

BALANCE DE LA OFERTA Y DEMANDA DE AGUA EN LA BASE NAVAL PUERTO BELGRANO, SUDOESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Oscar Coriale¹

¹Instituto Nacional del Agua (INA), Dirección de Servicios Hidrológicos (DSH).
Aut. Ezeiza Cañuelas, tramo J. Newbery Km 1,620. Ezeiza. Buenos Aires. Email: ocoriale@ina.gob.ar.
Tel/FAX: (+54 1144800862).

RESUMEN

La Base naval de Puerto Belgrano (BNPB) se encuentra ubicada en el Sudoeste semiárido de la provincia de Buenos Aires y su principal provisión de agua proviene de perforaciones al acuífero artesiano denominado Sistema Hidrotermal Profundo de Bahía Blanca (SHP). En el año 2011, a raíz de una disminución del caudal surgente en los pozos de captación, la BNPB solicitó al Instituto Nacional del Agua (INA) un estudio de la oferta y la demanda de agua para determinar si los problemas de suministro se debían a una limitante en la oferta del recurso u obedecían a cuestiones de orden técnico.

Utilizando información de archivo, estudios geofísicos y geoquímicos, censos de pozos con ensayos de bombeo y una evaluación económica se determinó que los problemas de suministro eran ocasionados por falta de mantenimiento en las captaciones y pérdidas en la red de distribución.

El balance demostró que por su estabilidad química, gran volumen y surgencia natural el SHP representa un recurso estratégico ya que puede abastecer a una ciudad de 100.000 habitantes con solo un porcentaje de su recarga anual generando importantes beneficios económicos.

Palabras Clave: balance de agua; pozos surgentes; abastecimiento; Bahía Blanca.

INTRODUCCION

La cuenca bahiense de 10.000 Km² de extensión aproximada, es muy importante dada la presencia de aguas termales surgentes en todos los casos conocidos, cuya temperatura oscila entre los 55 y 72° C. Se ha comprobado que el acuífero de interés presentaría una extensión de 2.000 Km² con un espesor de 300 a 400 m., sin considerar posibles áreas improductivas por razones tectónicas y de sedimentación.

Los estudios se llevan adelante en una zona situada al sur de la Provincia de Buenos Aires, limitada por los cordones australes de la misma al NNE y por el océano Atlántico al SSE (Figura 1)



Figura 1. Localización del área de estudio en el marco provincial.

OBJETIVOS

La información analizada es la generada por el abastecimiento durante los últimos 50 años de agua potable en la Base Naval de Puerto Belgrano.

El objetivo de este trabajo es poner en evidencia la importancia del acuífero de Bahía Blanca en función de su reserva y estabilidad físico – química.

Las condiciones de surgencia nos permiten hacer un cálculo económico donde se visualiza la amortización de la inversión de cada obra en función a su costo – beneficio.

CARACTERIZACION HIDROLOGEOLOGICA

La cantidad de agua en cada punto de la cuenca depende de las características estructurales del basamento y la pila sedimentaria, resultando independientes del régimen pluviométrico local, dado que los acuíferos aquí presentes a excepción de la capa libre, son alimentados desde zonas lejanas. En el cuadro de secuencia Hidroestratigrafía (Figura 2), podemos observar la hidrogeología de las distintas formaciones; las formaciones del terciario almacenan las aguas artesianas de la cuenca bahiense, correspondiendo al Mioceno superior-Plioceno inferior las importantes aguas

surgentes termales y potables y al Plioceno superior las aguas artesianas surgentes salinizadas y aptas para riego e industria.

Las capas de agua del Plioceno, son en todos los casos acuíferos confinados, con niveles piezométricos negativos o positivos según cota de sondeos; las áreas de surgencia son aquellas cuya altura sobre el nivel del mar se encuentra por debajo de los 30 m.

Las aguas del Plioceno son cloruradas y sulfatadas sódicas, excesivamente mineralizadas.

Las capas de agua del Mioceno superior, presentan acuíferos de profundidad variable que aumentan hacia la zona austral, y depende de las intercalaciones arenosas del sedimento portador.

El contenido salino del agua es abundante, aumentando su concentración en dirección S, y los iones más frecuentes son sodio, cloruro y sulfato.

