

ÁREAS DE PROTECCIÓN DE PERFORACIONES PARA AGUA POTABLE EN EL VALLE DE TULUM, PROVINCIA DE SAN JUAN, ARGENTINA

^{1,2}Mérida, Silvia ; ^{1,2}Salvioli Gerardo y ^{1,3}Carelli, Maria Fernanda

¹Instituto Nacional del Agua - Centro Regional de Agua Subterránea.

²Universidad Nacional de San Juan. Facultad de Ingeniería.

³ Universidad Nacional de San Juan. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales..

E-mail: meridasilvia@gmail.com

RESUMEN

El explosivo crecimiento de la población, la construcción de nuevos centros urbanos y el mayor número de emprendimientos en los departamentos del Gran San Juan (Capital, Rivadavia, Santa Lucía, Chimbas y Rawson) han producido cambios en las fuentes de agua potable del sistema de abastecimiento de la provincia, donde las aguas subterráneas han comenzado a jugar un rol de vital importancia. En la actualidad el 40% del agua apta para consumo por los pobladores de la mencionada zona proviene de pozos, cuando hace tan sólo 10 años atrás el volumen que se extraía del subsuelo era solamente del 7%.

La importancia y la urgente necesidad de estas captaciones como fuentes de suministro de agua potable, ha llevado a proponer su resguardo mediante la implementación de zonas de protección alrededor de los pozos, en las que se establecen restricciones al uso del territorio y a actividades que supongan un peligro de contaminación, de forma que sean más limitadas o prohibitivas cuanto más cercano este el pozo. Como metodología se aplicó el trazado de áreas dispuesta por Wyssling (Lallemand, 1989), delimitando para cada perforación tres áreas: una de captura para la zona de inspección sanitaria, otra de protección microbiológica y la última de protección contra contaminantes de degradación lenta.

El resultado obtenido es la confección de un mapa con la zonificación correspondiente para cada perforación y otro teniendo en cuenta la interferencia de áreas.

Palabras clave: peligro, contaminación, área de captura

ABSTRACT

The explosive growth of population, the construction of new neighborhoods and the largest number of enterprises in the departments of Great San Juan (Capital, Rivadavia, Santa Lucía, Chimbas and Rawson) have produced changes in the drinking water system supply of the province, an so the groundwater consumption increase rapidly. Currently 40 percent of the drinking water human consumption by the residents of the said area comes from wells, despite only 10 years ago it was only 7 percent.

The importance of these sources of drinking water supply has led to propose their protection by establishing zones around wells in which restrictions are set to land use and activities that represent danger of contamination, by which they are more limited or prohibitively while closer the well.

For methodology, the plotting Wyssling areas (Lallemand, 1989) was applied, in order to delimit three areas for each drilling: i) capture area for sanitary inspection, ii) a microbiological protection area; and iii) the last one, a protection area against slow degrading contaminants. The result on this work is a map to shows the relevant zoning for each drilling and, another map considering interference areas.

Keywords: danger, pollution, capture area

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La provincia de San Juan cuenta en la actualidad con una población creciente de 740.000 habitantes, concentrándose más del 60 % en la zona del aglomerado urbano conocido como Gran San Juan que abarca los departamentos de Capital, Santa Lucía, Rivadavia, Rawson, Chimbas y parte de Pocito y 9 de Julio, todos estos ubicados en el principal valle de la provincia denominado Valle del Tulum.

El abastecimiento de agua potable es provisto mediante la potabilización de aguas superficiales del Río San Juan, reforzando sus caudales con agua subterránea extraída de perforaciones realizadas en la zona de acuífero libre del valle.

El interés por la protección de los acuíferos nace a partir del conocimiento de la limitación de los recursos de agua, en calidad y cantidad, y de la importancia creciente de la problemática ambiental (Custodio, 1994). De esta forma,

aumentan las presiones y esfuerzos para la conservación, protección y restauración de los acuíferos, con el fin que no sólo la generación actual pueda disfrutarlos, sino también las generaciones futuras, a la vez que se intenta asegurar un suministro normal, incluso en situaciones de emergencia.

