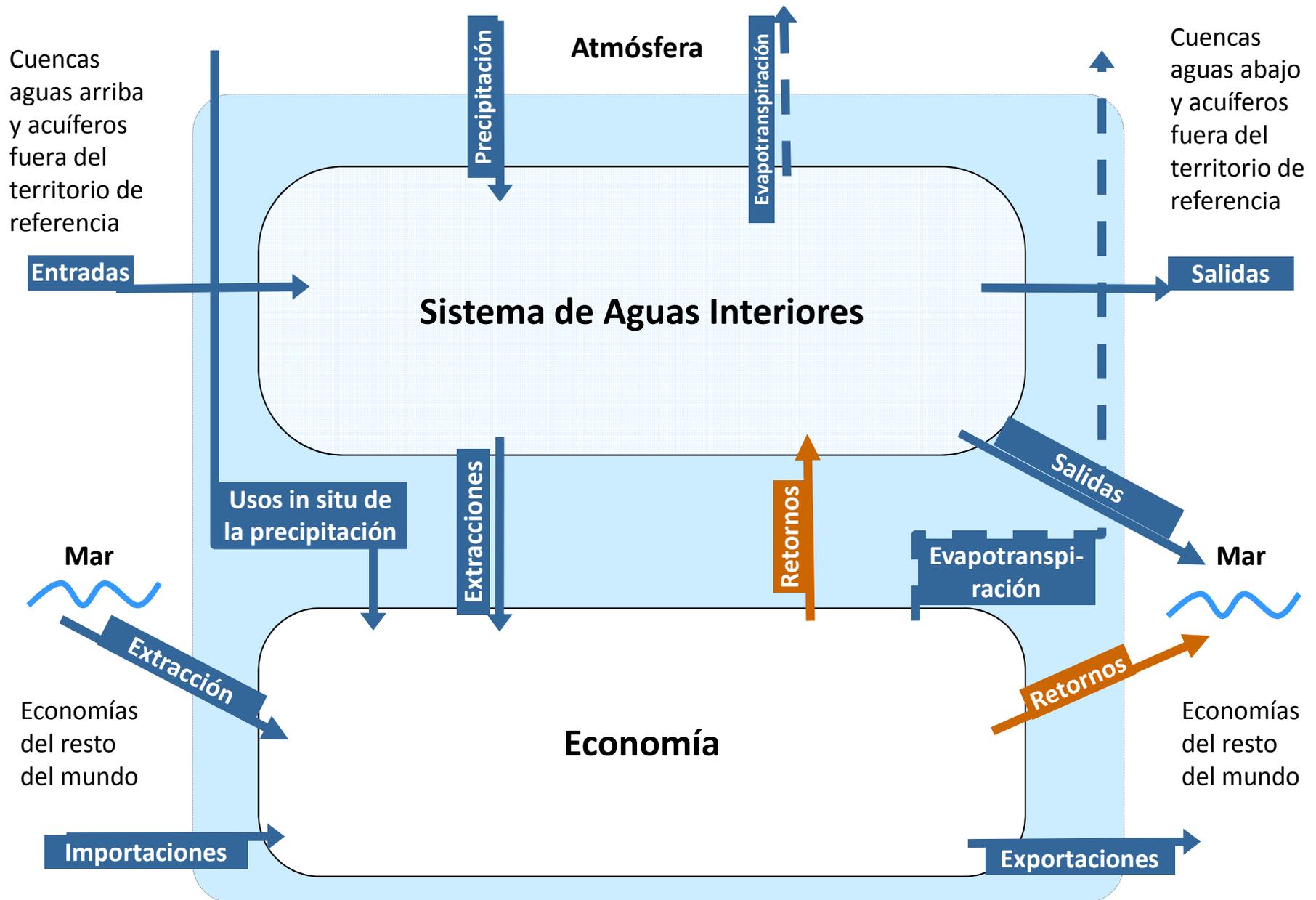
Es difícil medir la existencia de agua en la atmósfera y en el mar, por lo que en la práctica se adopta un modelo abierto.

Modelo abierto y simplificado del ciclo del agua.