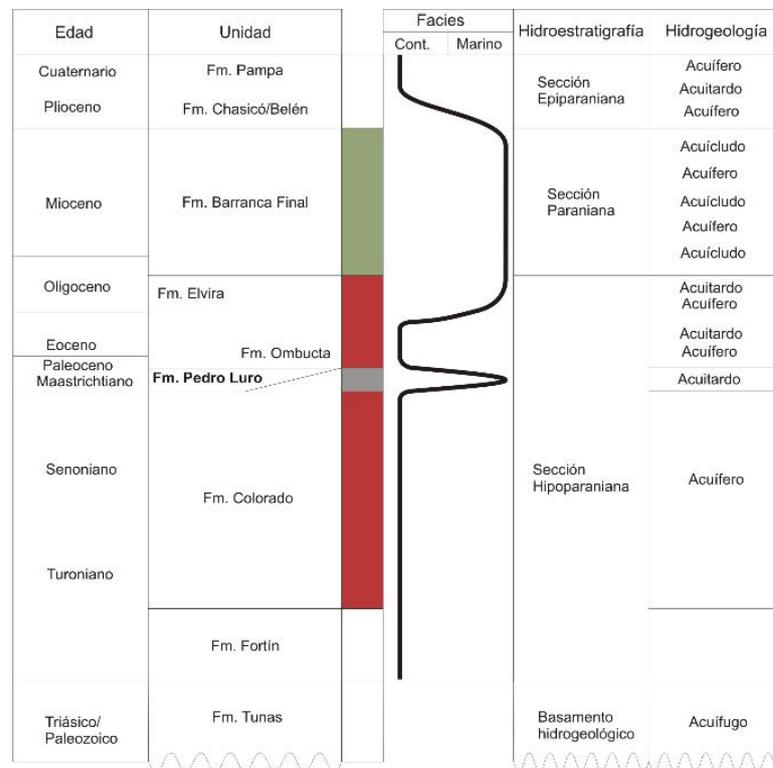


Figura 2. Esquema hidrogeológico típico de la cuenca de Bahía Blanca..

OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es poner en evidencia la importancia del acuífero de Bahía Blanca en función de su reserva y estabilidad físico – química.

Las condiciones de surgencia nos permiten hacer un cálculo económico donde se visualiza la amortización de la inversión de cada obra en función a su costo – beneficio.

CORTE HIDROGEOLOGICO

El corte hidrogeológico (Figura 3) nos permite ver que hay dos áreas de captación en este acuífero, uno superior de (-450,-700) m y una profunda de (-800, -1000) m se detalla cada captación en la Tabla 1.