La proximidad de ciertas actividades (industrias, estaciones de servicio, lavaderos, etc) cercanas a las fuentes de abastecimiento de agua subterránea es un factor clave que influye en el peligro de contaminación de las aguas. El objetivo del presente trabajo es dimensionar zonas alrededor de las perforaciones en las cuales se establezcan restricciones para uso del territorio o actividades que supongan peligro de contaminación de las aguas que de ellas se explotan.

Las zonas delimitadas (Foster, 2002) corresponden a:

Inspección sanitaria, inmediata o de restricciones absolutas: se trata de la zona inmediata al pozo o captación, que normalmente está cerrada. Es una zona en la que se prohíbe cualquier actividad potencialmente contaminante y se toman precauciones extremas. Se trata de evitar la llegada rápida de contaminantes. Es evidente que la efectividad de esta zona está supeditada a que la captación esté adecuadamente realizada. Así, en el caso de un pozo es necesaria la cementación de la parte superior, evitar tramos de tubería corroída, etc. El tiempo de tránsito establecido para esta zona es de 24 horas, que comprende la captación propiamente dicha, la caseta de transformación del motor, depósitos de agua, y demás equipamiento.

Protección microbiológica, próxima o de restricciones máximas: en ella se establecen limitaciones a las actividades humanas para no aportar contaminantes. Es común establecer su límite según un tiempo de tránsito de 60 días. Esta zona es la de mayor importancia para la preservación de la calidad de las aguas por su proximidad a la captación.

Protección contra contaminantes de degradación lenta, alejada o de restricciones moderadas: es la zona que ofrece mayor capacidad de atenuación de la contaminación, al garantizar un tiempo prolongado de circulación en el acuífero. El criterio utilizado suele ser el tiempo de tránsito de 10 años. Debe proteger a la captación frente a contaminantes de larga persistencia (metales pesados, hidrocarburos, compuestos orgánicos, etc.).

METODOLOGIA

La información base para el cálculo se tomó de los registros sobre las captaciones que actualmente tiene en funcionamiento Obras Sanitarias Sociedad del Estado (OSSE), adquiriendo de ellos la ubicación y caudal bombeado. Los parámetros del acuífero, transmisividad y porosidad efectiva se obtuvieron de los registros de ensayos de bombeo y mediciones realizadas por el Instituto Nacional del Agua – Centro Regional de Aguas Subterráneas (INACRAS)(Gutiérrez, 1979 y Agie, 1970), así como el gradiente hidráulico y el espesor del acuífero extraídos de curvas de igual cota e igual profundidad trazadas con mediciones realizadas el año 2014 del mismo Centro. Dicha información fue volcada en la tabla N°1.

Para la delimitación del perímetro de protección se ha utilizado el criterio del tiempo de tránsito según el método de Wyssling (Lallemand, 1989), ver esquema en la figura 1, delimitando para cada perforación tres áreas: una de captura para la zona de inspección sanitaria, otra de protección microbiológica y la última de protección contra contaminantes de degradación lenta, definiendo cada una de ellas según el tiempo de tránsito, tomando para el presente trabajo 24 horas, 60 días y 10 años respectivamente.

