



Facultad del Ejército
Escuela Superior de Guerra
"Tte Grl Luis María Campos"



TRABAJO FINAL INTEGRADOR

Título: “El Mantenimiento y Abastecimiento de Agua en el Ambiente Geográfico Particular Patagónico, de Montaña y Puna en el marco de Apoyo a la Comunidad y en Campaña”.

Que para acceder al título de Especialista en Planificación y Gestión de los Recursos Materiales de Organizaciones Militares Terrestres presenta el Capitán Nelson Esteban QUEVEDO.

Director del TFI: GB EDGAR FERNADO CALANDIN.

Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 25 de Noviembre de 2021.

RESUMEN

Dentro de las organizaciones militares, el Arma de Ingenieros es quién tiene la responsabilidad primaria en lo relacionado al estudio, explotación y modificación del terreno por ser un arma táctica- técnica dotada de medios especiales que potencia sus capacidades relacionada al apoyo general de los Sistemas de armas combinadas que en su zona de responsabilidad. El estudio particular que debe realizar todos los integrantes del arma que tienen relación de mando, comando y conducción demanda en la actualidad una exigencia superior porque esta es empleada para salvaguardar las necesidades de la población en general cuando ocurre una catástrofe o simplemente cuando es de necesidad el empleo por los medios particulares y especiales que esta posee.

Los equipos especiales con que esta cuenta son equipos potabilizadores de agua que deberán ser empleados de manera flexible y precisa para con ello poder lograr satisfacer los objetivos impuestos por el poder político, quien requiere de sus medios y posterior empleo.

Para poder lograr esa flexibilización y emplear eficientemente los medios es que el autor abordó el estudio particular de los ambientes geográficos particulares por haber sido ellos los que en de manera sorpresiva dotaron de experiencia para poder lograr ser previsor en el empleo de los medios en esos ambientes.

De la misma manera se describe los medios con que cuenta el Ejército Argentino materializado por el Arma de ingenieros; Equipos diseñados en forma detallada y particular por las mismas personas que participaron en operaciones de apoyo a la comunidad, con experiencia en el nivel internacional; Ellos de forma meticolosas y dedicada precedieron a proyectar los equipos que hoy en día dan las grandes capacidades que el Estado tiene a su alcance para cumplir con sus objetivos en lo relacionado a el apoyo a la comunidad.

Para ello se propondrá un diseño particular para cumplir con las expectativas, abastecimientos, mantenimientos y poder a través de los tres capítulos llegar a una nueva forma de ver el abastecimiento de agua en la vida en campaña, adaptable y aplicable en las actividades de apoyo a la población en general que al tema se refiere.

Palabras clave: Logística -Abastecimiento- Mantenimiento - Medios - Ingenieros

CONTENIDO	Página
Resumen – palabras claves.	i
INDICE	ii
INTRODUCCIÓN	
Conceptos generales.	1
Antecedentes.	2
Justificación del problema.	3
Delimitación de problema.	3
Objetivo general.	3
Objetivo específico Nro 1.	3
Objetivo específico Nro 2.	3
Objetivo específico Nro 3.	4
Metodología empleada – materiales y métodos.	4
CAPITULO I	
Consideraciones básicas sobre el agua – introducción.	8
Aspectos geológicos y geográficos de relevancia.	8
Aguas superficiales.	9
Aguas subterráneas.	10
Los vientos.	11
Las precipitaciones.	11
La orografía.	11
Ambiente geográfico Particular de Puna –Generalidades.	12
Geología y Suelo.	12
Vientos.	13
Precipitaciones cantidad y formas.	13
Orografía.	13
Ríos, cursos y espejos de agua.	14
Ambiente geográfico Particular de Patagónico –Generalidades.	15
Geología y Suelo.	16
Vientos.	17
Precipitaciones cantidad y formas.	18
Ríos, cursos y espejos de agua – aguas sub superficiales.	18
Ambiente geográfico Particular de Montaña -Generalidades.	19
Geología.	21
La cordillera principal, occidental o del límite.	21
La cordillera frontal u oriental.	21
Pre cordillera.	21
Payunia.	22
Cerrilladas y huayquerías pedemontañosa.	22
Suelo.	22
Vientos.	23
El zonda.	23
Precipitaciones cantidad y formas.	24
Orografía y relieve.	25
Ríos, cursos y espejos de agua.	26
Conclusiones parciales.	27
CAPITULO II	
Referencias históricas y antecedentes.	28

Operaciones realizadas.	29
Operaciones nacionales, provinciales y municipales.	29
Operaciones internacionales.	30
Desarrollo internacional.	30
Equipos y proyectos del Ejército Argentino relacionados.	30
Proyecto especial Base Esperanza – Antártida Argentina.	30
Modelo FOI 600 Lts/hs.	31
Modelo Gran Capacidad con Ensachetadora.	31
Planta potabilizadora Filtración Osmosis Inversa.	31
Funcionamiento FOI 600 Lts / hs. Sobre AR 1.5 Ton.	32
Capacidades de tratamiento de Agua.	34
Micro filtración.	34
Osmosis Inversa.	34
Modelo Gran Capacidad con Ensachetadora.	36
Las perforaciones de acuíferos.	38
Equipos perforadores de dotación.	40
Perforadora montada en camión – Características técnicas.	41
Conclusiones parciales.	43
CAPITULO III	
Sistema logístico militar.	44
El sostenimiento y el objetivo de la logística de material.	44
Prescripciones reglamentarias que se contemplan para implementar el sistema de abastecimiento de agua en el EA.	45
Capacidades de la Ca Ing Ag 601.	45
Referidas al Sostenimiento.	45
Limitaciones.	46
Diseño organizacional del sistema de abastecimiento y mantenimiento de Agua en el TO.	46
Sistema de abastecimiento de Agua.	48
Requerimientos.	48
Canal a utilizar.	48
Procedimiento general.	48
Distribución.	48
Autonomía de los equipos.	48
Equipo potabilizador de agua de FOI 600 lts/ hs.	48
Gran capacidad.	49
Formulación de requerimientos.	49
Unidades y subunidades de la brigada (excepto batallón logístico).	49
Batallón logístico.	49
Comando de brigada.	49
Obtención.	49
Distribución.	50
A las unidades y subunidades de la brigada (Excepto batallón logístico).	50
Reserva.	50
Instalaciones.	51
Lugar de distribución de agua (elementos de ingenieros).	51
Mantenimiento.	51
Ejecución.	51

Abastecimiento de repuestos y otros efectos para mantenimiento.	51
Conclusiones parciales.	52
CONCLUSIONES	
Conclusión final.	53
Propuestas profesionales anexas al presente trabajo.	55
REFERENCIAS	
Referencias.	57
ANEXOS	
Anexo 1.	60

INTRODUCCIÓN

1. Conceptos generales

Las deficiencias propias en los estudios y planificaciones demográficas en las provincias del Estado Nacional, sumado a catástrofes naturales (erupciones volcánicas, incendios forestales, inundaciones y aludes) producto del cambio climático global, afectaron en la vida de los pobladores, por la disminución o la falta total de las necesidades básicas para la subsistencia, como es la falta de agua potable para consumo humano. En otros casos, la falta de agua, no se debe a ninguna de las causas mencionadas, pero sí a un crecimiento demográfico en ciudades de zonas marginales que limitan el estilo de vida y retrasan su desarrollo, en la mayoría de estos ejemplos, no hay capacidad técnica ni económica para solucionar este problema. Es por ello y en función a la gravedad de la situación y la ausencia de este recurso indispensable, es que se activan procedimientos que son ejecutados en dependencia y coordinación con entidades gubernamentales, tanto a nivel municipal, provincial y/o nacional a través de sus organismos, como así también con empresas y organismos de carácter privado. Así mismo, por su capacidad técnica, humana y de material, los últimos años y como es de carácter público actualmente, las Fuerzas Armadas cumplen un papel central en estos procedimientos, que a requerimiento, despliegan sus medios para dar respuestas a esa necesidad.

Las Fuerzas Armadas, contemplan la utilización esos medios humanos y materiales en este tipo de operaciones, enmarcado dentro de las normativas de la ley de Defensa Nacional, ley de Seguridad Interior, como así también en decretos relacionados a la temática de empleo de las FFAA, en operaciones dentro del territorio nacional.

El Ejército Argentino y en particular el Arma de Ingenieros posee la capacidad de Apoyar al Componente Terrestre del Teatro de Operaciones, mediante la captación (incluyendo perforación de pozos), potabilización y almacenamiento de agua para consumo humano, a fin de contribuir al sostenimiento de la Fuerza y adaptar los mismos procedimientos en actividades de Apoyo a la Comunidad y Ayuda Humanitaria.

Para hacer efectivo esto, se ha dotado a las Unidades de Ingenieros con equipos diseñados especialmente, que poseen bondades que fueron perfeccionándose con el correr de los tiempos, mediante la implementación de la tecnología y modernos procedimientos, facilitando la interoperabilidad de sus utilidades, para así, adaptarse a las demanda en las actividades de los apoyos requeridos, para el abastecimiento de agua durante las operaciones y/o a la población que la requiera.

Para concretar su capacidad máxima específica (perforación de pozos) , el EA cuenta con la Compañía de Ingenieros de Agua 601, quien proporciona los conocimientos y asesoramientos técnicos necesarios para satisfacer las necesidades de planeamiento y logísticas (mantenimiento) de esta actividad, en las Tareas de Apoyo al Sistema de Ingenieros, en lo referente al manejo en general del agua; asumiendo todas las actividades y tareas de dicha función, en apoyo a las operaciones militares en un Teatro de Operaciones como así también en actividades de apoyo a la comunidad y ayuda humanitaria que por su tecnicismo particular y envergadura sean requerida.

Para la realización de dicho apoyo es de necesidad comprender e individualizar en particular las distintas fuentes de agua que se encuentran en la extensión del territorio nacional y en particular en los Ambientes Geográficos Particulares Específicos Patagónicos, de Montaña y de Puna, en los cuales por sus características propias y su variación en las épocas del año, hacen difícil la obtención, captación y potabilización de agua. Es de suma importancia obtener el agua como así también preservar los equipos y recursos, para que este procedimiento tenga continuidad al menor costo posible. En definitiva que sea estable en el tiempo. Una forma de alcanzar este objetivo, es en parte, haciendo más eficiente (y no solo eficaz) cada proceso.

Se describirán las capacidades con las que cuentan las unidades del Arma como también específicamente las de la Ca Ing Ag 601, quien será la primordial organización que ejecute de manera centralizada en un teatro de operaciones, todas las actividades tácticas y técnicas con los medios provistos, los cuales según el AGP en el que le tocara operar, por la ubicación geográfica, calidad y cantidad de agua, sobrecargará sus capacidades, limitando sus funciones y actividades específicas, que realizarán los especialistas, para cumplir con su tarea y con ella la misión.

Por lo expresado ut supra y limitado por los escasos medios tecnológicos con lo que cuenta la fuerza, es que se torna problemática la ejecución de la función de captación, abastecimiento de agua y mantenimiento de los medios, lo que orienta a pensar en un rediseño organizacional que buscará un equilibrio técnico y operacional efectivo, acorde a las nuevas exigencias en la problemática del agua en actividades de apoyo a la comunidad, ayuda humanitaria y actividades operacionales y en campaña.

2. Antecedentes

El tema que busco el autor a desarrollar posee una ausencia doctrinaria en el ámbito militar sobre estudios que aborden dicho tema con su problemática propia. Dicha actividad se realiza con los medios existentes, sobre exigiendo el sistema y los medios, adaptándolos

a las necesidades actuales en los distintos apoyos que efectúa el Arma de ingenieros en el marco de operaciones complementarias en lo referente en apoyo a la comunidad. Así mismo se contemplan mejoras continuas a raíz de las explotaciones que se hacen sobre las lecciones aprendidas. El autor vio reflejada esta problemática en los distintos escenarios que le toco participar en forma activa en las diferente emergencias hídricas productos de desastres naturales, como así la falta planificación de infraestructura nacional dado por el crecimiento demográfico.

3. Justificación del Problema

El grado de importancia de la problemática radica que las distintas de fuentes de agua que se encuentran en la extensión del territorio nacional y en particular en los AGP específicos Patagónico, de Montaña y de Puna, hacen difícil la obtención, captación y potabilización de agua, ya que los medios con los que posee el Ejército Argentino y en especial las capacidades con la que cuenta el Arma de Ingenieros, sobrecargando y limitando las funciones y actividades específicas que deberán realizar los especialistas en lo referente a las fuentes de agua. La problemática se da por la ubicación geográfica, por la calidad y contaminación del agua, las estaciones del año, se le suma a esto los escasos medios tecnológicos con lo que cuenta la fuerza, lo que orienta a pensar en un nuevo diseño organizacional buscando un equilibrio técnico y operacional, que sea efectivo en la paz y adaptable con pocas modificaciones para el empleo durante actividades de Apoyo a la comunidad como así también durante el empleo operacional.

4. Delimitación del Problema

El tema en cual estará enmarcado se acota a tres ambientes particulares específicos y en actividades de apoyo de combate referido a la captación y potabilización del agua; Los medios con que cuentan las unidades del arma de ingenieros en lo referente al mantenimiento y funcionamiento de los mismos. La identificación organizacional del sistema de ingenieros específicamente en la actividad de potabilización de agua.

5. Objetivos

- a. Objetivo general.** Analizar los medios con que cuenta el EA para desarrollar la función de mantenimiento, abastecimiento de agua dentro del marco de apoyo a la comunidad y en campaña y necesidades organizacionales.
- b. Objetivos específicos.**
 - 1) Objetivo específico Nro 1.** Describir las características de las fuentes de agua en los AGP Patagónico, Montaña y Puna.
 - 2) Objetivo específico Nro 2.** Determinar los medios de obtención con que cuenta el EA

3) **Objetivo específico Nro 3.** Identificar la necesidad del diseño organizacional del Sistema de Captación y Potabilización de agua, para cumplir la función de mantenimiento y abastecimiento de agua en el marco de apoyo a la comunidad y en campaña.

6. Metodología empleada

a. **Materiales y método.** Por cuanto en la carrera y experiencia que al autor le toco participar y especialmente, en los distintos AGP (Puna, montaña y Patagonia) en situaciones y zonas en que la mayoría de las cuales eran marginales, como oficial Asesor del Arma de Ingenieros y también como jefe de los grupos de agua encargados de dar provisión de agua a los elementos y en especial en apoyos a la comunidad, y entendiendo que podía perfeccionarse el sistema general tanto en forma intrínseca, como con aportes del medio civil, teniendo en cuenta el avance de la tecnología y las nuevas capacidades con que cuenta la institución como el de las distintas organizaciones civiles, es que se llevó adelante el presente trabajo. Para ello el autor diseño una serie de fases en orden cronológico y de importancia a seguir. Fig 1

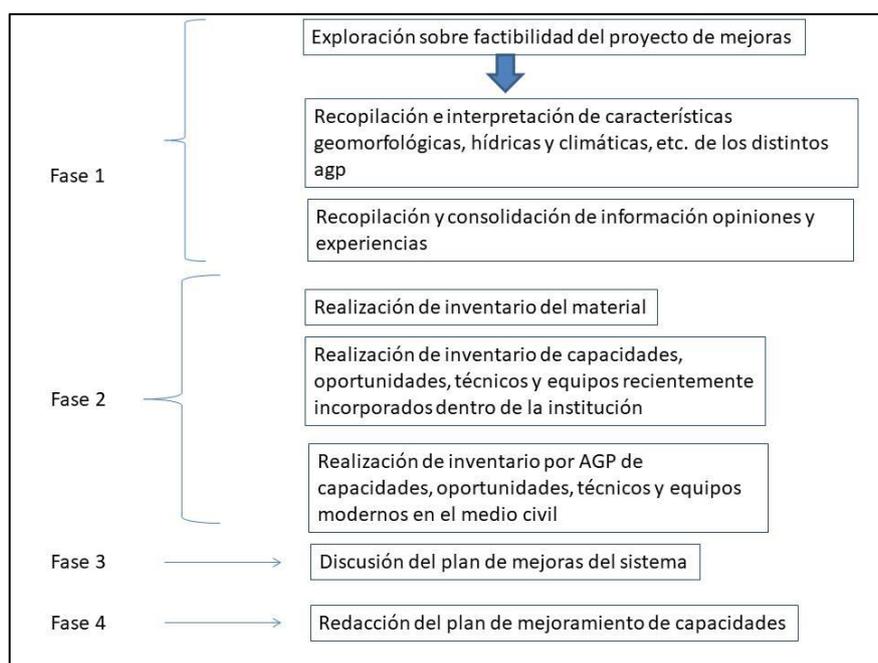


Figura 1. Fases de la metodología de Trabajo

Fuente: Autor

1) **Primera fase.** El proceso comenzó con una serie de entrevistas con gente relacionada a la temática, militares y profesionales del sector, unánimemente fue la opinión de la mejora sustancial en los resultados ante un posible cambio de sistema (fig. 2). Luego

llegó el turno de unificar criterios en cuanto a la forma, factibilidad, capacidad de cambio, costos etc. de mejorar el sistema existente.