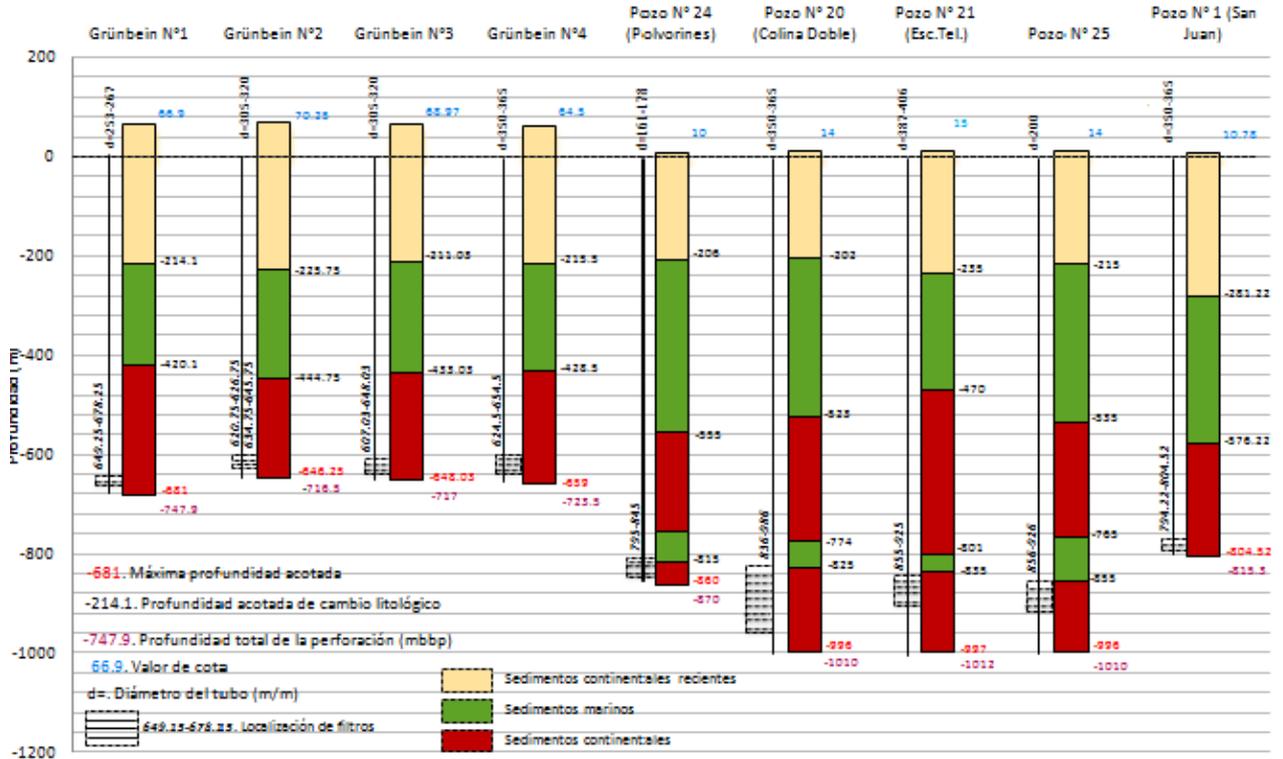


Figura 3. Perforación de explotación en el ámbito del servicio sanitario de la Base Naval de Puerto Belgrano, República Argentina.

Tabla 1 – Datos de Perforaciones de abastecimiento a la Base Naval de Puerto Belgrano.

| Perforación | Fecha de ejecución | Cota (m) | Profundidad (m) | Filtros (mbdp) | Q _i (m ³ /h) | T _i (°C) |
|--------------------|--------------------|----------|-----------------|------------------|------------------------------------|---------------------|
| Grünbein n°1 | 1949 | 66,9 | 749 | 716,35-745,05 | 150 | 60 |
| Grünbein n°2 | 1950 | 70,25 | 716 | 681-687; 705-716 | 200 | 57 |
| Grünbein n°3 | 1950 | 65,57 | 717 | 676-717 | 200 | 59 |
| Grünbein n°4 | 1953 | 62,05 | 723 | 679-719 | 130 | 55 |
| Pozo n° 24 | 1967 | 10 | 890 | 805-855 | 34 | - |
| Pozo n° 20 CD | 1957 | 14 | 1008 | 850-1000 | 60 | - |
| Pozo n° 25 | 1999 | 14 | 1010 | 870-930 | 3 | - |
| Pozo San Juan | 1926 | 10,77 | 816 | 800-815 | 40 | 60 |
| Pozo n° 21 Edetel | 1960 | 15 | 1012 | 805-860; 900-935 | 120 | - |
| Pozo n° 23 Doufurd | 1966 | 15 | 985 | 810-860; 905-977 | 12 | - |

Percusión
Rotación

EVALUACIÓN DE LA OFERTA DE AGUA

Aporte de agua subterránea artesiana del acuífero de Bahía Blanca

Se realizaron como tareas de campo, pruebas de ensayos de bombeo, utilizando el método de tanque aforador y ensayándose cada uno de los pozos de producción; además se procedió a realizar la toma de muestras de agua para su posterior análisis físico-químico.

Se preparó una documentación sobre antecedentes de las perforaciones de provisión y se elaboraron planillas comparativas de caudales históricos, así como también una interesante planilla de volumen producido-beneficio que nos permite visualizar la bondad económica del acuífero de Bahía Blanca, al ser su caudal de producción por surgencia natural.

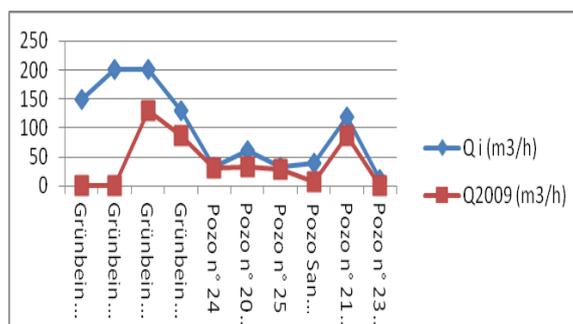
Se realizaron planillas comparativas de análisis físico-químicos de cada perforación y se elaboraron gráficos con la tendencia evolutiva de la calidad.

