



# AGUA Y MINERIA

un desafío para el desarrollo  
29 y 30 de septiembre de 2011

Jornadas sobre la asignación del  
agua al uso minero en el contexto  
de la Gestión Integrada de los  
Recursos Hídricos

## VISIONES Y USOS DEL AGUA

Alberto I. J. VICH

IANIGLA-CONICET e IDEARN-FFyL-UNCu

# ¿QUE ES EL AGUA?

la ingerimos con todo lo que comemos y bebemos;  
gozamos con y de ella;

a veces queremos que pare de caer;

otras, que caiga cuanto antes;

las cosas lozana y húmedas están vivas;

las cosas marchitas y secas suelen estar muertas;

**SABEMOS MUCHAS COSAS DEL AGUA SIN PENSAR  
REALMENTE EN ELLA**

**TENEMOS UNA VALORACIÓN INTUITIVA DE SU ROL**

# ¿QUE ES EL AGUA?

El agua es una sustancia natural, inorgánica, compleja y poco comprendida. Se presenta en todos sus estados (líquido, sólido o gaseoso), en un espacio denominado *hidrosfera*. Está dotada de excepcionales propiedades físico-químicas, que le confieren su especificidad, tanto sea a nivel de molécula, como sus interacciones con el ambiente:



El agua es un recurso natural indispensable para la vida y satisface las funciones demandadas por los procesos de producción de mercancías

¿SE TRATA DE UN RECURSO NATURAL O ELEMENTO VITAL?

sociedad occidental



El agua es un medio de subsistencia, un factor de producción y un recurso que está ahí para ser usado en beneficio del hombre. Es un objeto de explotación lucrativa.

pueblos originarios



El agua es un ser vivo y es también un ser vivificante que fecunda a la tierra año a año para la recreación de la vida. Carácter sagrado.



Satisfacer las necesidades humanas y las actividades productivas

# USO DEL AGUA: definiciones

**AGUA EXTRAIDA:** volumen de agua separada de una fuente natural para satisfacer las necesidades de las actividades humanas.



**DEMANDA DE AGUA:** volumen de agua necesario para realizar una actividad específica.

**CONSUMO O USO DE AGUA:** fracción de agua extraída que es evaporada, transpirada, incorporada en los productos o cultivos, consumida por humanos y ganado y toda otra que es removida de un cuerpo de agua en un tiempo y sitio determinado.

## USOS DEL AGUA:

**Uso domestico:** consumo de agua en alimentación, limpieza y aseo personal. También, se emplea en la limpieza de las ciudades, ornamentación, riego de parques y jardines y otros usos de interés comunitario.

**Uso agrícola:** agua para riego y abastecimiento pecuario.

**Uso industrial y minero:** agua que se usa en un proceso de fabricación e integra a un producto y en la operación de actividades extractivas y transporte.

**Uso recreativo:** disfrute del agua en la práctica de deportes acuáticos o en actividades de tiempo libre de tiempo, o simplemente contemplando y sintiendo la belleza de un río o una montaña nevada.

**Uso ambiental:** provisión de una alícuota para preservar el ecosistema.

# OTROS USOS DEL AGUA:

## producción de energía hidroeléctrica:

compite con otros usos,

**NO** contamina,

**NO** consume agua,

**NO** produce residuos,

permite satisfacer otros usos,

fuerte impacto ambiental.