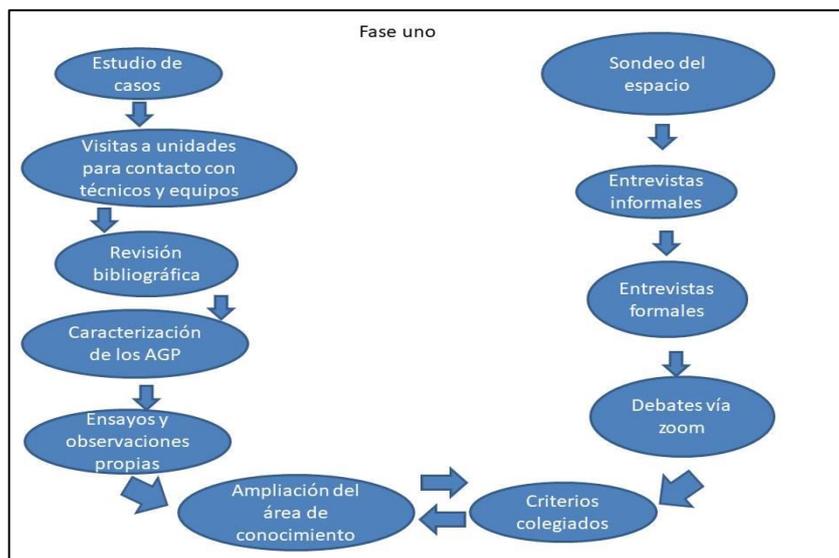


Figura 2. Fase 1 de la metodología de trabajo

Fuente: Autor

Para recopilar datos se utilizaron grabadoras, computadora con internet, teléfonos y cuaderno de campo propio. Asimismo, el trabajo cuenta con diverso material fotográfico propio del autor.

2) **Fase 2.** Para conocer los medios propios, algunos ya de larga data y otros de nuevas adquisiciones, fue necesario realizar un inventario a campo de los equipos existentes y su capacidad de trabajo y potencial, este inventario arrojó el siguiente resultado.

- El Equipo potabilizador Stellar AB 3 (coagulación y filtración) con 2 piletas de 1000 lts.
- Equipo de Potabilización FOI (fuente de osmosis inversa) 600 lts/hs (serie I;II;III;IV) con 2 (dos) Piletas de 5000 para decantación y/o almacenamiento de agua tratada y para almacenamiento de agua tratada , 1 (un) Tanque de plástico de 200 lts de capacidad y 1 (un) piletón de 5.000 lts de capacidad.
- Ensachetadora de gran Capacidad. (serie I; II; III) con 2 (dos) piletas de 10.000 lts para decantación y/o almacenamiento de agua tratada y para almacenamiento de agua tratada, 1 (un) tanque de plástico de 1000 lts de capacidad y 1 (un) piletón de 10.000 lts de capacidad. Se complementa con la Ensachetadora con capacidad de ensachetar 2.000 lts/hs de agua tratada. (sachet de ½ o 1 lt).

- Perforadora es una Rotatoria Autopropulsada Failing 1500, dotación del Ejército Argentino, que le permite alcanzar una profundidad de 250 metros, con una bomba de lodos de 5x8 pulgadas, para grandes caudales. Sobre camión Payster Internacional 5000 Mod 1978 y sobre Chasis de camión FIAT/IVECO.
- Equipo Perforador GEFCO SS22 montado en camión Kenworth T 800 con una altura de trabajo de la torre es de 10.7 M, y una capacidad nominal bruta de 50,350 kg, y sus métodos de perforación son por roto percusión y por rotación, lo que le permite perforar en cualquier tipo de suelo hasta 500 m y encamisar en 24 pulgadas máximo
- Estaciones totales marca Trimble, modelo S8, de alta precisión, con controlador TSC3 y sistemas de posicionamiento satelital de alta precisión (GNSS) también de la marca Trimble, modelo R10, el último desarrollo de Trimble en tecnología de medición satelital (con cargo en la Dir Ing e Infra – Departamento ODENAC).
- Niveles, teodolitos y Estación total Pentax W 1505 N.
- Sistemas de posicionamiento global diversos.
- Retroexcavadoras de diversas capacidades.

Luego se realizó una recopilación y relevamiento parcial de equipos, técnicas profesionales e instituciones de fácil acceso con potencial para colaborar en el sistema del medio civil y las nuevas oportunidades y capacidades humanas dentro de la institución. A modo de resumen se ejemplifican en el cuadro 1.

Recursos y medios	Ejemplos
Equipos	Equipos de perforación de última generación, equipos para realización de estudios de retrospección geológicos. Etc.
Técnicas y estudios zonales	Estudios de retrospección geológicos. Cartas geológicas, mapeos, relevamientos ensayos a campo de diversos tipos. Etc.
Profesionales	Geólogos, edafólogos, químicos, geógrafos, Agrónomos, ingenieros, técnicos del área, que trabajan en los diferentes AGP.
Instituciones y empresas	YPF, YCF, Empresas mineras varias, INTA, SENASA, Universidades naciones e internacionales diversas con cedes o injerencia en los diferentes AGP.
Dentro de la institución	
Reserva del Ejercito	Ingenieros, geólogos, bioquímicos, personal gerencial de empresas petroleras y mineras etc.

Cuadro 1. Relevamiento de equipos, técnicas profesionales e instituciones.

Fuente: Autor.

- 3) **Fase 3.** Poder, Unir, extrapolar, evaluar, incorporar, analizar y relacionar los medios propios, antiguos y modernos, entre si y, éstos mismos a los medios anexados de otros medios civiles al trabajo de búsqueda, captación, extracción, almacenaje y potabilización de agua fue la discusión central del trabajo, discusión que dejó lineamientos y convencimientos de la potencial mejora.
- 4) **Fase 4.** Esta última etapa se centró en organizar las ideas fuerza y la información recopilada en pos del mejoramiento del sistema.

CAPÍTULO I

CARACTERÍSTICAS DE LAS FUENTES DE AGUA

1. Consideraciones básicas sobre el agua

a. **Introducción.** El agua constituye uno de los componentes distintivos de nuestro planeta, su molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno y su fórmula química es H₂O. Es un líquido inodoro, insípido e incoloro. También se puede encontrar en varios estados. Y en diferentes tipos (fundación Aquae, 2013):

- **Potable:** Aquella destinada para el consumo humano.
- **Dulce:** Se encuentra en la superficie terrestre de manera natural, así como en ecosistemas subterráneos.
- **Salada:** Posee una concentración de sales minerales disueltas de cerca del 35%, y se encuentra en océanos y mares.
- **Salobre:** Tiene más sales disueltas que la dulce, pero menos que la salada.
- **Dura:** Aquella que contiene un alto nivel de minerales disueltos (en especial el Calcio).
- **Blanda:** Es el agua en la que se encuentran disueltas una mínima cantidad de sales.
- **Destilada:** Cuando ha sido purificada o limpiada mediante destilación.
- **Residuales:** Cualquier tipo de agua cuya calidad está afectada negativamente por la influencia del ser humano.
- **Negras:** Contaminadas con heces u orina.
- **Grises:** También conocida como agua usada, es aquella que proviene del uso doméstico.
- **Cruda o bruta:** No ha recibido ningún tratamiento y suele encontrarse en fuentes y reservas naturales.

Como dato secundario es importantes aclarar que:

- Alrededor del 70% de la superficie de la Tierra está ocupada por agua.
- El **97,4 %** de ella es salada y ocupa principalmente océanos y mares.
- El **1,8 %** está parcialmente confinada en regiones polares y glaciares en forma de hielo.
- El **0,8 %**, es decir una parte sumamente pequeña, constituye el “agua dulce”, que es potencialmente apta para consumo humano (subsistencia e higiene y actividades productivas) y se encuentra principalmente (93 %) como agua subterránea en acuíferos y en menor proporción en ríos y lagos.

- La agricultura es la actividad que mayor demanda y consumo tiene; en promedio, el 73% del agua “dulce” extraída se destina a este propósito. En los sistemas de riego más empleados sólo el 37 % del agua es aprovechado por la planta, el resto se pierde.
- Los procesos de contaminación (también incrementados), han afectado su calidad, sobre todo en la denominada “agua dulce”, imprescindible y vital para el ser humano. El deterioro así producido y su persistencia pueden generar cambios irreversibles, transformando en muchos casos el agua en no potable
- El consumo humano de aguas con contaminantes químicos y / o biológicos genera un amplio espectro de enfermedades, que afectan sensiblemente la calidad de vida de millones de seres humanos y sus perspectivas futuras.
- El agua apta para el consumo humano debe poseer las características enunciadas en el Anexo 1.

b. Aspectos geológicos y geográficos de relevancia. Hay muchos aspectos que influyen en la calidad, cantidad de agua y de que esta sea aprovechable o no, y de serlo en qué medida, y/o a que costo puede potabilizarse.

c. Aguas superficiales. Por cuanto al suelo, y en relación al agua, puede decirse que para el caso de aguas superficiales el tipo de suelo en cuanto a textura y estructura, facilita, dificulta o impide la percolación, el escurrimiento o la evapotranspiración, entre otros aspectos. Tan importante como el aspecto textural y estructural del suelo es la cantidad y forma del contenido orgánico, que influye en forma directa con la estructura y con la retención y disponibilidad de agua por su relación con misma.

Es así como un suelo del tipo franco o arenoso, con poco contenido de materia orgánica (menos de 1 o 2 %), posee per se poca estructura y una textura granulométrica grande (poca o nula característica coloidal); Con ello el agua se evapotranspira mucho más que en suelos de otras características. Así mismo infiltra y percola en forma exponencial en relación con suelos más evolucionados o con mayor cantidad de materia orgánica y/u otra tipo de texturas y/o estructura.

Este tipo de suelos arenosos y franco arenosos son los que predominan en los AGP específicos de la Puna, Patagónico y de montaña.

d. Aguas subterráneas. Para el caso de aguas subterráneas lo importante ya radica en el tipo de suelos que encontramos en profundidad. El tipo de material originario que esta confinando al agua es de fundamental conocimiento, para conocer el tipo químico que poseerá el agua a obtener y si será fácilmente potabilizada o no. Así mismo la presencia de piedras en el tramo entre la superficie y la cuenca subterránea es indicio del costo y el tipo de equipo a utilizar para su captación.

Las napas son los reservorios donde debe obtenerse agua, por la misma razón es que debe perforarse y llegar hasta ellos. A grandes rasgos y de manera general existen 3 tipos de napas freáticas. Aquella primera o libre, que no está confinada (no está retenida a presión) que se asienta sobre una capa impermeable y que recibe aportes de agua verticales y horizontales. Esta capa es la más susceptible a la contaminación.

Una segunda napa que se encuentra confinada entre dos capas impermeables (muchas veces mantos rocosos profundos, piedra o gravas) retenida a presión, que recibe aportes solo horizontales, y es por lo general la mejor en calidad por su no salinidad y alejada de los contaminantes. Esta agua por lo general se encuentra así confinada desde hace siglos. Y se encuentra, en una gran mayoría de casos, más allá de los 100 metros (siempre en términos relativos al lugar).

Y una tercera napa, que por lo general es salobre por estar confinada y apoyada por horizontes de material original de carácter coloidal que le transfieren sales ionizándola. Si recibe aportes son horizontales y son las que se encuentran más profundas sobre el perfil. Estas aguas pudieron haber estado ahí durante milenios.

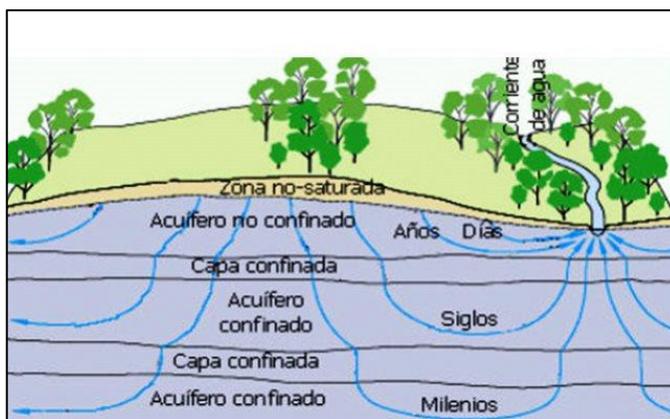


Figura 3. Flujo del agua subterránea.

Fuente: DÍAZ MARTÍN, J. (2013).

En los AGP encontramos en muchas zonas estos perfiles (con mantos rocosos) debiendo alcanzar segundas o terceras napas con técnicas que permitan si o si una roto perforación con brocas y equipos para ese fin y no solo una perforación en exclusividad.

e. Los vientos. En relación a los vientos y aguas superficiales estos no solo evaporan el agua en superficie concentrando las sales disueltas en un espejo de agua o reservorio, sino que erosiona obras y formaciones naturales que ayudan a la conducción de la misma. Otro aspecto es que el viento transporta sedimentos que se concentran en la solución acuosa acumulada haciendo más complejo y costoso la filtración de la misma.

f. Las precipitaciones. Las precipitaciones es otro aspecto a tener en cuenta. Puesto que la cantidad, frecuencia y la época, como así también la forma de la misma, nos da una idea del tipo de suelo que podemos llegar a encontrar y el tipo de agua que puede llegar a captarse (para conocer la forma y los medios a utilizar). Por ejemplo los AGP en estudio son zonas desérticas parecidas (aunque hay zonas de montaña que no aplican a la generalidades expuestas), con vegetación principalmente xerófilas, muy similares en cuanto a la cantidad de lluvia (200 mm anuales) y distribución anual similar (mayoritaria invernal). Cuando esta precipitación es en forma nívea puede acumularse por largos periodos de tiempo en forma natural. Por lo que es de esperarse que haya mucha más cantidad y en calidades que por lo general son potables a la salida del invierno, y por cuanto dure la etapa de deshielo.

Otro tipo de precipitación en estas zonas son poco apreciables por cuanto son escasas fuera del invierno o percolan en superficie por el tipo de suelo predominante.

g. La orografía. En cuanto a la orografía éstas condicionan las aguas, tanto superficiales como subsuperficiales. Por lo que en zonas de mucha orografía como la puna o montaña existen circuitos que finalizan en ojos de agua, mallines, vegas o aguas surgentes de diversos tipos, en especial en la zona de laderas. Esto condiciona también el tipo de equipo a utilizar, la accesibilidad del mismo y aspectos de tipo logístico. En Patagonia el 90 % de su superficie es la llamada meseta patagónica donde los cursos de agua son por lo general subterráneas y superficiales temporales (rio Deseado) provenientes de cordillera (10 % de la superficie restante).

2. Ambiente Geográfico particular de Puna

a. **Generalidades.** En virtud que el trabajo de investigación guarda estrecha relación con los ambientes geográficos de puna, montaña y patagónico, se realizará una breve descripción de los mismos, focalizados en sus capacidades y limitaciones para la obtención y potabilización de agua

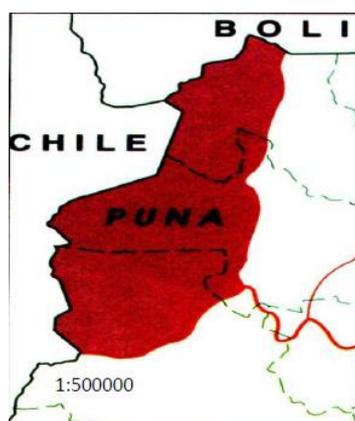


Figura4. Desierto Andino Puneño.

Fuente: Godoy K. (2007). Consultado setiembre 2020
<http://desiertoandinopuneno.blogspot.com/2007/09/desierto.html>

La puna es un ecosistema altitudinal que se desarrolla desde las orillas de los lagos (3600-3800 msnm) hasta una altitud aproximada de 4400 msnm. Según el volumen de precipitación es posible distinguir dos tipos principales de puna: húmeda y árida.

b. **Geología y Suelo.** La característica de los suelos es variable. Hacia el noreste de la eco-región, los suelos formados sobre sedimentos loéssicos, son arcillosos e imperfectamente drenados. Hacia el centro-oeste y sur de la región, son mediana a pobremente desarrollados, de texturas gruesas, escasamente provistos de materia orgánica, sin presencia de capas de acumulación de arcilla y, principalmente hacia el sur, con presencia de capas petrocálcicas y zonas medanosas.

En forma más puntual podemos decir que el 60% de la superficie total los suelos son en su mayoría pedregosos, graviliosos o arenosos de muy alta erosionabilidad. Con escasísima o nula estructura (estructura masivas o grano suelto) y muy baja a nula materia orgánica acumulable con tendencia a la salinidad y sodicidad con PH de 7 o más.

Existe en la cuenca del rio Miraflores otro complejo de suelos muchos más desarrollados pero del tipo sódico y salino. Con napas freáticas fluctuante entre 10 cm y 100 cm. Incluso

forman esteros y lagunas permanentes. Su textura es franco limosa y franco limo arcillosa. PH 8.5, con elevadas concreciones calcáreas. Este suelo está entre 1 y 3 km a lo largo del río en cuestión.

c. **Vientos.** Los vientos de esta zona llegan cargados de humedad la que descargan a elevarse por las laderas de los cerros, llegando a la puna sumamente secos y con temperaturas elevadas, muy desecantes; Además de secos, son fuertes y corren con intensidad a partir del mediodía. Alcanzan velocidades de 75 kilómetros por hora. También se observan fuertes ráfagas aisladas y numerosos torbellinos. Las tormentas de arena y polvo, que se dan preferentemente en agosto, alcanzan gran altura y traspasan la Puna hacia el oriente llevando su carga fina de materiales hacia los valles y la llanura chaqueña.