Aporte de agua superficial. Acueducto APSA

El Departamento Instalaciones Fijas facilitó las planillas de facturación y caudales anuales del agua superficial provistas por el acueducto APSA, y se tomaron para los cálculos el valor promedio de los últimos 4 años de provisión a los destinos de Polvorines y Colina Doble. (Tabla 2).

Tabla 2 - Variaciones de caudal en las perforaciones de abastecimiento a la Base Naval de puerto Belgrano.

| Perforación | Q _i (m ³ /h) | Q ₂₀₀₉ (m ³ /h) |
|--------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| Grünbein n°1 | 150 | - |
| Grünbein n°2 | 200 | - |
| Grünbein n°3 | 200 | 130 |
| Grünbein n°4 | 130 | 87,4 |
| Pozo n° 24 | 34 | 30,4 |
| Pozo n° 20 CD | 60 | 32,5 |
| Pozo n° 25 | 34 | 28,5 |
| Pozo San Juan | 40 | 7,2 |
| Pozo n° 21 Edetel | 120 | 86 |
| Pozo n° 23 Doufurd | 12 | - |



ANÁLISIS QUÍMICOS DE PERFORACIONES DE ABASTECIMIENTO A LA BASE NAVAL DE PUERTO BELGRANO

Los registros de antecedentes físico químicos, nos permiten confirmar la estabilidad química de las aguas luego de 50 años de surgencia (Tablas 3.1-3.2-3.3)

Tablas comparativas

Tabla 3.1: 1926 -1950 DNGYM

| <i>Perforación</i> | <i>CO₃H⁻</i> (mg/l) | <i>Cl⁻</i> (mg/l) | <i>SO₄⁻</i> (mg/l) | <i>Ca⁺⁺</i> (mg/l) | <i>Mg⁺⁺</i> (mg/l) | <i>Na⁺</i> (mg/l) | <i>F⁻</i> (mg/l) | <i>As</i> (mg/l) | <i>K⁺</i> (mg/l) | <i>NO₃⁻</i> (mg/l) |
|---------------------|--|---------------------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|---|
| Grünbein n°1 | - | 58 | 41 | 12 | 5 | - | 1 | - | - | - |
| Grünbein n°2 | - | 346 | 182 | 16 | 3 | - | 0,8 | - | - | 7 |
| Grünbein n°3 | - | 131 | 128 | 14 | 5 | - | 1,1 | - | - | 2 |
| Grünbein n°4 | - | 60 | 68 | 20 | 7 | - | 0,75 | - | - | - |
| Valor límite | - | 350 | 400 | - | - | - | 0,7-1,7 | 0,01 | - | 45 |

Tabla 3.2 : 1964 DNGYM

| <i>Perforación</i> | <i>CO₃H⁻</i> (mg/l) | <i>Cl⁻</i> (mg/l) | <i>SO₄⁼</i> (mg/l) | <i>Ca⁺⁺</i> (mg/l) | <i>Mg⁺⁺</i> (mg/l) | <i>Na⁺</i> (mg/l) | <i>F⁻</i> (mg/l) | <i>As</i> (mg/l) |
|---------------------|--|---------------------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| Grünbein n°1 | 184 | 58 | 41 | 12 | 5 | 105 | - | - |
| Grünbein n°2 | 244 | 346 | 227 | 8 | 1 | 417 | 1,25 | 0 |
| Grünbein n°3 | 220 | 131 | 128 | 14 | 5 | 205 | 1,1 | 0 |
| Grünbein n°4 | 207 | 67 | 140 | 24 | 10 | 140 | 0,75 | 0 |
| Pozo n° 20 | 249 | 166 | 130 | 27 | 7 | 219 | 1,25 | 0,008 |
| Valor límite | - | 350 | 400 | - | - | - | 0,7-1,7 | 0,01 |