**fuerza motriz:** para mover máquinas (molinos, aserraderos, etc.).

**vía de comunicación:** navegación.

**pesca:**

**protección contra inundaciones:** compite con otros usos asociados a la capacidad de un embalse.

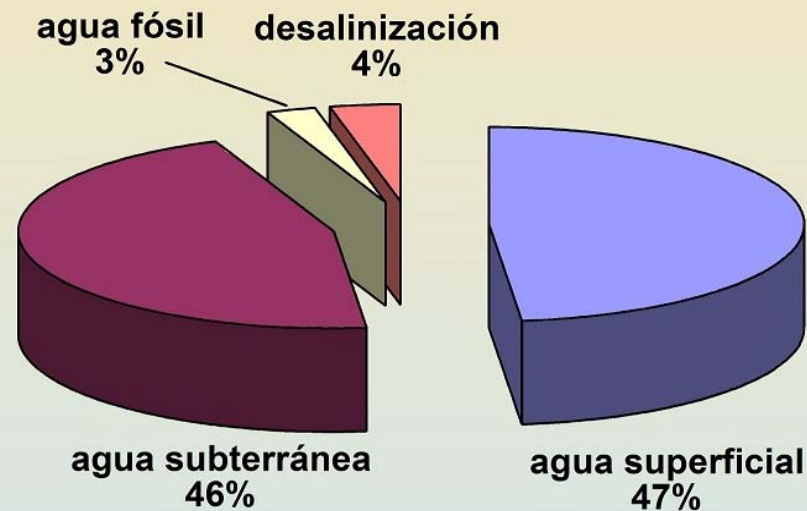


# FUENTES DE AGUA USADAS:

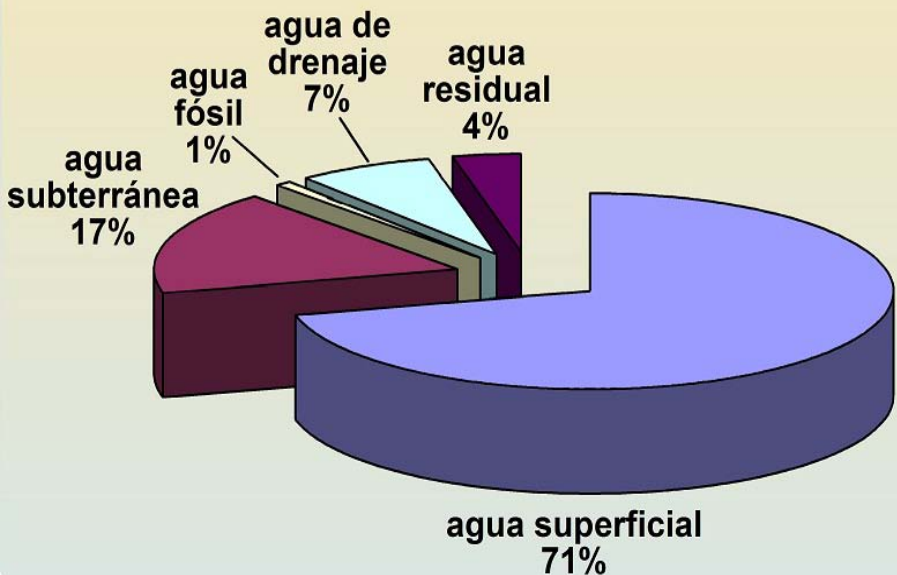
## todos los usos



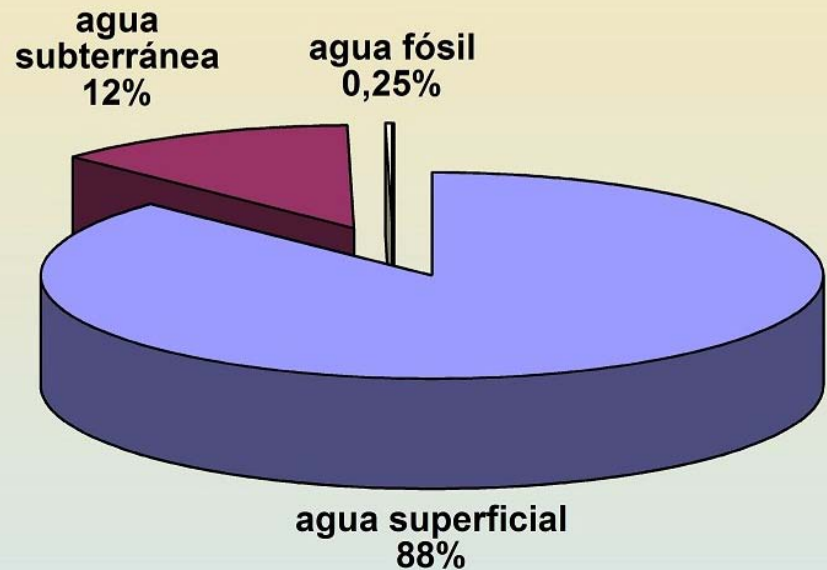
## uso doméstico



## uso agrícola



## uso industrial





# RECURSOS HIDRICOS Y EXTRACCION DE AGUA EN LOS PRICIPALES USOS (Km<sup>3</sup>/año)

Region	Renewable water resources	Total water withdrawals	Water withdrawals						Withdrawals as percent of renewable resources
			Agriculture		Industry		Domestic (urban)		
			Amount	Percent	Amount	Percent	Amount	Percent	
Africa	3,936	217	186	86	9	4	22	10	5.5
Asia	11,594	2,378	1,936	81	270	11	172	7	20.5
Latin America	13,477	252	178	71	26	10	47	19	1.9
Caribbean	93	13	9	69	1	8	3	23	14.0
North America	6,253	525	203	39	252	48	70	13	8.4
Oceania	1,703	26	18	73	3	12	5	19	1.5
Europe	6,603	418	132	32	223	53	63	15	6.3
World	43,659	3,829	2,663	70	784	20	382	10	8.8

Source: Based on Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture 2007.

# AGUA USADA EN ARGENTINA Y MENDOZA

uso agrícola: 70 %

abastecimiento público: 13 %

abrevadero del ganado: 9 %

uso industrial: 8 %

NO SE HAN ESTABLECIDO MEDICIONES EN RELACIÓN AL USO AMBIENTAL Y RECREATIVO.

SECTOR	MENDOZA	ZONA NORTE	ZONA CENTRO Y SUR
agrícola	89 %	89 %	96 - 98 %
doméstico	5 %	7 %	2 - 3 %
industrial	2 %	3 %	0 - 1 %
otros	4 %	1 %	

