



ACTIVIDAD PREPARATORIA TALLER

A continuación, se presenta el listado de indicadores y variables propuestas con los cuales se pretende responder total o parcialmente a las preguntas enfocadas en los dominios de oferta, demanda y consumo, gestión, sustentabilidad y calidad del agua en una cuenca. Dichas preguntas, por ejemplo, apuntan a conocer cuál es el comportamiento del almacenamiento superficial y subterráneo de agua, cuál es la distribución temporal de la demanda, cuáles son las eficiencias de uso en cada sector productivo y, cuál es el estado de la calidad de las aguas. En su conjunto ayudarán a determinar el grado de sustentabilidad de una cuenca.

N°	Indicador	Fórmula	Variables
1	Sustentabilidad	$S = P + AG - D - CS \pm Q_{TC} + \sum OF$	P: Precipitación, AG: Aporte nivo-glaciér, D: Demanda, SC: Caudal de salida, QTC: Caudal de trasvase entre cuenca y OF: Otras fuentes (desalación, obras de acumulación de agua, etc.)
2	Cobertura potencial de demanda por agua embalsada	$OP = \sum_{i=1}^n \frac{VE}{DE}$	VE: Volumen embalsado, DE: Demanda de agua y n: El número de embalses en la unidad territorial.
3	Oportunidad de almacenamiento	$OA = DA_{Agrícola} + DA_{Doméstico} + DA_{Minería} + DA_{Industria}$	DA: Disponibilización de agua en una cuenca dada por el sector agrícola, sector doméstico, sector de la minería y el sector industria.
4	Déficit hídrico en aguas subterráneas (Maureira y Kuijk, 2017)	https://escenarioshidricos.cl/wp-content/uploads/2020/06/indicador-de-deficit-hidrico-en-aguas-subterraneas.pdf	Niveles freáticos
5	Comportamiento de aguas subterráneas	$VNF(\%) = 100 * \frac{abs((Sa - Sh) * \frac{Sa * Sh}{abs(Sa * Sh)})}{abs(Sa * Sh)}$	Sa: Pendiente de los niveles freáticos del periodo actual y Sh: Pendiente histórica de los niveles freáticos.
6	% Caudal aporte Glaciér	$\% QG = \frac{QG}{Q_{total}}; promedios mensuales$	QG: Caudal Glaciér
7	% Cobertura de nieve	$\% CN = procesamiento satelital$	Procesamiento digital
8	Oferta volumen anual	$OV_{anual} = Vr + VDE + AG$	Vr: Volumen del río (caudal medio), VDE: Volumen de descarga en el embalse y AG: Aporte glaciér.
9	Oferta volumen mensual	$OV_{mensual} = Vr + VDE$	Vr: Volumen del río (caudal medio) y VDE: Volumen de descarga en el embalse.