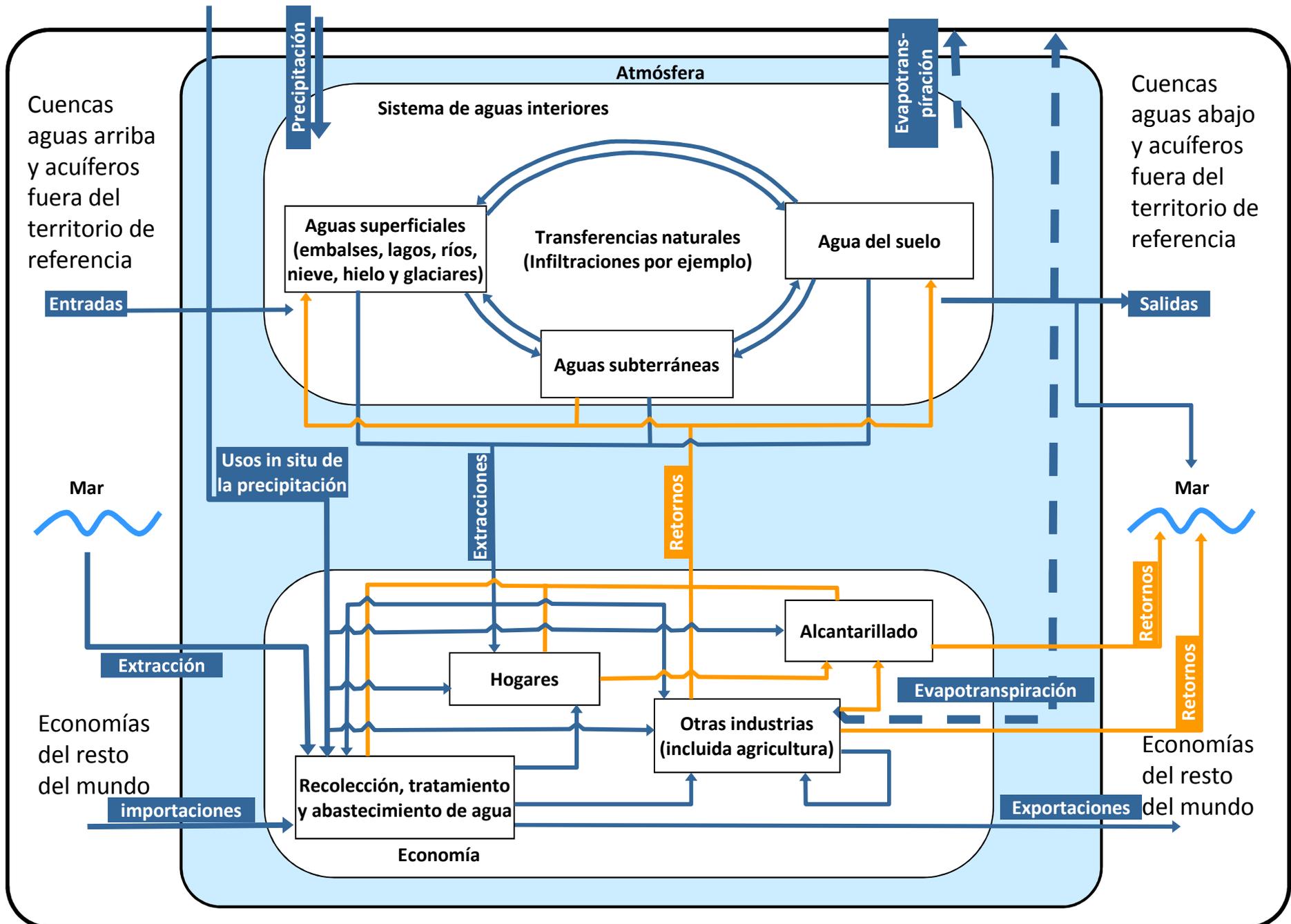


Las nubes muestran que el sistema es abierto.

SCAE-Agua emplea *reservas* y *flujos* para estudiar el sistema ambiental y económico del agua

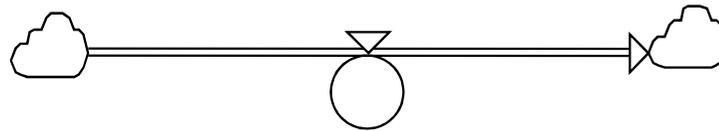


Los detalles de cada subsistema se muestran en la siguiente figura.