# AGUA y AGRICULTURA

RIEGO CONSUME LA MAYOR PARTE DEL AGUA EXTRAIDA

PROCESOS DE EVAPOTRANSPIRACIÓN  
INCORPORACIÓN DE AGUA AL TEJIDO VEGETAL

SI EL CONSUMO > 20 % RRHH DISPONIBLES  
SE PRESENTA EL RIESGO DE ESTRÉS HIDRICO

satisfacer la demanda de alimento de la población  
entre el 2000 y 2030

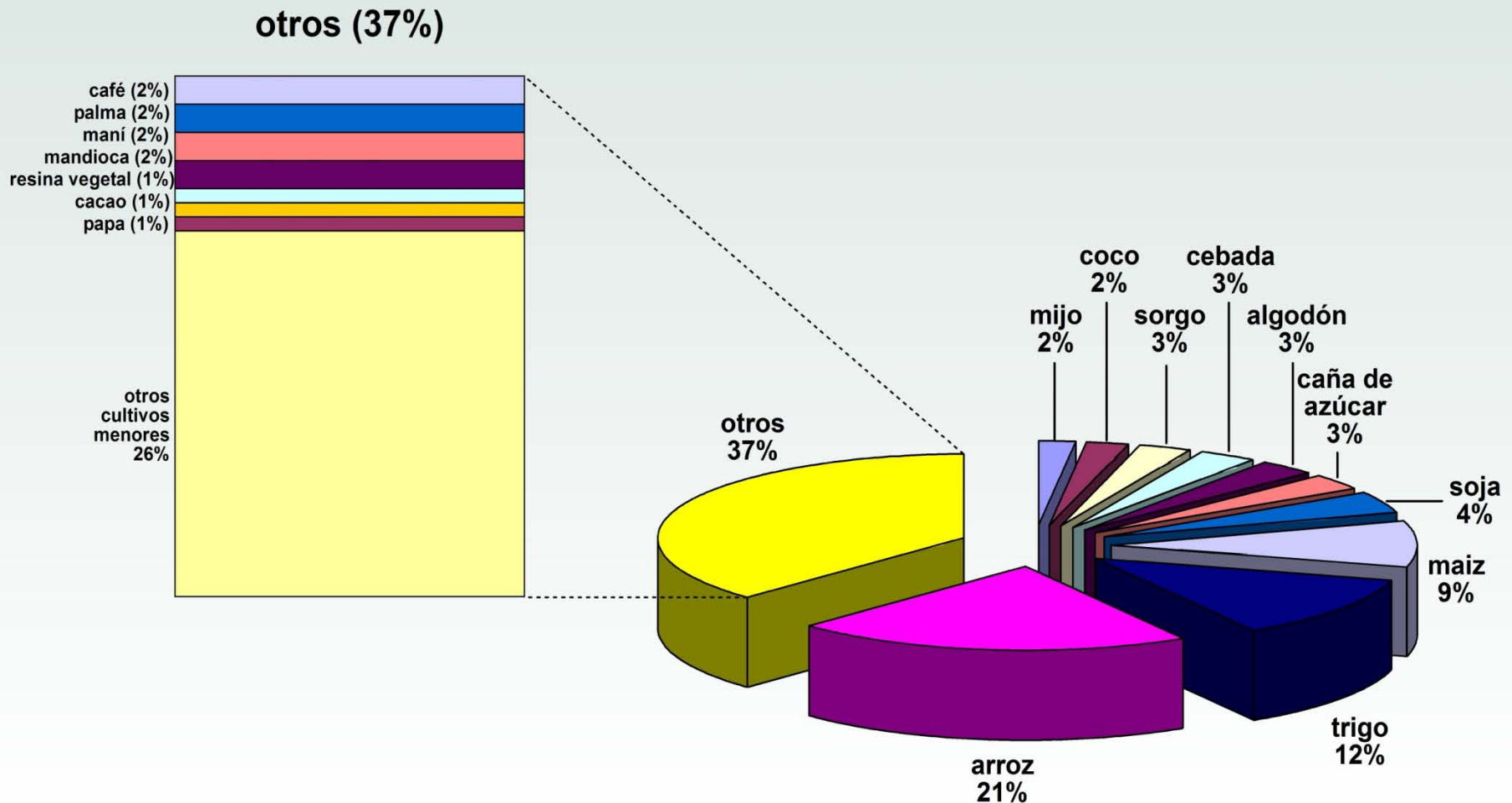


aumento en la producción de alimentos de 67 %



14 % de incremento en el uso de agua con fines  
agrícolas

# PORCIENTAJE DE AGUA USADA EN LA PRODUCCION AGRICOLA GLOBAL POR TIPO DE CULTIVO



# AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

CONSUMO MINIMO: 20 l/h/d (bebida e higiene personal básica; la fuente se encuentra a 1 km del hogar)

CONSUMO MEJORADO: 50 l/h/d (bebida, higiene personal básica, retrete y lavado de ropa; la fuente se encuentra a 1 km del hogar)

## AGUA POTABLE

57 % conexión a red  
30 % fuentes mejoradas  
13 % fuentes no mejoradas

84 % conexión a red  
09 % fuentes mejoradas  
07 % fuentes no mejoradas

## SANEAMIENTO

72 % saneamiento mejorado  
11 % no mejorado  
17 % aire libre

80 % saneamiento mejorado  
14 % no mejorado  
06 % aire libre

# SUMINISTRO DE AGUA: ARGENTINA

80 % conexión domiciliaria de agua potable

47 % recolección domiciliaria de aguas residuales (cloacas)

43 % sistemas de saneamiento mejorado

SOLAMENTE EL 12 % DE LAS AGUA RESIDUALES SON TRATADAS ANTES DE SU VUELCO EN UN CUERPO HIDRICO RECEPTOR.

producción media de agua potable: 400 l/h/d

producción máxima (San Juan): 650 l/h/d

producción mínima (La Pampa): 170 l/h/d

consumo promedio: 250 l/h/d

consumo máximo: 400 l/h/d



# CONSUMO DOMICILIARIO DE AGUA POTABLE Y PERDIDAS

La producción de agua en el AMGGM ha sido estimada, en promedio, en 318 l/h/d siendo 471 y 275 l/h/d para los estratos sociales altos y bajos, respectivamente.

Las pérdidas internas (que no incluyen el derroche por uso excesivo) han sido estimadas en 50%. Descontadas las pérdidas, el consumo promedio de agua en el Gran Mendoza es de 163 l/h/d.