En forma puntual adquiere su máximo vigor soplando continuamente desde la Cordillera Occidental, con velocidades que alcanzan 25m/s (Igarzábal y Rivelli, 1996). En términos generales, la velocidad media es de 6,5 m/s y la dirección predominante es NO, resultando la misma influenciada por la orientación de las serranías.

d. **Precipitaciones cantidad y formas.** Su clima, denominado "la Puna Desértica" está determinado por la existencia de las últimas barreras orográfica del este que impide el paso de vientos húmedos proveniente del Atlántico, con diferencias de temperatura diarias y estacionales, de elevada heliofanía (85% de sol en los meses invernales), escasa precipitaciones que a veces sobrepasa los 100 mm al año y heladas muy intensas.

e. **Orografía.** La puna es un enorme bloque del antiguo basamento cristalino levantado a gran altura por la orogenia del terciario, ondulada surcada por cordones montañosos orientados según los meridianos, algunos hasta 2.000 metros sobre el nivel de la puna, la cual oscila entre los 3.500 y 4.000 metros sobre el nivel del mar, conformando en su interior valles sin desagües.

En general, las montañas interiores poseen un relieve áspero a causa de la intensa meteorización bajo un clima árido, frío y ventoso, las formaciones volcánicas dominan el relieve al occidente Volcán Socompa (6.031m.), Volcán Lullailaco (6.710m.), Volcán de Azufre (5.680m.) que constituyen grandes masas aisladas y cónicas, cuyos perímetros están circundado por escorias. Otras elevaciones que superan los 6.000 m están coronadas de nieve, Nevado de Cachi (6.950m.), Nevado de Palermo (6.120m.), ubicados en el borde de la puna hacia la Cordillera Oriental.

f. Ríos, cursos y espejos de agua. La zona de puna está poco desarrollada; en las cuencas interiores confluyen cursos de agua temporales, de muy escaso caudal, que recogen las lluvias ocasionales y se depositan en las depresiones ocupadas por salares.

Entre los cursos de aguas se encuentran, el río San Antonio, el de Los Patos, de los Pastos Grandes, las aguas de deshielo conforman las llamadas "Vegas" como la de Taca - Taca, Rincón, Incahuasi formando pequeños oasis de verdor.

La calidad del agua que se obtiene en estas condiciones es deficiente, cuando se realiza por pozos cavados frecuentemente la napa freática está contaminada, porque está a muy poca profundidad. Por otra parte los pozos de extracciones se encuentran cerca de los centros poblados o en inmediaciones de las viviendas, las que poseen letrinas precarias y son las mismas que se ubican en cotas por encima del nivel de los pozos de abastecimiento y son ellas la que producen la contaminación del acuífero libre.

Cuando la toma de agua está sobre cursos de aguas superficiales, su disponibilidad está restringida por períodos de sequías (durante el invierno). Hay que tener presente que las fuentes de agua superficiales, son también la fuente de agua de animales con los problemas de contaminación que ello significa.

Por otra parte los arroyos o el río que abastecen muchas veces a las poblaciones es el mismo donde se lava la ropa o bien donde drenan las cloacas, utilizando productos químicos (detergentes no degradables, jabones, etc.). También es común utilizar agua que se obtiene de acequias y de represas construidas para captar aguas de lluvia, que a su vez es utilizada tanto para consumo humano como también para riego.

El estado sanitario de la población de la Puna en su mayoría en zonas del interior de las provincias que la componen, en su gran mayoría coinciden con el perfil de zonas pauperizadas, desnutrición, enfermedades por falta de atención sanitarias, la deficiencia en el abastecimiento de agua potable se evidencia en la presencia de problemas de salud directamente ligados a la calidad y cantidad del agua consumida, teniendo presente que la contaminación bacteriológica produce parasitosis, diarreas, problemas dermatológicos.

En muchos casos los análisis de aguas han evidenciado también contaminación mineralógica, con grandes índices de arsénico que a través del consumo de agua y alimentos contaminados, la población es propensa a enfermedades como el cáncer, lesiones cutáneas, pero también se la asocia con problemas de desarrollo, neurotoxicidad, diabetes y hasta enfermedades cardiovasculares.

3. Ambiente Geográfico particular Patagónico

a. **Generalidades.** La Patagonia suele separarse en dos grandes sectores: Patagonia Norte (Neuquén, Río Negro y La Pampa) y Patagonia Sur (Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego, aunque esta última tiene suelo turboso muy distintos al resto). Pero a grandes rasgos puede decirse que la fisiología y el paisaje es bastante similar. En un corte con sentido Oeste – Este, puede verse un sector montañoso de cordillera de los andes, donde el agua no es problema por haber en cantidad y calidad, tanto en forma superficial como sub superficial.

Y donde por lo general solo se tienen en cuenta las problemáticas de zoonosis como hidatidosis y otras. Seguidamente un sector mayoritario ocupado por planicies y mesetas que levemente declina hacia el océano atlántico. Los aspectos son extremadamente disimiles entre estos dos sectores (montañosos y planicies-mesetas) por lo que nos enfocaremos en este segundo sector que es donde puede presentarse los mayores riesgos y problemas hídricos. Este sector en definitiva se conoce como meseta Patagónica, la misma se extiende por un territorio de 600.000 kilómetros cuadrados y está limitada al norte con el río Colorado.

Meseta: Paisaje relativamente elevado, formado por un sustrato rocoso, de relieve suavemente ondulado a plano y con muy suave inclinación. Pueden ser de origen basáltico o sedimentario.

Valles: Paisaje de relieve planocóncavo que ocupa los sectores relativamente más bajos de una región y que presenta un cauce central de carácter permanente o semipermanente.

Planicies: Paisaje que comprende extensas llanuras suavemente onduladas a planas con una suave inclinación regional.

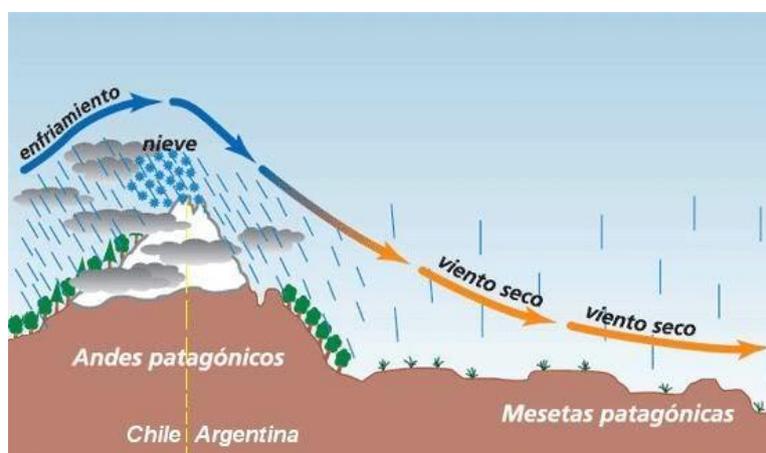


Figura 5. Variabilidad de Climas en diferentes alturas.

Fuente: Mecacheendie R (nov. 2011) artículo Salicornia y el Problema de la Patagonia Argentina. Consultado julio 2020.

<https://notasdelcuaderno.wordpress.com/2011/11/22/salicornia-y-el-problema-de-la-patagonia-argentina>

b. Geología y Suelo. Si bien hay muchos tipos de suelos en esta extensa región se presenta un resumen representativo que puede variar, a veces significativamente, de acuerdo a una región de estudio en particular.

El material sedimentario que cubre el relieve de la Patagonia Andina, es fundamentalmente, ceniza volcánica. Los suelos que evolucionan sobre este material volcánico, están clasificados dentro del Gran Grupo de los Andeptes, tal cual se expresa en el Atlas de suelos de la República Argentina (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 1990, p. 222).

La litología dominante está compuesta principalmente por rocas plutónicas y metamórficas, aunque en algunas zonas es importante la participación de rocas volcánicas, principalmente basálticas. Las cenizas volcánicas postglaciares, capas de lapilli o bien depósitos de origen glacial contaminados con arenas y cenizas volcánicas, constituyen los principales materiales originarios de los suelos.

Las mesetas acostumbran a estar envueltas por capas de basalto, el cual es efecto de las actividades volcánicas en la era terciaria, o por rodados patagónicos, los cuales son pedazos de roca ovaladas o redondeadas por la erosión y trasladado por las aguas provenientes del deshielo. En el entorno de las mesetas patagónicas se encuentra una sucesión de serranías de cimas de escasa altitud.

La trascendencia de estas sierras se apoya en que son núcleos desperdigados de agua y en ciertas ocasiones, tienen considerables depósitos minerales, como son los de hierro, en Sierra Grande, o los de plomo, en Pailemán. Entre las sierras de mayor importancia están las Patagónides, las cuales no llegan a los 2 mil metros de altitud.

Como textura predominante encontramos en los horizontes superficiales (A, B o AC) la franco arenosa y estructuras en bloques medios débiles. Tienen un espesor de 20 cm y se asientan sobre rocas. Suelos que por lo general no son salinos ni sódicos al oeste, pero sí lo son al este del sector siendo la salinidad alta a muy alta.

En resumen en un corte este – oeste podemos decir:

Sectores según altura, elementos que dieron origen a los suelos y régimen de humedad (Rodríguez Cruzado, 2003, p. 11):

- a.** Sector Oeste: Dominio de suelos de origen Andisol desarrollados en un ambiente húmedo a partir de cenizas volcánicas, de texturas medias. Presentan nulo déficit hídrico estival con moderado desarrollo del perfil. Evolucionaron bajo una vegetación de bosques densos.

b. Sector Central: predominio de suelos de orden Andisol desarrollados a partir de cenizas volcánicas, de texturas medias, en un ambiente húmedo a subhúmedo. Presentan un leve déficit hídrico estival, con un moderado desarrollo del perfil, los que evolucionaron bajo una vegetación de matorrales y estepas semidensos.

c. Sector Este (más del 90% de la superficie): dominio de suelos de transición entre los órdenes Anrisoles a Molisoles xéricos, desarrollados a partir de cenizas y arenas volcánicas, bajo una cubierta de estepa gramínea a arbustivo-gramínea, de texturas medias a gruesas, con un moderado desarrollo del perfil y un marcado déficit hídrico estival.

En cuanto al complejo fueguino los suelos son generalmente molisoles con textura superficial muy profunda bien drenados franco arenosa y con 5 a 12% de materia orgánica, con ph de 4 a 6, con alto contenido de aluminio. Los horizontes más profundos son arenos gravillosos o capas arcillo – arenos gravillosas compactas.

c. Vientos. Según Prohaska (1976) en pocas regiones del mundo el clima de una zona está determinado por un único elemento meteorológico, tal como ocurre en la Patagonia por la intensidad y persistencia del viento. La región está situada entre el flanco sur de las anticiclones semipermanentes y el cinturón de bajas subpolares. Estos sistemas de presión sufren pocas variaciones estacionales, tanto en intensidad como en posición, por lo que los vientos del oeste prevalecen en la Patagonia durante todo el año y proporcionan el mejor criterio para definir a ésta como una única región climática.

El clima templado frío, árido y semiárido de meseta con temperaturas muy bajas durante todo el año y fuertes amplitudes térmicas, es el que caracteriza a la zona de estudio. Los veranos son frescos y los inviernos fríos a muy fríos.

Sobre toda la Patagonia predominan los vientos del Oeste, caracterizados por su intensidad y persistencia (de cada 100 observaciones, de 50 a 70 registran la ocurrencia de los vientos del Oeste). Los vientos fuertes que se registran en la Patagonia favorecen la evaporación en un contexto de escasas precipitaciones y actúan como un importante factor erosivo del terreno, fundamentalmente ante las alteraciones de la cubierta vegetal. La variación diaria de la velocidad del viento se debe a la inversión de la temperatura en las capas de la atmósfera (Soto y Vázquez, 2000).

Los vientos del oeste, además de ser los más frecuentes, son los más intensos, con ráfagas que superan los 100 km/h y medias anuales de 98 km/h. Las velocidades máximas registradas coinciden con esta dirección y pueden superar los 120 km/h en cualquier momento del año.

La segunda dirección más frecuente es la del sudoeste, con el 14% de los casos y una velocidad media anual de 20 km/h, seguida por la dirección noroeste con una frecuencia del 9% y velocidad media de 18 km/h. Sumando las tres direcciones del cuadrante noroeste-sudoeste, totalizan el 75% de la frecuencia anual.

d. Precipitaciones cantidad y formas. Las precipitaciones son de 2 formas líquidas y níveas. En cuanto a la precipitación en toda la región es invernal en mayor ocurrencia. En tanto los valores en la región andina alcanzan hasta los 2000 mm anuales en algunos sectores, lo que se visualiza con la vegetación y el tipo de evolución de los suelos. Hasta los 150 mm como máximo apenas salimos de la zona montañosa. Esto se traduce en suelos jóvenes de texturas gruesas, escasos de vegetación (en su mayoría baja como pastizales o arbustiva xerófila) sin estructura y poca o nula agua en superficie o con problemas de sodicidad o salinidad asociada. Salvo los grandes ríos de deshielo que bajan de la cordillera rumbo al océano atlántico.

e. Ríos, cursos y espejos de agua – aguas sub superficiales. Para este análisis debemos diferenciar en la zona patagónica dos grandes zonas:

La zona montañosa o de faldeo, que se caracteriza por la preponderancia de lagos, que cargan aguas relativamente pura, hasta en lugares de nula salinidad (prácticamente sin sales disueltas) lo que tampoco esta característica la hace apta para consumo humano. Otra característica que existe en la Patagonia es que hay pocos curso de agua que crucen desde las montaña (oeste), hacia la zona de mesetas (este).

Los ríos superficiales en la Patagonia son productos de deshielos , por lo que se caracterizan de no estar contaminados y no suelen tener durezas en el inicio de su recorrido; a medidas que toman su curso alejándose de su origen en los faldeos y acercándose a las mesetas en el este, se tornan salinos y sódico, teniendo presente la composición de los suelos por haber estado bajo mar cerca de la costa, por la misma erosión y contacto con el suelo es que se cargan de minerales, pero su característica sin embargo la hace propicia para consumo humano.

También podemos encontrar cerca de los faldeos los conocidos ojos de agua, producto de aguas surgentes que la hacen propicias para el consumo humano por ser aguas de deshielos que no llego a salinizarse.

Cabe destacar que hay ríos, como ser el Rio Deseado que se caracteriza en su recorrido de ser superficial pero por tramos se torna subterráneo.

El Agua subterránea en la Patagonia se puede encontrar por lo general en las tres capas o napas freáticas nombradas con anterioridad, la primera suele encontrarse salobre por el material con la que se encuentra en contacto. En una amplia región, hay mucha de esta napa contaminada por actividades propias de la zona como el petróleo y la minería. A diferencia de la primera napa, la segunda (encontrándose a aproximadamente 100mts de profundidad) es en cantidad y calidad apta para el consumo humano y tercera (a 150 - 200 mts y en ocasiones más profundas según la zonas), dependiendo el lugar puede o no ser apta para consumo humano o animal. Como se expresó con anterioridad estas dos últimas napas freáticas están confinadas y a presión. Siendo la diferencia entre ambas la salinidad medidas en mohms por las capas impermeables donde se asientan. Como contrapartida para la obtención de dicha agua demanda un gran trabajo de roto perforación diferente y profunda que en otros AGP.

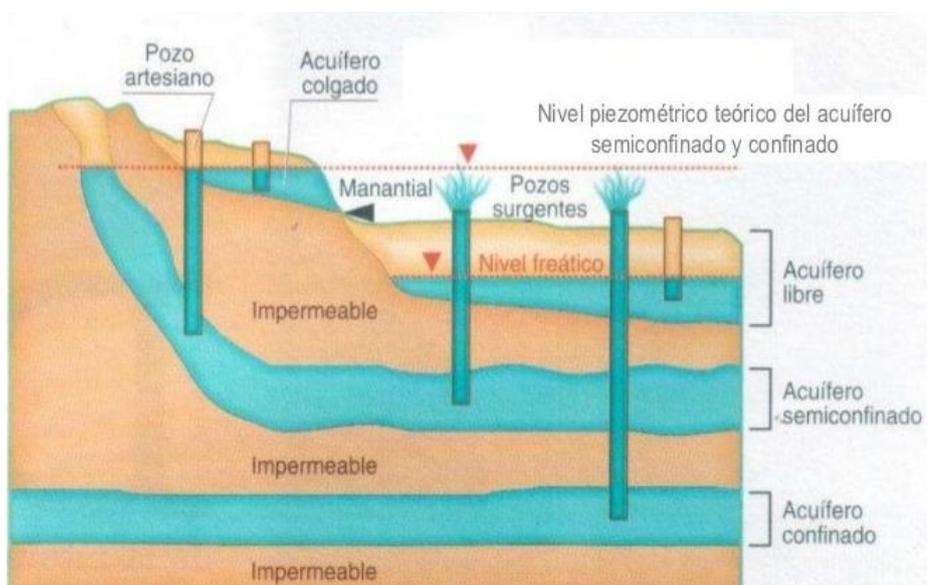


Figura 6. El agua subterránea.

Fuente: Saetero M. (2013). Consultado setiembre 2020

4. Ambiente Geográfico particular de Montaña

Por haber descrito dos zonas montañosas que forman parte del sistema montañoso argentino, se tomara en cuenta solo el sector central de la cordillera como así otras zonas montañosas no tratadas con anterioridad.

a. Generalidades. Las montañas constituyen un ecosistema frágil que ocupa un 25% de la superficie terrestre y alberga un 12% de la población mundial.