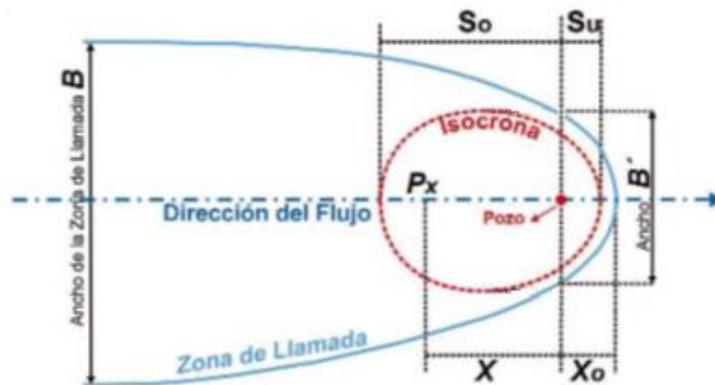


Figura 1. Esquema del área de captura según método Wyssling

Tabla N°1. Perforaciones activas de OSSE y parámetros del acuífero

N° de Pozo	Ubicación	Potencia	Caudal Bombeado	Conductividad Hidráulica	Gradiente Hidráulico	Espesor Acuífero	Porosidad efectiva
			Q (m3/hs)	K (m/día)	i (%)	b (m)	m _e
1	Pasaje Argentino y Torino	30	110	35,5	0,00030	492	0,2
2	Av. Circunvalación y Rawson	60	200	40,9	0,0004	306	0,2
8	Lavalle y Esquiú	60	220	39,8	0,00025	402	0,2
15	Mendoza y Sivori	50	160	38,8	0,00025	489	0,2
16	Lemos y Senovia Bustos	50	120	41,0	0,00025	439	0,2
24	Pasaje Argentino e/Sivori y Ortega	30	110	37,6	0,00025	479	0,2
25	H. Irigoyen y Balcarce	25	140	12,0	0,0006	583	0,2
26	Lote Hogar N°10	50	130	28,0	0,0005	357	0,2
30	25 de Mayo y Alvear	60	130	55,2	0,004	308	0,2
34	VªHuarpes Pocito	50	125	35,2	0,00025	540	0,2
36	Neuquén y Mendoza	60	145	48,6	0,004	257	0,2
38	Unión Vecinal Trinidad	40	90	42,8	0,00025	409	0,2
40	Molina y Cipolletti B° ATE-API	75	180	62,7	0,004	255	0,2
41	Coop. 5 Diciembre	50	130	51,2	0,004	283	0,2
42	25 de Mayo y MatiasZavalla	75	190	53,8	0,005	316	0,2
43	Mutual Bco. San Juan	60	140	56,5	0,004	274	0,2
44	B° El Vivero	30	85	35,5	0,004	324	0,2
46	San Martín y Porres B° Los Andes	75	170	40,0	0,004	262	0,2
47	B° Amecon	60	110	38,1	0,00025	526	0,2
51	B° CGT Rawson	100	220	37,0	0,00025	432	0,2
52	B° Mercedario	60	130	44,2	0,004	260	0,2
53	Lote Hogar N° 34	40	60	340,0	0,004	50	0,2
54	Calle Vidart y 5	100	145	29,0	0,00025	482	0,2
56	Lote Hogar N° 27	100	80	144,4	0,00025	90	0,2
59	Scalabrini Ortiz y Lateral Sur Avda. de Circunvalación	60	145	53,0	0,005	302	0,2
60	Independencia y España	50	125	28,7	0,00025	523	0,2
61	B° ATSA - 1	100	180	147,8	0,004	115	0,2
62	B° Frondizi (Necochea 60 m.al sur de Benavidez)	75	170	36,0	0,004	278	0,2
63	Agustín Gómez y Callejón Pocito (B° Teresa de Calcuta)	100	150	175,0	0,004	80	0,2
64	Centro Cívico (Avda. España y Lapida)	75	250	46,5	0,005	344	0,2

Los datos requeridos para aplicar esta metodología fueron: caudal teórico bombeado (Q), conductividad hidráulica (K), espesor saturado del acuífero (b), porosidad efectiva (me) y gradiente hidráulico (i).

