



PPSyA

“Cálculos de instalaciones e inversión Planta de Tratamiento de Agua de Mesa Envasada”

Carrera: Ingeniería Electromecánica

Alumnos:

Schafer, Mariano Hernán

Fobello, Elio Martín

Tutor académico:

Ing. Belliardo, Pedro Wenceslao

Tutor de la empresa:

Ing. Barrionuevo, Héctor Antonio

General Pico, 18 de diciembre de 2014

Índice

Introducción	3
Plan de actividades	5
1 Desarrollo.....	6
1.1 Caracterización del Agua	6
1.2 Parámetros físicos	6
1.3 Parámetros químicos	7
1.4 Parámetros biológicos.....	11
1.5 Parámetros bacteriológicos.....	12
1.6 Parámetros radiológicos	12
2 Ley 1027 Régimen de Conservación y uso del agua potable	13
3 Principales acuíferos de la provincia de la Pampa.....	15
4 Calidad de agua del acuífero Speluzzi-General Pico-Dorila-Trilli.....	18
5 Estudio de Plantas de Tratamiento existentes	28
6 Estudio de Mercado de Agua de Mesa en General Pico.....	29
7 Proceso de Tratamiento de Agua	32
8 Cálculos Realizados.....	40
8.1 Instalación Eléctrica	40
8.2 Iluminación.....	65
8.2.1 Iluminación en Depósito1	66
8.2.2 Iluminación en Sala de Elaborado.....	68
8.2.3 Iluminación en Sala de Envasado.....	70
8.2.4 Iluminación en Oficina.....	72
8.2.5 Iluminación en Pasillo	74
8.3 Instalación de Gas Natural.....	76
8.4 Instalación de Agua y Cloacas.....	80
9 Datos relevantes del Plan de Negocios.	103
10 Bibliografía	109
11 Anexo I.....	110
12 Anexo III.....	113
13 Anexo III.....	117



14 Anexo IV	117
15 Anexo V	117
16 Anexo VI	117
17 Anexo VII	117

Resumen

En este trabajo se presenta la información necesaria de los sistemas de tratamiento de agua avanzado que hay en el mercado, filtros de lecho profundo, filtros de carbón activado, intercambio iónico, osmosis inversa, radiación ultravioleta, ozonización y cloración, así como la combinación de éstos para obtener un producto que cumpla con los estándares provinciales de calidad del agua envasada comercial.

Introducción

El agua es imprescindible para la vida, la necesitan tanto animales y plantas así como también el hombre para consumo, en la agricultura, la ganadería, la industria o la generación de energía.

En el hombre constituye el 70% del cuerpo y la utiliza todos los días para satisfacer necesidades fundamentales. A pesar de que se puede vivir con sólo 5 litros o menos de agua al día, generalmente necesitamos mucha más agua para conservarnos saludables; unos 50 litros o más para satisfacer las necesidades personales y del hogar. Pero en los países desarrollados se gasta mucho más, un promedio de 400 a 500 litros por persona diariamente, cantidades que no siempre son un lujo, sin embargo resulta costoso.

Las aguas dulces que podemos aprovechar son superficiales, como los ríos, arroyos y lagos; o subterráneas. También se puede captar agua de lluvia en presas de almacenamiento.

Desde tiempos remotos, la lluvia ha sido tan escasa e irregular que su aprovechamiento directo es muy difícil, afortunadamente la naturaleza nos permite disponer de ésta durante una parte del año. Posteriormente parte del agua llega hacia las corrientes de agua, otra parte llega a los almacenamientos y otra se filtra en el suelo lentamente hacia los acuíferos.

Con la tecnificación de la agricultura, la aplicación de productos químicos afectan la calidad del agua subterránea, debido a que en el proceso del ciclo hidrológico una parte del agua de lluvia escurre y otra se infiltra llevando consigo residuos tóxicos.

El agotamiento de los acuíferos por sobre explotación de agua para uso doméstico e industrial, en áreas cercanas de las grandes ciudades, ha deteriorado la disponibilidad del recurso por lo que es necesario la construcción de plantas de tratamiento para reutilizar el agua.

Garantizar un aporte suficiente de agua no es suficiente para resolver los problemas de suministro, es necesario asegurar que esa agua sea potable, es decir, apta para el consumo humano. De hecho, las grandes ciudades estuvieron expuestas a graves epidemias por transmisión hídrica, hasta que se desarrollaron sistemas eficaces de potabilización, que garantizarán a la población un agua con una calidad y en una cantidad adecuada.

El avance de la ciencia y la necesidad de seguir obteniendo agua de mejor calidad, ha permitido que se usen nuevos métodos y equipos para obtener agua a un precio accesible a la población. Por eso en este trabajo se propone un tren de tratamiento terciario para tratar el agua y obtener un producto de calidad, tal que permita su confiabilidad para entrar en el mercado del agua purificada certificada.

La necesidad por obtener agua con menores contaminantes, ha permitido al hombre, buscar nuevas alternativas más eficientes, con un mínimo de recursos económicos para purificar el agua y de esa manera tener un mercado competitivo, a precio accesible a la población.

Para iniciar un procedimiento de selección es indispensable realizar análisis del agua, ya que su realización nos permite conocer su calidad, y reduce la desconfianza por parte del usuario, pues es que tomando como base los resultados obtenidos, se selecciona el equipo adecuado para su purificación.

El siguiente proyecto se realizó en las oficinas situadas en calle 108 N° 644 de la localidad de General Pico provincia de La Pampa, comprende el cálculo de las instalaciones necesarias para el funcionamiento de una planta productora de agua, apta para consumo humano, envasada en bidones.



El objetivo de este proyecto fue realizarlo atendiendo las partes necesarias del proceso para la obtención de agua de calidad óptima, teniendo en cuenta la reglamentación vigente provista por la Organización Mundial de la Salud, el Código Alimentario Argentino y la ley 1027 de la Provincia de La Pampa.

Se pretendió desarrollar un proyecto real, complementando así las distintas herramientas adquiridas en el transcurso de la carrera, asentándolas en la práctica del ejercicio laboral, lo que implica diseñar, calcular y seleccionar diferentes elementos para todas las partes del proceso productivo.

Plan de actividades

- Realizar el estudio de las normativas y reglamentaciones requeridas para cada fin en particular.
- Realizar un estudio de los acuíferos y calidad del agua subterránea en la región.
- Definir un punto estratégico de ubicación geográfica de la planta para aprovechar el acuífero Speluzzi-General Pico-Dorila-Trilli.
- Releva la situación y nivel de producción de las plantas actuales de tratamiento y envasado de agua para consumo humano.
- Realizar un estudio de las necesidades actuales y potenciales de agua potable en la ciudad y la región.
- Definir un nivel de producción para el cual va a estar diseñada la operación de la planta de tratamiento y envasado de agua.
- Realizar los cálculos de las instalaciones para el volumen de producción elegido, seleccionar todos los equipos necesarios del proceso productivo, adoptar materiales y equipos de vanguardia para garantizar la perdurabilidad y competencia de la planta.

1 Desarrollo

1.1 Caracterización del Agua

El agua pura es un líquido incoloro, inodoro e insípido, tiene un matiz azul, que sólo puede detectarse en capas de gran profundidad.

A la presión atmosférica (760 mm de mercurio), el punto de congelación del agua es de 0° C y su punto de ebullición de 100°C. El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4° C y se expande al congelarse.

Como muchos otros líquidos, el agua puede existir en estado sobre enfriado, es decir, que puede permanecer en estado líquido aunque su temperatura esté por debajo de su punto de congelación; se puede enfriar fácilmente a unos -25°C sin que se congele y tiene un peso molecular de 18 gr/ mol.

Los parámetros del agua son características físicas, químicas, biológicas y radiológicas que permiten detectar cual es el grado de contaminación que presenta el agua. La razón principal de este problema es su estructura molecular que es dipolar, con una constante dieléctrica muy alta superior a cualquier otro líquido. Algunos de estos parámetros se utilizan en el control de los procesos de tratamiento realizando mediciones de forma continua o discreta.

Los parámetros se pueden clasificar en cuatro grandes grupos: físico, químico, biológico y radiológico.

1.2 Parámetros físicos

1.2.1 Turbidez

Es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, que varían en tamaño desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otras arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos, microorganismos, etcétera.

Actualmente la turbidez se mide con un nefelómetro expresando los resultados en Unidad de Turbidez Nefelométría, UTN.

Las aguas subterráneas suelen tener valores inferiores a 1 ppm de sílice, pero las superficiales pueden alcanzar varias decenas.

Las aguas con 1ppmsonmuytransparentes y permiten ver a través hasta una profundidad desde 4 a 5 m. Con 10 ppm, que sería el máximo deseable para una buena operación de los filtros, la transparencia se acerca al metro de profundidad.

Por encima de 100 ppm las transparencias están por debajo de los 10 cm y los filtros se obstruyen rápidamente.

1.2.2 Color

El color es la capacidad del agua para absorber ciertas radiaciones del espectro visible. El color natural en el agua existe debido al efecto de partículas coloidales cargadas negativamente.

En general el agua presenta colores inducidos por materiales orgánicos de los suelos vegetales como el color amarillento debido a los ácidos húmicos.

La presencia de hierro puede darle un color rojizo y la del manganeso un color negro.

Normalmente el color se mide en laboratorio por comparación de un estándar arbitrario a base de cloruro de cobalto y cloroplatinato de potasio y se expresa en una escala de Unidades de Pt-Co (unidad Hazen) o Pt, las aguas superficiales pueden alcanzar, varios centenares de ppm de Pt.

1.2.3 Olor y Sabor

Estos parámetros son determinaciones organolépticas y subjetivas, para dichas observaciones no existen instrumentos de observación, ni registros, ni unidades de medida.

Tienen un interés evidente en las aguas potables destinadas al consumo humano.

Las aguas adquieren un sabor salado a partir de 300 ppm de Cl y un gusto salado y amargo con más de 450 ppm de SO_4 , el CO_2 libre en el agua le da un gusto picante.

1.2.4 Conductividad y resistividad

La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir electricidad. Es indicativo de la materia ionizable total presente en el agua.

El agua pura contribuye mínimamente a la conductividad y por lo general es el resultado del movimiento de los iones de las impurezas.

La resistividad es la medida recíproca de la conductividad.

El aparato utilizado es el conductímetro cuyo fundamento es la medida eléctrica de la resistencia al paso de la electricidad entre las dos caras opuestas de un prisma rectangular comparada con la de una solución de Cl K a la misma temperatura y referida a 20°C.

La unidad estándar de resistencia eléctrica es el ohm (Ω) y la resistividad de las aguas, se expresa en $M\Omega/cm.$, la conductividad se expresa en el valor recíproco, normalmente como $\mu S/cm.$

Para el agua ultra pura los valores respectivos son de $18.24 M\Omega/cm$ y $0.05483\mu S/cm$ a 25°C.

1.3 Parámetros químicos

1.3.1 Alcalinidad

La alcalinidad es una medida de la capacidad para neutralizar ácidos. Contribuyen a la alcalinidad los iones bicarbonato, carbonato y oxhidrilo, pero también los fosfatos y otros ácidos de carácter débil.

Los bicarbonatos y los carbonatos pueden producir CO_2 en el vapor, que es causa de una fuente de corrosión en las líneas de condensado.

También puede provocar espumas, o arrastre de sólidos con el vapor y fragilizar el acero de las calderas.

Se mide por titulación con una solución valorada de un álcali o un ácido según sea el caso y éstos dependen de la concentración de los iones hidroxilos (OH^-), carbonato (CO_3) y bicarbonato (HCO_3).

Cuando la alcalinidad es menor de 10 ppm es recomendada para el uso doméstico.

Se corrige por descarbonatación con cal, tratamiento con ácido, o desmineralización por intercambio iónico.

1.3.2 Coloides

Es una medida del material en suspensión en el agua que por su tamaño, alrededor de los 10^{-4} a $10^{-5}mm$, se comporta como una solución verdadera y atraviesa el papel del filtro.

Los coloides pueden ser de origen orgánico (macromoléculas de origen vegetal) o inorgánico (óxidos de hierro y manganeso).

En el agua potable la molestia sólo es estética.

1.3.4 Acidez mineral

La acidez es la capacidad para neutralizar bases. Es bastante raro que las aguas naturales presenten acidez, no así las superficiales.

Es responsable de corrosión se mide en las mismas unidades que la alcalinidad y se corrige por neutralización con álcalis.

1.3.5 Sólidos

Incluye toda la materia sólida excepto el agua contenida en los materiales líquidos y se clasifican:

Sólidos Disueltos.

Los sólidos disueltos son una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua. El origen puede ser múltiple tanto en el agua subterránea como en la superficial.

Para el agua potable se fija un valor máximo deseable de 500ppm. Éste dato por sí sólo no es suficiente para catalogar la bondad del agua.

Los procesos de tratamiento son múltiples en función de la composición incluyendo la precipitación, intercambio iónico, destilación, electrodiálisis y osmosis inversa.

Sólidos en suspensión.

Se suelen separar por filtración y decantación. Son sólidos sedimentables, no disueltos, que pueden ser retenidos por filtración.

Las aguas subterráneas suelen tener menos de 1 ppm, las superficiales pueden tener mucho más dependiendo del origen y forma de captación.

Sólidos totales.

Es la suma de los dos anteriores. Es la materia que permanece como residuo después de evaporación y secado a 103 °C.

El valor de los sólidos incluye tanto material disuelto (residuo filtrable) y no disuelto (suspendido).

Residuo Seco.

Se llama así al peso de los materiales que quedan después de evaporar un litro de agua en cuestión. Si previamente le hemos hecho una buena filtración corresponderá al peso total de sustancias, sean volátiles o no.

1.3.6 Cloruros

El ion cloruro (Cl^-) forma sales muy solubles, suele asociarse con el ion Na^+ , estológicamente en aguas muy salinas.

Las aguas dulces contienen entre 10 y 250 ppm de cloruros, pero también se encuentran valores muy superiores fácilmente.

Las aguas salobres contienen millares de ppm de cloruros, el agua de mar está alrededor de las 20.000 ppm de cloruros.

Las aguas con cloros pueden ser muy corrosivas debido al tamaño del ión que puede penetrar la capa protectora en la interface óxido-metal y reaccionar con el hierro estructural.

La determinación argentométrica de los cloruros se basa en la formación de cromato de plata de color rojizo. Ésto ocurre cuando se adicionan al agua iones cromato como indicador y además iones de plata como reactivo precipitante. Titulando con una solución valorada de nitrato de plata se determina la cantidad necesaria para precipitar todos los cloruros como cloruro de plata e inmediatamente se observa la formación de cromato de plata de color rojizo.

El ion cloruro se separa con intercambio iónico, aunque es menos retenido que los iones polivalentes, por lo cual las aguas de alta pureza requieren un pulido final.

1.3.7 Sulfatos

El ión sulfato (SO_4^{2-}), corresponde a sales moderadamente solubles a muy solubles. Las aguas dulces tienen entre 2 y 250 ppm y el agua de mar alrededor de 3000 ppm. Recordemos, como ya hemos dicho que el agua pura se satura de SO_4Ca a unas 1500 ppm. Lo que ocurre es que la presencia de otras sales de calcio aumenta la solubilidad.

Su eliminación se realiza por intercambio iónico.

1.3.8 Nitratos

El ión nitrato (NO_3^-) forma sales muy solubles y estables. En un medio reductor puede pasar a nitritos, nitrógeno gas e incluso amoníaco.

Las aguas normales tienen menos de 10ppm, y el agua de mar hasta 1 ppm. Aguas con filtración de zona de riego con contaminación por fertilizantes pueden tener hasta varios centenares de ppm. Concentraciones muy elevadas en agua para beber puede producir la cianosis infantil.

Su presencia junto con fosfato, en aguas superficiales, provocan la aparición de un excesivo crecimiento de algas es lo que se conoce como eutrofización.

Su determinación se realiza por espectrofotometría.

Se elimina por intercambio iónico, siendo un método no económico en los procesos de potabilización en grandes volúmenes.

1.3.9 Fosfatos

El ión fosfato ($PO_4^{=}$) en general forma sales muy poco solubles y precipita fácilmente como fosfato cálcico. Como procede de un ácido débil contribuye, como ya hemos visto, a la alcalinidad del agua.

No suele haber en el agua más de 1 ppm, salvo en los casos contaminación por fertilizantes.

1.3.10 Fluoruros

El ión fluoruro (F^-), corresponde a sales de solubilidad muy limitada, suele encontrarse en cantidades superiores a 1 ppm.

Hay quien mantiene que alrededor de dicha concentración puede resultar beneficioso para la dentadura, pero no es aconsejable añadirlo al agua con este objeto, ya que también se almacena en el organismo y no existen estudios a largo plazo de efectos secundarios.

La determinación suele hacerse por métodos colorímetros o método del electrodo del ión selectivo.

1.3.11 Sílice

La sílice, SiO_2 se encuentra en el agua disuelta como ácido silícico SiO_4H_4 y como materia coloidal; contribuye a provocar algo de alcalinidad en el agua.

Las aguas naturales contienen entre 1 y 40 ppm, pudiendo llegar a las 100 ppm (si son aguas carbonatadas sódicas).

La determinación se hace por colorimetría. Su eliminación se consigue por precipitación aunque suele hacerse con resinas de intercambio iónico fuertemente básicas.

1.3.12 Bicarbonatos y carbonatos

Como ya hemos visto anteriormente, existe una estrecha relación entre los iones bicarbonato CO_3^- , carbonato $CO_3^{=}$, el CO_2 gas y el CO_2 disuelto.

El equilibrio está muy afectado por el pH, todos estos iones contribuyen fundamentalmente a la alcalinidad del agua.

Las aguas dulces suelen contener entre 50 y 350 ppm de ión bicarbonato, y si el pH es inferior a 8.3, no habrá ión bicarbonato. El agua de mar contiene alrededor de 100 ppm de ión bicarbonato.

1.3.13 Otros componentes aniónicos

Los sulfuros, (S^-), y el ácido sulfhídrico son muy característicos de medios reductores, pero en general las aguas contienen menos de 1 ppm, su principal característica es que el agua tiene muy mal olor.

Los compuestos fenólicos afectan a la potabilidad, con olores y gustos especialmente desagradables, sobre todo después de un proceso de cloración.

Los detergentes son ligeramente tóxicos y presentan problemas de formación de espumas y consumen el oxígeno del agua.

Los ácidos húmicos pueden afectar a procesos de pre tratamiento e intercambio iónico.

1.3.14 Sodio

El ión sodio, Na^+ , corresponde a sales de solubilidad muy elevada y difíciles de precipitar. Suele estar asociado al ión cloruro.

El contenido de las aguas dulces está entre 1 y 150 ppm, pero se pueden encontrar casos de hasta varios miles de ppm. Las aguas de mar contienen alrededor de 11.000 ppm. Es un indicador potencial de la corrosión.

La determinación se hace por fotometría de llama. El sodio se elimina por intercambio iónico.

1.3.15 Potasio

El ión potasio K^+ , corresponde a sales de muy alta solubilidad y difíciles de precipitar.

Las aguas dulces no suelen tener más de 10 ppm y el agua de mar alrededor de 400ppm, eso es menos significativo que el sodio.

Su determinación se hace por fotometría de llama y se elimina por intercambio iónico.

1.3.16 Calcio

El ión calcio Ca^{++} forma sales desde moderadamente soluble a muy insolubles. Precipita fácilmente como carbonato de calcio (CO_3Ca).

Es el principal componente de la dureza del agua y causante de incrustaciones.

Las aguas dulces suelen contener de 10 a 250 ppm, pudiendo llegar hasta 600 ppm. El agua de mar alrededor de 400 ppm.

Se determina por complejometría con EDTA o NTA y su eliminación se hace por precipitación e intercambio iónico.

1.3.17 Magnesio

El ión magnesio, Mg^{++} tiene propiedades muy similares a las del ión calcio, aunque sus sales son un poco más solubles y difíciles de precipitar.

El hidróxido de magnesio es, sin embargo, menos soluble.

Las aguas dulces suelen contener entre 1 y 100 ppm. El agua de mar contiene alrededor de 1300 ppm.

Su aparición en el agua potable con varios centenares de ppm provoca un sabor amargo y efectos laxantes. Contribuye a la dureza del agua y a pH alcalino, puede formar incrustaciones de hidróxido.

Su determinación es analítica por complejometría y se puede precipitar como hidróxido pero su eliminación se realiza por intercambio iónico.

1.3.18 Hierro

Es un catión muy importante desde el punto de vista de contaminación, aparece en dos formas: ión ferroso, Fe^{++} , o más oxidado como ión férrico, Fe^{+++} .

La estabilidad y aparición en una forma u otra depende del pH, condiciones oxidantes o reductoras, ó composición de la solución.

Afecta a la potabilidad de las aguas y es un inconveniente en los procesos industriales por provocar incrustaciones.

Las aguas subterráneas sólo contienen el ión ferroso disuelto, que suele aparecer con contenidos entre 0 y 10 ppm, pero al airear el agua se precipita el hidróxido férrico de color rojizo, y se reduce el contenido a menos de 0.5 ppm.

Solo las aguas de pH ácido pueden tener contenidos en hierro de varias decenas de ppm. Su determinación se hace analíticamente por colorimetría y espectrofotometría de absorción atómica, dando el hierro total que incluye las formas solubles, coloidal y en suspensión final.

La eliminación se hace por coagulación – filtración, pero también se puede emplear el intercambio iónico.

1.3.19 Manganeso

El ión manganeso se comporta en la mayoría de los casos muy parecido al ión hierro además de poder ser bivalente y trivalente positivo puede también presentarse con valencia +4 formando el MnO_2 que es insoluble.

Rara vez el agua contiene más de 1ppm y requiere un pH ácido. La forma manganeso Mn^{++} que es más general por aireación se oxida y precipita con un color negrozco de MnO_2 .

Se determina por oxidación a permanganato y colorimetría de la solución oxidada y espectrometría de absorción atómica.

1.3.20 Metales Tóxicos

Los más comunes son el arsénico, el cadmio, el plomo, el cromo, el bario y el selenio.

Todos ellos deben ser estrictamente controlados en el origen. Las mediciones se realizan por espectrofotometría de absorción atómica.

1.3.21 Arsénico

Éste se pasa al agua por contacto con ella. Es bien conocido desde hace siglos como tóxico, ya que afecta a la salud humana, produciendo daños al sistema nervioso y respiratorio, con graves consecuencias en la piel, hígado y riñones.

Uno de los principales síntomas de una ingestión prolongada es la hiperqueratosis de las palmas de pies y manos.

La OMS establece un contenido máximo de arsénico en el agua de 0.010mg./l.

Dentro de las técnicas para la eliminación del arsénico figuran:

Coagulación- Decantación- filtración.

Adsorción con alúmina activada.

Ablandamiento con cal.

Intercambio catiónico y

Ósmosis inversa.

1.3.22 Gases Disueltos

El dióxido de carbono, CO_2 , es un gas relativamente soluble que se hidroliza formando iones bicarbonato y carbonato, en función del pH del agua.

Las aguas subterráneas profundas pueden contener hasta 1500 ppm pero las superficiales se sitúan entre 1 y 30 ppm. Un exceso hace que el agua sea corrosiva.

Se elimina por desgasificación o descarbonatación.

El oxígeno O_2 , por su carácter oxidante juega un papel importante en la solubilidad o precipitación de iones que presenta alguna forma insoluble, su presencia en el agua es vital para la vida superior y para la mayoría de los microorganismos.

Su ausencia puede representar la presencia de metano, ácido sulfhídrico y otros gases objeccionables.

El ácido sulfhídrico, SH_2 causa un olor nauseabundo y es corrosivo.

El amoníaco (NH_3) es un indicador de contaminación del agua, y en forma no iónica es tóxico para los peces. Con la cloración produce clora midas, también tóxicas.

1.4 Parámetros biológicos

Estos parámetros son indicativos de la contaminación orgánica y biológica; tanto la actividad natural como la humana contribuyen a la contaminación orgánica de las aguas: la descomposición animal y vegetal, los residuos domésticos, detergentes, etcétera.

Este tipo contaminante es más difícil de controlar que la química o física y además los tratamientos deben estar regulándose constantemente.

1.4.1 Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)

Mide la cantidad de oxígeno consumida en la eliminación de la materia orgánica del agua mediante procesos biológicos aerobios. Se suele referir al consumo en 5 días (DBO5), también suele emplearse (DBO21) días.

Se mide en ppm de O_2 que se consume. Las aguas subterráneas suelen contener menos de 1 ppm, contenido superior es sinónimo de contaminación por infiltración freática.

En las aguas superficiales es muy variable y depende de las fuentes contaminantes aguas arriba. En aguas residuales domésticas se sitúa entre 100 y 350ppm. En las industriales alcanza varios miles de ppm.

1.4.2 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Mide la capacidad de consumo de un oxidante químico, dicromato, permanganato, etcétera.

Por el total de materias oxidables orgánicas e inorgánicas es un parámetro más rápido que el anterior ya que la medición es casi inmediata. La unidad de medida son ppm de O_2 .

Las aguas no contaminadas tienen valores de DQO de 1 a 5 ppm, las aguas residuales domésticas están entre 260 y 600 ppm. Hay un índice que indica que tipo de aguas estamos analizando y se obtiene con la relación (DBO/DQO). Si es menor de 0.2 el vertido será de tipo inorgánico y si es mayor de 0.6 se interpretara que aguas arriba tenemos un vertido orgánico.

1.4.3 Carbón orgánico total

El COT es una medida del control de materia orgánica del agua. Es especialmente utilizable en pequeñas concentraciones. En presencia de un catalizador el carbón orgánico se oxida a CO_2 .

Se mide en un analizador infrarrojo.

1.5 Parámetros bacteriológicos

La bacteria *Escherichia coli* y el grupo coliforme en su conjunto, son los organismos más comunes utilizados como indicadores de la contaminación fecal.

Las bacterias coliformes son microorganismos de forma cilíndrica, capaces de fermentar la glucosa y la lactosa.

Otros organismos utilizados como indicadores de contaminación fecal son los estreptococos fecales y los clostridios. Estos últimos son anaerobios, formadores de esporas; éstas son formas resistentes de las bacterias capaces de sobrevivir largo tiempo.

El análisis del agua se realiza con el método de los tubos múltiples y se expresa en términos del número más probable (índice NMP) en 100 ml de agua.

Las aguas con un NMP inferior a 1, son potables. Según el destino del agua, la eliminación de bacterias se realiza por filtración, o esterilización por luz ultravioleta, cloración u ozonización.

1.6 Parámetros radiológicos

Hasta hace poco tiempo este tipo de parámetros no era importante, pero conforme avanza el desarrollo industrial la presencia de sustancias radiactivas en el agua es un riesgo de relevancia creciente. Su importancia es más sanitaria que industrial.

2 Ley 1027 Régimen de Conservación y uso del agua potable

A través de ésta ley, la provincia de La Pampa reglamenta el uso y conservación del agua potable.

El Decreto Reglamentario N° 193, en su Anexo I, especifica los valores aceptados para el consumo humano. Se detalla a continuación lo reglamentado en dicho decreto.

Decreto reglamentario N°193

ANEXO I

Valores máximos normales para consumo humano

Color: Incolora

Olor: inodora

Sabor: insípida

Aspecto: límpida

PH:

Residuo Sólido a 105°C: 2.000 mg/l

Alcalinidad de bicarbonato (CO_3Ca): Mínimo 30 mg/l-máximo 400 mg/l

Cloruros (Cl^-): 700 mg/l

Sulfatos (SO_4): 300 mg/l

Dureza total (CO_3Ca): 200 mg/l

Calcio (Ca^{++})

Magnesio (Mg^{++})

Nitratos (NO_3^-): 45 mg/l

Nitritos (NO_2): máximo 0,1 mg/l

Fluor (F^-): 1,2 mg/l a 1.8 mg/l

Arsénico (As): 0,15 mg/l a 0,18 mg/l

Potasio (K)

Sodio (Na)

Hierro (Fe^{+++}): 0,1 mg/l

Valores máximos normales para consumo humano
Análisis comparativos del ANEXO 1 Ley Prov. Nº 1027 y el CAA

	Ley Prov. L.P. Nº 1027/80	Código Alimentario Argentino 2009
Color	Incolora	5 escala Pt-Co
Olor	inodora	sin olores extraños
Sabor	insípida	
Aspecto	límpida	3 N T U
PH		6,5 - 8,5;
Residuo Seco (105°C)	2.000 mg/l	1500 mg/l
Alcalinidad de carb. (CO ₃ Ca)		
Alcalinidad de bicarb. (CO ₃ Ca)	mínimo 30mg/l-máximo 400 mg/l	
Cloruros (Cl ⁻)	700 mg/l	350 mg/l
Sulfatos (SO ₄)	300 mg/l	400 mg/l
Dureza total (CO ₃ Ca)	200 mg/l	400 mg/l
Calcio (ca ⁺⁺)		
Magnesio (Mg ⁺⁺)		
Nitratos (NO ₃ ⁻)	45 mg/l	45 mg/l
Nitritos (NO ₂ ⁻)	0,10 mg/l	0,10 mg/l
Fluor (F ⁻)	lím. Recom. inferior 1,2 mg/l, límite superior 1.8 mg/l	lím. recom. inferior 0,8mg/l; límite superior 1,3 mg/l
Arsénico (As)	0,15 mg/l a 0,18 mg/l	0,01 mg/l
Potasio (K)		
Sodio (Na)		
Hierro (Fe ⁺⁺⁺)	0,1 mg/l	0,30 mg/l

3 Principales acuíferos de la provincia de la Pampa

3.1 Resumen

En la provincia de La Pampa el agua subterránea es de vital importancia para la población y sus actividades productivas, debido a que carece de cursos de agua superficial en la mayor parte de su territorio.

A raíz de ello, desde las primeras décadas de este siglo se efectuaron trabajos exploratorios que forman un considerable volumen de información.

La misma ha puesto en evidencia algunas áreas en las que el acuífero freático y los asociados, son de buena calidad. Cinco de ellas, además, poseen una extensión significativa que les da cierta importancia, mientras que las restantes, a pesar de su menor desarrollo relativo tienen su relevancia debido a su ubicación estratégica.

En el presente estudio se describen las contribuciones más significativas que aportaron al conocimiento del recurso hídrico subterráneo, para a continuación describir al acuífero del cual se abastecerá la planta de tratamiento, haciendo referencia a su ubicación, geología, hidráulica, hidroquímica y sus reservas reguladoras, con el grado de conocimiento alcanzado.

3.2 Introducción

El conocimiento científico del agua subterránea pampeana, podemos decir que comenzó con los trabajos de Stapembeck (1913, 1943), Tapia (1930, 1938, 1962), Cannelle (1950), Bojanich (1964, 1978) y Salso (1966, 1967, 1972).

Entre una y otra contribución, cabe mencionar que se fueron incorporando al patrimonio del conocimiento del tema, varias perforaciones de exploración realizadas por la Dirección Nacional de Geología y Minería (actualmente Servicio Geológico Nacional), efectuadas en distintos puntos de la provincia, en general apuntando a resolver el problema de abastecimiento de agua para el ferrocarril.

A fines de la década de 1950, se produce un cambio cuali-cuantitativo en el estudio del recurso hídrico subterráneo, al implementarse planes de exploración regional, orientados a conocer integralmente las aguas del subsuelo sobre grandes regiones.

A ello debe sumarse, a partir de la década de 1970, como consecuencia de la implementación en el país del Plan Nacional de Agua Potable, los estudios específicos para abastecer con ella a los centros urbanos, realizados por la actual Dirección del Agua.

Entre las ideas que fueron evolucionando a medida que se conocía el recurso, cabe destacar la relativa al rol desempeñado por las acumulaciones arenosas en la generación de un acuífero de buena calidad.

Si bien el hecho de la presencia de aguas dulces en coincidencia con áreas medanosas ya era conocida por los araucanos, hasta los años setenta la presencia de cantidades importantes de agua subterránea de esa naturaleza, era explicada recurriendo a complejos mecanismos de circulación, atribuyéndole un origen "extra local" (Salso, J., 1967).

Los distintos trabajos realizados, pusieron de manifiesto la existencia de varios acuíferos de cierta importancia, algunos por su extensión y producción potencial, y otros por su ubicación estratégica.

En este trabajo se presenta una síntesis de las características de los más importantes, para cuyo conocimiento los autores han trabajado en forma directa en varios de ellos, aunque no se arrojan la totalidad de los aportes.

3.3 Antecedentes

Stapembeck, R. (1913) efectuó el primer reconocimiento del área comprendida entre Santa Rosa, Quehué y A. Roca, aportando información sobre profundidad y fluctuaciones del nivel f

En una obra posterior (1943) establece a grandes rasgos la hidrogeología de la llanura pampeana, a la que asimila a una gran cono aluvial extendido desde el pie de la cordillera hasta el océano.

Tapia, A. (1930) al estudiar una gran propiedad destinada a la colonización, comunica información general sobre la presencia y calidad de las aguas subterráneas en los campos de las Estancias y Colonias Trenel S.A., a la vez que descarta en ellas la existencia de acuíferos

surgentes e identifica un conjunto sedimentario de areniscas y arcillas rojas intercalado entre el "pampeano" y el basamento, a las que considera paleozoicas seguramente por su similitud con los entonces llamados "Estratos de Paganzo".

En contribuciones posteriores (1938, 1962) da precisiones sobre la profundidad del basamento en varias localizaciones (Chacharramendi, Rucanelo, Rancul), vinculando acertadamente la escasez del recurso, con la posición estratigráfica del mismo.

El primero de los trabajos regionales fue realizado por el CIAS (Comité de Investigación de Aguas Subterráneas), que trabajó en el norte y este del territorio provincial en la década de 1960. Los trabajos de este comité fueron informados por Arigós, L.E. (1969), y su contribución más importante consistió en la ubicación de varios acuíferos aptos para consumo humano (Speluzzi-Dorila, Ea. Las Mercedes, El Trequén), aunque sin establecer su desarrollo vertical ni su producción potencial.

Estos aspectos fueron estudiados posteriormente por Malan, J. (1983) para la zona de Gral. Pico-Dorila, Miglianelli (1984) en el acuífero de Speluzzi y Castro, E. et al. (1993) y Giai, S. et al. (1973) para la zona de Estancia Las Mercedes al suroeste de Intendente Alvear.

Le siguió en la década de 1970 el PIAS (Plan de Investigación de Aguas Subterráneas), en alguna medida, continuación de trabajos anteriores de Salso.

De ellos puede rescatarse la idea del factor decisivo que representan las acumulaciones arenosas ("médanos") en la conformación de un acuífero y la ubicación espacial de dos de los más extensos: el de El Meauco y parte del Valle Argentino.

Los estudios entre Toay y Catrilo (Cavalié, C.C., 1979, 1982), mapearon el agua subterránea entre ambas localidades en una faja de unos 30 Km de ancho y exploraron mediante perforaciones el área entre Santa Rosa y Uriburu.

Estos trabajos ubicaron y evaluaron un acuífero importante, distribuido en varias lentes, que en la actualidad abastece de agua a la ciudad de Santa Rosa.