Las montañas en la República Argentina se extienden en el 30 % del territorio del país y están ocupadas por aproximadamente 1.500.000 habitantes.

Las áreas montañosas están representadas, particularmente, por la Cordillera de los Andes y otros sistemas montañosos que se clasificaron según datos de alturas y pendientes del modelo digital de elevaciones del terreno, en este caso, obtenido a partir de la Misión Topográfica Radar Shuttle – SRTM (_Shuttle Radar Topography Mission), versión 45 metros (NGA-IGN Argentina).

Los datos de alturas y pendientes del territorio nacional permitieron delimitar 5 regiones montañosas características: altiplanicie, alta montaña, montaña, sierra y colina.

Clasificación	Altura (MSNM)	Pendiente (%)
Altiplano	> 3.000	< 10
Alta montaña	> 3.000	> 10
Montaña	2.000 – 3.000	>2
	1.000 – 2.000	> 10
Sierra	1.0 – 2.000	1–10
	2.0 500 – 1.000	> 10
Colina	500 – 1.000	2–10
	300 – 500	> 10

Figura 7. Cuadro comparativo de alturas y pendientes.

Fuente: Autor

El término montaña (del latín montanea, mons, montis, monte; éstos del griego men, sobresalir) se define como una elevación natural del terreno, con cima de superficie relativamente pequeña que domina el territorio circundante. Desde el punto de vista geográfico, las condiciones necesarias para calificar de montaña a una prominencia varían según los lugares, ya que deben considerarse dos aspectos: altura y pendiente. Según la altura se define como montaña a una elevación natural de más de 300 metros sobre el nivel de base.

En cuanto a la pendiente, debe ser igual o superior al 30% desde la cima a la base. Desde el punto de vista geológico, la montaña es una geoforma compleja, debida a la interacción entre tectónica y procesos superficiales condicionados por el clima.

En relación al agua se deben describir las siguientes características de toda zona montañosa

- Procesos erosivos activos vinculados con la tectónica y el clima: cambios del nivel de base, acción de ríos, viento, precipitaciones, glaciares, etc.

- Según su altura, constituyen barreras para los vientos, promoviendo la descarga de precipitaciones.
- Cambios dinámicos en los sistemas ecológicos y en la biodiversidad en general.
- Las poblaciones que habitan en estas zonas en muchos casos realizan actividades de tipo trashumante, como la ganadería extensiva, con utilización estacional de los diferentes ambientes montañosos.
- Son sistemas particularmente vulnerables ante el impacto producido por las actividades humanas.

b. Geología .Geológicamente podemos citar algunas unidades geológicas de relevancia y representativas.

c. La Cordillera Principal, Occidental o del Límite. Como Cordillera Principal se define al sector cordillerano de mayores alturas relativas sobre el nivel del mar en América. Esta zona presenta diversas formaciones como las cumbres principales, los glaciares descubiertos y campos de nieve perenne y los depósitos glaciares (till, morenas, termokarst, glaciares de rocas, valles glaciales, área de influencia de aludes, deslizamientos y avalanchas), valles y depósitos glacifluviales y las depresiones intermontañas menores.

d. La Cordillera Frontal u Oriental. En el área de los granitoides y de las volcanitas la red hidrográfica consecuente, es aún de textura gruesa. El proceso de consolidación del drenaje y el desarrollo de sus valles tributarios todavía no ha terminado. El clima frío y seco, las precipitaciones disminuyen de sur a norte (1.000 mm de precipitación nival en Malargüe – 133 mm en Uspallata) y de oeste a este (desde 600 mm en Cristo Redentor a 195 mm en el pie de monte de la Precordillera). Zona de vientos fuertes y constantes, sometida a bajas temperaturas, el relieve impone sucesiones climáticas que determinan pisos de vegetación, como cinturones bioclimáticos donde la vegetación se modifica en función de la topografía, disponibilidad de agua y suelo, orientaciones, etc.

e. Precordillera. Son elementos importantes en el ambiente precordillerano las extensas altiplanicies o "pampas" de altura, amplias superficies de erosión cubiertas con material pleistoceno, grueso y permeable. Se conecta la Precordillera con el piedemonte y la llanura a

través de abruptas quebradas transversales sin cursos de agua permanente, pero salpicadas de surgencias.

f. Payunia. Con el nombre de PAYUNIA o PAYENIA (Polanski, 1954) se conoce al sector caracterizada geológicamente por la presencia casi exclusiva de rocas en su mayor parte de composición basáltica, que imprime a la zona un paisaje mesetiforme con superposición de construcciones volcánicas típicas. La Payunia se puede considerar como un ambiente volcánico complejo, relieve irregular generado por la alternancia de conos volcánicos con extensas planicies basálticas.

g. Cerrilladas y Huayquerías Pedemontañas. Son éstas montañas de erosión de poca altura. Se encuentran dentro de la clasificación de montañas bajas. Conforman sistemas de estructuras plegadas anticlinales, colinas alineadas y mesetas, dando origen a un relieve sumamente heterogéneo de lomas, pedimentos locales, sierras, crestas, cuevas y mesetas residuales. Bordeando las mesetas y cerrilladas, las aguas de las tormentas torrenciales han elaborado una complicada y densa red de surcos y cárcavas. Las arcillas y limos forman empinadas paredes casi sin vegetación, conformando el típico paisaje de bad-lands (tierras malas o "mal país") conocido localmente como huayquerías. Los suelos están formados por materiales como areniscas y calcáreos, poco resistentes a la erosión. En general falta completamente el agua y donde se encuentra es salina.

h. Suelo. En cuanto a suelos y su relación con el agua subterráneas o edafoclima, en general, en la región de encuentran los siguientes tipos de suelo

- Régimen de humedad:
- **Árido:** Hay marcado déficit de humedad en el suelo durante la mayor parte del año
- **Ústico:** Hay un déficit moderado y las precipitaciones son monzónicas
- **Xérico :** Déficit moderado y las precipitaciones son invernales, es decir un clima de tipo Mediterráneo
- **Údico :** No hay déficit sino un excedente moderado de agua en el perfil del suelo
- **Ácuico:** Suelos con drenaje pobre el suelo está saturado con agua.

Hacia el oeste se evidencia aumento en el contenido de materia orgánica, disminución o lixiviación de carbonato de calcio y otras sales más solubles, aumento de las propiedades ácidas. En esta región las llanuras eólicas están constituidas fundamentalmente por depósitos

arenosos a diferencia de otras provincias argentinas, por ejemplo: Buenos Aires, donde predomina el loess (limos y parte de arcillas).

Como referencia al alcance de aguas subterráneas para su obtención en suelo es de fácil perforación por cuanto están constituidos por arena o materiales sueltos típicos de las regiones áridas con suelos jóvenes con escasa vegetación y xerófila. Pero dependiendo la profundidad del perfil habrá mantos rocosos que habrá que perforar para alcanzar el agua confinada. En otros sectores el tipo de suelo acumula agua en su perfil y podría llegar a ser aprovechable, pero la misma está muy cerca de la superficie con la consiguiente exposición a la contaminación (en especial agrícola).

i. Vientos. En términos generales podemos citar que en las altas montañas, en las crestas raras veces está en calma. Por el contrario, los fuertes vientos en los valles protegidos son raros.

Normalmente, el aumento de la velocidad del viento con la altitud se intensifica por el terreno montañoso. Las brisas del valle que ascienden por las pendientes son más comunes en la mañana, mientras que las brisas que descienden de la montaña son más comunes en la noche. Aumenta la velocidad del viento cuando se ve obligado a pasar por las crestas y los picos (levantamiento orográfico), o cuando se canalizan a través de la reducción de valles, pasos, y los cañones (efecto Venturi). El viento puede soplar con gran fuerza en una ladera expuesta o cumbre.

Los vientos de montaña pueden causar cambios rápidos de temperatura y complementarse con nieve suelta, la arena o desechos afectando la conservación del agua reservada.

En las elevaciones más altas, el aire es considerablemente más seco que el aire a nivel del mar. Debido a este aumento de la sequedad.

j. El Zonda. Los vientos del Pacífico, se elevan y pasan los Andes, donde pierden la humedad; atraviesan la cordillera vientos fríos y secos. El viento que en cuyo se conoce como Zonda, se origina en el océano Pacífico sur, y al atravesar la cordillera, pierde su humedad en los faldeos cordilleranos de Chile, pasando como viento seco a las provincias andinas. Al descender, en el Baldeo oriental de la cordillera, se va calentando, hasta llegar a la región como un viento cálido, seco, sofocante, con temperaturas que pueden superar los 40° C. El viento Zonda se manifiesta con mayor intensidad en los meses de agosto y septiembre. Los vientos del Atlántico, debido a la distancia con la región, tienen una acción perceptible en el verano. Esta acción origina las características tormentas del desierto, torrenciales,

concentradas en espacio y tiempo, que se producen principalmente en el período diciembre-febrero.



Figura 8. El Clima Árido de Alta Montaña.

Fuente: LUCIA. D (2013). Consultado agosto 2020. <https://edu.glogster.com/glog/clima-rido-de-alta-montana/1gljg80a7mn?=glogpedia-source>

Estos vientos de cordillera, son sumamente desecantes que erosionan el suelo y evaporan grandes cantidades de agua acumulada, es necesario ser redundante en este último punto, no son cantidades normales las que se perderán, son realmente grandes cantidades que si no se prevee es probable que se pierdan la mitad o más, del agua acumulada en esta época, concentrando nuevamente electrolitos que puedan causar averías en los equipos o riesgos sanitarios para quienes consuman el agua. Así mismo el personal que opere en la zona debe estar adaptado y equipado a estas condiciones en esta época del año.

k. Precipitaciones cantidad y formas. Las escasas precipitaciones pluviales que caen en la planicie ocurren en verano y provienen de las masas de aire cálidas y húmedas del anticiclón del Atlántico. La acción del anticiclón del Pacífico domina el clima cordillerano, frío y con precipitaciones nivales en invierno. Pero el rasgo común que caracteriza al clima mendocino es la aridez.

Hay tres áreas distintas con respecto a la lluvia y su forma como así igual de la temperatura.

- **Hacia el oeste** encontramos el clima árido de alta montaña, con temperaturas medias inferiores a los 12 C, amplitudes térmicas diarias y anuales muy marcadas y precipitaciones nivales y puntuales dependiendo del relieve.

- **Al centro-nordeste** se ubica el clima árido de sierras y bolsones, con temperaturas medias anuales entre los 14 y 18 C, amplitudes térmicas diarias y anuales muy marcadas y precipitaciones insuficientes, aunque torrenciales en verano.

- **Al centro-sudeste**, el clima árido estepario se presenta con temperaturas medias anuales entre los 11 y 16 C, amplitudes térmicas diarias y anuales marcadas y precipitaciones inferiores a los 200 mm repartidas desigualmente a lo largo del año.

Todo el territorio presenta acentuada continentalidad y precipitaciones irregulares y esporádicas que, cuando se producen suelen ser muy intensas y provocar aluviones que dañan a la actividad agrícola y áreas urbanas. Para evitar esa acción destructora, favorecida por la fuerte pendiente y la falta de vegetación, se han construido canales y defensas que encauzan el desagüe superficial del agua de lluvias. Dato a tener en cuenta, en el momento de tener que abastecerse de agua, aunque se debe tener en cuenta la densidad de agua, con sedimentos que eviten tapar filtros y otros componentes de los equipos potabilizadores.

En cuanto a valores más precisos podemos decir que en la zona las precipitaciones alcanzan valores de 192 milímetros anuales en el este y de 343 milímetros en el sur. La zona de máxima aridez se registra en el noreste, con valores inferiores a los 100 milímetros de precipitación anual.

El régimen de lluvias es estival, lo que significa que las mayores precipitaciones se registran en el período noviembre-marzo, con mayor intensidad en la época diciembre-febrero.

Esto limita mucho la captación de agua de lluvia o canalizada por la escases de la misma. Además de la estacionalidad y la forma en que se presenta por cuanto a su erosionabilidad.

En cuanto a captación de agua en estado níveo es claramente estacional y debe tenerse en cuenta no solo, el lógico cambio de estado de la misma, sino también hay que tener en cuenta los suelos donde se fijen los equipos, puesto que el suelo cambiara de densidad con la temperatura y su génesis y textura propia.

I. Orografía y relieve. Esta estructura presenta un relieve joven ya que sus alturas superan los 5000 m, posee cumbres con forma de agujas y laderas con pendientes agudas. Está formada por dos cordones: la cordillera Principal y la cordillera Frontal. En la cordillera Principal se destacan el cerro Tupungato (6800 m) y los volcanes Maipo y San José. En la

cordillera Frontal se encuentran las montañas más altas del continente: el cerro Mercedario (6770 m) y el cerro Aconcagua (6959 m). El plegamiento andino influyó sobre la precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza. Este plegamiento elevó montañas de menor altura, formadas por sedimentos más antiguos. Un extenso valle, desde Uspallata hasta La Rioja, separa la Precordillera de la cordillera Frontal.

Las sierras Pampeanas forman parte del relieve montañoso de las provincias de Catamarca, Tucumán, Salta, La Rioja, San Juan, San Luis, Córdoba y Santiago del Estero. Esta formación, emplazada sobre el macizo de Brasilia, se formó por plegamientos muy antiguos, luego fue erosionada y volvió a ascender con el plegamiento andino.

m. Ríos, cursos y espejos de agua. La región de Cuyo forma parte de la llamada "diagonal árida". Gran parte de los ríos de esta región son de deshielo, teniendo su mayor caudal a partir de verano y primavera. Las aguas de los ríos de cauce permanente, sumadas a la extraída de los acuíferos, son las que abastecen y hacen posible los oasis cultivados.

Los ríos de la región pertenecen al Sistema del Desaguadero, que es el principal colector de aguas para consumo humano, para el riego y la generación de energía eléctrica. Los recursos hídricos de ésta zona deben ser considerados con especial atención, puesto que un tratamiento inadecuado de los mismos puede llevar a graves situaciones de difícil solución.

Existen en la región gran cantidad de embalses debido a las escasas precipitaciones en momentos determinados. En estos se almacena el agua para consumo humano, como los regadíos mediante canales o acequias que le dan sustento a los oasis.

En esta región al igual que en Patagonia, existe gran incidencia de algunas Zoonosis y parasitosis humanas (hidatidosis) que deben prestar especial atención cuando se obtenga y almacene agua de determinados sectores

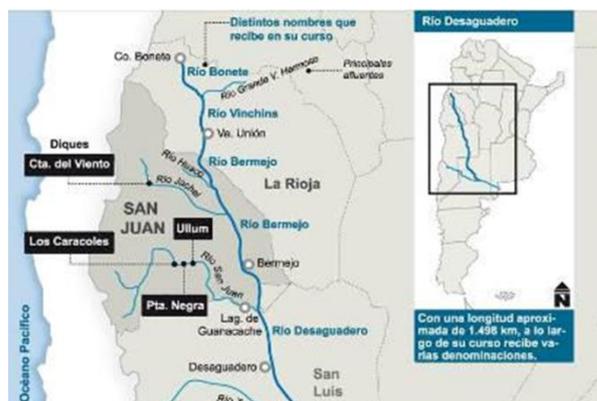


Figura 9. Usos del Río Desaguadero - Salado en la alta cuenca y sus consecuencias en la Pampa.

Fuente: González, Roxana (2016) https://www.ina.gov.ar/ifrh-2016/trabajos/IFRH_2016_paper_125.pdf

Conclusiones parciales

La diversidad de morfologías, climas, tipos de suelos, épocas del año, vientos, precipitaciones, en particular de los ambientes geográficos particulares que fueron citados, dan una idea de la multiplicidad de fuentes de agua que los mismos poseen, que en su dimensión parecen similares o que se pueden encontrar en diversas áreas reducidas. Cada AGP tiene particularidades que influirán en el resultado final, en el uso eficiente de los medios y recursos para la disminución de los costos, que usualmente son altos per se.

Tener presente estos conceptos aportan datos para quien no posee conocimientos de estos y magnificar que en ellos existen grandes extensiones de territorios hasta alcanzar las fuentes de agua, muchas veces de difícil acceso o simplemente inexistentes. Aportan también de manera sencilla y sin costo en ocasiones inferir en gabinete, con que calidad de agua pueden encontrarse en algunas zonas, evitando así reconocimientos en vano o pérdidas de tiempo y recursos; Aportaran datos oportunos para planificar la magnitud de los trabajos que se demandan en los diferentes AGP y que en la mayor de las oportunidades no se dimensiona.

En lo referente a los ambientes geográfico particulares en los que el autor se desempeñó como parte del planeamiento en la unidad y como jefe de las plantas potabilizadoras en terreno, refiere que a la hora del asesoramiento y por falta de información previa y precisa no tuvo esa flexibilidad necesaria para proyectar sus medios (personal y material) necesarios, lo que dificultó el abastecimiento de agua de manera inmediata provocando que se generen pedidos imprevistos a la hora iniciar los trabajos y de sostener en el tiempo los pedidos.

También es usual la falta de conocimiento de las unidades y subunidades encargadas de proveer el agua, sobre recursos, apoyos profesionales y medios del ámbito civil referente a la temática.

CAPÍTULO II

MEDIOS DE OBTENCIÓN DE AGUA

1. Referencia Histórica y Antecedentes.

Las Unidades del Arma de Ingenieros disponían 17 años atrás, como único equipo para el tratamiento del agua, al Equipo Stellar AB 3.