Tabla 3.3: 2010 INA

| <i>Perforación</i> | <i>CO₃H⁻</i> (mg/l) | <i>Cl⁻</i> (mg/l) | <i>SO₄⁻</i> (mg/l) | <i>Ca⁺⁺</i> (mg/l) | <i>Mg⁺⁺</i> (mg/l) | <i>Na⁺</i> (mg/l) | <i>F⁻</i> (mg/l) | <i>As</i> (mg/l) | <i>K⁺</i> (mg/l) | <i>NO₃⁻</i> (mg/l) |
|---------------------|--|---------------------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|---|
| Grünbein n°1 | - | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Grünbein n°2 | - | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Grünbein n°3 | 233 | 83 | 76 | 17 | 4,7 | 155 | 0,9 | 0,009 | 5,1 | 8,4 |
| Grünbein n°4 | 205 | 83 | 92 | 15 | 5 | 150 | 0,9 | 0,006 | 4,7 | 8,4 |
| Pozo n° 24 | 235 | 434 | 185 | 17 | 16 | 400 | 0,9 | 0,012 | 804 | 6,2 |
| Pozo n° 20 | 219 | 89 | 65 | 11 | 8,4 | 145 | 0,9 | 0,007 | 5 | 8 |
| Pozo n° 21 | 253 | 134 | 86 | 12 | 3,8 | 200 | 0,9 | 0,008 | 5,2 | 7,1 |
| Pozo n° 25 | 242 | 110 | 78 | 11 | 2,9 | 180 | 0,9 | 0,003 | 5 | 8 |
| Pozo n°1 | 269 | 480 | 276 | 6,2 | 1,9 | 540 | 0,8 | 0,007 | 7,9 | 11 |
| Valor límite | - | 350 | 400 | - | - | - | 0,7-1,7 | 0,01 | - | 45 |

OFERTA DE AGUA SUBTERRÁNEA DE PERFORACIONES 2011

La producción propia de agua subterránea se produce mediante la explotación actual del acuífero de Bahía Blanca en dos áreas de provisión, desde Grünbein a 16 Km con acueducto (pozo 3 y 4) y desde la Base Naval propiamente dicho. (Tablas 4-5-6)

Además se provee de agua superficial del acueducto de APSA.

Tabla 4: Producción global de agua subterránea.

| Acueducto Propio | Pozo N° 4 | Pozo N° 3 | Pozo N° 24 | Q Global |
|------------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| Q (m3/hora) | 130 | 87,4 | 30,4 | 247,8 |
| Q (m3/día) | 3.120 | 2097,6 | 729,6 | 5.947,20 |
| Q (m3/año) | 1.138.800 | 765.624 | 266.304 | 2.170.728 |

| Colina Doble | Pozo N° 20 | Pozo N° 25 | Q global |
|--------------|------------|------------|----------|
| Q (m3/hora) | 32,5 | 28,5 | 61 |
| Q (m3/día) | 780 | 684 | 1.464 |
| Q (m3/año) | 284.700 | 249.660 | 534.360 |

| Torre de señales | Pozo San Juan | Pozo N° 21 | Q global |
|------------------|---------------|------------|----------|
| Q (m3/hora) | 7,2 | 86 | 93,2 |
| Q (m3/día) | 172,8 | 2.064 | 2236,8 |
| Q (m3/año) | 63.072 | 753.360 | 816.432 |

Tabla 5: Detalle de producción por áreas.

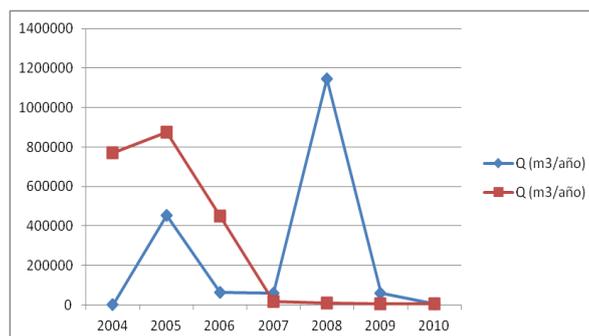
| Acueducto Propio | Pozo N° 4 | Pozo N°3 |
|------------------|-----------|----------|
| Q (m3/hora) | 130 | 87,4 |
| Q (m3/día) | 3.120 | 2097,6 |
| Q (m3/año) | 1.138.800 | 765.624 |

| Polvorines | Pozo N° 24 | Q Global |
|-------------|------------|----------|
| Q (m3/hora) | 30,4 | 30,4 |
| Q (m3/día) | 729,6 | 729,6 |
| Q (m3/año) | 266.304 | 266.304 |

Fuente: INA

Tabla 6: Oferta de agua superficial (APSA).

| Polvorines | | Colina Doble | |
|------------|-------------------------|--------------|-------------------------|
| Año | Q (m ³ /año) | Año | Q (m ³ /año) |
| 2004 | 0 | 2004 | 770982 |
| 2005 | 454348 | 2005 | 876609 |
| 2006 | 61894 | 2006 | 448131 |
| 2007 | 57901 | 2007 | 15312 |
| 2008 | 1145063 | 2008 | 7450 |
| 2009 | 58903 | 2009 | 5128 |
| 2010 | 3511 | 2010 | 5496 |