Se calculó en primer lugar de la zona de llamada la anchura del frente (B), ecuación (1).

$$B = \frac{Q}{Kbi} \quad (1)$$

El radio de llamada pudo obtenerse con la ecuación (2), y el ancho del frente de llamada a la altura de la captación con la ecuación (3)

$$x_0 = \frac{Q}{2\pi Kbi} \quad (2)$$

$$B' = \frac{B}{2} = \frac{Q}{2Kbi} \quad (3)$$

La velocidad eficaz V_e se calculó con la ecuación (4)

$$V_e = \frac{Ki}{m_e} \quad (4)$$

Una vez determinada la zona de llamada se buscó en la dirección del flujo la distancia correspondiente al tiempo de tránsito deseado (isocronas), empleando para ello las ecuaciones (5) y (6).

$$S_0 = \frac{+l + \sqrt{l(l + 8x_0)}}{2} \quad (5)$$

$$S_u = \frac{-l + \sqrt{l(l + 8x_0)}}{2} \quad (6)$$

Donde:

$l = V_e \cdot t$

t: Tiempo de tránsito

V_e : Velocidad eficaz

S_0 : Distancia aguas arriba en la dirección del flujo correspondiente a un tiempo de tránsito t

S_u : Distancia aguas abajo en la dirección del flujo correspondiente a un tiempo de tránsito t

RESULTADOS

Como respuesta al cálculo realizado se obtuvo las distancias que se presentan en la Tabla N°2.

Debido a la baja diferencia entre las distancias calculadas aguas arriba y abajo (S_0 y S_u) para la zona de inspección sanitaria y para la de protección microbiológica se consideró para ambas zonas, a fin de simplificar el trazado, el círculo cuyo centro es cada una de las captaciones a proteger y cuyo radio es la distancia S_0 que tendría que recorrer una partícula para alcanzar la captación en 1 o 60 días respectivamente.

Para el trazado de la zona de protección contra contaminante de degradación lenta se procedió a dibujar el área siguiendo el esquema de la Figura N°1, y teniendo en cuenta en cada caso la dirección de las líneas de flujo. El resultado de la gráfica de las zonas puede observarse en la Figura N°2 con la resultante de las intersecciones entre áreas.

Tabla N°2. Distancias de protección aguas arriba y aguas abajo según el tiempo de tránsito

N° de Pozo	Ubicación	Tiempo de tránsito					
		24 horas		60 días		10 años	
		So _{1día} (m)	Su _{1día} (m)	So _{60día} (m)	Su _{60día} (m)	So _{10 años} (m)	Su _{10 años} (m)
1	Pasaje Argentino y Torino	3	3	24	21	299	104
2	Av. Circunvalación y Rawson	5	5	41	36	486	188
8	Lavalle y Esquiú	5	5	37	34	381	200
15	Mendoza y Sivori	4	4	29	26	320	143
16	Lemos y Senovia Bustos	3	3	27	24	310	123
24	Pasaje Argentino e/Sivori y Ortega	3	3	24	22	284	113
25	H. Irigoyen y Balcarce	3	3	25	22	260	129
26	Lote Hogar N°10	4	4	31	27	387	131
30	25 de Mayo y Alvear	5	3	93	10	5044	12
34	V°Huarpes Pocito	3	3	24	22	277	117
36	Neuquén y Mendoza	5	4	75	17	3567	22
38	Unión Vecinal Trinidad	3	3	24	21	298	103
40	Molina y Cipolletti B° ATE-API	6	5	93	17	4599	21
41	Coop. 5 Diciembre	5	4	75	14	3754	17
42	25 de Mayo y Matías Zavalla	6	4	95	14	4927	17
43	Mutual Bco. San Juan	5	4	82	14	4143	17
44	B° El Vivero	4	3	54	11	2608	14
46	San Martín y Porres B° Los Andes	5	5	69	21	2951	31
47	B° Amecon	3	3	23	21	278	105
51	B° CGT Rawson	4	4	36	33	364	195
52	B° Mercedario	5	4	70	16	3248	21
53	Lote Hogar N° 34	11	4	415	7	24827	7
54	Calle Vidart y 5	3	3	27	25	281	149
56	Lote Hogar N° 27	6	6	51	40	812	153
59	Scalabrini Ortiz y Lat. Sur Av. de Circunvalación	5	4	91	12	4847	14
60	Independencia y España	3	3	25	22	259	128
61	B° ATSA - 1	9	6	196	18	10811	20
62	B° Frondizi (Necochea 60 m.al sur de Benavidez)	5	4	65	22	2659	32
63	A. Gomez y Callejón Pocito (B° Teresa de Calcuta)	10	7	229	19	12795	20
64	Centro Cívico (Avda. España y Lapida)	6	5	89	19	4268	24