Este Equipo, si bien continúa en servicio y presta utilidad, está muy lejos de cubrir todas las necesidades de tratamiento que demanda la tropa en campaña y los cada vez más frecuentes requerimientos de apoyo a la comunidad y ayuda humanitaria.

El Equipo potabilizador Stellar AB 3 tiene la capacidad de purificar agua dulce superficial por coagulación y filtración. Posee la gran limitación de no estar en capacidad de llevar a cabo la descontaminación microbiológica, la desmineralización del agua, y la descontaminación bacteriológica.

Ante esta necesidad es que se plantea la necesidad de modernizar e incrementar la capacidad de tratamiento de agua de las Unidades del Arma, mediante la incorporación de un equipo con capacidad para el empleo de la tecnología de ósmosis inversa.

Considerando que se requiere potenciar las capacidades de las Unidades, se pretende acoplar el equipo Stellar al nuevo diseño. No se plantea la eliminación de éste. Por el contrario se pretende aprovecharlo para que efectúe el pretratamiento que requiere todo proceso de Ósmosis Inversa y en vistas a ello es que urge lo que a continuación se detallara.

a. Año 2003. En el mes de Febrero, el jefe del B Ing 601, solicita al personal del Ca Ag que se desempeñaba como bioquímica y a personal Técnicos Electricistas del Cdo de Ingenieros, un proyecto para mejorar la performance de los equipos potabilizadores mencionado con anterioridad (Stellar AB3) y se realizó una propuesta que fue analizada por la Escuela Técnica. En Diciembre fue aprobado por Comando de Ingenieros y pasa pedido de fondos para realizar el prototipo.

b. Año 2004. En el mes de abril, son aprobados los fondos para el desarrollo y se decide realizar 2 prototipos. En julio, se realiza la licitación para compras de materiales. En agosto El primer equipo es presentado y se entrega al 1er Batallón Haití para su despliegue, el 2do equipo es entregado al B Ing 601 para las pruebas de desempeño. En el mes de diciembre, el presupuesto 2005 incluye una partida presupuestaria para confeccionar 10 plantas potabilizadoras FOI.

c. Año 2005. En los meses de marzo y abril, se realizan las licitaciones de compras para el material para su confección y dado los valores del material comprado es factible construir 16 plantas FOI. Entre mayo y noviembre, en las instalaciones de la Ca deposito 601 de Villa Martelli se reciben los acoplados 1,5 ton que provienen de las unidades de Ing que recibirán los equipos construidos. En noviembre se hace la primera entrega de 16 plantas potabilizadoras FOI a las unidades del Arma de ingenieros del interior del país, realizándose una ceremonia presidida por el JEMGE.

d. Año 2007. El JEMGE solicita a Cdo. Ing. desarrollar un proyecto para una planta Potabilizadora de Gran Capacidad, que podría abastecer de agua potable a una población de 5000 habitantes en emergencias. Se desarrolla un proyecto para realizar una ensachetadora que pudiera formar parte de las plantas potabilizadoras y se realiza una licitación para comprar efectos a fin de construir 10 plantas FOI y un prototipo de Gran capacidad.

e. Año 2008. Se entregan las 10 plantas potabilizadoras a Unidades de Ing y una Planta Gran Capacidad a la Ca Ing Ag 601 y se presenta la ensachetadora montada en una planta FOI.

f. Entre los Años 2009 y 2019. Se construyen 9 Plantas potabilizadoras de gran capacidad con ensachetadora. En varios procesos se construyen 16 plantas FOI.

2. Operaciones Realizadas

a. Operaciones Nacionales, Provinciales y Municipales. Desde el año 2001 hasta la fecha se han realizado más de 300 intervenciones en ayuda a la comunidad.

Se destacan:

- Erupción Volcán Hudson despliegue al noroeste de Santa Cruz y sudoeste de Chubut
- Apoyo a la inundación de planta potabilizadora de Rio Grande. Tierra de Fuego
- Cenizas de Volcán Chaiten, Esquel- Chubut
- Cenizas de Volcán Puyehue, Bariloche y San Martin de Los Andes
- Inundaciones de Lujan y San Antonio de Areco.
- Inundación de La Plata.
- Deslave en Tartagal, Salta
- Operativo viaje papal, Clorinda – Formosa
- Despliegue en prevención por posible erupción volcán Hudson en Los Antiguos y zonas aledañas (Santa Cruz)

- Apoyo de agua por rotura en acueducto central de abastecimiento en 5 oportunidades en la localidad de Caleta Olivia, Santa Cruz.
- Apoyo por falta de agua, incomunicación y corte de suministros a razón de un alud en la localidad de Telsen, Chubut.
- Apoyo a las comunidades originarias en la Provincia de Salta y Jujuy.

b. Operaciones Internacionales. Inundación en Beni y Trinidad – Republica plurinacional de Bolivia. Cenizas de Volcán Chaiten – Chile. Terremoto – BioBio – Chile. Apoyo incendios Forestales - Republica plurinacional de Bolivia.

c. Desarrollo Internacional. En Ecuador, se facilita una planta FOI para realizar un desarrollo similar y se dicta curso de operación y mantenimiento. Instrucción de personal. En Paraguay, se facilita para realizar un desarrollo similar y se dicta curso de operación y mantenimiento, además de instrucción de personal.

3. Equipos y proyectos del Ejército Argentino relacionados

a. Proyecto especial Base Esperanza – Antártida Argentina. Se desarrolla una planta potabilizadora para la Base Esperanza en 2015 y se coloca la misma en la Base. En la Campaña antártica de verano 2018, se procede al control de la planta y se coloca una planta potabilizadora de osmosis inversa para agua de mar. Campaña antártica de verano 2019



Foto 1. Presentación 1er equipo potabilizador de agua de osmosis inversa en el mes de Agosto del año 2004.

Fuente: Archivo fotográfico Ca Ing Ag 601.

La Dirección de Ingenieros e Infraestructura diseño, desarrollo y construyó dos modelos de Plantas Potabilizadoras móviles: FOI 600 lts/hs y Gran Capacidad con ensachetadora.

Estos equipos fueron realizados completamente en instalaciones propias con personal profesional y técnico del B Ing 601, Ca Ing Ag y la Dirección de Ingenieros e Infraestructura

a. Modelo FOI 600 lts/hs. Serie prototipo: 2 unidades (2004), Serie I: 16 unidades (2006), Serie II: 10 unidades (2008), Serie III: 5 unidades (2012), Serie IV: 10 unidades (2015), Serie IV: 1 unidad (2016).

b. Modelo Gran capacidad con ensachetadora. Serie I Modelo prototipo: 1 unidad (2008), Serie II: 3 unidades (2013), serie III: 6 unidades (2015).

En el momento de la entrega a las unidades receptoras se dictó un cursillo para operadores, dictado por personal de esta Dirección de ingenieros y anualmente mediante jornadas de capacitación en B Ing 601 y actualmente se desarrollan en Ca Agua 601. Las Plantas cuentan con un manual con descripción de operación y mantenimiento que está en proceso de revisión para su aprobación.

Los equipos purificadores por ósmosis inversa son capaces de producir agua potable a partir de aguas altamente contaminadas tanto por la elevada concentración de sales, como así también por contaminantes orgánicos. La incorporación de esta tecnología a los tratamientos tradicionales de clarificación y filtración, permite afirmar que cualquier agua puede ser llevada a la calidad de agua potable.

c. Planta Potabilizadora Filtración Ósmosis Inversa

Este equipo fue diseñado y construido íntegramente por el personal de la Ca Ing Ag 601 donde se aprovechó al máximo las tecnologías disponibles para adaptarlo tanto al uso en situaciones operacionales, de apoyo a la comunidad y/o ayuda humanitaria. (Uso Dual)

La Planta cuenta con:

- Módulo Generación eléctrica
- Módulo Pretratamiento
- Módulo Ósmosis Inversa
- Módulo Accesorios
- Permite la producción de agua potable por medio del proceso de ósmosis inversa, hasta 600 lts/hs y con el proceso de microfiltrado hasta 2.000 lts/hs
- Potabiliza todo tipo de aguas naturales, superficiales y subterráneas

El resultado obtenido es una Planta Potabilizadora con Osmosis Inversa montada sobre un tráiler, armada en dos módulos: Pretratamiento y Osmosis inversa y con todo el equipamiento necesario para ser empleada en cualquier tipo de situaciones y resistir condiciones mínimas.



Foto 2. Equipo Potabilizador de Agua por Osmosis Inversa hasta 600 lts./hs sobre AR 1,5 ton

Fuente: Manual de equipo potabilizador de agua por ósmosis inversa.

4. Funcionamiento FOI 600 lts./hs sobre AR 1.5 Ton

Sistema modular con autonomía de funcionamiento, desmontable, de fácil despliegue en el terreno u operable desde el mismo acoplado. Posee componentes auxiliares para bombeo y almacenamiento de agua.

El funcionamiento de la planta consta de 3 etapas:

ETAPA 1: Clarificado y Sedimentación. Se ejecuta con los módulos accesorios.

- Componentes:
- 1 (una) Motobomba naftera: para extraer agua desde una fuente superficial.
- 2 (dos) Piletas (10000 Lt) para decantación y/o almacenamiento de agua tratada.
- Mangueras, acoples, conexiones, productos químicos, etc.

Esta etapa se caracteriza sintéticamente por la captación del agua a tratar en tanques de almacenamiento para su pretratamiento mediante la floculación (se vierte en el agua almacenada una mezcla de sulfato de aluminio y un polielectrolito ,donde estos actúan, aumentando el tamaño de las partículas (flocs) las cuales precipitarán de acuerdo al tipo de partículas que sean) .Finalizado este proceso se procede a la desinfección

primaria donde se agregara cloro para realizar una desinfección (la cantidad de cloro varía según la contaminación del agua cruda). Terminada esta Etapa se estará en condiciones de continuar con el próximo proceso de purificación.

ETAPA 2: Pretratamiento y purificación por osmosis. Se ejecuta con el Módulo de Pretratamiento y el Módulo Ósmosis Inversa.

Componentes:

- 1 (una) Electrobomba: para absorber desde el piletón con agua Clarificada y Sedimentada.
- 1 (una) Bomba dosificadora antincrustante.
- 1 (uno) Prefiltro Permanente de acero inoxidable: retiene partículas hasta 60 micrones.
- 1 (uno) Filtro de Carbón Activado.
- 2 (dos) Microfiltros: retienen partículas de hasta 10 y 5 micrones.
- 1 (una) Electrobomba de alta presión: para presurizar el sistema a la presión de trabajo adecuada.
- 2 (dos) Tubos de presión con sus correspondientes membranas de Ósmosis Inversa.
- 1 (uno) Tablero de Comando y Control.
- 1 (una) Bomba dosificadora de clorógeno.
- 1 (uno) Sistema desinfectante con luz ultravioleta UV.
- 10 (diez) Válvulas:
 - Bypass de bomba de baja presión.
 - Plana para limpieza.
 - Entrada al filtro de carbón activado.
 - Monocomando.
 - Habilitación de UV para microfiltración.
 - Habilitación servicio de ósmosis inversa.
 - Habilitación banco de membrana.
 - Agua producto a servicio.
 - Agua producto a envase de 200lts.
 - Válvula presurizadora.

Esta etapa se caracteriza sintéticamente por el pretratamiento del agua que consiste por el paso de la misma por los filtros de micrones y carbón activado para evitar que el agua

resultante no contenga clorogeno desinfectantes, con el objetivo de que las membranas de OI se ensucien y se dañen (estas son muy sensibles al contacto con cloro por lo que antes de ingresar el agua en el próximo modulo se deberá estar certeramente seguro de que no existiese cloro residual). Una vez finalizado esto se está en condiciones de comenzar con la purificación mediante el ingreso del agua a las membrana y cumplir con el proceso de osmosis inversa.

ETAPA 3: Almacenamiento. Componentes:

- 1 (uno) Tanque de plástico de 200 lts de capacidad.
- 1 (uno) piletón de 5.000 lts de capacidad.
- Mangueras.

Esta etapa se caracterizara por el almacenamiento del producto final que es el agua potable apta para consumo humano. Habrá que tener en cuenta ciertos aspecto esenciales con ser que el agua producto debe disponer de cloro residual para su conservación. La cantidad de cloro es la que se agregó a través del dosificador del módulo de Ósmosis Inversa, pero se deberá estar atento en todo momento (realizando pruebas con los test que vienen provisto con el equipo) para proporcionar agua apta para el consumo ya que el tiempo que pasa desde que se almacena la misma hasta que se abastece muchas veces es prudencial y hay que tener presente que para el organismo es tan malo la ausencia de cloro como el exceso.

5. Capacidades de tratamiento de Agua

- a. Microfiltración.** Retiene partículas de hasta 5 micrones incluyendo microorganismos como bacterias y parásitos.
- b. Ósmosis Inversa.** Se fuerza al agua a atravesar una membrana generando dos corrientes: una con el agua purificada y la otra agua de rechazo con todas las partículas e impurezas retenidas.



Foto 3. Equipo Potabilizador de Agua por Osmosis Inversa hasta 600 lts./hs sobre AR 1,5 ton con pileta 5000 lts de capacidad.

Fuente: Manual de equipo potabilizador de agua por ósmosis inversa.

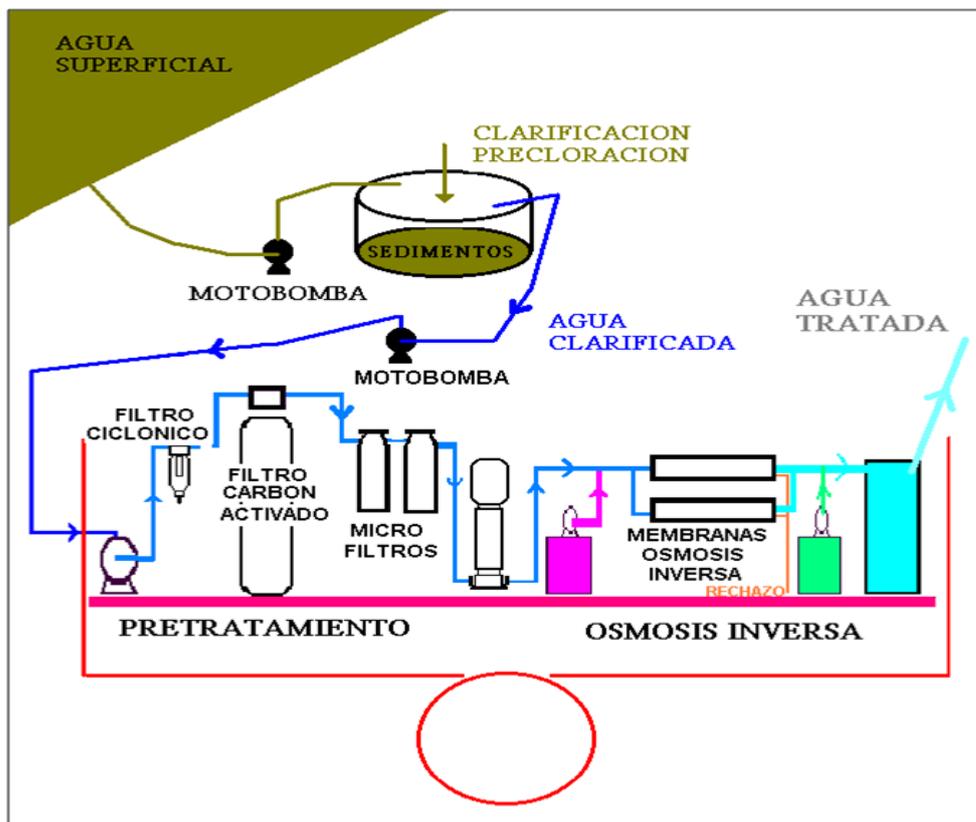


Grafico 2. Esquema del funcionamiento del equipo potabilizador de agua por ósmosis inversa hasta 600 lts./hs sobre AR 1,5 ton.

Fuente: Presentación plotter Ca Ing Ag 601.

c. Modelo Gran capacidad con ensachetadora. Equipo de ósmosis inversa, para el tratamiento del agua de consumo, montado sobre acoplado. Sistema compuesto por dos módulos operables en forma independiente con autonomía de funcionamiento. Posee componentes auxiliares para bombeo y almacenamiento de agua. Se complementa con ensachetadora de 2.000 lts/hs.

El funcionamiento de la planta consta de 4 etapas a saber.

Etapas 1: Clarificación y sedimentación (mismo proceso de FOI 600 Lts/Hs) la diferencia radica en que poseen más piletones para tratamiento del Agua cruda.

Etapas 2: Pretratamiento y Purificación por ósmosis inversa. (Mismo proceso de FOI 600 Lts/Hs) la diferencia radica en que la planta pose 6 membranas para el proceso de Osmosis Inversa y 3 dosificadores de Cloro.

Etapas 3: Almacenamiento y distribución a granel (mismo proceso de FOI 600 Lts/Hs) la diferencia radica en que por su gran producción se torna más complejo su almacenamiento, por lo cual aporta la facilidad de su distribución inmediata a granel. Además cuenta con 1(un) tanque de plástico de 1000 lts de capacidad y 1(un) piletón de 10000 lts.

Etapas 4: Ensachetado y distribución. Esta planta tiene la versatilidad de ensachetar el agua tratada en sachet de ½ a 1 litro.