EVALUACION DE LA DEMANDA DE AGUA

Demanda interna

El procedimiento para calcular la demanda en la Base Naval Puerto Belgrano, se basa en un censo de personal temporario y permanente en cada destino. (Tabla 7)

Evaluando la capacidad de alojamiento hotelero y viviendas, se pudo arribar a los globales divididos en función del área de abastecimiento:

- **Colina Doble: 14302 agentes.**
- **Pozo 4: 2498 agentes.**

A su vez con dos grados de permanencia:

- **Temporarios: 8925 agentes.**
- **Permanentes: 7875 agentes.**

Se estimó una dotación diferencial en lts/día en:

- **Personal temporario: 80 lts/día.**
- **Personal permanente: 250 lts/día.**

Demanda externa

Desde la zona de Colina Doble se provee a dos clientes externos a la Base Naval; Puerto Bonaerense y Empresa Ebytem. Los volúmenes provistos, fueron informados por el Departamento Instalaciones Fijas de la Base Naval Puerto Belgrano.

- **Este minucioso censo fue realizado por el Departamento Instalaciones Fijas, Cap. De Fragata Edgardo Quintana.**

Tabla 7. Demanda total para consumo humano. Base Naval Puerto Belgrano

| Área de abastecimiento | Personal temporario (10h/d) | Personal permanente | Dotaciones | |
|------------------------|-----------------------------|---------------------|---|----------------|
| | | | 80 l/d | 250 l/d |
| Colina Doble | 8566 | 5736 | 685280 | 1434000 |
| Pozo 4 | 359 | 2139 | 28720 | 534750 |
| Subtotal | 8925 | 7875 | 714000 | 1968750 |
| Global | 16800 | | 2682750 l/d=2684 m³/d | |

Fuente: INA

BALANCE OFERTA-DEMANDA BNPB

Este balance se planteó correlacionando las planillas resultantes de los antecedentes y mediciones efectuadas para cuantificar tanto la oferta como la demanda.(Tabla 8 y 9)

Como síntesis de ello visualizamos que:

- **Demanda global = 1Hm³/año**
- **Oferta global = 3.8 Hm³/año**

Los valores de demanda corresponden a la máxima demanda teórica de la BNPB y los valores de oferta corresponden a la máxima oferta medida

La máxima demanda teórica es la tercera parte de la oferta disponible, evidentemente hay factores de pérdidas en el sistema de abastecimiento que podemos desagregarlos como:

- ✓ **Pérdidas de la red de impulsión.**
- ✓ **Pérdidas en los tanques de almacenamiento.**
- ✓ **Pérdidas en la red de distribución.**
- ✓ **Pérdidas domiciliarias.**

Se considerarán para un ensayo teórico de balance oferta-demanda, las pérdidas de la red de impulsión y de la red de distribución.

Este último análisis nos tiene que hacer reflexionar sobre criterios de mantenimiento (medida estructural) y criterios de consumo (medidas de capacitación de los usuarios).

Tabla 8: Demanda actual Base Naval Puerto Belgrano 2011

| | | Demanda | |
|--|-----------------|--|-------------------------|
| | | diario m ³ /d | anual m ³ /a |
| Colina Doble | Interna | 2120 | 773800 |
| | Externa | 110 | 40150 |
| | Subtotal | 2230 | 813950 |
| Pozo 4 | Interna | 564 | 205860 |
| | Subtotal | 564 | 205860 |
| Demanda global Base Naval Puerto Belgrano | | 1019810 (aprox. 1 Hm³/año) | |

Tabla 9: Oferta actual Base Naval Puerto Belgrano 2011

| | | Oferta | |
|--|---------------------|---------------------|-----------------------|
| | | diario m3/d | anual m3/a |
| Acueducto | Grünbein | 5217,6 | 1904424 |
| | Pozo n° 24 | 729,6 | 266304 |
| | Subtotal | 5947,2 | 2170728 |
| Colina Doble | In situ | 1464 | 534360 |
| | Subtotal | 1464 | 534360 |
| | Externa APSA | Colina Doble | 20 |
| | | Polvorines | 863 |
| | Subtotal | 883 | 323500 |
| Pozo 4 (Torre de señales) | Interna | 2236,8 | 816432 |
| | Subtotal | 2236,8 | 816432 |
| OFERTA GLOBAL BASE NAVAL PUERTO BELGRANO. | | 10531 m3/d | 3845020 m3/año |
| | Oferta | Demanda | Excedente |
| | 3845020 | 1019810 | 2825210 |