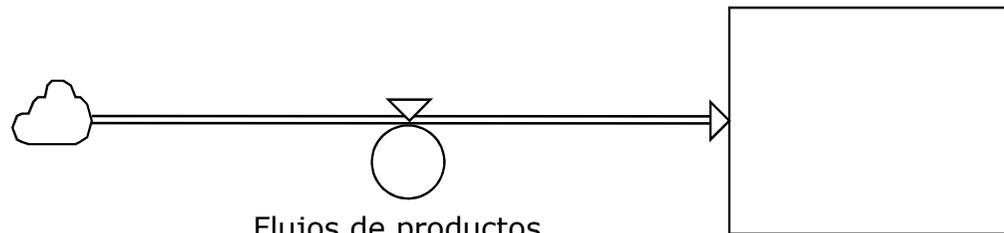
Producción, consumo y acumulación.

Producción =
aparición



Flujo de productos

Consumo =
desaparición



Flujos de productos

Capital fijo

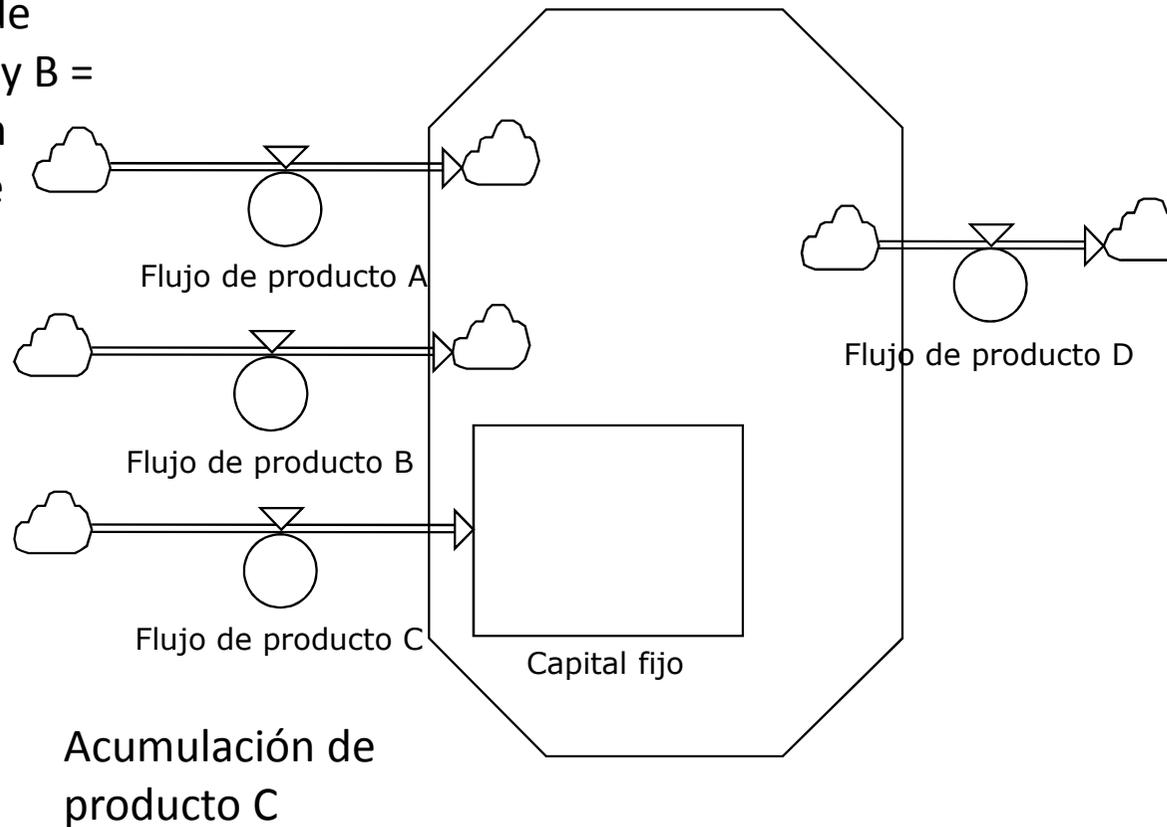
Acumulación=
Guardar para el
futuro

Los tres elementos ocurren al interior de las unidades económicas.

Al interior de las unidades económicas ocurren consumo, producción y acumulación.