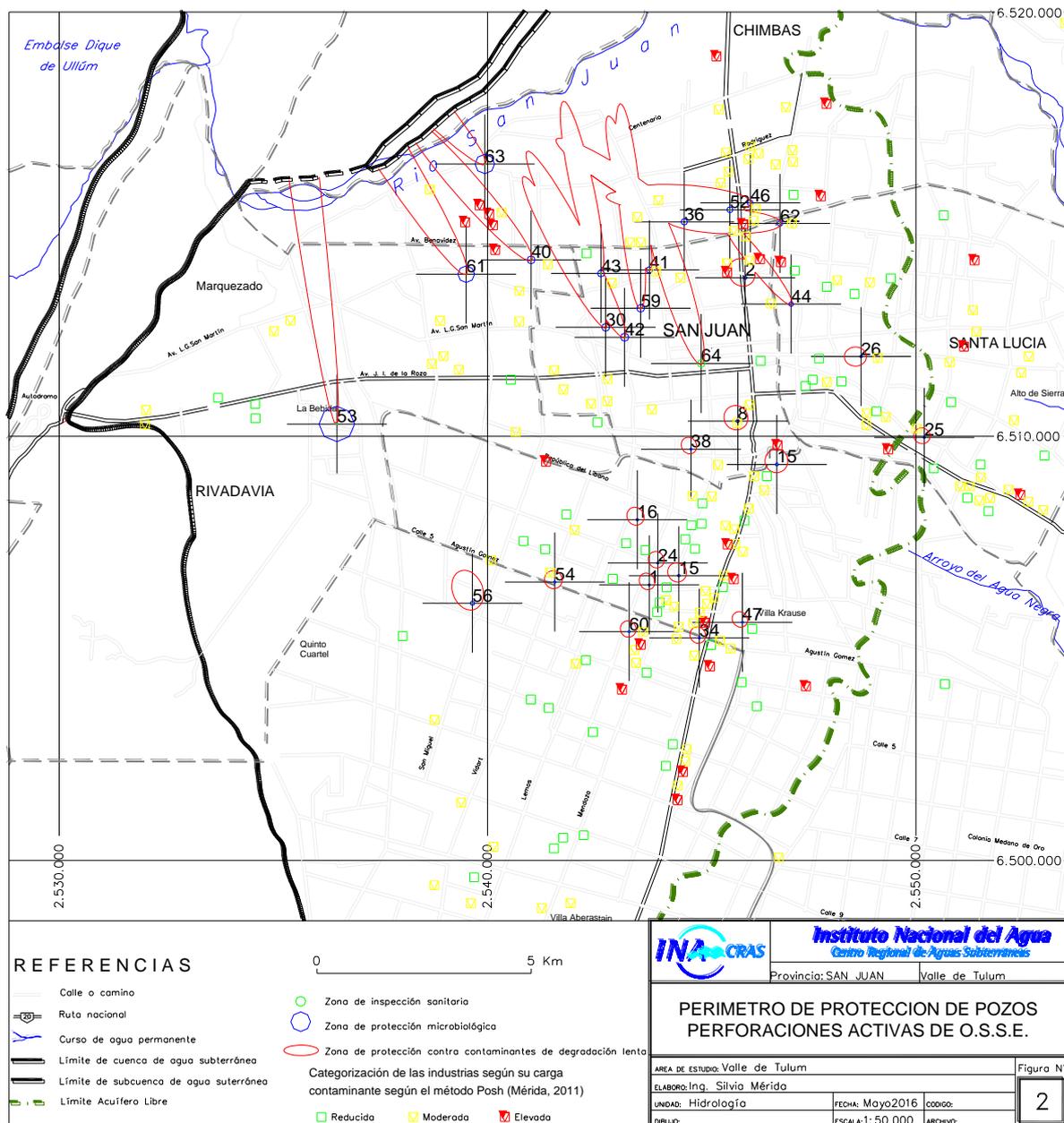


Figura 2. Perímetro de protección de pozos , perforaciones activas de O.S.S.E.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El trazado de los Perímetros de Protección de Pozos presentada constituye un primer avance en la definición de zonas y estrategias para el ordenamiento territorial y la preservación de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano en el área de estudio.

Los resultados presentados permiten plantear algunas estrategias para mejorar la gestión del recurso como la de enfocar los controles en la zona más vulnerable al noroeste del eje capitalino, donde por ejemplo la presencia de industrias con características contaminantes moderadas o elevadas representarían una contaminación potencial. Se estima indispensable poner en marcha una red de monitoreo cuali-cuantitativo del recurso hídrico subterráneo diseñada sobre la base del conocimiento del contexto hidrogeológico, permitiendo con ello realizar un seguimiento de distintos parámetros, detectar situaciones comprometidas y estimar el tiempo requerido para tomar decisiones preventivas o correctivas.

Debido a que las perforaciones analizadas se encontraron ubicadas en la zona de acuífero libre del valle, la alta transmisividad y porosidad del mismo arrojaron zonas de protección relativamente bajas tanto para la inspección sanitaria, con un rango de 3 a 11 metros, como para la microbiológica, entre 23 a 415 metros. Para ambas zonas la adopción de un círculo de protección en vez de una elipse permite además de simplificar el trazado ubicarnos del lado de la seguridad.