Además de los trabajos comentados, existen otros numerosos, que cubren superficies menores, realizados por lo común en torno de poblaciones. En algunos casos parten de los relevamientos anteriores, establecen la potencialidad del acuífero y diseñan su explotación, mientras que otros fueron realizados con los mismos fines, pero sobre áreas no exploradas con anterioridad.

En la figura 1 del Anexo I puede apreciarse la ubicación espacial de los principales acuíferos reconocidos a la fecha.

En lo que sigue se presenta una descripción del acuífero sobre el que se emplazará la planta de tratamiento y envasado de agua de mesa.

3.4 Acuífero Speluzzi–General Pico - Dorila - Trilli

3.4.1 Ubicación

Este acuífero se localiza en el noreste de la provincia de La Pampa, sobre una faja de unos 10 kilómetros de ancho de rumbo nor-noroeste sur-sureste, sobre la que se encuentran varias lentes con agua de buena calidad (Figura 5 del Anexo I).

3.4.2 Geología

El basamento hidrológico no se alcanzó en ningún punto del área. Inmediatamente al norte de la ciudad de Gral. Pico, entre 235 y 265 m se atravesaron areniscas cuarzosas, por debajo de 100 m de arcillas verdes y grises asignables al Mioceno (Giai, S., et al., 1995).

Con relación a las mismas y al basamento cristalino, al norte y al sur de esta zona se encuentran las cuencas sedimentarias de Laboulaye y Macachín, respectivamente.

Es altamente probable que el área correspondiente a Gral. Pico represente un alto estructural entre ambas (Zambrano, J., 1974), sobre el que la ingresión miocena, por esa circunstancia, quedó representada por un reducido espesor sedimentario.

Por sobre las arcillas se encuentran los limos arenosos del Pampeano, con espesores del orden de los 150 m, y finalmente arenas eólicas. Las mismas adoptan la forma de cordones orientados del nor-noroeste al sur-sureste (Malan, J.M., 1983), alternándose con depresiones.

3.4.3 Hidráulica

El nivel freático en la gran mayoría de los casos se encuentra dentro de las arenas eólicas superiores, y se continúa dentro del Pampeano infra yacente.

La piezometría pone de manifiesto direcciones de escurrimiento hacia el sureste y suroeste, a partir de líneas equipotenciales en forma de V con el vértice orientado hacia el sur-sureste. Además sobre el eje del acuífero se destacan dos domos con direcciones de escurrimiento radiales divergentes.

La conformación de la superficie freática hacia el este tiene pendiente uniforme y queda representada por líneas equipotenciales aproximadamente paralelas, mientras que hacia el oeste tiene una conformación más compleja, con algunas curvas cerradas y flujo convergente, por corresponder a un área de descarga regional sub paralela al acuífero.

Los caudales específicos normales están en el orden de 1.3 m³/hm, aunque en el tramo superior, arenoso, puede alcanzar a 5 m³/hm.

3.4.4 Hidroquímica

Las sales totales en coincidencia con el cordón de médanos que actúan como área de recarga, son menores a 1 g/l. Este contenido aumenta hacia ambos lados, en especial hacia el suroeste.

En las áreas de recarga es bicarbonatada cálcica, el contenido salino aumenta con la penetración en el acuífero en forma normal, al igual que el flúor y el arsénico. Estos últimos se incrementan notablemente en el sentido del flujo.

Se ha considerado (Malan, J., op. cit.) que los caracteres hidrodinámicos del acuífero guardan relación con este aumento.

El espesor útil de este acuífero desde el punto de vista de su calidad química, está en el orden de los 25 a 30 m para agua potable, y en los 100 m para otros fines que requieran agua de hasta 2000 mg/l, en algunos sectores.

3.4.5 Reservas

Se han efectuado varios cálculos de recarga (Malan, J., 1983; Miglianelli, C.H., 1984), a partir de freáticos, balances hídricos seriados a nivel del suelo y escurrimiento subterráneo, que arrojan valores de entre 32 y más de 100 mm/año dependiendo de la pluviometría y el método utilizado para el cálculo.

De cualquier manera, para las precipitaciones medias de la zona, un valor regional conservador aceptable, es de 60mm/año, con el cual, considerando la extensión del acuífero de 175.6 Km² (Tullio, J.O. et al., 1990), se obtiene un volumen de reservas reguladoras de 10.5x10⁶ m³/año.

4 Calidad de agua del acuífero Speluzzi-General Pico-Dorila-Trilli.

En este trabajo se consideran las características físico-químicas del agua subterránea en el radio urbano de la localidad de General Pico y se determina su aptitud para el consumo humano.

Los datos utilizados provienen de 15 perforaciones realizadas en distintos sectores de la ciudad con fines de exploración o abastecimiento público. La comparación de dichos análisis con los correspondientes a un pequeño sector alrededor de un año a una planta frigorífica permiten detectar, en este último, valores anómalos de nitratos, reveladores de una contaminación puntual de origen orgánico.

El presente trabajo representa la complementación de uno anterior (Dalmaso, 1998) en el cual se estudió la calidad del agua en un pequeño sector la planta urbana de General Pico. El mismo se seleccionó debido al riesgo potencial representado por la existencia de una fuente puntual de contaminación, constituida por una planta frigorífica, y por la falta de una red de saneamiento urbano y de distribución de agua potable.

Aquellos resultados se analizan ahora en un contexto más amplio que incluye la totalidad del radio urbano de la localidad, con el fin verificar el carácter anómalo de los valores previamente obtenidos.

4.1 Caracterización del área de estudio

La ciudad de General Pico se sitúa en el norte de la provincia de La Pampa (Figura 1 del Anexo I) y cuenta con una población de casi 60.000 habitantes.

Su pluviometría y temperatura media anual son de 700mm (período 1921/1995) y de 16,1 °C, respectivamente.

Se halla enclavada en un ambiente medanoso con geformas que configuran un relieve suavemente ondulado producto del modelado eólico de una cobertura arenosa de espesor variable entre 0,4 y 15 m.

Este manto suprayace a sedimentos limo-arenosos con cementación carbonática que presentan, en un espesor de más de 100 metros, intercalaciones limo-arcillosas.

Ambos niveles alojan agua subterránea, aunque la extracción se realiza preferentemente de los primeros metros del segundo, que se comporta como un acuífero libre con drenaje diferido.

La profundidad del agua en la zona urbana, según mediciones realizadas en las perforaciones consideradas, varía entre 3,40 y 6 m.

La mayor parte de la ciudad está cubierta por un sistema de distribución de agua potable y de saneamiento aunque existen sectores carentes de dicho servicio, en los cuales los pobladores se abastecen mediante perforaciones domiciliarias y arrojan sus efluentes en fosas sépticas.

La provisión de agua a la ciudad se efectúa desde una batería de 49 perforaciones ubicadas al sur de la misma, donde el mayor espesor de la cobertura arenosa genera condiciones preferenciales para la recarga. Este sector de unos 70 km² fue estudiado y delimitado por Malán (1983) de acuerdo con su calidad para el consumo humano, la cual se ve condicionada, tanto areal como verticalmente, por su salinidad y por tenores elevados de flúor.

4.2 Metodología

Para realizar este trabajo se dispuso de datos físico-químicos del agua subterránea (Dalmaso, 1998) surgidos del muestreo de 39 perforaciones domiciliarias (entre 10 y 24 m de profundidad) concentradas en un pequeño sector (2 km²), situado en la parte norte de la planta urbana de General Pico.

La caracterización del agua subterránea de la totalidad del sector urbano se basó en 15 pozos de exploración y explotación perforados por la Dirección de Aguas de La Pampa, cuyas profundidades oscilan entre 17 y 30 m y extraen agua del mismo nivel acuífero que las mencionadas en primer término.

En ambos casos, las muestras se analizaron por métodos convencionales en el laboratorio del organismo citado.

4.3 Caracterización hidroquímica del agua subterránea

La tabla siguiente resume las características físico-químicas y parámetros estadísticos de las 15 muestras de la planta urbana de General Pico.

	Mínimo	Máximo	Promedio	Desvío std.
Residuo Seco	342	1314	643,3	310
Cond. Eléct.	405	1932	780,5	466,3
Dureza	32	420	158,8	117,8
Cloruros	12	456	82,7	130,5
Sulfatos	19	154	82,6	43,1
Carbonatos	0	40	4	11,2
Bicarbonatos	140	472	263,9	92,5
Calcio	3	61	24,6	18,5
Magnesio	5	65	23,9	18,2
Sodio	23	322	133,4	83,8
Potasio	3,9	117	6	2,49
Nitratos	1	76	24,6	19,5
Flúor	0,49	6	1,89	1,75
Arsénico	<0,04	0,27	-----	-----

En cuanto a los parámetros que definen la calidad del agua para consumo humano puede decirse que, considerando los límites adoptados por la Dirección de Aguas de La Pampa, las muestras identificadas como C. Berg y MA23 tienen contenidos excesivos de bicarbonatos y de arsénico y lo propio ocurre con respecto a nitratos en otras dos (46 y 49). Tres de ellas (46, C. Berg y MA23) también superan el tenor máximo permitido de flúor.

La dureza toma valores que afectan su potabilidad en cuatro puntos (PE27, MA39, MA40 y 49).

El mapa de la distribución espacial de nitratos en la planta urbana de General Pico (Figura 3 del Anexo II) muestra que las concentraciones predominantes oscilan desde menos de 10 hasta poco más de 30 mg/L.

Sin embargo, un estudio del área del frigorífico (Dalmaso et al., 1999) refiere que 11 puntos presentan contenidos superiores a 45 mg/L, llegando a registrarse un máximo de 166 mg/L (Figura 4 del Anexo II).

En relación con los valores elevados que se registran en los puntos 46 y 49, no se dispone de información suficiente para explicarlos. El primero de ellos está ubicado en el Parque Industrial de la ciudad y próximo a otros dos, uno de los cuales tiene un contenido de nitratos de 132 mg/L (Miglianelli, 1998).

El pozo N° 49 se encuentra cercano a una curtiembre, actividad que se caracteriza por generar un gran volumen de desechos orgánicos (Surita, 1998).

La ubicación de ambas perforaciones justifica la realización de estudios tendientes a identificar las fuentes de contaminación, los que deberán basarse en el muestreo periódico de las mismas, a fin de establecer la variación temporal de su quimismo, y en el relevamiento de pozos vecinos y de las condiciones ambientales (detección de vertidos de residuos urbanos e industriales, derrames de efluentes, etc.).

4.4 Conclusiones

De la comparación de las características físico-químicas del agua subterránea entre la planta urbana General Pico y el área del frigorífico, surge que esta última presenta valores considerados anómalos para los nitratos. La industria mencionada, conjuntamente con las fosas sépticas domiciliarias y otras fuentes potenciales de contaminación merecerían la realización de trabajos específicos.

Se recomienda por lo tanto evitar el emplazamiento de la planta de tratamiento y envasado de agua en zonas cercanas a éstos puntos particulares de la ciudad.

4.5 Informe anexo - Concentración de flúor y arsénico en el agua de red de General Pico (Argentina) durante el periodo 2007–2013

Pariani, A.O.1; Perea Muñoz, J.M.2; Castaldo, A.O.1; García Martínez, A.R.2; Giorgis, A.O.1; Angón, E.2; Otrosky, R1; Lamela Arteaga, P. 1. Hecker, F1.

Resumen

La provincia de La Pampa se caracteriza por presentar en sus aguas subterráneas alta concentración de arsénico y flúor.

La concentración promedio tanto de arsénico (0,059 mg/l) como de flúor (2,339 mg/l) en el agua de red superó en el periodo 2007–2013 los valores permitidos por el Código Alimentario Argentino y la Organización Mundial de la Salud, cuyos valores máximos aceptables son de 0,01 mg/l para el arsénico y de 1,2 mg/l para el flúor.

La concentración de arsénico disminuyó en el agua de red cuando aumentó la cantidad de precipitaciones, mientras que la concentración de flúor fue independiente del nivel de precipitaciones.

La población expuesta a altas concentraciones de arsénico tiende a encontrarse también expuesta a altas concentraciones de flúor.

Introducción

El flúor se encuentra más frecuentemente como fluoruro de hidrógeno, que es absorbido por las lluvias, las nubes y la niebla, y forma ácido fluorhídrico que cae a la tierra. En el agua y en el suelo se adhiere fuertemente al sedimento o a partículas, acumulándose en plantas o animales (Kyczel, 2006). Está presente en los gases de emanaciones de volcanes activos, en enormes cantidades que ascienden a miles de toneladas por año. Dos son las vías de aporte de flúor al medio ambiente: el natural y el antropogénico. El natural generalmente como fluoruro de hidrógeno, en su mayoría de origen volcánico. El antropogénico por desechos industriales, combustibles fósiles, riego con aguas contaminadas y lluvia ácida. La presencia de flúor en aguas naturales depende de las condiciones salinas, factores atmosféricos, estabilidad de las formas moleculares y de la arquitectura del sedimento (Weinert Seyfarth, 2005).

El arsénico es un elemento muy común en la atmósfera, en rocas y suelos, en la hidrosfera y la biosfera, y de elevada toxicidad para los seres vivos. El origen del arsénico en las aguas subterráneas de Argentina es atribuido a la actividad volcánica ocurrida en los Andes durante el Cuaternario o por el vertido de la industria química que puede aportar un alto porcentaje de arsénico en las redes de desagüe. Mayoritariamente el arsénico en aguas subterráneas proviene de la disolución de minerales, erosión y desintegración de rocas y por deposición atmosférica (Castro de Esparza, 2006).

El arsénico se halla en las aguas naturales como especie disuelta, la cual se presenta por lo común como oxianiones con arsénico en dos estados de oxidación, arsénico trivalente, arsenito, arsénico pentavalente y arseniato. El estado de oxidación del arsénico, y por lo tanto su movilidad, están controlados fundamentalmente por las condiciones redox y el pH (Lillo, 2008). En el agua de bebida normalmente el arsénico se encuentra como arseniato y

puede ser absorbido con facilidad en el tracto gastrointestinal en una proporción entre 40 y 100% (Frederick Kenneth, 1994). El arsénico inorgánico ingerido es absorbido por los diferentes tejidos y se elimina por orina. Cuando lo que se absorbe es mayor a lo que se excreta se acumula en tejidos primeramente uñas y pelo.

El principal problema ocasionado por la ingesta de arsénico durante largos períodos de tiempo, es el Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico (HACRE). El HACRE está asociado a varios efectos crónicos, entre ellos alteraciones de la piel tales como melanosis, queratosis y cáncer de piel. El tiempo que tarda en manifestarse el HACRE es variable y está relacionado con el estado de salud de la persona, la sensibilidad individual, el estado nutricional, la ingesta diaria, la concentración de arsénico en el agua de consumo y el tiempo de exposición (Trelles et al., 1970; Biagini et al., 1995). Para la aparición de los signos clínicos tienen que transcurrir algunos años. Entre los efectos del arsénico sobre la salud humana, también se ha descrito su relación con la aparición de cáncer de vejiga, riñón y pulmón; patologías vasculares de las extremidades inferiores, diabetes, hipertensión arterial y trastornos reproductivos (UN, 2001).

La presencia de arsénico y flúor en el agua subterránea utilizada para consumo humano o animal es uno de los problemas sanitarios más importantes a nivel mundial. La elevada toxicidad del arsénico y sus compuestos exige un riguroso control del agua y el alimento, pues aún en pequeñas dosis, puede acumularse en el organismo y provocar intoxicaciones crónicas. Se han citado contenidos altos de arsénico en aguas naturales en diversos ambientes, aunque se encuentran las mayores concentraciones en las aguas subterráneas (Smedley et al., 2002).

El consumo de agua con elevadas concentraciones de flúor ocasiona problemas de salud como fluorosis dental y ósea, además de favorecer enfermedades renales y cáncer. También produce una reducción de coeficiente intelectual, principalmente en niños de edad escolar (Gómez et al., 2002; Chávez, 2010). Pequeñas cantidades de flúor ayudan a prevenir las caries dentales, pero cantidades altas pueden perjudicar su salud. En adultos, la exposición a altos niveles de fluoruro puede aumentar la densidad de los huesos. Sin embargo, si la exposición es alta y continua, los huesos pueden tornarse frágiles y quebradizos (Gómez et al., 2002).

La concentración máxima en agua potable recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Código Alimentario Argentino (C.A.A) es de 0,01 mg/l para el arsénico y 1,2 mg/l para el flúor. Esto no obliga a las provincias a adoptarlo. De hecho, la provincia de La Pampa, por la ley 1.027 (Régimen de conservación y uso del agua potable) lo fija al valor máximo de As entre 0,15 y 0,18 mg/l, valores muy superiores a los que establece el C.A.A.

Sin embargo, en Argentina, tanto en la provincia del Chaco (Osicka et al., 2008) como en la provincia de Córdoba (Pérez Carrera et al., 2007) y Tucumán (Guber et al., 2009) han sido encontrados valores superiores de arsénico en aguas subterráneas.

En la provincia de La Pampa (Argentina), Otrosky et al., (2010) encontraron elevadas concentraciones de ambos elementos en aguas subterráneas de explotaciones ganaderas de la zona norte. Teniendo en cuenta que el suministro de agua potable de las principales ciudades también procede de perforaciones freáticas, resulta de especial interés evaluar el nivel de flúor y arsénico. Por tanto, el objetivo del presente trabajo fue determinar la concentración de flúor y arsénico en el agua de red en la ciudad de General Pico (Argentina) durante el periodo 2007–2013.

Material y métodos

La ciudad de General Pico se aprovisiona de agua subterránea que proviene de perforaciones de la capa freática. El agua se vuelca a tanques de depósito y se distribuye por toda la ciudad. Para representar la red de distribución de la ciudad, se eligieron los 8 puntos de muestreo que se presentan en la Figura 1. De cada uno de los puntos se tomó una muestra quincenal de 1 litro desde agosto de 2007 a diciembre de 2013. La concentración de flúor y de arsénico fue determinada en cada muestra, por duplicado, en la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Pampa.



Figura 1. Puntos de muestreo para el aprovisionamiento de agua en General Pico

La concentración de flúor se determinó mediante el método de Zirconio–Alizarina roja (de W. Lamar) con un espectrofotómetro METROLAB, siendo la longitud de onda seleccionada de 525 nm (Rodier, 1981).

La concentración de arsénico se determinó mediante la técnica de reducción a arsina y posterior determinación espectrofotométrica con dietil-ditiocarbamato de plata en efedrina/cloroformo. Las muestras coloreadas se analizaron en un espectrofotómetro METROLAB, siendo la longitud de onda seleccionada de 540 nm (Vasak et al., 1952; APHA 1976; Bartoletti et al., 1977).

Las precipitaciones mensuales durante el periodo de estudio fueron registradas a partir de la estación meteorológica del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de General Pico.

Los meses fueron clasificados según su nivel de precipitación en cuatro categorías: 0 (seco), si <10 mm; 1 (poco lluvioso), si 10–40 mm; 2 (lluvioso), si 40–115 mm; 3 (muy lluvioso), si >115 mm.

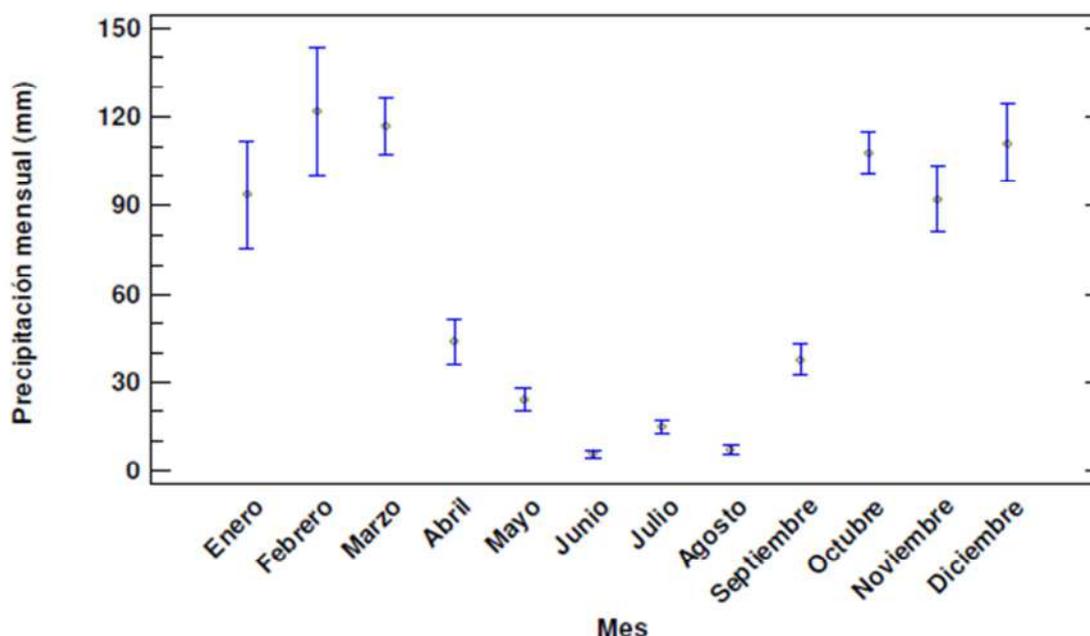


Figura 2. Precipitaciones medias mensuales registradas en General Pico durante el periodo 2007–2013

La existencia de asociación significativa entre la concentración de flúor y arsénico se evaluó mediante el coeficiente de correlación de Pearson. Para determinar si el nivel de pluviometría y el lugar de muestro afectó a la concentración de flúor y arsénico se utilizó ANOVA y el test SNK. Los análisis fueron desarrollados con Statgraphics Centurion.

Resultados y discusión

La concentración media de arsénico en el agua de red de General Pico fue de 0,059 mg/l durante el periodo 2007–2013. Estos valores coinciden con los trabajos realizados por Navoniet al., (2012), que analizaron la concentración de arsénico en agua en distintas localidades de la provincia de Buenos Aires, hallando en todas las muestras valores superiores a los 0,01 mg/l. Osicka et al., (2008) determinaron que el rango de concentración de arsénico total en las muestras analizadas en la provincia de Chaco (Argentina), se hallaba entre 0,01 y 0,80 mg/l.

El rango de concentración de arsénico en agua hallado en la literatura oscila entre 0,001 mg/l a 1 mg/l (Nicolli et al., 1989, Nicolli et al., 1997; Pinedo et al., 1998; Cabrera et al., 2001; Smedley et al., 2002; Bhattacharya et al., 2006 y Espósito et al., 2011). Guber et al., 2009 estudió los niveles de arsénico en el agua de consumo en Leales y Graneros (Provincia de Tucumán, Argentina) hallando concentraciones promedios de 0,112; 0,087 y 0,096 mg/l para la localidad de Leales y de 0,163; 0,045; 0,405; 0,056 mg/ para Graneros.

Otros autores, por el contrario, encontraron que las concentraciones de arsénico en agua se hallan próximo a los valores aceptados por los Organismos Internacionales, como Blanes et al., (2004) que estudió los niveles de arsénico en aguas subterráneas de la región central de la provincia del chaco hallando una concentración media de 0,04 mg/l.

Algunos trabajos realizados en la región de Carabobo (Venezuela) y en la provincia de Cartago (Costa Rica), indican que los niveles de arsénico no superan los valores de 0,01 mg/l (Agreda et al., 2005; Sandoval-Mora, 2010).

En la Figura 3 se muestra la concentración media mensual de arsénico y se observa que los meses de mayores concentraciones corresponden a abril y agosto, con medias de 0,067 mg/l y 0,065 mg/l, respectivamente.

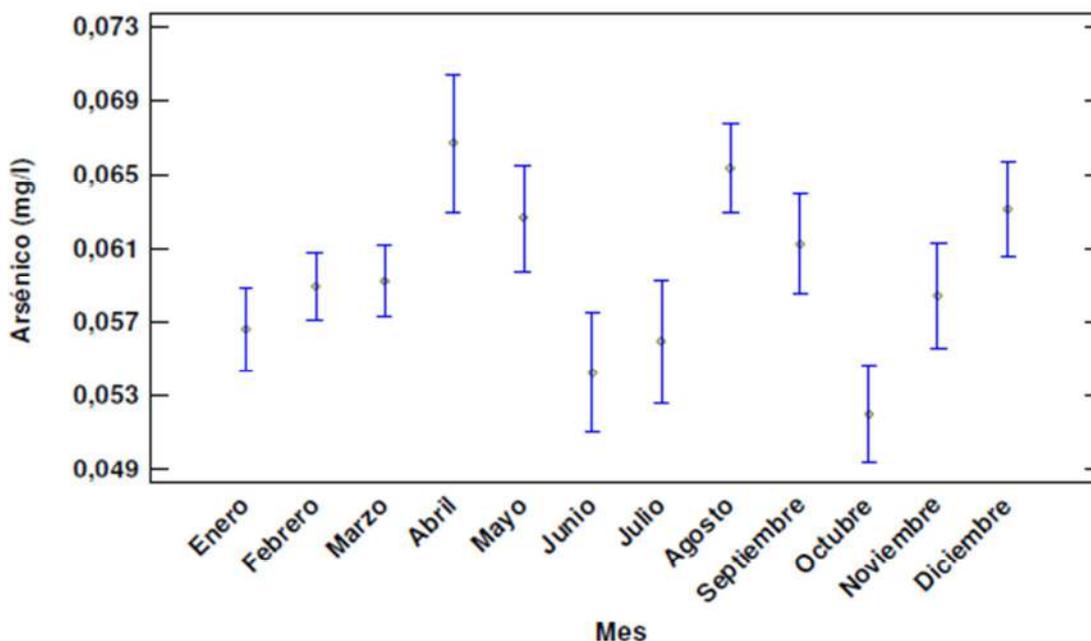


Figura 3. Concentración media mensual de arsénico en el agua de red de General Pico durante el periodo 2007–2013

En la Figura 4 se muestra la concentración de arsénico en el agua de red y su relación con el nivel de precipitación. El nivel de precipitación afectó significativamente a la concentración de arsénico ($P < 0,000$), observándose cómo disminuye a medida que se incrementa el nivel de precipitación.

En los meses secos la concentración de arsénico es significativamente superior, alcanzando una media de 0,063 mg/l. Los meses muy lluviosos presentaron una media significativamente inferior de 0,054 mg/l, mientras que los meses poco lluviosos y lluviosos mostraron una concentración de arsénico homogénea e intermedia.

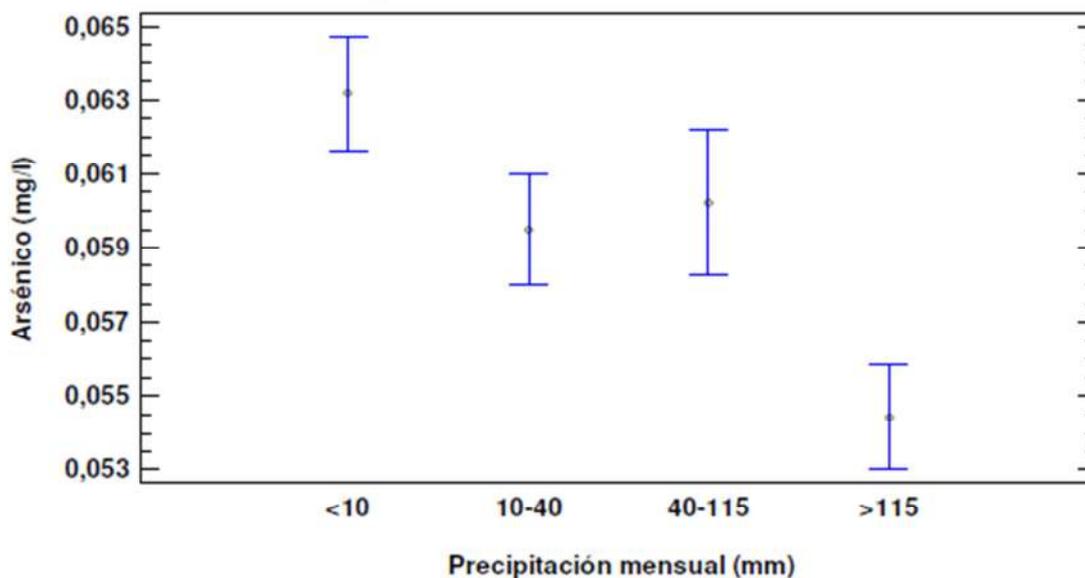


Figura 4. Concentración de arsénico en el agua de red de General Pico según el nivel de precipitación durante el periodo 2007–2013

Concentración de arsénico en el agua de red de General Pico (Argentina) según el nivel de precipitación durante el periodo 2007–2013.

El arsénico en las aguas subterráneas, aparte de lo descrito por Castro de Esparza (2006), también es incorporado por otros mecanismos como los descritos por Herráez Sánchez de las Matas (2001) como resultado de la excesiva utilización de productos fitosanitarios basados en arsénico.

En consecuencia, los descensos en el agua de la napa tienden a incrementar la concentración del mismo.

En la Tabla 1 se muestra la concentración de arsénico en los 8 puntos de muestreo. En el barrio Rucci se obtuvo la menor concentración de arsénico para todo el periodo, con una media de 0,051 mg/l, mientras que los demás puntos de muestreo presentaron niveles homogéneos y superiores. Estos valores coinciden con los obtenidos por Navoni et al., (2012) en distintas localidades de la provincia de Buenos Aires (Argentina), todos superiores a los 0,01 mg/l. Asimismo, Osicka (2008) determinó un rango de concentración de arsénico en la provincia de Chaco (Argentina), entre 0,01 y 0,80 mg/l.

Tabla 1. Concentración de arsénico en el agua de red en los distintos puntos de muestreo de la ciudad de General Pico (Argentina) durante el periodo 2007–2013

Punto de muestreo	Media	Desviación típica	Test SNK
Rucci	0,050	0,012	A
El Molino	0,058	0,014	B
Norte	0,058	0,017	B
Este	0,060	0,019	B
Carlos Berg	0,060	0,017	B
Don Bosco	0,060	0,019	B
Indios Ranqueles	0,064	0,017	B
Talleres	0,064	0,018	B

En aguas naturales del Departamento de Unión, sudeste de la provincia de Córdoba, Pérez-Carrera et al., (2013) encontraron que 75% de las muestras analizadas superaron los valores aceptados por el Código Alimentario Argentino.

En este trabajo, cualquiera de los valores hallados en los diferentes puntos de muestreo son superiores a los valores de arsénico estipulados por la OMS, FAO y el Código Alimentario Argentino, que toman como límite superior el valor de 0,01 mg/l.

Las mayores exigencias en la calidad de agua se deben a los numerosos estudios que relacionan enfermedades respiratorias, neurológicas y cardiovasculares a una exposición crónica al arsénico con valores superiores a 0,01 mg/l (Gorby, 1994; National Research Council, 1999).

Además ha sido documentado el papel del arsénico como agente carcinogénico en humanos mediante estudios epidemiológicos que relacionan la ingesta de arsénico en agua de bebida y el cáncer de piel; y estudios ocupacionales que relacionan la exposición al arsénico y el cáncer de pulmón (IARC, 2002).

La concentración media de flúor en el agua de red de General Pico fue de 2,339 mg/l durante el periodo 2007–2013. En la Figura 5 se muestra la concentración media mensual de flúor y se observa que en Abril se encuentra la mayor concentración, con una media de 2,624 mg/l, coincidiendo con las mayores concentraciones de arsénico.

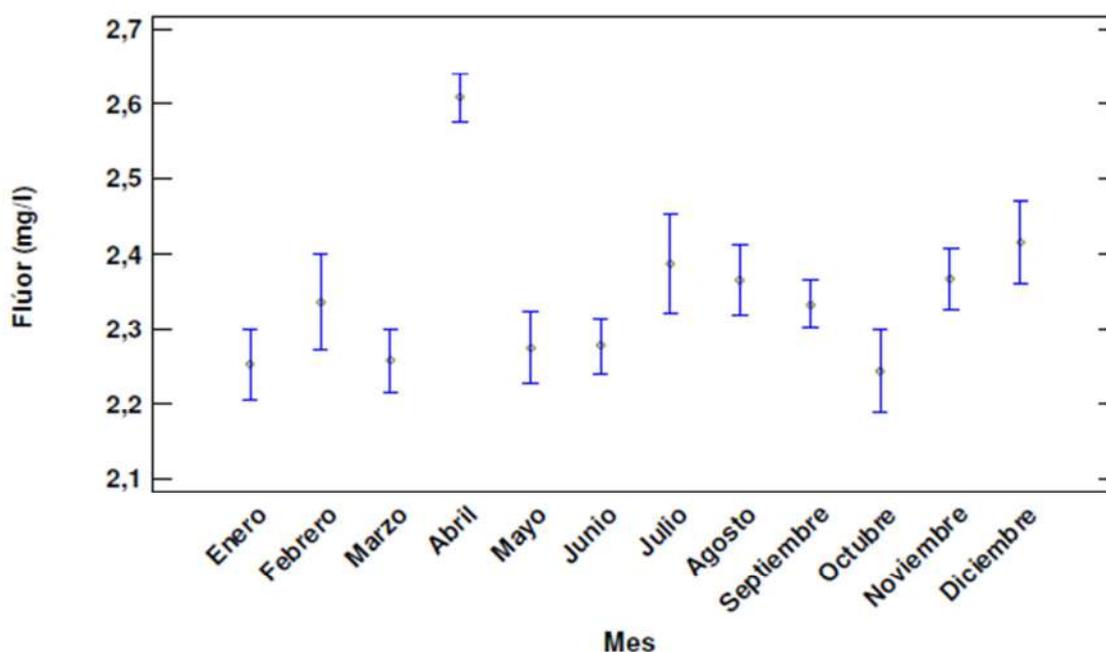


Figura 5. Concentración media mensual de flúor en el agua de red de General Pico durante el periodo 2007–2013

La concentración de flúor y arsénico mostró una débil correlación positiva de 0,226 ($P < 0,000$), lo que indica cierta tendencia a la covariación de ambos elementos en el agua de red.

En la provincia del Chaco (Argentina), Osicka et al., (2008) encontraron en aguas subterráneas del Domo Central una correlación lineal fuerte y positiva entre ambos elementos ($r = 0,661$; $P < 0,001$).