# AGUA e INDUSTRIA

59 % EN PAISES DE INGRESOS ELEVADOS

10 % EN LOS PAISES DE INGRESOS BAJOS Y MEDIOS

EL 70 % DE LOS EFLUENTES SE VUELCAN SIN TRATAMIENTO

se estima que el consumo industrial puede reducirse entre un 40 y 90 %, a partir del mejoramiento de los procesos industriales



menor consumo de materias primas (recirculación)  
recuperación de sustancias valiosas (reciclaje)  
aumento de la eficiencia



REDUCCION DE LA CONTAMINACION

# AGUA y MINERIA

## PRODUCCION CONCENTRADO DE COBRE . EL TENIENTE, CHILE

$Q \approx 80 \text{ l/s}$   
vol. < 5 %

afloramiento  
de agua de  
mina y lluvia

2.0 Hm<sup>3</sup>

$Q \approx 1 \text{ m}^3/\text{s}$   
0.9 m<sup>3</sup>/tn

evaporación,  
infiltración y  
secado

36.0 Hm<sup>3</sup>

3.6 m<sup>3</sup>/tn

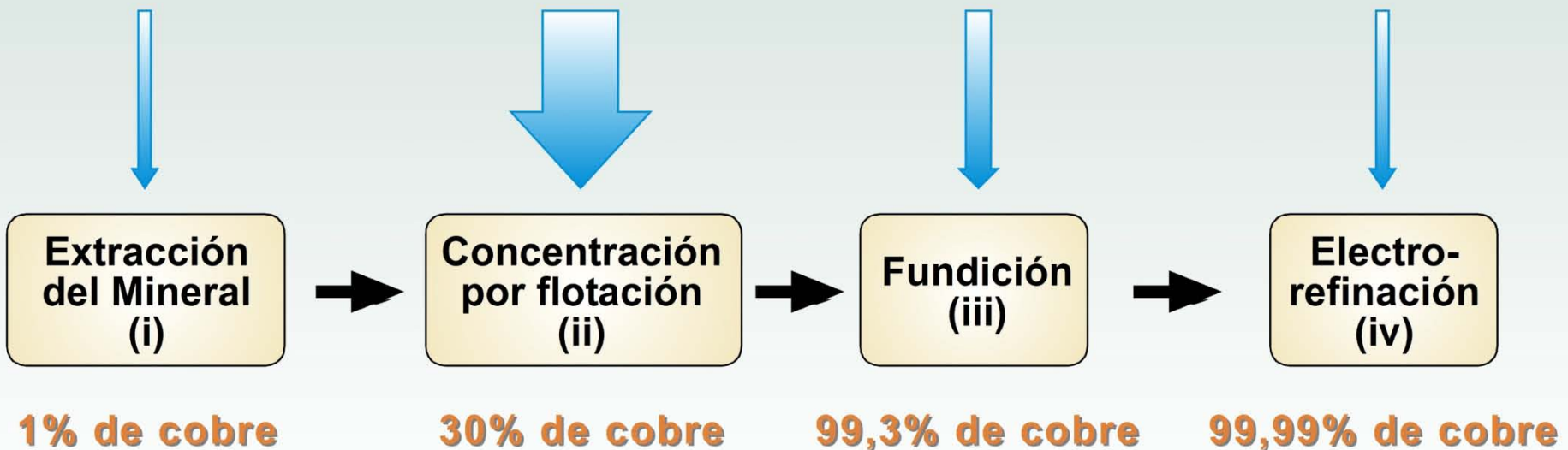
produc. de oxígeno  
enfriamiento de  
gases  
produc. de ácido

4.8 Hm<sup>3</sup>

0.25 m<sup>3</sup>/tn

evaporación y  
descartes de  
solución

0.1 Hm<sup>3</sup>



# DIVISION EL TENIENTE (CODELCO), CHILE

## USOS DEL AGUA:

proceso de molienda  
concentración por flotación  
supr. del polvo suspendido  
limpieza

## AGUA COMSUMIDA:

evaporación  
transporte de relaves  
agua incorporada (10 %)

RECIRCULACION  $\approx$  **70 %**

2010: > 1.500.000 tn concentrado de cobre

se usaron 41.4 Hm<sup>3</sup>/año

35.7 Hm<sup>3</sup>/año de agua residual

hacia tanque Caren

Consumos de agua

# USO MINERO: Pascua Lama y Veladero

Mineral: oro, cobre y plata

$Q \approx 450 \text{ l/s}$

$\text{Vol.} \approx 14.5 \text{ Hm}^3$

Pérdidas de agua: evaporación (20 %) y en el concentrado mineral

Derrame medio:  $325 \text{ Hm}^3$  [ $117 \text{ Hm}^3$ ;  $1137 \text{ Hm}^3$ ]