Es de destacar que al noroeste de la zona en estudio las zonas de protección para contaminantes de degradación lenta son mucho más extendidas, debido al alto gradiente hidráulico y al menor espesor que posee el acuífero.

Como principal recomendación se aconseja plantear un sistema de vigilancia ante la posible afección de actividades potencialmente contaminantes y dentro de la envolvente, para llevar a cabo un seguimiento de la eficiencia del perímetro de protección delimitado, que garantice el mantenimiento de la calidad del agua en los puntos de abastecimiento. Se establecen como puntos de control las propias captaciones de abastecimiento y se recomienda llevar a cabo un seguimiento de la evolución del nivel piezométrico y de los volúmenes extraídos en el sondeo.

REFERENCIAS

- Agie, J. 1970. P-013 Almacenamiento de agua en los Valles de Tulum y Ullum-Zonda, provincia de San Juan. Plan Agua Subterránea. Consejo Federal de Inversiones y Programa Media Ambiental de las Naciones Unidas. Argentina. Documento interno Biblioteca INA- CRAS
- Custodio, E. y Llamas, M.R. 1994. Hidrología Subterránea. Tomo I. Ediciones Omega. Barcelona. España
- Foster, S.; Hirata, R.; Gomez, D.; D'Elia, M. y Paris, M. 2002. Protección de la Calidad del Agua Subterránea. Guía Técnica. USA.
- Gutierrez, G. 1979 P-219 Determinación de Transmisividad y Coeficiente de almacenamiento en el Valle de Tulum y Ullum-Zonda. Provincia de San Juan. Argentina. Documento interno Biblioteca INA- CRAS
- Lallemand – Barres, A. y Roux, J.C. 1989. Guía Metodológica de establecimiento de perímetro de protección de captaciones de agua subterránea destinada al consumo humano. Manual de métodos N°19. Editorial BRGM.