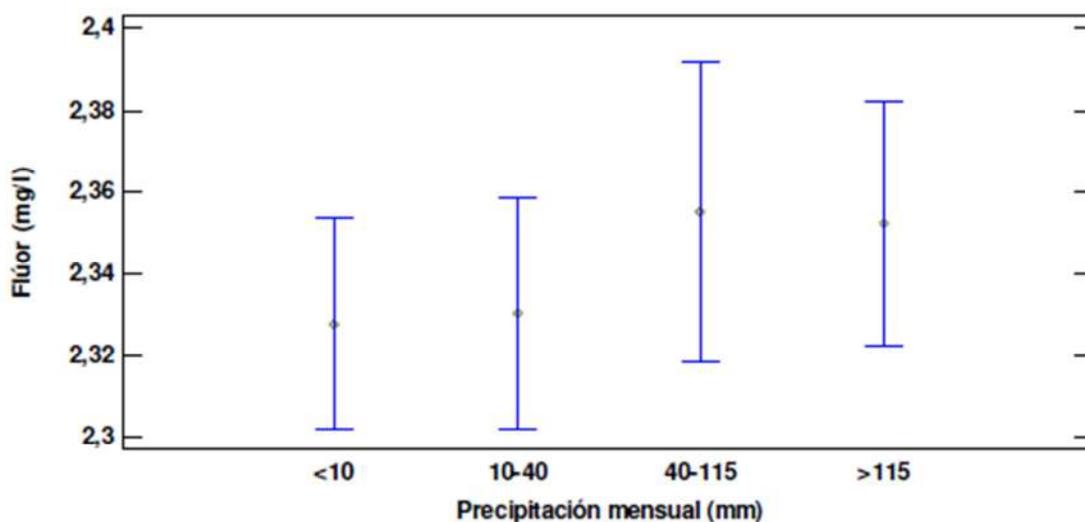


Figura 6. Concentración de flúor en el agua de red de General Pico según el nivel de precipitación durante el periodo 2007–2013

En la Figura 6 se muestra la concentración de flúor en el agua de red y su relación con el nivel de precipitación. El nivel de precipitación no afectó a la concentración de flúor, por lo que no hay relación entre ambas variables.

En la Tabla 2 se muestra la concentración de flúor en los 8 puntos de muestreo.

En el barrio Rucci se obtuvo la menor concentración de flúor para todo el periodo, con una media de 2,248 mg/l. La mayor concentración correspondió a los barrios Carlos Berg y Don Bosco, con una media de 2,421 mg/l y 2,414 mg/l, respectivamente, mientras que los demás puntos de muestreo presentaron niveles homogéneos e intermedios.

Tabla 2. Concentración de flúor en el agua de red en los distintos puntos de muestreo de la ciudad de General Pico durante el periodo 2007–2013

Punto de muestreo	Media	Desviación típica	Test SNK
Rucci	2,248		A
Norte	2,265		AB
El Molino	2,317		AB
Indios Ranqueles	2,335		AB
Talleres	2,341		AB
Este	2,365		AB
Don Bosco	2,414		B
Carlos Berg	2,421		B

Conclusiones

La concentración promedio tanto de arsénico (0,059 mg/l) como de flúor (2,339 mg/l) en el agua de red de General Pico (Argentina) superó en el periodo 2007–2013 los valores permitidos por el Código Alimentario Argentino y la Organización Mundial de la Salud, cuyos valores máximos aceptables son de 0,01 mg/l para el arsénico y de 1,2 mg/l para el flúor.

La concentración de arsénico en el agua de red tendió a disminuir cuando aumentó la cantidad de precipitaciones, mientras que la concentración de flúor fue independiente del nivel de precipitaciones.

La población expuesta a altas concentraciones de arsénico tiende a encontrarse también expuesta a altas concentraciones de flúor

5 Estudio de Plantas de Tratamiento existentes

Se realizó un estudio y seguimiento de las plantas de tratamiento de agua para consumo humano que están instaladas en la ciudad de General Pico, a fin de obtener valores actuales de producción.

Se compararon dichos valores con los consumos promedios de los habitantes y se comprobó la existencia de un amplio mercado descubierto.

En base a esto nace el nivel de producción de nuestro diseño de planta, para pretender abastecer a parte del mercado disponible.

A través del estudio fue posible detectar deficiencias en el sistema de producción de algunas plantas, lo cual nos fue útil para poder diagramar una instalación de primera línea garantizando la calidad de producto y estar bajo las normas de calidad vigentes.

6 Estudio de Mercado de Agua de Mesa en General Pico

Según recomendaciones de la OMS se aconseja un consumo de dos litros diarios de agua potable por persona. Teniendo en cuenta que el último censo registró en la localidad de General Pico una población de 57.699 habitantes, representa unos 3.461.940 litros al mes.

Los distintos canales de abastecimiento de agua de mesa y mineral son las embotelladoras locales, agua mineral de marcas conocidas que se comercializan en cadenas de supermercados y distribuidores, agua de red y un muy bajo porcentaje de agua de subterránea.

A continuación se enumeran embotelladoras registradas por el departamento de bromatología de la Municipalidad de General Pico.

Los volúmenes detallados se obtuvieron a través de visitas a cada una de las plantas.

LISTADO DE EMBOTELLADORAS DE AGUA DE MESA AL 02/06/14			l/mes	
RAZÓN SOCIAL	DIRECCIÓN	MARCA	Verano	invierno
Embotelladora Gral. Pico S.A.	Calle 21 N°1655	TRENEL	100.000	100.000
Lucero, Patricia	Calle101 (o) N°670	Villa Iris +Agua y Sierras de Calamuchita	94.400	77.408
Paez, Esteban Alejandro	Calle 9 N°1750	San Valentín	165.600	110.400
Perez, Patricia Alejandra	Calle 34 N°1065	Pampa	144.000	144.000
Portis, Dario René	Calle 2 N°1225	Pico Agua	120.000	120.000
Riffaldi, Marta	Calle 30 N°350	Glaciares del Sur	120.000	120.000
Sappa Noemí	Calle N°16(o) 5Bis	Manantial de Vida	230.400	184.800
Vasquez, Maria Jimena	Calle N°776(N) 2	Ojo de Agua	158.400	80.640
		total	1.132.800	937.248

En el proceso de recolección de datos se encontraron plantas que no figuraban en el listado pero también comercializan agua en la ciudad. Los datos obtenidos son orientativos dado que los representantes legales no brindan información sobre el volumen que procesan.

LISTADO DE EMBOTELLADORAS DE AGUA DE MESA		
MARCA	l/mes	
	Verano	Invierno
Agua Patagonia	50.000	50.000
La Gota	50.000	50.000
Punta de Agua	50.000	50.000
Cimes	50.000	50.000
Ivess	50.000	50.000
Nogoli	50.000	50.000
Total	300.000	300.000

A éstos valores resta sumarle el agua mineral embotellada que se consume a través de cadenas de supermercados y distribuidores, que según estudios, en Argentina nos da un promedio de entre 18 y 21 litros anuales por habitante, representando en General Pico unos 100.973 litros al mes.

Se estima que hay colocados en la ciudad aproximadamente 1.200 equipos de tratamiento de agua domiciliarios, que considerando una familia tipo de 4 personas a un consumo de 2 litros diarios cada uno, representan unos 288.000 litros al mes.

Resumiendo

Demanda de Agua en General Pico l/ mes	3.460.140
Oferta de Agua de Mesa l/mes	1.132.800
Oferta de Agua Mineral l/mes	100.920
Oferta de Agua plantas no declaradas l/mes	300.000
Oferta de Agua Purificadores Dom. l/mes	288.000
Total de Demanda Insatisfecha	1.638.419

Representando un déficit diario de 54.600 litros de agua, a partir de éste valor y considerando que se espera captar un 20% del total en los próximos 5 años, se adopta como valor de producción para la instalación 10.000 litros diarios.

A continuación se detallan los establecimientos elaboradores de bebidas hídricas habilitadas por el Ministerio de Salud de La Pampa que pueden comercializar sus productos fuera del ejido municipal en que tiene la planta elaboradora:

ESTABLECIMIENTO ELABORADOR	LOCALIDAD	RNE	RNPA	PRODUCTO ALIMENTICIO
Cooperativa Popular de Obras y Servicios Públicos Realicó	Realicó	11000264	11001778	Agua de Mesa
Aguas Rolón	Rolón	11000330	11002470	Agua de Mesa Envasada
Soda y Agua de Mesa Carlitos	Santa Rosa	11000246	11001661	Agua de Mesa
			11001660	Soda
Agua Soda Chirolita	Santa Rosa	11000376	11002934	Agua de mesa envasada
Puelén Agua	Puelén	11000375	11002935	Agua de mesa envasada
Súper Productos SRL	Santa Rosa	11000223	11002870	Agua de mesa envasada
La Gota	Tomás M. de Anchorena	11000325	11002417	Agua de mesa envasada sin gas
			11002419	Agua de mesa envasada con gas
Soda Pablito	Ingeniero Luiggi	11000251	11001716	Agua Mineralizada Artificialmente
Yporá	Alpachiri	11000372	11002863	Agua de mesa mineralizada artificialmente
Perla del Desierto	General Acha	1100363	11002793	Agua de mesa envasada
Cooperativa de Provisión para Obras y Servicios Públicos de Calefú Ltda.	Calefú	1100342	11002680	Agua de mesa envasada
KLA -ÑE – CÓ	Victorica	1100346	11002629	Agua de mesa envasada
Calfutray	Toay	1100357	11002753	Agua de mesa envasada
			11002752	Soda
			11002822	Soda
			11002821	Agua de Mesa
Cooperativa de Obras y Servicios Públicos de Macachín Ltda.	Macachín	11000359	11002765	Agua de Mesa
Aguas Mineralizadas Médanos de Riglos	Miguel Riglos	11000366	11002813	Agua Mineralizada
Equilibrio	Lonquimay	11000373	11002900	Agua de mesa envasada
			11002901	Soda en sifón
Patagonia Meat S.A.	General Pico	11000382	11002967	Hielo
Embotelladora General Pico	General Pico	11000383		
Los Médanos	Santa Rosa	11000193	11001612	Agua de mesa envasada
Aguas de Toay	Toay	11000285	11001961	Agua
Fuente Agua Mineral Cirrus	La Gloria	11000284	11001937	Agua de mesa
La Juanita	Speluzzi	11000380	11002940	Agua de mesa envasada
Acumín	Toay	11000261	11001754	Agua natural de mesa
			11002394	Agua natural con gas
			11002350	Agua natural sin gas
			11001940	Agua de mesa
			11002007	Soda

7 Proceso de Tratamiento de Agua

7.1 Extracción de Agua Cruda

El proceso inicia con la recolección de agua cruda subterránea a través de una bomba sumergible, la cual entrega la presión y caudal necesario al sistema de filtro de zeolita mineral, para así llegar a un tanque de almacenamiento con una capacidad de 10.000 litros donde reposan junto al $Cl O_2$ asegurando así la eliminación de virus y bacterias de toda la línea de proceso. El suministro de agua está regulado por un flotador.

7.2 Filtro Automático de Zeolita Mineral

Generalmente los filtros multicapa, llevan de cuatro a cinco capas de material filtrante de diferente densidad y granulometría que van reteniendo las partículas selectivamente de acuerdo a su tamaño (mayores de 15 micras), logrando así quitar la turbidez del agua, en este caso el depósito de material filtrante contiene un solo material, zeolita mineral, que fue seleccionada por las características del agua cruda que se va a utilizar en el proceso.

Su operación consiste, mediante la presión suministrada de la bomba, en permitir que el agua sin filtrar entrar a la válvula y fluir en dirección de arriba hacia abajo por el interior del tanque a través del material filtrante para después subir, ya filtrada, por el tubo central y salir del equipo.

Están diseñados para el cambio de las sales de calcio y magnesio por sales de sodio que son solubles. El suavizador, además de bajar la dureza del agua, reduce otras impurezas como son el hierro, magnesio, sílice y otros metales.

Normalmente se emplea una resina catiónica y se regenera con sal industrial (Na Cl).

Los suavizadores disminuyen hasta un 30% la dureza del agua a ser tratada, se usan como un proceso previo para dar una mayor vida a las membranas del equipo de ósmosis inversa.

7.3 Ósmosis Inversa

Generalidades

Éste es un método utilizado a partir de la segunda Guerra Mundial para desalinizar el agua de mar.

Desde entonces se han venido perfeccionando las membranas, a la vez que han bajado su precio, al grado de que ahora se producen, no solo para quitarla sal del agua de mar, sino como equipos caseros de purificación del agua. Actualmente se pueden conseguir equipos de ósmosis Inversa que pueden proporcionar desde 5 a más de 500 litros diarios.

La tecnología de la osmosis inversa se basa en el proceso de ósmosis, que es un fenómeno natural, por el cual dos soluciones de distinta concentración salina puesta en contacto a través de una membrana semipermeable tienden a igualar sus concentraciones.

Para ello se produce un movimiento desde la solución más diluida hacia la más concentrada, que se detiene cuando se alcanza un equilibrio entre ambas concentraciones.

La fuerza que provoca ese movimiento se conoce como presión osmótica y está relacionada con la concentración de sales en el interior de ambas soluciones.

Cuando dos soluciones de diferente concentración o salinidad están colocadas en dos recipientes separados por una pared impermeable, cada una de ellas alcanza en el depósito correspondiente una altura que es función únicamente del volumen de la solución y del diámetro del depósito.

Si igualamos la altura de las soluciones en los dos recipientes, y sustituimos la citada pared por una membrana semipermeable (permeable al agua, no a las sales) se produce un movimiento a través de la membrana desde la solución más diluida a la más concentrada, que se detiene cuando se alcanza un desnivel entre ambos tubos, y esa altura h corresponde a la presión osmótica de la solución más concentrada, o más propiamente a la diferencia de presiones osmóticas entre ambas soluciones.

Este valor h es la presión diferencial que impulsa el agua a través de la membrana.

Si invertimos el proceso aplicando una presión en el tubo de la solución más concentrada, el movimiento se produce desde ésta hacia la más diluida.

Finalmente se alcanza una posición de equilibrio y la altura que alcanza la solución en el nuevo equilibrio es función de la presión aplicada, de las características de la membrana y de las concentraciones de ambas soluciones.

Se define entonces a la ósmosis inversa como el proceso de filtrado de baja presión (mayora la presión osmótica) a través de membranas semipermeables, en el cual el agua y las sustancias disueltas se mueven de las áreas de mayor concentración de sólidos a las áreas de menor concentración.

Esto se hace forzando el agua con mayores concentraciones de sólidos a que pase hacia el otro lado que solo tiene agua pura, es por esto que es el único filtro de membrana semipermeable que elimina prácticamente todos los sólidos en suspensión o en solución.

La ósmosis inversa reduce los sólidos totales disueltos (SDT) en el agua y elimina compuestos orgánicos e inorgánicos.

Su operación consiste en:

- El agua almacenada en el tanque es dirigida a la unidad mediante la presión que genera la bomba de 5,36 HP, entonces el agua pasa al pre filtro de 5 micras, para eliminar los sedimentos que pudieron quedar, posteriormente se dirige al medidor de STD (1 a 999 ppm) donde la producción está basada en agua de alimentación a 25°C y 500 ppm de STD
- Una vez entrada el agua en la membrana se produce un agua permeada con una concentración de alrededor del 10 % de STD. El resto se rechaza con altas concentraciones de sales, enviándose al drenaje.

7.4 Membranas de ósmosis y módulos de ósmosis

Las membranas de OI son capaces de remover hasta 90% de los sólidos disueltos en agua como pueden ser: materia orgánica, bacterias, nitratos, calcio, magnesio, arsénico, plomo, mercurio, plaguicidas y muchas otras impurezas que no pueden ser removidas con los filtros de arena o de cartucho.

Las Membranas de OI se construyen básicamente con Acetato de Celulosa (usadas industrialmente) y Poliamida, esta última permite la separación de las sustancias tanto orgánicas como inorgánicas con tamaños entre 1 y 10 Å.

Las membranas de OI se comercializan con las diferentes configuraciones:

Tubular.

Consiste en largos tubos porosos con longitud que oscila entre 1.5 a 3 m y con diámetros entre 0.5 y 1 pulgadas, los cuales llevan, concéntricamente en su interior la membrana.

El agua bruta se hace circular por el interior, recogándose el agua permeada entre la pared exterior de la membrana y la interior del tubo contenedor. La desventaja es que es muy voluminosa en relación con su capacidad productiva.

Fibra Hueca.

Está construida por miles de fibras huecas (tubos capilares) formando un haz en el interior del contenedor y cuyos extremos se insertan en un soporte de resina epoxi (linda rigidez).

El diámetro exterior de estos capilares oscila entre las 60 y 80 micras para la poliamida y 200 a 300 micras para el acetato.

El agua es obligada a pasar a través de la pared del capilar de espesor aproximado de 20 micras.

La presión a lo largo del tiempo produce una compactación de la membrana que a su vez reduce el caudal y puede alcanzar hasta 25 %. El paso de agua para las membranas produce una caída de presión o pérdidas de carga que reduce la presión neta que se aplica a cada membrana.

Las membranas de fibra hueca son más propensas a ensuciarse u obstruirse que las tubulares, el ensuciamiento de membranas es el principal problema que afecta la operación de los sistemas de ósmosis inversa.

El ensuciamiento suele manifestarse con un aumento en la presión de alimentación para mantener el flujo del permeado, reducción en el flujo normalizado del permeado, aumento en el

diferencial de presión, aumento en el porcentaje de sales permeadas y reducción del porcentaje de recuperación, reducción en la calidad del permeado.

Respecto a la limpieza, de las membranas las que ofrecen mayor facilidad en orden de importancia son: tubulares y fibra hueca respectivamente.

Rechazo de Sales.

Las membranas de fibra hueca suelen tener rechazos inferiores a las de arrollamiento tubular. Estas últimas con un 99.5 % de rechazo mientras que las de fibra hueca no superan el 99.4 %.

7.5 Ventajas de la ósmosis inversa

- Permite eliminar la mayoría de los sólidos (inorgánicos y orgánicos hasta un 99%). Así como los materiales suspendidos y microorganismos.
- Realiza el proceso de purificación en una sola etapa y de forma continua.
- Es una tecnología muy simple en su utilización, no requiere de mucho mantenimiento ni personal especializado.
- Su campo de aplicación es extenso y aumenta día a día.

La desventaja importante es que no son rentables cuando se emplean para filtrar agua con pocos sólidos en suspensión y eliminar microorganismos.

7.6 Lámpara de Rayos Ultravioleta

Tienen como función la destrucción del 99.9 % de las bacterias, virus y gérmenes que se pudieran presentar en el agua. La dosis promedio de operación que la mayoría de los fabricantes venden es de 30,000 $\mu\text{ws}/\text{cm}^2$.

La vida media de las lámparas es de 8000 horas de operación, por lo que se recomienda cambiarlas cada 10 meses.

Generalmente deben permanecer encendidas las 24 horas, de lo contrario cada apagada reduce su vida 8 horas.

Para que el sistema opere eficientemente se requiere que el agua esté libre de sustancias en suspensión o disolución.

Se utiliza un sistema de recirculación entre 2 tanques de almacenamiento para garantizar una correcta desinfección del agua permeada.

Con lo referente a las operaciones de mantenimiento se sugiere inspeccionar visualmente el tubo de cuarzo a los 30 y 90 días después de la instalación para determinar la frecuencia de limpieza.

Generalmente todos los equipos constan de una vara que desde el exterior se tira para limpiar la camisa de cuarzo y desprenderle las láminas que los minerales generan en su paso.

En el caso que se requiera remover la camisa para su limpieza se deberá remojar en agua con jabón o en una solución conteniendo vinagre o amoníaco.

Las principales ventajas de usar luz ultravioleta se citan a continuación:

- El mantenimiento es muy simple, pues solo necesita un reemplazo anual de la lámpara y limpieza de tubo de cuarzo.
- Sumamente económico, centenares de litros de agua pueden tratarse por centavos de costos de operación.
- A diferencia de los desinfectantes químicos, UV no le agrega químicos tóxicos al agua potable ni promueve la formación de subproductos. Por lo que no hay ningún cambio en el olor, pH o en la conductividad, y tampoco en la química general del agua.
- Destruye en más de 99.9 % los microorganismos.
- Es más efectivo que el cloro contra los virus.
- Compatible con todos los demás procesos de tratamiento de agua, como filtración por ósmosis inversa e intercambio iónico.
- Los rayos UV no causan corrosión.
- De fácil instalación, solamente dos conexiones en la tubería del agua y una electrónica.

7.8 Tanque o cisterna de almacenamiento

Aquí se almacena el agua permeada además de tener las reservas necesarias para alimentar el equipo de llenado de bidones, cuentan con una capacidad de 5000 litros.

7.9 Dióxido de cloro

La búsqueda para la sustitución del desinfectante de cloro resultó tener algunos candidatos. Aunque ninguno de los desinfectantes es perfecto, el dióxido de cloro es una muy buena alternativa debido a estas características y es por esto que vamos a utilizarlo en nuestro proceso dosificándolo antes de la entrada del tanque principal como se indica en el plano 16 adjunto en el ANEXO VII.

1. ¿Qué es el dióxido de cloro estabilizado?

Como el ozono y el cloro, el dióxido de cloro es un biosida oxidante y no una toxina metálica. Esto significa que dióxido de cloro mata microorganismos por la interrupción del transporte de nutrientes a través de la membrana celular, no por interrupción del proceso metabólico. El dióxido estabilizado de cloro ClO_2 está protegido en soluciones acuosas. Añadiendo ácido hasta una requerida concentración se activa el desinfectante.

2. ¿Cómo trabaja?

De los biosidas oxidantes, el dióxido de cloro es el oxidante más selectivo. Pero el ozono y el cloro son mucho más reactivos que el dióxido de cloro, y serán consumidos por compuestos muy orgánicos. El dióxido de cloro sin embargo, solo reacciona con compuestos de sulfuro reducidos, y aminas secundarias y terciarias, y algún otro reactivo reducido orgánico activo.

Esto permite muchas menores dosificaciones de dióxido de cloro para lograr un residuo más estable que el ozono y el cloro. El dióxido de cloro, generado correctamente (todos los dióxidos de cloro no son creados igual), se puede utilizar con eficacia en un cargamento orgánico mucho más alto que el ozono o el cloro debido a su selectividad.

3. ¿Cómo es de efectivo?

La eficacia del dióxido de cloro es por lo menos tan eficaz como el cloro, aunque en concentraciones más bajas. Pero hay más ventajas importantes.

1. La eficacia bactericida es relativamente inafectada con valores de pH entre 4 y 10;
2. El dióxido de cloro es claramente superior al cloro en la destrucción de esporas, bacterias, virus y otros organismos patógenos en una base residual igual;
3. El tiempo requerido de contacto para el ClO_2 es más bajo;
4. El dióxido de cloro tiene una mejor solubilidad;
5. Ninguna corrosión se asoció a altas concentraciones del cloro. Reduce costes de mantenimiento a largo plazo;
6. El dióxido de cloro no reacciona con NH_3 o NH_4^+ ;
7. Destruye los precursores THM y aumenta la coagulación;
8. ClO_2 destruye los fenoles y no deja ningún olor distinto;
9. Es mejor en separar compuestos del hierro y del magnesio que el cloro, especialmente en complejos límite;

4. ¿Cómo es aplicado?

El dióxido de cloro se puede utilizar de dos maneras. La primera es la generación in situ con un proceso especial. La segunda es la posibilidad para pedir el dióxido de la clorina en su forma estabilizada (SCD).

SCD se activa in situ siempre que su uso sea deseable. Puede ser dosificado en un proceso existente o nuevo donde se requiere la desinfección.

Esto le hace un desinfectante fácil de utilizar, seguro y versátil.

El sistema de la dosificación es compacto, seguro, flexible y bajo en mantenimiento.



¿Dónde es aplicado?

Prevención y control de la Legionella

En la prevención y el control de la enfermedad de la legionella que causaba microbios, el dióxido de la clorina ha tomado un papel eminente. Las características específicas del desinfectante se cercioran de que ClO_2 consiga el trabajo hecho donde otros fallan.

La película biológica en la tubería puede proteger legionella contra la mayoría de los desinfectantes.

El dióxido de la clorina sin embargo quita la película biológica y mata a las bacterias, a las esporas y a los virus.

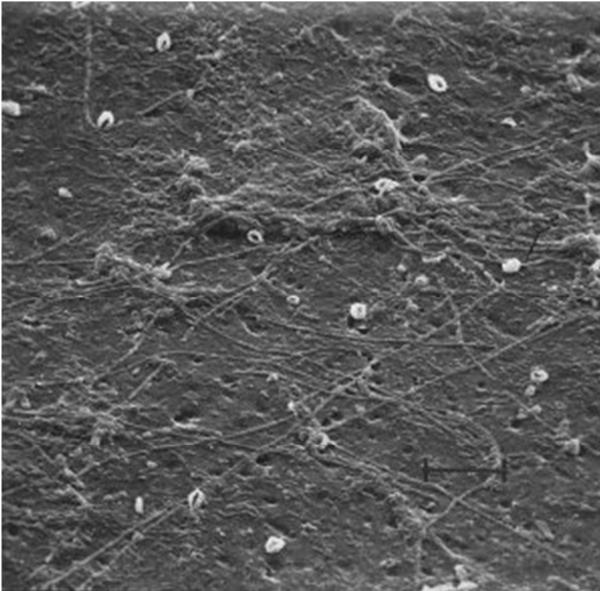
Otras ventajas son:

1. La eficacia bactericida está relativamente inafectada con valores de pH entre 4 y 10;
2. La tiempo requerido de contacto para el ClO_2 es más bajo;
3. El dióxido de la cloro tiene mejor solubilidad;
4. El dióxido de la cloro no reacciona con el NH_3 o NH_4^+ ;
5. Destruye precursores de THM y aumenta la coagulación;
6. ClO_2 destruye los fenoles y no tiene ningún olor distinto;

Eliminación de la película biológica y control

Una película biológica es una capa de microorganismos contenidos en una matriz (capa del limo), que se forma en superficies en contacto con agua. La incorporación de patógenos en las películas biológicas puede proteger a los patógenos contra concentraciones de los biosidas que matarían o inhibirían de otra manera a esos organismos suspendidos libremente en agua.

Biofilms proporciona un asilo seguro para los organismos como Listeria, E. coli y Legionella donde pueden reproducirse a los niveles donde la contaminación de los productos que pasan a través de esa agua llega a ser inevitable.



Legionella in biofilm (©Vernagene)

Se ha probado más allá de duda que el dióxido de cloro quita la película biológica de sistemas del agua y evita que se forme cuando está dosificado en un nivel bajo continuo. El hipoclorito por otra parte se ha demostrado tener poco efecto en películas biológicas.

Tratamiento de torres de refrigeración

La limpieza y la desinfección de torres de refrigeración son esenciales por varias razones. La mayoría de las cuales son bien conocidas. Limpiar las tuberías significa una eficacia más alta del intercambio de calor, mejora del curso de la vida de la bomba y bajan costes de mantenimiento.

La mayoría de la gente sin embargo, desconoce que las torres de refrigeración suponen un riesgo para la salud. La condición de alta temperatura es ideal para el crecimiento de varios organismos patógenos (como legionella).

El uso del dióxido de cloro supone una serie de ventajas:

- Es un desinfectante y un biosida de gran alcance;
- Previene y quita la película biológica;
- A diferencia del cloro, el dióxido de la clorina es eficaz en PH entre 4 y 10. No es necesario ningún vertido con agua fresca;
- Los efectos corrosivos del dióxido de la clorina son mínimos comparados a los efectos corrosivos del agua del grifo;
- La eficacia bactericida es relativamente inafectada con valores de pH entre 4 y 10. No se requiere por lo tanto acidificación;
- El dióxido de cloro se puede utilizar como aerosol. Todas las piezas por lo tanto, pueden ser alcanzadas fácilmente;
- Y por último pero no menos importante: menos consecuencias para el medio ambiente.

Depuradores

Los depuradores son similares en diseño a las torres de refrigeración. La diferencia primaria entre los dos, es que los depuradores son sistemas presurizados, mientras que las torres de refrigeración son sistemas de vacío. El depurador recircula el agua y la rocía a través de la tapa del sistema, contador-actual a la circulación de aire. La función de recircular el agua es absorber olor causado por las especies del aire.

El dióxido de la cloro agregado al agua recirculada reacciona rápidamente con las especies que causan olor que se han absorbido en el agua, así como esas especies que siga habiendo en el aire. Generalmente, una residual muy baja del dióxido de la cloro, alrededor de 0,2cPpm, es suficiente para asegurar el control del olor.

Desinfección de agua potable

El dióxido de la clorina se ha utilizado por años en la desinfección de agua potable (en los E.E.U.U. desde 1944). La necesidad se presentó cuando fue descubierto que el cloro y los productos similares formaban algún DPD peligroso (subproductos de la desinfección) como

Desde entonces algunas compañías de agua emplazadas en el Reino Unido y EE.UU. han comenzado a usar ClO₂. Hay sin embargo más razones para utilizar el dióxido de la cloro:

1. La eficacia bactericida es relativamente inafectada con pH entre los valores de 4 y 10;
2. El dióxido de la cloro es claramente superior al cloro en la destrucción de esporas, bacterias, virus y otros organismos patógenos en una base residual igual;
3. La tiempo requerido de contacto para ClO₂ es más baja;
4. El dióxido de cloro tiene mejor solubilidad ;
5. Ninguna corrosión asociada a altas concentraciones de cloro. Reduce los costes de mantenimiento a largo plazo;
6. El dióxido de la clorina no reacciona con el NH₃ o NH₄⁺;
7. Destruye precursores de THM y aumenta la coagulación;
8. ClO₂ destruye los fenoles y no tiene ningún olor distinto;
9. Es mejor en quitar compuestos del hierro y de magnesio que el cloro, especialmente en complejos límites ;

Lavado de vegetales

El dióxido de la cloro es un producto excelente para los vegetales que se lavan. La capacidad de matar a esporas, virus y hongos en las concentraciones bajas es esencial.

ClO₂ es un producto probado que se puede utilizar para solucionar varios problemas relacionados con el alimento. No afecta gusto, olor o aspecto. Es seguro utilizarlo y se cumple con las regulaciones del alimento. Debajo están algunos ejemplos donde se ha aplicado el dióxido de la cloro.

- Manzanas: control de las bacterias de *E.coli* y del *listeria*
- Patatas: protección contra "última plaga" y la "caspa de plata"
- Lechuga, apio y cebollas: comparado el hipoclorito el contenido de vitamina-c resultó más alto y el contenido del potasio más bajo
- Cítricos: la protección contra "moho verde" y la "putrefacción amarga" demostró ser acertada en varios valores de PH, concentraciones bajas y limitado tiempo de contacto.

Sistemas de agua caliente y fría

1. La eficacia bactericida es relativamente inafectada con valores de pH entre 4 y 10;
2. El dióxido de la cloro es claramente superior al cloro en la destrucción de esporas, bacterias, virus y de otros organismos patógenos en una base residual igual (incluso cryptosporidium y giardia);
3. La tiempo requerida del contacto para el ClO₂ es más baja;
4. El dióxido de la cloro tiene mejor solubilidad ;
5. Ninguna corrosión se asoció a altas concentraciones de la cloro. Reduce los costes de mantenimiento a largo plazo;
6. El dióxido de la clorina no reacciona con el NH₃ o NH₄⁺;
7. Destruye precursores de THM y aumenta la coagulación;

8. ClO_2 destruye los fenoles y no tiene ningún olor distinto;
9. Es mejor en separando compuestos del hierro y de magnesio que el cloro, especialmente complejos límites ;

7.10 Lavadora de bidones de agua de 20 litros

El proceso inicia con la selección de los bidones más sucios, y en forma manual, posteriormente se lleva a la lavadora con 10 ppm de ClO_2 diluido, además que el agua utilizada es la que ha sido permeada.

Respecto a los bidones que estén fuertemente sucios serán descartados.

7.11 Llenadora para bidones de agua de 20 litros

Una vez realizada la desinfección del bidón, este es enviado a la máquina de llenado, realizado de manera manual.

7.12 Desinfección del tapón

Todas las tapas son desinfectadas antes de ser colocadas en el bidón, la operación es realizada en forma manual, en la cual el personal debe seguir las normas de higiene con lo que se minimiza el riesgo de contaminación.

Tal desinfección se realiza con agua ozonizada.

7.13 Taponado del bidón

La operación es realizada en forma manual, donde el tapón es depositado en el orificio del bidón y presionado manualmente para el tapado de mismo.

7.14 Colocación del sello de garantía

El sello es colocado en forma manual antes de ser fijado con la pistola térmica, y al momento de pasar el bidón con su sello se contrae y finalmente sea puesto en unidades para su distribución.

8 Cálculos Realizados

8.1 Instalación Eléctrica

8.1.1 Memoria Descriptiva

El siguiente informe muestra los detalles correspondientes al diseño y cálculo de la instalación eléctrica de la planta de tratamiento de agua potable, situada en la ciudad de General Pico, provincia de La Pampa.

El edificio está constituido por 5 ambientes, con techo de chapa y divisiones interiores de mampostería, cuenta con una superficie cubierta de 244 m², una superficie libre de 176,87 m², y no posee superficie semicubierta.

Las características de cada ambiente se detallan a continuación:

	Ambiente	Superficie[m ²]
Superficie cubierta	Elaborado	108.9
	Envasado	15.84
	Depósito 1	42.84
	Depósito 2	5
	Baño 1	3.24
	Paso 1	4.94
	Cocina	3.24
	Oficina	12.54
	Acceso Carga	36.96
TOTAL		233.5

El proyecto fue desarrollado según la Reglamentación para Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina (de ahora en más la Reglamentación) y Normas IRAM correspondientes, de tal forma que queden garantizados la seguridad de las personas y el funcionamiento óptimo del sistema.

El tablero principal (TP) estará ubicado en pilar de mampostería, construido a nivel de la línea municipal con acceso desde el espacio denominado área de elaborado. En el mismo pilar y con acceso de la vía pública se instalará el gabinete para medición, la canalización y cableado de la línea de alimentación.

Desde el tablero principal (TP), por canalización de caño de acero embutido, se alimentará mediante el circuito seccional general (CSG), el tablero seccional general (TSG), ubicado en el sector de e elaborado que alimentará las correspondientes líneas de circuitos.

Desde el tablero seccional general (TSG) por canalización de caño de acero embutido en mampostería se alimentaran los puntos de utilización del área de elaborado, envasado, depósitos, cocina, baño, oficina y área de cargas.

Por cable subterráneo directamente enterrado se alimentará la bomba ubicada en el patio jardín, mediante la correspondiente línea de circuito.

La toma de tierra para toda la instalación se ejecutará a una distancia no mayor a 3 m medida desde el tablero principal.

La canalización para tendido de conductores se realizará con caño de acero y los puntos de conexión con caja tipo rectangular.

La línea de producción de agua queda parcialmente automatizada al accionar la llave interruptora que da inicio al proceso.

El proceso inicia llenando el tanque de agua cruda, a través de un control de nivel ubicado en el tanque se acciona la bomba ubicada en el área denominada patio, a su vez se acciona el dosificador de dióxido de cloro (Cl O₂), el cabezal del filtro automático estará encendido en forma permanente, este se encargará de accionar la bomba sumergible cuando requiera un retro lavado del lecho de zeolita, en el llenado del tanque este estará en servicio.

El tanque de permeado se mantiene a nivel con otro flotante que enciende el equipo de osmosis a través de su contactor provisto por el fabricante incorporado en el tablero del equipo.

Dicho equipo es capaz de accionar la bomba que lo abastece de agua cruda así como también el dosificador de anti incrustante para membranas incorporado.