Derrame medio de dic:  $41 \text{ Hm}^3$

Superficie cultivada: 7418 ha

Demanda actual (2006-07):  $148 \text{ Hm}^3$

Demanda potencial de agua:  $434 \text{ Hm}^3$

Mes mayor demanda:  $28 \text{ Hm}^3$  (agrícola + minero)

Demanda minera equivalente: 728 ha

Capacidad de conducción actual:  $32 \text{ Hm}^3$



# CARGAS CONTAMINANTES EN EFLUENTES PROVENIENTES DE LA EXTRACCIÓN DE MINERALES METÁLICOS

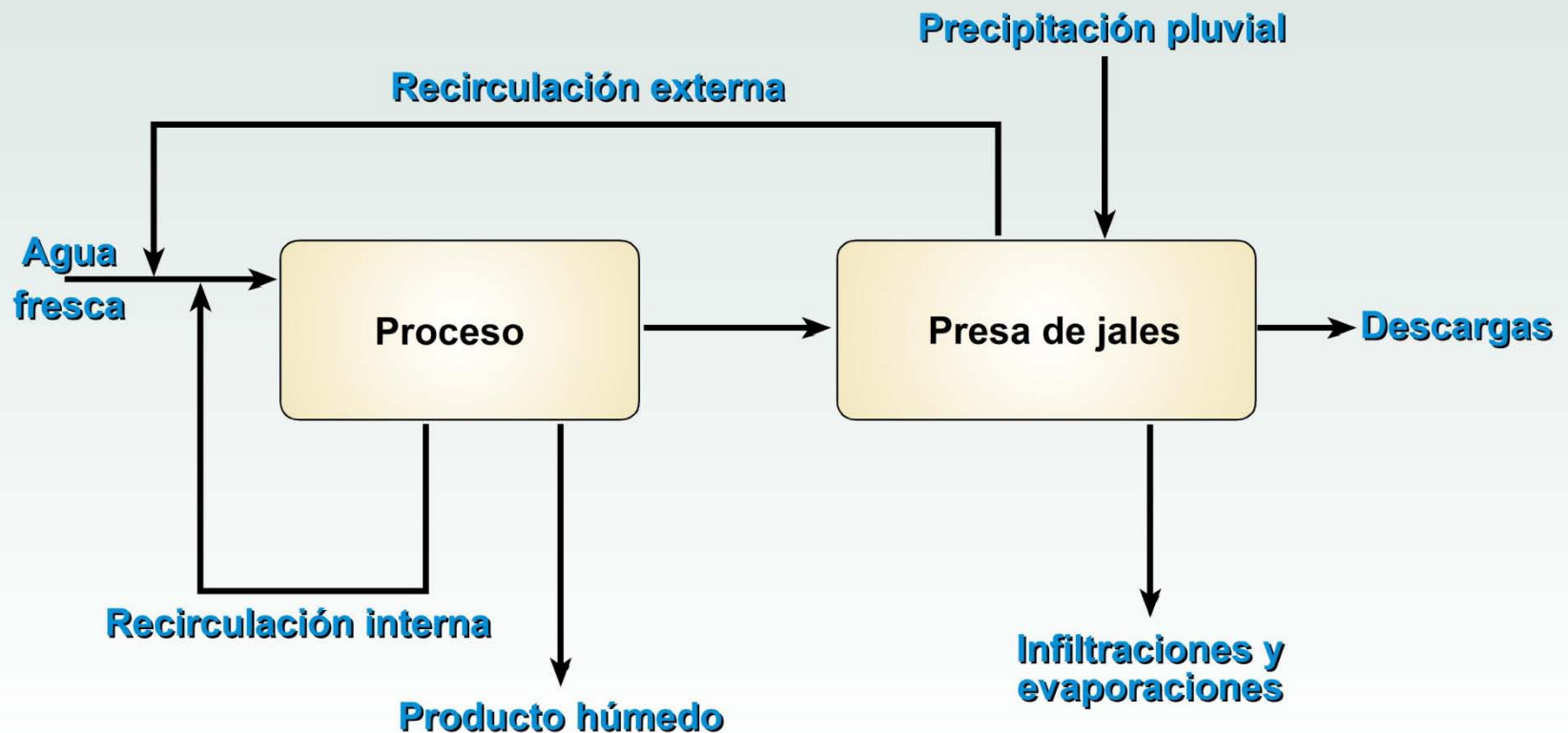
<b>PLOMO</b>	<b>0.962</b>	<b>kg/metro cúbico</b>
<b>ZINC</b>	<b>0.188</b>	<b>kg/metro cúbico</b>
<b>ARSENICO</b>	<b>1.3 X 10<sup>-5</sup></b>	<b>kg/ metro cúbico.</b>
<b>ANTIMONIO</b>	<b>0.0056</b>	<b>kg/ metro cúbico.</b>
<b>CADMIO</b>	<b>0.0054</b>	<b>kg/ metro cúbico.</b>
<b>COBRE</b>	<b>0.0755</b>	<b>kg/ metro cúbico.</b>
<b>NIQUEL</b>	<b>0.0905</b>	<b>kg/ metro cúbico.</b>
<b>SELENIO</b>	<b>9.5 X 10<sup>-4</sup></b>	<b>kg/ metro cúbico.</b>