Consumo

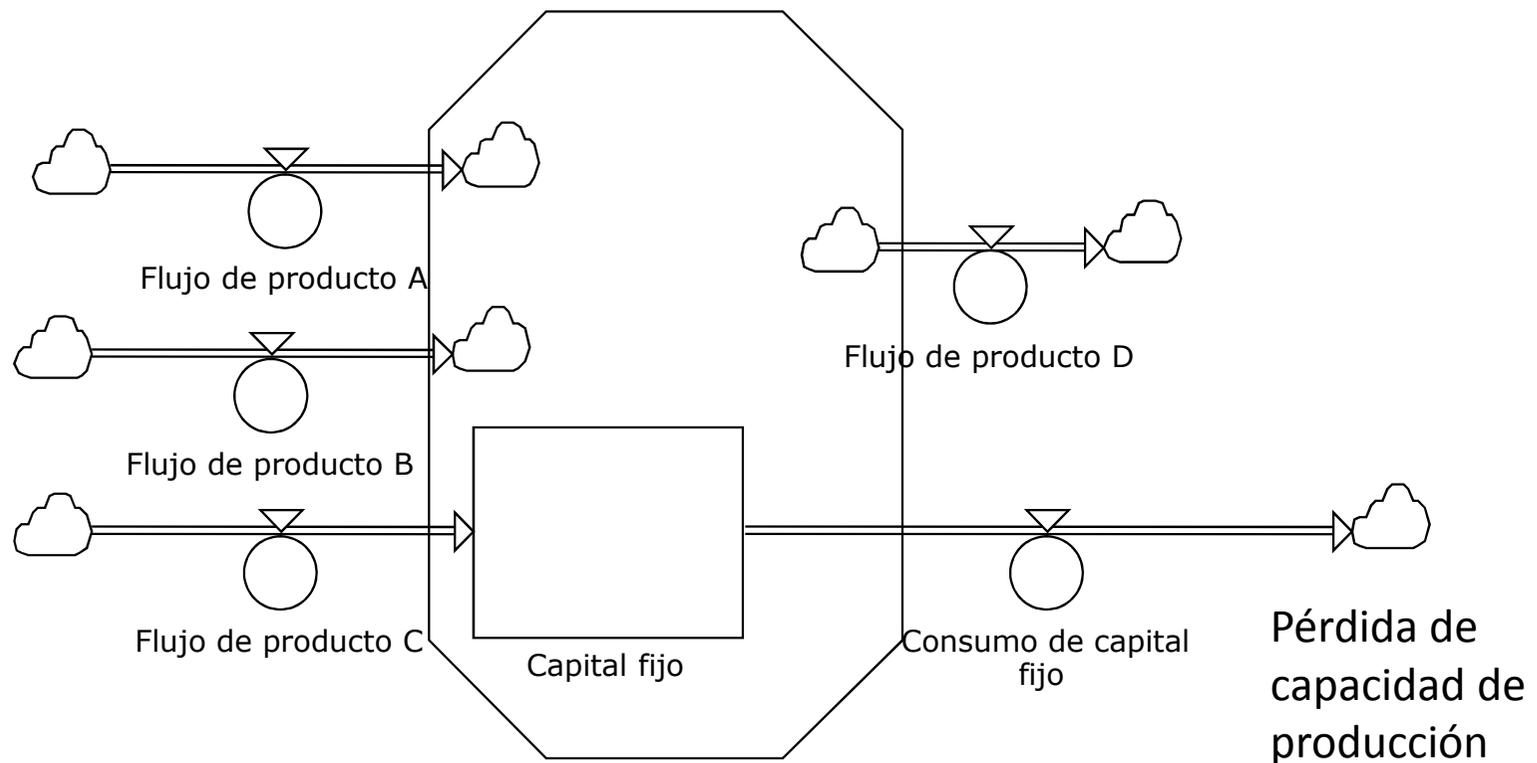
Intermedio de productos A y B =
Desaparecen al interior de la unidad económica