Cuando el primer tanque de agua permeada está en su máximo nivel se acciona la bomba de circulación en conjunto con la lámpara UV y trasvasa el contenido del primer tanque, al segundo y queda circulando hasta que se agote el agua y encienda el equipo osmosis nuevamente.

Así mismo el equipo de lavado y llenado accionan la bomba que los alimenta, con un contactor provisto por el fabricante de la planta de lavado y de llenado.

Memoria Técnica:

El proyecto ha sido elaborado de acuerdo al Reglamento para Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina contemplado en la cláusula 771.8, sub cláusula 771.8.3.3.

Grado de electrificación

- Superior.

Demanda de Potencia máxima simultanea:

- Coeficiente de simultaneidad = 1 (Grado Superior)
- DPMS = 17908,56VA

Demanda de Potencia

- En la siguiente tabla se resumen los valores de potencia requerida por cada circuito:

CIRCUITOS	POTENCIA[V.A]
IUG1	2400
IUG2	2250
IUE1	1500
TUG1	2200
TUG2	2200
TUE1	4114.01
TUE2	3244.55
DPMS	17908.56
DPMS _{Coef.simult.}	17908.56
ACU1	4705.9
ACU2	1294.12
DPMS	6000
DPMS _{Coef.simult.}	6000

Tensión de suministro:

- 380 V 50 Hz

Tablero Principal:

- Forma de emplazamiento: Embutido en la pared.
- Ubicación: ver en el plano adjunto.
- Elementos de maniobra:
 - Interruptor termomagnético tetrapolar Schneider C60N, capacidad de ruptura 4,5kA, curva de disparo C y corriente nominal 40 A.
 - Interruptor diferencial tetrapolar Schneider 40A - 30mA.

Línea Principal:

- Cantidad: 1
- Trifásica.
- $I_B = 38 \text{ A}$
- Tipo de canalización: Cañería RS 32/28
- Características del conductor: Conductor IRAM NM 247-3: 4(1x10)+PE.

Tablero seccional:

- Cantidad: 1
- Forma de emplazamiento: Embutido.
- Ubicación: ver el plano adjunto.
- Interruptor termomagnético tetrapolar Schneider C60N, capacidad de ruptura 4,5 kA, curva de disparo C y corriente nominal 40 A.

Línea seccional:

- Cantidad: 1
- Trifásica.
- $I_B = 38 \text{ A}$
- Tipo de canalización:
- Características del conductor: Conductor IRAM NM 247-3: 4 (1x10) + PE.

Líneas de Circuitos terminales:

- Cantidad: 9
- Número de bocas de iluminación: 29
- Número de bocas de tomacorrientes de uso general: 14
- Número de bocas de tomacorrientes de usos especiales: 10
- Número de bocas de iluminación de uso especial: 4
- Número de bocas de alimentación por carga única: 2
- Tipo de canalización embutida en la pared: CGS, IUG1, IUG2, IUE, TUG1 y TUG2.
- Tipo de canalización sobre bandeja porta cables perforada: TUE1, TUE2, ACU1 y ACU2.
- Cable directamente enterrado: ACU2.

Características de los conductores: CSG, 2 IUG, 1 IUE y 2 TUG corresponden al Conductor IRAM NM 247-3: 2(1 x 2.5) + PE, por otro lado 2 ACU y 2 TUE corresponden al Conductor IRAM 2178: 2 (1x2.5) + PE y CGS Conductor IRAM NM 247-3:4(1 x10) + PE.

Distribución de Circuitos

En las tablas siguientes se resumen los circuitos derivados de cada tablero y el número de bocas dispuesto en cada ambiente.

Circuito N°	Tipo	Ambiente	Iluminación		Tomacorrientes		Otros		I[A]		
			Bocas	[VA]	Bocas	[VA]	Bocas	[VA]	R	S	T
C 1/1	IUG	Elaborado-Dep. 2-Oficina	14	2100					9.54		
C 2/1	IUG	Paso-Baño-Cocina-Env.-Dep.1	15	2250					10.23		
C 1/2	IUE	Patio-Zona cargas-Frente	4	600					2.73		
C 1/3	TUG	Ofic.-Elab.-Cocina-Baño-Env.-Dep.1			9	2200					10.00
C 2/3	TUG	Elaborado-Dep. 2			5	2200					10.00
C 1/4	TUE	Elaborado-Envasado			4	4114					18.70
C 2/4	TUE	Elabrado-Dep.1			6	3244.6					14.75
C 1/5	ACU	Elaborado					1	4705.9	7.16	7.16	7.16
C 2/5	ACU	Patio					1	1294.1	1.97	1.97	1.97
Totales			33	4950	24	11759	2	6000	31.62	37.83	33.88
I= 38[A] - fs=1 -Conductor: IRAM NM 247-3 4(1 x10) + PE											

En el plano de la nave industrial se puede ver la distribución de puntos de utilización, línea de circuitos y distribución de tableros.

Puesta a tierra:

- Ubicación: Como máximo a 3m del tablero principal.
- Valor de puesta a tierra recomendado: Menor a 40Ω.

Memoria Cálculo

Grado de Electrificación

- Superior

Demanda de potencia simultanea

- Coeficiente de simultaneidad para grado superior: 1
- DPMS: 17908.56 V.A x 1 = 17908.56 V.A

Potencia ACU1

Bomba trifásica: 5,36 HP $\cos\varphi=0.85$ $\eta=0.7$

$$P(HP) = 1.73 \times U \times I \times \cos\varphi \times \eta = 4000 \text{ W}$$

$$S_B = \frac{746 \times 5.36}{0.85 \times 0.7} = 1.73 \times U \times I = 6720.26 \text{ V.A}$$

Potencia ACU2

Bomba trifásica: 1,47 HP $\cos\varphi=0.85$ $\eta=0.7$

$$P(W) = 1.73 \times U \times I \times \cos\varphi \times \eta = 1100 \text{ W}$$

$$S_B = \frac{746 \times 1.47}{0.85 \times 0.7} = 1.73 \times U \times I = 1843.05 \text{ V.A}$$

Suponemos un coeficiente de utilización $C_u= 0.7$

Carga total

$$C_T = DPMS \times C_s + (S_{BACU1} + S_{RACU2}) \times C_u = 23902.87 \text{ V.A}$$

Tensión de Suministro

- De acuerdo a recomendación del reglamento, adoptamos una tensión de suministro de 380 V.

Cálculo de la sección de los conductores

En primer lugar lo que se hizo fue equilibrar las cargas, en las tres fases correspondientes, de todos los circuitos que componen nuestra instalación eléctrica, luego se procedió a buscar la mayor carga de ellas y se tomó $I_B = 38 \text{ A}$ para dimensionar los conductores del circuito seccional general.

Cálculo de conductor circuito CSG

Tomando $I_B = 38 \text{ A}$ Carga total $C_T = 24981.2 \text{ V.A}$

1º) Determinación de la corriente de proyecto I_B

$$I_B = 38 [A]$$

2º) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible I_Z

$$I_Z \geq I_B$$

Temperatura ambiente $T = 45 \text{ °C}$.

$$I_Z' = \frac{I_B}{f_t \times f_a}, \text{ con } f_t = 0,91; f_a = 1 \text{ (pág. 95 Reglamentación)}$$

$$I_Z' = 41.75 [A]$$

Conductor IRAM NM 247-3, con aislación de PVC

De pág. 94 de La Reglamentación, se elige $I = 44 [A]$ con lo que la sección del conductor será $S = 10 \text{ mm}^2$, permitido según página 89.

$$I_Z = 44 \times 0.91 = 40,04 [A].$$

3º) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \Rightarrow 38 \leq I_n \leq 40.04$$

De la guía de productos Schneider se selecciona $I_n = 40 [A]$, interruptor termomagnético tetrapolar C60N clase 3, curva C, poder de corte 4500[A].

Se seleccionó, además, para este circuito un interruptor diferencial, tetrapolar clase AC, con una corriente nominal $I_n = 40 \text{ A}$ y una sensibilidad de 30mA.

4º) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga

Para pequeños interruptores automáticos $I_2 = 1,45 \cdot I_n$, para $I_n \leq 63 \text{ A}$

$$1,45 I_n \leq 1,45 I_Z \Rightarrow 58 [A] < 58.058 [A].$$

5º) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima I''_k

Primero se determina la corriente de cortocircuito en bornes del medidor.

Cable pre ensamblado IRAM 2263, 3 x 95/50Al

La distancia de la SET hasta la línea municipal del inmueble es $l=80$ [m].

Subestación transformadora área:

Potencia del transformador:

$$S_n = 200 \text{ [kV.A]}$$

Potencia de cortocircuito del transformador:

$$S''_{KT} = \frac{S_n}{U_{CC}} = \frac{200 \text{ kV.A}}{0,04} = 5000 \text{ [kV.A]}$$

Corriente de cortocircuito en bornes del transformador I''_{KT} :

$$S''_{KT} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I''_{KT} \rightarrow I''_{KT} = \frac{S''_{KT}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{5000 \text{ kV.A}}{\sqrt{3} \cdot 0,400 \text{ kV}} = 7216,87 \text{ [A]}$$

Cálculo de la impedancia de cortocircuito en bornes del transformador:

Corriente de cortocircuito en transformadores de distribución

$$I''_{KT} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{KT}} \rightarrow Z_{KT} \cong X_{KT} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot I''_{KT}} = \frac{1,05 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 7216,87} = 0,0336 \text{ [\Omega]}$$

$$R_{KT} \cong 0 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

c: factor de tensión.

Ahora para pre ensamblado

$$Z_p = 0,39 \left[\frac{\Omega}{km} \right] + j0,0733 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

Según tabla del fabricante.

$$Z_{T-M} = 0,080 \text{ [km]} \cdot \left(0,39 \left[\frac{\Omega}{km} \right] + j0,0733 \left[\frac{\Omega}{km} \right] \right) + j0,0336 \text{ [\Omega]} = 0,0312 \text{ [\Omega]} + j0,039 \text{ [\Omega]}$$

$$Z_{T-M} = \sqrt{0,0312^2 + 0,039^2} = 0,049 \text{ [\Omega]}$$

$$I''_{KM} = \frac{380 \text{ V}}{\sqrt{3} \cdot 0,049 \text{ [\Omega]}} = 4477,4 \text{ [A]}$$

Para la línea principal (LP) se toma la misma sección que la línea seccional o sea $S = 10 \text{ mm}^2$.

Determinación de la impedancia en bornes del TP:

Conductor IRAM 247-3 NM 4(1x10)+PE

Calculo de la resistencia de la línea principal.

$$R_{10-20^\circ c} = 1,9 \frac{\Omega}{km} \quad R_{10-70^\circ c} = 1,9 \times (1 + 0,00393 \times 50) = 2,27 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

$$X_{70^{\circ}C} \cong 0 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

$$l = 1 \text{ m} \quad R_{LP} = 0,001 \cdot 2,27 = 0,0027 \text{ } [\Omega]$$

La impedancia de la línea principal (LP), medidor al TP (tablero principal) es:

$$Z_{LP} = \sqrt{R_{LP}^2 + X_{LP}^2} = 0,0027 \text{ } [\Omega]$$

Con lo cual la impedancia hasta el tablero principal es:

$$Z_{TP} = Z_{ant} + Z_{LP} = 0,0312 \text{ } [\Omega] + j0,039 \text{ } [\Omega] + 0,0027 \text{ } [\Omega] = 0,0339 \text{ } [\Omega] + j0,039 \text{ } [\Omega]$$

$$Z_{TP} = 0,051 \text{ } [\Omega]$$

Entonces la corriente de cortocircuito en bornes del tablero principal (TP) es:

$$I_{kTP}'' = \frac{380V}{\sqrt{3} \cdot 0,051 \text{ } [\Omega]} = 4301,8 \text{ } [A]$$

Por ser tan corta LP $I_{K \min}'' \cong I_{kTP}''$

Y por último se calcula la resistencia del circuito seccional para luego calcular la corriente de cortocircuito en bornes del tablero seccional general (TSG).

La distancia del TP al TSG es $l=5.43$ m conductor IRAM 247-3 NM 4(1x10)+PE

$$R_{10-20^{\circ}C} = 1,9 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

$$R_{CS} = 0,00543 \cdot 1,9 = 0,0103 \text{ } [\Omega]$$

$$Z_{TSG} = Z_{ant} + Z_{CSG} = 0,0312 \text{ } [\Omega] + j0,039 \text{ } [\Omega] + 0,0103 \text{ } [\Omega] = 0,0415 \text{ } [\Omega] + j0,039 \text{ } [\Omega]$$

$$Z_{TSG} = 0,056 \text{ } [\Omega]$$

$$I_{kTSG}'' = \frac{380}{\sqrt{3} \cdot 0,056} = 3917,73 \text{ } [A]$$

Recordemos que el poder de corte del interruptor termomagnético es de 4500[A].

6º) Verificación por máxima exigencia térmica

Interruptor con corte $\leq 0,15$ s

$$K^2 S^2 \geq I^2 t$$

De pág. 136 de La Reglamentación, para conductor de cobre con aislamiento de PVC, $K=115$.

De pág. 232 de La Reglamentación, para interruptor de hasta 32 [A], con poder de corte de 4500[A], clase 3, curva C, $I^2 t = 39000$

$$K^2 S^2 \geq I^2 t \Rightarrow 115^2 \times 10^2 \geq 55000 \Rightarrow 1322500 > 39000.$$

7º) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito $I_{k \min}$

$$10I_n < I_{k \min} \Rightarrow 400 [A] < 4301,8 [A]$$

8º) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito

El circuito tiene una longitud de conductor de 5.43 m.

Se considera una caída de tensión del 1%, ya que tenemos un tablero principal.

La resistencia del cable de cobre a 20°C, de sección 10 mm² es 1,9 Ω/km.

$$R_{10-70^\circ c} = 1,9 \times (1 + 0,00393 \times 50) = 2,27 \frac{\Omega}{km}$$

$$\Delta U = 1,73 \times I \times L \times R \cos \varphi = 1,73 \times 38 \times 0,00543 \times 2,27 \times 0,93 = 0,75 [V]$$

Da un valor del 0,11% de caída de tensión, que no supera el 1% establecido por La Reglamentación.

De la pág. 83, cantidad de conductores 4+PE se selecciona caño RS 32/28.

Conductor IRAM NM 247-3: **4(1 x10) + PE**

Cálculo de conductor circuito IUG 1

Carga total $C_T = 2400$ V.A

1º) Determinación de la corriente de proyecto I_B

$$I_B = \frac{C_T}{220} = \frac{2400}{220} = 10,9 [A]$$

2º) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible I_Z

$$I_Z \geq I_B$$

Temperatura ambiente $T = 45$ °C.

$$I_Z' = \frac{I_B}{f_t \times f_a}, \text{ con } f_t = 0,91; f_a = 1 \text{ (pág. 95 Reglamentación)}$$

$$I_Z' = 11,98 [A]$$

De pág. 94 de La Reglamentación, se selecciona un conductor de sección $S = 2,5 \text{ mm}^2$ cuya corriente máxima admisible es $I = 21$ [A], (Sección mínima permitida según pág. 89 de La Reglamentación, $S = 1,5 \text{ mm}^2$)

$$I_Z = \times 0,91 = 19,11 [A].$$

3º) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \Rightarrow 10,9 \leq I_n \leq 19,11$$

De la guía de productos Schneider se selecciona un interruptor termomagnético bipolar P60, $I_n = 16$ [A], clase 3, curva C, poder de corte 4500 [A].

4º) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga

Para pequeños interruptores automáticos $I_2=1,45.I_n$, para $I_n \leq 63$ A
 $1,45I_n \leq 1,45I_Z \Rightarrow 15.8$ [A] < 27.7 [A].

5º) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima I''_k

La corriente de cortocircuito en este punto, es la corriente de cortocircuito calculada para el tablero seccional general, TSG

$I''_k= 3917,73$ [A], y recordemos que el poder de corte del interruptor termomagnético es de 4500[A].

6º) Verificación por máxima exigencia térmica

Interruptor con corte $\leq 0,15$ s

$$K^2 S^2 \geq I^2 t$$

De pág. 136 de La Reglamentación, para conductor de cobre con aislamiento de PVC, $K=115$.

De pág. 232 de La Reglamentación, para interruptor de hasta 16 [A], con poder de corte de 4500[A], clase 3, curva C, $I^2 t = 30000$

$$K^2 S^2 \geq I^2 t \Rightarrow 115^2 \times 2,5^2 \geq 30000 \Rightarrow 82656,25 > 30000.$$

Se verifica esta condición debo tomar una sección $S=2,5\text{mm}^2$

7º) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito $I_{k \min}$

$$R_{10-20^\circ\text{C}} = 7,98 \left[\frac{\Omega}{\text{km}} \right]$$

$$R_{IUG1} = 0,02274 \cdot 7,98 = 0,18 [\Omega]$$

$$Z_{TSG} = 0,056 + 0,18 = 0,22 [\Omega]$$

$$I''_{k \min IUG1} = \frac{220}{0,22} = 975,76 [\text{A}]$$

$$10I_n < I_{k \min} \Rightarrow 160 [\text{A}] < 975,76 [\text{A}]$$

8º) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito

El punto más alejado del circuito tiene una longitud de conductor de 22.74 m.

La resistencia del cable de cobre a 20°C, de sección $2,5\text{mm}^2$ es $7,98 \Omega/\text{km}$.

$$R_{2,5-70^\circ\text{C}} = 7,98 \times (1 + 0,00393 \times 50) = 9,54 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$\Delta U = 2 \times I \times L \times R \cos \varphi = 2 \times 10,9 \times 0,02274 \times 9,54 \times 0,93 = 4,39 [\text{V}]$$

Da un valor del 1.99% de caída de tensión, que no supera el 2% establecido por La Reglamentación.

De la pág. 83, se selecciona caño RS 19/15, cantidad de conductores 2+PE

Conductor IRAM NM 247-3: **2(1x2.5) + PE**

Cálculo de conductor circuito IUG 2

Carga total $C_T = 2250$ V.A

1º) Determinación de la corriente de proyecto I_B

$$I_B = \frac{C_T}{220} = \frac{2250}{220} = 10.22 [A]$$

2º) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible I_Z

$$I_Z \geq I_B$$

Temperatura ambiente $T = 45$ °C.

$$I_Z' = \frac{I_B}{f_t \times f_a}, \text{ con } f_t = 0,91; f_a = 1 \text{ (pág. 95 Reglamentación)}$$

$$I_Z' = 11.23 [A]$$

De pág. 94 de La Reglamentación, elegimos $I = 21$ [A] con lo que la sección del conductor será $S = 2.5 \text{ mm}^2$, permitido según pág. 89.

$$I_Z = 21 \times 0,91 = 19.11 [A].$$

3º) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \Rightarrow 10.22 \leq I_n \leq 19.11$$

De la guía de productos Schneider se selecciona $I_n = 16$ [A], interruptor termomagnético bipolar P60 clase 3, curva C, poder de corte 4500 [A].

4º) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga

Para pequeños interruptores automáticos $I_2 = 1,45 \cdot I_n$, para $I_n \leq 63$ A

$$1,45 I_n \leq 1,45 I_Z \Rightarrow 23.2 [A] < 27.7 [A].$$

5º) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima I''_k

La corriente de cortocircuito en este punto, es la corriente de cortocircuito calculada para el tablero seccional general, TSG

$I''_k = 3917,73$ [A], y recordemos que el poder de corte del interruptor termomagnético es de 4500 [A].

6º) Verificación por máxima exigencia térmica

Interruptor con corte $\leq 0,15$ s

$$K^2 S^2 \geq I^2 t$$

De pág. 136 de La Reglamentación, para conductor de cobre con aislamiento de PVC, $K = 115$.

De pág. 232 de La Reglamentación, para interruptor de hasta 16 [A], con poder de corte de 4500[A], clase 3, curva C, $I^2t = 30000$

Se verifica esta condición, la sección es: $S=2,5\text{mm}^2$

$$K^2 S^2 \geq I^2 t \Rightarrow 115^2 \times 2,5^2 \geq 30000 \Rightarrow 82656,25 > 30000.$$

7º) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito $I_{k\min}$

$$R_{10-20^\circ\text{C}} = 7,98 \left[\frac{\Omega}{\text{km}} \right]$$

$$R_{IUG1} = 0,02257 \cdot 7,98 = 0,18[\Omega]$$

$$Z_{TSG} = 0,056 + 0,18 = 0,22 [\Omega]$$

$$I_{k\min IUG2} = \frac{220}{0,22} = 975,76[\text{A}]$$

$$10I_n < I_{k\min} \Rightarrow 160 [\text{A}] < 975,76 [\text{A}]$$

8º) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito

El punto más alejado del circuito tiene una longitud de conductor de 22.57 m. La resistencia del cable de cobre a 20°C, de sección 2.5mm² es 7.98 Ω/km.

$$R_{2,5-70^\circ\text{C}} = 7,98 \times (1 + 0,00393 \times 50) = 9,54 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$\Delta U = 2 \times I \times L \times R \cos \varphi = 2 \times 10,22 \times 0,02257 \times 9,54 \times 0,93 = 4,09 [\text{V}]$$

Da un valor del 1.86% de caída de tensión, que no supera el 2% establecido por La Reglamentación.

De la pág. 83, cantidad de conductores 2+PE se selecciona caño RS 19/15.

Conductor IRAM NM 247-3: **2(1 x 2.5) + PE**

Cálculo de conductor circuito IUE 1

Carga total $C_T = 1500 \text{ V.A}$

1º) Determinación de la corriente de proyecto I_B

$$I_B = \frac{C_T}{220} = \frac{1500}{220} = 6.81 [\text{A}]$$

2º) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible I_z

$$I_z \geq I_B$$

$$I_Z' = \frac{I_B}{f_t \times f_a}, \text{ con } f_t = 0,91; f_a = 1 \text{ (pág. 95 Reglamentación)}$$

$$I_Z' = 7,48 [A]$$

De pág. 94 de La Reglamentación, elegimos $I = 15 [A]$ con lo que la sección del conductor será $S = 1,5 \text{ mm}^2$, pero de la pág. 89 el mínimo para líneas de circuitos de usos especiales es $S = 2,5 \text{ mm}^2$ por lo que se adopta ésta última sección, con $I = 21 [A]$.

$$I_Z = 21 \times 0,91 = 19,11 [A].$$

3º) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \Rightarrow 6,81 \leq I_n \leq 19,11$$

De la guía de productos se selecciona $I_n = 16 [A]$, interruptor termomagnético bipolar P60 clase 3, curva C, poder de corte 4500 [A].

4º) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga

Para pequeños interruptores automáticos $I_2 = 1,45 \cdot I_n$, para $I_n \leq 63 A$

$$1,45 I_n \leq 1,45 I_Z \Rightarrow 23,2 [A] < 27,7 [A].$$

5º) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima I''_k

Es la corriente de cortocircuito calculada para el tablero seccional TSG, $I''_k = 3917,73 [A]$, y recordemos que el poder de corte del interruptor termomagnético es de 4500 [A].

6º) Verificación por máxima exigencia térmica

Interruptor con corte $\leq 0,15 s$

$$K^2 S^2 \geq I^2 t$$

De pág. 136 de La Reglamentación, para conductor de cobre con aislamiento de PVC, $K = 115$.

De pág. 232 de La Reglamentación, para interruptor de hasta 16 [A], con poder de corte de 4500 [A], clase 3, curva C, $I^2 t = 30000$

$$K^2 S^2 \geq I^2 t \Rightarrow 115^2 \times 2,5^2 \geq 30000 \Rightarrow 82656 > 30000.$$

7º) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito I_k

min

$$R_{10-20^\circ C} = 7,98 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

$$R_{UE1} = 0,03798 \cdot 7,98 = 0,30 [\Omega]$$

$$Z_{TSG} = 0,056 + 0,30 = 0,34 [\Omega]$$

$$I_{k \min IUE1} = \frac{220}{0,34} = 647,05[A]$$

$$10I_n < I_{k \min} \Rightarrow 160 [A] < 647,05[A]$$

8º) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito

El punto más alejado del circuito tiene una longitud de conductor de 37,98 m.

La resistencia del cable a 20°C, de sección 2,5mm² es 7,98Ω/km.

$$R_{2,5-70^\circ c} = 7,98 \times (1 + 0,00393 \times 50) = 9,54 \frac{\Omega}{km}$$

$$\Delta U = 2 \times I \times L \times R \cos \varphi = 2 \times 6,81 \times 0,025 \times 9,54 \times 0,93 = 3,02[V]$$

Da un valor del 1.37% de caída de tensión, que no supera el 2% establecido por La Reglamentación.

De la pág. 83, cantidad de conductores 2+PE se selecciona caño RS 19/15.

Conductor IRAM NM 247-3: **2(1 x 2.5) + PE**

Cálculo de conductor circuito TUG 1

Carga total $C_T = 2200$ V.A

1º) Determinación de la corriente de proyecto I_B

$$I_B = \frac{C_T}{220} = \frac{2200}{220} = 10[A]$$

2º) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible I_z

$$I_z \geq I_B$$

Temperatura ambiente $T = 45$ °C.

$$I_z' = \frac{I_B}{f_t \times f_a}, \text{ con } f_t = 0,91; f_a = 1 \text{ (pág. 95 Reglamentación)}$$

$$I_z' = 10,98[A]$$

De pág. 94 de La Reglamentación, se elige $I = 15$ [A] con lo que la sección del conductor será $S = 1,5$ mm², pero como no está permitido según pág. 89, se selecciona $S = 2,5$ mm², $I = 21$ [A].

$$I_z = 21 \times 0,91 = 19,11[A].$$

3º) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \Rightarrow 10 \leq I_n \leq 19,11$$

De la guía de productos Schneider se selecciona $I_n = 16[A]$, interruptor termomagnético bipolar P60 clase 3, curva C, poder de corte 4500 [A].

4º) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga

Para pequeños interruptores automáticos $I_2 = 1,45 \cdot I_n$, para $I_n \leq 63 A$

$$1,45I_n \leq 1,45I_Z \Rightarrow 23,2 [A] < 27,7 [A].$$

5º) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima I''_k

Es la corriente de cortocircuito calculada para el tablero seccional TSG, $I''_k = 3917,73 [A]$, y recordemos que el poder de corte del interruptor termomagnético es de 4500[A].

6º) Verificación por máxima exigencia térmica

Interruptor con corte $\leq 0,15 s$

$$K^2 S^2 \geq I^2 t$$

De pág. 136 de La Reglamentación, para conductor de cobre con aislamiento de PVC, $K=115$.

De pág. 232 de La Reglamentación, para interruptor de hasta 16 [A], con poder de corte de 4500[A], clase 3, curva C, $I^2 t = 30000$

$$K^2 S^2 \geq I^2 t \Rightarrow 115^2 \times 2,5^2 \geq 30000 \Rightarrow 82656 > 30000.$$

7º) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito $I_{k \min}$

$$R_{10-20^\circ C} = 7,98 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

$$R_{TUG1} = 0,024 \cdot 7,98 = 0,19 [\Omega]$$

$$Z_{TSG} = 0,056 + 0,19 = 0,23 [\Omega]$$

$$I_{k \min TUG1} = \frac{220}{0,23} = 934,1 [A]$$

$$10I_n < I_{k \min} \Rightarrow 160 [A] < 934,1 [A]$$

8º) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito

El punto más alejado del circuito tiene una longitud de conductor de 22 m.

La resistencia del cable de cobre a 20°C, de sección 2,5mm² es 7,98 Ω/km.

$$R_{2,5-70^{\circ}c} = 7,98 \times (1 + 0,00393 \times 50) = 9,54 \frac{\Omega}{km}$$

$$\Delta U = 2 \times I \times L \times R \cos \varphi = 2 \times 10,98 \times 0,022 \times 9,54 \times 0,93 = 4,28 [V]$$

Da un valor del 1,94% de caída de tensión, que no supera el 2% establecido por La Reglamentación.

De la pág. 83, cantidad de conductores 2+PE seleccionamos caño RS 19/15.

Conductor IRAM NM 247-3: **2(1 x 2.5) + PE**

Cálculo de conductor circuito TUG 2

Carga total C_T = 2200 V.A

1º) Determinación de la corriente de proyecto I_B

$$I_B = \frac{C_T}{220} = \frac{2200}{220} = 10 [A]$$

2º) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible I_Z

$$I_Z \geq I_B$$

Temperatura ambiente T = 45 °C.

$$I_Z' = \frac{I_B}{f_t \times f_a}, \text{ con } f_t = 0,91; f_a = 1 \text{ (pág. 95 Reglamentación)}$$

$$I_Z' = 10,98 [A]$$

De pág. 94 de La Reglamentación, se elige I = 15 [A] con lo que la sección del conductor será S = 1.5 mm², pero como no está permitido según pág. 89, se selecciona S = 2.5 mm², I = 21 [A]

$$I_Z = 21 \times 0,91 = 19,11 [A].$$

3º) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \Rightarrow 10 \leq I_n \leq 19,11$$

De la guía de productos Schneider se selecciona I_n = 16 [A], interruptor termomagnético bipolar P60 clase 3, curva C, poder de corte 4500 [A].

4º) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga

Para pequeños interruptores automáticos I₂ = 1,45.I_n, para I_n ≤ 63 A

$$1,45 I_n \leq 1,45 I_Z \Rightarrow 23,2 [A] < 27,7 [A].$$

5º) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima I''_k

Es la corriente de cortocircuito calculada para el tablero seccional TSG, $I''_k = 3917,73[A]$, y recordemos que el poder de corte del interruptor termomagnético es de 4500[A].

6º) Verificación por máxima exigencia térmica

Interruptor con corte $\leq 0,15$ s

$$K^2 S^2 \geq I^2 t$$

De pág. 136 de La Reglamentación, para conductor de cobre con aislamiento de PVC, $K=115$.

De pág. 232 de La Reglamentación, para interruptor de hasta 16 [A], con poder de corte de 4500[A], clase 3, curva C, $I^2 t = 30000$

$$K^2 S^2 \geq I^2 t \Rightarrow 115^2 \times 2,5^2 \geq 30000 \Rightarrow 82656 > 30000.$$

7º) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito $I_{k \min}$

min

$$R_{10-20^\circ C} = 7,98 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

$$R_{TUG2} = 0,024 \cdot 7,98 = 0,20 [\Omega]$$

$$Z_{TSG} = 0,056 + 0,20 = 0,25 [\Omega]$$

$$I''_{k \min TUG2} = \frac{220}{0,25} = 880 [A]$$

$$10 I_n < I_{k \min} \Rightarrow 160 [A] < 880 [A]$$

8º) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito

El punto más alejado del circuito tiene una longitud de conductor de 24 m.

La resistencia del cable de cobre a 20°C, de sección 2.5mm² es 7.98 Ω/km .

$$R_{2,5-70^\circ C} = 7,98 \times (1 + 0,00393 \times 50) = 9,54 \frac{\Omega}{km}$$

$$\Delta U = 2 \times I \times L \times R \cos \varphi = 2 \times 10 \times 0,024 \times 9,54 \times 0,93 = 4,25 [V]$$

Da un valor del 1.93% de caída de tensión, que no supera el 2% establecido por La Reglamentación.

De la pág. 83, cantidad de conductores 2+PE se selecciona caño RS 19/15.

Conductor IRAM NM 247-3: **2(1 x 2.5) + PE**

Cálculo de conductor circuito TUE 1

Carga total $C_T = 4114.01$ V.A

1º) Determinación de la corriente de proyecto I_B

$$I_B = \frac{C_T}{220} = \frac{4114.01}{220} = 18[A]$$

2º) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible I_Z

$$I_Z \geq I_B$$

Temperatura ambiente $T = 45^\circ\text{C}$.

$$I_Z' = \frac{I_B}{f_t \times f_r}, \text{ con } f_t = 0,91; f_r = 0,79 \text{ (pág. 95 y 100 Reglamentación)}$$

$$I_Z' = 25,03[A]$$

De pág. 96 de La Reglamentación, se elige $I = 26$ [A] con lo que la sección del conductor será $S = 2.5\text{mm}^2$, permitido según pág. 102.

$$I_Z = 26 \cdot 0,91 \cdot 0,79 = 18,69[A].$$

3º) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \Rightarrow 18 \leq I_n \leq 18,69$$

De la guía de productos Schneider se selecciona $I_n = 20$ [A], interruptor termomagnético bipolar P60 clase 3, curva C, poder de corte 4500 [A].

4º) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga

Para pequeños interruptores automáticos $I_2 = 1,45 \cdot I_n$, para $I_n \leq 63$ A

$$1,45 I_n \leq 1,45 I_Z \Rightarrow 29 [A] < 30, [A].$$

5º) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima I''_k

Es la corriente de cortocircuito calculada para el tablero seccional TSG, $I''_k = 3917,73$ [A], y recordemos que el poder de corte del interruptor termomagnético es de 4500 [A].

6º) Verificación por máxima exigencia térmica

Interruptor con corte $\leq 0,15$ s

$$K^2 S^2 \geq I^2 t$$

De pág. 136 de La Reglamentación, para conductor de cobre con aislamiento de PVC, $K = 115$.

De pág. 232 de La Reglamentación, para interruptor de hasta 32 [A], con poder de corte de 6000 [A], clase 3, curva C, $I^2 t = 39000$

$$K^2 S^2 \geq I^2 t \Rightarrow 115^2 \times 2.5^2 \geq 39000 \Rightarrow 82656 > 39000.$$

7º) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito $I_{k \min}$

$$R_{10-20^\circ C} = 7,98 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

$$R_{TUE1} = 0,0111 \cdot 7,98 = 0,088 [\Omega]$$

$$Z_{TSG} = 0,056 + 0,088 = 0,13 [\Omega]$$

$$I'_{k \min TUE1} = \frac{220}{0,13} = 1692,3 [A]$$

$$10I_n < I_{k \min} \Rightarrow 200 [A] < 1692,3 [A]$$

8º) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito

El punto más alejado del circuito tiene una longitud de conductor de 11.1 m.

La resistencia del cable de cobre a 20°C, de sección 2,5mm² es 7,28 Ω/km.

$$R_{2,5-70^\circ C} = 7,98 \times (1 + 0,00393 \times 50) = 9,54 \frac{\Omega}{km}$$

$$\Delta U = 2 \times I \times L \times R \cos \varphi = 2 \times 15 \times 0,0111 \times 9,54 \times 0,93 = 2,95 [V]$$

Da un valor del 1,34% de caída de tensión, que si supera el 2% establecido por La Reglamentación, por tanto debemos tomar la sección que sigue: S=2,5mm².

El cable va en bandeja porta cable IEC 61537 suspendida y empotrada en columnas.