El excedente de agua...Dónde está?

| Balance Anual | Oferta | Pérdidas en impulsión | Saldo disponible | Pérdidas en distribución | Saldo disponible | Demanda | Excedente |
|----------------------|---------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------|------------------|
| (m3/año) | 3845020 | 1247114 | 2597906 | 1298953 | 1298953 | 1019810 | 279143 |

| Balance Diario | Oferta | Pérdidas en impulsión | Saldo disponible | Pérdidas en distribución | Saldo disponible | Demanda | Excedente |
|-----------------------|---------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------|------------------|
| (m3/día) | 10531 | 3417 | 7114 | 3557 | 3557 | 2794 | 763 |

BALANCE HISTÓRICO DE LA PRODUCCIÓN DEL ACUÍFERO SURGENTE EN LA BASE NAVAL PUERTO BELGRANO

Se planteo el balance de producción y la amortización de cada uno de los pozos (U\$\$ 1.000.000) de costo, así como el beneficio, considerando las variables de análisis, el volumen producido (Tabla 10) y el costo – beneficio de la producción durante 50 años con un índice de 0.30 U\$\$/ m³ (Tabla 11).

Tabla 10 : Evaluación volumétrica. Año 2011

| Perforación | Fecha de ejecución | Años de producción | Q promedio (m ³ /h) | Volumen | | |
|--|--------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---|---|
| | | | | Global (m ³ x años prod.) | Amortización (m ³ x 10 años prod.) | Beneficio (m ³ x años prod.) |
| Grünbein n°1 | 1949 | 62 | - | - | - | - |
| Grünbein n°2 | 1950 | 61 | 60 | 32.061.600 | 5.256.000 | 26.805.600 |
| Grünbein n°3 | 1950 | 61 | 150 | 80.154.000 | 13.140.000 | 67.014.000 |
| Grünbein n°4 | 1953 | 58 | 100 | 50.808.000 | 8.760.000 | 42.048.000 |
| Pozo n° 24 | 1967 | 44 | 32 | 12.334.080 | 2.803.200 | 9.530.880 |
| Pozo n° 20 CD | 1957 | 54 | 40 | 18.921.600 | 3.504.000 | 15.417.600 |
| Pozo n° 25 | 1999 | 12 | 30 | 3.153.600 | 2.628.000 | 525.600 |
| Pozo San Juan | 1926 | 85 | 15 | 11.169.000 | 1.314.000 | 9.855.000 |
| Pozo n° 21 Edetel | 1960 | 51 | 90 | 40.208.400 | 7.884.000 | 32.324.400 |
| Pozo n° 23 Doufurd | 1966 | - | - | - | - | - |
| Evaluación Volumétrica (m³ x años prod.) | | | | 280.810.280 | 45.289.200 | 203.521.080 |

Tabla 11 : Evaluación económica. Año 2011

| Perforación | Fecha de ejecución | Años de producción | Q promedio (m ³ /h) | Global (U\$\$ 0,3/m ³) | Amortización (U\$\$ 0,3/10 años prod.) | Beneficio/ pozo |
|--|--------------------|--------------------|--------------------------------|------------------------------------|--|-----------------------------------|
| | | | | | | Costo (U\$\$ 0,3/m ³) |
| Grünbein n°1 | 1949 | 62 | - | - | - | - |
| Grünbein n°2 | 1950 | 61 | 60 | 9.618.480 | 1.576.800 | 8.041.680 |
| Grünbein n°3 | 1950 | 61 | 150 | 24.046.200 | 3.942.000 | 20.104.200 |
| Grünbein n°4 | 1953 | 58 | 100 | 15.242.400 | 2.628.000 | 12.614.400 |
| Pozo n° 24 | 1967 | 44 | 32 | 3.700.224 | 840.960 | 2.859.264 |
| Pozo n° 20 CD | 1957 | 54 | 40 | 5.676.480 | 1.051.200 | 4.625.280 |
| Pozo n° 25 | 1999 | 12 | 30 | 946.080 | 788.400 | 157.680 |
| Pozo San Juan | 1926 | 85 | 15 | 3.350.700 | 394.200 | 2.956.500 |
| Pozo n° 21 Edetel | 1960 | 51 | 90 | 12.062.520 | 2.365.200 | 9.697.320 |
| Pozo n° 23 Doufurd | 1966 | - | - | - | - | - |
| Evaluación Económica U\$\$ 0,3/ m³ | | | | 74.643.084 | 13.586.760 | 61.056.324 |

Observación: Si el beneficio promedio en 50 años es de 1.1221.126, 40 U\$\$/año; a la fecha año 2014 el beneficio total del Servicio de Agua Potable es de aproximadamente 65.000.000 U\$\$.