Foto 4. Tanque y pileta completa con 10.000 lts de agua

Fuente: Manual de equipo potabilizador de agua por ósmosis inversa.



Foto 5. Equipo potabilizador de agua por ósmosis inversa Gran capacidad sobre AR 10 ton con pileta de 10000 lts de capacidad y Tanque de 10000 lts.

Fuente: Manual de equipo potabilizador de agua por ósmosis inversa (Año 2015)

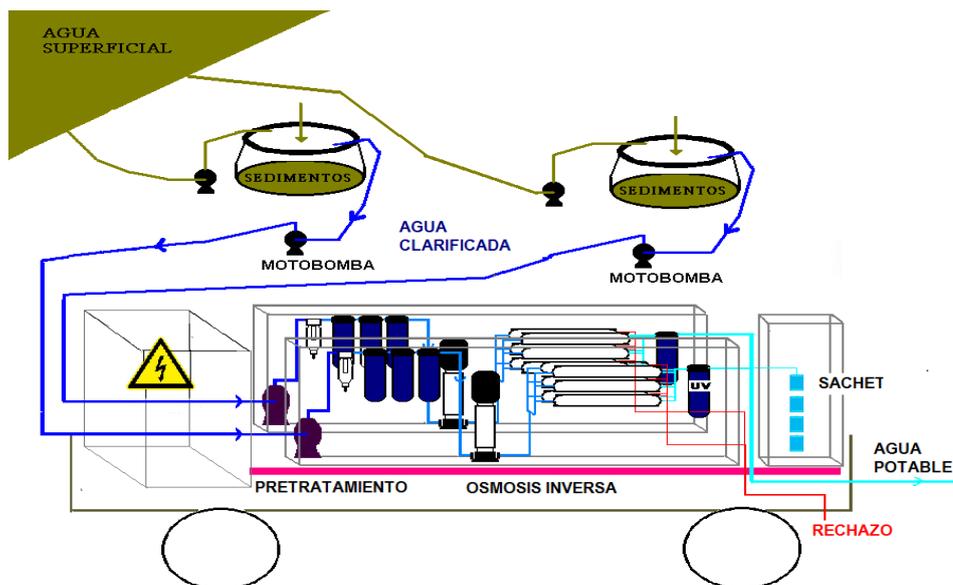


Grafico 3. Esquema de funcionamiento del Equipo Potabilizador de Agua por Osmosis Inversa Gran capacidad sobre AR 10 ton

Fuente: Ca Ing Ag 601.

6. Las perforaciones de acuíferos.

Para hacer más eficiente la perforación, esto es, posicionarse en el lugar correcto y sabiendo que tipo de perfil se va a encontrar durante la perforación misma y la calidad del producto final, el agua. Como así también su dinámica en el tiempo, y otros innumerables datos fundamentales más, es necesario realizar algún tipo de exploración previa del suelo a perforar.

Existen diversos métodos para explorar, siendo de los mejores y más utilizados en el país por empresas de punta (petroleas como YPF y otras petroleras, la industria minera etc.) el llamado estudio de retrospcción geoelectrico.

Existen, así mismo, en algunas regiones puntuales, mapeos pre elaborados de subsuelos que tienen geólogos o universidades que pueden ayudar muchísimo en la eficiencia y economía del sistema.

Una perforación es un proceso per se de alto o muy alto costo, y todo lo que ayude a minimizar los costos será bienvenido. Por suerte en la Argentina algunas de estas herramientas están al alcance.

Si bien no existen en la naturaleza estructuras geológicas completamente impermeables, y los acuíferos no son la excepción, debe clasificarse a los mismos de la siguiente manera (Custodio y Llamas, 1983).

- a) Acuíferos: son aquellas formaciones geológicas capaces de almacenar y transmitir agua.
- b) Acuitardos son aquellas formaciones semipermeables que, conteniendo agua, incluso en grandes cantidades, la transmiten muy lentamente.
- c) Acuicludos consiste en aquellos estratos o formaciones porosas pero impermeables (arcillas por ejemplo) y que por lo tanto pueden almacenar agua pero no la transmiten a su través.
- d) Acuífugos que serían rocas con porosidad nula y por lo tanto incapaces de almacenar y transmitir agua.

En relación de estos acuíferos, su permeabilidad y los compuestos que lo confinan o rodean podemos ver los siguientes cuadros:

Tipo de formación hidrogeológica	Ejemplos	Rangos de permeabilidad	Rangos de porosidad
Acuífero	<ul style="list-style-type: none"> Formaciones aluviales con gravas y arena Formaciones calizas karstificadas 	1 – 1000 m/día	10% - 30%
Acuitardo	<ul style="list-style-type: none"> Formaciones aluviales con arenas muy finas, limos y arcillas. Formaciones margosas 	0,1 – 0,001 m/día	20% - 40%
Acuicludo	<ul style="list-style-type: none"> Formaciones arcillosas 	$10^{-4} - 10^{-7}$ m/día	> 40%
Acuífugo	<ul style="list-style-type: none"> Rocas ígneas y metamórficas "sanas" Formaciones carbonatadas sin fisuración ni karstificación 	$< 10^{-6}$ m/día	< 0,1%

Cuadro 1. Hidrogeología- Tipos de acuíferos.

Fuente: Molinero Huguet, J (junio 2005) Maestría de las américas en ingeniería del agua,. Consultado octubre 2020. <https://es.slideshare.net/EdwinLoisZutaGabriel/tipos-acuiferos>

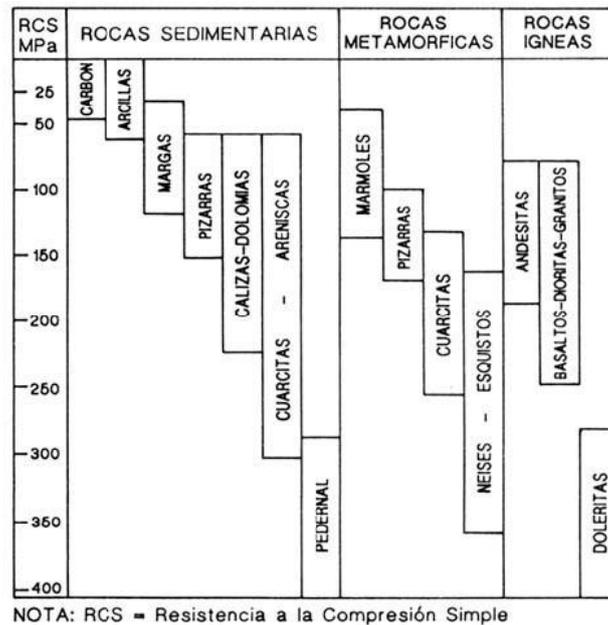


Cuadro 2. Permeabilidad del suelo

Fuente: Autor (S/F) para la FAO – ONU. (2010). Consultado octubre 2020.

http://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s09.htm

En cuanto a los mantos de minerales que se deberán fracturar o perforar y su relación con la dureza puede verse:



Cuadro 3. Perforaciones en la exploración minera

Fuente: Raúl Fernández, Raúl de Barrio y Mario Tessone (revisión 2015) Apuntes de geología de minas. Universidad Nacional de La Plata. Consultado octubre 2020.

http://blogs.unlp.edu.ar/geominas/files/2016/04/Perforaciones_mineria.pdf

7. Equipos perforadores de dotación.

Existen dos tipos de camiones relacionados a las perforaciones.

- Las antiguas perforadoras que realizan perforaciones convencionales (solo suelo sin impedimentos físicos como rocas) para encamisar en 10 pulgadas como máximos y napas freáticas de poca profundidad.
- La roto perforadora de última generación montada sobre un camión Kenworth que llegó al país por un convenio internacional con el gobierno de los Estados Unidos, siendo en el momento de la entrega uno de los 3 países en contar con dicha tecnología (en el mismo convenio ingresaron Chile y Perú donde fueron enviados otras dos unidades similares). Este equipo no solo perfora sino que percute mantos rocosos y puede perforar a profundidades extremas, atravesando no solo el perfil “blando” sino también fractura perfiles en extremo duros. Esta tecnología es tan importante que ha sido de interés para la industria petrolera y minera.

8. Perforadora Montada en Camión.

a. **Características Técnicas.** Equipo perforador GEFCO SS22 montado en camión Kenworth T 800 (Peso: 23.133 kg), la altura de trabajo de la torre es de 10.7 M, y una capacidad nominal bruta de 50,350 kg, y sus métodos de perforación son por roto percusión y por rotación, lo que le permite perforar en cualquier tipo de suelo hasta 500 m y encamisar en 24 pulgadas máximo.

El camión Kenworth T 800 6 x 6 (Peso: 30.000 kg con un Largo: 13 m, Ancho: 2,84 m y Alto: 4,24 m. Modelo: 2012) con motor Cummins ISM, que logra entregar una economía de combustible excepcional, gracias a su sistema de combustible controlado electrónicamente con tecnología avanzada de manejo de aire, también ofrece una amplia gama de programas de software que integran la operación del vehículo con todos los sistemas, brindando información del desempeño y fallas del motor.

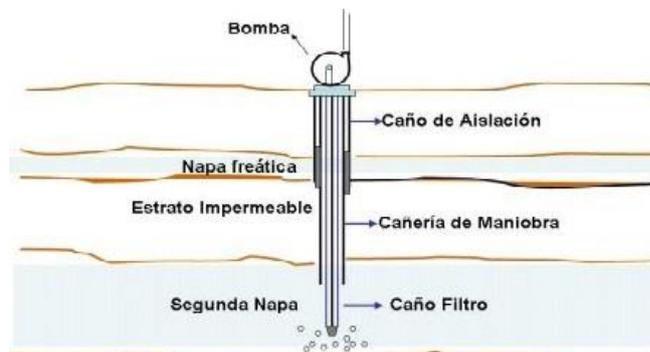


Grafico 4. Corte transversal de perforación y encamisado de pozo de agua para extracción de aguas subterráneas

Fuente: Clase de materia Agua Superficiales y Subterráneas de la Diplomatura en Gestión ambiental UTN

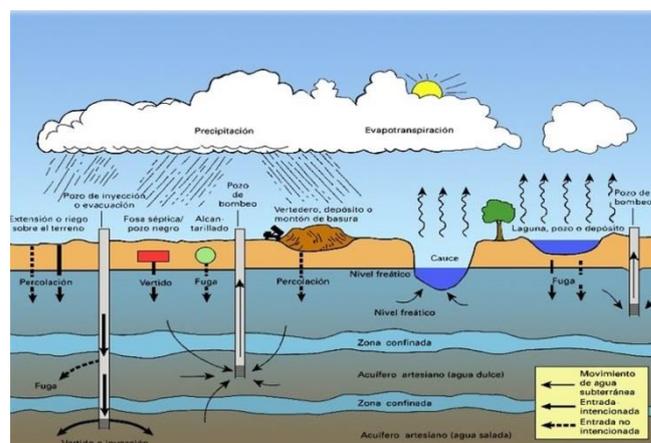


Grafico 5. Esquema de diversas fuentes de agua, proceso de evaporación y filtración, capas freáticas y aguas subterráneas.

Fuente: Clase de materia Agua Superficiales y Subterráneas de la Diplomatura en Gestión ambiental UTN



Foto 6. Equipo perforador GEFCO SS22 montado en camión Kenworth T 800.

Fuente: Manual de especificaciones técnicas del Equipo perforador GEFCO SS22.

La única Unidad del Arma de Ingenieros que posee la capacidad de perforar para captar aguas subterráneas, porque cuenta con este equipo es a Ca Ing Ag 601 con asiento de paz en Campo de Mayo, Bs As.

Esta Subunidad del Arma de Ingenieros, tendrá la misión de apoyar al Componente Terrestre del Teatro de Operaciones, mediante la captación (incluso por perforación de pozos), potabilización y almacenamiento de agua para consumo humano, a fin de contribuir al sostenimiento de la Fuerza, ejecutando TASI (Tipos de Apoyo del Sistema de Ingenieros) específicas del arma referidas a la potabilización de agua; asumiendo todas las actividades y tareas de dicha función en apoyo a las operaciones militares en un Teatro de Operaciones.

Las Unidades de Ingenieros desplegadas a lo largo y ancho del país, poseen la capacidad de Captación, potabilización y almacenamiento de agua a los elementos propios de la GUC que pertenece. Cabe destacar que en caso de movilización a un TO, la Ca Ing Ag 601, asumirá la responsabilidad de abastecimiento de agua desde la retaguardia contribuyendo al diseño logístico que se haya diseñado en los distintos niveles de conducción, siendo el principio rector el de lograr la mayor flexibilidad al apoyo de agua, profundidad, es decir proveer agua en todos los niveles y que llegue en a todo el teatro o zona de responsabilidad, en oportunidad y con previsión, otorgando las cuotas necesarias evitando los cortes del suministro.

Conclusiones parciales

En lo referente al tratamiento de aguas el Ejército Argentino solo contaba con un equipo de la 2da Guerra Mundial (Equipo Stellar AB 3) con el cual cumpliría su función específica en lo referente al manejo del agua en un teatro de operaciones y en marcos operativos muy acotados. Este medio material solo cloraba y filtraba Agua cruda y con ello se debía hacer frente a nuevas demandas, a los nuevos contaminante de toda índole desde biológicos a los climáticos, productos de la contaminación por desechos propios de la falta de tratamiento por la industrialización, el crecimiento global y muchas veces la falta de conciencia social en lo referente a los tratamientos de residuos.

Actualmente se cuenta con 12 plantas potabilizadoras de osmosis inversa en la Ca Ing Ag modelo 600 lts/hs, 9 plantas de Gran capacidad desarrolladas con tecnología capaz de operar en todo tipo de contingencia en todo el territorio argentino, al menor costo, mayor capacidad y eficiencia, construida por los mismos profesionales que la diseñaron y 38 plantas distribuidas en las unidades del Arma de Ingenieros del Interior. Estos equipos fueron pensados para ser empleados de manera flexible y precisa y con ello lograr satisfacer las necesidades en lo referente al abastecimiento de agua de los elementos quienes solicitan su apoyo.

Relacionado a la demanda que este tema sensible referente a la necesidad de agua potable es que se ha incrementado la capacidad ya adquirida mediante la incorporación de un equipo perforador GEFECO SS22 montado en camión Kenworth T 800, que cuenta con infinitas bondades y que es de especial atención no solo para quienes la conocen y operan, sino para empresas civiles que se admiran de la capacidad de roto perforar que tiene el sistema y que muchas veces no es aprovechado en su totalidad por la falta de equipos anexos para realizar la exploración de suelo que complementan al sistema central. Estos sistemas de perforadores solo están disponibles para su operación y utilización por su necesidad de operación técnica en la Ca Ing Ag 601.

CAPÍTULO III

NECESIDAD DEL DISEÑO ORGANIZACIONAL DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y POTABILIZACIÓN DE AGUA PARA CUMPLIR CON EL ABASTECIMIENTO Y MANTENIMIENTO EN CAMPAÑA Y EN EL MARCO DE APOYO A LA COMUNIDAD

1. Sistema logístico militar.

“Conjunto de estructuras orgánicas, medios, procedimientos y métodos que permitirán desarrollar las funciones logísticas, y cuya misión será interactuar recursos humanos y materiales para que se alcancen los objetivos establecidos” (Logística de Material- Ejército Argentino, 2005. p. 1).

Este sistema logístico deberá determinar el problema logístico que es tiempo y lugar oportuno. Para dar solución a esto se debe aplicar el ciclo logístico, con la determinación de necesidades, la obtención de recursos y distribución de los mismos, todo esto apuntado a proporcionar los recursos en tiempo (cronológico y en oportunidad) y cumplir con el objetivo de la logística de material.

Estas etapas serán interdependientes (determinación, obtención y distribución), e influirán entre ellas y se desarrollaran desde el más alto nivel hasta el último escalón en el cual se planea. En estos escalones inferiores se cumplirán tareas logísticas ejecutivas, pero el proceso de igual manera no surgirá modificaciones a solo efecto de lograr un adecuado sostenimiento.

2. El sostenimiento y el objetivo de la logística de material.

La relación entre el sostenimiento y el objetivo de la logística de material es la de mantener la capacidad operativa de la fuerza, antes durante y después de las operaciones, para mantener los efectivos, los abastecimientos y mantenimiento del material, siendo el sostenimiento lo relacionado con las tareas, sistemas e infraestructuras que proveen el sostén y servicios para asegurar la libertad de acción, extender el alcance operacional y prolongar la resistencia de las fuerzas terrestres, mientras que el objetivo de la logística de material será la de brindar sostén a la fuerza, proporcionando recursos con la aptitud adecuada, en cantidad y calidad, en tiempo y lugar oportuno.

La guerra moderna, actual y futura previsible, tiende a imponer a las operaciones características de gran dinamismo, equipamiento de alta tecnología; personal especializado con un alto costo de formación, preparación y experiencia. Todo ello condicionará las actividades logísticas en lo relacionado al apoyo de material, acentuando la complejidad de las tareas e imponiendo los criterios de previsión y flexibilidad en la articulación de todos sus sistemas y subsistemas.

Los sistemas logísticos son el sistema logístico nacional, materializado por el RALO (red de apoyo logístico operativo) y el sistema logístico militar materializado por el SALO (sistema de Apoyo logístico operativo) con los recursos que la nación posee o que está en capacidad de generar.