Conductor IRAM 2178: **2(1 x 2.5) + PE**

Cálculo de conductor circuito TUE 2

Carga total $C_T = 3244.55$ V.A

1º) Determinación de la corriente de proyecto I_B

$$I_B = \frac{C_T}{220} = \frac{3244.55}{220} = 14.74 [A]$$

2º) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible I_Z

$$I_Z \geq I_B$$

Temperatura ambiente $T = 45$ °C.

$$I_Z' = \frac{I_B}{f_t \times f_r}, \text{ con } f_t = 0,91; f_r = 0,79 \text{ (pág. 95 y 100 Reglamentación)}$$

$$I_Z' = 20,50 [A]$$

De pág. 96 de La Reglamentación, se elige $I = 26 [A]$ con lo que la sección del conductor será $S = 2,5 \text{ mm}^2$, permitido según pág. 102.

$$I_Z = 26 \cdot 0,91 \cdot 0,79 = 18,69 [A].$$

3º) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \Rightarrow 14,74 \leq I_n \leq 18,69$$

De la guía de productos Schneider se selecciona $I_n = 16 [A]$, interruptor termomagnético bipolar P60 clase 3, curva C, poder de corte 4500 [A].

4º) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga

Para pequeños interruptores automáticos $I_2 = 1,45 \cdot I_n$, para $I_n \leq 63 A$

$$1,45 I_n \leq 1,45 I_Z \Rightarrow 23,2 [A] < 27,1 [A].$$

5º) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima I''_k

Es la corriente de cortocircuito calculada para el tablero seccional TSG, $I''_k = 3917,73 [A]$, y recordemos que el poder de corte del interruptor termomagnético es de 4500 [A].

6º) Verificación por máxima exigencia térmica

Interruptor con corte $\leq 0,15 s$

$$K^2 S^2 \geq I^2 t$$

De pág. 136 de La Reglamentación, para conductor de cobre con aislamiento de PVC, $K = 115$.

De pág. 232 de La Reglamentación, para interruptor de hasta 32 [A], con poder de corte de 4500 [A], clase 3, curva C, $I^2 t = 39000$

$$K^2 S^2 \geq I^2 t \Rightarrow 115^2 \times 2,5^2 \geq 39000 \Rightarrow 82656 > 39000.$$

7º) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito $I_{k \min}$

$$R_{10-20^\circ C} = 7,98 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

$$R_{TUE2} = 0,02175 \cdot 7,98 = 0,17 [\Omega]$$

$$Z_{TSG} = 0,056 + 0,17 = 0,21 [\Omega]$$

$$I''_{k \min TUE2} = \frac{220}{0,21} = 1047,61 [A]$$

$$10 I_n < I_{k \min} \Rightarrow 200 [A] < 1047,61 [A]$$

8º) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito

El punto más alejado del circuito tiene una longitud de conductor de 16 m.
La resistencia del cable de cobre a 20°C, de sección 2,5mm² es
7,28 Ω/km.

$$R_{2,5-70^{\circ}\text{C}} = 7,98 \times (1 + 0,00393 \times 50) = 9,54 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$\Delta U = 2 \times I \times L \times R \cos \varphi = 2 \times 14,74 \times 0,016 \times 9,54 \times 0,93 = 4.18 [V]$$

Da un valor del 1,90% de caída de tensión, que si supera el 2% establecido por La Reglamentación, por tanto debemos tomar la sección que sigue: S=2,5mm².
El cable va en bandeja porta cable IEC 61537 suspendida y empotrada en columnas.
Conductor IRAM 2178: **2(1 x 2.5) + PE**

Cálculo de conductor circuito ACU1 (Bomba Ósmosis)

Carga total C_T = 6720.26 V.A

Coefficiente de utilización c_u=0,7, con lo que C_{T-B}= 4705.9 V.A

1º) Determinación de la corriente de proyecto I_B

$$I_B = \frac{C_T}{1,73 \times 380} = \frac{4705.9}{1,73 \times 380} = 7.15 [A]$$

2º) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible I_Z

$$I_Z \geq I_B$$

Temperatura ambiente T= 45 °C.

$$I_Z' = \frac{I_B}{f_t \times f_a}, \text{ con } f_t = 0,91; f_a = 0,79 \text{ (pág. 95 y 100 Reglamentación)}$$

$$I_Z' = 9.94 [A]$$

De pág. 96 de La Reglamentación, se elige I=23 [A] con lo que la sección del conductor será S=2.5mm², permitido según pág. 89.

$$I_Z = 23 \times 0.91 = 20.93 [A].$$

$$I_Z \geq I_B$$

Cable subterráneo, directamente enterrado (Según norma IRAM 2178), temperatura del suelo T=30°C, condiciones del suelo arena muy seca, por lo que:

$$I_Z' = \frac{I_B}{f_t \times f_a \times f_r} \text{ con } f_t = 0,94; f_r = 0.6 \text{ (pág. 108 Reglamentación)}$$

$$I_Z' = 4,73 [A]$$

De pág. 104 de La Reglamentación, se elige I = 25 [A] con lo que la sección el conductor será S=1.5mm², pero de la pág. 89 el mínimo para líneas de circuitos para usos específicos es S=2.5mm² por lo que se adopta ésta última sección, con I = 34[A].

$$I_Z = 34 \times 0,94 \times 0,6 = 19,17 [A].$$

3º) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \Rightarrow 7,15 \leq I_n \leq 20,93$$

De la guía de productos se selecciona $I_n=20$ [A], interruptor termomagnético tripolar C60N clase 3, curva C, poder de corte 4500 [A].

4º) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga

Para pequeños interruptores automáticos $I_2=1,45 \cdot I_n$, para $I_n \leq 63$ A

$$1,45I_n \leq 1,45I_Z \Rightarrow 29 \text{ [A]} < 33,35 \text{ [A]}.$$

5º) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima I''_k

Es la corriente de cortocircuito calculada para el tablero seccional TSG, $I''_k= 3917,73$ [A], y recordemos que el poder de corte del interruptor termomagnético es de 4500[A].

6º) Verificación por máxima exigencia térmica

Interruptor con corte $\leq 0,15$ s

$$K^2 S^2 \geq I^2 t$$

De pág. 136 de La Reglamentación, para conductor de cobre con aislamiento de PVC, $K=115$.

De pág. 232 de La Reglamentación, para interruptor de hasta 32 [A], con poder de corte de 6000[A], clase 3, curva C, $I^2 t = 39000$

$$K^2 S^2 \geq I^2 t \Rightarrow 115^2 \times 2,5^2 \geq 39000 \Rightarrow 82656,25 > 39000.$$

7º) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito $I_{k \min}$

$$R_{10-20^\circ C} = 7,98 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

$$R_{ACU1} = 0,011 \cdot 7,98 = 0,087 [\Omega]$$

$$Z_{TSG} = 0,056 + 0,087 = 0,13 [\Omega]$$

$$I''_{k \min ACU1} = \frac{380}{\sqrt{3} \cdot 0,13} = 1687,63 [\text{A}]$$

$$10I_n < I_{k \min} \Rightarrow 200 \text{ [A]} < 1687,63 [\text{A}]$$

8º) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito

El punto más alejado del circuito tiene una longitud de conductor de 11 m. La resistencia del cable de cobre enterrado a 20°C, de sección 2,5mm² es 7,98Ω/km.

$$R_{2,5-70^\circ C} = 7,98 \times (1 + 0,00393 \times 50) = 9,54 \frac{\Omega}{km}$$

Ahora se calcula la corriente de arranque del motor que es la condición más desfavorable, ya que la $I_A=6.I_{nM}$.

$$I_{nM} = \frac{746,5,36(HP)}{1,73.380.\eta.\cos\varphi} = 10,86 [A] \quad \eta=0,7 \text{ y } \cos\varphi=0,8$$

$$I_A = 6.I_{nM} = 65,16 [A]$$

Corriente de arranque $I_A = 65,16 A$

$$\Delta U = 1,73 \times I \times L \times R \cos\varphi = 1,73 \times 65,16 \times 0,011 \times 9,54 \times 0,93 = 11 [V]$$

Da un valor del 2,9% de caída de tensión, que no supera el 4% establecido por el reglamento. El cable va en bandeja perforada IEC 61537 pág. 65 de La Reglamentación.

Conductor IRAM 2178: **3 (1x2.5) + PE**

Cálculo de conductor circuito ACU2 (Bomba Sumergible)

Carga total $C_T = 1848.74 V.A$

Coefficiente de utilización $c_u=0,7$, con lo que $C_{T-B} = 1294.12 V.A$

1º) Determinación de la corriente de proyecto I_B

$$I_B = \frac{C_T}{1,73 \times 380} = \frac{4704.2}{1,73 \times 380} = 7.15 [A]$$

2º) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible I_Z

$$I_Z \geq I_B$$

Cable subterráneo, directamente enterrado (Según norma IRAM 2178), temperatura del suelo $T = 30^\circ C$, condiciones del suelo arena muy seca, por lo que:

$$I_Z' = \frac{I_B}{f_t \times f_r} \text{ con } f_t = 0,94; f_r = 0.6 \text{ (pág. 108 Reglamentación)}$$

$$I_Z' = 12,67 [A]$$

De pág. 104 de La Reglamentación, se elige $I = 25 [A]$ con lo que la sección el conductor será $S=1.5mm^2$, pero de la pág. 89 el mínimo para líneas de circuitos para usos específicos es $S=2.5mm^2$ por lo que se adopta ésta última sección, con $I = 34[A]$.

$$I_Z = 34 \times 0,94 \times 0,6 = 19,17 [A].$$

3º) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \Rightarrow 7,15 \leq I_n \leq 19,17$$

De la guía de productos se selecciona $I_n = 16$ [A], interruptor termomagnético tripolar C60N clase 3, curva C, poder de corte 4500 [A].

4º) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga

Para pequeños interruptores automáticos $I_2 = 1,45 \cdot I_n$, para $I_n \leq 63$ A

$$1,45I_n \leq 1,45I_Z \Rightarrow 23.2 \text{ [A]} < 27.8 \text{ [A]}.$$

5º) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima I''_k

Es la corriente de cortocircuito calculada para el tablero seccional TSG, $I''_k = 3917,73$ [A], y recordemos que el poder de corte del interruptor termomagnético es de 4500[A].

6º) Verificación por máxima exigencia térmica

Interruptor con corte $\leq 0,15$ s

$$K^2 S^2 \geq I^2 t$$

De pág. 136 de La Reglamentación, para conductor de cobre con aislamiento de PVC, $K=115$.

De pág. 232 de La Reglamentación, para interruptor de hasta 32 [A], con poder de corte de 4500[A], clase 3, curva C, $I^2 t = 39000$

$$K^2 S^2 \geq I^2 t \Rightarrow 115^2 \times 2,5^2 \geq 39000 \Rightarrow 82656,25 > 39000.$$

7º) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito $I_{k \min}$

min

$$R_{10-20^\circ C} = 7,98 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

$$R_{ACU2} = 0,060 \cdot 7,98 = 0,47 [\Omega]$$

$$Z_{TSG} = 0,056 + 0,47 = 0,52 [\Omega]$$

$$I''_{k \min ACU2} = \frac{380}{\sqrt{3} \cdot 0,52} = 421,9 [A]$$

$$10I_n < I_{k \min} \Rightarrow 160 [A] < 421,9 [A]$$

8º) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito

El punto más alejado del circuito tiene una longitud de conductor de 60 m.

La resistencia del cable de cobre enterrado a 20°C, de sección 2,5mm² es 7,98Ω/km.

$$R_{2,5-70^\circ C} = 7,98 \times (1 + 0,00393 \times 50) = 9,54 \frac{\Omega}{km}$$

Ahora se calcula la corriente de arranque del motor que es la condición más desfavorable, ya que la $I_A = 6 \cdot I_{nM}$.

$$I_{nM} = \frac{746,1,47(HP)}{1,73 \cdot 380 \cdot \eta \cdot \cos \varphi} = 2,97 [A] \quad \eta = 0,7 \text{ y } \cos \varphi = 0,8$$

$$I_A = 6 \cdot I_{nM} = 17,87 [A]$$

Corriente de arranque $I_A = 17,87 A$

$$\Delta U = 1,73 \times I \times L \times R \cos \varphi = 1,73 \times 17,87 \times 0,06 \times 9,54 \times 0,93 = 16,45 [V]$$

Da un valor del 2,49% de caída de tensión, que no supera el 4% establecido por el reglamento. El cable va enterrado como se indica en pág. 86 de la reglamentación, desde TSG hasta la bomba sumergible.

Conductor IRAM 2178:3 (1x2.5) + PE

Selección de contactor, guarda motor y relevo térmico Schneider

P=1,1 kw

Servicio: AC2, accionamientos programados y servicio moderado.



GV2LE + LC1K + LR2K

Coordinación tipo 1 - 400V

Potencia motor kW	Guardamotor Referencia	I A	Contactador Referencia	Iq kA	Térmico Referencia
0,37	GV2LE05	1	LC1K06/D09..	50	LR2K0306
0,55	GV2LE06	1,5	LC1K06/D09..	50	LR2K0307
0,75	GV2LE07	2	LC1K06/D09..	50	LR2K0308
1,1	GV2LE08	2,5	LC1K06/D09..	50	LR2K0308
1,5	GV2LE08	3,5	LC1K06/D09..	50	LR2K0310
2,2	GV2LE10	5	LC1K06/D09..	50	LR2K0312
3	GV2LE14	6,5	LC1K09/D09..	50	LR2K0314
4	GV2LE14	8,4	LC1K09/D09..	50	LR2K0316
5,5	GV2LE16	11	LC1K12/D12..	15	LR2K0321
7,5	GV2LE20	14,8	LC1D18....	15	LRD21
9	GV2LE21	18,1	LC1D25....	15	LRD22
11	GV2LE22	21	LC1D25....	15	LRD22
15	GV2LE32	28,5	LC1D32....	10	LRD32
18,5	GV3L40	40	LC1D40A..	70	LRD340
22	GV3L50	50	LC1D50A..	70	LRD350
30	GV3L65	65	LC1D65A..	70	LRD365
37	NS80HMA	80	LC1D80..	70	LRD3363
45	NS100*MA	81	LC1D95..	*	LRD3365
55	NS160*MA	100	LC1D115..	*	LRD4367
75	NS160*MA	135	LC1D150..	*	LRD4369
90	NS250*MA	165	LC1F185..	*	LR9F5371
110	NS250*MA	200	LC1F225..	*	LR9F5371

Esquema unifilar: ver anexo III.

Esquema unifilar general: ver anexo IV.

Plano de instalación eléctrica de la nave industrial: ver anexo V.

Cómputo y especificación de materiales

Ítem	Especificación	Característica	Unidad	Cantidad
1	Tomacorriente monofásico	2P+T 10A IRAM 2071 IP44	Unidad	16
2	Tomacorriente monofásico	2P+T 20A IRAM 2071 IP44	Unidad	2
3	Llave interruptor unipolar	IP4XX	Unidad	8
4	Llave interruptor doble	IP4XX	Unidad	1
5	Llave interruptor trifásica	IP4XX	Unidad	1
6	Luminaria simple	<i>Lumenac DELTA 136 1x45 W.</i>	Unidad	24
7	Refractor	<i>Lumenac ENERGY 326 1X45.</i>	Unidad	5
8	Tablero principal	IRAM 2444 IP54	Unidad	1
9	Tablero seccional	IRAM 2444 IP41	Unidad	1
10	Caño	Semipesado RS 16/13	m	116
11	Caño	Semipesado RS 32/28	m	5,5
12	Bandeja metálica	Galvanizada 100mm	m	45
13	Cable rojo – marrón - negro	Tetrapolar IRAM 2178 2.5 mm ²	m	11
14	Cable subterráneo	Tetrapolar IRAM 2178 1,5 mm ²	m	60
15	Cable rojo - marrón - negro	IRAM NM 247-3 10 mm ²	m	6
16	Cable verde-amarillo	IRAM NM 247-3 10 mm ²	m	6
17	Cable verde-amarillo	IRAM NM 247-3 2,5 mm ²	m	120
18	Cable celeste	IRAM NM 247-3 2,5 mm ²	m	60
19	Cable subterráneo	Tetrapolar IRAM 2178 2,5 mm ²	m	72
20	Caja rectangular	Semipesado IRAM 62005	unidad	16
21	Caja octogonal	Semipesado IRAM 62005	unidad	33
22	Tablero principal	Genrod serie 9000 Cap. 3 bipolares	unidad	1
23	Tablero seccional general	Genrod serie 9000 Cap. 10 bipolares	unidad	1
24	Interruptor termomagnético	Schneider tetrapolar In=40 A curva C 4,5kA C60N	unidad	2
25	Interruptor termomagnético	Schneider bipolar In=16 A curva C 4,5kA P60	unidad	5
26	Interruptor termomagnético	Schneider bipolar In=20 A curva C 4,5 kA P60	unidad	1
27	Interruptor termomagnético	Schneider tripolar In=20 A curva C 4,5 kA C60N	unidad	1
28	Interruptor termomagnético	Schneider tripolar In=16 A curva C 4,5kA C60N	unidad	1
29	Interruptor termomagnético	Schneider bipolar In=16 A curva C 4,5kA C60N	unidad	1
30	Interruptor diferencial	Schneider tetrapolar In=40 A-30 mA clase AC gama ID	unidad	1
31	pulsador	220V – 10A – 5W	unidad	1
32	Jabalina PE	Acero-cobre IRAM 2309	unidad	1
33	Accionamiento y protección de motor	Contactador, guardamotor y relé térmico Schneider 1.1 kW (AC2)	unidad	1

8.2 Iluminación

Para realizar el cálculo de iluminación se utilizó el programa Lumenlux, en Anexo IV se encuentran los datos técnicos de las luminarias utilizadas y en plano N°13 Del Anexo está la distribución de las mismas dentro de la planta.

Interpretación de las variables

Distribución de luminarias:

Eje X: Coincidente con el Largo del Local.

Eje Y: Coincidente con el Ancho del Local.

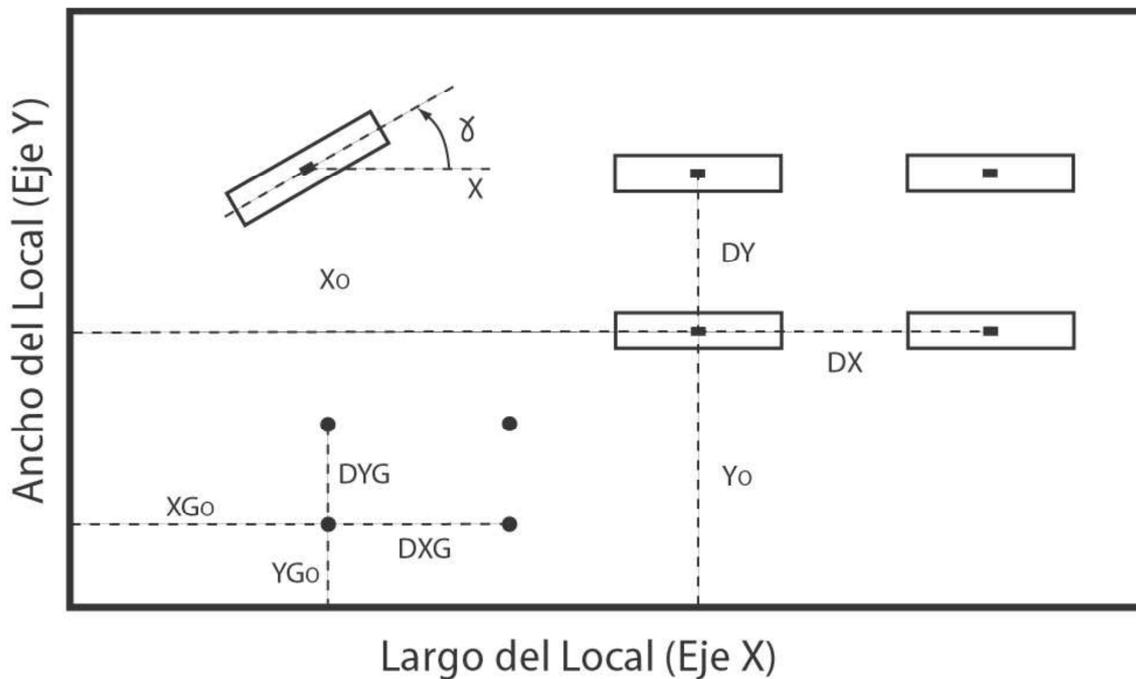
Los símbolos representan el Centro Geométrico de las Luminarias.

X_0 : Distancia desde el Eje Y al centro de la primer Luminaria (medida según el Largo del local. (Eje X).

Y_0 : Distancia desde el Eje X al centro de la primer Luminaria (medida según el Ancho del Local. (Eje Y).

$DX - DY$: Distancia entre Luminarias según el Eje X ó el Eje Y respectivamente.

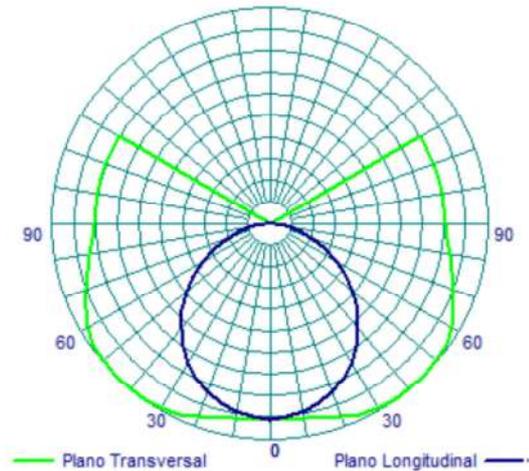
$NX - NY$: Número de luminarias en fila, ubicadas a lo largo del Eje X ó del Eje Y respectivamente.



8.2.1 Iluminación en Depósito1

FICHA TECNICA DE LUMINARIA

Curvas Polares de Intensidad Luminosa



Datos del local

Largo (X) :7.00 m
Ancho (Y) :6.00 m
Altura (Z): 4.00 m
Plano de trabajo: 0.80 m
Coef. Mantenimiento: 1.00

Reflectancias

Techo : 0.50
Pared 1 - Frente: 0.30
Pared 3 - Fondo: 0.30
Pared 4 - Izquierda: 0.30
Pared 2 - Derecha: 0.30
Piso: 0.30

Información de las luminarias

Luminaria A
Marca: LUMENAC
Potencia Unitaria: 45 W
Modelo: DELTA 136
Flujo de Cálculo Total: 3350 lm
Altura de Montaje: 3.00 m
Número de Lámparas: 1
Tono de Luz: LUMILUX INTERNA
Orientación: 0 °
Factor de Balasto (%): 100

Ubicación de las luminarias

Distribución Uniforme
Luminaria A - Cantidad = 4
Orientación 0.00 °

Rot. Axial: 0 °

Xo: 1.75 m DX: 3.50 m NX: 2
Yo: 1.50 m DY: 3.00 m NY: 2

Grilla de Cálculo

XGo: 0.22 m DXG: 0.43 m NXG: 16
YGo: 0.19 m DYG: 0.37 m NYG: 16

Iluminancias en Plano de trabajo:

VALORES CARACTERISTICOS OBTENIDOS

Iluminancia Media (E_{med}): 126 lux

Iluminancia Máxima (E_{máx}): 146 lux

Iluminancia Mínima (E_{min}): 91 lux

Uniformidad G1 (E_{min} / E_{med}): 1 : 1.4

Uniformidad G2 (E_{min} / E_{máx}): 1 : 1.6

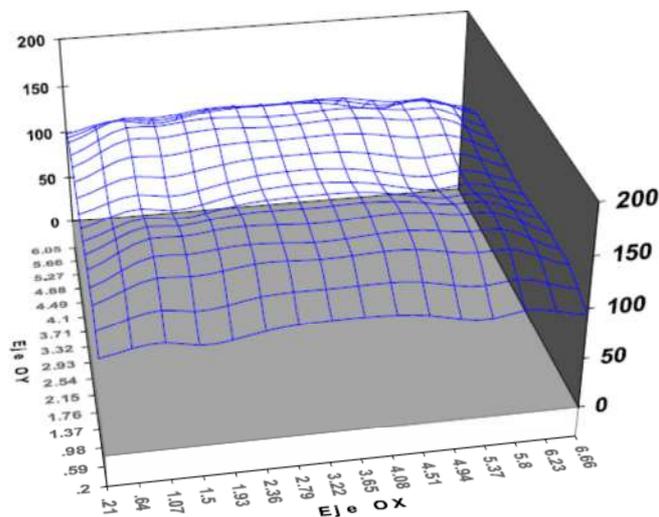
Flujo Total de Lámparas: 13400 lm

Flujo Total por Unidad de Área: 313 lm/m²

Potencia eléctrica Total: 0.18 kW

Potencia Eléctrica Específica: 4.20 W/m²

ILUMINANCIAS PLANO DE TRABAJO

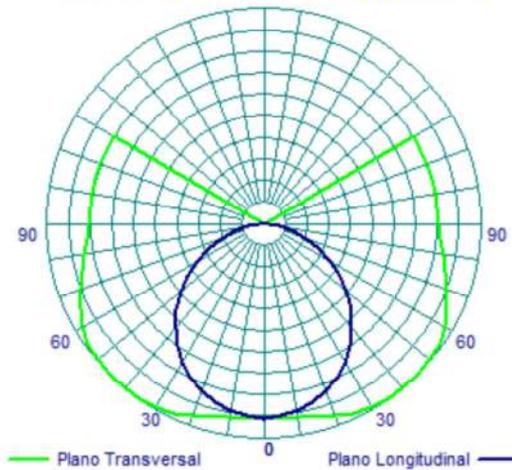


DISTRIBUCIÓN DE ILUMINANCIAS {Ejes X - Y:(m) | Eje Z:(lux)}

8.2.2 Iluminación en Sala de Elaborado

FICHA TECNICA DE LUMINARIA

Curvas Polares de Intensidad Luminosa



Datos del local

Largo (X): 20.00 m
Ancho (Y): 6.50 m
Altura (Z): 4.00 m
Plano de trabajo: 0.00 m
Coef. Mantenimiento: 1.00

Reflectancias

Techo: 0.50
Pared 1 - Frente: 0.30
Pared 3 - Fondo: 0.30
Pared 4 - Izquierda: 0.30
Pared 2 - Derecha: 0.30
Piso: 0.30

Información de las luminarias

Luminaria A
Marca: LUMENAC
Potencia Unitaria: 45 W
Modelo: DELTA 136
Flujo de Cálculo Total: 3350 lm
Altura de Montaje: 3.00 m
Número de Lámparas: 1
Tono de Luz: LUMILUX INTERNA
Orientación: 0 °
Factor de Balasto(%): 100

Ubicación de las luminarias

Distribución Uniforme
Luminaria A - Cantidad = 12
Orientación 0.00 ° Rot. Axial: 0 °
Xo: 1.67 m DX: 3.33 m NX: 6
Yo: 1.62 m DY: 3.25 m NY: 2

Grilla de Cálculo

XGo: 0.16 m DXG: 0.31 m NXG: 64
YGo: 0.20 m DYG: 0.40 m NYG: 16

Iluminancia en el plano de trabajo:

VALORES CARACTERISTICOS OBTENIDOS

Iluminancia Media (Emed): 138 lux

Iluminancia Máxima (Emáx): 163 lux

Iluminancia Mínima (Emin): 85 lux

Uniformidad G1 (Emin / Emed): 1 : 1.6

Uniformidad G2 (Emin / Emáx): 1 : 1.9

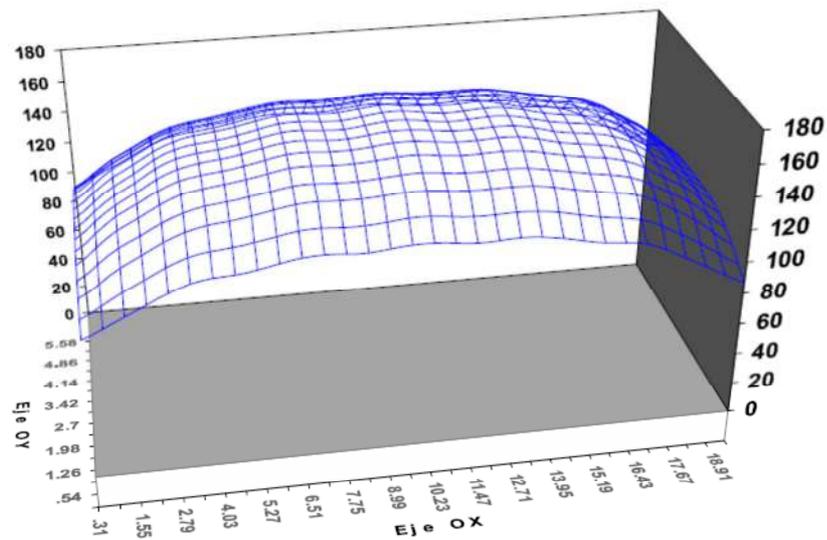
Flujo Total de Lámparas: 40200 lm

Flujo Total por Unidad de Area: 350 lm/m²

Potencia eléctrica Total: 0.54 kW

Potencia Eléctrica Específica: 4.70 W/m²

ILUMINANCIAS PLANO DE TRABAJO

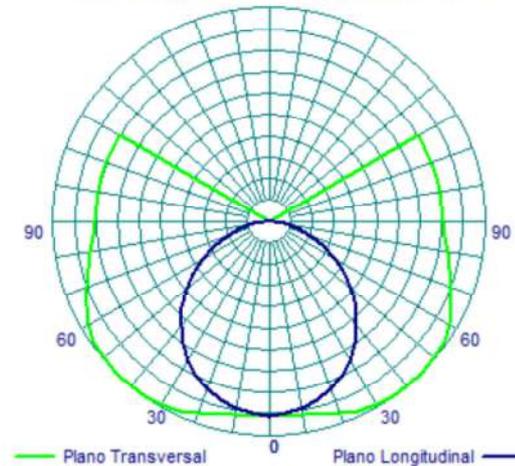


DISTRIBUCIÓN DE ILUMINANCIAS {Ejes X - Y:(m) | Eje Z:(lux)}

8.2.3 Iluminación en Sala de Envasado

FICHA TECNICA DE LUMINARIA

Curvas Polares de Intensidad Luminosa



Datos del local

Largo (X): 6.50 m
Ancho (Y): 3.50 m
Altura (Z): 3.00 m
Plano de trabajo: 0.80 m
Coef. Mantenimiento: 1.00

Reflectancias

Techo: 0.70
Pared 1 - Frente: 0.50
Pared 3 - Fondo: 0.50
Pared 4 - Izquierda: 0.50
Pared 2 - Derecha: 0.50
Piso: 0.30

Información de las luminarias

Luminaria A
Marca: LUMENAC
Potencia Unitaria: 45 W
Modelo: DELTA 136
Flujo de Cálculo Total: 3350 lm
Altura de Montaje: 3.00 m
Número de Lámparas: 1
Tono de Luz: LUMILUX INTERNA
Orientación: 0 °
Factor de Balasto (%): 100

Ubicación de las luminarias

Distribución Uniforme
Luminaria A - Cantidad = 8
Orientación 0.00 ° Rot. Axial: 0 °

Xo: 0.81 m DX: 1.62 m NX: 4
Yo: 0.87 m DY: 1.75 m NY: 2

Grilla de Cálculo

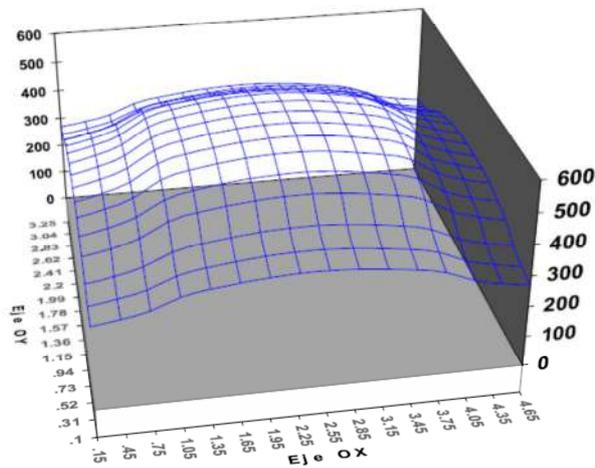
XGo: 0.20 m DXG: 0.41 m NXG: 64
YGo: 0.11 m DYG: 0.22 m NYG: 16

Illuminancia en el plano de trabajo
VALORES CARACTERISTICOS OBTENIDOS
Illuminancia Media (E_{med}): 417 lux

Illuminancia Máxima (E_{máx}): 544 lux
Illuminancia Mínima (E_{min}): 262 lux

Uniformidad G1 (E_{min} / E_{med}): 1 : 1.6
Uniformidad G2 (E_{min} / E_{máx}): 1 : 2.1
Flujo Total de Lámparas: 20100 lm
Flujo Total por Unidad de Area: 1269 lm/m²
Potencia eléctrica Total: 0.27 kW
Potencia Eléctrica Específica: 17.04 W

ILUMINANCIAS PLANO DE TRABAJO



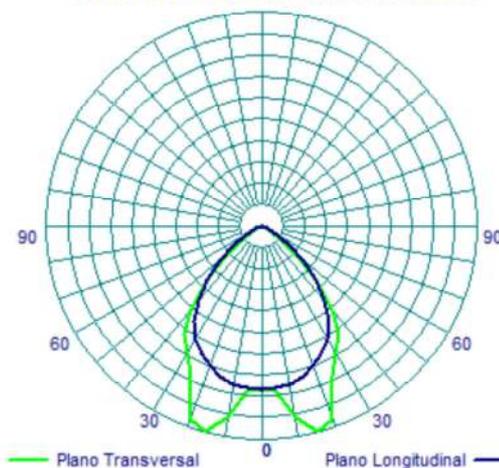
DISTRIBUCIÓN DE ILUMINANCIAS {Ejes X - Y:(m) | Eje Z:(lux)}