CONCLUSIONES

- En la actualidad, en la Base Naval de Puerto Belgrano, el único servicio de agua potable que se sustenta es con la explotación del acuífero artesiano de Bahía Blanca.
- Del análisis del corte hidrogeológico, se observa que en Grümbein, pozos 1, 2, 3 y 4, se colocaron los filtros en la parte superior del acuífero de Bahía Blanca; el mismo diseño pero con exiguo caudal, se ejecutó en el pozo San Juan dentro de la Base Naval Puerto Belgrano.
- Evaluados en función del tiempo, los caudales de surgencia han disminuido y se han recuperado parcialmente con la instalación de equipos de bombeo (pozos 21 y 24).
- La Hidroquímica a través del tiempo, en los análisis efectuados en cada uno de los pozos, habla por sí misma de la calidad fisicoquímica del acuífero y su estabilidad iónica en dicho período.
- La temperatura se ha mantenido a través del tiempo.
- Adoptando un costo de U\$\$/m³ de 0,30, el beneficio global estimado es 75.000.000 U\$\$/50 años.
- Cada perforación de 1.000 m al acuífero de Bahía Blanca tiene un costo aproximado de U\$\$ 1.000.000; por lo que la inversión total en 8 perforaciones (Doufurd no funciona) es de U\$\$ 10.000.000.
- El volumen extraído para el servicio de provisión a la Base Naval de Puerto Belgrano es de 250 Hm³/50 años con 8 perforaciones y un beneficio de U\$\$ 75.000.000.
- El volumen anual extraído es de 5 Hm³/año.
- La reserva oportunamente estimada de agua explotable es de 102.000 Hm³ para el acuífero artesiano de Bahía Blanca.
- La recarga anual estimada en un 10 % de la pp. media anual de la región es de 138 Hm³/año.
- La explotación del servicio en la Base Naval de Puerto Belgrano es 250 Hm³/ 50 años de equivalente a 2 años de recarga anual.

BIBLIOGRAFIA

Dr. SALSO, J.H y GARCIA, J, Estado actual del conocimiento hidrogeológico de la cuenca artesiana de Bahía Blanca, Buenos Aires, Boletín N° 9, 1958.

LERMAN, J.C Agua subterránea en Bahía Blanca: Investigación con isótopos, Buenos Aires, Ciencia e investigación, tomo 24 página 282, 1968.

MARAGGI, E.S, Bahía Blanca: su agua artesiana termal y el dique y acueducto Paso Piedra, Buenos Aires, Revista de minería N°7, 1969.

GARCIA, J y DE GARCIA, O.M.E, Hidrogeología de la región de Bahía Blanca, Dirección Nacional de Geología y Minería, Buenos Aires, Boletín N° 96, 1964.

SCHOFF, S.L, SALSO, J.H and GARCIA, J, Source of a heat in a deep artesian aquifer, Bahía Blanca, Argentina.. U.S. Geological survey prof. Paper 501-d, pages d153-d157, 1964

Lic. GIANNI, R.N. y Lic CORIALE, O.A., Relevamiento geoelectrico en las inmediaciones de la Base Naval Puerto Belgrano, Provincia de Buenos Aires.. Instituto Nacional del Agua; Centro Regional de Agua Subterránea, I.T –296, San Juan, 2011.

Captación y provisión de agua subterránea, Base Naval Puerto Belgrano, diagnóstico y recomendaciones. Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas, Buenos Aires, 1992.

Estudio hidrogeológico en ambiente de dunas costeras. Etapa I: Evaluación del funcionamiento actual. Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas, Buenos Aires, 1994.

Estudio de fuentes de agua subterránea para proveer de agua potable a la Base Naval de Infantería de marina “Baterías”. Instituto Nacional del agua, Dirección de Servicios Hidrológicos, Buenos Aires, 2009.