10	Agua embalsada	$AE = \sum_{i=1}^n \frac{VE}{Cm\acute{a}x}$	VE: Volumen embalsado, Cmáx: Capacidad máxima del embalse y n: El número de embalses en la unidad territorial.
11	Caudal promedio cierre de cuenca aportante	<i>Q prom mensual cierre cuenca aportante</i>	Caudal promedio mensual al cierre de la cuenca aportante
12	Caudal promedio trasvase	<i>Q prom mensual por trasvase</i>	Caudal promedio mensual por trasvase entre cuencas
13	Comportamiento de almacenamiento subterráneo	<i>Comportamiento almacenamiento subterráneo</i>	Comportamiento del almacenamiento subterráneo
14	Anomalías de precipitación	$Anom_p = \frac{P - \bar{P}}{\bar{P}} * 100$	P: Precipitación
15	Eventos extremos (Q)	$N(Q_i > p90(Q))$	Q: Caudal, i: Unidad temporal y p90: Percentil 90
16	Demanda total anual	$DV_{anual} = \sum Demandas\ por\ rubro$	Demanda de agua anual por rubro o sector productivo
17	Demanda total mensual	$DV_{mensual} = \sum Demandas\ por\ rubro$	Demanda de agua mensual por rubro o sector productivo
18	Demanda potencial por agricultura bajo riego	$DBR_{mensual} = \sum \frac{ET_{prom} * superficie\ bajo\ riego}{Eff}$	ETprom: Evapotranspiración promedio de la superficie bajo riego (temperatura, radiación solar, velocidad de viento, humedad relativa y coeficiente de cultivo) y Eff: Eficiencia ponderada
19	Demanda potencial por agricultura sin riego	$DSR_{mensual} = \sum ET_{prom} * superficie\ sin\ riego$	ETprom: Evapotranspiración promedio de la superficie en secano (temperatura, radiación solar, velocidad de viento, humedad relativa y coeficiente de cultivo)
20	Demanda uso doméstico urbano	<i>Demanda doméstico urbano (mensual)</i>	Agua producida por el sector sanitario y número de habitantes
21	Demanda uso doméstico rural	<i>Demanda SSR (mensual)</i>	Agua producida por SSR (ex APR) y número de habitantes
22	Demanda uso minería	<i>Demanda Minería (mensual)</i>	Agua captada por la minería (considerando el volumen de reúso) y derechos de aprovechamiento subterráneo
23	Demanda uso industrial	<i>Demanda Industrial (mensual)</i>	Agua captada por la industria (considerando el volumen de reúso) y derechos de aprovechamiento superficial
24	Caudal ecológico	<i>Q ecológico</i>	Necesidades del ecosistema
25	Demanda potencial por plantaciones forestales	$DF = ET_{prom} * (SF\ sin\ riego + \left(\frac{SF\ bajo\ riego}{Eff}\right))$	ETprom: Evapotranspiración promedio (temperatura, radiación solar, velocidad de viento, humedad relativa y coeficiente de cultivo), SF: Superficie forestal sin riego y bajo riego, Eff: Eficiencia ponderada
26	Demanda potencial por bosque nativo	$DBN_{mensual} = ET_{prom} * sup\ bosque\ nativo$	ETprom: Evapotranspiración promedio de la superficie de bosque nativo (temperatura, radiación solar, velocidad de viento, humedad relativa y coeficiente de cultivo)

27	Demanda uso para consuntivo energía	<i>Demanda uso consuntivo energía</i>	Demanda de agua por el uso consuntivo de energía
28	Demanda uso no para consuntivo energía	<i>Demanda uso no consuntivo energía</i>	Demanda de agua por el uso no consuntivo de energía
29	Eficiencia uso en riego (intrapredial)	$Eff_{intrapredial} = \sum Sup\ Mét\ Riego * Eff\ Mét\ Riego$	Sup Mét Riego: Superficie por método de riego y Eff: Eficiencia del método de riego
30	Eficiencia uso doméstico (domiciliario)	$Eff_{Dom}(\%) = 100 * \left(\frac{Af - ADD}{Af} \right)$	Af: Agua facturada y ADD: Agua descargada domiciliaria
31	Eficiencia distribución uso doméstico	$Eff_{D_{Dom}}(\%) = 100 * \left(\frac{Af}{ADD} \right)$	Af: Agua facturada por SSR y ADD: Agua descargada domiciliaria
32	Eficiencia uso minería	$Eff_{minero}(\%) = 100 * \left(\frac{AC - ADR}{AC} \right)$	AC: Agua captada (incluye el volumen de reúso) y ADR: Agua depositada en relaves
33	Eficiencia uso industrial	$Eff_{industrial}(\%) = 100 * \left(\frac{AC - AD}{AC} \right)$	AC: Agua captada (incluye el volumen de reúso) y AD: Agua descargada por la industria
34	Niveles de tratamiento de aguas residuales urbanas	$AT_{(i)}(\%) = \frac{VT_{(i)}}{VR} * 100$	VT: Volumen de agua tratada, i: Tipo de tratamiento (primario, secundario y terciario) y VR: Volumen total de agua residual descargada
35	Calidad de agua superficial (Girardi et al., 2018)	https://escenarioshidricos.cl/wp-content/uploads/2020/06/indice-calidad-de-aguas-superficialesok.pdf	Oxígeno disuelto, Conductividad específica a 25°C, nitrógeno de nitrato, fósforo de ortofosfato, pH, sólidos totales disueltos (SDT), cloruros (Cl), calcio (Ca), sulfato (SO4), sodio (Na), magnesio (Mg), Parámetro Local 1 (PL1) y Parámetro Local 2 (PL2).
36	Calidad de agua subterránea (DGA, 2020)	http://snia.dga.cl/transparencia/documentos/aguas_atlas_19022021_dsm.pdf	
37	Agua desalada	Caudales potenciales de plantas desaladoras	Caudales potenciales de plantas desaladoras
38	Cobertura potencial de demanda por uso con agua desalada	Volumen de Agua desalada	Volumen de Agua desalada