8.2.4 Iluminación en Oficina

FICHA TECNICA DE LUMINARIA



Curvas Polares de Intensidad Luminosa



Datos del local

Largo (X): 4.00 m

Ancho (Y): 3.50 m

Altura (Z): 3.00 m

Plano de trabajo: 0.80 m

Coef. Mantenimiento: 1.00

Reflectancias

Techo: 0.70

Pared 1 - Frente: 0.50

Pared 3 - Fondo: 0.50

Pared 4 - Izquierda: 0.50

Pared 2 - Derecha: 0.50

Piso: 0.20

Información de las luminarias

LUMINARIA A

Marca: LUMENAC

Potencia Unitaria: 45 W

Modelo: OFFICE C 336 DP/90

Flujo de Cálculo Total: 8700 lm

Altura de Montaje: 3.00 m

Número de Lámparas: 4

Tono de Luz: LUMILUX

Blanco Orientación: 0 °

Factor de Balasto (%) : 100

UBICACION DE LAS LUMINARIAS

Distribución Uniforme

Luminaria A - Cantidad = 2

Orientación 0.00 ° Rot. Axial: 0 °

Xo: 1.00 m DX: 2.00 m NX: 2

Yo: 1.75 m DY: 3.50 m NY: 1

Grilla de Cálculo

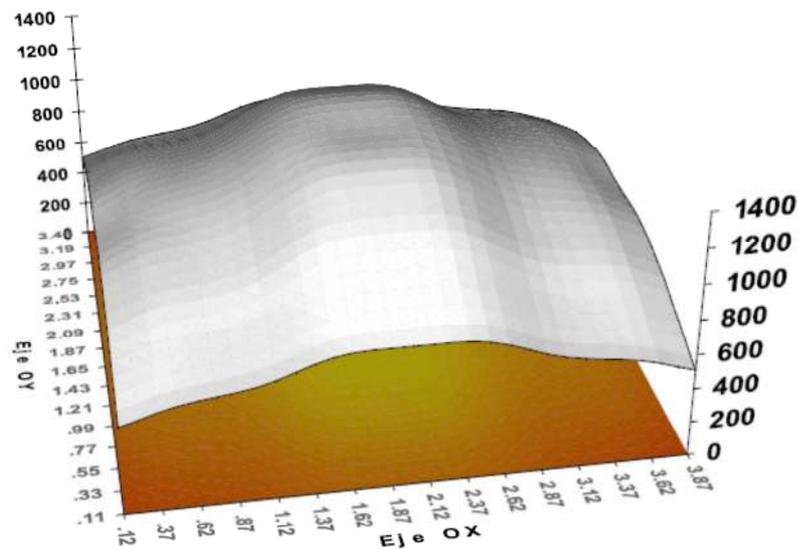
XGo: 0.12 m DXG: 0.25 m NXG: 16

YGo: 0.11 m DYG: 0.21 m NYG: 16

Iluminancia en plano de trabajo
VALORES CARACTERISTICOS OBTENIDOS

Iluminancia Media (E_{med}): 905 lux
Iluminancia Máxima (E_{máx}): 1284 lux
Iluminancia Mínima (E_{min}): 471 lux
Uniformidad G1 (E_{min} / E_{med}): 1 : 1.9
Uniformidad G2 (E_{min} / E_{máx}): 1 : 2.7
Flujo Total de Lámparas: 34800 lm
Flujo Total por Unidad de Area: 2486 lm/m²
Potencia eléctrica Total: 0.54 kW
Potencia Eléctrica Específica: 38.57 W/m²

ILUMINANCIAS PLANO DE TRABAJO

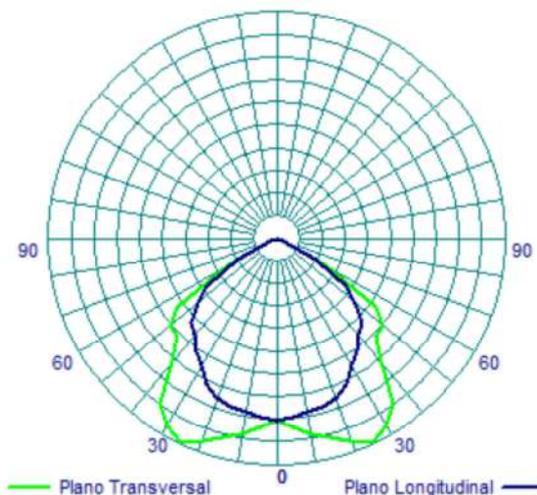


DISTRIBUCIÓN DE ILUMINANCIAS {Ejes X - Y:(m) | Eje Z:(lux)}

8.2.5 Iluminación en Pasillo

FICHA TECNICA DE LUMINARIA

Curvas Polares de Intensidad Luminosa



Datos del local

Largo (X): 3.50 m

Ancho (Y): 2.00 m

Altura (Z): 3.00 m

Plano de trabajo: 0.80 m

Coef. Mantenimiento: 1.00

Reflectancias

Techo: 0.70

Pared 1 - Frente: 0.50

Pared 3 - Fondo: 0.50

Pared 4 - Izquierda: 0.50

Pared 2 - Derecha: 0.50

Piso: 0.20

Información de las luminarias

Luminaria A

Marca: LUMENAC

Potencia Unitaria: 45 W

Modelo: ENERGY 326

Flujo de Cálculo Total: 5400 lm

Altura de Montaje: 3.00 m

Número de Lámparas: 3

Tono de Luz: LUMILUX INTERNA

Orientación: 0 °

Factor de Balasto(%): 100

Ubicación de las luminarias

Distribución Uniforme

Luminaria A - Cantidad = 1

Orientación 0.00 ° Rot. Axial: 0 °

Xo: 1.75 m DX: 3.50 m NX: 1

Yo: 1.00 m DY: 2.00 m NY: 1

Grilla de Cálculo

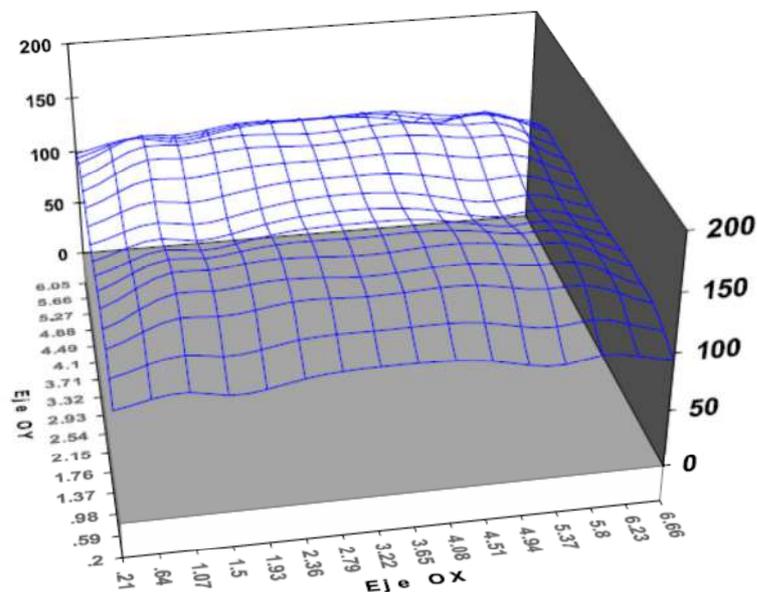
XGo: 0.11 m DXG: 0.22 m NXG: 16

YGo: 0.06 m DYG: 0.13 m NYG: 16

Iluminancia en el plano de trabajo
VALORES CARACTERISTICOS OBTENIDOS

Iluminancia Media (E_{med}): 126 lux
Iluminancia Máxima (E_{máx}): 146 lux
Iluminancia Mínima (E_{min}): 91 lux
Uniformidad G1 (E_{min} / E_{med}): 1 : 1.4
Uniformidad G2 (E_{min} / E_{máx}): 1 : 1.6
Flujo Total de Lámparas: 16200 lm
Flujo Total por Unidad de Area: 3279 lm/m²
Potencia eléctrica Total: 0.33 Kw
Potencia Eléctrica Específica: 68.62 W/m²

ILUMINANCIAS PLANO DE TRABAJO



DISTRIBUCIÓN DE ILUMINANCIAS {Ejes X - Y:(m) | Eje Z:(lux)}

8.3 Instalación de Gas Natural

Memoria descriptiva:

Para realizar el cálculo de la instalación de gas natural en el edificio, se empleó el método indicado en las Disposiciones y Normas mínimas para la ejecución de instalaciones de gas domiciliarias - NAG 200, utilizando las tablas adjuntas de páginas 19 y 20 del manual de instalaciones de cañería Sigas Thermofusion.

Se diseñó una distribución de gas en baja presión en el sector de oficina y cocina, para lo cual se adoptó una caída de presión de $h=10$ mm.

Memoria técnica:

La instalación de la cañería se realizó embutida en la pared y como norma general, se instaló de la misma manera que las cañerías metálicas (epoxi). A fin de mantener su alineación se fijaron con mortero de cemento 1:3 cada 1,5 a 2 m.

Luego de la instalación se realizó la prueba de hermeticidad correspondiente para lo cual conforme a lo estipulado en el artículo 3.3 de Disposiciones y Normas Mínimas para la Ejecución de Instalaciones Domiciliarias de Gas, se sometió a la instalación a una presión neumática de $0,2 \text{ kg/cm}^2$ utilizando un manómetro de diámetro de cuadrante igual a 100 mm, rango 0 a 1 kg/cm^2 .

Una vez probadas e inspeccionadas por la distribuidora Camuzzi Gas Pampeana S.A., conforme al Artículo 8.6.6 de las Disposiciones y Normas Mínimas para la Ejecución de Instalaciones Domiciliarias de Gas, se pueden tapar con mezclas comunes no demasiado fuertes.

Dado que el polietileno ofrece alta resistencia química a sustancias ácidas y básicas, las tuberías Sigas Termofusión no requieren revestimiento anticorrosivo.

Se colocaron en el edificio los siguientes artefactos con sus respectivos consumos:

Calefactor 3.000 kCal/h .

Anafe 3.000 kCal/h .

Termotanque 10.000 kCal/h

Una vez ubicados los artefactos dentro del edificio, se calcularon los diámetros correspondientes para cada tramo de instalación utilizando las tablas adjuntas de páginas 19 y 20 del manual de instalaciones de cañería termofusión Sigas.

Memoria de Cálculo

Los resultados obtenidos se detallan a continuación y en plano N° 15 el Anexo III.

TRAMO	LONGITUD REAL DE CÁLCULO (m)	CONSUMO (m³/h)	DIÁMETRO INICIAL (mm)	LONG. EQ. (m)	LONG. TOTAL DE CÁLCULO (m)	DIÁMETRO DEFINITIVO (mm)	DIÁMETRO ADOPTADO (mm)	OBSERVACIONES
1-A	14,50	1,07	20	5,50	20,00	20	20	Cañería Termofusión
2-A	13,80	0,64	20	5,98	19,78	20	20	Cañería Termofusión
A-B	14,50	1,71	25	5,98	20,48	25	25	Cañería Termofusión
3-B	5,80	0,32	20	4,15	9,95	20	20	Cañería Termofusión
B-N	14,50	2,03	25	5,98	20,48	25	25	Cañería Termofusión

Tramo	Cantidad	Accesorio	DN	Long. Equivalente (m)	Long. Eq. Total (m)
1-A	1	llave de paso	20	0,678	5,499
	1	codo a 90	20	0,953	
	1	Tee a través	25	0,222	
	3	codo a 90	25	2,568	
	1	Tee a través	25	0,222	
	1	codo a 90	25	0,856	
2-A	1	llave de paso	20	0,678	5,984
	1	codo a 90	20	0,953	
	1	Tee a 90°	25	0,707	
	3	codo a 90	25	2,568	
	1	Tee a través	25	0,222	
	1	codo a 90	25	0,856	
A-B	1	llave de paso	20	0,678	5,984
	1	codo a 90	20	0,953	
	1	Tee a 90°	25	0,707	
	3	codo a 90	25	2,568	
	1	Tee a través	25	0,222	
	1	codo a 90	25	0,856	
3-B	1	llave de paso	20	0,678	4,147
	2	codo a 90	20	1,906	
	1	Tee a 90°	25	0,707	
	1	codo a 90	25	0,856	
B-N	1	llave de paso	20	0,678	5,984
	1	codo a 90	20	0,953	
	1	Tee a 90°	25	0,707	
	3	codo a 90	25	2,568	
	1	Tee a través	25	0,222	
	1	codo a 90	25	0,856	



Pérdida de carga en accesorios.

ACCESORIOS	Longitud equivalente en m	Φ Externo en m	Nº de Ø	ACCESORIOS	Longitud equivalente en m	Φ Externo en m	Nº de Ø
Unión Normal 20 mm	0,369	0,0200	18	Transición Hembra 63 x 2	0,232	0,0630	4
Unión Normal 25 mm	0,242	0,0250	10	Transición Macho 20 x 1/2	0,369	0,0200	18
Unión Normal 32 mm	0,408	0,0320	13	Transición Macho 25 x 1/2	0,152	0,0250	6
Unión Normal 40 mm	0,237	0,0400	6	Transición Macho 25 x 3/4	0,362	0,0250	14
Unión Normal 50 mm	0,234	0,0500	5	Transición Macho 32 x 1	0,526	0,0320	16
Unión Normal 63 mm	0,162	0,0630	3	Transición Macho 40 x 1 1/4	0,396	0,0400	10
Codo Normal a 45° 20 mm	0,519	0,0200	26	Transición Macho 50 x 1 1/2	0,277	0,0500	6
Codo Normal a 45° 25 mm	0,583	0,0250	23	Transición Macho 63 x 2	0,232	0,0630	4
Codo Normal a 45° 32 mm	0,668	0,0320	21	Te Normal 20 mm, flujo a 90°	0,771	0,0200	39
Codo Normal a 45° 40 mm	0,682	0,0400	17	Te Normal 20 mm, flujo a través	0,392	0,0200	20
Codo Normal a 45° 50 mm	0,315	0,0500	6	Te Normal 25 mm, flujo a 90°	0,707	0,0250	28
Codo Normal a 45° 63 mm	0,633	0,0630	10	Te Normal 25 mm, flujo a través	0,222	0,0250	9
Codo Normal a 90° 20 mm	0,953	0,0200	48	Te Normal 32 mm, flujo a 90°	0,928	0,0320	29
Codo Normal a 90° 25 mm	0,856	0,0250	34	Te Normal 32 mm, flujo a través	0,235	0,0320	7
Codo Normal a 90° 32 mm	1,191	0,0320	37	Te Normal 40 mm, flujo a 90°	0,902	0,0400	23
Codo Normal a 90° 40 mm	1,004	0,0400	25	Te Normal 40 mm, flujo a través	0,237	0,0400	6
Codo Normal a 90° 50 mm	1,422	0,0500	28	Te Normal 50 mm, flujo a 90°	1,262	0,0500	25
Codo Normal a 90° 63 mm	2,283	0,0630	36	Te Normal 50 mm, flujo a través	0,270	0,0500	5
Codo 90° con rosca hembra 20 x 1/2	0,651	0,0200	33	Te Normal 63 mm, flujo a 90°	1,662	0,0630	26
Codo 90° con rosca hembra 25 x 1/2	0,398	0,0250	16	Te Normal 63 mm, flujo a través	0,396	0,0630	6
Codo 90° con rosca hembra 25 x 3/4	0,768	0,0250	31	Te Reducción Central 25 x 20, flujo a 90°	0,755	0,0250	30
Codo 90° con rosca hembra 32 x 3/4	0,543	0,0320	17	Te Reducción Central 25 x 20, flujo a través	0,352	0,0250	14
Codo 90° con rosca hembra 32 x 1	0,899	0,0320	28	Te Reducción Central 32 x 20, flujo a 90°	0,845	0,0320	26
Codo 90° con rosca hembra 40 x 1	0,854	0,0400	21	Te Reducción Central 32 x 20, flujo a través	0,618	0,0320	19
Codo 90° con rosca hembra 40 x 1 1/4	1,004	0,0400	25	Te Reducción Central 32 x 25, flujo a 90°	0,819	0,0320	26
Codo 90° con rosca hembra 50 x 1 1/4	1,004	0,0500	20	Te Reducción Central 32 x 25, flujo a través	0,618	0,0320	19
Codo 90° con rosca hembra 50 x 1 1/2	2,528	0,0500	51	Te Reducción Central 40 x 25, flujo a 90°	0,837	0,0400	21
Codo 90° con rosca hembra 63 x 1 1/2	3,092	0,0630	49	Te Reducción Central 40 x 25, flujo a través	0,708	0,0400	18
Codo 90° con rosca hembra 63 x 2	2,612	0,0630	41	Te Reducción Central 40 x 32, flujo a 90°	0,990	0,0400	25
Cupla Reducción HH 25 a 20 mm	0,329	0,0250	13	Te Reducción Central 40 x 32, flujo a través	0,371	0,0400	9
Cupla Reducción HH 32 a 20 mm	0,329	0,0320	10	Te Reducción Central 50 x 32, flujo a 90°	0,774	0,0500	15
Cupla Reducción HH 32 a 25 mm	0,525	0,0320	16	Te Reducción Central 50 x 32, flujo a través	0,284	0,0500	6
Cupla Reducción HH 40 a 25 mm	0,490	0,0400	12	Te Reducción Central 50 x 40, flujo a 90°	1,004	0,0500	20
Cupla Reducción HH 40 a 32 mm	0,506	0,0400	13	Te Reducción Central 50 x 40, flujo a través	0,277	0,0500	6
Cupla Reducción HH 50 a 32 mm	0,506	0,0500	10	Te Reducción Central 63 x 40, flujo a 90°	0,902	0,0630	14
Cupla Reducción HH 50 a 40 mm	0,517	0,0500	10	Te Reducción Central 63 x 40, flujo a través	0,162	0,0630	3
Cupla Reducción HH 63 a 40 mm	0,676	0,0630	11	Te Reducción Central 63 x 50, flujo a 90°	1,921	0,0630	30
Cupla Reducción HH 63 a 50 mm	0,817	0,0630	13	Te Reducción Central 63 x 50, flujo a través	0,280	0,0630	4
Buje Reducción MH 40 a 25 mm	0,445	0,0400	11	Llave Esténica 20 mm	0,678	0,0200	34
Buje Reducción MH 40 a 32 mm	0,718	0,0400	18	Llave Esténica 25 mm	0,227	0,0250	9
Buje Reducción MH 50 a 32 mm	0,538	0,0500	11	Llave Esténica 32 mm	0,327	0,0320	10
Buje Reducción MH 50 a 40 mm	0,571	0,0500	11	Llave Esténica 40 mm	1,159	0,0400	29
Buje Reducción MH 63 a 40 mm	0,676	0,0630	11	Llave Esténica 50 mm		0,0500	
Buje Reducción MH 63 a 50 mm	0,817	0,0630	13	Llave Esténica 63 mm		0,0630	
Transición Hembra 20 x 1/2	0,404	0,0200	20	Cupla Electrofusión 20 mm	0,369	0,0200	18
Transición Hembra 25 x 1/2	0,159	0,0250	6	Cupla Electrofusión 25 mm	0,242	0,0250	10
Transición Hembra 25 x 3/4	0,397	0,0250	16	Cupla Electrofusión 32 mm	0,408	0,0320	13
Transición Hembra 32 x 1	0,303	0,0320	9	Cupla Electrofusión 40 mm	0,237	0,0400	6
Transición Hembra 40 x 1 1/4	0,471	0,0400	12	Cupla Electrofusión 50 mm	0,234	0,0500	5
Transición Hembra 50 x 1 1/2	0,498	0,0500	10	Cupla Electrofusión 63 mm	0,162	0,0630	3

Longitud equivalente en nº de Ø

Tablas para cálculo de diámetros de tuberías.

Gas Natural

Caudales en litros de gas por hora para diferentes diámetros y longitudes

Densidad: 0,65

De: Diámetro externo en mm.

Di: Diámetro interno en mm.

Caída de presión: 10 mm

Longitud canería (m)	de 20,00 di 13,24	de 25,00 di 18,19	de 32,00 di 24,94	de 40,00 di 33,00	de 50,00 di 42,80	de 63,00 di 54,84	Longitud canería (m)	de 20,00 di 13,24	de 25,00 di 18,19	de 32,00 di 24,94	de 40,00 di 33,00	de 50,00 di 42,80	de 63,00 di 54,84
1	5,594	12,377	27,244	54,867	105,108	195,331	55	0,754	1,669	3,674	7,398	14,173	26,338
2	3,956	8,752	19,264	38,797	74,323	138,120	60	0,722	1,598	3,517	7,083	13,569	25,217
3	3,230	7,146	15,729	31,678	60,684	112,775	65	0,694	1,535	3,379	6,805	13,037	24,228
4	2,797	6,188	13,622	27,434	52,554	97,666	70	0,669	1,479	3,256	6,558	12,563	23,347
5	2,502	5,535	12,184	24,537	47,006	87,355	75	0,646	1,429	3,146	6,336	12,137	22,555
6	2,284	5,053	11,122	22,399	42,910	79,744	80	0,625	1,384	3,046	6,134	11,751	21,839
7	2,114	4,678	10,297	20,738	39,727	73,828	85	0,607	1,342	2,955	5,951	11,401	21,187
8	1,978	4,376	9,632	19,399	37,161	69,060	90	0,590	1,305	2,872	5,784	11,079	20,590
9	1,865	4,126	9,081	18,289	35,036	65,110	95	0,574	1,270	2,795	5,629	10,784	20,041
10	1,769	3,914	8,615	17,351	33,238	61,769	100	0,559	1,238	2,724	5,487	10,511	19,533
12	1,615	3,573	7,865	15,839	30,342	56,387	105	0,546	1,208	2,659	5,354	10,258	19,062
14	1,495	3,308	7,281	14,664	28,091	52,204	110	0,533	1,180	2,598	5,231	10,022	18,624
16	1,399	3,094	6,811	13,717	26,277	48,833	115	0,522	1,154	2,541	5,116	9,801	18,215
18	1,319	2,917	6,421	12,932	24,774	46,040	120	0,511	1,130	2,487	5,009	9,595	17,831
20	1,251	2,768	6,092	12,269	23,503	43,677	125	0,500	1,107	2,437	4,907	9,401	17,471
22	1,193	2,639	5,808	11,698	22,409	41,645	130	0,491	1,086	2,389	4,812	9,219	17,132
24	1,142	2,526	5,561	11,200	21,455	39,872	135	0,481	1,065	2,345	4,722	9,046	16,811
26	1,097	2,427	5,343	10,760	20,613	38,308	140	0,473	1,046	2,303	4,637	8,883	16,509
28	1,057	2,339	5,149	10,369	19,864	36,914	145	0,465	1,028	2,262	4,556	8,729	16,221
30	1,021	2,260	4,974	10,017	19,190	35,662	150	0,457	1,011	2,224	4,480	8,582	15,949
32	0,989	2,188	4,816	9,699	18,581	34,530	155	0,449	0,994	2,188	4,407	8,443	15,689
34	0,959	2,123	4,672	9,410	18,026	33,499	160	0,442	0,978	2,154	4,338	8,310	15,442
36	0,932	2,063	4,541	9,145	17,518	32,555	165	0,436	0,964	2,121	4,271	8,183	15,207
38	0,908	2,008	4,420	8,901	17,051	31,687	170	0,429	0,949	2,090	4,208	8,061	14,981
40	0,885	1,957	4,308	8,675	16,619	30,885	175	0,423	0,936	2,059	4,148	7,945	14,766
42	0,863	1,910	4,204	8,466	16,219	30,140	180	0,417	0,923	2,031	4,090	7,834	14,559
44	0,843	1,866	4,107	8,272	15,846	29,447	185	0,411	0,910	2,003	4,034	7,728	14,361
46	0,825	1,825	4,017	8,090	15,497	28,800	190	0,406	0,898	1,976	3,980	7,625	14,171
48	0,807	1,786	3,932	7,919	15,171	28,194	195	0,401	0,886	1,951	3,929	7,527	13,988
50	0,791	1,750	3,853	7,759	14,865	27,624	200	0,396	0,875	1,926	3,880	7,432	13,812

8.4 Instalación de Agua y Cloacas **Memoria Descriptiva**

En el siguiente desarrollo se expresan las dimensiones y características principales del servicio de distribución de agua.

El circuito se inicia con la extracción de agua subterránea mediante una bomba sumergible. El agua se conduce por cañería construida en Polipropileno Copolímero Random y ensamblada según el sistema termofusión® desarrollado por el Grupo DEMA.

En primera instancia el fluido es filtrado con un equipo que contiene mineral de zeolita, el sistema es de regeneración automática lo cual permite un filtrado continuo en turnos completos de producción.

El agua filtrada recibe una dosis de dióxido de cloro, se deposita en un primer tanque el cual mediante una bomba centrífuga alimenta el equipo de osmosis inversa que produce agua con reducidos niveles de minerales y componentes dañinos para la salud.

Se almacena en un tanque y se mantiene en continua circulación hacia otro depósito y a la vez recibiendo tratamiento antibacteriano con el método luz UV (ultra violeta).

Para envasar el producto se acciona una bomba impulsora que presuriza el circuito enviando agua a la estación de lavado y envasado. Con lo cual el agua como producto final queda desinfectada y lista para consumir en un período prolongado.

Memoria Técnica

La instalación de agua consiste en un circuito que comienza por la bomba extractora de agua subterránea con un caudal de 2,52 m³/h, luego se filtra el residuo sólido con el equipo automático con lecho de zeolita, se dosifica dióxido de cloro (Cl O₂) AISA T1000, a razón de 0,1 a 0,3 mg/l de agua cruda y queda depositado en un tanque de 10000 litros. La dosis apropiada de AISA T1000 para el lavado de bidones vacíos es de 0,3 a 10 mg/l.

Una bomba centrífuga eleva la presión a la entrada del equipo de osmosis por sobre los 2 kg/cm² y con un caudal de 2,52 m³/h, cumpliendo así con las especificaciones pedidas por el fabricante del equipo de osmosis.

Dicho equipo desecha 1,48 m³/h y produce 1 m³/h de agua permeada, el desecho se deriva al servicio cloacal, y el permeado se deposita en un tanque de 5000litros que está interconectado a otro tanque de 5000 litros mediante una bomba centrífuga que impulsa el agua a través del equipo de desinfección UV a razón de 1m³/h.

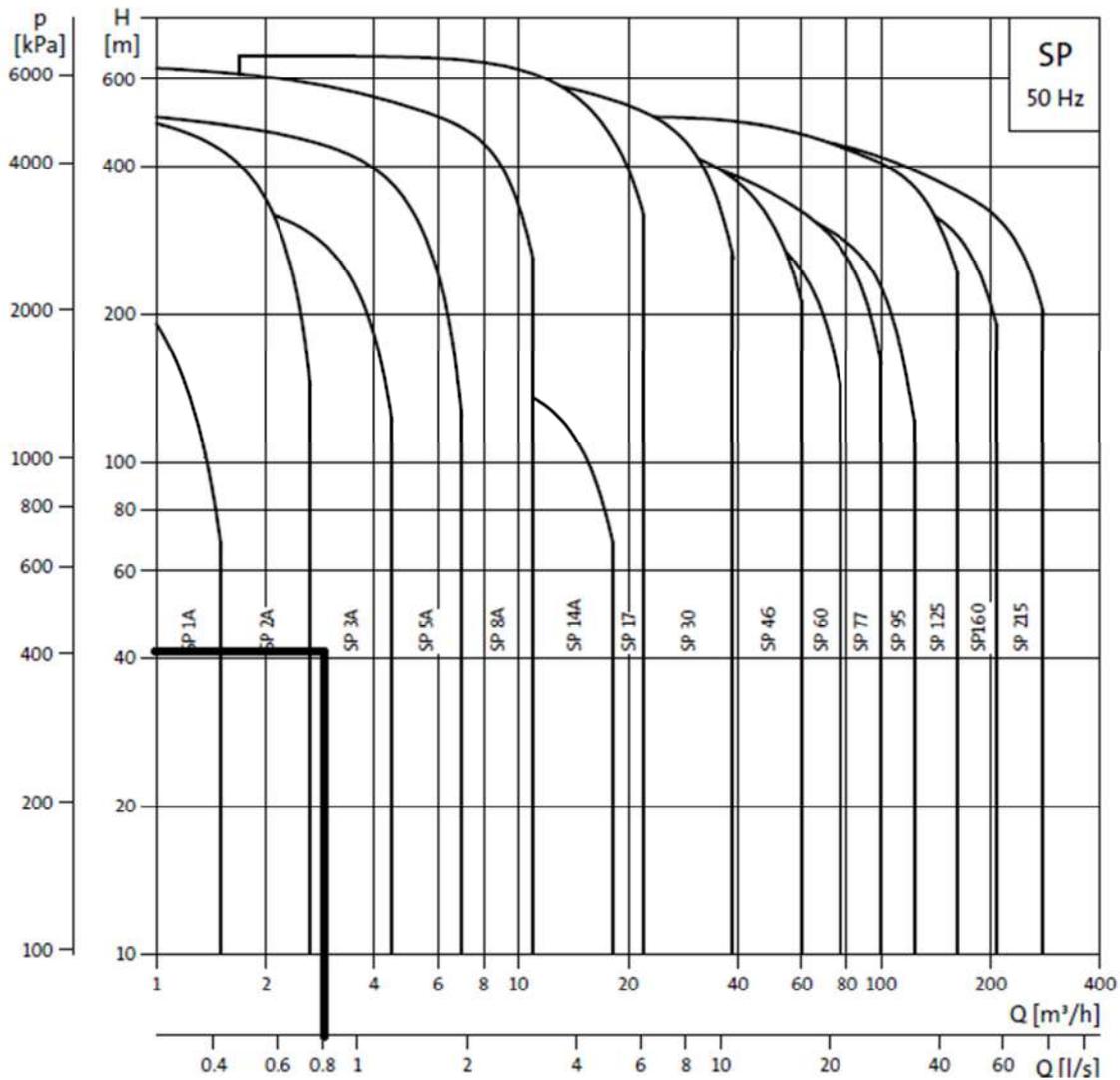
Al comenzar el envasado se acciona la bomba que proporciona el caudal y presión de alimentación necesario para alimentar la estación de llenado que consume a máxima capacidad 1,5m³/h , la estación de lavado demanda 0,5 m³/h a máxima capacidad y 80 l de solución de ClO₂ en agua permeada.

Equipos Seleccionados

Bomba para extracción de agua subterránea

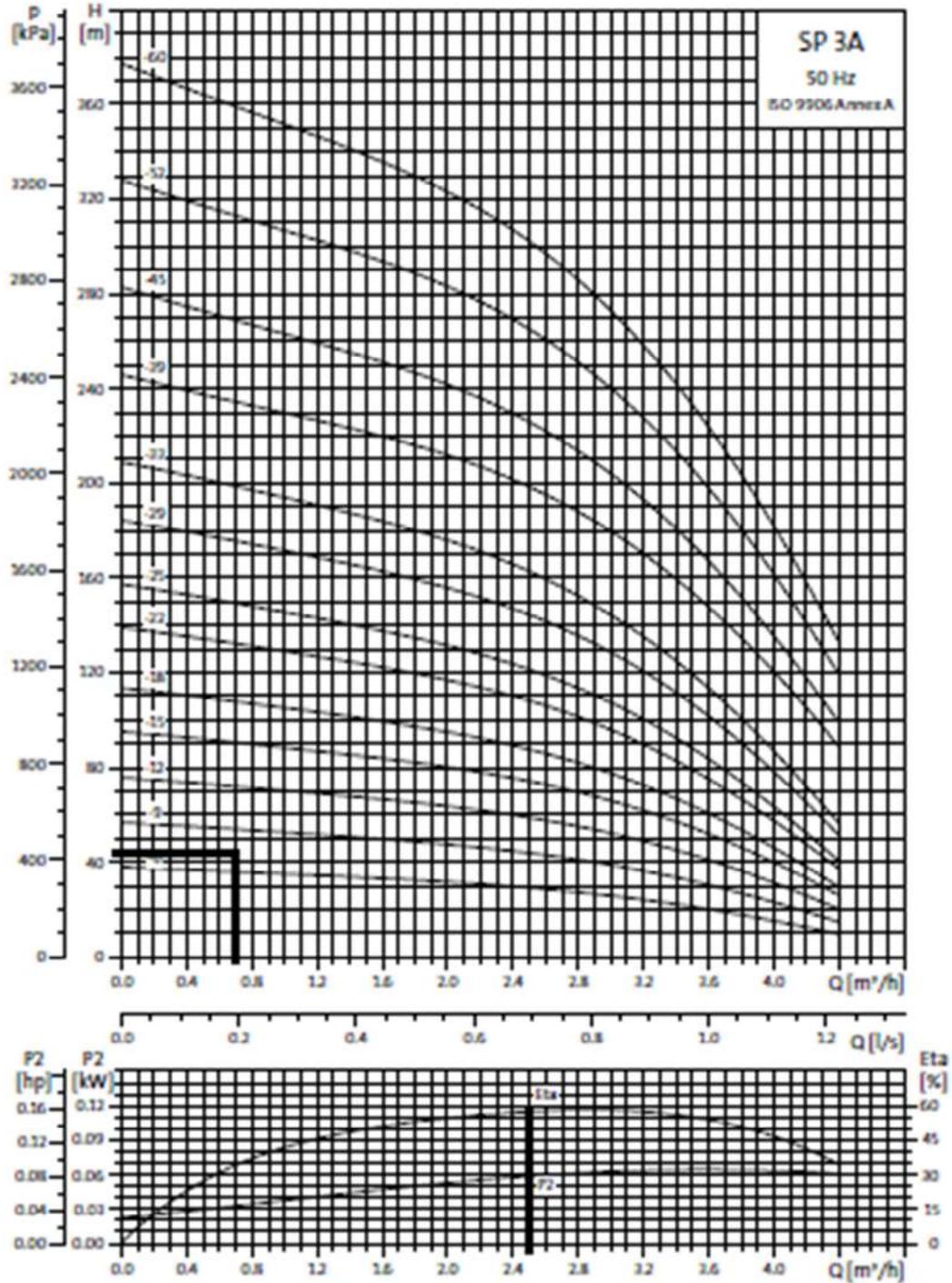
Caudal necesario: $Q_{Nec.} = 0,7 (l/s.)$

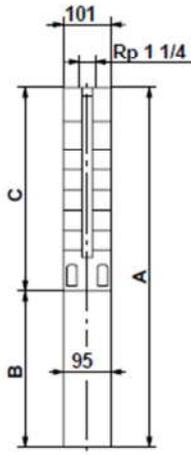
Altura que debe vencer la bomba: $H_B = 41 \text{ m}$



Selección de bomba GRUNDFOS serie SP 3A

SP 3A





101 mm = Diámetro máximo de la bomba incluyendo el protector del cable y el motor.