Producción de producto D =
Aparece

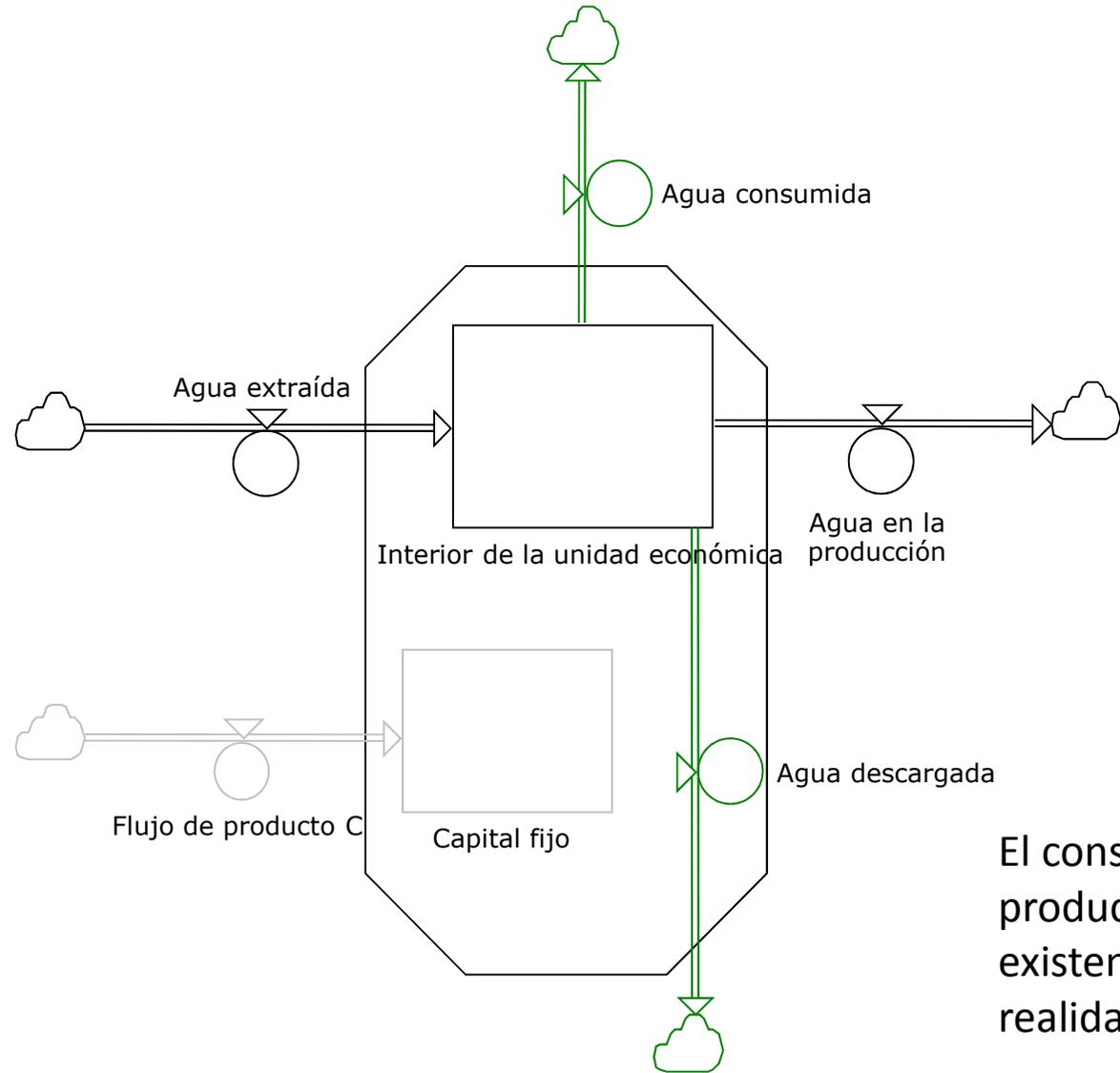
El modelo del sistema de cuentas nacionales es abierto para los flujos físicos y casi cerrado para los flujos monetarios.

El capital fijo se deprecia con el transcurso del tiempo, y pierde su capacidad de producción.



El consumo de capital fijo es un flujo que no existe en las transacciones entre las unidades económicas.

« Nada se pierde, nada se crea, todo se transforma » (A. Lavoisier). La masa de un sistema cerrado se mantiene constante en el tiempo



El consumo y la producción no existen en la realidad

Las nubes al interior de la industria han sido eliminadas, por lo que el sistema es ahora cerrado.

¡Gracias!

Ricardo MARTINEZ-LAGUNES (martinezr@un.org)