# EN SINTESIS:

95 A 99 % DEL MATERIAL PROCESADO ES DESECHADO

CONSUMO DE AGUA < 5 %

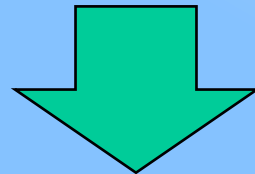


**PERO ...**

El uso de agua donde se encuentra la mina puede representar una fracción importante de las fuentes locales. **CONFLICTOS CON OTROS USOS.**

La producción y transporte de agua desde otros sitios y protección hidrológica de los diques de cola es costosa. **AUMENTO DEL COSTO DE OPERACIÓN.**

Las descargas de las operaciones mineras (elevada concentración de sólidos en suspensión y sustancias tóxicas) son **POTENCIALMENTE DAÑINAS.**



**REDUCIR LA DEMANDA DE AGUA  
REDUCIR VOLUMEN DE EFLUENTES**

CUALQUIER PLAN DE MANEJO DEBE  
ASEGURAR EL ACCESO AL AGUA EN  
FORMA OPORTUNA, EQUITATIVA Y SIN  
RIESGO A TODA LA POBLACION Y SUS  
ACTIVIDADES

GRACIAS POR SU ATENCION

## BIBLIOGRAFIA DE BASE:

Academias Nacionales de Ingeniería, Ciencias Económicas y Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. (2011). **La cuestión del agua: consideraciones sobre el estado de situación de los recursos hídricos de la Argentina**. La Plata. Universitaria de La Plata.

CALDECOTT, James. (2011). *Agua: ecología de una crisis global*. Barcelona. Los libros del Lince.

Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO). (2006). **Desarrollo e innovación tecnológica minera en América latina: estudio de casos**.

[idrc.org/uploads/user-S/11611739981RE\\_cochilco\\_inf\\_final\\_eng.pdf](http://idrc.org/uploads/user-S/11611739981RE_cochilco_inf_final_eng.pdf) .

Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO). (2008). **Buenas prácticas y uso eficiente del agua en la industria minera**.[www.cochilco.cl/pdf/libro\\_final.pdf](http://www.cochilco.cl/pdf/libro_final.pdf).

CONDESAN. (2003). **La visión andina del agua**.

[www.condesan.org/memoria/agua/VisionAndinaAgua.pdf](http://www.condesan.org/memoria/agua/VisionAndinaAgua.pdf)

Miranda, Omar; Mario Liotta; Alfredo Olguin; Y Alejandro Degiorgis. (2010). **El consumo hídrico de la agricultura y la minería aurífera en la cuenca del río Jachal, provincia de San Juan, Argentina**. *Aqua-LAC* 2(1):68-77.

UICN. (2000). **Visión del agua y la naturaleza. Estrategia mundial para la conservación y manejo sostenible de los recursos hídricos en el siglo XXI**.

[www.iucn.org/...agua/south\\_agua\\_publ/](http://www.iucn.org/...agua/south_agua_publ/).

World Water Assessment Programme (WWAP). (2009). **The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World**. Paris: UNESCO y Londres: EarthScan.

[www.unesco.org/water/wwap/wwdr/](http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/).