TMS 0955 1196

Tipo de bomba	Motor			Dimensiones [mm]				Peso neto [kg]	
	Tipo	Potencia [kW]	C	B		A		1x230V	3x230V 3x400V
				1x230V	3x230V 3x400V	1x230V	3x230V 3x400V		
SP 3A-6	MS 402	0.37	281	256	226	537	507	10	9
SP 3A-6N	MS 4000R	2.2	326	573		899		26	
SP 3A-6N	MS 4000R	0.75	326		398		724		18
SP 3A-9	MS 402	0.55	344	291	241	635	585	12	10
SP 3A-9N	MS 4000R	2.2	389	573		962		27	
SP 3A-9N	MS 4000R	0.75	389		398		787		19
SP 3A-12	MS 402	0.75	407	306	276	713	683	13	12
SP 3A-12N	MS 4000R	2.2	452	573		1025		28	
SP 3A-12N	MS 4000R	0.75	452		398		850		20
SP 3A-15	MS 402	1.1	470	346	306	816	776	16	14
SP 3A-15N	MS 4000R	2.2	515	573		1088		29	
SP 3A-15N	MS 4000R	1.1	515		413		928		22
SP 3A-18	MS 402	1.1	533	346	306	879	839	16	15
SP 3A-18N	MS 4000R	2.2	578	573		1151		30	
SP 3A-18N	MS 4000R	1.1	578		413		991		23
SP 3A-22	MS 402	1.5	617	346	346	963	963	18	17
SP 3A-22N	MS 4000R	2.2	662	573		1235		31	
SP 3A-22N	MS 4000R	1.5	662		413		1075		24
SP 3A-25	MS 402	1.5	680	346	346	1026	1026	18	18
SP 3A-25N	MS 4000R	2.2	725	573		1298		32	
SP 3A-25N	MS 4000R	1.5	725		413		1138		25
SP 3A-29	MS 4000	2.2	764	573		1337		29	
SP 3A-29	MS 402	2.2	764		346		1110		20
SP 3A-29N	MS 4000R	2.2	809	573	453	1382	1262	33	28
SP 3A-33	MS 4000	2.2	848	573		1421		30	
SP 3A-33	MS 402	2.2	848		346		1194		21
SP 3A-33N	MS 4000R	2.2	893	573	453	1466	1346	34	29
SP 3A-39	MS 4000	3.0	1019		493		1512		32
SP 3A-39N	MS 4000R	3.0	1019		493		1512		32
SP 3A-45	MS 4000	3.0	1145		493		1638		34
SP 3A-45N	MS 4000R	3.0	1145		493		1638		34
SP 3A-52	MS 4000	4.0	1292		573		1865		41
SP 3A-52N	MS 4000R	4.0	1292		573		1865		41
SP 3A-60	MS 4000	4.0	1460		573		2033		43
SP 3A-60N	MS 4000R	4.0	1460		573		2033		43



Se selecciona bomba

Modelo: SP 3A – 9

Motor: MS 402

Punto de trabajo:

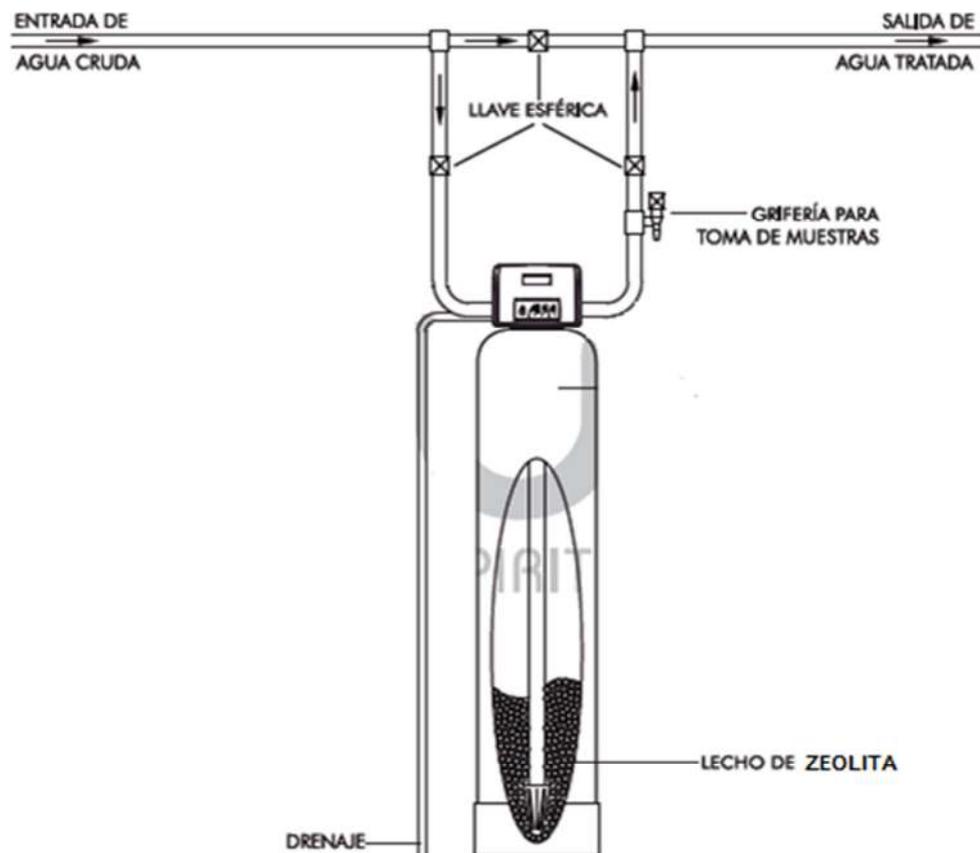
$Q_n=0,7(l/s)$

$H_n=41(m)$

Rendimiento: 57%

$P_2= 0,05(kW)$

Filtro Automático de zeolita



Características del Lecho:

Los gránulos de mineral consisten de zeolita natural de alta área superficial y provee filtración excepcional para sólidos suspendidos. La naturaleza macro porosa de estos elementos permite la filtración de partículas de tamaño menor a 5µm.

Altura de la cama: 77cm.

Expansión: 50%

Flujo de servicio: 0,39 (l/s) a 0,75 (l/s).

Flujo de retro lavado: 0,47(l/s) a 0,7(l/s).

Cabezal automático



Selección de dosificador de dióxido de cloro:

Capacidad tanque de Cl O₂: 50l

Rango de dosificación: 0- 1 l/h

Marca: GRUNDFOS

Modelo: DMI



Selección de tanques:

Descripción

Tanque plástico vertical para almacenamiento de agua cruda libre de sedimentos, de 10.000 l reforzado para enterrar o para líquidos cuyo peso es mayor a 1ltr/kg con válvula de 2".

Medidas: 243 cm de diámetro x 235 cm de altura.

Fabricado en polietileno virgen con protección U.V.

Provisto con tapa de inspección de 45,5 cm de diámetro.



Descripción

Tanque plástico vertical de 5.000 l para almacenamiento de agua permeada con válvula de 2".

Medidas: 215 cm de diámetro x 192 cm de altura.

Fabricado en polietileno virgen con protección U.V.

Provisto con tapa de inspección de 45,5 cm de diámetro.



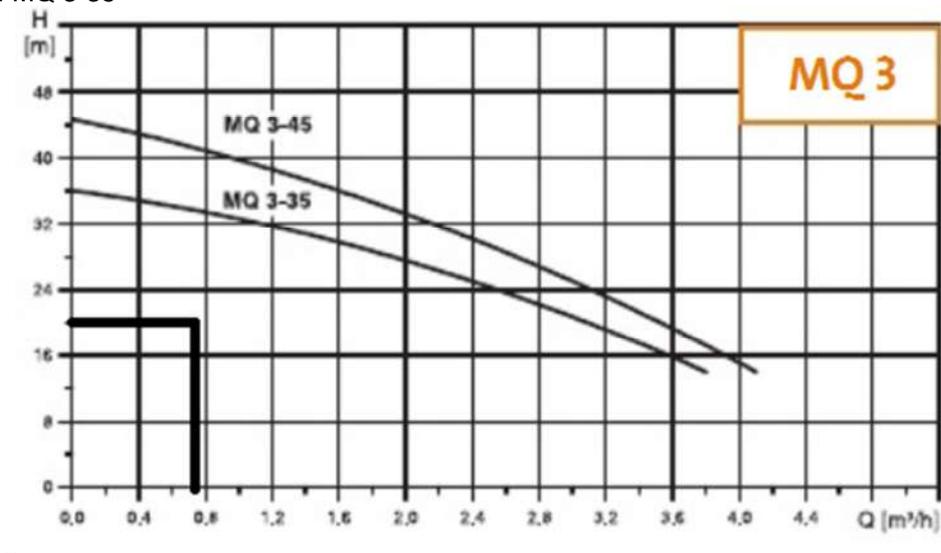
Selección de Bomba de alimentación de osmosis inversa

$Q_n=0,7(l/s)$
 $H_n=20,76(m)$



Se selecciona bomba GRUNDFOS

Modelo: MQ 3-35



Grupo	PI (W)	In (A)	Asp.	Desc.	Peso (Kg)	m' /h	0	1	2	3
MQ3-35	850	4,0	R 1	R 1	13	mCA	36	32	28	21
MQ3-45	1000	4,5	R 1	R 1	13		45	42	34	25

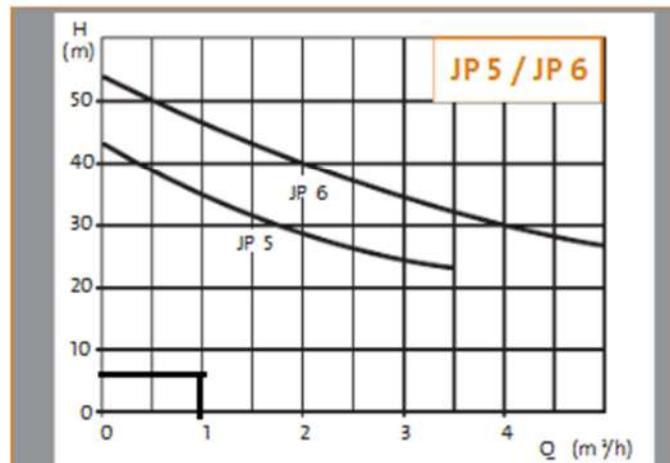
Selección de equipo de Osmosis Inversa

Caudal necesario de agua permeada: $Q_p=0,27$ (l/s) 1000l/h

De catálogo del fabricante AISA IONIC S.A.



Selección bomba de circulación



Bomba GRUNDFOS

Modelo: JP5

Punto de trabajo:

$Q_n = 0,27(l/s)$

$H_n = 6(m)$

Bomba	P1 (kW)	Mono In (A)	Tr. In (A)	Temp. agua	Asp.	Desc.	Dím. (mm)		m³/h								
							L	B		0	0.5	1	2	3	3.5	4	5
JP 5	0.77	3.7	1.4	0°/55°C	1" M	1" M	373	207	mCA	39	35	32	26	21	18		
JP 6	1.35	6.0	2.4	0°/55°C	1" M	1" M	411	207		48	44	42	36	31	29	27	24

Selección de equipo para tratamiento UV:



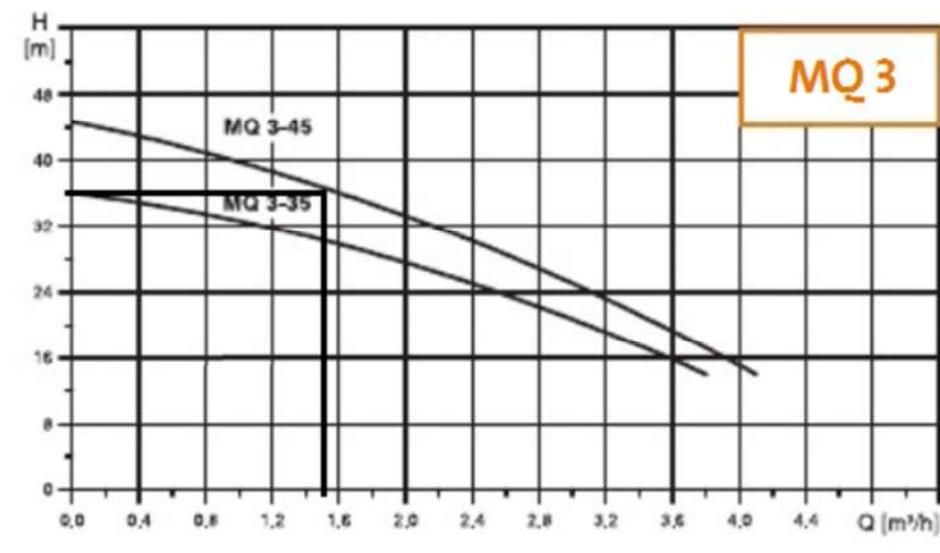
Marca: PURA

Modelo: UV FINE 1000

Capacidad: 0,27(l/s)

Selección de bomba de impulsión planta de lavado y llenado:





Se selecciona:

Marca: GRUNDFOS

Modelo: MQ 3-45

Punto de trabajo:

$Q_n=0,41(l/s)$

$H_n=35(m)$

Grupo	P1 (W)	In (A)	Asp.	Desc.	Peso (Kg)	m ³ /h	0	1	2	3
MQ3-35	850	4,0	R 1	R 1	13	mCA	36	32	28	21
MQ3-45	1000	4,5	R 1	R 1	13		45	42	34	25

Selección de equipo de envasado:

LAVADORA DE BOTELLONES

Características generales:

Máquina de pequeño porte para lavar con temperatura y enjuagar, botellones interior y exterior, de gran eficiencia y rendimiento.

Funcionamiento:

Un operario se encarga de colocar 4 botellones de forma invertida, en los alojamientos correspondientes. Luego cierra las puertas corredizas y acciona una llave en posición de lavado. La máquina comienza a lavar interior y exterior, tomando producto de lavado desde una cuba en la parte inferior, que tiene integrada una resistencia para elevar la temperatura. Dicho producto retorna a la cuba, previamente de traspasar un filtro tipo malla.

Una vez realizado el lavado, el tiempo deseado se modifica la posición de la llave, hasta lograr la desconexión de la bomba impulsora y obtener un escurrido eficiente. El paso siguiente consiste en colocar la llave en posición de enjuague el cuál toma agua de red, es impulsada al interior y exterior de los botellones, y la misma se desecha al drenaje.

Una vez transcurrido el tiempo deseado de enjuague, se desconecta la bomba impulsora, dando así lugar y tiempo para la extracción de los botellones. Los tiempos de lavado y enjuague, están basados según el procedimiento particular de cada aplicación

Detalles técnicos:

Máquina construida totalmente en acero Inoxidable.

Electrobomba de alta presión y gran caudal.

Bomba en acero Inoxidable Lowara.

Potencia 0,85 kw.

Tanque de solución de agua + Cl O₂ de 80l.

Consumo máximo de agua 0,13(l/s).

Posibilidad de regular la temperatura hasta 80° C.

Regulación de caudal o eficiencia; interior/exterior.

Electroválvulas Jefferson.

Electricidad Telemecanique.

Picos aspersores desarmables para limpieza.

Cód.	Modelo	Capacidad envases / h	Alto mm	Largo mm	Ancho mm	Peso Kg
L11	FL70	70	1600	1.200	400	125



LLENADORA Y TAPADORA

Características generales:

Máquina sencilla en su manejo para llenado de bidones de agua.
Especialmente diseñada para bidones de 20 litros.
Puede admitir otras capacidades.

Funcionamiento:

El sistema de llenado posee una válvula comandada eléctricamente con temporizador. Una electrobomba de acero inoxidable presuriza el sistema. Una persona detiene el bidón bajo la válvula y al descender acciona el sistema de llenado. Al bidón que se llenó con anterioridad se coloca la tapa manualmente y con otra palanca se ejerce la presión necesaria para el correcto tapado.

Detalles técnicos:

Construida totalmente en acero inoxidable.
Con sistema de rodillos para el deslizamiento de los bidones.
Incluye tablero eléctrico de comando.

Cód.	Modelo	Capacidad litros / h	Alto mm	Ancho mm	Largo mm	Peso Kg
J08	FJ1 x 20lts	1.500	1.300	580	2.000	80



Memoria de Cálculo

Selección de diámetro de cañería y accesorios

Se adopta para toda la instalación caños y accesorios del fabricante DEMA, línea de producto denominado ACQUA SYSTEM® PN12-20°C agua fría.

El dimensionamiento de la instalación se realiza de acuerdo a lo indicado por el catálogo del fabricante y se verifica mediante ecuaciones.

Método acquasystem:

La pérdida de carga localizada en accesorios se puede calcular aplicando la fórmula:

$$PCA = \frac{\sum r.V^2.\gamma}{2.g}$$

Dónde:

PCA: Perdida de Carga en Accesorios.

Σr : Número adimensional que expresa la suma total de los coeficientes de resistencia, siendo:

r: coeficiente de resistencia de cada accesorio. (Ver figura 1).

V: Velocidad en m/s.

γ : Peso específico en kg/m³. Varía con la temperatura:

a 10°C =999,73 kg/m³

a 20°C =998,23 kg/m³

a 60°C =983,20 kg/m³

a 80°C = 971,80 kg/m³

g : Aceleración de la gravedad.

N°	Tipo de Accesorio (resistencia simple)	Símbolo Gráfico	Coefficiente Resistencia (R)
1	Unión normal		0,25
2	Buje reducción de diámetros inmediatos		0,55
2a	Buje reducción de diámetros mediatos		0,85
3	Codo a 90°		2,00
4	Codo a 45°		0,60
5	Te normal		1,80
5a	Te reducción		3,60
6	Te normal		1,30
6a	Te reducción		2,60
7	Te normal		4,20
7a	Te reducción		9,00
8	Te normal		2,20
8a	Te reducción		5,00
9	Te con rosca central metálica		0,80
10	Tubo macho o tubo hembra		0,40
11	Codo con rosca metálica		2,20

Figura N°1

Cálculo de pérdida lineal o a lo largo de los tubos

Acqua System* PN12 - 20°C										
Pérdida de carga por metro de cañería "j" en (m c.a./m), y Velocidad "v" en (m/s) en función del Caudal "Q" en (l/s)										
Q (l/s)	j v	Diámetro Nominal								
		20	25	32	40	50	63	75	90	110
0.05	j	0.007	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	v	0.24	0.15	0.09	0.06	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01
0.10	j	0.025	0.009	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	v	0.49	0.31	0.19	0.12	0.08	0.05	0.03	0.02	0.02
0.15	j	0.051	0.017	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
	v	0.73	0.46	0.28	0.18	0.11	0.07	0.05	0.04	0.02
0.20	j	0.084	0.028	0.009	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
	v	0.97	0.61	0.38	0.24	0.15	0.10	0.07	0.05	0.03
0.30	j	0.174	0.058	0.018	0.006	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000
	v	1.46	0.92	0.57	0.36	0.23	0.14	0.10	0.07	0.05
0.40	j	0.288	0.095	0.029	0.010	0.004	0.001	0.001	0.000	0.000
	v	1.94	1.22	0.75	0.48	0.31	0.19	0.14	0.09	0.06
0.45	j	0.357	0.117	0.037	0.012	0.004	0.001	0.001	0.000	0.000
	v	2.18	1.38	0.85	0.54	0.34	0.22	0.15	0.11	0.07
0.60	j	0.604	0.198	0.061	0.021	0.007	0.002	0.001	0.000	0.000
	v	2.91	1.84	1.13	0.72	0.46	0.29	0.20	0.14	0.09
0.70	j	0.802	0.259	0.080	0.027	0.009	0.003	0.001	0.001	0.000
	v	3.40	2.14	1.32	0.84	0.54	0.34	0.24	0.16	0.11
0.80	j	1.021	0.332	0.103	0.034	0.012	0.004	0.002	0.001	0.000
	v	3.88	2.45	1.51	0.96	0.61	0.39	0.27	0.19	0.13
0.90	j	1.271	0.409	0.127	0.042	0.014	0.005	0.002	0.001	0.000
	v	4.37	2.75	1.70	1.08	0.69	0.43	0.31	0.21	0.14
1.00	j	1.536	0.497	0.152	0.051	0.017	0.006	0.003	0.001	0.000
	v	4.85	3.06	1.88	1.20	0.76	0.48	0.34	0.24	0.16
1.20	j		0.695	0.212	0.071	0.024	0.008	0.003	0.001	0.001
	v		3.67	2.26	1.44	0.92	0.58	0.41	0.28	0.19
1.40	j		0.918	0.282	0.094	0.032	0.010	0.005	0.002	0.001
	v		4.28	2.64	1.68	1.07	0.67	0.48	0.33	0.22
1.60	j		1.179	0.358	0.120	0.040	0.013	0.006	0.002	0.001
	v		4.90	3.01	1.92	1.22	0.77	0.54	0.38	0.25
1.80	j		1.469	0.445	0.149	0.050	0.016	0.007	0.003	0.001
	v		5.51	3.39	2.16	1.38	0.87	0.61	0.42	0.28
2.00	j			0.542	0.180	0.060	0.020	0.009	0.004	0.001
	v			3.77	2.40	1.53	0.96	0.68	0.47	0.31
2.20	j			0.637	0.213	0.071	0.023	0.010	0.004	0.002
	v			4.14	2.64	1.68	1.06	0.75	0.52	0.35
2.40	j			0.751	0.250	0.084	0.028	0.012	0.005	0.002
	v			4.52	2.88	1.84	1.16	0.82	0.56	0.38
2.60	j			0.883	0.288	0.097	0.032	0.014	0.006	0.002
	v			4.90	3.11	1.99	1.25	0.88	0.61	0.41
2.80	j			1.011	0.329	0.111	0.036	0.016	0.006	0.002
	v			5.27	3.35	2.14	1.35	0.95	0.66	0.44
3.00	j				0.378	0.125	0.041	0.018	0.007	0.003
	v				3.59	2.29	1.45	1.02	0.71	0.47
3.25	j				0.437	0.146	0.048	0.020	0.008	0.003
	v				3.89	2.49	1.57	1.10	0.76	0.51
3.50	j				0.501	0.167	0.055	0.023	0.010	0.004
	v				4.19	2.68	1.69	1.19	0.82	0.55
3.75	j				0.569	0.191	0.062	0.026	0.011	0.004
	v				4.49	2.87	1.81	1.27	0.88	0.59

Rugosidad: 0.007 mm • Densidad: 998.000 Kg/m³ • Viscosidad: 1.02E-06 m²/s

Figura N°2: Perdida de carga lineal.

PCL: Perdida carga lineal por tramo. Se obtiene de tabla de figura 2.

Con lo cual la perdida de carga total por tramo es:

$$PCT = PCA + PCL$$

La siguiente tabla expresa los valores de pérdida de carga por tramo y la selección del diámetro apropiado para cada tramo de cañería:

TRAMO	Caño							Accesorios															Perdida Equipo	Hb(m)	Potencia CV	Potencia kW
	Lr (m)	HL[m]	bar/m	V(m/s)	Q(l/s)	Hg (m)	HI+acc	Dn	codo 90°	R	T	R	reducción	R1	R2	union doble	R	cupla	R	llave de paso	R	Hacc(m)				
1--2	50	4.00	0.01	1.32	0.70	32.0	4.13	32	4	2	1	1.3	1	0.55	1	2	0.25	6	0.25	2	1.6	0.13	5	41.13	0.59	0.43
2--3	3.5	0.28	0.01	1.32	0.70	2.5	0.36	32	3	2	0	1.3	1	0.55	1	2	0.25	0	0.25	1	1.6	0.08	0	2.86		
3--4	1	0.26	0.03	2.14	0.70	0.0	0.33	25	0	0	0	0	1	1	0.85	1	0.25	0	0	1	1.6	0.07	0	0.33		
4--5	1.5	0.39	0.03	2.14	0.70	0.3	0.51	25	2	2	0	0	0	0	0	2	0.25	2	0.4	0	0	0.12	20	20.76	0.28	0.20
5--6	2	6.45	0.32	2.06	0.41	0.0	6.51	20	1	2	0	0	0	0	0	1	0.25	1	0.4	0	0	0.06	0	6.51		
6--7	6	8.82	0.15	1.31	0.27	1.0	8.88	20	2	2	1	1.8	0	0	0	1	0.25	1	0.4	0	0	0.06	0	9.88		
7--8	0.5	0.74	0.15	1.31	0.27	0.0	0.77	20	0	0	0	0	2	1	0.85	1	0.25	0	0	1	1.6	0.03	0	0.77		
8--9	2.33	3.43	0.15	1.31	0.27	1.5	3.51	20	4	2	0	0	2	0.55	0.85	1	0.25	0	0	0	0	0.08	1	6.01	0.06	0.04
9--10	3.06	4.50	0.15	1.31	0.27	0.4	4.58	20	4	2	0	0	1	0.55	1	1	0.25	0	0	0	0	0.08	0	4.93		
10--11	0.3	0.97	0.32	2.06	0.42	0.0	1.07	20	1	2	0	0	1	1	0.85	1	0.25	0	0	1	1.6	0.10	0	1.07		
11--12	10.3	33.09	0.32	2.06	0.42	1.4	33.25	20	3	2	0	0	1	1	0.85	1	0.25	0	0	0	0	0.16	0	34.65	0.43	0.32
12--13	0.7	2.26	0.32	2.06	0.42	0.0	2.50	20	2	2	2	2.6	0	0	0	0	0.25	0	0	1	1.8	0.24	1	3.50		
13--14	1.35	4.35	0.32	2.06	0.42	1.4	4.39	20	0	0	1	1.8	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0.04	0	5.74		
14--15	3.32	1.69	0.05	0.73	0.14	0.0	1.71	20	3	2	0	0	0	0	0	1	0.25	0	0	1	1.6	0.02	0	1.71		
14--16	5.9	8.67	0.15	1.31	0.27	0.0	8.72	20	2	2	0	0	0	0	0	1	0.25	0	0	1	1.6	0.05	0	8.72		

Referencia:

Lr: longitud real; **HL**: Perdida lineal en cañería ver tabla en figura 2; **bar/m**: pérdida de carga, ver figura 2; **V(m/s)**: velocidad del agua según el diámetro, **Q(l/s)**: Caudal del tramo en el proyecto; **Hg(m)**: altura geodésica, **HL+Hacc**: pérdida lineal más accesorios.

TRAMO:

- 1-2: Bomba sumergible a filtro de zeolita.
- 2-3: Filtro a tanque de agua cruda.
- 3-4: Tanque de agua cruda a bomba de baja OI.
- 4-5: Bomba de baja a filtro triple gradiente.
- 5-6: Desecho de OI.
- 6-7: Permeado de OI.
- 7-8: Salida primer tanque permeado a bomba de recirculación.
- 8-9: Salida de bomba de recirculación a UV.
- 9-10: Salida UV a segundo tanque permeado.
- 10-11: Salida de segundo tanque a bomba.
- 11-12: Salida bomba a válvula esférica.
- 12-13: tramo con válvula esférica.
- 13-14: Válvula a Tee.
- 14-15: Tee a estación de lavado.
- 14-16: Tee a llenadora y tapadora.

Método convencional de cálculo de pérdida de carga:

Ecuaciones y diagramas utilizados para realizar los cálculos de pérdidas de carga:

$$Q = V \cdot A = v \cdot \left(\frac{\pi \cdot d^2}{4}\right) \rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} \rightarrow V = \frac{Q}{A} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2}$$

Donde:

Q: Caudal volumétrico [m³/h].

V: Velocidad media del fluido [m/s].

A: Área interior del caño [m²].

d: Diámetro interior del caño [m].

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

Donde:

Re: Número de Reynolds.

V: Velocidad media del fluido [m/s].

d: Diámetro interior del caño [m].

ν : Viscosidad cinemática [m²/s].

$$\frac{d}{k}$$

Donde:

k: Rugosidad absoluta [mm].

d: Diámetro interior del caño [mm].

$$h_L = f \cdot \frac{L \cdot V^2}{2 \cdot g \cdot d}$$

Donde:

h_L : Pérdida de carga en la cañería [m].

f: Factor de fricción.

L: Longitud de la línea [m].

V: Velocidad media del fluido [m/s].

d: Diámetro interior del caño [m].

g: Aceleración de la gravedad [m/seg²].

$$h_r = h_L + h_{acc}$$

Donde:

h_r : Altura manométrica total [m].

h_L : Pérdida de carga en la cañería [m].

h_{acc} : Pérdida de carga en los accesorios [m].

$$h_B = h_r + h_g$$

Donde:

h_B : Altura que debe vencer la bomba [m].

h_r : Altura debido a la pérdida de carga [m].

h_g : Altura geodésica [m].

$$L_e = \frac{K}{f} \cdot d$$

Donde:

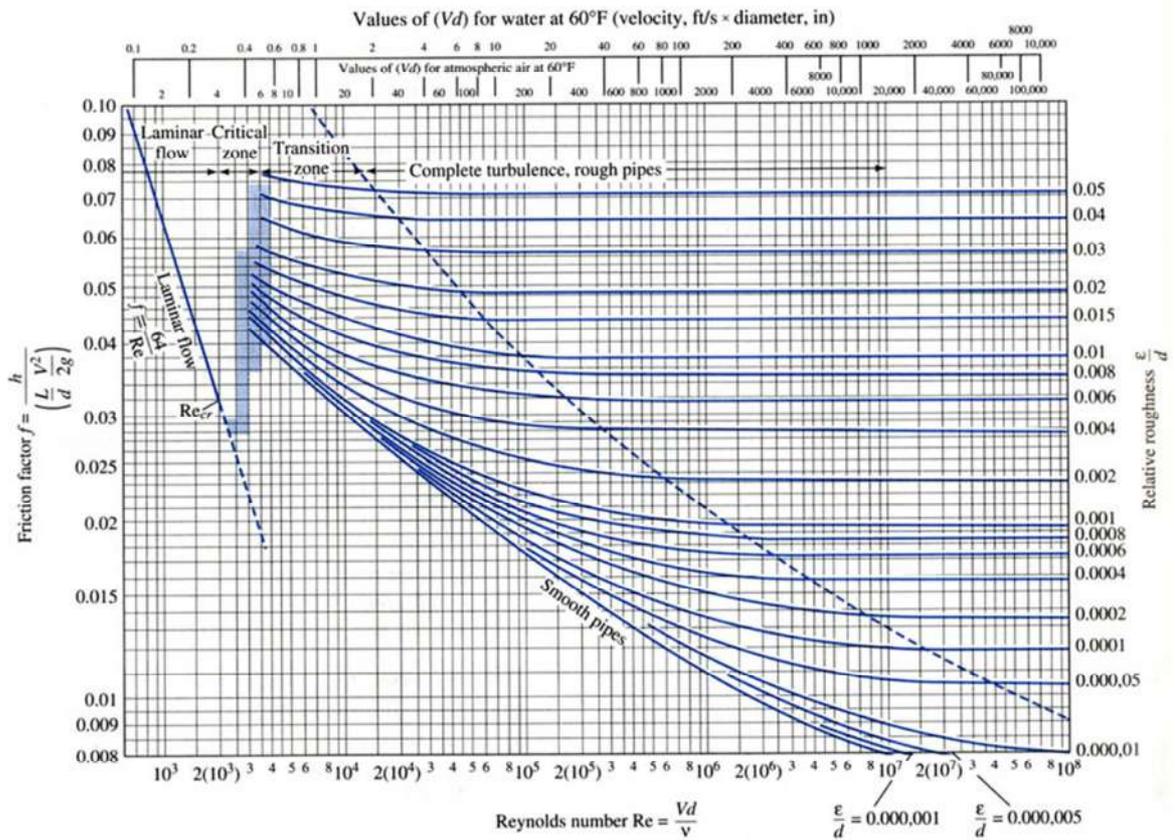
L_e : Longitud equivalente [m].

K: Coeficiente de resistencia al flujo

d: Diámetro interior del caño [m].

f: Factor de fricción

Diagrama de Moody:

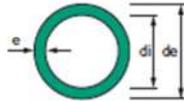


Cálculo de la pérdida de carga sobre los distintos tramos:

TRAMO	Lr(m)	Q(m3/h)	A(m2)	Di(mm)	Dn(mm)	V(m/s)	re	k	d/k	f	Le acc(m)	Lt(m)	HL(m)	Hg(m)	Hr(m)	Hb(m)	Hequipos(m)	N(cv)	P (kW)
1-2	50.00	2.52	0.00047	24.38	26	1.32	34092	0.007	3714	0.025	3.07	53.07	4.53	32	7.60	39.60	5	0.66	0.48
2-3	3.50	2.52	0.00047	24.38	26	1.32	34092	0.007	3714	0.025	1.77	5.27	0.45	2.5	2.21	4.71	0		
3-4	1.00	2.52	0.00047	24.38	26	1.32	34092	0.007	3714	0.025	0.58	1.58	0.13	0	0.72	0.72	0		
4-5	1.50	2.52	0.00047	24.38	26	1.32	34092	0.007	3714	0.025	1.08	2.58	0.22	0.25	1.30	1.55	20	0.29	0.21
5-6	2.00	1.48	0.00027	18.66	20.4	1.26	25450	0.007	2914	0.027	0.54	2.54	0.27	0	0.81	0.81	0		
6-7	6.00	0.97	0.00018	15.14	16.2	1.31	21105	0.007	2314	0.028	1.32	7.32	1.11	1	2.42	3.42	0		
7-8	0.50	0.97	0.00018	15.14	16.2	1.31	21105	0.007	2314	0.028	0.79	1.29	0.19	0	0.98	0.98	0		
8-9	2.33	0.97	0.00018	15.14	16.2	1.31	21105	0.007	2314	0.028	1.91	4.24	0.64	1.5	2.55	4.05	1	0.04	0.03
9-10	3.06	0.97	0.00018	15.14	16.2	1.31	21105	0.007	2314	0.028	1.80	4.86	0.73	0.35	2.53	2.88	0		
10-11	0.30	1.50	0.00028	18.80	20.4	1.27	25822	0.007	2914	0.027	0.99	1.29	0.14	0	1.13	1.13	0		
11-12	10.26	1.50	0.00028	18.80	20.4	1.27	25822	0.007	2914	0.027	1.48	11.74	1.28	1.4	2.76	4.16	0	0.11	0.08
12-13	0.70	1.50	0.00028	18.80	20.4	1.27	25822	0.007	2914	0.027	2.24	2.94	0.32	0	2.57	2.57	1		
13-14	1.35	1.50	0.00028	18.80	20.4	1.27	25822	0.007	2914	0.027	0.37	1.72	0.19	1.35	0.56	1.91	0		
14-15	3.32	0.50	0.00009	10.90	16.2	0.68	10943	0.007	2314	0.029	1.60	4.92	0.21	0	1.81	1.81	0		
14-16	5.90	0.97	0.00018	15.14	16.2	1.31	21105	0.007	2314	0.019	1.19	7.09	0.73	0	1.92	1.92	0		

Computo de materiales

Tablas de medidas de los caños
Acqua System®



Presión nominal	Medida (mm)	de (mm)	di (mm.)	e (mm.)	sección (cm².)
	20	20	16.2	1.9	2.06
	25	25	20.4	2.3	3.27
Acqua System PN12	32	32	26	3	5.31
Acqua System Agua Fría	40	40	32.6	3.7	8.35
Exclusivamente línea azul	50	50	40.8	4.6	13.07
	63	63	51.4	5.8	20.75
	75	75	61.2	6.9	29.42
	90	90	73.6	8.2	42.54

Figura N°3: Diámetros de caños

TRAMO	Di(mm)	Medida(mm)	T	cupla	codo 90°	Reduccion	union doble	llave de paso
1--2	24.38	32	1	6	4	1	2	2
2--3	24.38	32	0	0	3	1	2	1
3--4	24.38	32	0	0	0	1	1	1
4--5	24.38	32	0	2	2	0	2	0
5--6	18.66	25	0	1	1	0	1	0
6--7	15.14	20	1	1	2	0	1	0
7--8	15.14	20	0	0	0	2	1	1
8--9	15.14	20	0	0	4	2	1	0
9--10	15.14	20	0	0	4	1	1	0
10--11	18.80	25	0	0	1	1	1	1
11--12	18.80	25	0	0	3	1	1	0
12--13	18.80	25	2	0	2	0	0	1
13--14	18.80	25	1	0	0	0	0	0
14--15	10.90	20	0	0	3	0	1	1
14--16	15.14	20	0	0	2	0	1	1

Medida (mm)	T	cupla	codo 90°	Reduccion	union doble	llave de paso
32	1	8	9	3	7	4
25	3	1	7	2	3	2
20	1	1	15	5	6	3

9 Datos relevantes del Plan de Negocios.

Productos:

Todos los valores monetarios que tienen el signo (\$) están expresados en dólares Estadounidenses y se toma la última cotización como un dólar equivale a 8,53 pesos argentinos.