También existen tres subsistemas de material, el apoyo nacional materializado por la CAL (centro de apoyo logístico), el apoyo regional materializado por el CRAL (centro regional de apoyo logístico) y el Apoyo cercano materializado por los Batallones logísticos con sus respectivos trenes (combate y campaña) (Logística de Material- Ejército Argentino, 2005. p. 1).

3. Prescripciones reglamentarias que se contemplan para implementar el sistema de abastecimiento de agua en el EA.

Por lo expuesto ut supra se tiene en cuenta que el sistema de abastecimiento de aguas se ejecutara en forma centralizada, incluso la perforación de pozos, potabilización y almacenamiento de agua para consumo humano para contribuir al sostenimiento de la Fuerza.

Todas las actividades y tareas de dicha función en apoyo a las operaciones militares en un Teatro de Operaciones será responsabilidad la Ca Ing Ag 601, más allá de las capacidades que poseen actualmente las Unidades del arma de Ingenieros por tanto es que el sistema de abastecimiento y mantenimiento del sistema de provisión de agua se colman de requerimientos y necesidades.

4. Capacidades de la Ca Ing Ag 601

a. Referidas al Sostenimiento.

- Apoyar las operaciones con medios propios.
- Efectuar la captación, potabilización y almacenamiento de agua.
- Instalar, operar y mantener de puestos de agua.

- Efectuar reconocimientos terrestres para localizar diversos tipos de fuentes de agua (Superficiales y subterráneas).
- Ejecutar la protección de sus propias instalaciones.
- Eventualmente ejecutar el apoyo al componentes naval o aéreo en referencia de captar, potabilizar y /o almacenar de agua de consumo humano.
- Efectuar inteligencia técnica de ingenieros relacionado con el agua.

b. Limitaciones

Estas limitaciones se manifestaran por:

- La disponibilidad de equipos especiales y máquinas de gran rendimiento para realizar el apoyo en referencia a la cantidad y mantenimiento que tengan los mismos.
- Los materiales específicos de dotación.
- En relación al personal, la instrucción, capacitación y la cantidad.
- En donde se ejecute la operación (ambiente geográfico particular).
- Ser deficiente en algunos de estos aspectos y afectarán en forma negativa en las capacidades de la subunidad.

5. Diseño organizacional del sistema de Abastecimiento y Mantenimiento de Agua en el TO

A nivel táctico en la zona de combate donde las GUB tengan determinado sus sectores de responsabilidad, lo más conveniente será que los batallones de ingenieros orgánicos de las mismas, asignen sus grupos agua propio de la Compañía comando y servicio al elemento centralizador de las Funciones en este nivel que sería el B Log. Estos grupos se colocaran a órdenes, con su respectivos materiales (plantas potabilizadoras e insumos) y personal especialista, del jefe del Batallón logístico (operador logístico) propio de su GUC, quien de esta manera sabrá la cantidad de agua almacenada, y distribuirá con criterios de prioridad a las unidades que le dependan el agua necesaria, para salvar todas la necesidades (consumo de agua para actividades centralizadas como ser baño, instalaciones de sanidad y cocina, como también para el consumos por hombre por día y vehículos). Esto permitirá la centralización del sistema de abastecimiento de agua a nivel operacional permitiendo la eficiencia logística automatizando el sistema de distribución de Efecto clase I (agua y comida) disminuyendo el esfuerzo logístico que es tiempo y costo.

El J B Log tendrá la potestad de solicitar los requerimientos de abastecimientos de manera centralizada de los insumos de las potabilizadoras al escalón superior que particularmente en la Zona de comunicaciones sería la Ca Ing Ag. Eventualmente y por extrema necesidad elevará sus requerimientos a la zona del Interior a SALO (sistema de Apoyo logístico operativo) materializado por la Dirección de Ingenieros e infraestructura.

Esto le facilitará al jefe del B Ing que la función específica del Arma que es la de potabilizar agua se ejecute de la manera más eficiente y eficaz, logrando con ello la eficiencia de todo el sistema, dado que estos Grupos de potabilización operaran en lugares usualmente aislados o supeditados a las fuentes de agua necesaria y muchas veces por necesidades de coordinación con los elementos de Intendencia encargados de la distribución y las distancia a recorrer se tornan los sistemas de coordinación burocráticos, es parte de esto que se contempla este diseño.

Estos grupos de agua asignados tendrán la capacidad, por los medios que poseen de dotación (dos plantas potabilizadoras FOI 600 lt/h y 2 equipos Stellar AB3 que sirve para pretratamiento y filtrado) de operar dos lugares de Captación, potabilización, almacenamiento agua, además como un sistema integrado distribuirán la misma en estrecha coordinación con la Compañía Intendencia orgánica de ese mismo Batallón logístico en el cual este asignado, teniendo en cuenta que de ellos dependen todo el sistema de abastecimiento y mantenimiento además de articular con todo el sistema de armas combinadas de la Brigada a la cual pertenece.

Simultáneamente a retaguardia en la zona de comunicaciones en donde se encuentra emplazada el CRAL (máximo escalón logístico del Ejército a nivel CTTO, para apoyo Log regional.) con las mismas funciones que los Grupos Potabilizadores de Agua en la Zona de Combate, la Ca Ing Ag realizará el apoyo necesario a las Brigadas propias de las Divisiones que se encuentran en el TO asignado.

La diferencia sustancial radica en la capacidad que esta subunidad posee, dado que esta cuenta con equipos FOI 600 lt/h, equipos de gran capacidad con sistema ensachador de agua y en especial su gran capacidad que es la de perforar (equipo perforador GEFCO SS22 montado en camión Kenworth T 800) para la captación de aguas subterráneas.

Esta subunidad apoyará con personal y medios necesarios a requerimiento a los Grupos Potabilizadores en la zona de combate, que por razón alguna perdieran su capacidad o necesiten por el diseño logístico particular más capacidad de producción de agua.

Será la responsable de la articulación entre los Grupos potabilizadores de las Brigadas y la zona del interior específicamente con el SALO (la Dirección de Ingenieros e Infraestructura)

en lo referente a necesidades de abastecimiento de insumos para el óptimo funcionamiento de los medios, ya que poseen personal idóneo para realizar el mantenimiento de todos los modelos de Plantas potabilizadoras que tienen provistas las unidades del Arma de Ingenieros.

Además la Ca Ing Ag reforzará con sus medios específicos de perforación para la captación de aguas profundas como fuente de agua, cuando el Teatro de Operaciones que se emplace en Ambientes Geográficos Particulares descriptos y en especial el patagónico y Puna que por sus características particulares impondrán un gran esfuerzo para la captación de agua en fuentes superficiales dado que las mismas serán mínimas, distantes o bien no tendrán la capacidad suficiente de recuperación para las necesidades propias a potabilizar.

De la misma manera reemplazará a todo efecto con su personal y equipos a los elementos potabilizadores de agua de las Brigadas que perdiese por algún caso excepcional su capacidad de potabilizar agua, asumiendo las tareas pendientes si hubiesen y poniéndose de la misma manera a órdenes del Jefe del Batallón Logístico correspondiente.

6. Sistema de abastecimiento de Agua

a. Requerimientos.

1) Canal a utilizar. Los requerimientos de efectos serán elevados a través del canal de comando.

b. Procedimiento general. Las unidades/subunidades de la brigada remitirán sus requerimientos directamente a la Div IV Mat del EM de cada GUC y esta reunirá, evaluará y presentará al G4 para su posterior aprobación y elevación al escalón superior.

c. Distribución. El sistema más conveniente de distribución del abastecimiento de agua desde la fuente de almacenamiento al usuario, será el de distribución de unidad junto a los Ef Cl I (racionamiento). No obstante a ello normalmente se empleará una combinación de sistemas de distribución de unidad y por lugar de distribución, con preeminencia del primero.

d. Autonomía de los equipos. La autonomía estará dada según como se diseñe la configuración de los equipos en el TO para brindar el apoyo y el tipo de fuente de agua que se utilizaran, teniendo como referencia las siguientes capacidades individuales.

1) Equipo potabilizador de agua de FOI 600 lts/hs. Con el proceso de Ósmosis Inversa: hasta 600 litros/hora (equivale a 14.400 litro x día (24 horas) = 50 litro por persona abastece a una población de 288 personas).

Con el proceso de Microfiltrado: 2.500 litros /hora (equivale a 60.000 litros x día (24 hs) = 50 litros por persona abastece una población de 1.200 personas)

2) **Gran Capacidad.** Con el proceso de Microfiltrado: Cada módulo hasta 4.500 litros/hora (equivale a 108.000 litros x día (24 hs) = 50 litros x persona abastece una población de 2160 personas)

Con el proceso de Ósmosis Inversa: Cada módulo: 2.400 litros/hora (equivale a 57.600 litros x día (24 hs) = 50 litros x persona abastece una población de 1.152 personas)

Total Planta 2 módulos:

- Microfiltrado : 9.000 litros /hora
- Osmosis Inversa : 4.800 litro /hora

7. Formulación de Requerimientos

a. Unidades y subunidades de la Brigada (excepto batallón logístico). Los grupos Material de las Unidades materializado por el S 4 y los jefes de subunidades de la Brigada elevarán a la división IV Materiales (G 4) dependiente de la Brigada correspondiente, las necesidades de agua de sus unidades y subunidades independientes respectivas. En dichos requerimientos se consignará la cantidad total y discriminando para que necesidades específicas solicita (consumo de agua para actividades centralizadas, los consumos por hombre por día y para necesidades vehiculares).

b. Batallón Logístico. El S4 del Batallón Logístico reunirá, evaluará y resumirá los requerimientos de Agua formulados por las subunidades o fracciones y los elevará al G 4 de la Brigada respectiva. De la misma manera en dichos requerimientos se consignará cantidad total y discriminando para que necesidades específicas solicita (consumo de agua para actividades centralizadas, los consumos por hombre por día y para necesidades vehiculares).

c. Comando de Brigada. El G4 de la Brigada reunirá, evaluará y resumirá los requerimientos formulados por las unidades y subunidades de dicha Gran Unidad de Combate comunicara al Operador Logístico (J B Log) los mismos. Este ordenara y coordinara con el J Compañía Intendencia quien en coordinación con el oficial de Ingenieros a cargo del personal de los elementos del Arma de Ingenieros agregado al sistema del batallón logístico, materializara las necesidades surgidas por sistema de armas combinadas de quien será responsable abastecer de la misma.

8. Obtención

Los elementos de ingenieros especialistas en agua agregados al batallón logístico, tendrán la responsabilidad directa y primaria de la captación, potabilización y almacenamiento de agua.

Paralelamente coordinara y organizara con los Elementos de intendencia los lugares más propicios para la instalación, funcionamiento y operación de los equipos potabilizadores para poder satisfacer con los requerimientos surgidos.

En caso de ser necesario y en referencia a los reconocimientos técnicos de las fuentes de aguas, asesora al J B Log (operador logístico) la necesidad de solicitar el apoyo o el refuerzo con material, personal específico en caso de extrema necesidad (en caso de deterioros, mal funcionamiento de equipos que supere el mantenimiento propio de los usuarios y especialistas integrantes de estos grupos) o cuando las capacidades de los mismos en relaciona los equipos y material, sean superada por las mismas necesidades.

9. Distribución (Fig 10)

a. A las unidades (subunidades) de la Brigada, excepto Batallón Logístico. Los elementos de Intendencia propios de las unidades requirentes, recibirán el suministro de agua potable en los lugares de distribución instalados. Eventualmente, cuando el emplazamiento de las unidades (subunidades), la disponibilidad de medios de transporte y de mano de obra y la situación táctica lo permitan , el abastecimiento de agua serán remitidas por la compañía abastecimiento al emplazamiento de los trenes de campaña de las mismas (distribución de unidad), de acuerdo con los horarios o prioridades ordenadas tendiendo a la administración de agua para el consumo humano facilitando esto por medio de agua ensachetada (capacidad propia de la Ca Ing Ag 601, quien apoyara con equipos potabilizadores de gran capacidad con ensachetadora a este grupo Ag propio de esta GUC).

Los medios de transporte y de mano de obra para la distribución y almacenamiento de efectos serán apoyados por la compañía de transporte del Batallón a requerimiento del oficial de ingenieros jefe de los grupos potabilizadores, previa coordinación con el Operador logístico.

b. Reservas. Las unidades y subunidades independientes de la Brigada normalmente transportarán sus necesidades iniciales de agua para el consumo diario y otra de reserva para eventual necesidad con recipientes exclusivos para facilitar su recarga.

El Batallón Logístico podrá transportar, en caso de ser necesario utilizando flexitanks, agua a granel para reabastecer de la misma en los lugares previamente acordados.

10. Instalaciones (Fig 10)

a. Lugar de distribución de Agua (Elementos de Ingenieros). Los lugares de distribución de agua serán operados por los Gpo Ing Ag agregado al Batallón Logístico, en los horarios ordenados. Uno de ellos, el adelantado, deberá operar cerca del camino principal de abastecimiento (CPA) y próximo a los trenes de campaña de las unidades de primera línea. El otro lugar de distribución, el principal, será emplazado de forma tal que pueda apoyar a la masa de las unidades y subunidades independientes que operen en la zona de retaguardia de la brigada. Los vehículos de campaña que se encuentran agregados o puestos en apoyo de la sección de intendencia, para transportar agua envasada, serán emplazados en las proximidades de o de los lugares de distribución.

11. Mantenimiento

Los elementos de ingenieros agregados al Batallón Logístico, además de la función de abastecimiento de agua, ejecutarán las actividades y tareas de la función de mantenimiento correspondientes a los equipos que a su cargo estuvieran.

La ejecución de las tareas de mantenimiento y reparación de los efectos de dotación propios y en refuerzo a la brigada (por parte de la Ca Ing Ag), deberá ser ejecutado por personal de mecánicos de Ingenieros que en caso de ser orgánico del batallón de ingenieros y cuente con más de uno deberá trasladarse junto a los grupos potabilizadores agregados al B Log. En caso que el B Ing no contase con más de un Mecánico de Ingenieros deberá solicitar el apoyo a la Ca Ing Ag para que le suministre de un efectivo para que ese batallón no pierda la capacidad de mantenimiento y reparación de equipos especiales (herramientas de ingenieros, equipos de alto rendimiento).

12. EJECUCIÒN

a. Abastecimiento de repuestos y otros efectos para mantenimiento. En cuanto al abastecimiento de repuestos para mantenimiento y de efectos para satisfacer las necesidades propias de la actividad en sí y para la solicitud de los insumo para el funcionamiento de la planta potabilizadora se realizara mediante requerimientos con previsión a la Ca Ing Ag quien administrara los efectos necesario certeramente. En caso de que esta no cuente con lo requerido explícitamente deberá realizar los requerimientos al escalón superior (Dirección de Ingenieros e Infraestructura) para que este realice y ejecute el abastecimiento centralizado en tiempo y lugar.

CONCLUSIÓN FINAL

La responsabilidad fundamental del Arma de Ingenieros es la modificación del terreno, o usarlo en su propio beneficio, es por ello que, es de gran necesidad estudiar y entender con el mayor grado posible la relación terreno - ambiente con las operaciones que se deben desarrollar, para poder así utilizar eficientemente (y no solo eficazmente) cualquiera de los medios que deban emplear.

Tener un conocimiento más profundo de las características del terreno donde se va a operar es sumamente importante pues mejoraría el sistema en forma exponencial. Hoy en día no se tiene el real dimensionamiento de esta compleja y costosa tarea al momento de concurrir al terreno mismo, ya sea por los perfiles de suelos y subsuelos (relacionado específicamente a perforaciones) como también lo relacionado contaminación, calidad de agua, dureza del agua, el confinamiento que las mismas poseen, profundidad de napas, reposición de agua y rendimiento y fluctuación de ese pozo (rendimiento freático) o los lts/hs que se podrán extraer. Estos, entre otros parámetros propios de la logística previa, como lo son una cantidad variable de tareas necesarias y hasta indispensables que coadyuvan para alcanzar el objetivo de proveer de agua apta para las tropas, o su contraparte civil según se demande, son los estudios de factibilidad, rendimiento y eficiencia de un trabajo a realizar.

El autor por experiencia personal puede dar datos fehacientes, al haber participado activamente en varias oportunidades en actividades de apoyo a la comunidad, que al momento del planeamiento, hay un notorio desconocimiento por parte de los integrantes de las unidades de ingenieros que bridarán ese apoyo en referencias a los tipos de suelos y ambientes, específicamente de su zona de responsabilidad y a otros aspectos como los contaminantes biológicos e inorgánicos, como así también zoonosis y demás.

Existen para minimizar estas deficiencias una diversidad de relevamientos, equipamientos y profesionales en el medio civil que aportarían incontables apoyos. Pero también los hay dentro de la institución de manera sumamente accesible y gratuita y que muchos desconocen. Es así, como desde el 2011, comenzó a regularizarse, reorganizarse y reordenarse las subunidades de la Reserva del Ejército Argentino, estas reservas hoy alcanzan un número superior al millar de efectivos en todo el país, que en su mayoría son personal profesional civil, allí participan, entre otros, geólogos, ingenieros, técnicos, mecánicos, como así también gerentes de empresas e instituciones relacionadas a innumerables rubros, que tienen un alto grado de formación y compromiso con la institución, solo bastaría solicitarle una tarea para que la realicen con entusiasmo a valor cero. Este no es un recurso menor y está en manos de la institución utilizar o no esta herramienta sumamente útil.

Por esta realidad, es que el Arma de Ingenieros con su escalón superior preocupado por la nueva amenaza que es su momento visualizó, comenzó a evaluar y diseñar un nuevo modelo de planta potabilizadora, aplicando la nueva tecnología como por ejemplo la de ósmosis inversa, aprovechando las experiencias y la capacidad técnica ya instalada en el país, con ello, proyectaron y concretaron lo que hoy es realmente una capacidad superior y de referencia que tiene el Arma de Ingenieros en el tratamiento de aguas.

Como aporte del autor en pos de un mejoramiento global del sistema, propone generar un archivo digital donde cada unidad desplegada en apoyo a la comunidad eleve los archivos de experiencias adquiridas, conjuntamente a un informe particular con las características puntuales de las fuentes de agua existentes y los imprevistos que se sortearon para tener una base de datos compartida por la Ca Ing Ag 601 y de esa manera se posea un archivo común y puntual de los ambientes geográficos en que las unidades de ingenieros fueron empleadas; Logrando así mejorar las experiencias de las futuras comisiones a esas áreas, aportar algún otro tipo de desarrollo o simplemente realizar mejoras en los equipos técnicos o procesos. Con ello obtener un PON (procedimiento operativo normal) para unificar criterios para los equipos y técnicas a emplear.

En lo relacionado a la relación ambiente-medios existentes, y en lo que respecta a la adaptación de estos medios a los ambientes geográficos particulares, este diseño es más acorde al actual, tratando de tener en cuenta la existencia o incremento de nuevas capacidades (equipos nuevos o modernizados) y técnicas, que a su criterio se necesita para poder cumplir con las responsabilidades específicas de ingenieros.

De la misma manera es necesario que estas unidades de apoyo estén dotadas de movilidad suficiente similar a la GUC que se apoya (Mecanizada, Montaña, etc)

Teniendo en cuenta el diseño del sistema de abastecimiento de agua, los elementos en Apoyo a la zona de combate no ejecutaran perforaciones para la obtención de aguas subterráneas, pues ello será exclusividad de la Ca Ing Ag 601 que se encuentra a retaguardia en la Zona de responsabilidad de la GUB.

Si los Grupos agua de las GUC no contaran con fuente de aguas superficiales o freáticas, se solicitará el apoyo particular de esta subunidad para poder desarrollar al máximo su capacidad de suministro de agua potable.

Este apoyo se incrementaría sustancialmente si se cuentan con análisis de estudios de retrosección geo eléctrica que poseen las empresas privadas, estatales o mixtas, en particular

Petroleras, pero también se podrá contar con información fehaciente por medio de las cartas geológicas que se podrán consultar o solicitar a especialistas en universidades locales.

Como conclusión final y a riesgo de ser reiterativo, pero por la importancia de la idea fuerza del proyecto presente, se reitera que es de vital importancia entender que grandes cantidades de datos y equipamientos pueden ser suministrados por las universidades, profesionales y empresas, como también brindar apoyo ejecutivo en un lugar determinado.

Asimismo, ejecución de ensayos de investigación puros o adaptados, generando así avances científicos o simplemente utilizando los avances ya realizados por estas instituciones, para evitar inconvenientes y contratiempos además de mejorar la eficiencia del trabajo.

Estas capacidades técnicas y profesionales instaladas pueden ser de diversa índole como por ejemplo: estudios y mapeos ya realizados, equipamiento existente en minería y petróleo, etc. y del potencial humano (geólogos, ingenieros etc.), muchos de ellos, incluso, están revistando en las compañías de reserva de la institución, que entiende en el tema y que es de fundamental importancia para el eficiente uso de los equipos y del personal que desarrolla las tareas, reduciendo con esto el esfuerzo logístico (tiempo y costo).

Propuestas profesionales anexas al presente trabajo

Como aporte al siguiente trabajo se deja constancia de una serie de propuestas a llevar adelante con mínimo esfuerzo y de gran impacto con referencia a la eficiencia del sistema en general. Estas propuestas tiene un enfoque intrainstitucional o sistémico interno y otra supra o interinstitucional, que engloba a diferentes actores regionales del medio civil o militar (de otras instituciones) que pueden hacer un potencial aporte del alto o altísimo impacto sobre los trabajos a realizar mejorando de manera sustancial al sistema haciéndolo más eficiente.

Interinstitucional

- Creación de un protocolo general de implementación de redes interinstitucional zonal para ser empleada en los diferentes AGP.
- Creación de un registro único y dinámico (actualizable por periodos) de inventario de profesionales, instituciones, capacidades instaladas y equipamiento técnico potencialmente aprovechable existente en los diferentes AGP.
- Socialización de todo lo expuesto a las unidades y subunidades implicada en la temática.

- Creación de una comisión técnica remota de estudio y consulta de casos a activarse en casos de necesidad.

Intrainstitucional

a) De las reservas:

- Creación de un registro de profesionales y capacidades técnicas del personal de reserva y socialización del mismo a las unidades y subunidades de incumbencia.
- Creación de un protocolo de empleo de las capacidades profesionales de las reservas que tenga en cuenta parámetros como: agilidad y facilidad de empleo, despliegues, gastos, entre otras.

b) De las unidades de ingenieros:

- Creación de un programa de capacitaciones técnicas para el personal en relación a las capacidades instaladas y al equipamiento técnico existente en todas las unidades de ingenieros y toda aquella que pueda aportar material o personal.
- Línea de capacitación para el personal del cuadro superior en lo referente a la creación e implementación y manejo de redes de trabajo conjunto técnico.
- Inventariar en un registro único y dinámico toda capacidad y medio para su fácil empleo en cada uno de los AGP.
- Creación de una comisión técnica remota del área, interna y permanente con fines de actualización. A sesionar de forma periódica y permanente.

REFERENCIAS

Reglamentos

- Ejército Argentino. (1966). *Abastecimiento y Subsistencias en el TO* (ROP 22-04). Buenos Aires, Argentina: Instituto Geográfico Militar.
- Ejército Argentino. (2015). *Conducción para las Fuerzas Terrestres* (ROB 00-01). Buenos Aires, Argentina: Departamento Doctrina.
- Ejército Argentino. (2008). *Régimen Funcional de Logística de Material* (RFD 20-01). Buenos Aires, Argentina: Departamento Doctrina.
- Ejército Argentino. (2001). *Datos de Ingenieros* (MFP 04-01). Buenos Aires, Argentina: Departamento Doctrina.
- Ejército Argentino. (2005). *Logística de Material* (ROD 19-02). Buenos Aires, Argentina: Departamento Doctrina.
- Ejército Argentino. (2003). *Datos Logísticos de Intendencia* (PT 22-03). Buenos Aires, Argentina: Departamento Doctrina.
- Ejército Argentino. (1972). *Conducción del Batallón logístico* (ROP 20-02). Buenos Aires, Argentina: Instituto Geográfico Militar.

Documentos

- Asociación Esfera. (2018). *Carta humanitaria y normas mínimas para respuesta humanitaria*. (El Manual Esfera). Ginebra, Suiza.
- Apuntes de la materia administración de recursos materiales. (2020). Licenciatura en conducción y gestión operativa – Administración de recursos materiales. Autor.
- Código Alimentario Argentino, Actualizado al 1/2017.
http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/marco/CAA/Capitulo_12.php
- Teseira, M. y Sola, M. (3 de julio de 2001). *La Puna*. Recuperado de <http://www.portaldesalta.gov.ar/puna.htm>
- Autores Varios, proyecto especial multinacional. (1980/1982) *Estudios de suelo de la puna jujeña (1 parte)* Universidad Nacional de Jujuy. Facultad de Ciencias Agrarias.
- Instituto Geográfico Militar. (2016). *Mapa oficial geopolítico y físico político*. Ministerio de Defensa. Recuperado de <https://ide.ign.gob.ar/>.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Las montañas en Argentina. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/ordenamiento-territorial/montanas-argentina>.
- Autor (s. f.) página web de información general técnica de la región de cuyo. Consultado setiembre 2020. Recuperado de <https://www.todo-argentina.net/geografia/provincias/mendoza/clima.html>

- Autor (s.f) página web de fundación Aquae información general técnica del Agua. Consultado agosto 2020. Recuperado de <https://www.fundacionaquae.org/que-es-el-agua/>
- Suvires, G. (2004). Distribución de los suelos en función del relieve y de la neotectónica en la región sureste de la provincia de San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 59 (3): 376-384.
- CONICET. Instituto de Geología. *Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan*. Consultado julio 2020.
<http://www.unsj.edu.ar/unsjVirtual/edafologia/wpcontent/uploads/2016/10/Distribuci%C3%B3n-de-los-suelos-en-funci%C3%B3n-del-relieve-y-de-la-neotectonica-en-la-region-suroeste-de-la-prov.-de-san-juan.-SUVIRES.pdf>
- Regairaz, M. (2000). *Suelos de Mendoza*. Recuperado de <https://www.mendoza-conicet.gov.ar/ladyot/catalogo/cdandes/cap06.htm>.
- Paruelo, J; Beltrán, A.; Jobbágy, E.; Sala, O. y Golluscio, R. (1998). *Ecología Austral*. Biblioteca de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA. *Recuperado de* https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/ecologiaaustral/ecologiaaustral_v008_n02_p085.pdf.
- Villasuso Gato, J. (marzo 2013) *Distribución del agua*. Consultado setiembre 2020.
- González, R. (2016). *Usos Del Río Desaguadero - Salado En La Alta Cuenca y Sus Consecuencias En La Pampa*. Recuperado de https://www.ina.gov.ar/ifrh-2016/trabajos/IFRH_2016_paper_125.pdf
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (1990). *Atlas de suelos de la República Argentina*.
- Oliva G.; Gonzales, L.; Livraghi, E. y Rial P. (2001). *El ambiente en la Patagonia Austral* (Consultado julio 2020.)

Referentes de consulta

Ingeniero Agrónomo Diego BERTOLI, Especialista en suelo- técnico de INTA durante 20 años.

General de Brigada Edgar CALANDIN.

Bioquímica Mirian MARIELA, Personal civil de Ejército especialista destinada en Compañía de Ingenieros Agua 601.

Periódicos. (on line)

Camiones perforadores del Ejército viajarán a Salta para dar agua potable a las comunidades wichis. (06 de marzo de 2020). Infobae. Recuperado de <https://www.infobae.com/fotos/2020/03/07/camiones-perforadores-del-ejercito-argentino-viajaran-a-salta-para-dar-agua-potable-a-las-comunidades-wichis/>

El Ejército realizara perforaciones para extraer agua en las comunidades del chaco salteño (11 de marzo de 2020). Río colorado informa. Recuperado de <https://riocoloradoinforma.com.ar/el-ejercito-realizara-perforaciones-para-extraer-agua-en-las-comunidades-del-chaco-salteno/>

El Ejército arribará a Caleta Olivia con una planta potabilizadora de agua. (13 de noviembre de 2014). Diario nuevo día. Recuperado de <https://www.eldiarionuevodia.com.ar/regional/info-general/2014/11/13/ejrcito-arribara-caleta-olivia-planta-potabilizadora-agua-8443.html>

El Ejército Argentino y su apoyo con la planta potabilizadora de agua a la ciudad de Tartagal. (10 de febrero de 2009). La hora de Salta. Recuperado de <https://www.lahoradesalta.com.ar/2009/02/10/ejercito-argentino-y-su-apoyo-con-la-planta-potabilizadora-de-agua-a-la-ciudad-de-tartagal/#.XpZDmf1KjIU>

El Ejército llego a Telsen con una planta potabilizadora. (12 de abril de 2014). El patagónico. Recuperado de <https://www.elpatagonico.com/el-ejercito-llego-telsen-una-planta-potabilizadora-agua-n736241>

ANEXO 1

DATOS SEGÚN EL CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO – AGUA POTABLE

El agua potable debe tener las siguientes características límites:

Art 982. Con las denominaciones de Agua potable de suministro público y Agua potable de uso domiciliario, se entiende la que es apta para la alimentación y uso doméstico: no deberá contener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radiactivo en tenores tales que la hagan peligrosa para la salud. Deberá presentar sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida y transparente.

El agua potable de uso domiciliario es el agua proveniente de un suministro público, de un pozo o de otra fuente, ubicada en los reservorios o depósitos domiciliarios.

Ambas deberán cumplir con las características físicas, químicas y microbiológicas siguientes:

Características físicas

- Turbiedad: máx. 3 N T U.
- Color: máx. 5 escala Pt-Co.
- Olor: sin olores extraños.
- Turbiedad: máx. 3 N T U.
- Color: máx. 5 escala Pt-Co.
- Olor: sin olores extraños.

Características químicas

- pH: 6,5 - 8,5.
- pH sat.: $\text{pH} \pm 0,2$.

Substancias inorgánicas

- Amoníaco (NH_4^+) máx.: 0,20 mg/l.
- Antimonio máx.: 0,02 mg/l.
- Aluminio residual (Al) máx.: 0,20 mg/l.
- Arsénico (As) máx.: 0,01 mg/l.
- Boro (B) máx.: 0,5 mg/l.
- Bromato máx.: 0,01 mg/l.
- Cadmio (Cd) máx.: 0,005 mg/l.
- Cianuro (CN^-) máx.: 0,10 mg/l.
- Cinc (Zn) máx.: 5,0 mg/l.
- Cloruro (Cl^-) máx.: 350 mg/l.
- Cobre (Cu) máx.: 1,00 mg/l.

- Cromo (Cr) máx.: 0,05 mg/l.
- Dureza total (CaCO₃) máx.: 400 mg/l.
- Fluoruro (F⁻): para los fluoruros la cantidad máxima se da en función de la temperatura promedio de la zona, teniendo en cuenta el consumo diario del agua de bebida.
 - Temperatura media y máxima del año (°C) 10,0- 12,0, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,9: límite superior: 1, 7.
 - Temperatura media y máxima del año (°C) 12,1 - 14,6, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,8: límite superior: 1,5.
 - Temperatura media y máxima del año (°C) 14,7 - 17,6. contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,8: límite superior: 1,3.
 - Temperatura media y máxima del año (°C) 17,7 - 21,4, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), Límite inferior: 0,7: límite superior: 1,2.
 - Temperatura media y máxima del año (°C) 21,5 - 26,2, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,7: límite superior: 1,0.
 - Temperatura media y máxima del año (°C) 26,3 - 32,6, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,6; límite superior: 0,8.
- Hierro total (Fe) máx.: 0,30 mg/l.
- Manganeso (Mn) máx.: 0,10 mg/l.
- Mercurio (Hg) máx.: 0,001 mg/l.
- Niquel (Ni) máx.: 0,02 mg/l.
- Nitrato (NO₃⁻) máx.: 45 mg/l.
- Nitrito (NO₂⁻) máx.: 0,10 mg/l.
- Plata (Ag) máx.: 0,05 mg/l.
- Plomo (Pb) máx.: 0,05 mg/l.
- Selenio (Se) máx.: 0,01 mg/l.
- Sólidos disueltos totales, máx.: 1500 mg/l.
- Sulfatos (SO₄⁼) máx.: 400 mg/l.
- Cloro activo residual (Cl) mín.: 0,2 mg/l.

Características químicas

- pH: 6,5 - 8,5.
- pH sat.: pH ± 0,2.

La autoridad sanitaria competente podrá admitir valores distintos si la composición normal del agua de la zona y la imposibilidad de aplicar tecnologías de corrección lo hicieran necesario.

Para aquellas regiones del país (como algunas del presente estudio) con suelos de alto contenido de arsénico, se establece un plazo de hasta 5 años para adecuarse al valor de 0,01 mg/l.

Resolución Conjunta SPReI N° 34/2012 y SAGyP N° 50/2012

Prorróguese el plazo de cinco (5) años previsto para alcanzar el valor de 0,01 mg/l de arsénico hasta contar con los resultados del estudio “Hidroarsenicismo y Saneamiento Básico en la República Argentina – Estudios básicos para el establecimiento de criterios y prioridades sanitarias en cobertura y calidad de aguas” cuyos términos fueron elaborados por la Subsecretaría de Recursos Hídricos del Ministerio de Planificación Federal.

Características Microbiológicas

- Bacterias coliformes: NMP a 37 C- 48 hs. (Caldo Mc Conkey o Lauril Sulfato), en 100 ml: igual o menor de 3.
- Escherichia coli: ausencia en 100 ml.
- Pseudomonas aeruginosa: ausencia en 100 ml.

En la evaluación de la potabilidad del agua ubicada en reservorios de almacenamiento domiciliario deberá incluirse entre los parámetros microbiológicos a controlar el recuento de bacterias mesófilas en agar (APC - 24 hs. a 37 C): en el caso de que el recuento supere las 500 UFC/ml y se cumplan el resto de los parámetros indicados, sólo se deberá exigir la higienización del reservorio y un nuevo recuento.

En las aguas ubicadas en los reservorios domiciliarios no es obligatoria la presencia de cloro activo.

Datos según la Organización Mundial de la Salud (OMS)

- Más de la mitad de la población mundial (aprox. 3000 millones de personas) NO TIENEN ACCESO AL AGUA POTABLE.
- Más de la mitad de la mortalidad infantil es provocada por diarreas, debidas al consumo de aguas contaminadas.

- El 80 % de las enfermedades y plagas están directamente vinculadas a la calidad del agua o a la ausencia / deficiencia de los sistemas de saneamiento, esto implica ingestión de aguas contaminadas, falta de higiene y agentes infecciosos vinculados al agua como sustrato.
- Es un recurso natural inagotable pero vulnerable.