Productos disponibles para la Venta				Materia Prima				
#	Descripción	Unidad Medida	Precio de Venta	Cantidad ClO2 en mg	Cantidad A. incrust. en ml	Cantidad Tapa en unidad	Cantidad Precintos en unidad	Cantidad Etiquetas en unidad
1	Botellón Grande	20l	\$4.10	6.00	0.1736	1.00	1.00	1.00
2	Botellón Chico	12l	\$2.23	3.60	0.10416	1.00	1.00	1.00

Materias Primas e Insumos				
#	Descripción	Unidad Medida	Costo Unitario	Descrip. Corta
1	AISA T 1000	mg	\$0.0000067	ClO2
2	AISA PRO SILICA	ml	\$0.034	A. incrust.
3	TAPON non-spill	unidad	\$0.123	Tapa
4	PRECINTO	unidad	\$0.035	Precintos
5	ETIQUETA	unidad	\$0.015	Etiquetas

#	Descripción	Unidad Medida	Precio de Venta	Costo Uni. Mp. E Ins.	Margen Contrib.	Costo ClO2	Costo A. incrust.	Costo Tapa	Costo Precintos	Costo Etiquetas
1	Botellón Grande	20l	\$4.10	\$ 0.18	2193.0%	\$ 0.000040200	\$ 0.005902400	\$ 0.123	\$ 0.035	\$ 0.015
2	Botellón Chico	12l	\$2.23	\$ 0.18	1161.5%	\$ 0.000024120	\$ 0.003541440	\$ 0.123	\$ 0.035	\$ 0.015

Ventas

#	Ventas en Unidades Año 1	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Total
1	Botellón Grande	400	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	11,400
2	Botellón Chico	4,000	3,900	3,800	3,700	3,600	3,500	3,400	3,300	3,200	3,100	3,000	2,900	41,400

#	Ventas en Unidades	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
1	Botellón Grande	11,400	15,000	19,400	23,800	28,200
2	Botellón Chico	41,400	96,000	121,666	147,333	173,000

#	Ventas en \$ Año 1	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Total
1	Botellón Grande	\$1,641	\$2,052	\$2,462	\$2,872	\$3,283	\$3,693	\$4,103	\$4,513	\$4,924	\$5,334	\$5,744	\$6,155	\$46,776
2	Botellón Chico	\$8,910	\$8,687	\$8,464	\$8,242	\$8,019	\$7,796	\$7,573	\$7,351	\$7,128	\$6,905	\$6,682	\$6,460	\$92,216
	Total Ventas en Pesos	\$10,551	\$10,739	\$10,926	\$11,114	\$11,301	\$11,489	\$11,676	\$11,864	\$12,052	\$12,239	\$12,427	\$12,614	\$138,992

#	Ventas Anuales en Pesos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
1	Botellón Grande	\$46,776	\$61,547	\$79,601	\$97,655	\$115,709
2	Botellón Chico	\$92,216	\$213,834	\$271,003	\$328,174	\$385,346
	Total Venta en Pesos	\$138,992	\$275,381	\$350,604	\$425,830	\$501,055

#	Costo MP e Insumos Pesos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
1	Botellón Grande	\$2,040	\$2,684	\$3,471	\$4,259	\$5,046
2	Botellón Chico	\$7,310	\$16,950	\$21,482	\$26,014	\$30,546
	Costo MP e Insumos	\$9,350	\$19,634	\$24,954	\$30,273	\$35,592

Producción

#	Plan de Producción	Unidad Medida	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	TOTAL
1	Botellón Grande	20 l	400	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	11,400
2	Botellón Chico	12 l	4,000	3,900	3,800	3,700	3,600	3,500	3,400	3,300	3,200	3,100	3,000	2,900	41,400

1	Botellón Grande	Unidad Medida	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
	Stock Inicial	20 l	20	23	27	32	36	41	46	50	55	60	64	68
	Producción Planeada	20 l	400	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500
	Ventas Proyectadas	20 l	400	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500
	Stock Final Proyectado	20 l	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

2	Botellón Chico	Unidad Medida	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
	Stock Inicial	12 l	180	177	172	168	163	160	154	150	145	140	136	131
	Producción Planeada	12 l	4,000	3,900	3,800	3,700	3,600	3,500	3,400	3,300	3,200	3,100	3,000	2,900
	Ventas Proyectadas	12 l	4,000	3,900	3,800	3,700	3,600	3,500	3,400	3,300	3,200	3,100	3,000	2,900
	Stock Final Proyectado	12 l	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180

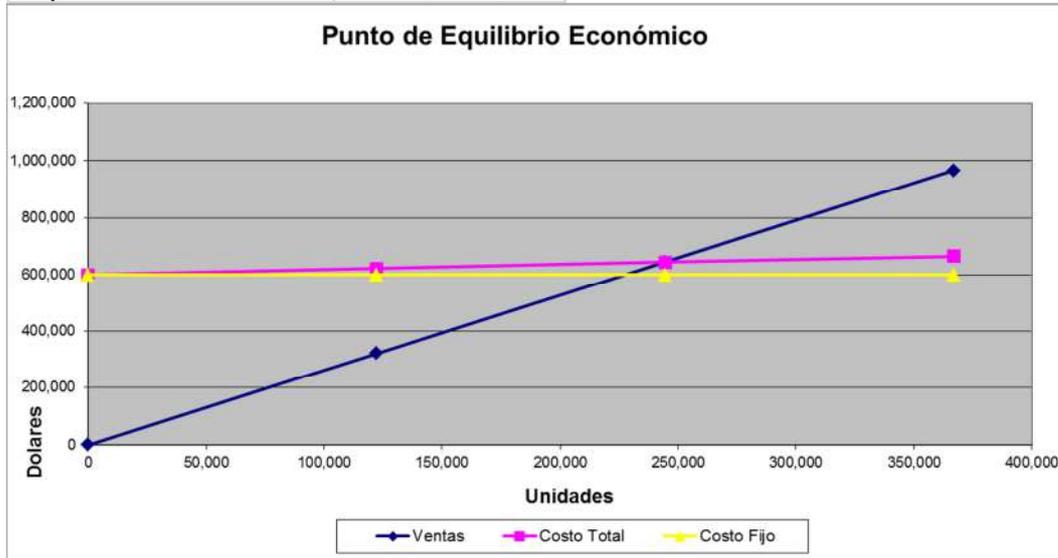
#	Stock de Productos Terminados	Unidad Medida	Stock	Costo Unitario	Stock en Pesos
1	Botellón Grande	20 l	20	\$ 0.18	\$ 4
2	Botellón Chico	12 l	180	\$ 0.18	\$ 32
				TOTAL	\$ 35

Resultados

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	138,992	275,381	350,604	425,830	501,055
Costo de Ventas	9,314	19,634	24,954	30,273	35,592
Utilidad Bruta	129,677	255,747	325,651	395,557	465,463
Gastos de producción Fijos	78,021	178,629	199,697	222,340	234,404
Sueldos de Administración	18,171	19,988	21,987	24,185	26,604
Sueldos Comerciales	0	0	0	0	0
Cargas Sociales	4,632	5,095	5,605	6,165	6,782
Publicidad	7,034	7,737	8,511	9,362	10,298
Fletes	15,088	18,750	28,500	38,120	43,518
Impuestos y tasas	8,441	9,285	10,213	11,235	12,358
Varios	1,440	1,584	1,742	1,917	2,108
	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0
Total Otros Gastos	132,827	241,068	276,255	313,324	336,072
Utilidad Antes de Intereses e Impuestos	-3,149	14,678	49,395	82,232	129,391
Intereses	467,706	509,994	508,020	491,278	349,299
Utilidad Antes de Impuestos	-470,855	-495,316	-458,624	-409,045	-219,909
Impuesto a las Ganancias	0	0	0	0	0
Utilidad Después de Impuestos	-470,855	-495,316	-458,624	-409,045	-219,909
Tasa de Impuesto a las ganancias	27.00%				

Equilibrio

Equilibrio Unidades	244,582
Equilibrio en Pesos	\$643,843



Precio Promedio	2.632420335
Costo Var. Promedio	0.177078785
Contribución Marginal	2.45534155
Costo Fijo	600,533

Equilibrio Unidades	244,582
Equilibrio en Pesos	\$643,843

Unidades	0	122,291	244,582	366,873
Ventas	0	321,922	643,843	965,765
Costo Total	600,533	622,188	643,843	665,498
Costo Fijo	600,533	600,533	600,533	600,533

Flujo

Flujo de Fondos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos por Ventas	135,155	271,616	348,528	423,753	498,979
Egresos por Compras M.P.	9,078	19,364	24,807	30,126	35,445
Sueldos y Cargas	35,688	85,435	93,978	103,376	107,654
Otros Gastos de Producción	16,721	18,393	20,232	22,256	24,481
Otros Gastos de Adm. Y Ventas	16,915	37,356	48,967	60,633	68,283
Impuesto a las Ganancias		0	0	0	0
Total Egresos Operativos	78,401	160,549	187,984	216,391	235,863
Diferencia Operativa	56,754	111,068	160,543	207,362	263,115
Inversiones	154,690				
Flujo Financiero					
Prestamo	218,054				
Devolución del Prestamo	-467,736	-510,258	-510,258	-510,258	-510,258
Total Flujo Financiero	-249,682	-510,258	-510,258	-510,258	-510,258
Diferencia Ingresos - Egresos	-347,619	-399,190	-349,714	-302,896	-247,143
Aporte del Emprendedor	0				
Flujo de Fondos	-347,619	-746,809	-1,096,524	-1,049,705	-1,343,666

Evaluación

Tasa de Ganancia Requerida	60%					
Flujo del Proyecto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos por Ventas		135,155	271,616	348,528	423,753	498,979
Egresos Operativos		78,401	160,549	187,984	216,391	235,863
		56,754	111,068	160,543	207,362	263,115
Inversión	-154,690					
Flujo del Proyecto	-154,690	56,754	111,068	160,543	207,362	263,115
						Valor Residual
						438,525
Tasa Interna de Retorno	74.0%					
Valor Actual Neto	\$ 46,233					

Balance:

	Pasivo	
-347,619	Proveedores	272
3,837	Sueldos y Cargas	3,586
35	Impuesto a Pagar	0
1,545	Pasivo Corriente	3,858
-342,202		
	Prestamos	218,024
	Pasivo No Corriente	218,024
	TOTAL PASIVO	221,882
	Patrimonio Neto	
154,690	Capital	0
-18,566	Resultado	-470,855
136,125		-470,855
-206,077	Total Pasivo + PN	-248,973

10 Bibliografía

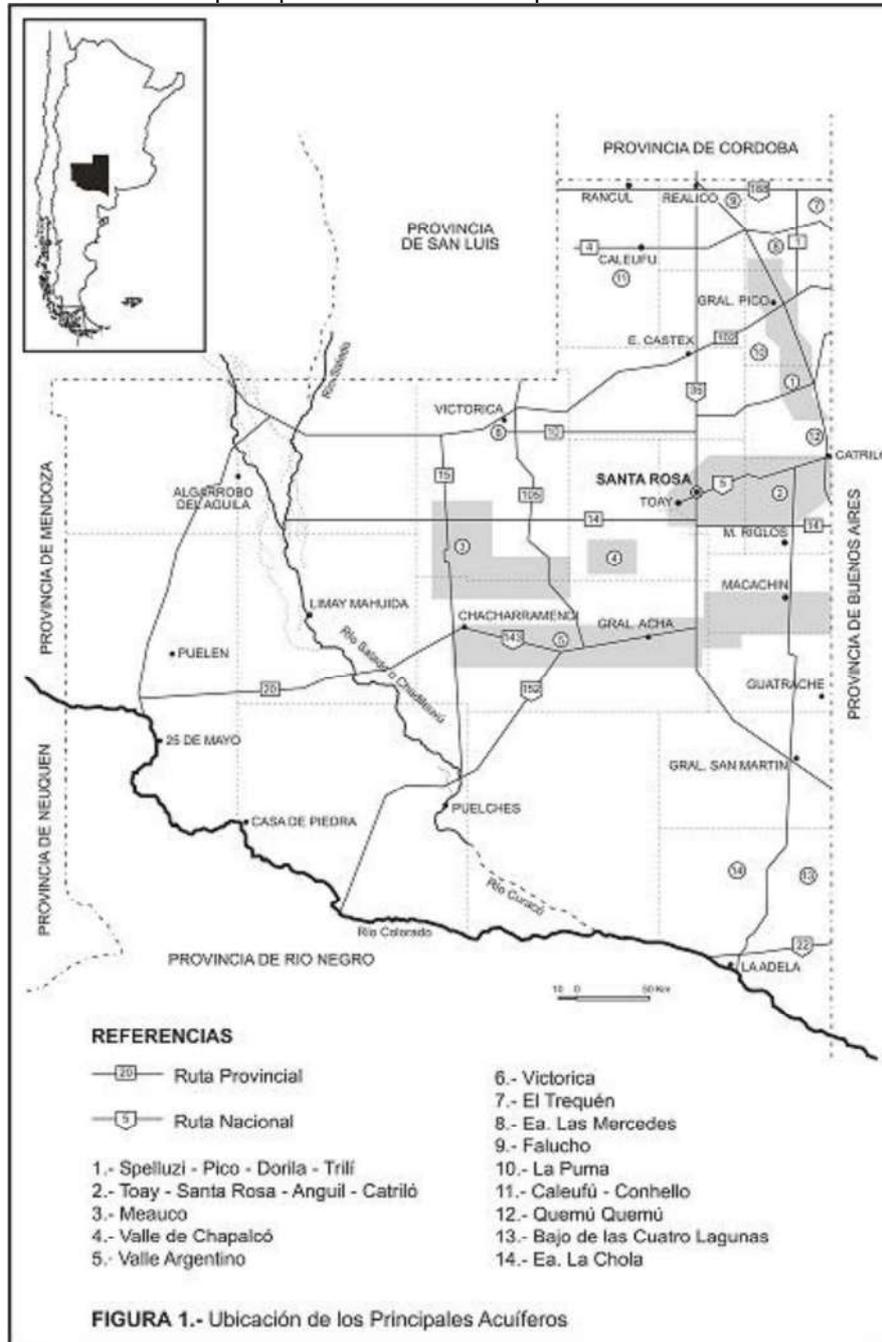
- Normativa de la Organización Mundial de la Salud referente a agua para consumo humano.
- Código alimentario Argentino (CAA). Capítulo XII. Bebidas hídricas, agua y agua gasificada.
- Ley 1027 de la Provincia de La Pampa.
- INDEC, Instituto Nacional de Estadística (2010). Disponible en <http://www.indec.mecon.ar/>
- Kyczel, M. (2006). Flúor y Agua de Consumo. Su relación con la salud. Boletín de la ATA.
- Lillo J. (2008). Peligros Geoquímicos: Arsénico de origen natural en las aguas.

Documentos:

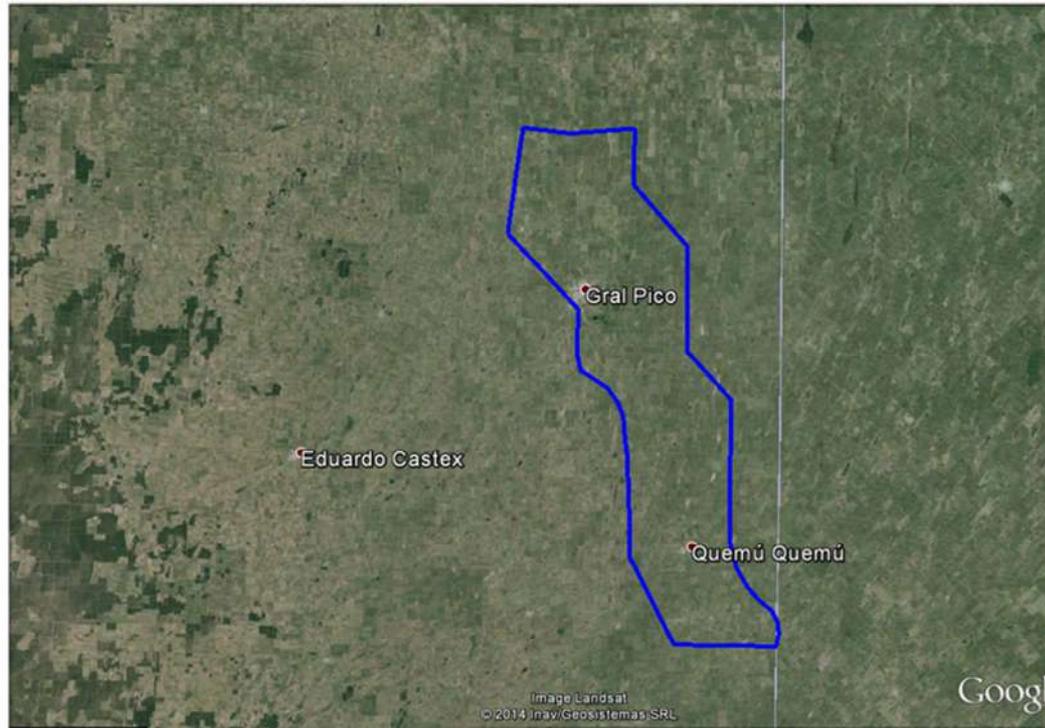
- GEMM 2008.
- Catálogo de selección LUMENAC.
- Reglamento para Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina.
- Disposiciones y Normas mínimas para la ejecución de instalaciones de gas domiciliarias - NAG 200.
- Manual Técnico Sigas Termofusión, 8° Edición actualizada.
- Manual Técnico Aqua System Termofusión 7° Edición actualizada.
- Manual Técnico Duratop 5° Edición.
- Manual Técnico Tubotherm, 2° edición.
- Manual Instalador Suministro Agua GRUNDFOS
- Manual de Ingeniería SP GRUNDFOS
- Manual de Bombeo GRUNDFOS
- Catálogo de bombas sumergibles GRUNDFOS SP A, SP
- Manuales y catálogos AISA IONIC S.A.

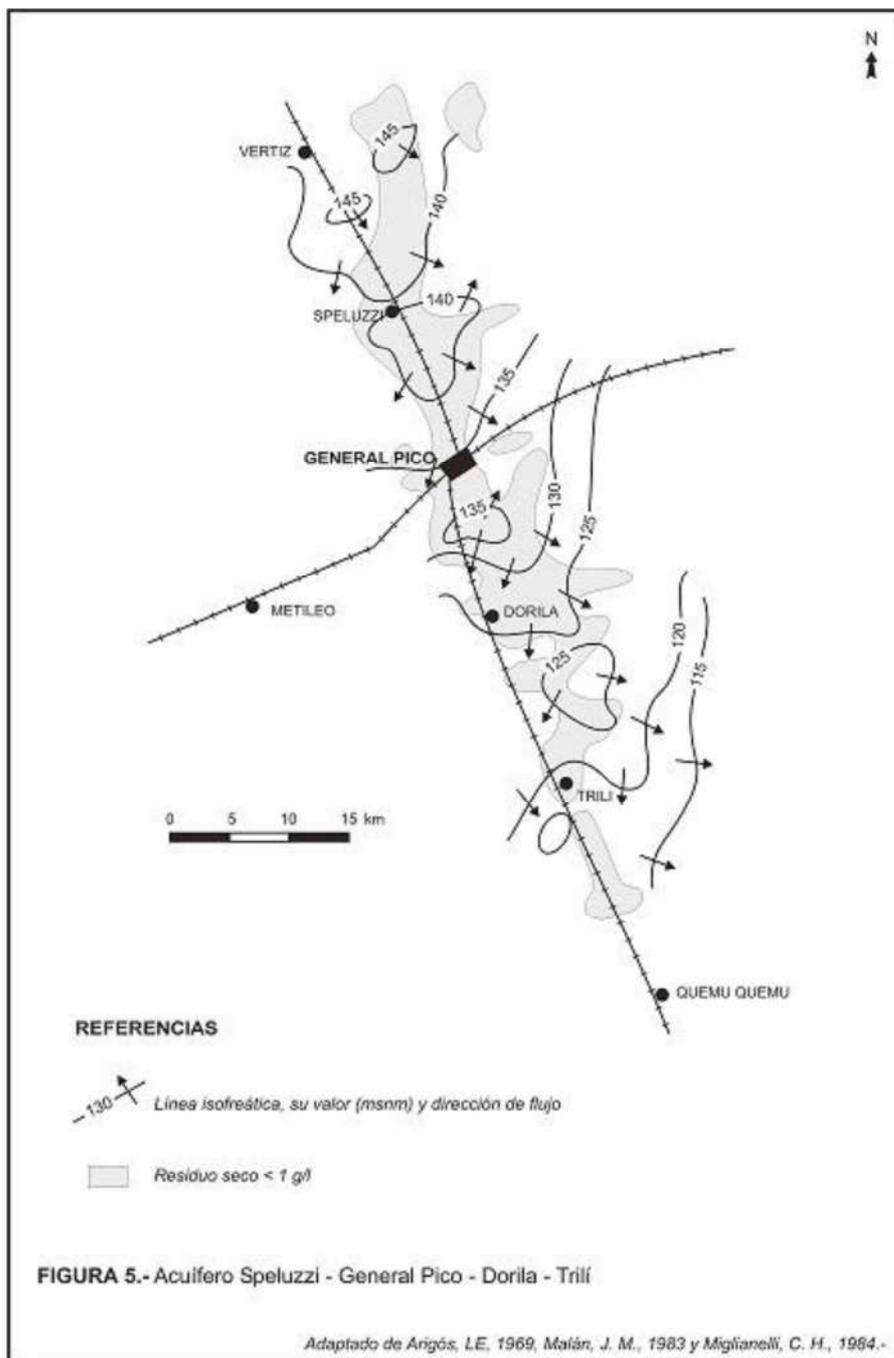
11 Anexo I

Figura 1 – Ubicación de los principales acuíferos de la provincia



Acuífero Speluzzi -General Pico -Dorila - Trilli





12 Anexo III

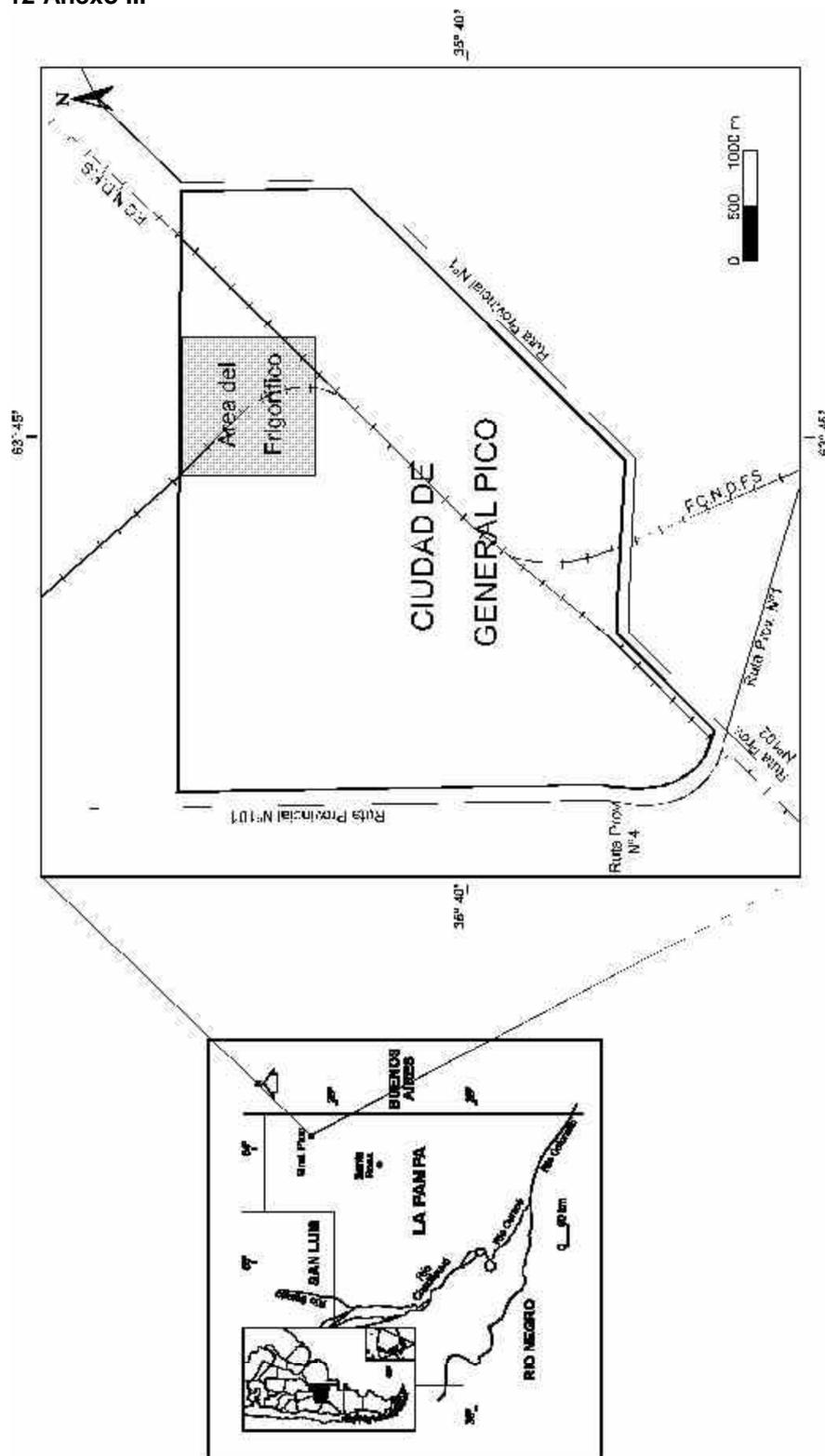


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.

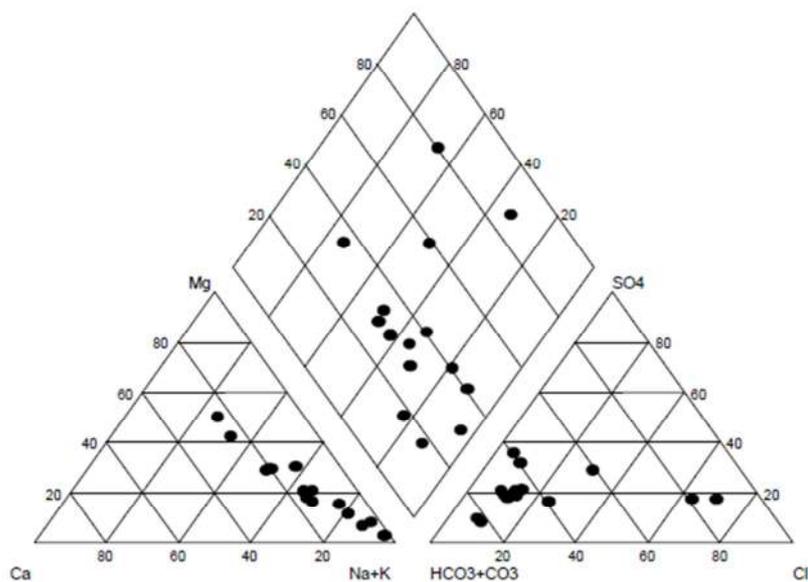
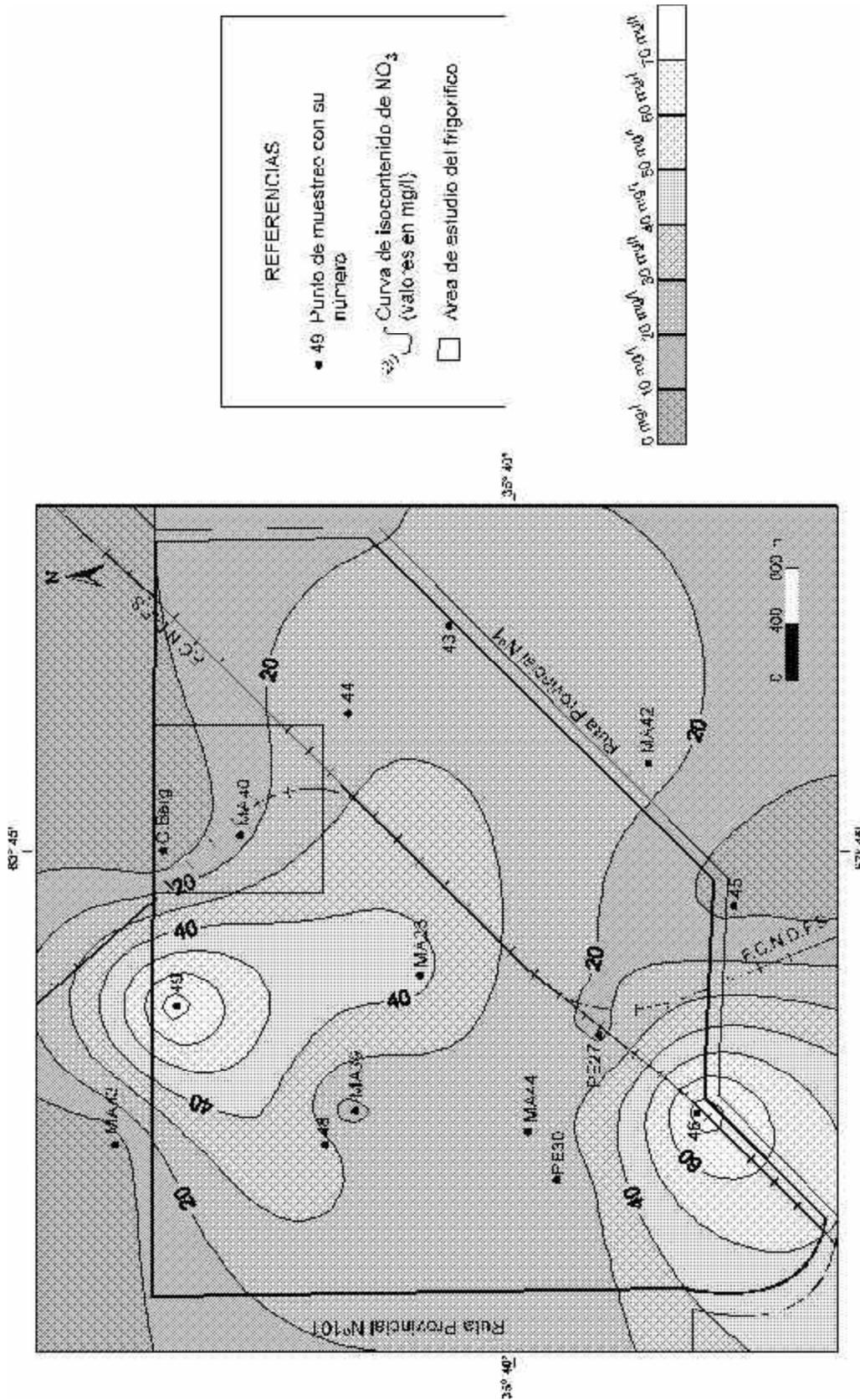


Figura 2. Diagrama de Piper de las muestras de la planta urbana de General Pico.



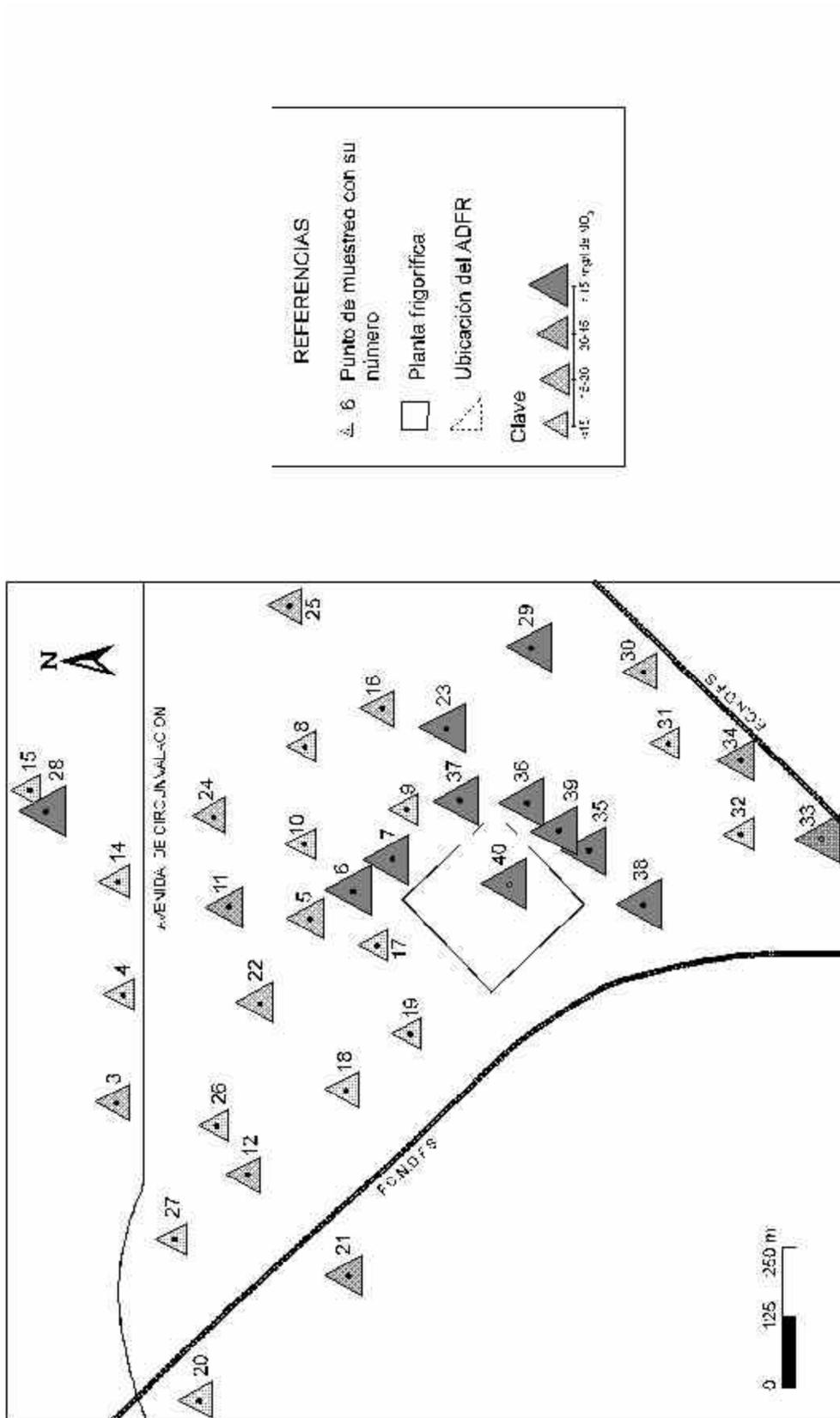


Figura 4. Mapa de Nitratos del sector del frigorífico.

13 Anexo III

Ver plano de unifilar.

14 Anexo IV

Ver plano de distribución eléctrica e iluminación.

15 Anexo V

Ver plano de unifilar eléctrico del proceso.

16 Anexo VI

Ver plano de instalación de gas.

17 Anexo VII

Ver plano de instalación de agua.